

Fiskesamfunnet i Storsjøen i Åmot og Rendalen kommuner

Betydningen av reguleringsinngrep, endret beskatning og avbøtende tiltak

Jon Museth
Odd Terje Sandlund
Stein I. Johnsen
Sigurd Rognerud
Randi Saksgård



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Fiskesamfunnet i Storsjøen i Åmot og Rendalen kommuner

**Betydningen av reguleringsinngrep, endret
beskatning og avbøtende tiltak**

Jon Museth
Odd Terje Sandlund
Stein I. Johnsen
Sigurd Rognerud
Randi Saksgård

Museth, J., Sandlund, O. T., Johnsen, S. I., Rognerud, S. & Saksgård, R. 2008. Fiskesamfunnet i Storsjøen i Åmot og Rendalen kommuner. Betydningen av reguleringsinngrep, endret beskatning og avbøtende tiltak – NINA Rapport 388, 63 s.

Lillehammer, juli 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1953-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Jon Museth

KVALITETSSIKRET AV

Børre K. Dervo

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Børre K. Dervo (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Glommens & Laagens Brukseierforening

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Trond Taugbøl

FORSIDEBILDE

Prøvetaking i felt. Foto: Jon Museth

NØKKEWORD

Storsjøen, Hedmark fylke, Rendalen kommune, Åmot kommune, vassdragsregulering, avbøtende tiltak, settefisk, sik, ørret, røye, avkastning, fiskespisende ørret.

KEY WORDS

Lake Storsjøen, Hedmark county, Rendalen municipality, Åmot municipality, hydroelectric impoundment, compensatory measures, stocked fish, whitefish, brown trout, arctic char, yield, piscivorous brown trout.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Museth, J., Sandlund, O. T., Johnsen, S. I., Rognerud, S. & Saksgård, R. 2008. Fiskesamfunnet i Storsjøen i Åmot og Rendalen kommuner. Betydningen av reguleringsinngrep, endret beskatning og avbøtende tiltak – NINA Rapport 388, 63 s.

Fiskebestanden i Storsjøen har gjennomgått store endringer i løpet av de siste 40 årene. Sik er nå dominerende i alle deler av sjøen. I strandsona har ørreten blitt vanligere, mens morten nesten har forsvunnet. Siken vokser bedre enn tidligere og er av rimelig god kvalitet, men bør beskattes langt hardere enn i dag. Ørreten har moderat vekst og stor dødelighet, slik at bare en liten andel fisk når en størrelse (ca 1,5 kg) som gjør at de blir rene fiskespisere. Dette har trolig sammenheng med dårlig tilgang på byttefisk i passende størrelse. Utsettingen av ørret har i liten grad bidratt til et bedre fiske, og nesten ingen settefisk blir eldre enn 5 år. Endringene over tid har trolig sammenheng med reguleringen av sjøen og overføringen av Glommavann til Nordre Rena, men redusert beskatning av sik og økt vanntemperatur har trolig også hatt betydning.

Denne rapporten beskriver resultatene av undersøkelser av fiskebestandene i Storsjøen i Rendalen i 2007. Storsjøen har vært påvirket av menneskelige inngrep siden 1940. I dag er det imidlertid Storsjødammen som ble bygd i 1969, og Rendalsoverføringen av inntil $55 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ vann fra Glomma til Nordre Rena i 1971 som setter sitt preg på innsjøen. Reguleringshøyden er i dag 3,64 m.

Målet med undersøkelsen har vært å gi en relativt grundig statusbeskrivelse av fiskesamfunnet i Storsjøen. Habitatbruk, predasjon og næringskonkurransen hos sik, røye og ørret er viet størst oppmerksomhet. På bakgrunn av den tilgjengelige kunnskapen om fiskesamfunnet fra tiden før og like etter Rendalsoverføringen er det lagt vekt på å vurdere om eventuelle endringer i fiskebestandene skyldes ulike forhold ved reguleringen, endret beskatningsmønster og/eller andre forhold.

Storsjøen er en dyp innsjø, og vi har prøvefisket i fire ulike habitater:

- Strandsona, dvs. grunnere enn ca 10-15 m langs land.
- Profundalsona, dvs. dypere enn ca 15 m langs bunnen.
- Pelagisk sone ("åpne vannmasser") nær overflata, 0-6 m.
- Pelagisk sone, dypt vann, 15-21 m.

Tidligere fiskeundersøkelser har i all hovedsak bestått av fiske med bunngarn i strandsona av sjøen. Utviklingen av fiskesamfunnet og de enkelte artene over tid må derfor bedømmes ut fra fangstene i dette habitatet. Vår resultater tyder på at dette gjør det spesielt vanskelig å bedømme utviklingen i røyebestanden, da røya i liten grad utnytter strandsona.

Prøvefisket i 2007 viste at samtlige av de ti fiskeartene i Storsjøen forekommer i strandsona, mens bare fire av artene (røye, sik, lake og abbor) ble fanget på dypere vann langs bunnen (profundalt). I Storsjøens åpne vannmasser (pelagialsona) finner vi ørret, sik og røye. Der dominerer siken både i antall og vekt i begge fiskedyp, mens røya nesten utelukkende ble fanget på 15-21 m dyp. Ørreten ble derimot praktisk talt bare fanget nær overflata (0-6 m dyp). Små fisk av både sik og røye holder seg unna pelagialsona. I flytegarna ble det fanget svært få sik mindre enn ca 24 cm, mens de fleste fiskene var mellom 32 og 40 cm. Røya, som bare ble fanget i flytegarna på 15-21 m, var mellom 15 og 30 cm.

Fangstutbyttet ved prøvefiske i strandsona i Storsjøen har opp gjennom årene vært forholdsvis høyt. Våre resultater sammenlignet med tidligere prøvefiskerunder i Storsjøen (særlig i 1970 og 1985) indikerer imidlertid at det har skjedd store endringer i fiskebestanden i innsjøen. Dette gjelder både med hensyn til bestandssammensetningen, dvs. den relative fordelingen mellom

fiskeartene, og innen den enkelte fiskearten. Prøvefisket i 1985 tyder på at den første perioden med tilført vann fra Glomma ga økt fisketetthet i strandsona, og vårt prøvefiske indikerer at tettheten i strandsona fremdeles er noe større enn før Rendalsoverføringen. Ellers er det tydelige endringer for flere fiskearter:

- Mort, som tidligere utgjorde en stor andel av bunngarnfangstene i strandsona, er nå praktisk talt forsvunnet.
- Sik utgjør i dag en vesentlig større andel av fangstene i strandsona, og er den dominerende arten i dette habitatet.
- Ørret utgjør også en større andel av fangstene i strandsona enn i 1970, men litt lavere enn i 1985.

Endringene man observerer i fiskesamfunnet i Storsjøen skyldes trolig både overføringen av "næringsrikt" Glommavann, en forringet strandsona på grunn av reguleringen på 3,64 m, redusert beskatning av sik, og muligens en effekt av økt vanntemperatur de senere årene. Selv om det er vanskelig å skille ut den enkeltfaktoren som har hatt størst betydning er resultatet at ørreten møter en sterkere næringskonkurranse i strandsona nå enn tidligere. Dette fører til at det ikke er noen enkel sak å kompensere for tapt rekruttering til ørretbestanden ved å sette ut fisk.

Siken vokser relativt godt – kanskje bedre enn tidligere – fram til den blir kjønnsmoden ved ca 5 års alder, men med svært stor variasjon i vekstmønsteret. Dette kan tyde på oppvekst i ulike habitater med ulik vanntemperatur og tilgang på næring. Sammen med tendensen til noe variasjon i antall gjellestaver etter hvor siken er fanget kan dette tyde på at det er flere gytebestander av sik i systemet. Det er en sammenheng mellom sommertemperatur og estimert årsklassestyrke som kan tyde på at veksten hos ung sik varierer fra år til år. Sikbestanden i Storsjøen er tydelig "forgubbet", med mye gammel fisk. Dette skyldes trolig svært liten beskatning. Kjønnsmoden fisk har svært dårlig vekst. Dette kan illustreres ved at sik på 38 cm (som er den mest tallrike lengdeklassen i prøvefisket) var fra 5 til 27 år gammel. Det er et visst innslag av gjeddemark i siken, men infeksjonsgraden i hver enkelt fisk er lav. Kvaliteten må anses som tilfredsstillende og gjennomsnittsvekta ved bl.a. håvfiske i Åkrestrømmen er høyere nå enn på slutten av 1960-tallet. Økt beskatning av siken ville trolig umiddelbart resultere i bedret kvalitet og bedre og mer stabil rekruttering, noe som igjen vil ha positiv effekt på ørretbestanden i Storsjøen. Dette betinger at man finner en beskatningsmåte som sikrer et effektivt uttak av sik uten at man påfører ørretbestanden for høy dødelighet.

Røya i Storsjøen er relativt småvokst, med kjønnsmoden fisk i underkant av 25 cm, men den er av god kvalitet. Røya lever på dypere vann langs bunnen og i vannmassene enn siken. Våre resultater og observasjoner av dreggefiskere tyder på at mens det tidligere var sik som ble spist av ørreten i Storsjøen er det nå røye man finner i magene. Det er rimelig å tro at dette har sammenheng med at pelagisk fisk mindre enn 20 cm i dag er røye. Dessuten vokser røya mye langsommere enn siken de første leveåra. Mens siken vokser til over 20 cm på 2-3 somre bruker røya fem somre på å nå denne lengden. Det betyr at røya befinner seg lengdeintervallet som aktuell byttefisk for ørret mye lenger enn siken.

Ørretfangstene ved prøvefisket i Storsjøen ble både i 1985 og i 2007 dominert av 5-årig fisk. Mens yngre fisk (< 20 cm) trolig ennå for en stor del står i oppvekstområdene i elva, tyder mangelen på fisk eldre enn 6 år på relativt stor dødelighet hos ørret i innsjøen. Ørret over 50 cm var minimum 10 år gamle, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig årlig tilvekst på 5 cm. Samtidig ser vi stor variasjon i veksten, og det er en betydelig andel relativt gammel fisk som ikke har vokst seg store. Disse har trolig ikke slått om til regulær fiskespising. Lengden til 10-årig ørret varierte fra 35 cm (385 gram) til 59 cm (1 800 gram). Alle ørretene over 70 cm var gamle, f eks var tre ørret rundt 80 cm (3.6 – 4.8 kg) mellom 12 og 18 år. Alt dette tyder på både begrenset vekst og stor dødelighet for ørret i Storsjøen i dag, noe som fører til at stor ørret – fisk over 3 kg – utgjør en svært liten del av fangstene, også ved dreggefisket.

I dagens situasjon når nesten ingen settefisk av ørret minstemålet. Utsettingsprogrammet bør endres til utsetting av et antall ørret over 25 cm. Det er da et håp om at settefisken kan ha mu-

lighet til å slå raskere over på fiskeføde og få en god vekst. I dag fettfinneklippes all ørret som kjøpes av regulanten. Dette må utvides til å gjelde all ørret som settes ut i Storsjøen for å kunne evaluere utsettingene.

Vi har undersøkt posisjonen til sik, røye, ørret og harr i næringsnettet i Storsjøen ved hjelp av både stabile isotoper og identifisering av næringsdyr i fiskemager. Analysene av nitrogenisotoper viser at næringskjeden i Storsjøen har mange ledd, opp til 3,5 trofiske nivå over plantene (primær-produzentene). Dette er mulig fordi både pelagisk småsik og røye er førfisk for storørret. Den pelagiske delen av næringskjeden er totalt dominerende og blant de undersøkte fiskeartene er det bare større harr som befinner seg i en ren bentisk drevet næringskjede med påvekstalger som grunnleggende energikilde. De andre artene befinner seg i næringskjeder som baserer seg på produksjon av planktonalger eller produksjon på land (via landinsekter).

Røye og sik skiller seg i næringsvalg. Siken er hovedsakelig sekundærkonsument (dvs. den spiser mest plantespisende næringsdyr, slik som de plante-/algespisende zooplanktonartene *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina* og *Holopedium gibberum*). Røya er i litt større grad en tertiær-konsument, dvs den spiser også næringsdyr som selv er rovdyr, slik som planktonarten *Bythotrephes longimanus* som er predator på annet dyreplankton.

Ørreten i Storsjøen har et interessant næringsvalg. Selv om den kan ta fisk fra en lengde på ca 25 cm, slår den ikke helt over på regulær fiskeføde før den når 55 cm (ca 1,5 kg). Med dagens vekstforhold er det svært få fisk som når en slik størrelse. Med dagens byttefiskbestand vil den eneste muligheten for å øke andelen stor og fiskespisende ørret i fangstene være å redusere dødeligheten, dvs. øke minstemålet og/eller redusere dødeligheten som skyldes fiske med bunngarn i strandsona.

Små sik og røye er storørretens byttefisk, men våre resultater kan tyde på at ørretene spesialiserer seg slik at noen blir røyepesialister og andre blir sikspesialister. For mindre ørret som ikke har blitt fiskespisere indikerer isotopsignaturen og mageprøver at terrestriske insekter og muligens litt zooplankton er næringen.

Forfatteradresser:

Jon Museth og Stein I. Johnsen, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Fakkeltgården, 2626 Lillehammer (jon.museth@nina.no)

Odd Terje Sandlund og Randi Saksgård, NINA, 7485 Trondheim

Sigurd Rognerud, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), 2312 Ottestad

Abstract

Museth, J., Sandlund, O. T., Johnsen, S. I., Rognerud, S. & Saksgård, R. 2008. *The fish community in Lake Storsjøen. The significance of hydropower development, changed exploitation, and mitigation measures.* – NINA Rapport 388, 61 pp.

The fish community in Lake Storsjøen has been subjected to substantial changes over the last four decades. Whitefish presently dominates in all lake habitats. In the littoral zone, brown trout is more common while roach has virtually disappeared compared to earlier fish surveys. Whitefish has good growth rate up to sexual maturity, but the population contains up to 15 adult age groups and should be exploited at a substantially higher rate than at present. Brown trout exhibits moderate growth and high mortality, so that very few fish reach the necessary body size (approx. 1.5 kg) to become purely piscivorous. This is probably due to poor availability of prey fish in suitable size groups. The brown trout stocking programme is of no consequence, as almost no stocked fish reach a size of 25 cm (5 years). The changes over time are probably associated with the various hydropower developments in the lake and watershed around 1970.

This report describes the results of two gill net surveys in 2007 in Lake Storsjøen, Rendalen and Åmot municipalities, southeastern Norway. The lake has been influenced by various hydromorphological encroachments since 1940, but the construction of the outlet dam Storsjødammen in 1969, resulting in a regulated water amplitude of 3.64 m, and the transfer of up to 55 m³ sec⁻¹ relatively nutrient rich water from River Glomma to the inlet River Nordre Rena in 1971 (“Rendalsoverføringen”) are the main impacts on the lake ecosystem today.

The aim of the investigation was to produce a relatively thorough description of the status of the fish community of the lake, with a focus on habitat use, predation and resource competition among whitefish (*Coregonus lavaretus*), Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), and brown trout (*Salmo trutta*). Based on available information about the fish community from before 1970 and in the 1980s, an assessment is made of whether possible changes in the fish stocks are due to hydropower development, changed exploitation patterns, or other factors.

Survey fishing in the deep (max. 309 m) Lake Storsjøen was performed in June and September 2007 in four major habitats:

- The littoral zone, i.e., shallower than 10-15 m along the shore.
- The profundal zone, i.e., deeper than approx. 15 m along the bottom.
- The pelagic zone close to surface, 0-6 m depth.
- The pelagic zone in deeper waters, 15-21 m.

Previous surveys were based on benthic net catches in the littoral zone. The assessment of development trends over time in the fish community and within species must therefore be based on littoral zone catches.

Survey fishing in 2007 showed all ten fish species in the lake to utilize the littoral zone, while only four species (Arctic charr; whitefish; burbot, *Lota lota*; perch, *Perca fluviatilis*) were recorded in the profundal zone. Among the three species caught in the pelagic zone, whitefish was dominant by numbers and weight in both depth zones, while Arctic charr was found only in deeper waters (15-21 m), and brown trout mainly close to surface (0-6 m). Juvenile whitefish (< 24 cm body length) and Arctic charr (<15 cm) were recorded only in benthic nets. The majority of pelagic whitefish were between 32 and 40 cm, while pelagic Arctic charr were between 15 and 30 cm.

Survey net catches in the littoral zone of Lake Storsjøen have always been relatively high compared to similar lakes in the area. Compared to results from 1970 og 1985, our survey results show substantial changes, both regarding catch composition, and within the various spe-

cies. Survey results from 1985 indicate increased catches compared to 1970, and our catches from 2007 are also higher than in 1970. In addition, the following changes were observed for individual species in the littoral catches:

- Roach (*Rutilus rutilus*), which used to be a major part of catches in the littoral zone has now all but disappeared from catches.
- Whitefish presently constitutes a substantially larger part of littoral catches, and is now the dominant species both in numbers and weight.
- Brown trout in 2007 constitutes a larger part of littoral catches than in 1970, but somewhat smaller than in 1985.

The observed changes in the fish community in the littoral zone of Lake Storsjøen is probably associated with a number of factors, such as the transfer of nutrient rich water from River Glomma, a somewhat deteriorated littoral habitat due to the water level fluctuations of 3,64 m, reduced exploitation rates of whitefish, and possibly an increase in water temperatures in recent years. One of the results appears to be that brown trout faces increased competition in the littoral zone. This means that compensatory releases of hatchery reared fish might not be an adequate mitigation measure.

Whitefish exhibits a relatively high growth rate, possibly better than before, up to sexual maturity at five years of age. There is, however, large variation in growth patterns, both within and between cohorts. Within cohort variation indicates feeding in different habitats in terms of temperatures and prey availability. In combination with the small differences in gillraker counts between whitefish samples from different localities, this might indicate that there are several spawning stocks of whitefish in the system. There is a correlation between summer temperatures and year class strength which may indicate between years variation in juvenile growth. The whitefish stock consists of a high number of adult age groups, probably due to low exploitation rates. Mature fish has very low growth rates, as shown by the fact that whitefish in the most numerous length class, 38 cm, were between 5 and 27 years old.

Arctic charr in Lake Storsjøen is relatively small sized; sexually mature fish is approx. 24 cm in length. Arctic charr live in deeper water than whitefish in both benthic and pelagic habitats. Our results as well as observations by fishers indicate that while piscivorous brown trout used to prey predominantly on whitefish, the major prey fish is presently Arctic charr. This may partly be due to the fact that, today, almost all pelagic fish smaller than 20 cm is Arctic charr. In addition, Arctic charr have a much lower juvenile growth rate than whitefish. While whitefish reach a length of more than 20 cm in 2-3 years, Arctic charr need five years to reach this length. Consequently, Arctic charr remain within the predation window of brown trout for much longer than whitefish.

Survey net catches of brown trout were dominated by fish five years of age both in 1985 and 2007. While younger fish (< 20 cm) probably remain in nursery streams, the paucity of fish 6 years and older may indicate high brown trout mortality in the lake. Brown trout >50 cm in our samples were all 10 years and older, which corresponds to a mean annual growth rate of approx. 5 cm. There is, however, large variability in growth rates. The size of 10 years old brown trout varied between 35 cm (385 g) and 59 cm (1 800 g). Quite a number of relatively old brown trout appear not to have become piscivorous at all.

The trophic position of whitefish, Arctic charr, brown trout and grayling (*Thymallus thymallus*) has been investigated by means of stable isotopes and stomach contents analysis. The analyses of nitrogen isotopes show that the food chain in Lake Storsjøen includes up to 3.5 trophic levels above the primary producers. The reason is that both pelagic whitefish and Arctic charr are prey for brown trout. The pelagic food chain is totally dominating among the analyzed fish species, i.e. based on primary production by phytoplankton or terrestrial plants (consumed by fish via terrestrial insects). Only larger grayling are positioned in a food chain based on energy produced by benthic algae.

Arctic charr and whitefish have a low diet overlap. Whitefish is predominantly a secondary consumer (i.e., feeding on phytoplankton feeders like *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina* og *Holopedium gibberum*), whereas Arctic charr is to a higher extent a tertiary consumer, feeding on, e.g., the predatory zooplankton species *Bythotrephes longimanus*.

Brown trout in Lake Storsjøen may start to take some fish prey at a size of 25 cm, but analysis of stable nitrogen isotopes indicates that they do not become fully piscivorous until reaching a size of approx. 55 cm (1 500 g). With the present prey supply and availability in the lake, very few brown trout reach this size. Very few fish from the present stocking programme of hatchery reared brown trout of approx. 15-20 cm ever reach the minimum legal size of 30 cm, and very few stocked fish seem to become piscivorous. Prey species are nearly 100 % whitefish and Arctic charr. Analysis of stable isotopes and mercury contents may indicate that the individual brown trout specializes to become either a charr- or whitefish-predator.

Forfatteradresser:

Jon Museth & Stein I. Johnsen, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Fakkeltgården, No-2626 Lillehammer, Norway (jon.museth@nina.no)
Odd Terje Sandlund & Randi Saksgård, NINA, No-7485 Trondheim, Norway
Sigurd Rognerud, Norwegian Institute for Water Research (NIVA), No-2312 Ottestad, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	6
Innhold	9
Forord	11
1 Innledning	12
2 Områdebeskrivelse	14
2.1 Reguleringsmagasinet Storsjøen	14
2.2 Fiskesamfunn.....	14
2.3 Ørretutsettinger	15
3 Materiale og metode	16
3.1 Prøvefiske	16
3.2 Prøvetaking.....	16
3.3 Sik fra Åkrestrømmen og Nordre Rena	16
3.4 Ørret fanget under Storsjødreggen	17
3.5 Analyse	17
3.5.1 Lengde-vekt.....	17
3.5.2 Alder	17
3.5.3 Diett.....	17
3.5.4 Stabile isotoper.....	17
3.5.5 Gjellestaver (sik).....	18
3.5.6 Gjeddemark.....	19
4 Resultater	20
4.1 Fiskeartenes fordeling i innsjøen.....	20
4.1.1 Pelagialen.....	20
4.1.2 Strandsona (< 10 m littoralen)	20
4.1.3 Dypet (profundalsona, > 15 m).....	20
4.2 Røye	22
4.2.1 Aldersfordeling	23
4.2.2 Vekst, kjønnsmodning og kondisjon	24
4.3 Sik	26
4.3.1 Lengdefordeling i ulike habitater	26
4.3.2 Aldersfordeling	27
4.3.3 Vekst, kjønnsmodning og kondisjon	27
4.3.4 Sik fra Åkrestrømmen.....	29
4.3.5 Gjeddemark	29
4.3.6 Gjellestaver	31
4.4 Ørret.....	33
4.4.1 Lengdefordeling i ulike habitater.....	33
4.4.2 Aldersfordeling	34
4.5 Vekst.....	35
4.5.1 Andel settefisk	37
4.6 Diett og energistrøm.....	38
4.6.1 Mageprøver	38
4.6.1.1 Sik	38
4.6.1.2 Røye.....	38
4.6.1.3 Ørret	40

4.6.2	Stabile isotoper.....	42
4.6.2.1	Biplottet	42
5	Diskusjon.....	45
5.1	Fangster og habitatbruk	45
5.2	Næringskjeden i Storsjøen.....	47
5.3	Utvikingen i ørretfisket.....	49
5.4	Settefisk som avbøtende tiltak	50
5.5	Forvaltning av ørretbestanden	51
5.6	Sikbestanden	53
5.7	Røyebestanden.....	57
5.8	Konklusjoner / anbefalinger.....	57
5.8.1	Endringer i fiskesamfunnet	57
5.8.2	Sikbestanden.....	58
5.8.3	Ørretbestanden.....	58
6	Litteratur	60

Forord

Storsjøen i Rendalen og Åmot kommuner har lenge vært en av de store innsjøene på Østlandet vi har hatt minst kunnskap om. Det er snart 70 år siden den første reguleringen ble gjennomført i Storsjøen, men effektene av både reguleringen og avbøtende tiltak (settefisk) har i liten grad blitt undersøkt. Samtidig har det skjedd store endringer i utnyttelsen av fiskebestandene, da særlig siken, i Storsjøen.

Vi vil rett en spesiell takk til Odd Johan Olberg (Eidsiva Energi), Torbjørn Østdahl og Trond Taugbøl (Glommens & Laagens Brukseierforening) for arbeidet med å initiere og finansiere denne undersøkelsen. En stor takk rettes også til Tore Qvenild (Fylkesmannen i Hedmark) for å ha tatt initiativ til undersøkelsen og for faglige råd og bidrag i alle faser av prosjektet.

Ole Nashoug takkes for uvurderlig hjelp ved planlegging og gjennomføring av feltarbeid. Kari og Torvald Englund ved Storsjøen Jakt-, fiske og familiecamp takkes for lån av båt, husrom og svært god service. Georg Larsen har bidratt med verdifulle opplysninger om utviklingen i ørretfisket i Storsjøen.

Dette prosjektet har vært et samarbeid mellom Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA), og både datainnsamling, bearbeiding og rapportering er et resultat av samarbeid mellom de to institusjonene.

Denne rapporten svarer på langt nær på alle spørsmål om fiskesamfunnet i Storsjøen. Vi tror likevel den vil være et viktig bidrag i det videre arbeidet med forvaltningen av sjøen. Vi foreslår justeringer av avbøtende tiltak, og påpeker behov for ytterligere undersøkelser og overvåking av fiskesamfunnet.

Lillehammer, juli 2008

Jon Museth
Prosjektleder

1 Innledning

De store innsjøene på Østlandet ligger i nærområdet til en stor andel av Norges befolkning, og fiskebestandene i disse sjøene er av stor interesse for mange fritidsfiskere og folk som fisker til husbehov. Særlig er de storvokste ørretbestandene i mange av innsjøene attraktive. Sik, røye og andre arter utnyttes i varierende grad. Storsjøen i Rendalen og Åmot kommuner, som er den tredje største innsjøen i Glommavassdraget, byr på gode fiskemuligheter både etter ørret, sik, harr og røye. Spesielt fisket etter sik har lange tradisjoner og håvfisket etter vandrende gytefisk i Åkrestrømmen er viden kjent og beskrevet av flere (Bull 1917, Løkensgård 1974). Storsjøen er som mange innsjøer i dette vassdraget påvirket av kraftutbygging. Rendalsoverføringen har siden 1971 medført at opptil $55 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ av Glomma ved Høyegga nær Alvdal har blitt overført til Nordre Rena som er én av de viktigste tilløpselvene til Storsjøen (Svarte 1983, Taugbøl m.fl. 2003). Regulerings høyden i Storsjøen er 3,64 m. Det var imidlertid demning i utløpet av Storsjøen også forut for Rendalsoverføringen. Denne ble bygd i 1940. Dagens demning ble bygd ca 4 km sør for det naturlige utløpet av Storsjøen i 1969 (Qvenild 2008). Til tross for de omfattende regulerings tiltakene er fiskebestandene i Storsjøen de vi har minst kunnskap om blant de store innsjøene på Østlandet. Det foreligger imidlertid en egen driftsplan for storørreten i Storsjøen (Nashoug 2002).

Mange av de store og dype innsjøene på Østlandet har et karakteristisk fiskesamfunn dominert av laksefiskarter, slik som sik, røye og ørret (Sandlund og Næsje 2000). Tilstedeværelsen av disse artene er i stor grad et resultat av hvordan de ulike fiskeartene koloniserte Norge etter siste istid (Huitfeldt-Kaas 1918). Ofte er siken den dominerende arten ute i vannmassene i disse innsjøene og den livnærer seg i stor grad av dyreplankton. Røya derimot har ofte en mer beskjeden posisjon og dette skyldes at den er underlegen siken i konkurransen om planktonføden. I innsjøer hvor sik er introdusert går ofte avkastningen av røye kraftig tilbake (Museth m.fl. 2007). Ørreten er ofte fiskespiser og oppnår en størrelse på flere kilo; det vi kaller storørret (Skurdal m.fl. 1997, Ugedal m.fl. 1999). Andelen ørret som blir fiskespiser og gjennomsnittstørrelsen ved gyting varierer mye fra innsjø til innsjø (Jonsson m.fl. 1999, Ugedal m.fl. 1999), noe som blant annet skyldes variasjon i artssammensetning og størrelsesstruktur hos potensielle byttefiskbestander. Ørretbestanden påvirkes også av ulike inngrep og menneskelig aktivitet i nedbørfeltet som fører til endringer i vannkvalitet, samt kvalitet og tilgjengelighet av gyte- og oppvekstområder.

Ved forvaltning av fiskeressurser er det viktig å ha en god forståelse av energistrømmen fra primærprodusenter (planter) til fisk og de enkelte artenes trofiske posisjon i næringsnettet. I Storsjøen er kunnskap om, eventuelt når, ørreten går over til fiskeføde relevant for forvaltningen. Fiskeribiologiske undersøkelser har tradisjonelt basert sin vurdering av næringsgrunnlaget for fisk på mageanalyser. Mageanalyser viser imidlertid bare øyeblikksbilder og de gir ikke nødvendigvis informasjon om hva som energetisk sett er de viktigste næringsdyrene for fisk (Vander Zanden og Rasmussen 1999). Mageprøver viser heller ikke hvilke primærprodusenter som er avgjørende for energistrømmen i næringskjeden. De siste 10 årene har imidlertid nye metoder som utnytter forekomsten av stabile karbon- (^{13}C og ^{12}C) og nitrogenisotoper (^{14}N og ^{15}N) i biologisk materiale for å rekonstruere økologiske prosesser og aktiviteter fått stor anvendelse (West m.fl. 2006). I akvatiske økosystemer vil forholdet mellom isotopene ($\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$) i fiskens muskler reflektere næringsrelasjoner og energistrøm over tid (Vander Zanden og Vadeboncoeur 2002). Ved hjelp av $\delta^{13}\text{C}$ er det mulig å få en god indikasjon på betydningen av ulike primærprodusenter, mens $\delta^{15}\text{N}$ gir et kontinuerlig mål på fiskens plass i næringskjeden (trofiske posisjon). Det siste er ikke minst viktig da ulike fiskearter kan ha et variert næringsvalg med stor individuell variasjon. Bruk av stabile isotoper gjør det for eksempel mulig å identifisere andelen av fiskespiser i en ørretbestand. Fiskespisende ørret kan ha viktig regulerende virkning på byttefiskbestandene, og den storvokste fiskespisende ørreten er en svært attraktiv sportsfisk. Andelen fiskespisende ørret er derfor av stor forvaltningsmessig interesse, og dette er spesielt interessant i Storsjøen hvor det er usikkerhet knyttet til i hvor stor grad ørreten går over til å bli fiskespiser.

I mange regulerte innsjøer settes det ut ørret for å kompensere for tapt rekruttering og et dårligere fiske som følge av reguleringsinngrepene. I Mjøsa har utsetting av ørret gitt svært gode resultater (Aas 1993), mens utsettingsforsøk i Osensjøen ble vurdert til å ikke ha nevneverdig positiv effekt (Qvenild 2008). I Storsjøen foreligger det ikke et utsettingspålegg, men det har de senere år blitt satt ut ørret på frivillig basis. For de fleste utsetninger er målsettingen å øke avkastningen (eller fangst per innsatsenhet) av ørret i vannet. For å oppnå denne målsettingen er det helt avgjørende å finne faktorene eller flaskehalsene som påvirker overlevelsen til den utsatte fisken frem til den når fangbar størrelse. Hva man legger i "fangbar" varierer også ut i fra hvilke mål man har for forvaltningen. I enkelte tilfeller er god avkastning av ørret større enn 30 cm målsettingen, mens i andre tilfeller ønsker man større fisk, kanskje over både 40 og 50 cm. Viktige flaskehals for utsatt ørret kan for eksempel være næringstilbudet, nivået av predasjon og konkurranse innen og mellom arter (Weber og Fausch 2003, Museth m.fl. 2008). I vassdragssystemer hvor oppvekstområdene for ørret i det første leveåret er begrenset eller har redusert næringsdyrproduksjon (for eksempel i en reguleringsone) vil utsetting av liten settefisk kunne føre til økt konkurranse om plass og næring med villfisk (Hegge m.fl. 1993). Dette kan føre til at utsatt ørret konkurrerer med vill ørret og at totaltettheten i lite grad endrer seg eller i verste fall avtar (Sundström m.fl. 2004). I en del systemer kan det imidlertid være et næringsoverskudd i nisjer som fylles av eldre/større individer, f. eks. i de frie vannmassene (Hegge m.fl. 1993).

Målet med denne undersøkelsen har vært å gi en relativt grundig statusbeskrivelse av fiskesamfunnet i Storsjøen. Sik, røye og ørret er viet størst oppmerksomhet, og vi har sett nærmere på betydningen av både næringskonkurranse, habitatbruk og predasjon. Habitatbruk og diett hos andre arter har imidlertid også blitt undersøkt. Resultatene fra Storsjøen sammenlignes med struktur og dynamikk i fiskesamfunnet i flere av de andre lignende sjøene på Østlandet, f. eks. Femund (Næsje m.fl. 1992, Sandlund m.fl. 1997), Osensjøen (Linløkken og Sandlund 2003), Mjøsa (Kjellberg og Sandlund 1983, Taugbøl 1995) og Tyrifjorden (Qvenild og Skurdal 1983). Dette vil bidra til en bedre forståelse av innsjøenes økosystem og et bedre grunnlag for forvaltning av fiskebestandene. På bakgrunn av relativt begrenset kunnskap om fiskesamfunnet fra tiden før og like etter Rendalsoverføringen er det lagt vekt på å vurdere om eventuelle endringer i fiskebestandene skyldes ulike forhold ved reguleringen, endret beskatningsmønster og/eller andre forhold.

I denne rapporten har vi prioritert å forsøke og svare på følgende spørsmål:

- Har det skjedd store endringer i fiskesamfunnet i Storsjøen og skyldes dette i så fall reguleringen, endringer i beskatningsmønsteret og/eller andre forhold?
- Har fisket etter ørret i Storsjøen blitt dårligere og er andelen ørret som går over på fiske-diett blitt lavere, og skyldes eventuelle endringer reguleringen eller endringer i byttefiskebestandene?
- Hvordan er tilslaget av settefisk og deres bidrag i fangstene og hva bør gjøres for å eventuelt bedre dette?

Målet med undersøkelsen har også vært å gi forvaltningen råd om aktuelle tiltak.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Reguleringsmagasinet Storsjøen

Storsjøen (251 m o.h.) ligger i Rendalen og Åmot kommuner i Hedmark fylke. Sjøen er et reguleringsmagasin og overflatearealet varierer fra 47,9 – 46,4 km² på henholdsvis HRV (kote 251,88 m) og LRV (kote 248,22 m) (NVE-atlas). Innsjøen er dyp og største målte dyp er 309 m omtrent midt på sjøen.

Storsjøen ble første gang regulert i 1940. Dette var en midlertidig regulering på 1,5 m. I den forbindelse ble det bygd en provisorisk bukkedam av tre i utløpet av Storsjøen (Rognlien m.fl. 1995, Qvenild 2008). Denne dammen ble hvert år fjernet i takt med uttappingen utover vintere- ren og satt opp igjen etter flommen om våren. Denne provisoriske dammen ble stående lengre enn planlagt – helt til dagens Storsjødam ble bygd i 1969 i forbindelse med Rendalsoverfø- ringen. I perioden fra 1940 – 1969 var det ikke mulig for fisk som vandret ut fra sjøen å ta seg opp igjen i Storsjøen unntatt i en periode om våren. Dagens dam har fisketrapp (motstrøms- trapp), men oppgangen av både harr og ørret har vært relativt beskjeden (Museth og Qvenild 2003),

Den første konsesjonen for reguleringen av Storsjøen forelå i 1943. I 1947 ble det gitt en ny og utvidet konsesjon med to alternativer. I forbindelse med Rendalsoverføringen ble det i 1969 gitt tillatelse til en reguleringshøyde på 3,64 m. Fra 1971 har ca 40 % av årlig vannføring (opptil 55 m³ s⁻¹) i Glomma blitt overført til Renavassdraget gjennom Rendalsoverføringen. Etter at fløtningen ble avsluttet har 7 m³ s⁻¹ blitt praktisert som minstevassføring ut av Storsjøen, men i praksis har den aldri vært lavere enn 20 m³ s⁻¹. I tillegg slippes vannføringen fra Rendalen kraftverk, inntil 55 m³ s⁻¹, uhindret gjennom sjøen. Overføringen av vann fra Glomma har redu- sert den teoretiske oppholdstiden fra 6,7 år til 3,5 år (Qvenild 2008).

2.2 Fiskesamfunn

I Storsjøen finnes sik, røye, harr, ørret, gjedde, abbor, ørekyt, mort og steinsmett (Sømme 1943, 1944, Qvenild og Løkensgård 1985, Linløkken og Enerud 1990, Nashoug 2002), og et prøvefiske i 1985 viste at tettheten av fisk var forholdsvis stor (Qvenild og Løkensgård 1985). I dette prøvefisket var sik, harr og ørret dominerende, men man fisket ikke med flytegarn og mengdeforholdet mellom sik og røye i de frie vannmassene ble ikke undersøkt. Røyebestan- den ble betegnet som tynn og småvokst.

Storsjøen har en betydelig sikbestand. Tidligere var avkastningen relativt høy, og samlet av- kastning i Storsjøen, Nordre – og Søndre Rena ble beregnet til ca 13 tonn på begynnelsen av 1970-tallet. Allerede da var sannsynligvis avkastningen betydelig redusert i forhold til tidligere (Aasheim 1939, sitert i Qvenild 2008).

Avkastningen av ørret ble i 1985 beregnet til 0,1 kg ha⁻¹ (Qvenild og Løkensgård 1985). Fangststatistikken for et utvalg dreggefiskere indikerer en negativ utvikling for ørretbestan- den fra midten av 1980-tallet (Nashoug 2002). I den senere tid er det beskrevet at en forholds- vis stor andel av ørretbestanden i Storsjøen ikke blir regulære fiskespisere med påfølgende vekstomslag (Nashoug 2002, Rognerud og Fjeld 2002).

2.3 Ørretutsettinger

Det eksisterer ikke noe pålegg om utsetting av ørret i Storsjøen. Det har imidlertid blitt satt ut ørret på frivillig basis. Disse utsettingene er finansiert både av Storsjøen Fiskeforening og regulanten gjennom GLB (**tabell 2.1**). De senere år har Storsjøen Fiskeforening satt ut 5 000 toårig ørret med gjennomsnittslengder på rundt 15 cm (fra Rendalen Settefiskanlegg). Da vannet i oppdrettsanlegget ikke varmes, har disse ofte blitt holdt i anlegget over en ekstra sommer for å oppnå økt størrelse og så satt ut om høsten som tresomrig fisk. I perioden 2000 – 2007 har det i tillegg blitt satt ut ca 300 treårig fisk (rundt 22 cm), samt at det har blitt satt ut en del ekstra fisk (1 000- 5 000 stk) med lengder < 12 cm. Ingen ørret i de ovennevnte utsettingene har blitt finneklippet. GLB har imidlertid også kjøpt noe fisk av Rendalen settefiskanlegg for utsetting i Storsjøen (**tabell 2.1**). Denne ørreten har blitt finneklippet.

Regulanten har også satt ut toårig ørret drettet opp ved Løpet settefiskanlegg (**tabell 2.1**). Denne ørreten har blitt finneklippet, og har hatt gjennomsnittslengder på 19-20 cm.

Tabell 2.1 Oversikt over antall ørret satt ut i Storsjøen fra 1995 til 2007 (Kilde: Qvenild 1996-2008, Geir Bygstøyl pers. medd.).

År	Rendalen Settefiskanlegg		Løpet Settefiskanlegg	Totalt
	Storsjøen FF	GLB		
1995	5 000		30000 tosomrig, 500 tresomrig	35500
1996	5 000		2000	7000
1997	5 000		1000	6000
1998	5 000		2000	7000
1999	5 000	4 000	2 235	11 235
2000	5 000		1 000	6 000
2001	5 000		4 000	9 000
2002	5 000		2 000	7 000
2003	5 000	3 000	2 500	10 500
2004	5 000		3 400	8 400
2005	5 000		2 500	7 500
2006	5 000	7 300	2 500	14 800
2007	5 000	6 300	8 000	19 300

3 Materiale og metode

3.1 Prøvefiske

Prøvefiske ble gjennomført i to perioder, den 10. - 12. juni 2007 og den 10. - 12. september 2007. I begge perioder ble det fisket på to stasjoner (ved Sjølisand og nord i Storsjøen). Det ble fisket med to typer bunngarn og flytegarn i begge periodene. Den ene bunngarnserien besto av 12 enkeltgarn (25 meter lange og 1.5 meter dype med lik maskevidde) med maskeviddene 6, 8, 10, 12.5, 16, 21, 26, 29, 35, 39, 45 og 52 mm. I juni ble to og to garn med lik maskevidde knytt sammen i lenke og satt fra land og ut. Det ble fisket med to serier på begge stasjonene (totalt 4 serier). I september ble innsatsen halvert, og garna ble satt ett og ett fra land.

Det ble også satt nordisk bunngarn (**tabell 3.1**), et garn med 12 integrerte maskevidder; 5, 6.25, 8, 10, 12.5, 15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43, 55 mm, med en lengde på 30 meter og dybde på 1.5 meter. Disse ble satt både littoralt (grunnere enn 10 m) og profundalt (> 15 m) i juni, og profundalt i september (**tabell 3.1**)

I begge perioder ble det fisket med en flytegarnserie på 0-6 meters dyp, og en serie på 15-21 meters dyp. En serie besto av de samme maskeviddene som bunngarna, men hver maskevidde dekket et areal på 25 x 6 meter for hvert dyp.

Tabell 3.1 Oversikt over fangsttinningsats under prøvefiske i Storsjøen den 10.-12.6.2007, og 10.12.9.2007.

	Juni		September	
	Antall garnnetter	Garnareal (m ²)	Antall garnnetter	Garnareal (m ²)
Bunngarn (6-52 mm, 0-10 m)	48	1800	24	900
Flytegarn (6-52 mm, 0-6 m)	12	1800	12	1800
Flytegarn (6-52 mm, 15-21 m)	12	1800	12	1800
Nordisk bunngarn (0-10 m)	6	270	-	-
Nordisk bunngarn (> 15 m)	10	450	6	270

3.2 Prøvetaking

All fisk ble lengdemålt og veid til nærmeste gram unntatt ørekyt hvor all fisk ble talt opp og et utvalg ble lengdemålt. Fiskelengde er målt til nærmeste millimeter som naturlig fiskelengde (Ricker 1979), dvs. fra snutespiss til ytterste haleflik i naturlig utstrakt stilling. Kjønn og modningsstadium er bestemt etter Dahl (1917). Det ble tatt ut mager for diettanalyser fra ørret, røye og sik.

Det ble tatt ut vevsprøver til analyse av stabile isotoper fra ørret, røye, sik og harr. Det ble i tillegg samlet inn zooplankton og bunndyr til analyse av stabile isotoper (se kap. 3.5.4).

3.3 Sik fra Åkrestrømmen og Nordre Rena

Det ble samlet inn noen sik som ble fanget ved håvfiske i Åkrestrømmen i september og oktober. Alder, kjønn, modningsstadium og gjellestaver (se kap. 3.5.5.) til 42 sik blir presentert i denne rapporten. I tillegg ble det samlet inn sik fra Nordre Rena. Alder og vekst til disse vil bli presentert i et eget notat.

3.4 Ørret fanget under Storsjødreggen

I forbindelse med Storsjødreggen i 2007 ble det på innveingsstasjonen på Sjølisand samlet inn data på lengde, vekt og kjønn fra 27 ørret. Det ble også samlet inn skjell og otolitter for vekst og aldersanalyser fra disse fiskene. I tillegg ble ytterligere seks (dvs i alt 33 ørret) sjekket for fettfinneklipping (settefisk). Fra Storsjødreggen i 2006 er alder og vekst til 16 ørret presentert i denne rapporten.

3.5 Analyse

3.5.1 Lengde-vekt

Forholdet mellom lengde og vekt (fiskens kondisjon) er beskrevet ved lineær regresjon mellom den naturlige logaritmen (ln) til fiskevekt (W , g) og ln fiskelengde (L , mm) og uttrykt på formelen $\ln W = \ln a + b \ln L$, der a og b er konstanter (Le Cren 1951). Kondisjonen i en gitt lengdegruppe er beregnet fra formelen $k = 10^5 a L^{b-3}$.

3.5.2 Alder

Ørret og sik er aldersbestemt ved hjelp av otolitter og skjell. Aldersbestemmelse av røye er gjort fra otolitter. For ørret er lengdeveksten tilbakeberegnet fra skjellradiene, basert på direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius (Lea 1910).

3.5.3 Diett

Mageinnholdet ble dissekert ut og oppbevart dypfrost fram til analyse under binokularlupe på laboratoriet. Ved analysen ble mageinnholdet bestemt til i alt 19 ulike grupper (7 grupper bunndyr og åtte grupper eller arter krepsdyrplankton, i tillegg til overflateinsekter og fisk (hos ørret)). Andelen av de ulike næringsdyrgruppene i mageinnholdet ble bestemt til volumprosent. Magens fyllingsgrad ble vurdert etter en skala fra 0 (tom) til 5 (full).

3.5.4 Stabile isotoper

Næringsdyr ble innsamlet 1. august 2007. Det ble samlet inn et stort antall steinfluelarver, skivesnegl (*Planorbis* sp.) og damsnegl (*Lymnea*) samt zooplanktonprøver. Damsnegl ble sortert i tre grupper: store, middels store og små, mens skivesnegl er én gruppe og steinfluelarver er én gruppe. Zooplanktonet ble innhentet med en planktonhåv med åpning 1m² og maskevidde 60µm: Prøven ble delt i to grupper; *Heterocope appendiculata* og resten, kalt "Zooplanktonbulk". Denne besto av i hovedsak plantespisende arter som *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina* og *Holopedium gibberum*. Fiskeprøver er innsamlet ved 2 tidspunkt: Sommeren 2001 ble det samlet inn og analysert 5 sik, 12 røyer og 20 ørret (Rognerud og Fjeld 2002). Resultatene fra denne undersøkelsen er inkludert i biplottet (se figur 4.20) sammen med resultatene fra 17 ørret, 10 røye, 10 sik og 9 harr fra denne undersøkelsen. I tillegg er 5 sik fra Lomnessjøen analysert og vist i biplottet.

Karbon og nitrogen har to stabile isotoper (¹²C, ¹³C og ¹⁴N, ¹⁵N), men den letteste utgjør nær 99 %. I biokjemiske og fysiske prosesser prefereres den letteste isotopen, mens det diskrimineres mot den tyngste, ¹³C og ¹⁵N. Det skjer derfor en fraksjonering mellom isotopene, dvs at produktet av prosessene blir isotopisk lettere enn utgangspunktet. Det er likevel små endringer som skjer mellom isotopene. Derfor oppgis isotopsammensetningen av karbon og nitrogen (¹³C/¹²C, ¹⁵N/¹⁴N) som "deltaverdier" i promille etter følgende formel: $\delta (\text{‰}) = [(R_{\text{prøve}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$, der R representerer forholdet mellom tung og lett isotop i prøven og i en standard. Dersom isotopforholdet i prøven er lik forholdet i standarden blir δ -verdiene lik 0. Standarden for C er et bestemt kalsiumkarbonat som har høyere isotopforhold enn de fleste biologiske

prøver. Derfor blir biologiske $\delta^{13}\text{C}$ -prøver oftest negative, mens nitrogen i luft er nitrogenstandard og de fleste biologiske prøver får positive $\delta^{15}\text{N}$ -verdier.

Planktonalgene har fri diffusjon av CO_2 mellom celle/vann og atmosfæren. Som en følge av dette blir de anriket på den lette isotopen og får lave $\delta^{13}\text{C}$ verdier (-36 til -30 ‰). Landplantene må lukke spalteåpningene i perioder. Dette gjør at CO_2 med den tyngste isotopen også må benyttes i fotosyntesen (dvs plantene kan ikke "velge"). De får derfor en litt tyngre signatur (-29 til -26 ‰) enn for eksempel planktonalger. Begroingsalger og moser, som er viktige primærprodusenter i innsjøens grunne områder, har mer lukkede systemer (større diffusjonssperre mot omgivelsene) der mangel på CO_2 gjør at de forbruker mer $^{13}\text{C}\text{O}_2$. De får derfor de høyeste $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene (-22 til -18 ‰). Da fraksjonering i konsumentleddene i næringskjeden er relativt liten (0,3 ‰ for hvert trofisk nivå) vil $\delta^{13}\text{C}$ indikere karbonkildene, dvs hvilken type planter som er viktigste karbonkilde for konsumenter på alle nivåer i næringsnett (Vander Zanden og Rasmussen 2001)

I næringskjeder øker $\delta^{15}\text{N}$ i gjennomsnitt med 3,5 ‰ for hvert trinn opp i næringskjeden, f.eks. fra algespisende dyreplankton til planktonspisende fisk. $\delta^{15}\text{N}$ benyttes derfor som et kontinuerlig mål på organismenes trofiske posisjon i en innsjø. Ved sammenlikning av næringsnett i flere innsjøer må en være klar over at $\delta^{15}\text{N}$ signaturen hos primærprodusentene (plantene som er grunnlaget for næringskjeden) kan være ulik (Vander Zanden og Rasmussen 1999). Da må alle data være justert til en felles bunnlinje indikert ved $\delta^{15}\text{N}$ signatur i viktige primærkonsumenter.

Prøvene ble tørket ved $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 2 døgn og homogenisert. For bestemmelse av $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ er 1 mg prøve-materiale veid inn og overført til en 5 x 9 mm tinnkapsel. Kapselen lukkes og plasseres i en Carlo Erba NCS 2500 elementanalytator. Prøvene forbrennes med O_2 og Cr_2O_3 ved $1700\text{ }^{\circ}\text{C}$ og NO_x reduseres til N_2 med Cu ved $650\text{ }^{\circ}\text{C}$. Forbrenningsproduktene separeres i en Poraplot Q kolonne og overføres direkte til et Micromass Optima isotop massespektrometer for bestemmelse av $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$. Duplikater analyseres rutinemessig for hver tiende prøve. Isotopsammensetningen av karbon og nitrogen ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) oppgis som "deltaverdier", det vil si forskjellen mellom prøvene og en definert standard, etter følgende formel: δ (‰) = $[(R_{\text{prøve}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$, der R representerer forholdet mellom tung og lett isotop. Alle isotopverdiene refereres til primære standarder. For karbon er dette et marint karbonat, Pee Dee Belemitt, og for nitrogen atmosfærisk luft. Internasjonale standarder analyseres samtidig med prøvene for hver tiende prøve. $\delta^{15}\text{N}$ resultatene kontrolleres med analyser av IAEA-N-1 og IAEA-N-2 standarder. $\delta^{13}\text{C}$ resultatene kontrolleres med analyser av USGS-24 grafitt standard. IFES (Institutt for Energiteknikk) verdier kontrolleres også mot en husstandard av ørretfilet. Denne analysen gir også resultatene for forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N forholdet) som gir bakgrunn for justering for ulikt fettinnhold. Da fett har $\delta^{13}\text{C}$ verdier som er 4 – 8 ‰ lavere enn protein er det vanlig å fettjustere $\delta^{13}\text{C}$ verdier for fisk og næringsdyr ($^*\delta^{13}\text{C}$). Følgende formler har vist seg å være egnet for ferskvannsfisk og invertebrater: Fisk: $^*\delta^{13}\text{C}$ (‰) = $^*\delta^{13}\text{C} + 7$ ‰ (C/N-3,1)/C/N. Næringsdyr: $^*\delta^{13}\text{C}$ (‰) = $^*\delta^{13}\text{C} + 6,3$ ‰ (C/N-4,2)/C/N

3.5.5 Gjellestaver (sik)

Siken kan i mange innsjøer opptre i flere ulike typer, med ulik vekst, størrelse ved kjønnsmodning, gytetsted og -tid, med mer. Dette er for eksempel tilfellet i Femund (Sandlund og Næsje 2000). På den annen side kan siken i andre store innsjøer opptre i bare én type, selv om den bruker mange gyteplasser (f.eks. Mjøsa; Sandlund og Næsje 2000). Det var viktig å fastslå hvordan situasjonen er i Storsjøen, for eventuelt å få bekreftet at innsjøen bare har en type sik. Den enkleste måten å finne ut om det finnes flere ulike typer sik i samme prøvofiskefangst er å telle antall gjellestaver. Gjellestavene er beinstaver på forsiden av gjellebuene. Ved prøvetakingen klippes forreste venstre gjellebue ut, og antall gjellestaver telles under binokularlupe.

3.5.6 Gjeddemark

Grovhaket gjeddemark (*Triaenophorus robustus*) er en bendelorm som blir kjønnsmoden i tarmen til gjedde. For å fullføre livssyklusen må denne bendelorm gjennom mellomstadier i copepoder (hoppekreps) og sik. Sik får i seg gjeddemarken ved å spise infiserte copepoder. Gjeddemark er en vanlig parasitt som nesten alltid finnes der sik og gjedde sameksisterer. Det har i den senere tid kommet en del bekymringsmeldinger om infeksjonsgraden i siken i Storsjøen (Nashoug 2007). I denne undersøkelsen er 297 sik sjekket for gjeddemark gjennom tre vertikale kutt i siken i henholdsvis nakke, i forkant av ryggfinne og i bakkant av ryggfinnen. Dette gir ikke et absolutt tall for antall cyster i kjøttet til siken, men må betraktes som en relativ indeks.

4 Resultater

4.1 Fiskeartenes fordeling i innsjøen

Det ble under prøvefisket i juni og september fisket med flytegarn på to dyp (0-6 m og 15-21 m) i pelagialsonen og med bunnsatte garn (settegarn og nordiske oversiktsgarn) i strandsona (littoralen) og på dypet (> 15 m). Nedenfor er fangstene framstilt i antall og vekt.

4.1.1 Pelagialen

Nær overflata (0-6 m)

Tre av de 10 fiskeartene som finnes i Storsjøen ble fanget på flytegarna som fisket ute i innsjøen (pelagialen). Sik dominerte i fangstene nær overflate (0-6 m dyp) i både antall og vekt (**figur 4.1**). Det ble også fanget betydelig med ørret på flytegarna på dette dypet, særlig ved fisket i juni. I juni utgjorde ørret 43 % og 33 % av henholdsvis antall og biomasse av fisk fanget på flytegarna på 0-6 m dyp, mens i september var tilsvarende andeler 5 % (antall) og 12 % (biomasse). Det ble kun fanget ei røye på dette dypet (**figur 4.1**).

I dypere lag (15-21 m)

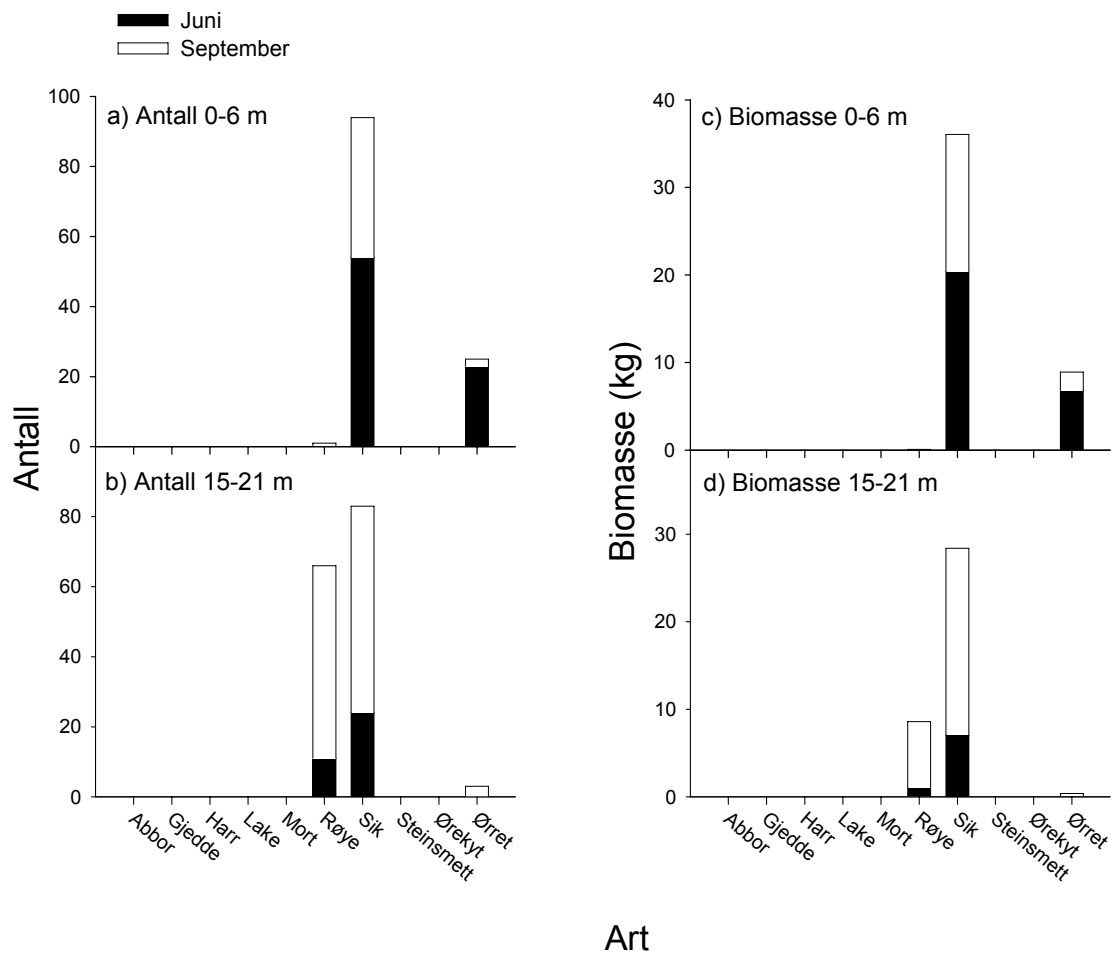
Den mest åpenbare forskjellen mellom fangstene på flytegarna som stod nær overflate (0-6 m) og de som stod dypere (15-21 m) var det betydelige innslaget av røye i fangstene på dypet (**figur 4.1**). Sik utgjorde riktignok fortsatt den største andelen av fangsten i både antall (54 %) og vekt (76 %), men røye stod for så mye som 45 % av fangsten i antall. På grunn av størrelsen utgjorde røye en betydelig mindre andel (26 %) av den samlede fangstens vekt på dette dypet. I september var fangsten av røye på dette dypet antallsmessig tilnærmet lik fangsten av sik (**figur 4.1 b**).

4.1.2 Strandsona (< 10 m littoralen)

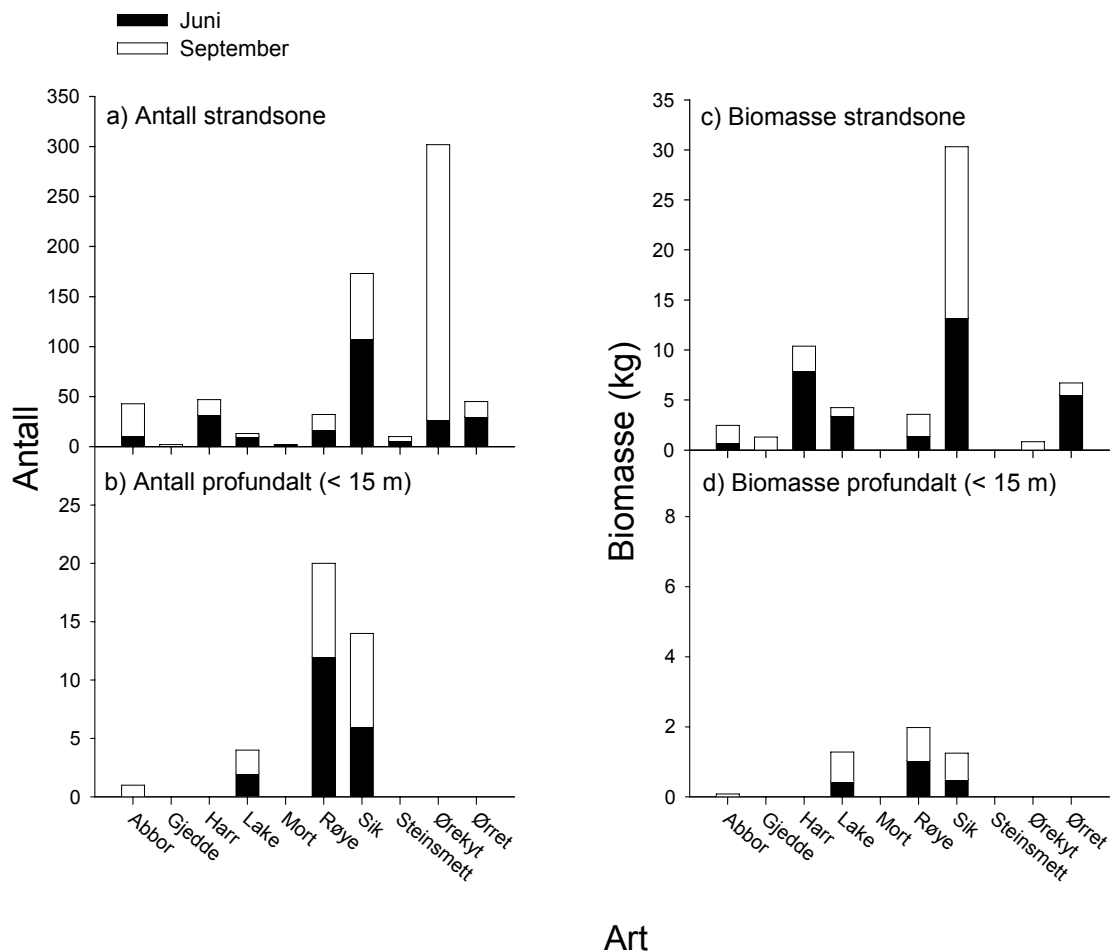
I motsetning til flytegarnfangstene var alle fiskeartene i Storsjøen representert i fangstene i strandsona (**figur 4.2**). I antall dominerte ørekyt, særlig i september, men ørekytas bidrag til den samlede fangsten i vekt var allikevel marginal (**figur 4.2 a, c**). Fangstutbyttet i vekt var størst for sik, og også i antall hvis man ser bort fra ørekyt. Sik utgjorde om lag halvparten (51 %) av den samlede fangstens vekt i strandsona. I tillegg utgjorde harr og ørret en anseelig andel, henholdsvis 17 og 11 %, av fangsten i vekt i strandsona. Fangsten av de øvrige artene var svært liten.

4.1.3 Dypet (profundalsona, > 15 m)

På bunnarna som ble satt relativt dypt (< 15 m) var fangstene mindre og antall arter var færre enn i strandsona. Dette habitatet var det eneste der sik ikke dominerte. Fangsten av røye var størst i både antall og vekt. Det ble fanget om lag like mange sik som lake, men laken utgjorde en større del av fangstens vekt enn sik. Det ble fanget én abbor på dette dypet.



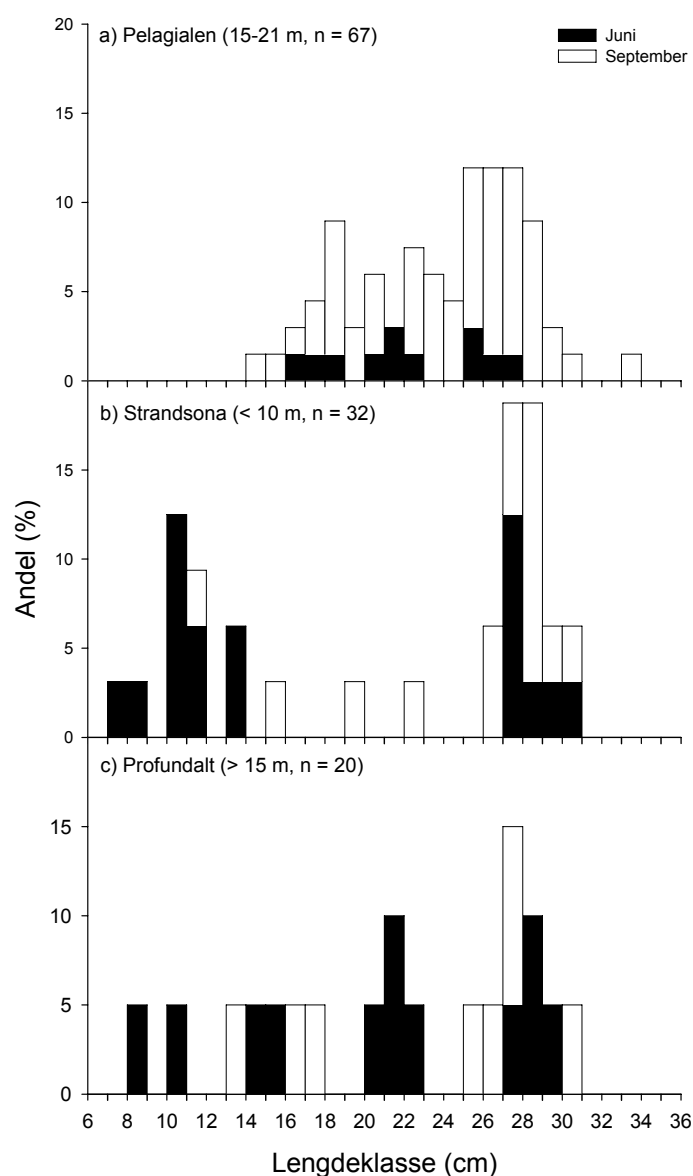
Figur 4.1 Flytegarngfangster i antall og biomasse fordelt på ulike dyp og periode. a) antall 0-6 m, b) biomasse 0-6 m, c) antall 15-21 m og d) biomasse 15-21 m. Provefiske i Storsjøen, juni og september 2007.



Figur 4.2 Bunnfiskfangster i antall og biomasse fordelt på strandsone og profundalsone (< 15 m). a) antall strandsone, b) antall profundalsone, c) biomasse strandsone og d) biomasse profundalsone. Prøvefiske i Storsjøen, juni og september 2007.

4.2 Røye

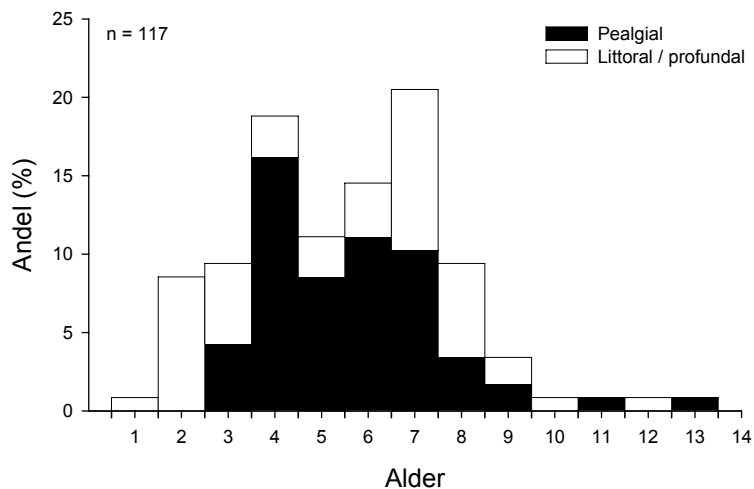
Totalt i prøvefisket ble det fanget 119 røye i lengdeintervallet 7 – 33 cm, og den observerte lengdefordelingen varierte mellom habitatene (**figur 4.3**). På flytegarda som var senket til 15-21 m ble det kun fanget ett individ mindre enn 15 cm. Dette tilsvarte 1,5 % av fangsten på flytegarda. I fangsten på bunngarda som ble satt i strandsone, derimot, var andelen røye mindre enn 15 cm så høy som 34,4 %. En annen vesentlig forskjell mellom de ulike habitatene var at røye i lengdeintervallet 15-25 cm utgjorde en svært liten andel av fangsten i strandsone (9,4 %) mot for fangsten på flytegarda (59,7 %). Røye i den øvre del av lengdeintervallet, dvs. større enn 25 cm, ble fanget i alle habitater. På dypt vann nær bunnen ble det fanget røye i nesten hele lengdeintervallet (**figur 4.3 c**).



Figur 4.3 Lengdefordeling til røye fanget a) på 15-21 m dyp med flytegarn i pelagialen, b) i strandsona med bunngarn og c) på bunngarn i profundalen (> 15 m).

4.2.1 Aldersfordeling

Gjennomsnittsalderen til røye i prøvofiskefangstene var på 5,5 år (SD = 2,3) og varierte fra 1 – 13 år (**figur 4.4**). Aldersklasse 4-7 år utgjorde en stor andel av prøvofiskefangsten (65 %) og kun 3,4 % av røyefangsten var ≥ 10 år. Det ble ikke fanget røye yngre enn 3 år på flytegarner i pelagialen, men det ble fanget både ett- og toåringer på bunngarner i strand- og profundalsona. Aldersklassene 4-7 år utgjorde 80,6 % av fangsten på flytegarner, mens disse årsklassenes andel av fangsten på bunngarner utgjorde en betydelig mindre andel (44 %). Aldersfordelingen er m.a.o. i samsvar med lengdefordelingen – den yngste (minste) røya ble for en stor del fanget i strandsona eller nær bunnen på dypere vann, de middels gamle (mellomstore) individene ble hovedsakelig fanget i dypere lag av pelagialen (15-21 m) og eldre (store) individer forekom i alle habitater (**figur 4.4**).

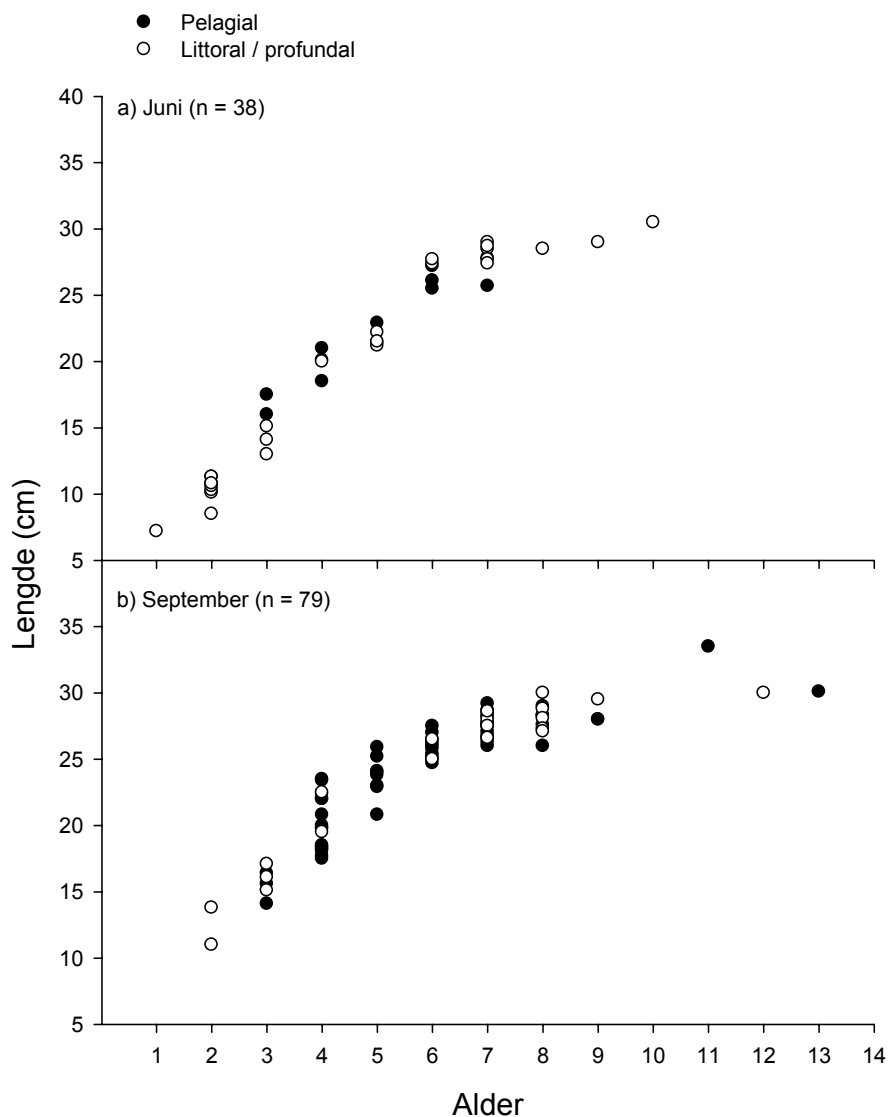


Figur 4.4 Aldersfordeling til røye fanget ved prøvefiske i Storsjøen i juni og september 2007 på flytegarn i pelagialen (svarte søyler) og på bunngarn i strandsona og profundalsona (< 15 m) (hvite søyler)

4.2.2 Vekst, kjønnsmodning og kondisjon

Veksten til røya, framstilt som lengde ved ulike aldre, viser en lineær økning fram til 4 års alder for så å flate ut. I september var røye på 4 og 5 år henholdsvis 20,1 (17,5-23,5 cm) og 23,7 cm (20,8-25,9 cm) i gjennomsnitt (minste og største fisk). Videre økning i lengde med økende alder var beskjeden, og den største røya på 33,5 cm var 11 år gammel (**figur 4.5**).

Kjønnsmoden røye ble funnet f.o.m. 4 års alder, men først fra 5-6 års alder er en betydelig andel av de undersøkte fiskene kjønnsmodne (**tabell 4.1**). Likevel var det også en del umoden fisk blant eldre røye. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor til røye i de ulike aldersklassene i september varierte fra 0,64 til 0,91. Røye i aldersklasse 5-6 hadde høyest k-faktor (**tabell 4.1**).



Figur 4.5 Forhold mellom alder og lengde til røye fanget på flytegard og bunngard ved prøvefiske i Storsjøen i a) juni og b) september.

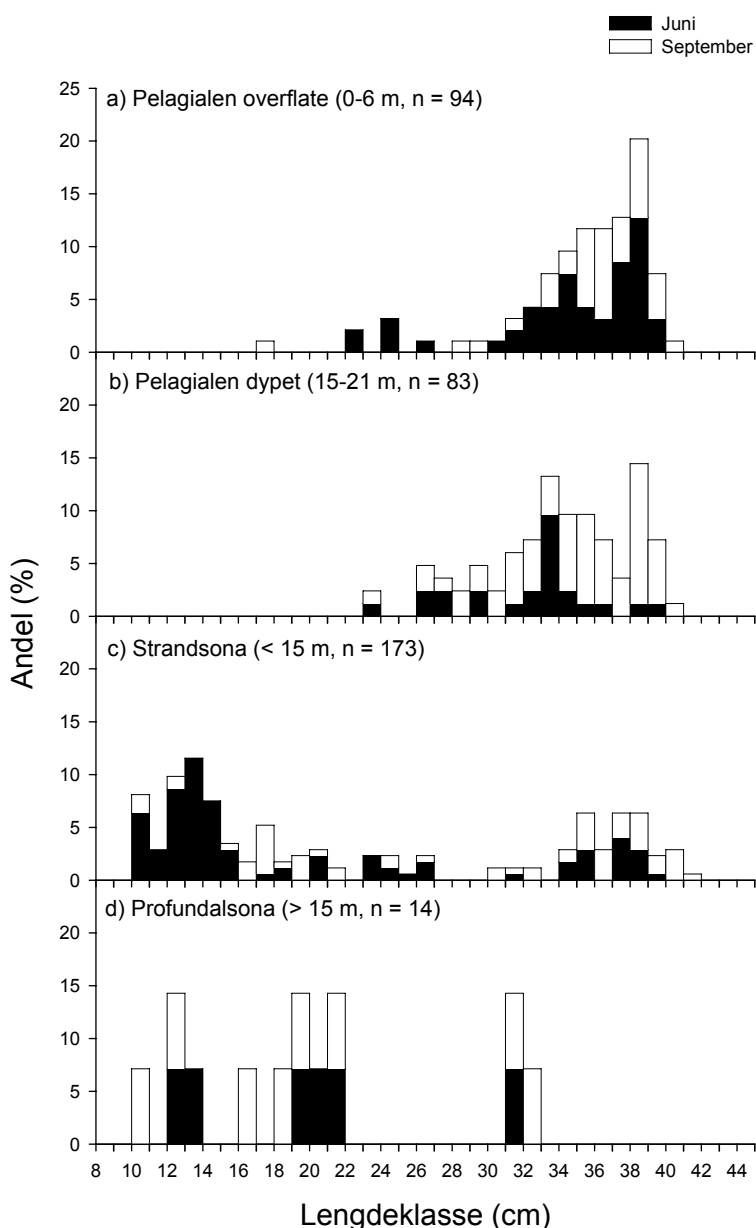
Tabell 4.1 Andel kjønnsmodne individer i aldersklassene 2 til ≥ 8 år blant røye fanget ved prøvefiske i Storsjøen i juni og september 2007, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K) for røye fanget i september.

Alder	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hann		Hunn		September	
	n	% modne	n	%modne	K-faktor	n
2	3	0	6	0	0,64	2
3	2	0	8	0	0,80	6
4	7	0	15	13	0,89	18
5	4	0	9	67	0,90	8
6	6	67	11	82	0,91	12
7	10	70	14	93	0,88	17
≥ 8	8	88	11	91	0,82	16

4.3 Sik

4.3.1 Lengdefordeling i ulike habitater

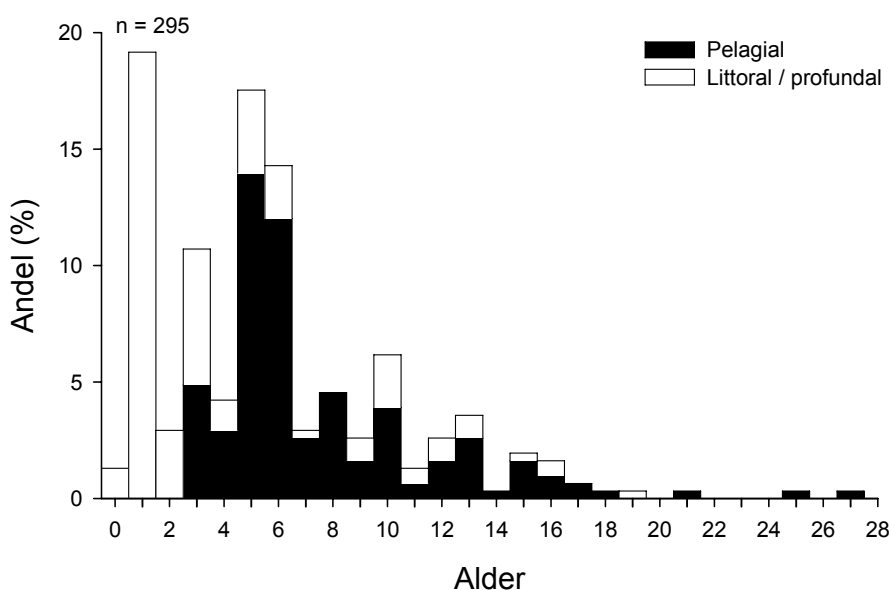
Totalt ble det fanget 364 sik i lengdeintervallet 10 – 41 cm under det ordinære prøvefisket. Den observerte lengdefordelingen varierte betydelig mellom de ulike habitatene (**figur 4.6**). I fangsten på flytegarna som stod i overflata (0-6 m) og de som var senket til 15-21 m var henholdsvis 90,4 og 81,9 % av fisken ≥ 30 cm (**figur 4.6 a, b**). Det var med andre ord hovedsakelig relativt stor sik som stod i disse habitatene under tidspunktene for de to prøvefiskene. I fangsten på bunngarna i strandsona var derimot innslaget av mindre sik betydelig større (**figur 4.6 c**). For begge fiskerundene samlet var 66 % av fangsten i strandsona mindre enn 30 cm. Mens det i flytegarna så å si ikke ble fanget sik mindre enn 20 cm, utgjorde denne lengdegruppa over halvparten (54 %) av sikkfangsten i strandsona; (**figur 4.6 c**). På dypet, nær bunnen, ble det fanget få sik. Disse var i lengdeintervallet 10 – 32 cm (**figur 4.6 d**).



Figur 4.6 Lengdefordeling til sik fanget på flytegarn på a) 0-6 m dyp og b) 15-21 m dyp og med bunngarn i c) strandsona på bunngarn i profundalen (> 15 m).

4.3.2 Aldersfordeling

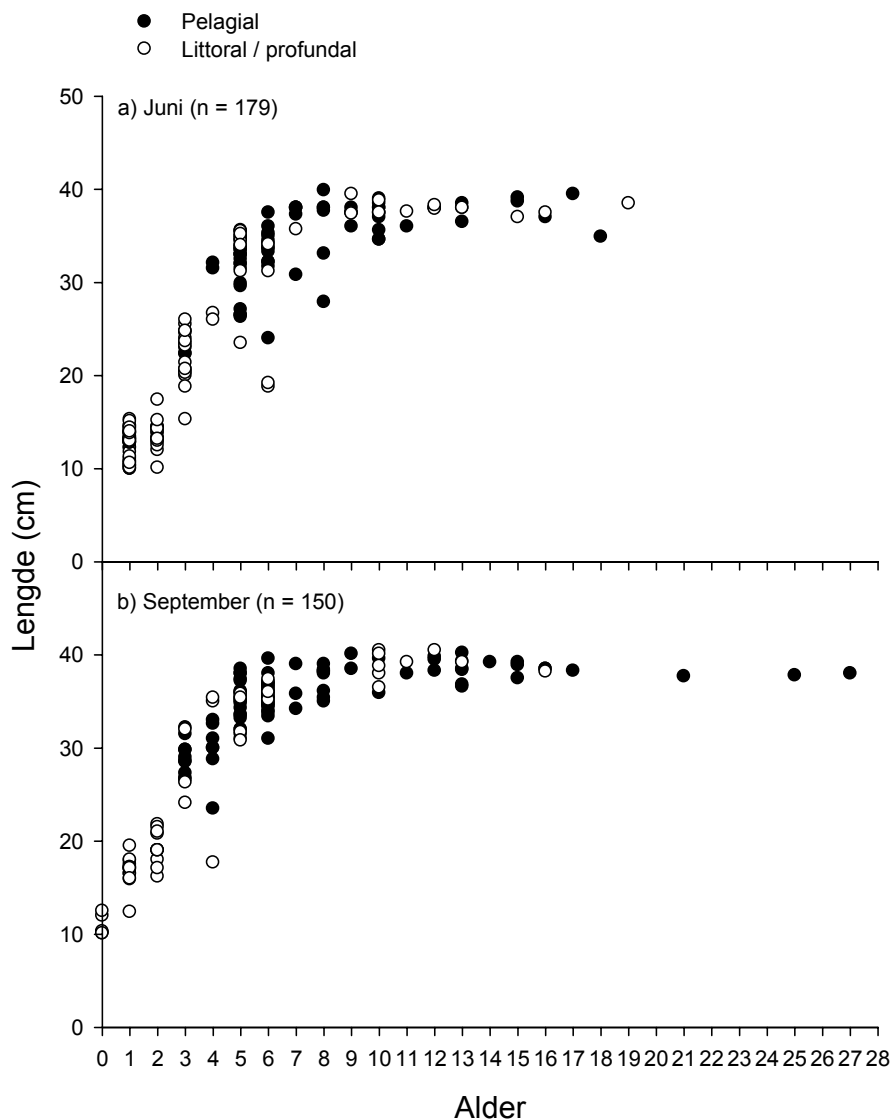
Gjennomsnittsalderen til sik i prøvefiskefangstene var på 5,6 år (SD = 4,44) og varierte fra 0 (vintre) – 27 år. Totalt ble 23 aldersklasser påvist i fangsten. Det ble fanget relativt mye ung sik og 1/3 av fangsten (34 %) var yngre enn 4 år. Aldersklassen 5 og 6 år var forholdsvis tallrike og disse utgjorde til sammen 31,8 % av fangsten. Andelen sik ≥ 10 år var 19,8 % (figur 4.7). Det ble ikke fanget sik yngre enn 3 år på flytegarna, men årsklassen 0 – 2 år utgjorde så mye som 53,3 % av den samlede fangsten på bunngarna i strand- og profundalsona (figur 4.7). Hele 19,1 % av prøvefiskefangsten bestod av ettårig sik, og en stor andel av disse, 83 %, ble fanget ved prøvefisket i juni. Antall fanget sik i ulike aldersklasser varierte betydelig og relativt sett ble det fanget forholdsvis mange 5, 6 og 10 åringer sammenlignet med 4, 7, 9 og 11 åringer.



Figur 4.7 Aldersfordeling til sik fanget ved prøvefiske i Storsjøen i juni og september 2007 på flytegarn i pelagialen (svarte søyler) og på bunngarn i strandsona og profundalsona (< 15 m) (hvite søyler).

4.3.3 Vekst, kjønnsmodning og kondisjon

Veksten til siken, framstilt som lengde ved gitte aldere, viste at det var store individuelle variasjoner i veksten (figur 4.8). I juni var gjennomsnittlig lengde til ett- og toåringer henholdsvis 12,8 og 14,1 cm, og det var et betydelig overlapp i lengdefordelingen til de to aldersklassene. I juni var gjennomsnittlig lengde til 4, 5 og 6-åringer henholdsvis 29,1, 32,2 og 31,6 cm. Også blant disse årsklassene var det svært stor variasjon i lengde ved gitte aldere, f. eks. varierte lengdene til 5-åringer fra 23,5 til 35,6 cm. Fra 4-5 års alder var det svært liten økning i lengde med økende alder, men fortsatt svært stor variasjon innenfor hver aldersklasse både i juni og september (figur 4.8). Det ble fanget relativt mange tiåringer (1997-årsklassen) og lengdene til disse varierte fra 34,6 til 40,5 cm (gjennomsnitt 37,6 cm). Den sterke avtagende veksten med økende alder, og akkumuleringen av gammel fisk, kan illustreres ved å se på alderen til den mest tallrike lengdeklassen (38 cm) i fangsten fra prøvefisket i både juni og september. Alderen til sik på 38 cm (n = 39) varierte fra 5 til 27 år (15 ulike aldersklasser).



Figur 4.8 Forhold mellom alder og lengde til sik fanget på flytegarn og bunngarn ved prøvefiske i Storsjøen i a) juni og b) september.

Det ble påvist kjønnsmoden sik f.o.m. 4 års alder. Andelen kjønnsmodne 4-årige hanner og hunner var henholdsvis 29 og 17 % (**tabell 4.2**). Fra og med 5 års alder var en betydelig andel av både hann- og hunnfisk kjønnsmodne, og andelen modne hanner og hunner ≥ 8 år var henholdsvis 86 og 87 % (**tabell 4.2**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor til sik i de ulike aldersklassene i september varierte fra 0,77 til 0,85 (**tabell 4.2**).

Tabell 4.2 Andel kjønnsmodne individer i aldersklassene ≤ 3 år til ≥ 8 år blant sik fanget ved prøvefiske i Storsjøen i juni og september 2007, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K) for sik fanget i september.

Alder	Kjønnsmodning				Kondisjon	
	Hann		Hunn		September	
	n	% modne	n	%modne	K-faktor	n
≤ 3	59	0	43	0	0,77	25
4	7	29	6	17	0,85	9
5	26	35	27	56	0,87	24
6	25	40	19	53	0,85	27
7	6	71	3	33	0,85	3
≥ 8	29	86	54	87	0,80	41

4.3.4 Sik fra Åkrestrømmen

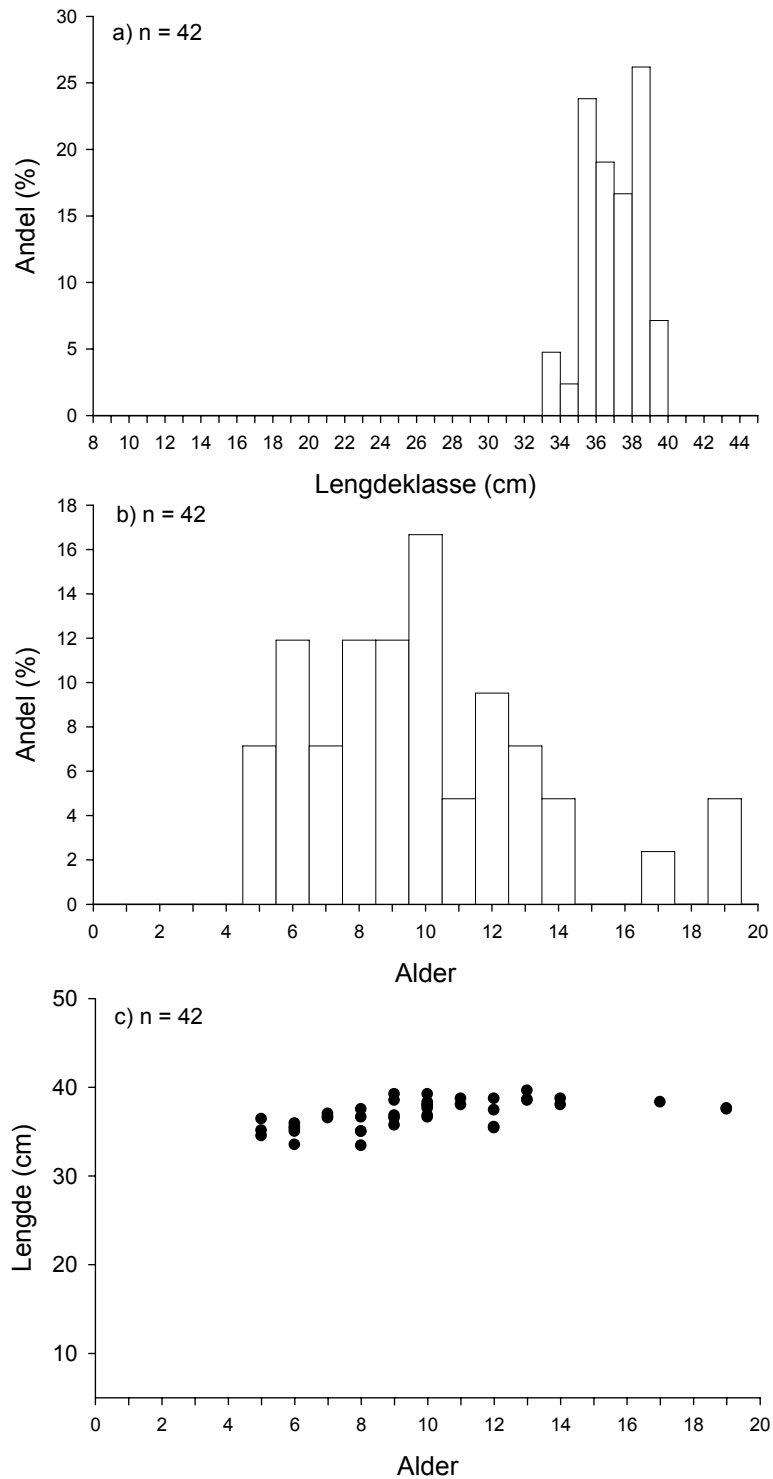
I alt ble 42 sik, fanget med håv under høstfisket (12. september) i Åkrestrømmen, undersøkt. Med unntak av to individer var dette gytemoden fisk. De to umodne individene var hann- og hunnfisk på henholdsvis 35 (6 år) og 37 cm (12 år). Det var en overvekt hanner (73,8 %) i forhold til hunner (26,2 %) i dette materialet. Det observerte lengdeintervallet var relativt snevert, fra 33 – 39 cm (**figur 4.9 a**). Alderen varierte imidlertid betydelig, fra 5 – 19 år (12 aldersklasser) (**figur 4.8 b**). Selv om det var en signifikant økning i lengde med økende alder forklarte alderen på fisken ikke mer en 30 % av den observerte variasjonen i lengde (lineær regresjon: $R^2 = 0,304$; $F_{1, 41} = 18, 89$, $P < 0,001$) og stigningstallet i regresjonslikningen (0,26) anga en økning i lengde på kun 0,26 cm per år (**figur 4.9 c**).

Gjennomsnittsvekten til siken fanget i Åkrestrømmen i september var 477 gram (SD = 64,5) og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 0,95 (SD = 0,08).

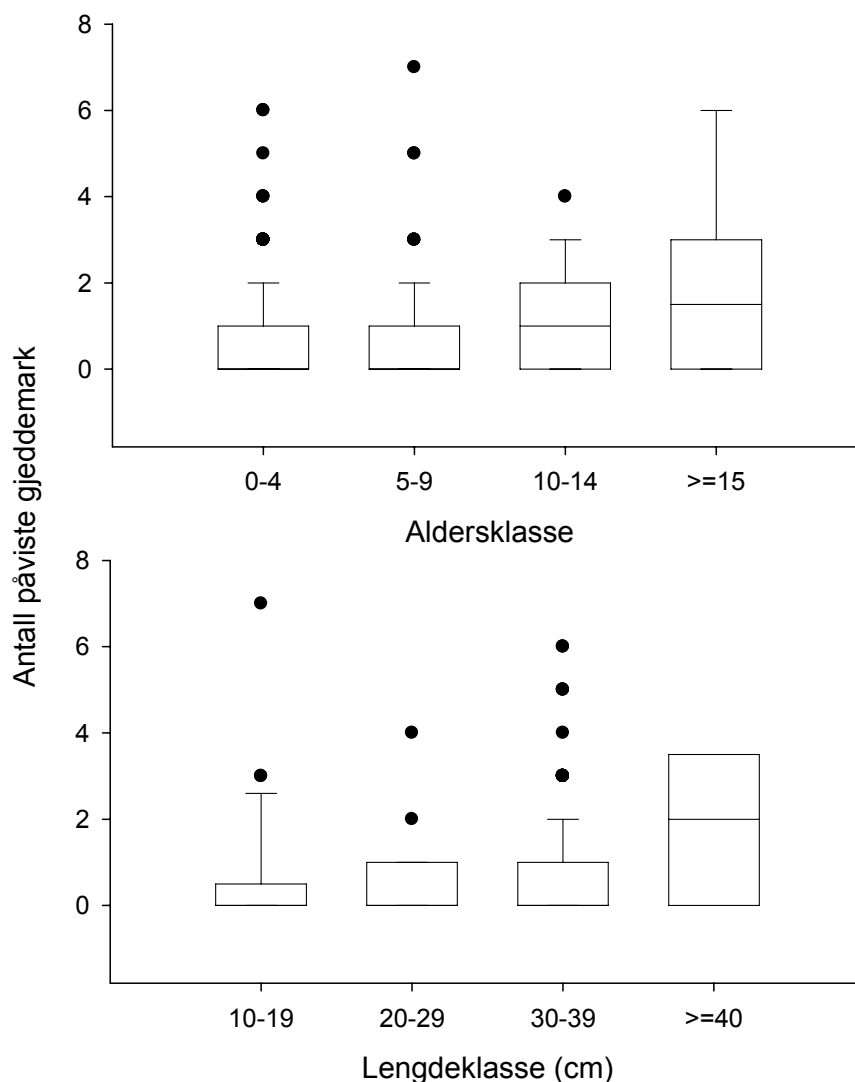
4.3.5 Gjeddemark

I alt ble 297 sik undersøkt for gjeddemark og infeksjonsgraden er framstilt som en relativ indeks (sum av gjeddemark påvist i tre vertikale snitt gjennom fiskens rygg, for detaljer se kap. 3.5.6). I 36,4 % av fisken ble det påvist én eller flere gjeddemark, men andelen sik med mange påviste gjeddemark var lav; 92,3 % av fisken hadde ≤ 2 påviste gjeddemark. Kun 2 % av de undersøkte fiskene hadde ≥ 5 påviste gjeddemark.

Det var ingen markant økning i andelen infiserte sik med økende alder (**figur 4.10 a**). I de to aldersklassene 0-4 år og 5-9 år hadde 50 % av fisken ≤ 1 påvist parasitt og 80 % av fisken ≤ 2 påviste parasitter. I aldersklassene 10-14 år og ≥ 15 år hadde 80 % av fisken henholdsvis ≤ 2 og ≤ 3 påviste parasitter (**figur 4.10 a**). Bildet er det sammen når man framstiller infeksjonsgraden for ulike lengdeklasser. For sik i lengdeklasse 30 – 39 cm hadde 50 % av siken ≤ 1 påvist parasitt og 80 % av siken ≤ 2 påviste parasitter (**figur 4.10 b**).



Figur 4.9 Sik fanget i Åkrestrømmen med håv den 12. september 2007: a) lengdefordeling, b) aldersfordeling og c) forholdet mellom alder og lengde (regresjonslinje vist i figuren: y (lengde) = $34,4 + 0,36x(\text{alder})$; $R^2 = 0,30$, $P < 0,001$)

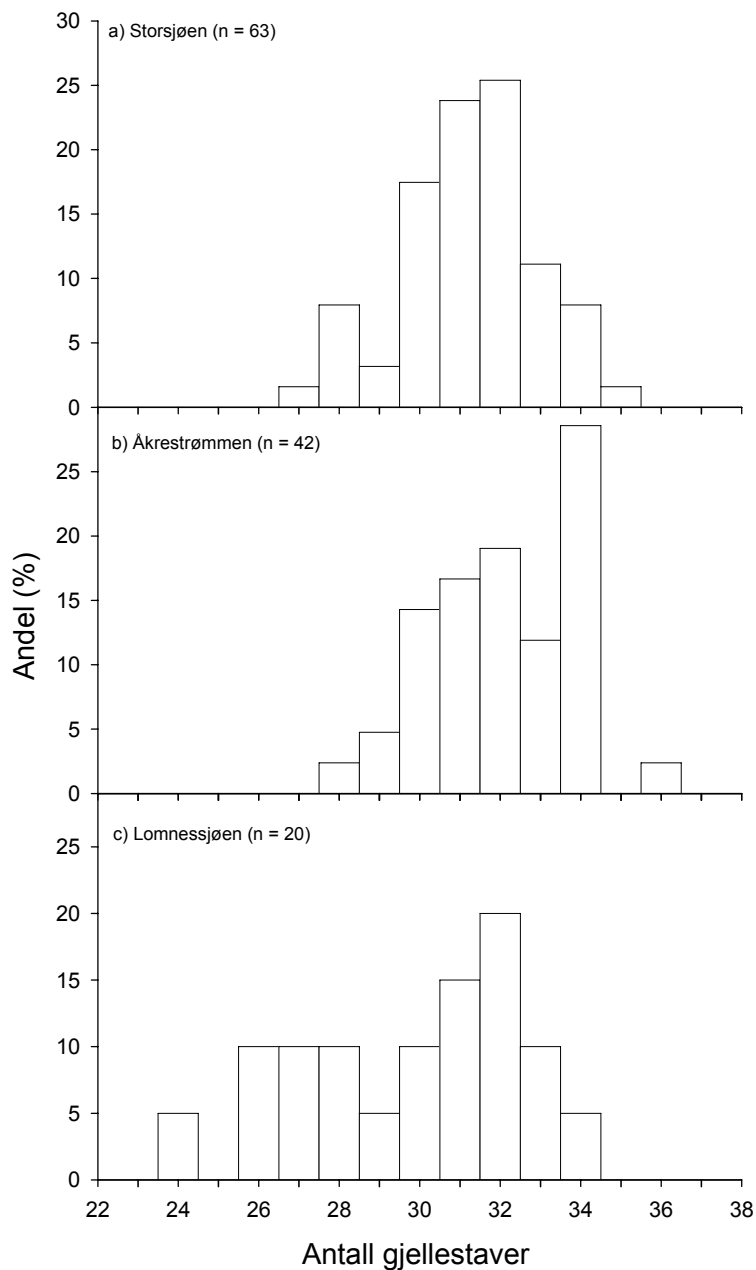


Figur 4.10 Antall påviste gjeddemark (i tre vertikale snitt gjennom ryggen på siken) i ulike a) aldersklasser og b) lengdeklasser hos sik i Storsjøen. (Boksene omfatter de midtre 50 % av observasjonene. Medianen vises ved den heltrukne linjen inne i boksen. De vertikale linjene viser 10 (⊥) and 90 (⊤) persentilene).

4.3.6 Gjellestaver

Gjennomsnittlig antall gjellestaver på venstre gjellebue til sik fra prøvfisket i Storsjøen ($n = 63$), håvfiske i Åkrestrømmen ($n = 42$) og garnfanget sik i Lomnessjøen ($n = 20$) var henholdsvis 31,2 (SD = 1,71), 32,1 (SD = 1,81) og 29,8 (SD = 2,78). Det var en marginal signifikant forskjell mellom Storsjøen og Lomnessjøen (Mann-Whitney; $P = 0,06$), og signifikant forskjell mellom Storsjøen-Åkrestrømmen (Mann-Whitney; $P = 0,023$) og Åkrestrømmen-Lomnessjøen (Mann-Whitney; $P = 0,002$). Hos de undersøkte sikene i Storsjøen varierte antall gjellestaver fra 29 til 35. Om lag halvparten (49,2 %) av de undersøkte fiskene hadde 31 eller 32 gjellestaver (**figur 4.11 a**). Til tross for færre undersøkte sik fra Lomnessjøen var variasjonen i antall

gjellestaver høyere enn i materialet fra både Storsjøen og Åkrestrømmen og varierte fra 24 – 34. Også blant siken i Lomnessjøen ble det observert størst andel sik med 31 eller 32 gjellestaver (35 %) (**figur 4.11 b**).



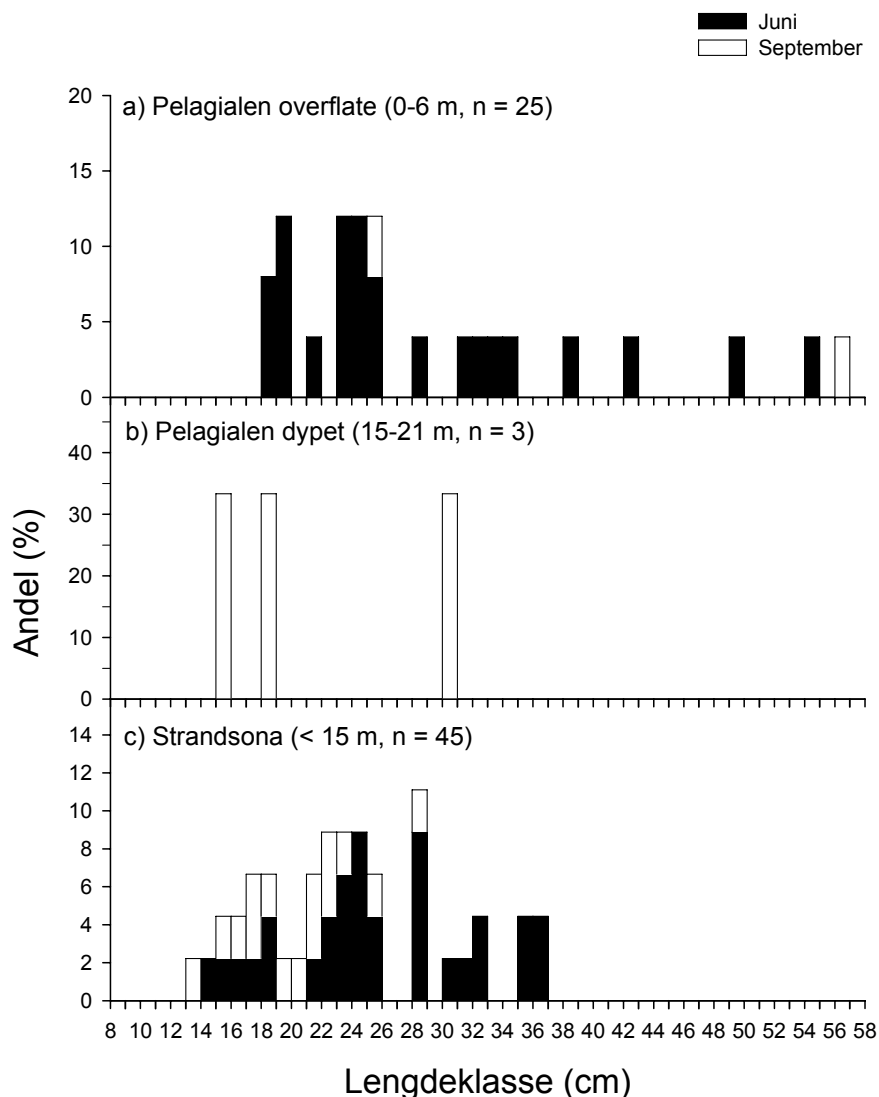
Figur 4.11 Andel sik med ulikt antall gjellestaver fra a) Storsjøen og b) Åkrestrømmen og c) Lomnessjøen (antall gjellestaver er registrert på forreste venstre gjellebue)

4.4 Ørret

I forbindelse med undersøkelsen i Storsjøen ble det totalt samlet inn data på 116 ørret. Av disse ble 73 fanget under prøvefisket i juni og september 2007. I tillegg ble det samlet inn data på 43 ørret fanget under Storsjødreggen i juni 2006 og 2007 som er benyttet i forbindelse med vekstanalyse og vurdering av tilslag av settefisk. Disse fiskene fordelte seg i lengdeintervallet 26 – 85 cm. Totalt bestod dette materialet av 10 ørret større enn 50 cm, hvorav tre var større enn 80 cm.

4.4.1 Lengdefordeling i ulike habitater

Totalt ble det fanget 73 ørret i lengdeintervallet 13 – 56 cm under det ordinære prøvefisket. Andelen ørret større enn 30, 35 og 40 cm i totalmaterialet var henholdsvis 21,9, 9,6 og 5,5 %. På flytegarna som stod i overflata (0-6 m) ble det fanget ørret i lengdeintervallet 18 – 56 cm (**figur 4.12 a**), og disse ble hovedsakelig (92 %) fanget under prøvefisket i juni. Fangsten av små ørret var forholdsvis stor i dette habitatet, og andelen ørret mindre enn 20 og 25 cm var henholdsvis 20 og 45 %. Det ble fanget kun 3 ørret på flytegarna som var senket til 15 - 21 m (**figur 4.12 b**). I strandsona ble det fanget 45 ørret i lengdeintervallet 13 – 36 cm, og andelen ørret mindre enn 20 og 25 cm var henholdsvis 28,9 og 64,4 % (**figur 4.12 c**). Det ble ikke fanget ørret i bunngarn som stod på dypet (> 15 m). Fangstene i de ulike habitatene viser at de minste ørretene oppholder seg i strandsona, men at relativt små ørret (f.o.m. 18 cm) også oppholder seg i de øvre lag av pelagialen tidlig på sommeren. De fem største ørreten som ble fanget under prøvefisket ble alle fanget på flytegarna som stod i overflata (**figur 4.12**). I motsetning til røye og sik ble ørret nesten ikke fanget i de dypere lag av pelagialen og ingen ble fanget på dypet nær bunnen (profundalen).

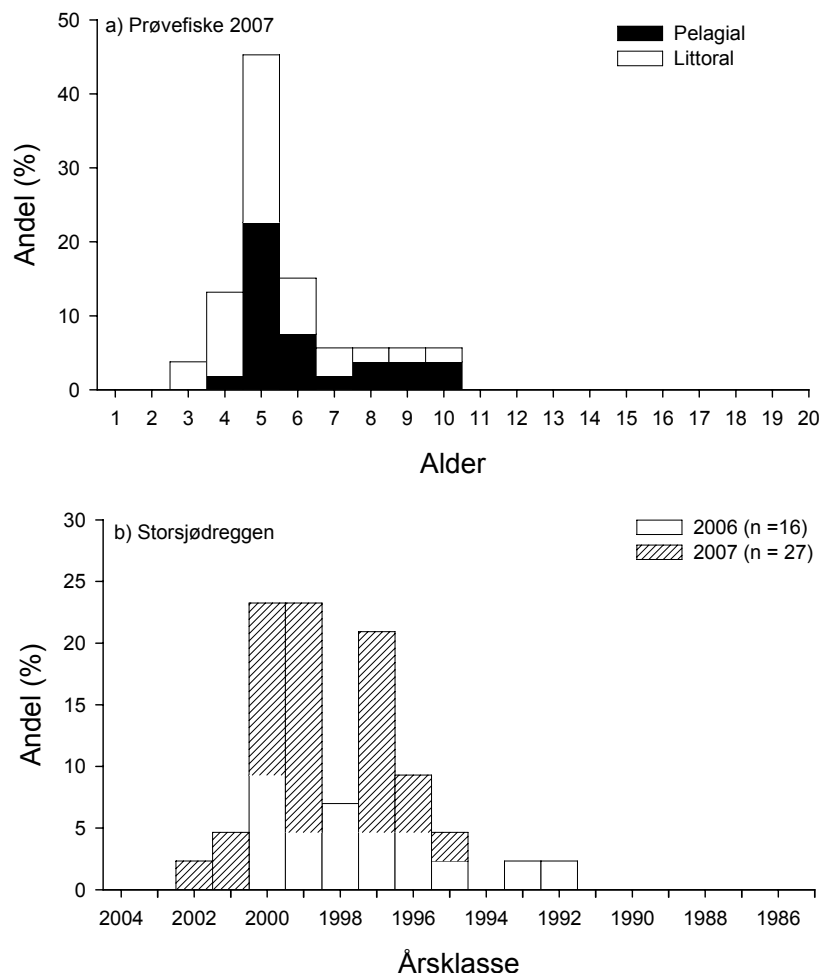


Figur 4.12 Lengdefordeling til ørret fanget på flytegarv på a) 0-6 m dyp og b) 15-21 m dyp og med bunngarv i c) strandsona. (Det ble ikke fanget ørret på bunngarv i profundalen, > 15 m).

4.4.2 Aldersfordeling

Gjennomsnittsalderen til ørret (villfisk) i prøvefiskefangstene var på 5,7 år (SD = 1,73) og varierte fra 3 – 10 år. Aldersklasse 5 år (årsklasse 2002) var sterk og utgjorde så mye som 45,3 % av fangsten og ørret eldre enn 5 år utgjorde 37,7 % av fangsten. Samtlige 3-åringere og de fleste (85,7 %) av 4-åringene ble fanget på bunngarv i strandsona (**figur 4.13 a**). Årsklassefordelingen til ørret fanget på Storsjødreggen viser et større innslag av eldre fisk (noe som skyldes at minstemålet i konkurransen er 30 cm). Årsklasse 2002, som var dominerende i prøvefiskefangsten (5-åringere), utgjorde en marginal andel av de undersøkte fiskene fra Storsjødreggen (kun ett individ på 26 cm, dvs. under minstemål) (**figur 4.13 b**). Derimot utgjorde årsklassene 1999 og 2000 til sammen nær halvparten (46,5 %) av de undersøkte fiskene, men også 1997 årsklassen (9- og 10-åringere i henholdsvis 2006 og 2007) utgjorde en betydelig andel (20,9 %) av fangsten fra Storsjødreggen i de to årene. Til sammenligning utgjorde 1998 årsklassen kun 7 % i dette materialet.

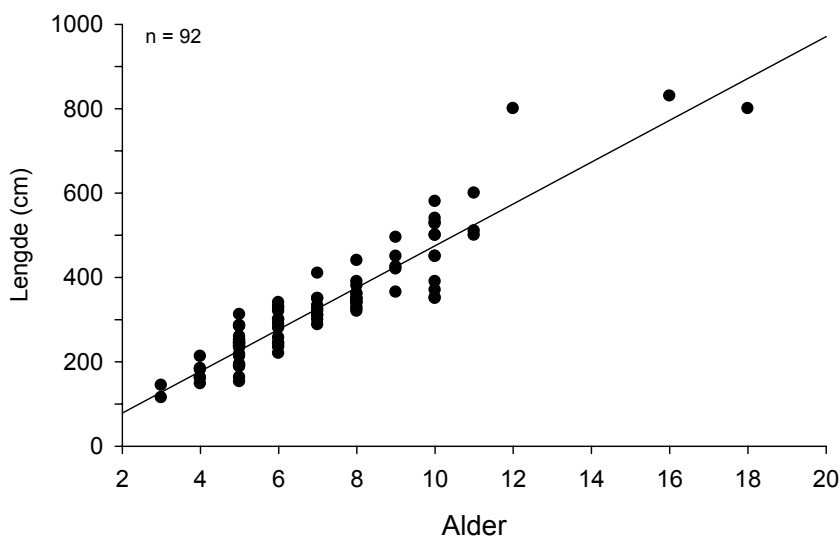
De 20 settefiskene som ble fanget under prøvefisken (n=19) og Storsjødreggen (n = 1) var fra 2 til 5 år.



Figur 4.13 Aldersfordeling til ørret fanget ved prøvefiske i Storsjøen i juni og september 2007 på flytegarv i pelagialen (svarte søyler) og på bunngarv i strandsona (< 15 m) (hvite søyler) og årsklassefordeling til et utvalg ørret fanget under Storsjødreggen i juni 2006 og 2007.

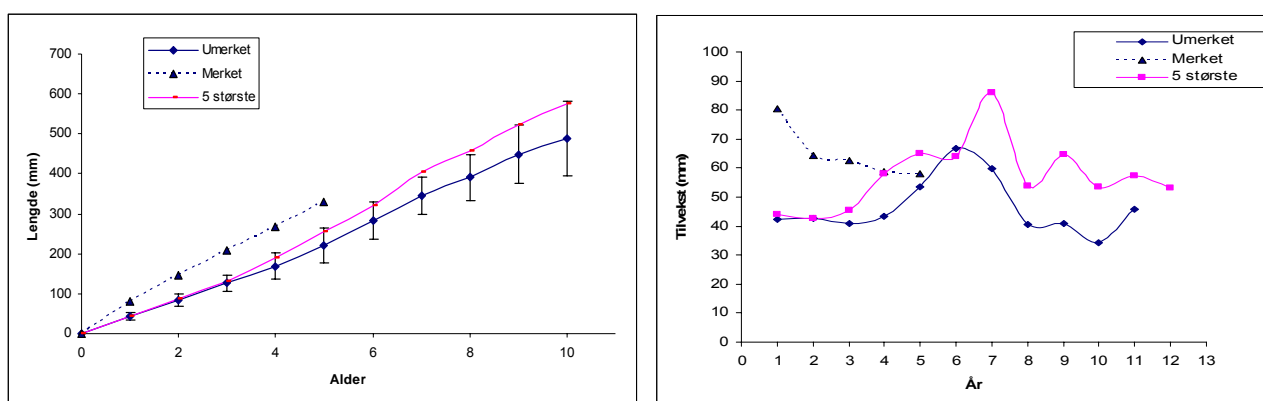
4.5 Vekst

Veksten til ørreten, framstilt som lengde (tilbakeberegnet til vekststart) for ulike aldersklasser, viser at det er store individuelle forskjeller i vekstmønsteret (**figur 4.14**). Største og minste femåring var henholdsvis 15,3 og 31,2 cm, mens største og minste 10-åring var henholdsvis 35 og 58 cm.



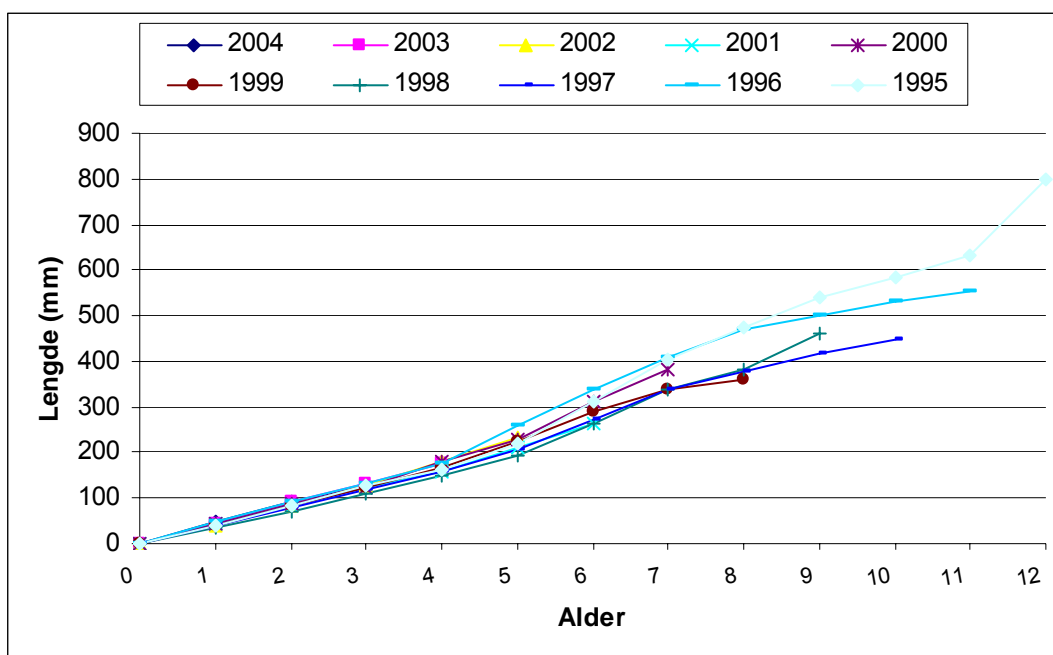
Figur 4.14 Tilbakeberegnet lengde ved vekststart for umerket ørret i aldersklasse 2 – 18 år i Storsjøen (materiale fra prøvefiske i 2007 og Storsjødreggen i 2006 og 2007; regresjonslinje vist i figuren: y (lengde) = $-20,229 + 46,56x$ (alder); $R^2 = 0,86$; $P < 0,001$)

Veksten til villfisk (umerket ørret) fanget i Storsjøen i 2006 og 2007 er relativt dårlig de første fire årene, med en årlig tilvekst i overkant av 40 mm (**figur 4.15**). Villfisken vokser bedre fra 5-7 leveår (årlig tilvekst fra 53-67 mm), for så å avta. Settefisk har en tilvekst på 64-80 mm de to årene i settefiskanlegget for så å ligge på en tilvekst på rundt 60 mm. Ettersom det settes ut en betydelig mengde umerket settefisk er det usikkert om all den umerkede fisken er villfisk. Ettersom vi ikke har registrert eldre settefisk enn fem år er det imidlertid ikke mulig å si hvordan veksten til eldre settefisk ville utviklet seg. Den store forskjellen på veksten til merket og umerket fisk de første tre årene gjør det rimelig å anta at de aller fleste umerkede fiskene er villfisk. Vekstomslaget hos villfisk ved 4-5 års alder har trolig ingen sammenheng med overgang til fiskeføde, da denne fisken ennå er for liten til å ta den tilgjengelige byttefisk.



Figur 4.15 Tilbakeberegnet lengde (venstre, med \pm sd for umerket ørret) og årlig tilvekst (høyre) for umerket ørret ($n=92$), merket ørret ($n=10$) og de fem største ørretene som ble fanget/samlet inn i Storsjøen i 2006/2007.

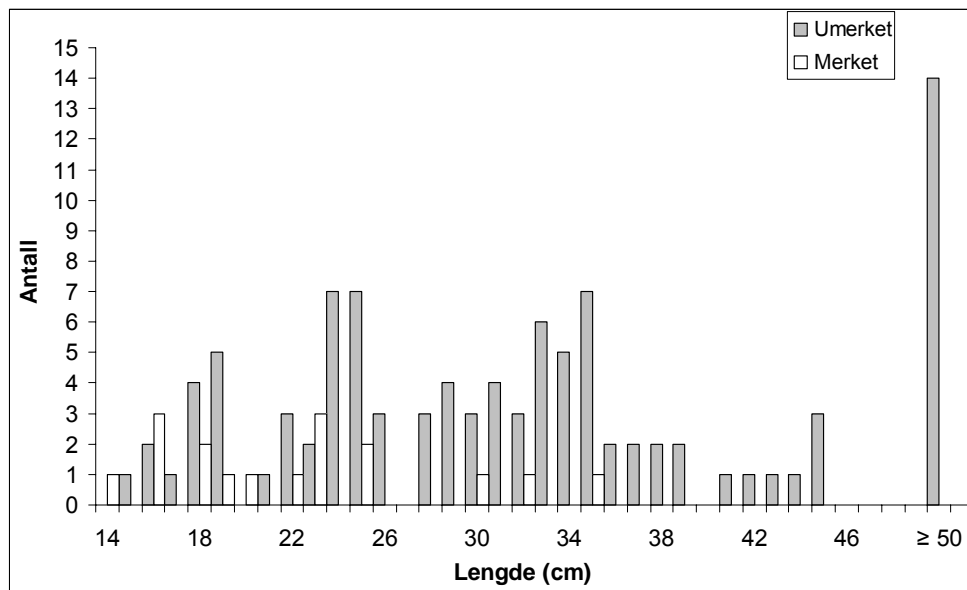
Tilbakeberegnet vekst for ørret av de ti årsklassene representert blant umerket fisk i materialet fra 2006 og 2007 viser at veksten varierer relativt lite opp til fire års alder (**figur 4.16**). Fra fem års alder er variasjonen større. Villfisken når ikke 30 cm, dvs. minstemålet, før den er 6 år eller eldre.



Figur 4.16 Tilbakeberegnet lengde for ulike årsklasser av umerket ørret ($n=92$) fanget i Storsjøen i 2006 og 2007.

4.5.1 Andel settefisk

Av total materialet på 116 ørret samlet inn i 2006 og 2007 var 17 ørret fettfinneklippet (15 %). For aldersklassene 2-5 år (toårig ørret satt ut fra 2004-2007) var andelen settefisk høyere og lå på ca 32 % (17 av 53 ørret). For ørret i aldersklassene > 6 år ($n=63$) år ble det ikke funnet merket settefisk. Av fisk ≥ 30 cm ($n=59$) var kun 3 ørret fettfinneklippet (5,1 %) (**figur 4.17**). Det er i tillegg satt ut mye umerket fisk.



Figur 4.17 Lengdefordeling til umerket og merket (fettfinneklippet) ørret fanget ved prøvefiske i Storsjøen i 2007 og under Storsjødreggen i 2006 og 2007.

4.6 Diett og energistrøm

4.6.1 Mageprøver

4.6.1.1 Sik

Det ble analysert mageprøver av sik fanget i strandsona (littoralen) og i andre deler av innsjøen i juni og september (**tabell 4.3**). De aller fleste fiskene hadde mageinnhold, men i begrensede mengder. I juni var overflateinsekter og bunndyr viktigste fødetype i littoralen (**tabell 4.3, figur 4.18**). Et relativt stort innslag av ubestemt materiale var sandkorn og plantemateriale, trolig fra rørene ("hus") til vårflue- og fjærmygglarver. I pelagialen var dyreplankton (*Bosmina longispina*) viktigste byttedyr i juni (**tabell 4.3**).

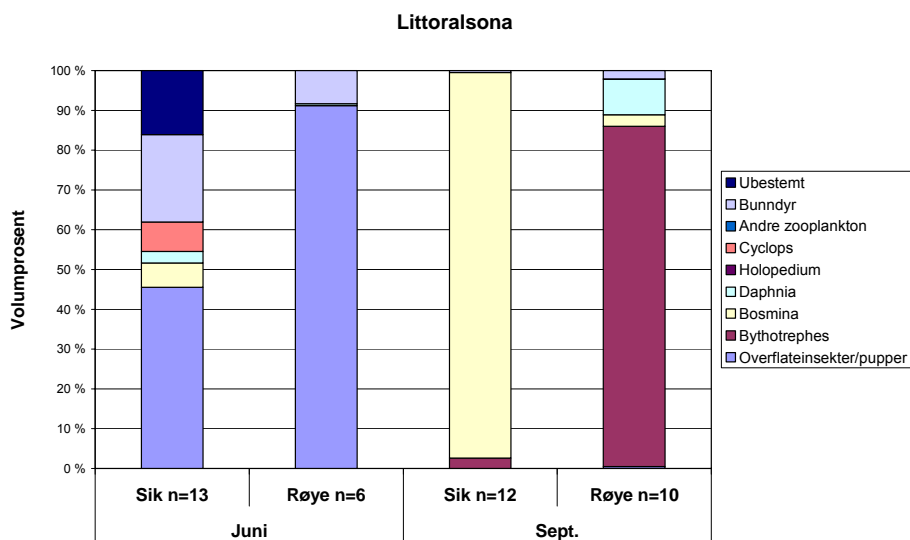
I september var *Bosmina longispina* viktigste bytte for siken i strandsona, mens overflateinsekter, samt vannloppene *Daphnia longispina* og *Holopedium gibberum*, var viktigste næring nær overflata i pelagialen. (**tabell 4.3**). På dypere vann var også *Daphnia longispina* viktigst, men det var i tillegg et stort innslag av vannloppene *Bythotrephes longimanus* og *Bosmina longispina* (**figur 4.19**).

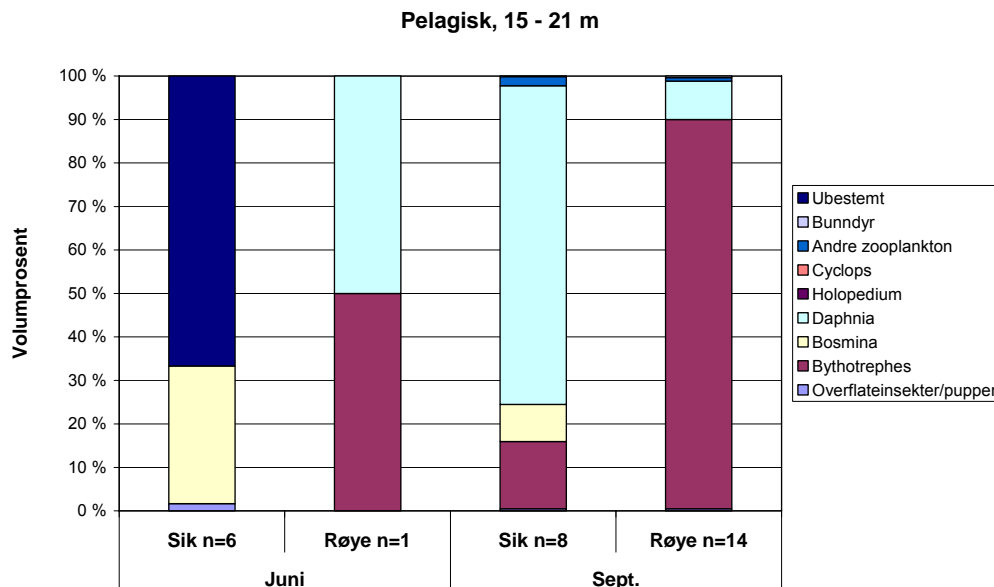
4.6.1.2 Røye

Røye ble hovedsakelig fanget langs land (ned til 15 m) og dypere enn 15 m i pelagialen. I juni ble det også fanget noen individer dypere enn 15 m langs bunnen. Røya fanget nær bunnen i juni spiste nesten utelukkende overflateinsekter og bunndyr (**tabell 4.3, figur 4.18**). I pelagialen ble det også fanget en del røye dypere enn 15 m i juni, men denne fisken hadde for det meste tomme mager. I september hadde røya både langs land og på dypt vann ute i sjøen spist mye av planktonarten *Bythotrephes longimanus*, med et lite innslag av *Daphnia longispina*.

Tabell 4.3 Mageinnholdet (volumprosent) hos sik og røye fanget i Storsjøen i juni og september 2007.

Habitat	Littoral				Pelagisk (0-6 m)		Pelagisk 15-21 m				Profundal > 15 m
	Sik		Røye		Sik	Sik	Sik		Røye		Røye
Art	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni
Overfl./pupper	54,5	0	91,2	0,5	1,7	21,7	1,67	0,5	0	0,5	67,5
<i>Bythotrephes</i>	0	2,6	0	85,5	0	5	0	15,42	50	89,5	0
<i>Bosmina</i>	7,31	96,9	0	2,9	98,3	0	31,67	8,58	0	0	0
<i>Daphnia</i>	3,5	0	0,5	8,9	0	40,8	0	73,25	50	8,86	22,5
<i>Holopedium</i>	0	0	0	0	0	13,33	0	0	0	0	0
<i>Cyclops</i>	8,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andre zoopl.	0	0	0	0,1	0	7,5	0	2,08	0	0,79	0
Bunndyr	26,3	0,5	8,3	2,1	0	0	0	0,17	0	0,36	10
Ubestemt	19,2	0	0	0	0	11,67	66,67	0	0	0	0
Tot # mager	14	12	7	11	10	6	17	8	9	14	4
# med innhold	13	12	6	10	10	6	6	8	1	14	4
% tomme	7,1	0	14,3	9,1	0	0	64,7	0	88,9	0	0

**Figur 4.18** Sammensetning av mageinnhold hos sik og røye fanget i strandsona (0 – 10 m dyp) i Storsjøen i juni og september 2007. n er antall analyserte mager med innhold.



Figur 4.19 Sammensetning av mageinnhold hos sik og røye fanget i flytegarn på 15 – 21 m dyp i Storsjøen i juni og september 2007. n er antall analyserte mager med innhold.

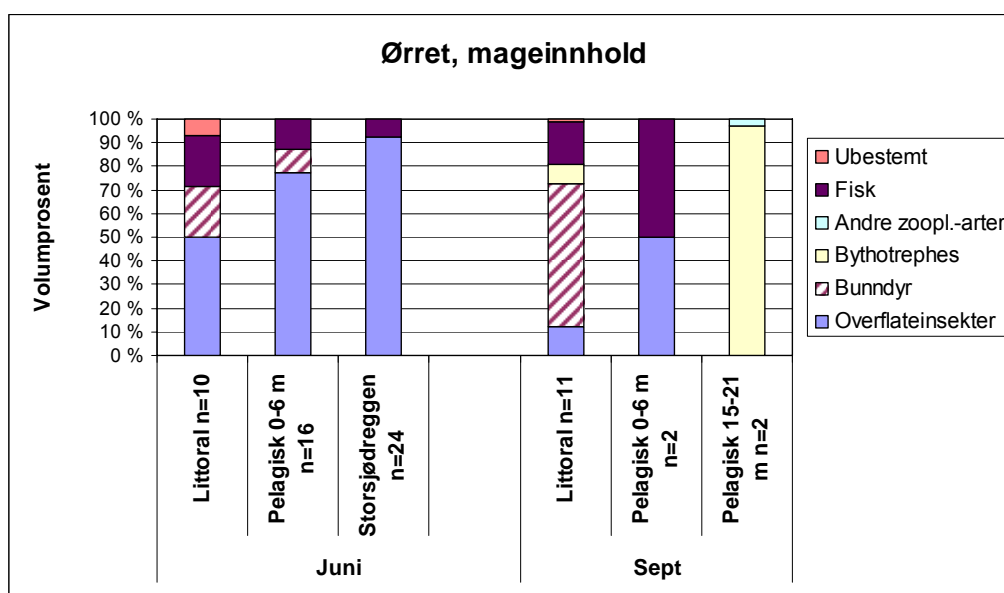
4.6.1.3 Ørret

Ørreten i Storsjøen synes å være svært avhengig av overflateinsekter. I juni utgjorde denne ressursen mer enn 50 % av volumet av mageinnholdet både i strandsona og i pelagialen (**figur 4.20, tabell 4.4**). Overflateinsekter var også viktig føde for ørreten i september. Ellers var både bunndyr og fisk viktigere næringsemne i september enn i juni. Det er verdt å merke seg at to små ørreter (ca 16 og 18 cm lange) som ble fanget i flytegarn på 15-21 m dyp i september hadde spist nesten utelukkende *Bythotrephes longimanus* (**figur 4.20**). Selv om dette er en relativt stor planktonart er det svært uvanlig at ørret må ty til planktonføde i innsjøer som Storsjøen.

Det er påfallende at mageinnholdet hos ørreten fanget ved sportsfiskefestivalen – Storsjødreggen – også er dominert av overflateinsekter (**tabell 4.4**). Bare to av 24 fisk med mageinnhold i materialet fra Storsjødreggen hadde fisk i magene. Generelt fant vi fisk i magene til ørret fra en størrelse på 25 cm (**tabell 4.4**). Det var imidlertid en stor andel andre næringsdyr (overflateinsekter og bunndyr) i alle størrelsesgrupper helt opp til 55 cm. De to undersøkte ørretene som var større enn dette hadde bare fisk i magene. Det trengs imidlertid et større datamateriale for ørret for å skaffe et sikkert bilde av ørretens ernæring i Storsjøen.

Tabell 4.4 Mageinnholdet til ørret (i volumprosent) fanget i ulike habitater i Storsjøen ved prøvufiske i juni og september. Storsjødreggen er ørretprøver samlet fra deltageres fangster ved dette arrangementet i juni måned. Denne fisken er fanget på sportsfiskeredskap.

	Juni			Sept		
	Littoral	Pelagisk 0-6 m	Storsjødreggen	Littoral	Pelagisk 0-6 m	Pelagisk 15-21 m
Overfl. Ins.	50	77,4	92,5	12,1	50	0
Bunndyr	21,5	9,8	0	60,6	0	0
Bythotrephes	0	0	0	8,2	0	97
Annen zoopl.	0	0	0	0	0	3
Fisk	21,8	12,8	7,5	18,2	50	0
Ubestemt	6,7	0	0	0,9	0	0
# fisk	10	16	27	11	2	2
# mager	10	16	24	11	2	2
% tomme	0	0	11,1	0	0	0



Figur 4.20 Mageinnholdet til ørret fra Storsjøen i Rendalen. n er antall analyserte mager med innhold.

Tabell 4.5 Andel ørret med fisk i magene (totalmateriale)

Lengdekl. (mm)	Ant. med mageinnh.	Ant. med fisk	% fiske- spisende
150-199	11	0	0
200-249	12	0	0
250-299	8	3	37,5
300-349	15	3	20
350-399	10	2	20
400-449	2	1	50
450-499	2	1	50
500-549	3	0	0
550 ++	2	2	100

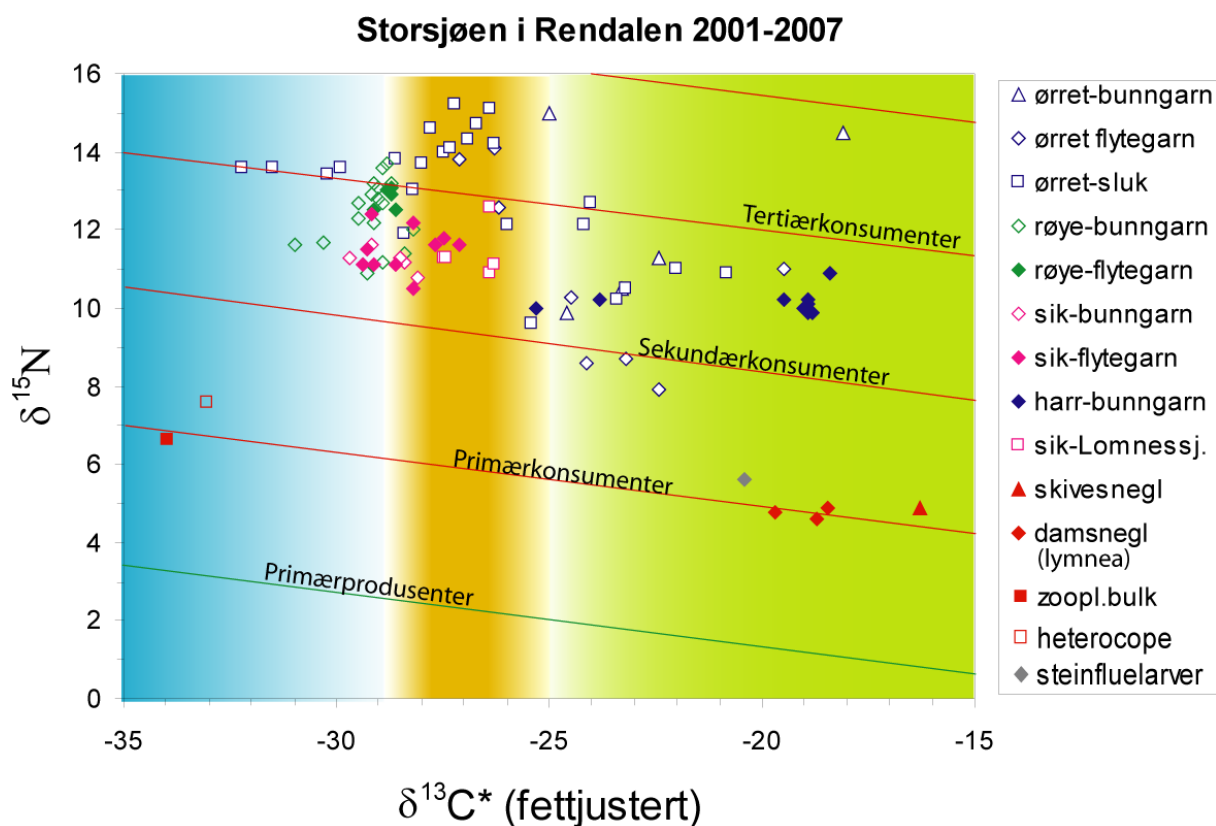
4.6.2 Stabile isotoper

4.6.2.1 Biplottet

Undersøkelsene av næringsnett har vist et det var et stort spenn i $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen (-18 ‰ til -35 ‰) for både næringsdyr og fisk (**figur 4.21**) Det var også stor variasjon i $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen mellom fiskearter, og mellom individer innen samme art, slik tilfellet var for ørret. Damsnegl (*Lymnea*) og skivesnegl lever av påvekstalgler i strandsonen. Det skjer en ubetydelig fraksjonering av karbon-isotopene fra algene til sneglene. Følgelig er $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen i sneglene (-16 ‰ til -20 ‰) en god indikator på signaturen i påvekstalgene. Betydningen av karbon fiksert av påvekstalgene i Storsjøens næringsnett er indikert ved intensiteten i grønnfargen i biplottet. Betydningen av karbon fra påvekstalgene avtar etter som $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen blir lettere. Da øker betydningen av terrestrisk plantemateriale ($\delta^{13}\text{C}$; -27 ‰ til -29 ‰, indikert ved brunfarge) og planktonalger (blåfarge). Signaturen i zooplankton-bulk og *Heterocope* (-34 ‰ til -35 ‰) viser at planktonalger er viktige energikilder for disse gruppene.

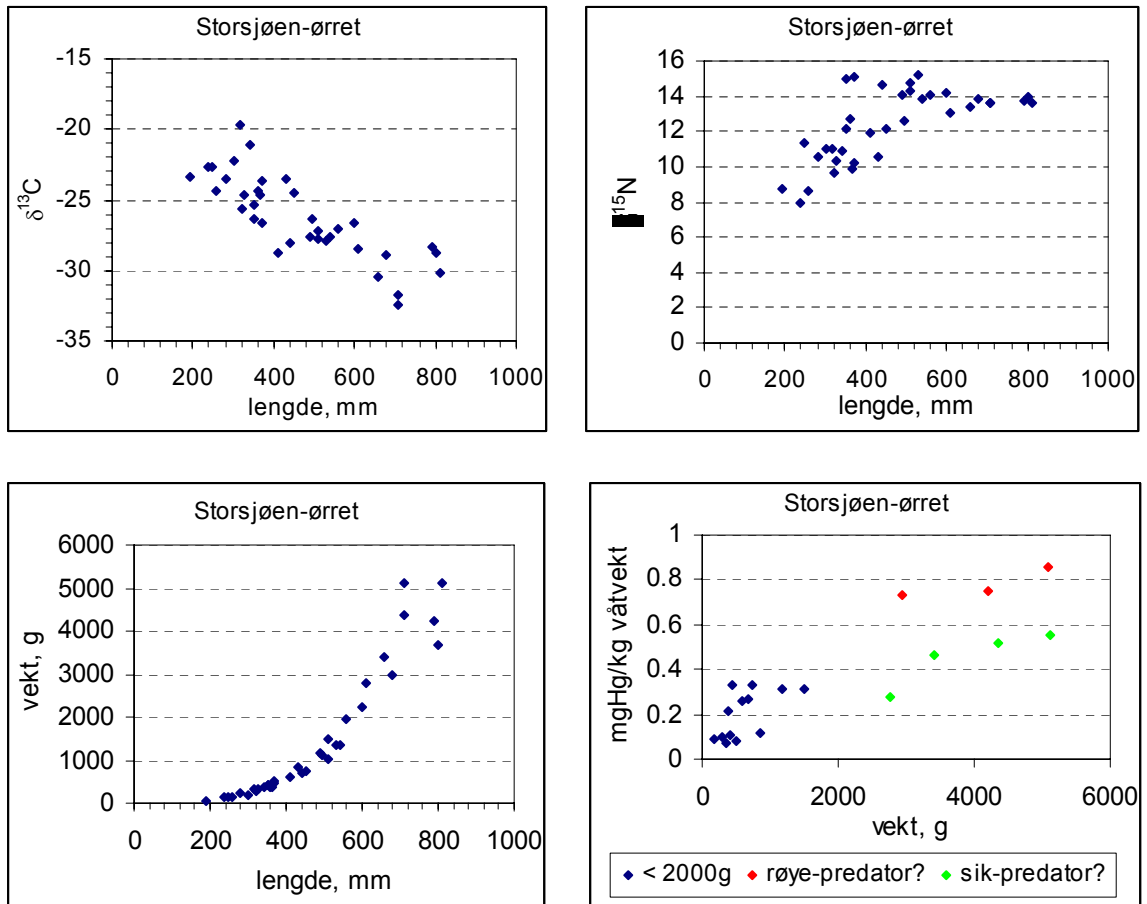
De planktoniske primærkonsumentene bestående av algespisende arter som *Daphnia longispina*, *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* (kalt Zooplankton-bulk i biplottet) hadde en litt høyere $\delta^{15}\text{N}$ -signatur enn de strandnære primærkonsumentene (dam- og skivesnegl). Dette er en vanlig observasjon som kan skyldes at planktonalger og påvekstalgler har noe forskjellige preferanser når det gjelder næringsaltene nitrat og ammonium som har ulik $\delta^{15}\text{N}$ -signatur.

Næringskjeden har mange ledd med storørret på toppen av næringskjeden. Større ørret (de fleste fanget på sluk) har høye $\delta^{15}\text{N}$ -signaturer som viser at de er fiskespisere. $\delta^{15}\text{N}$ -signatur er ca. 3,5 ‰ høyere enn for sik og røye, men med nær samme $\delta^{13}\text{C}$ -signatur. Dette indikerer at sik og røye er storørretens prefererte næring. Energien for alle tre artenes vekst er fiksert gjennom fotosyntesen av planktonalger og landplanter kanalisert gjennom zooplankton, overflateinsekter (terrestrisk karbon) og eventuelt fjærmyggpupper og larver fra dypområdene som lever av sedimentert organisk materiale fra planktonalger og terrestriske planter. Harr og noen få små ørret har ernært seg hovedsakelig i strandsonen, men to små harr hadde en lettere $\delta^{13}\text{C}$ -signatur som er typisk når næringsdyra er landinsekter. En ørret fanget på bunngarn hadde uvanlig "tunge" isotopsignaturer ($\delta^{15}\text{N}$; 14,5 ‰, $\delta^{13}\text{C}$; 17,8 ‰). Det viste seg at denne var finneklippet, dvs en utsatt fisk. Signaturen i muskellmassen var dermed preget av føret i oppdrettsanlegget (fiskefôr har en tung isotop-signatur, som skyldes at det i stor grad er basert på råstoff fra havet). Denne fisken er derfor ikke representativ for mattilbudet i Storsjøen.



Figur 4.20 Biplott over stabile isotop karbon- og nitrogen signaturer i fisk (tatt med ulike redskap) og næringsdyr i Storsjøen i Rendalen. Trofiske nivå er indikert med linjer og karbonkildenes betydning for konsumentene er indikert ved farger og intensitet (grønn – påvekstalg, brun – terrestriske planter, blå – planktonalger) de tre punktene for *Lymnea* (damsnegl) representerer 3 størrelsesgrupper (se avsnittet om materialet).

Ørreten i Storsjøen er spesielt interessant da enkelte individer blir fiskespisere og oppnår rask vekst og blir storvokst. Etter som ørreten vokser i størrelse blir $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen lettere (mer av energien kommer indirekte fra planktonalger) og trofisk posisjon indikert ved $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen øker (**figur 4.21**). Ved 1-2 kg størrelse (50-60 cm) oppnår alle de undersøkte ørretene maksimal $\delta^{15}\text{N}$ -signatur ($14 \text{‰} \pm 1$) og den mest planktoniske $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen ($-30 \text{‰} \pm 3$). Kvikk-sølvkonsentrasjonen øker med fiskens størrelse, men det er stor spredning (**figur 4.21**).



Figur 4.21 Sammenhengen mellom ørretens lengde og $\delta^{13}C$ og $\delta^{15}N$ (øvre paneler), mellom lengde og vekt, samt sammenhengen mellom vekt og kvikksølvkonsentrasjon (data fra 2001, Rognerud og Fjeld 2002)

5 Diskusjon

Selv om Storsjøen er en av de store innsjøene på Østlandet der vår kunnskap om fiskesamfunnet er relativt begrenset, er det gjort enkelte undersøkelser opp gjennom årene som gjør det mulig å diskutere utviklingen over tid (Løkensgård 1974, Qvenild og Løkensgård 1985, Nashoug 2002, 2007). Storsjøen ble første gang regulert i 1940 og i den forbindelse ble det bygd en provisorisk dam ved utløpet (Rognlien m.fl. 1995, Qvenild 2008). Selv om reguleringen den gang var relativt beskjeden (1,5 m), representerte dammen et betydelig inngrep som blant annet førte til at fisk bare kunne vandre opp til Storsjøen fra Søndre Rena om våren. Den provisoriske dammen ble stående helt fram til 1969 da dagens dam og fisketrapp ble bygd ca 4 km lengre ned i Søndre Rena. Disse reguleringsinngrepene førte til at tidligere gyteområder for ørret i utløpet av Storsjøen ble ødelagt (Qvenild 2008). I forbindelse med Rendalsoverføringen ble det i 1969 gitt tillatelse til en reguleringshøyde på 3,64 m. I tillegg til de fysiske endringene som følge av økt reguleringshøyde, innebar Rendalsoverføringen at inntil $55 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ av Glommans vannføring ved Høyegga ble overført til Storsjøen gjennom Rendalen kraftverk. Dette førte både til raskere vanngjennomstrømming i innsjøen (vannets teoretiske oppholdstid ble redusert fra 6,7 år til 3,5 år) og til betydelige endringer i vannets kjemiske sammensetning (Kjellberg 1986). Konsentrasjonen av næringssalter økte, noe som ga økt produksjon, med kraftig algevekst både i elva og i Storsjøen. Senere er det satt inn tiltak som har redusert tilførselen av næringssalter til Glomma og i nedbørsfeltet til Storsjøen, og vannkvaliteten har bedret seg. Den økte tilførselen av næringssalter førte sannsynligvis til en økt fiskeproduksjon på 1970- og 80-tallet. Det var blant annet rimelig enighet om at siken ble mer tallrik, gjennomgående større og av bedre kvalitet enn tidligere (Qvenild og Løkensgård 1985, Qvenild 2008). I tillegg til disse fysiske og kjemiske påvirkningene som følge av reguleringen i Storsjøen og Rendalsoverføringen har det nok også skjedd relativt store endringer i beskatningen av fiskebestandene i samme periode (Aasheim 1939, Løkensgård 1974, Qvenild 2008).

5.1 Fangster og habitatbruk

En stor og dyp innsjø som Storsjøen har mange ulike habitater for fisk, med forskjellig nærings-tilgang og ulike lys- og temperaturforhold. I dette avsnittet diskuterer vi fangstutbytte og fordelingen av fiskeartene i de fire habitatene der vi har gjennomført prøvefiske:

- Strandsona, dvs. grunnere enn ca 10-15 m langs land.
- Profundalsona, dvs dypere enn ca 15 m langs bunnen.
- Pelagisk sone ("de fri vannmasser") nær overflata, 0-6 m.
- Pelagisk sone, dypt vann, 15-21 m.

Tidligere fiskeundersøkelser i Storsjøen har i all hovedsak bestått av fiske med bunngarn i strandsona av sjøen (Løkensgård 1969, Løkensgård 1974, Qvenild og Løkensgård 1985). Dette betyr at vi har lite grunnlag til å påvise endringer i den pelagiske fiskebestanden. Spesielt har røyas posisjon i fiskesamfunnet i Storsjøen trolig blitt undervurdert. Prøvefisket i 2007 gav gode fangster av røye når flytegarna ble senket ned til 15-21 m dyp, og også på dypt vann langs bunnen.

Fangstutbyttet ved prøvefiske i strandsona i Storsjøen har opp gjennom årene vært forholdsvis høyt, også sammenlignet med andre store innsjøer på Østlandet (Qvenild 2008). Under et prøvefiske som ble gjennomført i Storsjøen i juli og august 1970 ble det fanget henholdsvis 118 og 90 fisk på bunngarn. Dette tilsvarte henholdsvis 8,4 og 6,4 fisk per garnnatt på garnserier bestående av maskevidder fra 22 til 40 mm (Løkensgård 1974). I juni 1985 ble det også gjennomført et prøvefiske med bunngarn i strandsona, og det ble fanget noe mer fisk – 9,8 fisk per garnnatt (Qvenild og Løkensgård 1985). Endringer i fangst per innsatsenhet på garn, basert på relativt begrenset garninnsats, er et usikkert grunnlag for å vurdere om det har skjedd modera-

te endringer i tettheten av fisk. Ved begge disse prøv fiskerundene er imidlertid fangstutbyttet betydelig, noe som viser at fisketettheten i strandsona i Storsjøen var relativt stor på begge disse tidspunktene. På de tilsvarende maskeviddene i vår undersøkelse (21 – 39 mm) ble det i juni og september fanget henholdsvis 4,1 og 7,6 fisk per garnnatt. Dette er fortsatt et betydelig fangstutbytte som viser at det er fremdeles en høy tetthet og biomasse av fisk i strandsona i Storsjøen. Utviklingen i fangst per garnnatt indikerer en høyere tetthet av fisk på midten av 1980-tallet sammenlignet med begynnelsen av 1970-tallet og i 2007. Dette kan være en effekt av at overføringen av næringsrikt vann fra Glomma førte til økt næringssalttilførsel med påfølgende økt fiskeproduksjon på midten av 1980-tallet (Kjellberg 1986).

Det ser ut til at det har skjedd markante endringer i sammensetningen av fiskesamfunnet. Spesielt er innslaget av mort i strandsona i Storsjøen betydelig redusert i forhold til tidligere. Både ved prøv fisket i juni og september 1970 (Løkensgård 1974) og i juni 1985 (Qvenild og Løkensgård 1985) utgjorde mort 36 % av fangsten i antall. Ved prøv fisket i 2007, derimot, var innslaget av mort i prøv fiskesfangsten helt marginal. På tilsvarende maskevidder som ble benyttet ved de tidligere prøv fiskene ble det ikke fanget mort. Det ble riktignok fanget to individer på maskevidden 12,5 mm, men dette utgjorde ikke mer enn 0,3 % av prøv fiskesfangsten i antall i 2007. Et annet utviklingstrekk er at siken har en mer dominerende rolle i strandsona nå enn tidligere. I 1970 ble det til sammen fanget 0,7 sik per garnnatt i strandsona (9,6 % av fangsten i antall), mens det i juni 1985 ble fanget 0,4 sik per garnnatt i strandsona (3,8 % av fangsten i antall) (Løkensgård 1974, Qvenild og Løkensgård 1985). På tilsvarende maskevidder i denne undersøkelsen var fangst per garnnatt i juni og september henholdsvis 1,15 (28,4 % av fangsten i antall) og 2,6 (34,2 % av fangsten i antall). Fangsten av ørret var lav ved prøv fisket i 1970 – 0,25 ørret per garnnatt (3,0 % av fangsten i antall). I 1985, derimot, ble det fanget 1,5 ørret per garnnatt (15,4 % av fangsten). I 2007 var fangst per garnnatt av ørret i juni og september henholdsvis 1,0 og 0,9 (24,7 og 11,8 % av fangsten).

Resultatene fra prøv fiske i strandsona tyder altså på at det har skjedd endringer både i fisketetthet og artssammensetning i perioden fra 1970 til 2007. Selv om resultatene fra et slikt enkelt prøv fiske må tolkes med forsiktighet er det flere endringer som tyder på at overføringen av næringsrikt Glommavann ga en betydelig effekt også på fiskebestanden på 1980-tallet. Denne effekten har avtatt noe i dag, men det er rimelig å tro at Rendalsoverføringen har en varig effekt på Storsjøens fiskesamfunn.

Prøv fisket i 2007 viste at samtlige av de ti fiskeartene i Storsjøen forekommer i strandsona, mens bare fire av artene (røye, sik, lake og abbor) ble fanget på dypere vann. Dette er som vi kunne vente, det er i strandsona næringstilbudet er størst og mest variert. I tillegg finner små arter og unge individer av større arter skjul for fiskespisere i strandsona. Det er et relativt stort siktedyp i Storsjøen (4-10 m), noe som indikerer at det kan foregå en viss planteproduksjon ved påvekstalger ned til 10-20 m (Løvik 2001). Riktignok er strandsona svært bratt, og reguleringen på 3,64 m har trolig redusert produksjonen av næringsdyr sammenliknet med en naturlig tilstand. For de fire fiskeartene (sik, røye, ørret, harr) der vi har analysert stabile karbonisotoper (se nedenfor) viser det seg imidlertid at det bare er stor harr som i noen grad har et næringsinntak basert på produksjonen av påvekstalger. Produksjonen av alger i strandsona kan være viktigere for de seks andre fiskeartene som lever langs bunnen, men dette er ikke undersøkt.

Selv om strandsona i Storsjøen kan strekke seg ned til 10-20 m dyp, er den begrenset i utstrekning, og konkurransen mellom fiskeartene om næring er trolig hard. Dette er sannsynligvis bakgrunnen for at vi også fanget små ørret (16-18 cm) med magen full av dyreplankton ute i pelagialen ("fri vannmasser"). I de fleste andre innsjøene på Østlandet går ikke ørreten ut i de fri vannmasser før den er stor nok til å spise byttefisk som krøkle, sik, lagesild eller røye, dvs. ved en størrelse på omkring 25 cm (Qvenild og Skurdal 1983, Sandlund og Næsje 2000). Dette er også størrelsen til den minste ørreten vi registrerte med fisk i magene i Storsjøen. Det er karakteristisk at alle artene unntatt røye og lake forekommer i større tetthet i strandsona enn på dypere vann langs bunnen. Ettersom næringstilbudet generelt er dårligere på dypt vann må

vi anta at røye og lake oppholder på dypt vann på grunn av stor konkurranse om føden og eventuelt større risiko for å bli tatt av rovfisk i strandsona. Vi må kunne anta at røya trenges ned på dypere vann av siken, mens rovfisken lake møter en konkurrent i gjedda som er bedre tilpasset livet på grunt vann.

I Storsjøens åpne vannmasser finner vi tre fiskearter, nemlig ørret, sik og røye. Siken dominerer både i antall og vekt i begge fiskedyp, mens røya nesten utelukkende ble fanget på 15-21 m dyp. En lignende fordeling mellom sik og røye, der røya er relativt mer tallrik på dypere vann, er også vist i Tyrifjorden (Qvenild og Skurdal 1983), i Femund (Sandlund og Næsje 1986) og i Sølensjøen (Museth m.fl. 2007). I motsetning til røye ble ørreten praktisk talt bare fanget nær overflata (0-6 m dyp), noe som også er typisk for fiskepisende ørret (se f eks Gjelland 2008).

Hvis vi ser på hvilke størrelsesgrupper av sik og røye som befinner seg i de ulike habitatene finner vi at små fisk holder seg unna pelagialsona. Dette skyldes at rovfisk som ørret har lettere spillerom der. I flytegarna ble det fanget svært få sik mindre enn ca 24 cm, mens de fleste fiskene var mellom 32 og 40 cm. Det var liten forskjell på størrelsen til fisk nær overflata og på dypere vann. Den pelagiske, planktonpisende siken i Storsjøen er dermed gjennomgående større enn f eks i både Tyrifjorden, Femund og Mjøsa (Qvenild og Skurdal 1983, Sandlund m.fl. 1981, 1992). Røya, som bare ble fanget i flytegarna på 15-21 m, var mellom 15 og 30 cm. Årsaken til at fiskepisende ørret i Storsjøen ser ut til å spise mest røye finner vi trolig i størrelsesfordelingen til potensiell byttefisk i vannmassene. Mageprøvene viser at ørreten i Storsjøen delvis går over på fiskeføde fra en størrelse på 25 cm, men analysene av stabile isotoper viser at den ikke blir ensidig fiskepisende før den når en størrelse på ca 55 cm (ca 1,5 kg). Når byttefiskene er sik eller røye tar ørreten gjerne bytte som er mellom 25 og 40 % av sin egen lengde (Sandlund og Næsje 2000). Grovt sett kan vi derfor si at en ørret på 25 cm trenger tilgjengelig bytte på mellom 6 og 10 cm, mens ørret på 55 cm tar byttefisk på mellom 14 og 22 cm. I Storsjøen tyder våre fangster på at byttefisk under 10 cm nesten bare finnes langs bunnen i strandsona og på dypere vann. I de åpne vannmassene vil byttefisk mellom 14 og 22 cm stort sett være røye. Samlet sett tyder dette på at ørreten i Storsjøen opplever en svært trang flaskehals når den når en størrelse som tilsier at den burde gå over på fiskeføde for å opprettholde veksten. En lignende situasjon finner vi for ørreten i Femund (Jonsson m.fl. 1999). Der er imidlertid ørretens vekst bedre, antakelig fordi Femund har store grunne områder og fordi småsik ser ut til å være lett tilgjengelig byttefisk (Sandlund m.fl. 1997).

5.2 Næringskjeden i Storsjøen

Vi har vist at næringskjeden i Storsjøen har mange ledd, opp til 3,5 trofiske nivå over plantene (primær-produzentene). Dette er mulig fordi både pelagisk småsik og røye er førfisk for storørret (Rognerud og Fjeld 2002). $\delta^{13}\text{C}$ -signaturene viser at den pelagiske delen av næringskjeden er drevet av energi (karbon) fra terrestriske (land-) planter (hovedsakelig gjennom landinsekter tilført innsjøens overflate) og planktonalger. Den pelagiske delen av næringskjeden er totalt dominerende og blant de undersøkte fiskeartene er det bare større harr som befinner seg i en ren bentisk drevet næringskjede med påvekstalger som grunnleggende energikilde.

Undersøkelser av næringsnett i innsjøer ved hjelp av stabile isotoper må alltid støtte seg på identifisering av næringsdyr i fiskemager. Dette har vi gjort i alle de undersøkte fiskeartene fra prøvefisket i juni og september, det vil si i den perioden av året da fisken vokser mest. $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen indikerer at siken hovedsakelig er sekundærkonsumenter (dvs. de spiser mest plantespisende næringsdyr). $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen i røye var generelt noe høyere enn hos sik. Dette viser at røya i noen grad er en tertiær-konsument, dvs den spiser også næringsdyr som selv er rovdyr. Videre var $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen noe lettere i røye enn i sik, noe som indikerer et større innslag av zooplankton i næringen. Mageanalysene bekrefter dette ved at det generelt var svært lite overlapp i fødevalg mellom sik og røye (med unntak av fisk fanget langs land i juni, da begge artene spiste bunndyr eller klekkende insekter). Spesielt påfallende er skillet mellom sik og røye som går i samme habitat og spiser dyreplankton. Siken spiser plante-/algespisende zoo-

plankton-arter som *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina* og *Holopedium gibberum*, mens røya spiser en stor andel *Bythotrephes longimanus* som er predator på annet dyreplankton. Dette forklarer en noe høyere $\delta^{15}\text{N}$ -signaturer i røye enn i sik.

Det var ingen klare forskjeller i $\delta^{13}\text{C}$ -signatur for sik fanget på flytegarn og på bunngarn. Dette kan indikere at de til tider nytter både pelagialen og bunnområder i næringssøket, noe som er typisk for sik i innsjøene på Østlandet (Sandlund og Næsje 2000). Det støttes også av resultatene av gjellestavanalysene som viste at det er bare en sikform i innsjøen og ikke flere sikformer som er spesialister i å utnytte ulike habitater, slik som for eksempel i Femund (Sandlund og Næsje 1989, Saksgård m.fl. 2002) og Isteren (Qvenild 1981). Sik med gjennomsnittlig ca 30-32 gjellestaver har ofte en allsidig økologi og utnytter både bunnære områder fra strandsona og nedover, og de fri vannmasser (Amundsen m.fl. 2004). Ofte skjer det en vandring av sik over en viss størrelse ut i vannmassene sensommer og høst da planktonmengdene er på sitt største (Næsje m.fl. 1991, Saksgård m.fl. 2002). I Storsjøen er fangstene av sik i pelagialen ikke svært forskjellige i juni og september. Mageprøvene tyder på at det finnes tilgjengelig dyreplankton, men av ulike arter, i de to periodene. $\delta^{13}\text{C}$ -signaturene i sik indikerer at zooplankton ikke utgjør mer enn ca halvparten av karbonkildene til denne arten, men at karbonkilder på land, kanalisert gjennom overflateinsekter og fjærmyggglarver/pupper fra dypereliggende sedimenter, er viktige året sett under ett. Dette bekreftes også av mageanalysene. Overflateinsekter (både terrestriske og arter med larver i innsjøen), insektlarver og planktonarten *Bosmina longispina* var viktig i juni. I september var overflateinsekter, *Bosmina longispina*, *Daphnia longispina*, *Holopedium gibberum* og rovformen *Bythotrephes longimanus* viktige næringsdyr.

Ørreten i Storsjøen har et interessant næringsvalg. De som blir store nok, og tar steget og blir fiskespisere, får en $\delta^{13}\text{C}$ -signatur som er nær røye og sik. Produksjonen av storørret er følgelig drevet av energi fiksert av planktonalger og terrestrisk vegetasjon. $\delta^{15}\text{N}$ -signatur var nær 3 ‰ høyere enn förfisken, dvs nær ett trofisk nivå, noe som indikerer at lite annet enn sik og røye står på menyen for storørreten. $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen indikerer at når ørreten oppnår en størrelse på 1 til 2 kg så skjer en overgang til bare fisk som næring (stabil $\delta^{15}\text{N}$ -signatur). Små sik og røye er storørretens byttefisk, men det er et spørsmål om det finnes spesialister eller om ørreten tar bytte tilfeldig blant disse artene? Vi har prøver fra sju fisk større enn 2 kg, der kvikksølvinnholdet var vesentlig forskjellig. Vi vet at kvikksølvinnholdet i fisk øker med alderen (3,5 ganger i løpet av 10 år) og med trofisk posisjon, 3,5 ganger pr trofisk nivå (Rognerud og Fjeld 2002). I Storsjøen er kvikksølvkonsentrasjonen i smårøye 1,5 ganger høyere enn i småsik for lengdeintervallet 40-90 mm, og alderen på ørret over 2 kg var 8 -10 år til tross for stor variasjon i størrelse (Rognerud og Fjeld 2002). Med andre ord kan verken alder eller trofisk posisjon forklare at tre av de sju ørretene (merket rødt i nedre høyre panel i **figur 4.21**) hadde ca 1,5 ganger høyere kvikksølvkonsentrasjoner enn de fire andre (merket grønt). Konsentrasjonen av kvikksølv i fisk er en god indikator på kvikksølvinnholdet i næringsdyrene når en kan kontrollere for fiskens alder og trofisk posisjon (Rognerud m.fl. 2003). Det er derfor ikke urimelig at det var tre røyepesialister og fire sikspesialister blant de sju storørretene vi undersøkte i 2001.

For mindre ørret som ikke har blitt fiskespisere, eller aldri blir det, indikerer isotopsignaturen at næringsdyr i strandsona ikke er en viktig energikilde, men derimot terrestriske insekter og muligens litt zooplankton. Dette bekreftes av mageinnholdet i mindre ørret der overflateinsekter dominerte, men også med innslag av *Bythotrephes longimanus*. Prøver tatt under Storsjødreggen i juni 2006 (upubliserte NIVA data) og 2007 (denne undersøkelsen) bekrefter også dette bildet. Det var total dominans av flygemauro i 2006 og andre overflateinsekter i 2007. Det overraskende er at mindre ørret i liten grad ser ut til å søke næring blant insektlarver i strandsona, men heller gå på næringsøk i de frie vannmasser både i overflatelagene og dypere vannlag. Strandsona er ofte et foretrukket område for ørret på næringsøk (Saksgård og Hesthagen 2004). I Storsjøen har strandsona liten utstrekning og ettersom den er regulert 3,64 m er den antagelig relativt lite produktiv. De bratte åssidene som omkranser Storsjøen gir derimot rikelig tilførsel av terrestriske insekter til innsjøoverflaten under sverming og spesielt i vindfulle perioder sommerstid. Det er derfor ikke urimelig at "badekarfasongen" på innsjøen og de store skogkleddede åssidene gjør at de terrestriske insektene er et lett og foretrukket bytte på innsjø-

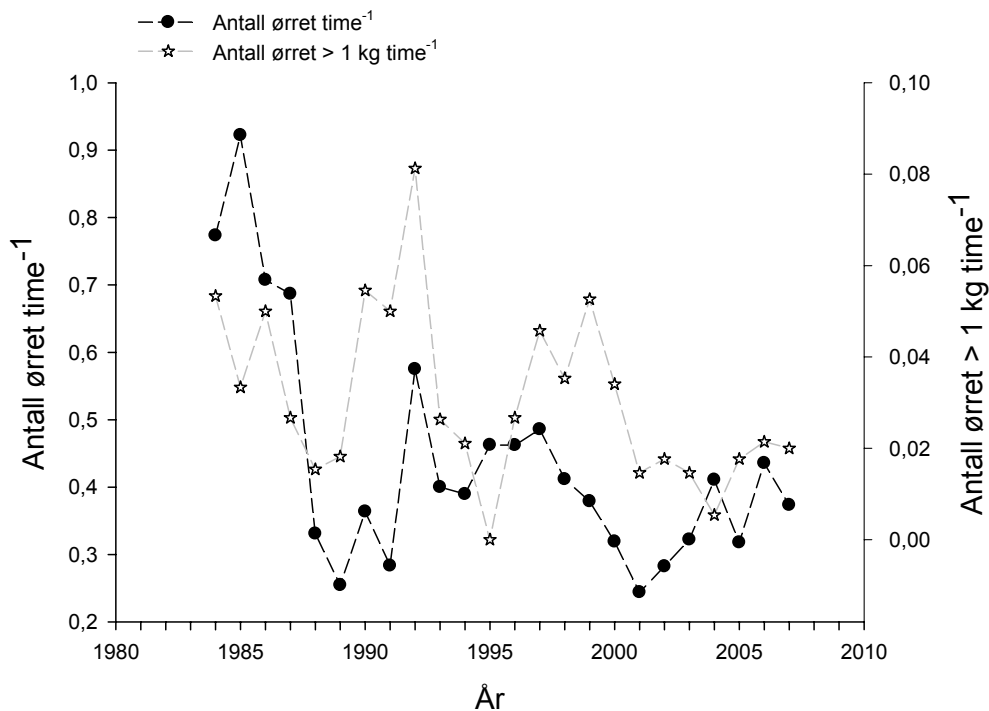
ens overflate, mens insektlarver i den steinete strandsona er vanskeligere tilgjengelig. Det store antallet fiskearter i strandsona kan også indikere at det er stor konkurranse og predasjonsrisiko for småørret der. Det faktum at vi fanget små ørret med plankton i magene i pelagialen støtter dette. En slik habitatbruk er som nevnt uvanlig hos små ørret i innsjøer (se f.eks. Jonsen 1987, Saksgård og Hesthagen 2004).

Vi har vist at det blant de undersøkte fiskeartene bare var relativt stor harr som hadde levd av næringsdyr som hadde ernært seg av påvekststalger i strandsona. Mageprøvene fra harr bekrefter dette, da snegl, muslinger og insektlarver var totalt dominerende. Den lettere signaturen i to små harr kan skyldes at snegl ikke er like attraktiv næring for små harr, men at terrestriske insekter som blåser inn på overflaten nær land er foretrukket bytte. Små harr synes ofte å gå nær overflata langs land, men dette er ikke undersøkt i detalj.

5.3 Utvikingen i ørretfisket

Utviklingen i ørretbestanden siden 1970-tallet må vurderes ut fra tidligere prøvefiske og opplysninger fra fiskere med lang erfaring i Storsjøen. Resultatene fra prøvefisket i 1970 tyder på liten tetthet av ørret (Løkensgård 1974). Det er ting som tyder på at ørretfisket i Storsjøen har vært svært variabelt også før 1970 (Aasheim 1939, Qvenild 2008).

En av de ivrigste dreggefiskerne i Storsjøen, Georg Larsen, har ført statistikk over sin egen fangstinnsetts (3 845 timer) og ørretfangster (1 621 ørret) fra 1984 og fram til i dag (**figur 5.1**). Han påpeker imidlertid at fangstutbyttet på 1970-tallet var svært lavt – noe som er i tråd med lave fangster i prøvefisket fra denne perioden. Statistikken viser at fangstutbyttet, både målt som totalantall ørret og fisk større enn 1 kg, er redusert fra midten av 1980-tallet og fram til i dag. I 1985 var fangsten i gjennomsnitt nær én ørret i timen ved dreggefiske, og det trengtes en innsats på ca 30 timer for å få en ørret over 1 kg. Utover 1980-tallet var det en negativ utvikling. Bunnen ble nådd i 1989, da man måtte fiske i ca 4 timer for å få en ørret og i 55 timer for å få en ørret over 1 kg. Ørretfisket så ut til å bedre seg utover på 1990-tallet, og fangsten av ørret større enn 1 kg var spesielt god i 1992 da det måtte til i gjennomsnitt 12,3 timers fiske for å få en så stor ørret. Fra 1997 og fram til 2001 ble det igjen gradvis et dårligere ørretfiske, for så igjen å bli noe bedre. I 2007 måtte man fiske i 2,7 timer for å få én ørret, mens man måtte fiske i 50 timer for å få ørret på over 1 kg. Denne fangststatistikken indikerer m.a.o. at ikke bare andelen fiskespisere blant ørreten i Storsjøen har blitt redusert siden midten av 1980-tallet (dvs. fangst av stor ørret), men også den totale tettheten av ørret.



Figur 5.1 Antall ørret fanget per time og antall ørret > 1 kg per time ved dreggefiske i Storsjøen i perioden 1984 – 2007 (data fra Georg Larsen, Hamar).

5.4 Settefisk som avbøtende tiltak

Kriteriet for å kunne karakterisere dagens utsetningspraksis for ørret som vellykket må være at en stor andel av den utsatte fisken når over minstemålet på 30 cm. Et problem ved vurderingen av tilslaget til den utsatte fisken er at det i tillegg til fettfinneklippet fisk har blitt satt ut mye umerket fisk opp gjennom årene. Fordi vekstforholdene for settefisken ved Rendalen Settefiskanlegg ikke skiller seg betraktelig fra veksten i de fri (på grunn av at man ikke bruker oppvarmet vann) kan man ut fra vekstanalyser ikke uten videre påvise om en ørret er vokst opp i anlegg eller i et naturlig oppvekstmiljø. Ved videreføring av dagens, eller eventuelt et revidert utsetningsprogram, er det helt avgjørende at det blir stilt som vilkår og avsatt ressurser til at all settefisk som slippes blir fettfinneklippet. Dette bør være et ubetinget krav ved alle fiskeutsetninger.

I vårt materiale fra prøvefisket ble det funnet 17 fettfinneklippet ørret (av 73 fisk), det vil si ca 23 %. I materialet registrert under Storsjødreggen var det én merket settefisk (av i alt 43 fisk). Ingen av disse fiskene var eldre enn 5 år. Dette vil si at vi bare har registrert settefisk som ble satt ut som toåringer i 2004 eller senere. I denne perioden (2004-2007) ble det årlig satt ut i overkant av 20 000 umerkede (pluss noe småvokst "overskuddsfisk") og 30 000 fettfinneklippet ørret i Storsjøen. Hvis vi antar at all utsatt fisk har samme overlevelse vil settefiskandelen i aldersklassene 2-5 år utgjøre i omkring 50 %. Vi fant ingen utsatt fisk eldre enn 5 år, noe som tyder på at dødeligheten til den utsatte ørreten er stor.

Av settefisken var tre over minstemål på 30 cm (én 4-åring og to 5-åringer). Dette tilsvarer en settefiskandel av ørret over minstemålet på 5,1 % (3 av 59 ørret). Antar man som ovenfor at en like stor andel umerkede settefisk når fangbar størrelse, vil tilslaget på utsettingene ligge på rundt 10 %. Andel utsatt fisk i fangstene er trolig lavere enn dette, da den umerkede fisken i

gjennomsnitt har vært mindre enn den fettfinneklippede, og dermed trolig har hatt lavere overlevelse.

Selv om beregningene ovenfor er beheftet med en viss usikkerhet, er det lite som tyder på at utsettingene i Storsjøen bidrar til et vesentlig bedre ørretfiske. I vassdragssystemer hvor oppvekstområdene for ørret i det første leveåret er begrenset eller har redusert næringsdyrproduksjon (for eksempel i en reguleringszone) vil utsetting av liten settefisk kunne føre til økt konkurranse om plass og næring med villfisk av ørret (Hegge m.fl. 1993) og andre arter. Dette vil igjen kunne føre til at utsatt ørret erstatter vill ørret, og at totaltettheten i liten grad endrer seg (Sundström m.fl. 2004). I Storsjøen er liten ørret i tillegg utsatt for predasjon fra stor abbor og gjedde. Flere studier viser også at utsatt ørret er mer eksponert for predasjon enn villfisk (Jacobsen 2005; Museth m.fl. 2006). Dette skyldes trolig at settefisk har dårligere evne til å unngå rovfisk under næringssøk og vandringer sammenlignet med villfisk (Johnsson m.fl. 1996; Alvarez og Nicieza 2003; Museth m.fl. 2006).

Ørreten (villfisk) i Storsjøen synes å vokse relativt dårlig fram til den er 5 år. Dette skyldes trolig både tøffe forhold i elv og i en regulert og artsrik strandsone. Riktignok er det sannsynlig at reguleringsene har redusert den naturlige rekrutteringen til ørretbestanden i Storsjøen (bl.a. neddemming av gyteområder i utløpet, se Qvenild 2008), men det er likevel ikke enkelt å kompensere dette ved fiskeutsettinger. Ved 5 års alder, og lengder på rundt 25 cm, synes ørreten å få et lite vekstomslag, noe som trolig er knyttet til endret atferd og bedre tilgang på ernæring. Det er vist at fisk endrer atferd når den når en størrelse som er lite utsatt for predatorer (Gilliam og Fraser 1987). Dette kan tyde på at det finnes et visst næringsoverskudd som kan utnyttes av større individer. Fisk betyr imidlertid lite som mat for ørret fra 25 cm lengde, så veksten avtar relativt raskt igjen. Imidlertid kan dette trolig variere mellom år, avhengig av mengden tilgjengelig byttefisk i riktig størrelse.

Settefisk vokser bedre enn villfisk også etter at de er satt ut. Dette kan skyldes at de er større enn villfisk ved tilsvarende alder, og dermed tidligere "tør" å utnytte områder som er mer optimale med tanke på næringssøk. Dette er igjen en indikasjon på at strandsona i Storsjøen byr på tøffe konkurranseforhold. Det kan også skyldes at settefisken har en mer risikofylt atferd (manglende anti-predatoratferd) som følge av oppdrettsbakgrunnen. Det siste forklarer både bedre vekst for settefisk sammenlignet med villfisk ved lik alder, samt den tilsynelatende store dødeligheten hos utsatt fisk.

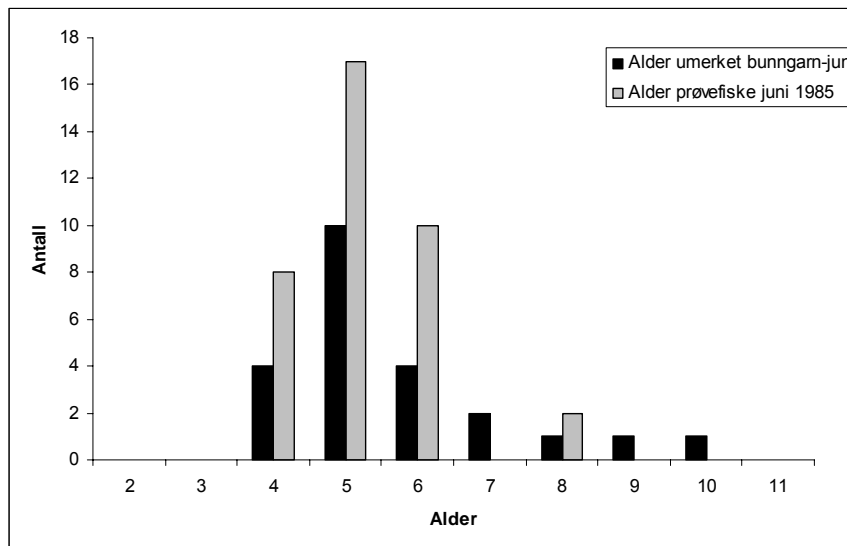
Det synes som at flaskehalsen for å nå fangbar størrelse ligger i å overleve de første årene i strandsona. Da det også ser ut til å være et visst vekstpotensiale for fisk over ca 25 cm, kan det være verdt et forsøk å sette ut fisk med lengder på ca 25 cm eller større. Man bør imidlertid være forsiktige med å sette ut for mye ørret, da dette kan føre til redusert vekst – også for villfisken.

Selv om det er lite undersøkt er det muligens en genetisk komponent i evnen ørret har til å gå over til å bli fiskepiser (Duguid m.fl. 2006), og det er derfor viktig at stamfisken som benyttes ved Rendalen Settefiskanlegg er av innsjøens storørrestamme. I dag fanges stamfisk av praktiske årsaker fra ulike lokaliteter i Mistra og størstedelen tas i de øvre deler av vassdraget. Det er usikkert om denne stamfisken er Storsjøørret på gytevandring opp i Mistra eller om det er lokal gytefisk fra Missjøene. Det bør derfor arbeides for å etablere en stamfiskfelle lengre ned i vassdraget der man med rimelig sikkerhet kan ta ut stamfisk av Storsjøstamme.

5.5 Forvaltning av ørretbestanden

Fangsten av ørret i prøvegarnfisket indikerer at tettheten av ørret i Storsjøen er forholdsvis høy. Den er i dag på nivå med det man fant på midten av 1980-tallet og høyere enn på begynnelsen av 1970-tallet (Løkensgård 1974, Qvenild og Løkensgård 1985). Samtidig viser vekstanalysene at relativt få av ørretene slår over til fiskepising med påfølgende økning i

vekst. Aldersfordelingen til ørret fanget ved prøvefisken i 2007 viser en dominans av 5-åring (2002 årsklassen). Et prøvefiske utført i 1985 (bunngarn) viste det samme mønsteret (**figur 5.2**). Mangelen på yngre fisk har trolig sammenheng med at ørret under 5 år (< 20 cm) ennå for en stor del står i oppvekstområdene i elva. Mangelen på fisk eldre enn 6 år tyder på at dødeligheten hos ørret i innsjøen er relativt stor.



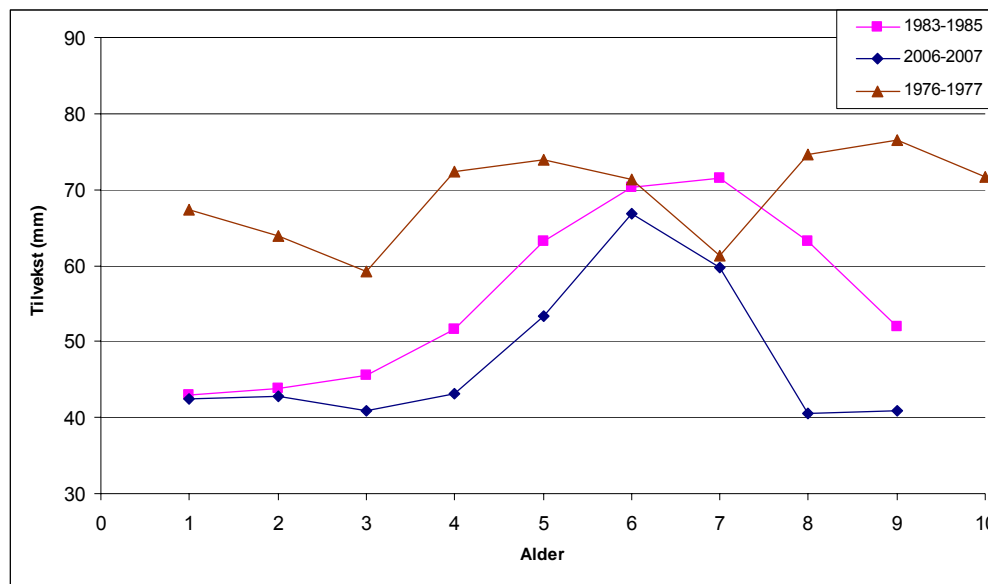
Figur 5.2 Aldersfordeling til ørret fanget ved prøvefiske i 1985 (Qvenild og Løkensgård 1985) og i 2007.

Aldersanalysene av ørret viser at individer over 50 cm var minimum 10 år gamle, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig årlig tilvekst på 5 cm. Samtidig ser vi at det er stor variasjon i vekten, og at det er et betydelig innslag av relativt gammel fisk som ikke har vokst seg store. Disse har trolig ikke slått om til regulær fiskepising. Lengden til 10-åringene varierte fra 35 cm (385 gram) til 59 cm (1 800 gram), noe som tyder på svært stor variasjon i både diett og habitatutnyttelse. Vekstanalysene viser at det er nokså begrensede vekstforhold for ørret i Storsjøen i dag. Alle fiskene som er virkelig store, det vil si over 70 cm, er gamle. Tre ørret i vårt materiale rundt 80 cm (3.6 – 4.8 kg) var mellom 12 og 18 år. Sammenlignet med ørret som ble undersøkt på slutten av 1960-tallet var veksten til disse tre ørretene betydelig dårligere enn et uvalg stor ørret fanget den gang (Løkensgård 1974).

Dette betyr at med dagens byttfiskbestand vil man bare kunne oppnå en større andel stor ørret gjennom å redusere dødeligheten til ørret eldre enn 5 år. Dette kan gjøres for eksempel gjennom en økning av minstemålet og redusert garnfiske i strandsona. Det må imidlertid utarbeides en beskatningsmodell som ivaretar hensynet til ørretbestanden og som sikrer et effektivt uttak av sik. En økning av minstemålet fra dagens 30 til 40 cm vil på kort sikt få betydelige konsekvenser for utbyttet ved dreggefiske. Basert på fangstopplysninger fra Georg Larsen vil dette i dagens situasjon innebære at omlag 80 % av fanget ørret vil være under minstemålet. En økning av minstemålet til 35 cm ville innebære at om lag halvparten av ørretene som fanges i dag er for små. En mulig løsning kan være at man gradvis øker minstemålet og også øker minste tillatte maskevidde ved garnfiske i strandsona. Ved garnfiske (både bunngarn og flytegarn) er det i dag kun tillatt å bruke garn med maskevidder fra 39 til 52 mm. Disse maskeviddene vil i liten grad fange ørret mindre enn 30 cm. Fangstdødeligheten for ørret under minstemålet på grunn av lovlig garnfiske vil derfor være ubetydelig. Ved en eventuell økning av minstemålet må imidlertid minste tillatte maskevidde økes tilsvarende.

Sammenligner man veksten til ørreten i Storsjøen i dag med hva som ble funnet i perioden 1983 – 1985 ser det ut til at veksten er noe redusert i forhold til tidligere (**figur 5.3**). Materialet

fra 1980-tallet består imidlertid til dels av et selektivt utvalgt stor ørret og disse kan ha hatt et vekstforløp forskjellig fra et tilfeldig utvalg ørret fra sjøen. For tre- og fireåringer er forskjellen i gjennomsnittlig årlig tilvekst henholdsvis 5 og 9 mm. Dette er kanskje ikke så mye, men over år kan det ha betydning for evnen til å slå over til ren fiskeføde. I tillegg finnes vekstdata for et lite utvalg (n = 12) ørret fra perioden 1976-77. Disse hadde vokst svært godt i forhold til de to andre periodene. Forklaringen på dette kan være at det i 1983-85 og 2006-07 var en økt fisketett- het i strandsona (bl.a. av sik) og/eller en mindre produktiv strandsona på grunn av at regule- ringen hadde fått virke over tid.



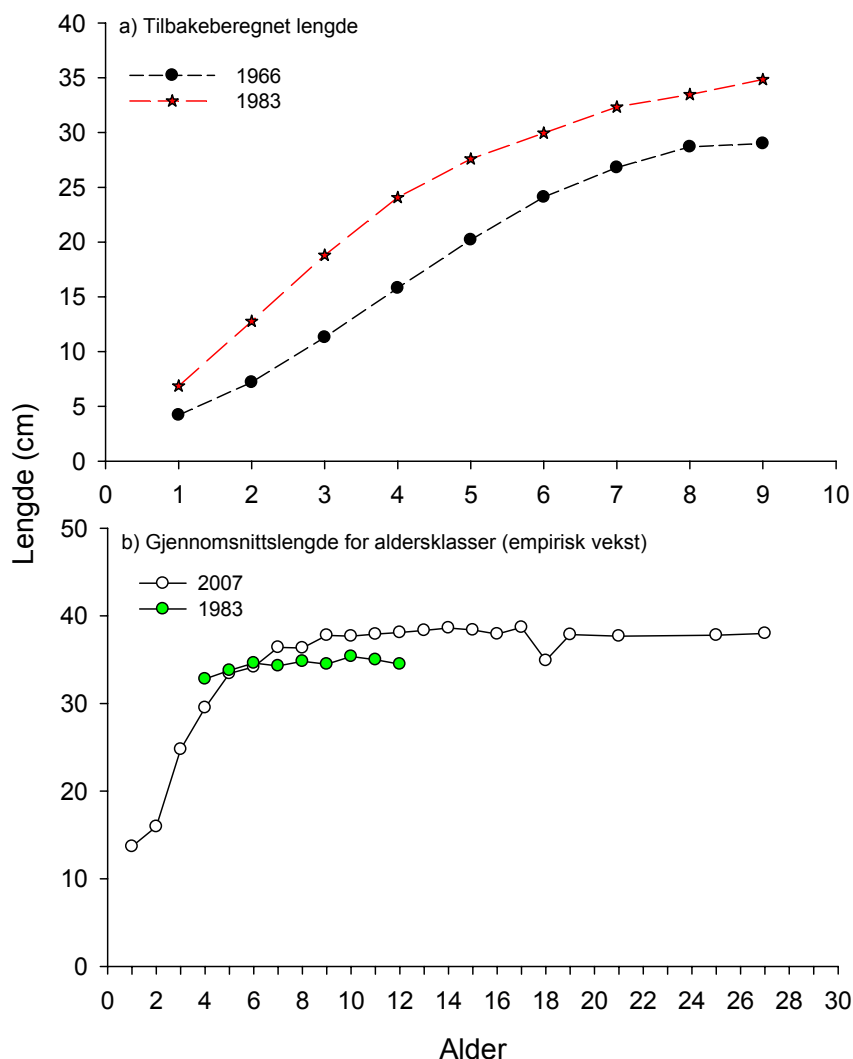
Figur 5.3 Beregnet gjennomsnittlig årlig tilvekst for ulike aldersklasser av ørret i Storsjøen i periodene 1976-77, 1983-185 og i 2007.

5.6 Sikbestanden

Siken i Storsjøen beskattes i dag langt mindre grad enn tidligere. Det foreligger beregninger av avkastningen fra tiden før den første dammen ble bygd i utløpet i 1940, for eksempel ca 39 tonn i 1870 og ca 20 tonn i 1939 (Aasheim 1939, Qvenild 2008). Løkensgård (1974) beregnet at den totale avkastningen av sik i Storsjøen lå på om lag 13 tonn rundt 1970, hvorav 3 tonn ble fanget i Storsjøen, 7 tonn i Nordre Rena og 3 tonn i Søndre Rena (trolig fisk på gytevandring fra Storsjøen). Disse beregningene antyder at det også var utløpsgytende sik i Storsjøen på dette tidspunktet. I dag er avkastningen langt mindre, trolig i størrelsesorden 1-2 tonn (Nashoug 2007). Det er mye sik i Storsjøen, men likevel er kvaliteten tilfredsstillende og gjennomsnittsstørrelsen er større enn ved tidligere undersøkelser (Løkensgård 1974, Qvenild og Løkensgård 1985). Siken vokser relativt godt fram til den blir kjønnsmoden ved ca 5 års alder, men med svært stor variasjon i vekstmønsteret. Selv om det ikke er snakk om "overbefolkning" er sikbestanden i Storsjøen tydelig "forgubbet", med mye gammel fisk. Den eldste siken var 27 år gammel og en relativt stor andel var over 10 år gamle. Denne fisken har altså vært kjønnsmoden i mer enn fem år, og har svært liten vekst. Dette kan illustreres ved at sik på 38 cm (som er den mest tallrike lengdeklassen i prøvefisket) var fra 5 til 27 år gammel (det vil si 15 forskjellige aldersklasser). Det er stor variasjon i lengde ved alder hos ung sik (**figur 4.8**), noe som kan tyde på oppvekst i ulike habitater med ulik vanntemperatur og tilgang på næring. Sammen med tendensen til litt variasjon i antall gjellestaver etter hvor siken er fanget (se **figur 4.11**) kan dette tyde på at det er flere gytebestander av sik i systemet. Sammenhengen mellom sommertemperatur og årsklassestyrke kan også tyde på at veksten hos ung sik varierer fra år til år (se **figur 5.5**).

Sikens vekstmønster ser ut til å ha endret seg betydelig fra 1960-tallet og fram til i dag. Løkensgård (1974) presenterer en vekstkurve for siken fanget i Storsjøen i 1966. Denne er basert på at lengden til siken er tilbakeberegnet til ulike alder ved bruk av skjell (antall analyserte fisk ikke oppgitt). Sammenligner man denne vekstkurven med kurven Qvenild og Løkensgård (1985) framskaffet ved bruk av tilsvarende metode for sik fanget i 1983 var det tilsynelatende markante forskjeller i veksten mellom de to periodene (**figur 5.4 a**). Disse vekstkurvene tyder på at veksten til siken i på slutten av 1970-tallet og begynnelsen av 1980-tallet var betydelig bedre enn på 1960-tallet. Tilbakeberegnet lengde til 4 år gammel sik i 1966 og 1983 var eksempelvis henholdsvis 15,8 og 24,1 cm. Dette er i tråd med hva som var oppfatningen om siken etter Rendalsoverføringen – siken ble mer tallrik, vokste bedre og var gjennomgående større (se ovenfor). Selv om det er en viss usikkerhet knyttet til slike vekstanalyser, og at tilbakeberegnet lengde trolig blir underestimert (p.g.a. at skjellets form endrer seg med økende alder, pers. obs.), er den relative økningen i lengde for de yngste årsklassene av sik mellom de to periodene så stor at den trolig gjenspeiler en betydelig reell økning i sikens vekst. En raske vekst hos de yngste årsklassene av sik forventes å føre til at ørreten får dårligere muligheter til å slå over på en diett bestående av sik. Ungfisk av sik vil rett og slett tilbringe kortere tid i den lengdegruppa ørreten mellom 25 og 55 cm klarer å ta.

I sikbestander hvor veksten stagnerer vil korrekt aldersanalyse være avhengig av at man bruker otolitter og ikke skjell (se bl.a. Høye og Museth 1994). I materialet fra 1980-tallet er et utvalg av siken (n = 80) aldersbestemt ved bruk av otolitter. Veksten framstilt som gjennomsnittslengder for ulike aldersklasser av sik fanget på 1980-tallet og i 2007 tyder på at veksten er noe mer utholdende nå enn tidligere (**figur 5.4 b**). På 1980-tallet så siken ut til å stagnere ved 4-5 års alder og ved lengder på 33-34 cm, mens siken i dag ser ut til å stagnere ved 5-6 års alder og ved lengder på 37-38 cm. Dette er noe overraskende når man tar i betraktning at fisket etter sik trolig var mer omfattende på 1980-tallet enn i dag – og at man derfor skulle forvente at det var en tettere sikbestand i 2007. Økningen i fangst av sik per garnnatt i strandsona fra 1980-tallet og fram til i dag støtter dette. Samtidig ser vi at andelen gammel sik er langt større i 2007 enn i 1983. Eldste sik fanget i 1983 og 2007 var henholdsvis 12 og 27 år gammel. Økningen i sikens gjennomsnittslengde fra 1980-tallet og fram til i dag skyldes at veksten stagnerer omlag ett år senere, og at det ser ut til å være en viss tilvekst fram til 9-10 års alder (**figur 5.4b**). Andelen gammel fisk i fangstene i 2007 viser at dødeligheten hos voksen sik har avtatt kraftig, sannsynligvis som følge av redusert beskatning.



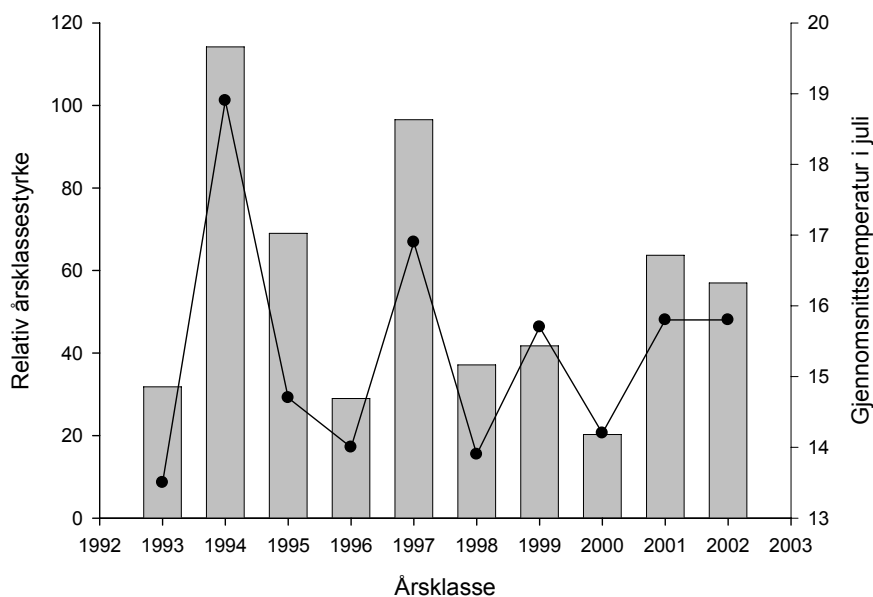
Figur 5.4 a) Tilbakeberegnet lengde (ved bruk av skjell) til ulike aldersklasser av sik fra Storsjøen fanget i 1966 (Løkensgård 1974) og 1983 (Qvenild og Løkensgård 1985) og **b)** gjennomsnittslengde til ulike aldersklasser av sik fanget i Storsjøen i 1983 (Qvenild og Løkensgård 1974) og i 2007 (basert på aldersbestemmelse ved bruk av otolitter).

Variierende årsklassestyrke er relativt vanlig hos sik (Ugedal m.fl. 2002), og i bestander med hard beskatning vil ofte avkastningen mellom år variere mye (Bell m.fl. 1977, Lehtonen 1981). Også i Storsjøen varierer de ulike årsklassene i styrke, og det ser ut til å være en sammenheng mellom sommertemperatur og årsklassestyrke (**figur 5.5**). Relativ årsklassestyrke for sik 5 år og eldre var positivt korrelert med gjennomsnittstemperaturen i juli i det året fisken ble klekket ($R^2 = 0,81$; $P < 0,001$).

Relativ årsklassestyrke ble beregnet ved at den relative størrelsen (antallet) til alle aldersklasser i analysen ble tilbakeberegnet til fem års alder (dvs. omtrent kjønnsmoden alder), ved å anta konstant dødelighet mellom år. Antakelsen om at det er konstant dødelighet er selvfølgelig en tilnærming, ettersom både naturlig dødelighet og fangstdødelighet hos fisk ofte er variabel (Nyberg 1976). Lappointe m.fl. (1992) påpeker imidlertid at ved å anta lik dødelighet for en bestand som i virkeligheten har en årlig variasjon i dødelighet vil sjansen for å påvise eventuelle sammenhenger med variasjoner i miljøet bli mindre. Vår påvisning av sammenhengen mellom temperatur og sikens årsklassestyrke i denne undersøkelsen skulle derfor være rimelig

sikker. Det er ikke målt vanntemperaturer i Storsjøen i denne perioden, men Neuman (1976) fant gode korrelasjoner for abbor ved bruk av både vann- og lufttemperaturer. Av de tre sommermånedene (juni-august) var det gjennomsnittstemperatur i juli som gav den beste korrelasjonen. Johnsen og Olstad (2000) fant også at gjennomsnittstemperaturen i juli best forklarte årsklassesvingninger hos abbor i to nærliggende innsjøer i Hedmark. Økt temperatur kan føre til økt vekstrate hos sik (Edsall 1999), både direkte (fysiologisk) og indirekte gjennom økt tilgang på næring. En økt vekstrate på grunn av direkte temperatureffekter vil trolig ikke være synlig hvis sommertemperaturen vanligvis overstiger artens optimaltemperatur for vekst (Mooij m.fl. 1994). Det er gjort få undersøkelser av forholdet mellom sik og temperaturkrav, men Huuskonen m.fl. (1998), fant at vekstraten til europeisk sik (*C. lavaretus*) var høyere ved 15 °C enn ved 10 og 12 °C. For amerikansk sik (*C. clupeaformis*) fant man at optimaltemperaturen for vekst lå på 18,5 °C (Edsall 1999). Dette indikerer at optimaltemperaturen for sikens vekst ligger over 15 °C. Med lufttemperaturer som regel under 18 °C i juli (**figur 5.5**) vil vanntemperaturen i den store og dype Storsjøen trolig svært sjelden nå opp i 15 °C. Så lenge vanntemperaturen holder seg under fiskens optimaltemperatur for vekst er det rimelig å vente at vanntemperaturen har direkte betydning for veksten.

Det er også vist at overlevelsen til årsyngel av sik er avhengig av tettheten av dyreplankton (Rellstab m.fl. 2004). Hvis økt temperatur gir økt tetthet av dyreplankton i Storsjøen vil årets sikyngel kunne få økt vekst som en indirekte følge av temperaturen.



Figur 5.5 Sammenhengen mellom relativ årsklassevariasjon i Storsjøen (antatt konstant årlig dødelighet på 30 %) og lufttemperaturen i juli (målt ved NMIS værstasjon i Haugedalen, mellom Storsjøen og Rena). Korrelasjonen mellom lufttemperatur i juli det året fisken ble klekket og relativ årsklassestyrke er signifikant; $R^2 = 0,81$; $P < 0,001$.

Økt vekstrate og dermed økt kroppsstørrelse kan føre til økt overlevelse for årsyngelen etter som fisken blir mindre utsatt for predasjon (Christensen 1996, Mittelbach og Persson 1998). Videre synes vinteroverlevelsen til flere fiskearter å være størrelsesavhengig, slik at de store individene har større overlevelse om vinteren (Svårdson 1976, Byström m.fl. 1998). Dermed vil økt vekst som følge av økt temperatur første leveår kunne føre til at en større andel av årets kull av sik når en størrelse og kondisjon som gjør at de overlever den første vinteren.

Storsjøsikens vekst i de første leveårene ser ut til å være bedre nå enn på 1970-tallet og 1980-tallet. Muligens kan dette ha sammenheng med et varmere klima. Gjennomsnittlig lufttempera-

tur på Haugedalen i juli måned har økt med to grader de siste 20 årene. I Mjøsa har gjennomsnittlig vanntemperatur økt med ca 1.5 grader (i de øvre lag) de siste 35 årene (Løvik 2008).

Økt vekst hos sik fram til 20-25 cm kan også ha konsekvenser for ørretens mulighet til å beite på sik. Ungsiken vil raskt vokse ut av det lengdeintervallet som ørreten foretrekker eller har fysisk mulighet til å fange (Næsje m.fl. 1998, Bøhn m.fl. 2002). Vekstforholdene hos ungsik over tid kan klarlegges nærmere ved å reanalysere gamle skjellprøver av sik fra Storsjøen for å 1) avdekke om sikyngelen vokser bedre nå enn tidligere og 2) avdekke om det er stor variasjon mellom år i veksten til sikyngelen. Georg Larsen opplyser at han observerte den første røya i en ørretmage i 1993. Tidligere var det stort sett sik man fant, mens denne arten nå bare finnes sporadisk i ørretmagene fra Storsjøen. Trolig skyldes dette at småsiken nå vokser raskere ut av det lengdeintervallet ørreten kan utnytte.

Den relativt høye andelen gammel sik i fangstene fra Storsjøen viser at bestanden kan tåle vesentlig større beskatning enn i dag. Tidligere avkastning i uregulert innsjø hevdes å ha vært oppe i 39 tonn, eller ca 8 kg pr hektar, noe som synes svært høyt. Dersom man imidlertid fikk til en vesentlig økning fra dagens 1-2 tonn er det rimelig å vente at rekrutteringen ville øke. Sikkens vanlige reaksjon på sterkere beskatning er at overlevelsen til ung sik øker (Healey 1975, 1980; Amundsen 1988, Amundsen m.fl. 2002). Selv om vi fanget relativt bra med "småsik" i denne undersøkelsen må man forvente at økt beskatning av voksen sik vil føre til større tetthet av små sik. Dette vil trolig ha en positiv effekt på ørretens mulighet til å bli "sikspiser" (Næsje m.fl. 1992). For ørretens vedkommende vil det være en fordel med en jevn og god rekruttering til sikbestanden, det vil si at det finnes godt med sikyngel i innsjøen hver sommer. Det kan imidlertid være en utfordring å øke beskatningen av sik og samtidig ikke overbeskatte ørreten. Bruk av storruser hadde vært det ideelle (muliggjør gjenutsetting av ørret), men det er usikkert hvor godt dette vil fungere i en dyp sjø som Storsjøen. Ulike beskatningsmetoder, deriblant flytegarmsfiske, bør utredes nærmere hvis det er lokal interesse for å beskatte siken hardere.

5.7 Røyebestanden

Vårt prøvofiske viser at Storsjøen nå har en bra røyebestand av god kvalitet. Røya lever på dypere vann langs bunnen og i vannmassene enn siken. Det er karakteristisk at det også for røyas vedkommende er fisk av middels til stor størrelse som oppholder seg i pelagialen, mens fisk mindre enn ca 15 cm for det meste oppholder seg langs bunnen. En lignende habitatfordeling er vist for røya i Femund (Grue og Livden 1995). Det hevdes av dreggefiskere at de i dag stort sett finner røye i magen til ørret som har spist fisk, og at dette har endret seg de senere åra (G. Larsen, pers. meddelelse). Tidligere var det stort sett sik man fant i magene til ørret. Det er rimelig å tro at dette har sammenheng med at pelagisk fisk mindre enn 20 cm i dag er røye. Dessuten vokser røya mye langsommere enn siken de første leveåra. Mens siken vokser til over 20 cm på 2-3 somre bruker røya fem somre på å nå denne lengden. Det betyr at røya befinner seg i det lengdeintervallet som er aktuelt bytte for ørret mye lenger enn siken.

5.8 Konklusjoner / anbefalinger

5.8.1 Endringer i fiskesamfunnet

Våre resultater sammenlignet med tidligere prøvofiskerunder i Storsjøen (særlig i 1970 og 1985) viser at det har skjedd store endringer i fiskebestanden i innsjøen. Vi kan si dette med en viss sikkerhet selv om tidligere prøvofiske var begrenset til fiske med bunn garn i strandsona. Det har skjedd endringer både med hensyn til bestandssammensetningen, dvs. den relative fordelingen mellom fiskeartene, og innen den enkelte fiskearten. Prøvofisket i 1985 tyder på at den første perioden med tilført vann fra Glomma ga økt fisketetthet i strandsona, og vårt prøvofiske indikerer at tettheten i strandsona fremdeles er noe større enn før Rendalsoverføringen. Ellers er det tydelige endringer for flere fiskearter:

- Mort, som tidligere utgjorde en stor andel av bunngarnfangstene i strandsona, er nå praktisk talt forsvunnet.
- Sik utgjør i dag en vesentlig større andel av fangstene i strandsona, og er den dominerende arten i dette habitatet.
- Ørret utgjør også en større andel av fangstene i strandsona enn i 1970, men litt lavere enn i 1985.

Endringene man observerer i fiskesamfunnet i Storsjøen skyldes trolig både overføringen av "næringsrikt" Glommavann, en forringet strandsona på grunn av reguleringen på 3,64 m, redusert beskatning av sik og muligens en effekt av økt vanntemperatur de senere årene. Selv om det er vanskelig å skille ut den enkeltfaktoren som har hatt størst betydning er resultatet at ørreten møter en sterkere næringskonkurranse i strandsona nå enn tidligere. Dette fører til at det ikke er noen enkel sak å kompensere for tapt rekruttering til ørretbestanden ved å sette ut fisk.

5.8.2 Sikbestanden

- Sikbestanden i Storsjøen må i dag betegnes som "forgubbet" – med en forholdsvis stor andel eldre sik. Dette skyldes trolig svært liten beskatning. Veksten til siken er imidlertid fortsatt god – kanskje bedre enn tidligere – fram til den når kjønnsmodning ved ca 5 års alder.
- Selv om det er et visst innslag av gjeddemark er infeksjonsgraden i hver enkelt fisk lav – og dette bør ikke forhindre en bedre utnyttelse av siken. Kvaliteten må anses som tilfredsstillende og gjennomsnittsvekta ved bl.a. hævfiske i Åkrestrømmen er høyere nå enn på slutten av 1960-tallet.
- I og med at sikbestanden i Storsjøen er "forgubbet" og ikke "overbefolket" (som betyr tidlig kjønnsmodning og småvokst fisk) vil økt beskatning trolig umiddelbart resultere i bedret kvalitet og bedre og mer stabil rekruttering. Dette er sannsynligvis det enkelttiltaket som vil ha mest positiv effekt på ørretbestanden i Storsjøen.
- Endringer i sikbestanden – både p.g.a. overføringen av mer næringsrikt vann fra Glomma, redusert beskatning og muligens økt temperatur, er trolig av stor betydning for ørretens vekstvilkår i Storsjøen. Dette kan føre til økt næringskonkurranse mellom sik og ung ørret i strandsona og redusert mulighet for ørret til å bli "sikspiser" på grunn av økt vekst hos ung sik.
- For å følge utviklingen i sikbestanden vil en aktuell strategi være å samle inn sik tatt under hævfiske i Åkrestrømmen, og eventuelt i tillegg foreta en årlig innsamling av ung sik (f. eks. ettåring) for å avdekke variasjon i tetthet og individuell tilvekst.
- Våre undersøkelser antyder at sikbestanden i Storsjøen er mer kompleks enn antatt. På tross av relativt enhetlig antall gjellestaver er det trolig flere gytebestander med ulikt vekstmønster.

5.8.3 Ørretbestanden

- Stor ørret – fisk over 3 kg – utgjør en liten del av fangstene i Storsjøen. Ørreten vokser relativt langsomt, og slår ikke helt over på regulær fiskeføde før den når 55 cm (ca 1,5 kg). Med dagens vekstforhold er det svært få fisk som når en slik størrelse. Ettersom ørreten har en vedvarende lengdevækst vil, med dagens byttefiskbestand, den eneste muligheten for å øke andelen stor og fiskespisende ørret i fangstene være å redusere dødeligheten, dvs. øke minstemålet og/eller redusere dødeligheten p.g.a. garnfiske i strandsona.
- I dagens situasjon når nesten ingen settefisk minstemålet. Utsettingsprogrammet bør endres til utsetting av et antall ørret over 25 cm. Det er da et håp om at settefisken kan ha mulighet til å slå raskere over på fiskeføde og få en god vekst. Uansett må det kreves at all utsett fisk merkes ved fettfinneklipping. Effektene av et endret utsettingsprogram må følges opp med undersøkelser, og man må sørge for at stamfisk som benyttes er av Storsjø-

stamme. Storsjødreggen gir en god mulighet til å få samlet inn skjellprøver og å registrere andelen settefisk.

6 Litteratur

- Alvarez, D. & Nicieza, A. G. 2003. Predator avoidance behaviour in wild and hatchery-reared brown trout: the role of experience and domestication. *Journal of Fish Biology* 63: 1565-1577.
- Amundsen, P. -A. 1988. Effects of an intensive fishing programme on age structure, growth and parasite infection of stunted whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) in Lake Stuorajavri, northern Norway. *Finnish Fisheries Research* 9: 425-434.
- Amundsen, P. -A., Kristoffersen, R., Knudsen, R. & Klemetsen, A. 2002. Long-term effects of a stock depletion programme: the rise and fall of a rehabilitated whitefish population. *Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology* 57: 577-588.
- Amundsen, P. -A., Knudsen, R., Klemetsen, A. & Kristoffersen, R. 2004. Resource competition and interactive segregation between sympatric whitefish morphs. *Annales Zoologici Fennici* 41: 301-307.
- Bell, G., Handford, P. & Dietz, C. 1977. Dynamics of an exploited population of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 942-953.
- Borgstrøm, R. 1993. Dynamics in resource use in populations of brown trout, *Salmo trutta*. Dr. agric. Thesis 1993. Institutt for biologi og naturforvaltning. NLH, Ås.
- Bull, J. B. 196. Rendalen. Dens historie og bebyggelse I. Gyldendal Norsk Forlag. Oslo. 111-148.
- Byström, P., Persson, L. & Wahlström, E. 1998. Competing predators and prey: juvenile bottlenecks in whole-lake experiments. *Ecology* 79: 2153-2167.
- Bøhn, T., Amundsen, P.-A., Popova, O., Reshetnikov, Y.S. & Staldvik, F. 2002. Predator avoidance by coregonids: Can habitat choice be explained by size-related prey vulnerability? *Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology* 57: 183-197.
- Christensen, B. 1996. Predator foraging capabilities and prey antipredator behaviours: Pre-versus postcapture constraints on size-dependent predator-prey interactions. *Oikos* 76: 368-380.
- Dahl, K. 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvann. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Duguid, R.A., Ferguson, A. & Prodöhl, P. 2006. Reproductive isolation and genetic differentiation of ferox trout from sympatric brown trout in Loch Awe and Loch Laggan, Scotland. *Journal of Fish Biology* 69 (Supplement A): 89-114.
- Edsall, T. A. 1999. The growth-temperature relation of juvenile lake whitefish. *Transactions of the American Fisheries Society* 128: 962-964.
- Gilliam, J. F. & Fraser, D. F. 1987. Habitat selection under predation hazard: test of a model with foraging minnows. *Ecology* 68: 1856-1862.
- Gjelland, K. Ø. 2008. Ecological interactions, light responses and vertical habitat use in a subarctic pelagic freshwater community. PhD-avhandling, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 45 s + vedlegg.
- Grue, S. & Livden, T. 1995. Fiskesamfunnet på to ulike habitat I Femund, belyst gjennom prøvafiske med bunngarn og flytegarn. – Seks-vektalls prosjektoppgave, Høgskolen I Hedmark, Evenstad. 34 s.
- 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: 427-448.
- Healey, M. C. 1980. Growth and recruitment in experimentally exploited lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 255-267.
- Hegge, O., Hesthagen, T. & Skurdal, J. 1993. Juvenile Competitive Bottleneck in the Production of Brown Trout in Hydroelectric Reservoirs Due to Intraspecific Habitat Segregation. *Regulated Rivers: Research & Management* 8: 41-48.
- Huitfeldt-Kaas, H. (1918). Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen, pp 106. Kristiania: Centraltrykkeriet.
- Huuskonen, H., Karjalainen, J., Medgyesy, N. & Wieser, W. 1998. Energy allocation in larval and juvenile *Coregonus lavaretus*: validation of a bioenergetics model. *J. Fish Biol.* 52: 962-972.

- Hyvarinen, P. & Vehanen, T. 2004. Effect of brown trout body size on post-stocking survival and pike predation. *Ecology of Freshwater Fish* 13, 77-84.
- Jacobsen, L. 2005. Otter (*Lutra lutra*) predation on stocked brown trout (*Salmo trutta*) in two Danish lowland rivers. *Ecology of Freshwater Fish* 14, 59-68.
- Johnsen, S. & OIstad, K. 2000. Short term effects of liming on population dynamics growth and production Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) in a moderately acidified forest lake – comparison with an adjacent unlimed lake. Cand. scient. thesis, NLH, pp 48.
- Johnsson, J. I., Petersson, E., Jönsson, E., Järvi, T. & Björnsson, B. T. 1996. Domestication and growth hormone alter anti-predator behaviour and growth patterns in juvenile brown trout, *Salmo trutta*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53, 1546-1554.
- Jonsson, B. 1987. Aure. – I: R. Borgstrøm og L.P. Hansen (red.) Fisk i ferskvann. Økologi og ressursforvaltning. Landbruksforlaget, Oslo.
- Jonsson, N., T.F. Næsje, B. Jonsson, R. Saksgård & O.T. Sandlund 1999. The influence of piscivory on life history traits of brown trout. *Journal of Fish Biology* 55, 1129-1141.
- Kjellberg, G. 1986. Undersøkelse av Rena med Storsjøen 1983 – 1986. Sluttrapport. NIVA-rapport O-8000213. 89 s.
- Kjellberg, G. & O.T. Sandlund 1983. Næringsrelasjoner i Mjøsas pelagiske økosystem. - DVF-Mjøundersøkelsen. Rapport nr. 6: 61 s.
- Lapointe, M. F., Peterman, R. M. & Rothschild, B. J. 1992. Variable natural mortality rates inflate variance of recruitments estimated from virtual population analysis (VPA). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49, 2020-2027.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis* L.) *Journal of animal ecology* 20, 201-219.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. *Publ. Circ. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 53, 7 - 174.
- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessment of coregonids by the Baltic coast of Finland. *Finnish Fisheries Research* 3: 31-83.
- Linløkken, A. & O.T. Sandlund 2003. Fisk og fiskerier i Osensjøen – et sammendrag av 25 års undersøkelser. – NINA Oppdragsmelding 794: 1-18.
- Løkensgård, T. 1969. Delvis overføring av Glomma til Rena. Storsjøreguleringen i forbindelse med ny dam i Breivikstrømmen. Øvre Rena og Nedre Rena. Fiskerisakkyndig erklæring om disse inngreps virkning på fiske på strekningen fra Rendalen kraftstasjon og ned til Osa. Østerdalsskjønnet. Betenkning / notat.
- Løkensgård, T. 1974. Fiskeribiologiske undersøkelser i Renavassdraget 1969-1973. Østerdalsskjønnet, del L, s. 32 – 46.
- Løvik, J. E. 2001. Miljøtilstanden i innsjøer og vassdrag i Hedmark ved årtusenskiftet. – NIVA rapport 4336, 39 s.
- Løvik, J., Bækken, T., Romstad, R. & Schneider, S. 2008. Tiltaksorientert overvåkning av Mjøsa med tilløpselver Årsrapport/datarapport for 2007. NIVA Rapport 5568-2008. 82 s.
- Mittlebach, G. G. og Persson, L. 1998. The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1454-1465.
- Mooij, W. M, Lammens, E.H.R.R., Vandensen, W.L.T. 1994. 1994. Growth-rate of 0+ fish in relation of temperature, body-size, and food in shallow eutrophic Lake Tjeukemeer. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51, 516-526.
- Museth, J., Sandlund O.T. & Borgstrøm, R. 2007. Coexistence between introduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) and native Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depends on heavy whitefish exploitation. *Advances in Limnology* 60, 343-350 (Biology and Management of Coregonid Fishes – 2005).
- Museth, J., Johnsen, S. & Kraabøl, M. 2008. Ørretutsettinger i elver – en kunnskapsoppsummering med relevans for Glomma og Søndre Rena - NINA Rapport 307. 32 pp.
- Museth, J., Sandlund, O. T., Brandrud, T. E., Kjellberg, G., Løvik, J. E., Reitan, O., Taugbøl, T. og Aanes, K. J. 2006. Elvemagasinet Løpsjøen i Søndre Rena. Undersøkelser av vegetasjon, dyreplankton, bunndyr, fisk og fugl 35 år etter etablering - NINA Rapport 168. 54 s.
- Nashoug, O. 2002. Driftsplan for storørreten i Storsjøen, Rendalen kommune. 2002 – 2006. Rapport utarbeidet for Rendalen kommune. 53 s.
- Nashoug, O. 2007. Siken i Storsjøen som næring. Notat til Storsjøen Fiskeforening. 17 s.

- Neuman, E. 1976. The growth and year-class strength of perch (*Perca fluviatilis* L.) in some Baltic archipelagoes, with special reference to temperature. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 55: 51-70.
- Nyberg, P. 1976. Production and food consumption of perch in two Swedish forest lakes. – Dr. Philos thesis.
- Næsje, T.F., B. Jonsson, O.T. Sandlund & G. Kjellberg 1991. Habitat switch and niche overlap in coregonid fishes: effects of zooplankton abundance. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 2307-2315.
- Næsje, T.F., O.T. Sandlund & R. Saksgård 1992. Siken i Femund: effekter og anbefalinger etter ti års næringsfiske. - NINA-Oppdragsmelding 145: 1-24.
- Næsje, T.F., O.T. Sandlund & R. Saksgård 1998. Selective predation of piscivorous brown trout (*Salmo trutta*) on polymorphic whitefish (*Coregonus lavaretus*). - Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 50: 283-294.
- Qvenild, T. 1981. Utnyttelse av sik og ørret i Isteren. Rapport, Fiskerikonsulentene i Øst-Norge, Oslo.
- Qvenild, T. 2008. Fisken i Glommavassraget. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 2-2008, 136 s.
- Qvenild, T & Løkensgård, T. 1985. Sak nr. B-10/1983: Virkningen på fisket. Etterskjønn vedrørende regulering av Storsjøen i Rendalen. Prosesskriv for skjønnsretten. 13 s.
- Qvenild, T. & Skurdal, J. 1983. Fisk. S. 104-115 i: D. Berge (red.) Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Sammenfattende sluttrapport. Trifjordutvalget, Drammen.
- Rellstab, C., Bürgi, H. R. & Müller, R. 2004. Population regulation in coregonids: the significance of zooplankton concentration for larval mortality. Ann. Zool. Fennici 41: 281-290.
- Ricker, W. E. 1979. Growth rates and models. 1: W. S. Hoar, D. J. Randall og J. R. Brett (red.). Fish Physiology 8. Bioenergetics and growth. Academic Press, New York, 677-743.
- Rognerud, S, Borgstrøm, R. Qvenild, T, & Tysse, Å. 2003. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytespredning og klimavariasjoner – følger for fiske og forvaltning. NIVA-rapport-Lnr. 4712-2003. 67s.
- Rognerud, S. & Fjeld, E. 2002. Kvikksølv i fisk fra innsjøer i Hedmark, med hovedvekt på grenseområdene i Sverige. NIVA-rapport Lnr. 4487-2002. 46s.
- Rognlien, S., Hagen, K. R., Gaukstad, L. & Haraldseth, Å. 1995. Glommens og Laagens brukseierforening, Bind III, 1968-1993. 316 s.
- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 2004. A 14-year study of habitat use and diet of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Lake Atnsjøen, a subalpine Norwegian lake. I: O.T. Sandlund & K. Aagaard (red.) The Atna River: Studies in an Alpine-Boreal Watershed. Hydrobiologia 521, 187-199.
- Saksgård, R., Næsje, T. F. Sandlund, O. T. & Ugedal O. 2002. The effect of potential predators on whitefish (*Coregonus lavaretus*) habitat use in Lake Femund, a deep Norwegian Lake. – Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology 57, 537-552.
- Sandlund, O. T. & Næsje, T. F. 1989. Impact of a pelagic gill-net fishery on the polymorphic whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) population in lake Femund, Norway. Fisheries Research 7, 85-97.
- Sandlund, O. T. & Næsje, T. F. 2000. Komplekse, laksefiskdominerte fiskesamfunn på Østlandet. – I: R. Borgstrøm & L.P. Hansen (red.) Fisk i ferskvann. Landbruksforlaget, Oslo.
- Sandlund, O. T. & Næsje, T. F. 1986. Sikbestanden i Femund. Undersøkelser i 1982-84. – Rapport fra DN Fiskeforskningen nr. 2: 51 s.
- Sandlund, O. T., Næsje, T. F. & Jonsson, B. 1992. Ontogenetic changes in habitat use by whitefish, *Coregonus lavaretus*. Environmental Biology of Fishes 33, 341-349.
- Sandlund, O. T., Næsje, T. F., Klyve, L. & H. Hagen 1981. Siken i Mjøsa. Alderssammensetning, vekst og ernæring. – DVF Mjøsuundersøkelsen. Rapport nr. 5: 54 s.
- Sandlund, O. T., Næsje, T. F., Forseth, T., Breistein, J. & Saksgård, R. 1997. Aure som predator. - S. 14-20 i: A. Langeland & B. Jonsson (red.) NINAs Strategiske Instituttprogrammer 1991-95. Innsjøers produktivitet.
- Skurdal, J., Dervo, B.K. & Taugbøl, T. 1997. Storørret. – Landbruksforlaget, Oslo.
- Sundstrom, L. F., Bohlin, T. & Johnsson, J. I. 2004. Density-dependent growth in hatchery-reared brown trout released into a natural stream. Journal of Fish Biology 65, 1385-1391.

- Svarte, Y. 1983. Oversikt over fiskeribiologiske undersøkelser i Glommavassdraget ovenfor Øyern fram til 1983. – DVF – Fiskekontoret, rapport 2-1983, 89 s.,
- Svårdson, G. 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 55: 144-171.
- Taugbøl, T. 1995. Operasjon Mjøsørret. Sluttrapport. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernvedelingen, rapport 9-1995, 55 s.
- Taugbøl, T., N. Jonsson, O.T. Sandlund, K. Hindar, B. Jonsson, K.J. Aanes, J. Museth, K. Langdal & A. Linløkken 2003. Fisk og bunndyr i Rena og Glomma mellom Skjefstadfoss og Røros – en kunnskapsoversikt. – NINA Oppdragsmelding 802: 1-36.
- Ugedal, O., Næsje, T.F. & Forseth, T. 1999. En vurdering av kriterier for klassifisering av storørret. – Norsk institutt for naturforskning (NINA), notat. 39 s.
- Vander Zanden, J and Vadeboncoeur, Y. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. Ecology 83: 2152 – 2161.
- Vander Zanden, J. and Rasmussen, J.K. 2001. Variations in $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ trophic fractionation: Implications for aquatic food web studies. Limnol. Oceanogr. 46: 2060 – 2066.
- Vander Zanden, J. and Rasmussen, J.K. 1999. Primary consumers $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ and the trophic position of aquatic consumers. Ecology 80: 1395 - 1404
- Weber, E.D. og Fausch, K.D. 2003. Interactions between hatchery and wild salmonids in streams: differences in biology and evidence for competition. Canadian Journal of Aquatic Science 60: 1018-1036.
- West, J. B., Bowen, G. J., Cerling, T. E., and Ehleringer, J. R. 2006. Stable isotopes as one of nature's ecological recorders. Trends in Ecology and Evolution. 21: 408 – 414.
- Aass, P. 1993. Stocking strategy for the rehabilitation of a regulated brown trout (*Salmo trutta* L.) river, Regulated Rivers; Research & Management 8; 135-144.
- Aasheim, O. 1939. Fiskebestanden i Storsjøen og Rena. Stangfiskeren 1939, 37-39.

NINA Rapport 388

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1953-2



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no