

LENGDE, VEKST OG DIETT HOS RØYEPARR
(*SALVELINUS ALPINUS*) PÅ ELV OG I INNSJØ
I TRE VASSDRAG PÅ SVALBARD

LENGTH, GROWTH AND DIET OF ARCTIC CHARR
(*SALVELINUS ALPINUS*) PARR IN LENTIC AND LOTIC
HABITATS IN THREE WATERCOURSES ON SVALBARD

HANNE HEGSETH

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2007



Forord

Dette er min mastergradsoppgave i naturforvaltning ved Institutt for Naturforvaltning (INA), Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB).

Jeg ønsker å rette en stor takk til min hovedveileder professor Reidar Borgstrøm (INA, UMB) for verdifull hjelp og gode forslag. Jeg vil også takke min eksterne veileder seniorforsker Martin-A. Svenning (Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Tromsø) for god hjelp både i felt og i skriveprosessen, og ikke minst for eminente røyemiddager under feltarbeidet.

Videre ønsker jeg å takke stipendiat Jane Godiksen (NINA, Tromsø) for uvurdelig hjelp og godt selskap både i felt og på laben, Morten Aas for konstruktive diskusjoner og bruk av hans materiale fra Straumsjøvassdraget, og Ellen Paust for korrekturlesing. Til slutt vil jeg takke NINA, Tromsø (v. Martin-A. Svenning) for finansiering av feltarbeidet.

Ås, mai 2007

Hanne Hegseth

Sammendrag

Sommeren 2006 ble lengde, vekst og diett hos elvemigrerende og stasjonær røyparr (*Salvelinus alpinus*) undersøkt i Diesetvassdraget, Linnèvassdraget og Straumsjøvassdraget på Svalbard. Innsamlingen av røye ble utført med elektrisk fiskeapparat i periodene 25.- 29. august i Diesetvassdraget, 4.-6. september i Linnèvassdraget, og 10.-11. juli, 23.-25. juli og 9.-10. august i Straumsjøvassdraget. Det ble fanget røyer fra to stasjoner i hvert av habitatene elv og innsjø, henholdsvis totalt 114, 126 og 236 røyer fra de tre vassdragene. Straumsjøen skiller seg fra Diesetvannene og Linnèvatnet ved at den er mindre og mye grunnere, med høyere vanntemperatur og antatt høyere primærproduksjon.

I alle vassdragene vandret noe av parren fra innsjø og ut til elv på sommeren, og i Diesetvassdraget var det en klar tendens til at individer som ble fanget i elva var lengre enn jevngamle røyer som ble fanget i innsjøen. I Linnè- og Straumsjøvassdraget var det noen årsklasser som viste samme mønster. Det var få signifikante lengdeforskjeller mellom røyer som oppholdt seg i nedre og øvre del av utløpselvene. Røyenes årlige tilvekst i Dieset- og Linnèvassdraget ble tilbakeberegnet ved hjelp av otolittene, og det var en tendens til at røyparr på elv hadde hatt bedre årlig tilvekst i tidligere år sammenlignet med parr i innsjøen. Denne tendensen var sterkest i Linnèvassdraget, men forskjellene nådde sjelden et statistisk signifikant nivå. Det ble ikke påvist signifikante vekstforskjeller (tilbakeberegnet) første leveår hos individer som senere migrerte til elv sammenlignet med individer som senere ble fanget i innsjøen. Dette til tross for at noe av parren vandret ut på elv allerede som 1+ i både Dieset- og Linnèvassdraget.

Larver av fjærmygg utgjorde en betydelig del av dietten både til røyer på elv og i innsjø i alle vassdragene, mens pupper av fjærmygg var viktigst på elv. Vårfluelarver (*Apatania zonella*) utgjorde et viktig innslag i dietten til røyer i Linnèvatnet og Straumsjøen. Skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) ble kun påvist i dietten til røyer i Straumsjøelva. I Diesetvassdraget og i siste fangstperiode i Straumsjøvassdraget hadde røyparr på elv signifikant høyere magefyllingsgrad enn innsjølevende parr. Dette ble ikke påvist verken hos røyparr fanget i Linnèvassdraget, eller hos røyparr i Straumsjøvassdraget i de to første periodene. Røyparr i Straumsjøvassdraget hadde

lavere magefyllingsgrad enn parr i Dieset- og Linnèvassdraget, til tross for at individene i Straumsvassdraget var større ved lik alder.

Sett under ett tyder resultatene på at det lønner seg for røyparr å foreta sesongmessig vandring til elv, da elvemigrerende parr jevnt over var større enn jevngamle individer som oppholdt seg i innsjøen. Resultatene ga ikke noe klart svar på om parr som vandret til nedre deler av utløpselva var lengre enn parr som vandret til øvre del, og heller ikke om individene som migrerte til elv hadde vokst bedre før habitatskiftet enn røyene som ble igjen i innsjøen. Det kan virke som om bedre vekst hos parr på elv kan være en følge av høyere næringsinntak og annen type føde sammenlignet med innsjølevende parr.

Abstract

Length, growth and diet of river migrating and resident parr of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) were studied in the Dieset, Linnè and Straumsjøen watercourses on Svalbard in the summer of 2006. The sampling of Arctic charr was done by electric fishing, and took place during 25.-29. August in the Dieset watercourse, 4.-6. September in the Linnè watercourse, and 10.-11. July, 23.-25. July and 9.-10. August in the Straumsjøen watercourse. The parr were collected from two stations in each of the habitats river and lake, altogether 114, 126 and 236 charr from the three watercourses respectively. Lake Straumsjøen differs from Lake Dieset and Lake Linnè by being smaller and much shallower, with higher water temperature and presumed higher primary production.

In all watercourses some of the parr migrated from the lake into the river during the summer, and in the Dieset watercourse there was a clear pattern that parr caught in the river were longer than lake-dwelling parr of corresponding age. In the Linnè and Straumsjøen watercourses some age groups showed the same tendency. There were few significant differences in length between charr caught in the upper and lower part of the outlet rivers. In the Dieset and Linnè watercourses the annual growth of the charr was back-calculated from the otoliths, and there was a pattern that river migrating parr had had a better annual growth in previous years compared to parr remaining in the lake. This tendency was strongest in the Linnè watercourse, but the differences seldom reached a statistically significant level. No significant differences in growth (back-calculated) were found the first year of life between later migrating individuals and lake-dwelling individuals, although some of the parr migrated to the river at age 1+ both in the Dieset and Linnè watercourses.

In all watercourses larvae of chironomids made up a considerable part of the diet both for charr in the river and charr in the lake, while chironomid pupae were most important in the river. Caddis fly larvae (*Apatania zonella*) constituted an important element in the diet of charr in Lake Linnè and Lake Straumsjøen. Tadpole shrimps (*Lepidurus arcticus*) were found only in the diet of charr in the outlet river of Straumsjøen watercourse. In the Dieset watercourse and in the last fishing period in Straumsjøen watercourse, parr caught in the river had a significant higher stomach filling than parr caught in the lake. This was not showed neither for charr caught in the Linnè

watercourse nor for charr caught in the first two periods in the Straumsjøen watercourse. Parr in the Straumsjøen watercourse had a lower stomach filling than parr in the Dieset and Linnè watercourses, despite the larger size of the parr from the Straumsjøen watercourse.

The results indicate that parr of charr benefit from doing a seasonal migration to the river, as river migrating parr were generally larger than lake-dwelling individuals at the same age. There were no clear results neither on whether parr migrating to the lower parts of the outlet river were longer than parr migrating to the upper parts, nor if the individuals migrating to the river had had a better growth than lake-dwelling parr before the habitat change. The better growth of parr in the river might seem to be a consequence of higher food consumption and different kinds of food compared to lake-dwelling parr.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
2. Metode.....	4
2.1. Områdebeskrivelse	4
2.1.1. Diesetvassdraget	5
2.1.2. Linnèvassdraget.....	6
2.1.3. Straumsvassdraget	7
2.2. Fangst av røye.....	9
2.3. Prøvetaking i felt	10
2.4. Bearbeiding av materiale i laboratorium	10
2.4.1. Aldersbestemmelse.....	10
2.4.2. Sonemålinger	10
2.4.3. Mageprøver.....	11
2.5. Utrekninger og statistikk	12
3. Resultater	14
3.1. Lengde- og aldersfordeling.....	14
3.1.1. Diesetvassdraget	14
3.1.2. Linnèvassdraget.....	15
3.1.3. Straumsvassdraget	17
3.2. Årlig tilvekst.....	21
3.3. Diett	25
3.3.1. Diesetvassdraget	25
3.3.2. Linnèvassdraget.....	27
3.3.3. Straumsvassdraget	29
4. Diskusjon	33
4.1. Fangstresultat og habitatbruk	33
4.2. Lengde og vekst i elv og innsjø	34
4.3. Betydning av vekst og elvemigrasjon for fremtidig livshistoriestrategi	37
4.4. Diett	39
5. Konklusjon	44
6. Referanser.....	45

1. Innledning

Røye (*Salvelinus alpinus*) har en sirkumpolar utbredelse, og er den nordligste av alle ferskvannsfisker (Klemetsen et al. 2003). På Svalbard er røye eneste etablerte fisk i ferskvann, og den forekommer både i stasjonære og anadrome former (Svenning 1992 a, 2001). Per år 2000 var det registrert røye i 82 vann og vassdrag på Svalbard, hvorav sjørøye var påvist i om lag 30, men det oppdages stadig nye lokaliteter (Hansen og Overrein 2000). Røya på Svalbard lever under ekstreme miljøforhold. Vassdragene kjennetegnes ved lave temperaturer året igjennom og permanent eller langt isdekke (Svenning 1992 a, Vik 1998). Innsjøene kan ofte være dekket med is fra slutten av september til begynnelsen av august (Gulseth og Nilssen 2001). Røyas vekstsesong er derfor kort. Vassdrag som ligger nær isbreer kan bli tilgrumset om sommeren som følge av breslam, og siktedypet kan reduseres betraktelig (Svenning 1992 a). Om vinteren tørker alle elver og bekker på Svalbard ut (Hansen og Overrein 2000, Svenning 2000 b). Dette fører til at røya må oppholde seg i selve innsjøen på denne tiden, og gytingen må også foregå der (Svenning 2000 b). Selv om dårlige næringsforhold og lave vanntemperaturer kan føre til stagnasjon i veksten hos røye på Svalbard, kan noen likevel bli flere kilo. Veksten hos arktisk røye følger gjerne en sigmoidformet kurve med liten vekst de første årene, deretter kommer en periode med raskere vekst, før veksten igjen avtar hos gammel fisk (Svenning 2000 b). Perioden med rask vekst skyldes overgang til fiskediett eller sommervandringer til sjøen (Svenning 2000 b, Svenning og Gullestad 2002).

Reproduktiv suksess antas å ha positiv sammenheng med kroppsstørrelse hos fisk, og kroppsstørrelse er ofte begrenset av tilgang på næring. Denne tilgangen kan i visse tilfeller økes ved at fisken skifter habitat, og dermed unngår vekststagnasjon og tidlig modning (Jonsson og Jonsson 1993). I innsjøene på Svalbard kan løsningen på vekstproblemet være å migrere til havet, som spesielt i arktiske områder er mer næringsrikt enn ferskvannet (Svenning 2000 a). Anadromi, det vil si sesongmessig vandring fra ferskvann til saltvann, er et velkjent fenomen blant fiskearter i nordlige strøk, og er vist å kunne forekomme hos røyer på Svalbard fra de er omlag seks år gamle (Svenning 2000 b, Gulseth og Nilssen 2001, Svenning 2001). Parr som er under denne alderen vil som regel være for små til å smoltifisere og nyttiggjøre seg av næringen i havet. Derimot er det vist fra vassdrag på Svalbard at noe av røyeparren foretar sesongmessige habitatskifter fra innsjø

til elv, og at disse individene ser ut til å være større enn jevngamle individer som forblir i innsjøen sommeren igjennom (Gulseth og Nilssen 1999, Lange 2000). Dette kan tyde på at det lønner seg energimessig for ungfisken å vandre ut i elva om sommeren. Skogstad og Skogstad (2006) viste også at parr som vandret til nedre deler av elva var lengre enn parr som foretok vandringer til øvre deler av elva. Om fiskene skifter habitat fordi de har bedre vekst, eller om de har bedre vekst kun fordi de vandrer ut, er usikkert. Men individer som vokser raskt vil tidligere merke vekstbegrensninger innen habitatet, og vil antagelig være mer tilbøyelige til å flytte til bedre områder. Det antas derfor at individuell vekstrate er viktig for avgjørelsen om individet skal migrere eller forbli stasjonært (Jonsson og Jonsson 1993).

De tre vassdragene som inngår i denne oppgaven er Diesetvassdraget, Linnèvassdraget og Straumsjøvassdraget. I alle disse vassdragene er det en sameksistens mellom anadrom og stasjonær røye (Svenning og Gullestad 2002, Aas 2007, Svenning et al. 2007). Straumsjøen er en svært grunn innsjø, og den er betydelig mindre brepåvirket enn de to andre innsjøene. Linnèvassdraget er tidligere vist å ha lav artsdiversitet og lav tetthet av byttedyr (Svenning et al. 2007), mens Diesetvassdraget er antatt å ha en av verdens laveste fytoplanktonproduksjoner (Lund 1983). Det er derfor rimelig å forvente at ungfisken i Straumsjøvassdraget har bedre næringstilbud og vekst enn røya i Dieset- og Linnèvassdraget.

I arktiske innsjøer er både tetthet og diversitet av næringsdyr for fisk mer begrenset enn i innsjøer lenger sør, og mange av bunndyrene som er viktige for fisk på fastlandet er ikke funnet på Svalbard (Hansen og Overrein 2000, Svenning et al. 2007). De dominerende byttedyrene hos røye på øygruppen er larver og pupper av fjærmygg og vårfluer, samt noe zooplankton (vannlopper og hoppekreps) og fisk (Isdahl 2002, Madsen og Haugen 2003, Skogstad og Skogstad 2006, Svenning et al. 2007). Zooplankton er vist å være mest vanlig i røyas diett om høsten (Svenning 2001, Svenning et al. 2007), og det er i hovedsak fisk over 15-20 cm som er kannibaler (Svenning 1993, 2000 b, Svenning et al. 2007). Det er derfor trolig at dietten til røyene i denne undersøkelsen vil domineres av fjærmygg og vårfluer.

På bakgrunn av dette forventes følgende:

- røyeparr som har foretatt et sesongmessig habitatskifte til elva vil være lengre enn jevn gamle parr som forblir i innsjøen
- parr som vandrer til elva vil ha vokst bedre før habitatskiftet enn parr som forblir i innsjøen
- parr som vandrer til nedre deler av utløpselva vil være lengre enn parr som vandrer til øvre deler av utløpselva
- parr på elv vil ha høyere inntak av føde og/ eller spise annen type føde enn innsjølevende parr

2. Metode

2.1. Områdebeskrivelse

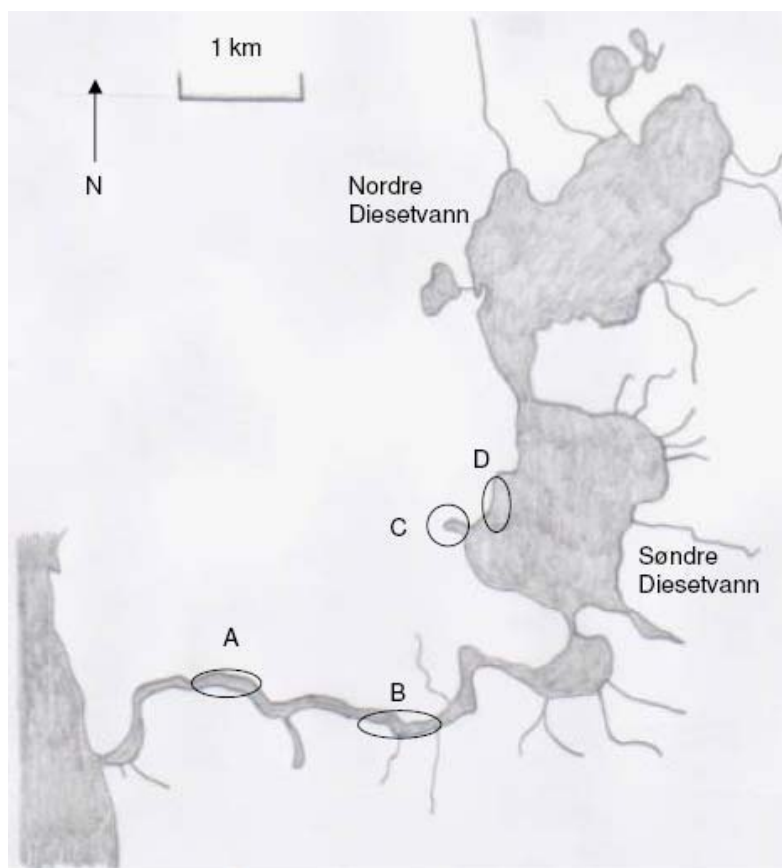
Svalbard (74-81°N, 10-35°Ø) (Figur 1) består av de fire store øyene Spitsbergen, Nordaustlandet, Edgeøya og Barentsøya, samt flere mindre øyer. Både Linnèvassdraget (78°3'N og 13°50'Ø), Diesetvassdraget (79°10'N, 11°20'Ø) og Straumsvassdraget (78°19'N, 14°7'Ø) er lokalisert på vestsiden av Spitsbergen. Klimaet her er typisk arktisk. Likevel har Svalbard relativt høye vintertemperaturer, noe som først og fremst skyldes at det kommer varm luft og temperert vann fra sør (Hisdal 1998). Om vinteren er det derfor varmere på Svalbard enn i mange andre arktiske områder. Øygruppen har generelt lite nedbør, og i lavlandet på vestkysten av Spitsbergen kommer det som regel mindre enn 400 mm nedbør årlig (Hisdal 1998).



Figur 1. Kart over Svalbard med Diesetvassdraget, Straumsvassdraget og Linnèvatnet avmerket (miljo.npolar.no/temakart).

2.1.1. Diesetvassdraget

Diesetvassdraget er lokalisert på Mitrahalvøya, og består av innsjøene Nordre og Søndre Diesetvann, flere mindre vann og Diesetelva (Figur 2). Total lengde på vassdraget er 10 km. Nordre og Søndre Diesetvann ligger på henholdsvis 22 og 23 meter over havet, og Nordre Diesetvann er størst. Tilsammen dekker de et område på 4 km². Største registrerte dybder er 33 m i Nordre Diesetvann og 18 m i Søndre Diesetvann (Gulseth og Nilssen 1999). Nedbørsfeltet er anslått til 57,3 km², og 31% av dette er dekket av breer (Gulseth og Nilssen 1999), hvorav den største er Dronningbreen. Breslam kan derfor føre til lavt siktedyp (noen få cm) om sommeren (Svenning 1992 a). Diesetelva renner ut i sørenden av Søndre Diesetvann. Den er ca 4 km lang, 5-30 m bred, 0,1–1,5 m dyp, og ender opp i en 150 meter lang lagune. Berggrunnen i området består av skifre, sandstein, kalkstein og størknede bergarter (Heintz 1998).



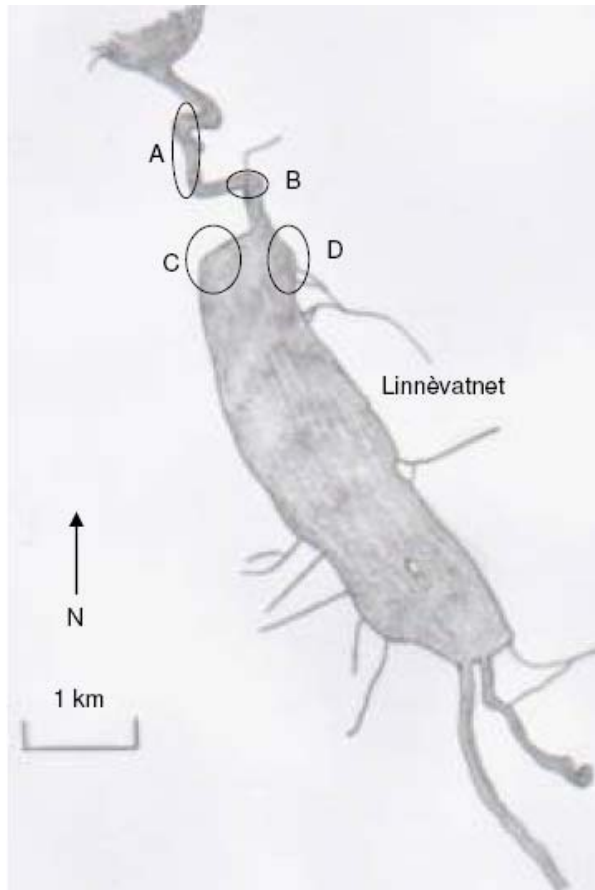
Figur 2. Oversiktskart over Diesetvassdraget som viser områder hvor det ble elektrofisket. A og B viser henholdsvis nedre og øvre stasjon i utløpselva, mens C og D viser de to stasjonene i innsjøen.

Vassføringa i Diesetelva har blitt anslått til omlag 20 m³/s i slutten av juni, 3 m³/s i juli og 0,3 m³/s i slutten av august (Gulseth og Nilssen 1999). I 1991-93 åpnet elva seg andre uka i juni, og både innsjøene og elva begynte å fryse til i midten av september (Gulseth og Nilssen 1999). Vanntemperaturen i elva økte da gradvis fra 0,1°C like etter isløsningen i juni til et toppunkt på 8,7°C i midten av august, før temperaturen falt til mindre enn 2°C i begynnelsen av september. I årene 1975-1996 ble den årlige gjennomsnittsnedbøren målt til 403 mm i Ny Ålesund, som ligger 40 km sørøst for Diesetvassdraget (Nordli et al. 1997). Av dette falt 130 mm fra juni og ut september. Gjennomsnittlig månedlig lufttemperatur i Ny-Ålesund oversteg 0°C kun i månedene juni til august (1935-1996) (Nordli et al. 1997). Vassdraget har en sameksistens av flere røymorfer. Gulseth og Nilssen (2001) foreslo at det finnes tre røymorfer i innsjøen: små ferskvannsstasjonære med dårlig vekst, store stasjonære som trolig er kannibaler, og anadrom røye (Gulseth og Nilssen 2001). Fra innsjøene ble det kun samlet inn røye fra Søndre Diesetvann.

2.1.2. Linnèvassdraget

Linnèvassdraget ligger på Nordenskiöldkysten ytterst i Isfjorden (Figur 3). Linnèvatnet ligger 10 meter over havnivå, og er den nest største innsjøen på Svalbard med sine 4,6 km². Den er 37 meter på det dypeste, og den nordligste delen er dypest (Bøyum og Kjensmo 1978). Innsjøen kan betegnes som oligotrof og kald monomiktisk. Som regel er vannet dekket av is fra om lag midten av oktober til midten av juli (Olsen 1998, Svenning et al. 2007). Isen er vanligvis helt klar, og den når en tykkelse på maksimum 1,5-2 meter. I vest og øst er innsjøen omringet av høye fjell. Den ca 1,5 km lange Linnèelva renner ut i nord, og forbinder innsjøen med Isfjorden. Nedbørsfeltet er om lag 55 km², og breer i nærheten (Vardebreen, Vøringbreen og Linnébreen) fører til at siktedypet om sommeren kan være bare noen få cm (Bøyum og Kjensmo 1978, Svenning et al. 2007). Berggrunnen i innsjøbassenget består for det meste av sandstein og skifer, mens store deler av nedbørsfeltet består av kalkstein (Bøyum og Kjensmo 1978). Gjennomsnittlig månedlig lufttemperatur ved Isfjord Radio (4 km fra Linnèvatnet) ligger over 0°C kun i perioden juni-september (1935-75) (Nordli et al. 1997). Gjennomsnittlig årsnedbør ved Isfjord Radio er 444 mm, hvorav 166 mm kommer i perioden fra juni til og med september (1935-76) (Nordli et al. 1997). I 1995-96 lå vanntemperaturen hele tiden under 1,3°C fra slutten av oktober til begynnelsen av juli, mens den steg til et maksimum på 3,6°C i begynnelsen av august (Svenning et al. 2007). Det lever både anadrom og stasjonær røye i Linnèvatnet. Vassføringa i Linnèelva er

relativt høy om sommeren, noe som gir den anadrome delen av røyebestanden tilgang til saltvann et par måneder i året (Svenning et al. 2007).

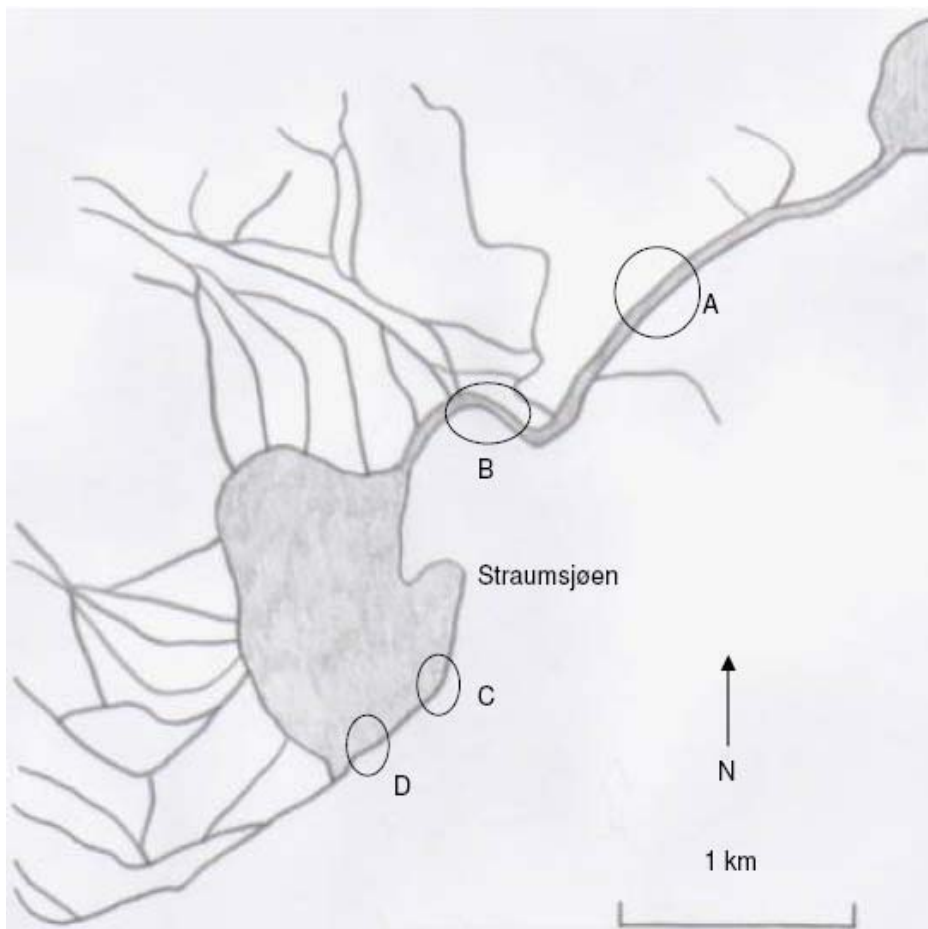


Figur 3. Oversiktskart over Linnèvassdraget som viser områder hvor det ble elektrofisket. A og B viser henholdsvis nedre og øvre stasjon i utløpselva, mens C og D viser de to stasjonene i innsjøen.

2.1.3. Straumsjøvassdraget

Straumsjøvassdraget ligger på Erdmanflya på vestre side av Isfjorden, 30 km vest for Longyearbyen (Figur 4). Straumsjøen ligger 15 meter over havnivå og dekker et område på i underkant av 1 km². Innsjøen er grunn, med største registrerte dybde på ca 5,4 m (Aas 2007), og det er den sørlige delen av innsjøen som er dypest (Svenning 1992 a). Berggrunnen i området består av skifre og sandstein (Heintz 1998). Nedbørsfeltet er på 14,5 km², hvorav 3,4 % er dekket av breer (Geabreen og Nansenbreen), og det består av omtrent like mye fjell som slettelandskap.

Smeltevann fra breene kan føre til lavt siktedyp om sommeren (Svenning 1992 a), og siktedypet har blitt målt til om lag 1 meter i august (Lange 2000). Utløpselva renner mot nordøst ut i Borebukta, og er omlag 2,3 km lang og 5-15 m bred. Vassføringen om sommeren er god og har blitt anslått til 3-5 m³/s i midten av juni og 0,1-0,2 m³/s i slutten av august (Lange 2000). Vanntemperaturen i sjøen ble i 2006 målt til 4°C i begynnelsen av juli, 11,5°C i slutten av juli, og 8°C i slutten av august (Aas 2007). Den gjennomsnittlige lufttemperaturen i Longyearbyen lufthavn ligger over 0°C kun fra juni til og med august (1976-1989), og gjennomsnittlig årsnedbør er 186 mm, hvorav 71 mm kommer i perioden fra juni og ut september (1976-1989) (Hanssen-Bauer et al. 1990). Det finnes både anadrom og stasjonær røye i Straumsjøen, men den anadrome delen av bestanden er funnet å være svært liten (Aas 2007).



Figur 4. Oversiktskart over Straumsjøvassdraget som viser områder hvor det ble elektrofisket. A og B viser henholdsvis nedre og øvre stasjon i utløpselva, mens C og D viser de to stasjonene i innsjøen.

2.2. Fangst av røye

Innsamlingen av røye ble utført 25.- 29. august i Diesetvassdraget, 4.-6. september i Linnèvassdraget, og i periodene 10.-11. juli (periode 1), 23.-25. juli (periode 2) og 9.-10. august (periode 3) i Straumsjøvassdraget. Røya ble samlet inn ved hjelp av elektrisk fiskeapparat. Apparatet var et likestrømsapparat av typen FA3, produsert av S. Paulsen. Det ble drevet av et batteri på 12 volt og hadde en effekt på 1000 watt. I innsjøene ble det fisket i grunnområdene langs land ned til omtrent 50 cm, og i elvene ble det fisket over hele tversnittet av elva der det var grunt nok, og langs land der det var dypere. I alle vassdragene ble det samlet inn fisk fra to stasjoner i hvert av habitatene elv og innsjø (Figur 2-4). I elva var det en nedre og en øvre stasjon (Figur 5), mens det i innsjøen ble valgt ut to tilfeldige stasjoner som lå et stykke fra hverandre. Fangstene fra de to stasjonene i innsjøen er i denne oppgaven slått sammen til ett materiale. Det ble fanget og lengdemålt tilsammen 114, 126 og 236 røyer fra henholdsvis Diesetvassdraget, Linnèvassdraget og Straumsjøvassdraget.



Figur 5. Fra øvre stasjon i Linnèelva. Linnèvatnet ligger til høyre bak på bildet (Foto: Jane Godiksen).

2.3. Prøvetaking i felt

All fisk som ble samlet inn ble avlivet. Fiskens gaffellengde (fra snutespiss til slutten av halefinnens midtstråle) ble målt til nærmeste mm, og otolittene (sagitta) ble tatt ut. Èn av otolittene ble oppbevart tørr, mens den andre ble lagt i etanol tilsatt litt glyserol. Spiserør og magesekk ble klippet av ved svelg og ved pylorus og lagt hele på etanol. Noen av de minste fiskene ble lagt hele på etanol for bearbeiding i laboratorium.

2.4. Bearbeiding av materiale i laboratorium

2.4.1. Aldersbestemmelse

Totalt ble 111, 120 og 218 røyer aldersbestemt fra henholdsvis Dieset-, Linnè- og Straumsjøvassdraget. Fiskene ble aldersbestemt ved hjelp av otolittene, da dette blir antatt å være den sikreste måten for aldersavlesing (Nordeng 1961, Kristoffersen 1982, 1995). Otolittene ble lagt i litt glyserol og studert gjennom stereolupe (16-40x) med skrått påfallende lys mot mørkt underlag. Antall hyaline soner (vintersoner) ble avlest. Begge otolittene ble avlest, og i tvilstilfeller ble otolitten med de tydeligste sonene benyttet til aldersbestemmelse. Dersom alderen var vanskelig å lese, ble otolittene delt og brent før aldersavlesing (Power 1978). Kun otolitter med relativt tydelige soner ble brukt i videre analyser. Alderen oppgis i denne oppgaven som antall levde vintersesonger, og en parr som betegnes som for eksempel tre år vil i virkeligheten være en 3+, det vil si tre vintre pluss en påbegynt fjerde sommeresesong.

2.4.2. Sonemålinger

Otolittene fra de innsamlede røyene i Dieset- og Linnèvassdraget ble tatt bilde av ved 40 x forstørrelse. Det ble ikke tatt bilde av otolittene fra røyene i Straumsjøvassdraget da disse ikke hadde like klare soner som otolittene fra de andre lokalitetene. Som regel ble det tatt bilde av begge otolittene, med mindre det kun var plass til én i bildet ved den forstørrelsen som ble brukt, eller kun den ene var intakt. Der begge otolittene var intakte, og det kun var plass til én otolitt, ble

otolitten fra venstre hjernehalvdel tatt bilde av. Ved hjelp av dataprogrammet ImageJ ble avstandene fra sentrum til spiss (rostrum) av otolittene målt. I tillegg ble avstandene fra sentrum av otolitten til slutten på hver hyaline sone mot spissen målt (Figur 6). Avstandene ble målt i piksler, og målingene ble foretatt på otolitten fra venstre hjernehalvdel med mindre denne var utydelig eller ikke intakt. Otolittlengde ble deretter plottet mot fiskelengde, og det ble funnet en regresjonslinje gjennom punktene. Røyenes tilvekst for hvert år ble tilbakeberegnet ved hjelp av formelen for denne regresjonslinja.



Figur 6. Otolitter fra tre år (3+) gammel røye fra Diesetvassdraget. På otolittene fra Dieset- og Linnèvassdraget ble avstanden fra sentrum til spiss (rostrum), samt avstanden fra sentrum til slutten på hver hyaline sone (vises som mørke ringer) mot spissen, målt som vist på bildet.

2.4.3. Mageprøver

Spiserør og mager ble klippet opp og magefyllingsgraden ble anslått til nærmeste 10 %. Ved fyllingsgrader under 10 % ble i tillegg 5, 3 og 1 % fyllingsgrad benyttet. Innholdet ble betraktet under stereolupe (6-40x) og delt i larver, pupper og imago av fjærmygg (Chironomidae), larver av vårfluen *Apatania zonella*, hoppekreps (Copepoda), spretthaler (Collembola), plantemateriale, uidentifiserbart materiale, stein, muslingkreps (Ostracoda), andre tovinger (Diptera), årevinger

(Hymenoptera), vannlopper (*Bosmina* sp.), amfipoder (*Gammarus* sp.), skjoldkrepsen *Lepidurus arcticus*, nematoder (Nematoda) og edderkoppdyr (Arachnida). Under stereolupe ble omtrentlig volumprosent av totalt mageinnhold for hver kategori anslått til nærmeste 10 %, og ved volumprosent under 10 % ble også 5, 3 og 1 volumprosent brukt.

2.5. Utregninger og statistikk

I de tilfellene hvor dataene var parametriske ble det foretatt t-tester (betegnes med t (test-observator), df (antall frihetsgrader) og P (sannsynlighetsverdi)), mens Mann-Whitney U-tester ble benyttet for ikke-parametriske data (betegnes med T (test-observator), n (antall) og P (sannsynlighetsverdi)). Alle tester ble utført i SigmaStat versjon 1.0, og de ble ansett som signifikante ved $P < 0,05$.

Dietten ble blant annet fremstilt ved å plote spesifikk volumprosent (spV%) mot frekvens (F_i) for hver byttedyrkategori. Spesifikk volumprosent er gitt ved:

$$\text{spV}\%_i = (\sum S_i / \sum S_{ii}) \times 100,$$

hvor S_i er fyllingsgraden (volum) av diettkategori i , og S_{ii} er den totale fyllingsgraden i de magene hvor diettkategori i finnes. Frekvens er gitt ved:

$$F_i = N_i / N,$$

hvor N_i er antall fisk som har spist byttedyrkategori i , og N er det totale antall fisk med mat i magen. Plottene viser generell viktighet av hver diettkategori og grader av individuell spesialisering i dietten hos en fiskepopulasjon (Amundsen et al. 1996).

Diettoverlapp ble beregnet ut fra Schoeners (1970) indeks:

$$D = (1 - 0,5 \sum |p_{xi} - p_{yi}|) \times 100,$$

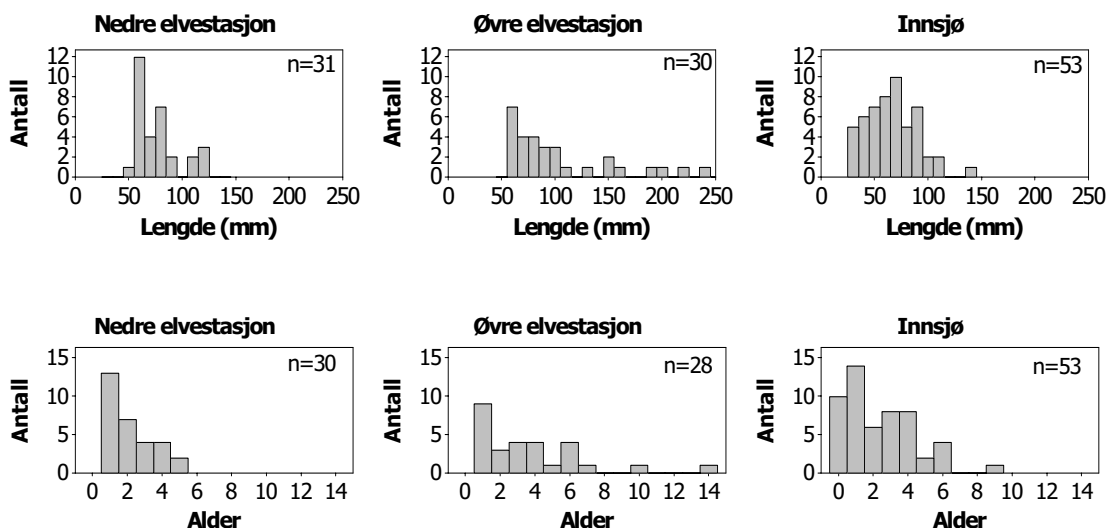
hvor p_{xi} er andelen av diettkategori i i dietten til predator x , og p_{yi} er andelen av diettkategori i i dietten til predator y . Når det er fullstendig diettoverlapp er $D=100$, mens $D=0$ betyr at det ikke er noe overlapp. Diettene anses som signifikant like ved $D>60$ (Wallace 1981), mens de betraktes som signifikant forskjellige ved $D<40$ (Ross 1986). På grunn av statistisk usikkerhet ble det ikke regnet diettoverlapp dersom én eller begge gruppene inneholdt fem eller færre fisk med mat i magen.

3. Resultater

3.1. Lengde- og aldersfordeling

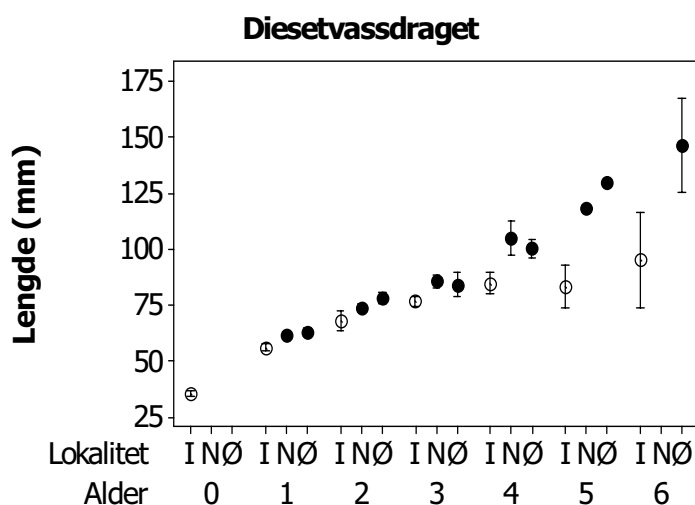
3.1.1. Diesetvassdraget

På den nedre fangststasjonen i utløpselva fra Diesetvannene ble det fanget 31 røyer i lengdeintervallet 54-120 mm, og med en gjennomsnittslengde ($\pm$ standardfeil) på 77 mm ($\pm$ 4 mm) (Figur 7). Disse var fra ett til fem år gamle (Figur 7). På den øvre stasjonen i elva ble det fanget 30 røyer i lengdeintervallet 56-235 mm, med en gjennomsnittslengde på 104 mm ($\pm$ 9 mm). Her varierte alderen fra sommergammel (0+) til 14 år, men kun to av individene var over sju år gamle. I Søndre Diesetvann ble det tatt 53 røyer med lengder 31-136 mm, og med en gjennomsnittslengde på 66 mm ($\pm$ 3 mm). Disse røyene var fra sommergamle til ni år gamle. Det var ingen signifikant forskjell i lengde- eller aldersfordeling mellom nedre og øvre stasjon i utløpselva (henholdsvis $T=1060,0$, $n=30$ og 31 , $P=0,0617$ og $T=945,0$, $n=28$ og 30 , $P=0,0650$), men røyene fanget på elv (nedre og øvre stasjon i utløpselva sett under ett) var signifikant lengre enn røyene fanget i innsjøen ($T=2427,0$, $n=53$ og 61 , $P=<0,0001$). Det var derimot ingen signifikant forskjell i aldersfordelingen mellom elv og innsjø ($T=2754$, $n=53$ og 58 , $P=0,2074$).



Figur 7. Lengde- og aldersfordeling av røyer fanget med elektrisk fiskeapparat i Søndre Diesetvann og på nedre og øvre stasjon i utløpselva fra vannet 25.-29. august 2006.

Røyene som ble fanget på elva var jevnt over lengre enn jevngamle individer fanget i Søndre Diesetvann (Figur 8), og denne forskjellen var signifikant for ett-åringer ($t=3,20$, $df=34$, $P=0,0030$), tre-åringer ($t=2,20$, $df=14$, $P=0,0454$), fire-åringer ($t=2,83$, $df=14$, $P=0,0133$) og fem-åringer ($t=4,46$, $df=3$, $P=0,0210$). Det ble ikke funnet noen lengdeforskjeller mellom jevngamle røyer tatt på øvre og nedre stasjon i utløpselva. På grunn av få individer eldre enn seks år ble det kun sett på lengde ved alder for sommergammel til seks år gammel fisk.

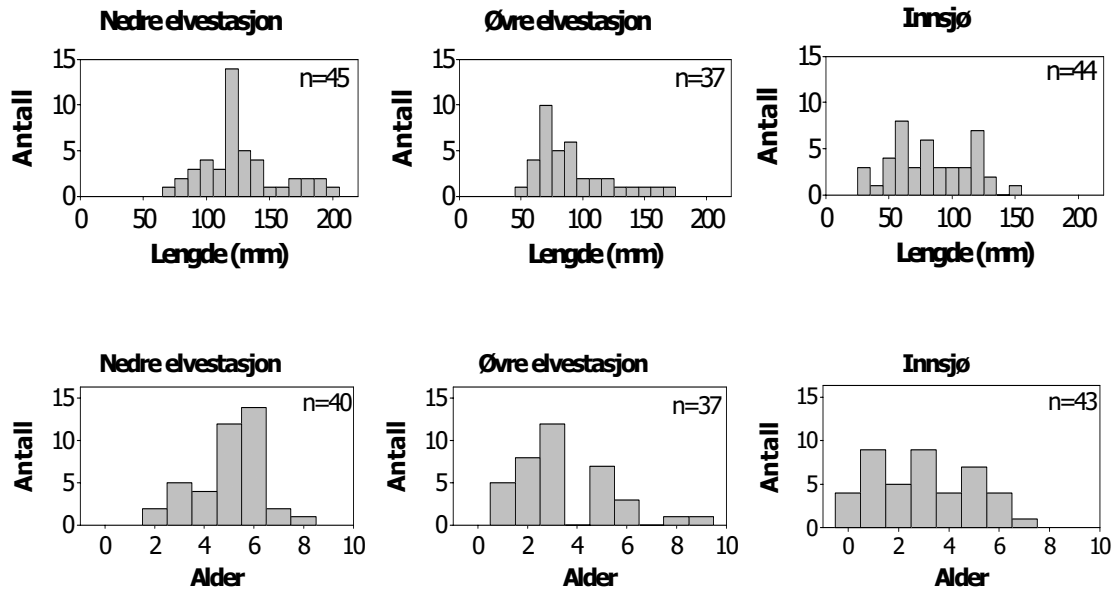


Figur 8. Gjennomsnittslengde (med standardfeil) for røyer i aldersklassene 0-6 år fanget i Søndre Diesetvann (I) (åpen sirkel) og på nedre (N) og øvre stasjon (Ø) stasjon i utløpselva fra vannet (lukket sirkel) 25.-29. august 2006. Gjennomsnittslengde er vist for alle grupper uavhengig av om dataene er parametriske eller ikke.

3.1.2. Linnèvassdraget

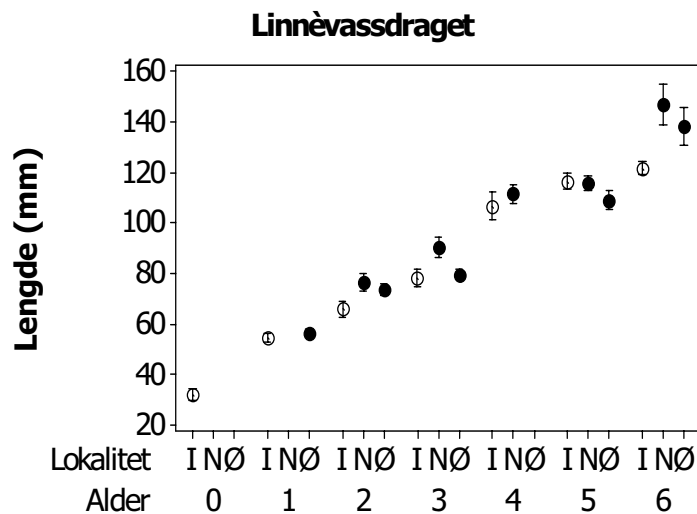
På den nedre stasjonen i utløpselva fra Linnèvatnet ble det fanget 45 røyer i lengdeintervallet 73-205 mm, med en gjennomsnittslengde på 126 mm (± 5 mm) (Figur 9). Røyene hadde en alder fra to til åtte år (Figur 9). På den øvre elvestasjonen ble det fanget 37 røyer fra 51-166 mm, med en gjennomsnittslengde på 90 mm (± 5 mm), og en alder fra ett til ni år. På stasjonene i innsjøen ble det tatt 44 røyer fra 28-149 mm, med en gjennomsnittslengde på 82 mm (± 5 mm). Disse var fra sommergamle til sju år gamle. På den nedre stasjonen i utløpselva var røyene signifikant lengre og eldre enn røyene på den øvre stasjonen (henholdsvis $T=1003,5$, $n=37$ og 45 , $P<0,0001$ og $T=1053,5$, $n=37$ og 40 , $P<0,0001$), og røyene fanget på elva var signifikant lengre og eldre enn de

som ble fanget i innsjøen (henholdsvis $T=2031,0$, $n=44$ og 82 , $P<0,0001$ og $T=2011,5$, $n=43$ og 77 , $P=0,0013$).



Figur 9 . Lengde- og aldersfordeling av røyer fanget med elektrisk fiskeapparat i Linnèvatnet og på nedre og øvre stasjon i utløpselva fra vatnet 4.-6. september 2006.

I Linnèvassdraget var to-åringer fanget på elva signifikant lengre enn jevngamle individer i innsjøen ($t=2,37$, $df=13$, $P=0,0339$) (Figur 10). Det ble ellers ikke funnet noen signifikante forskjeller i lengde ved alder mellom elv og innsjø. Tre-åringer fanget på nedre stasjon i utløpselva var signifikant lengre enn tre-åringer på øvre stasjon ($t=2,65$, $df=15$, $P=0,0183$), men det ble ikke funnet noen forskjeller for de andre aldersklassene. På grunn av få individer eldre enn seks år ble det kun sett på lengde ved alder for sommergammel til seks år gammel fisk.



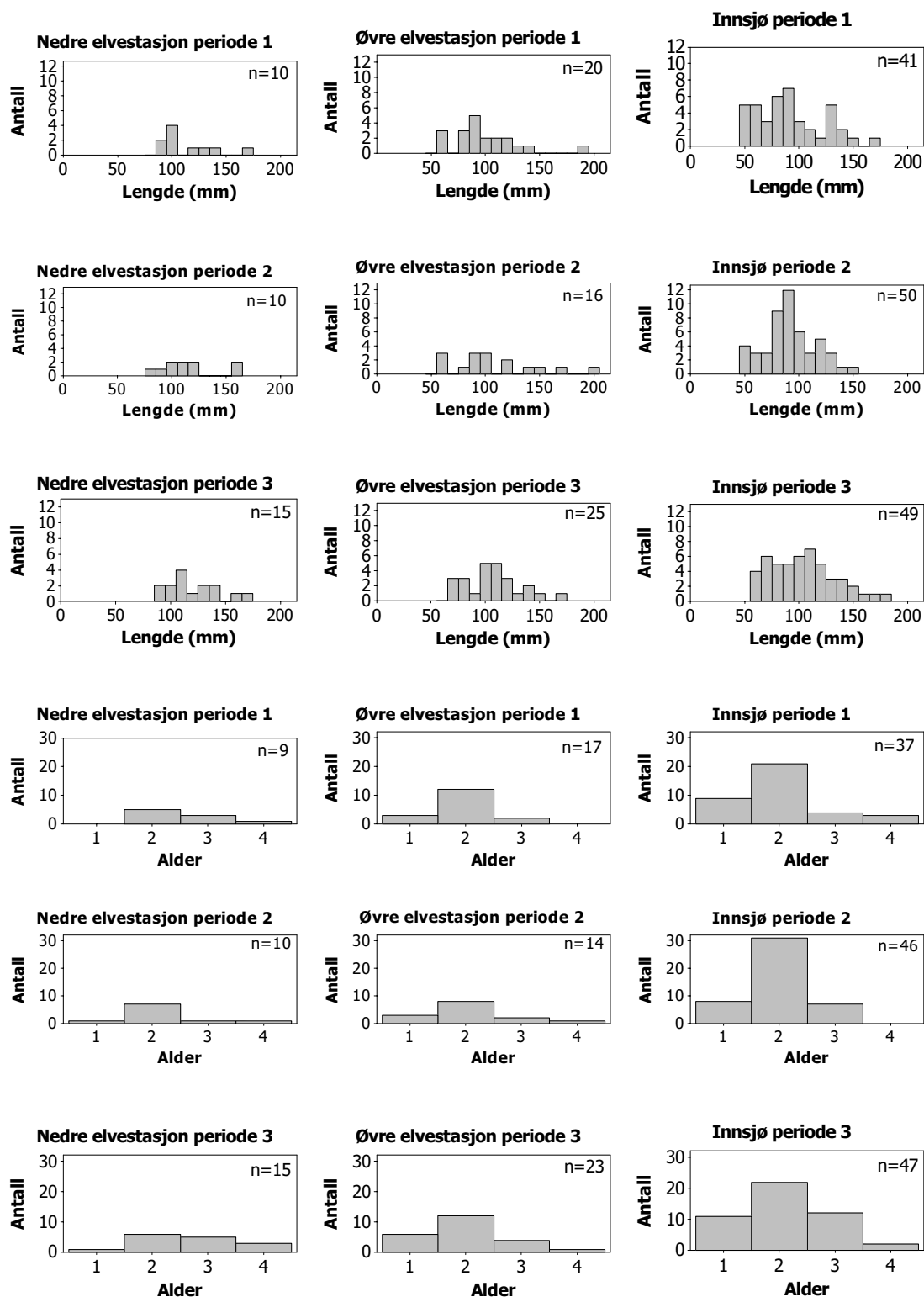
Figur 10. Gjennomsnittslengde (med standardfeil) for røyer i aldersklassene 0-6 år fanget i Linnèvatnet (I) (åpen sirkel) og på nedre (N) og øvre (Ø) stasjon i utløpselva (lukket sirkel) fra vatnet 4.-6. september 2006. Gjennomsnittslengde er vist for alle grupper uavhengig av om dataene er parametriske eller ikke.

3.1.3. Straumsjøvassdraget

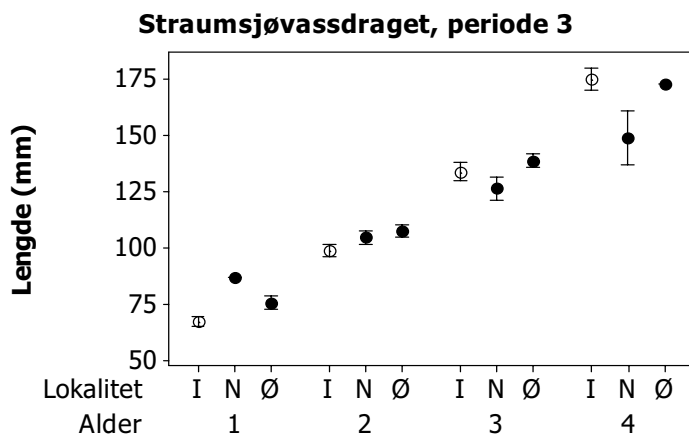
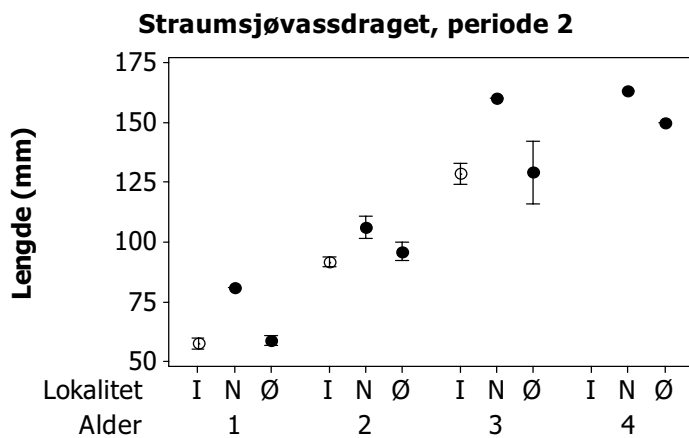
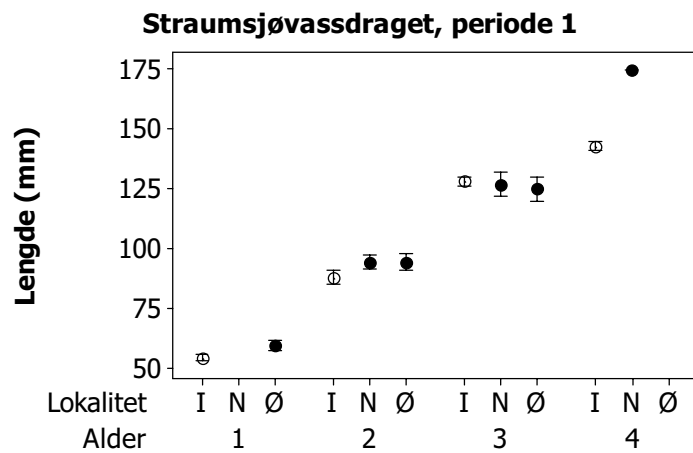
I løpet av de tre fangstperiodene i Straumsjøvassdraget ble det på nedre stasjon i utløpselva fanget 25 røyer i lengdeintervallet 81-175 mm (Figur 11). Gjennomsnittslengdene i de tre periodene var henholdsvis 113 mm (± 9 mm), 115 mm (± 9 mm) og 120 mm (± 6 mm), og røyene var henholdsvis i aldersklassene to til fire, ett til fire og ett til fire år (Figur 11). På den øvre stasjonen i utløpselva ble det tatt 61 røyer i løpet av de tre fangstperiodene. Disse var i lengdeintervallet 56-205 mm, og gjennomsnittslengdene i de tre periodene var henholdsvis 99 mm (± 7 mm), 108 mm (± 10 mm) og 107 mm (± 5 mm). Røyene var henholdsvis i aldersklassene ett til tre, ett til fire og ett til fire år. I Straumsjøen ble det tatt 140 røyer ved elektrofiske, og disse var i lengdeintervallet 50-180 mm. Gjennomsnittslengdene i de tre fangstperiodene var henholdsvis 91 mm (± 5 mm), 92 mm (± 3 mm) og 105 mm (± 4 mm), og røyene var henholdsvis ett til fire, ett til tre og ett til fire år gamle. To-åringer viste seg som den sterkeste aldersklassen på alle de tre stasjonene i alle de tre innsamlingsperiodene i Straumsjøvassdraget.

I periode 1 var lengde- og aldersforskjellene ikke signifikante, verken mellom røyer på de to stasjonene i utløpselva (henholdsvis $t=-1,27$, $df=28$, $P=0,2137$ og $T=155$, $n=9$ og 17 , $P=0,0738$) eller mellom røyer på elv og i innsjø (henholdsvis $T=1237$, $n=30$ og 41 , $P=0,0685$ og $T=891,5$, $n=26$ og 37 , $P=0,4093$). I periode 2 var det heller ingen signifikant lengde- eller aldersforskjell mellom røyer fanget på den nedre og den øvre stasjonen i utløpselva (henholdsvis $T=151$, $n=10$ og 16 , $P=0,4140$ og $T=131$, $n=10$ og 14 , $P=0,7462$). Røyene fanget på elva var derimot signifikant lengre enn individene i innsjøen ($t=-2,73$, $df=74$, $P=0,0079$), men det var ingen signifikant forskjell i aldersfordeling ($T=888,0$, $n=24$ og 46 , $P=0,6598$). I periode 3 var det ingen signifikant forskjell i lengde mellom de to stasjonene i utløpselva ($t=-1,60$, $df=38$, $P=0,1186$), men røyene på nedre stasjon i utløpselva var signifikant eldre enn røyene på øvre stasjonen ($T=362,5$, $n=15$ og 23 , $P=0,0376$). Mellom elv og innsjø ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller verken i lengde- ($t=-1,18$, $df=87$, $P=0,2426$) eller aldersfordeling ($T=1710,5$, $n=38$ og 47 , $P=0,5014$) i periode 3.

I periode 1 var det ingen signifikante forskjeller i lengde verken mellom jevngamle individer i innsjøen og på elva, eller mellom jevngamle individer på de to stasjonene i utløpselva i Straumsvassdraget (Figur 12). I periode 2 var to-åringer på elva signifikant lengre enn to-åringer i innsjøen ($T=447,5$, $n=15$ og 31 , $P=0,0268$), og i periode 3 var ett-åringer og to-åringer på elv signifikant lengre enn jevngamle individer i innsjøen (henholdsvis $t=2,64$, $df=16$, $P=0,0178$ og $t=2,09$, $df=38$, $P=0,0430$). Hos de resterende aldersklassene var det ingen signifikante forskjeller i lengde mellom elv og innsjø, og heller ikke mellom fisk fanget på de to elvestasjonene.



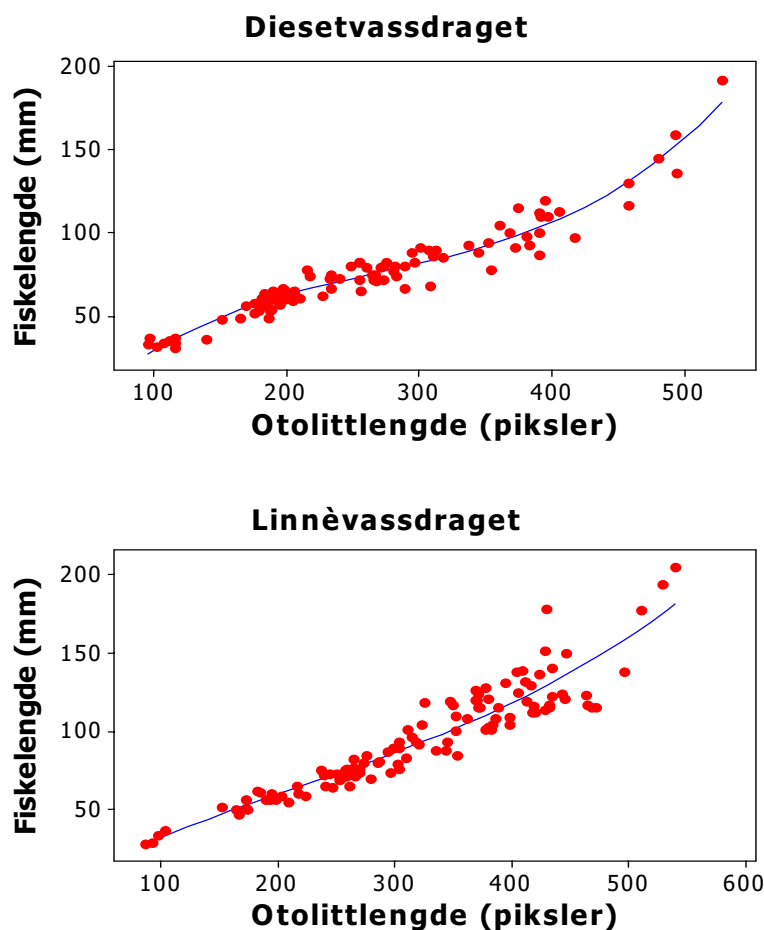
Figur 11. Lengde- og aldersfordeling av røyer fanget med elektrisk fiskeapparat i Straumnsjøen og på nedre og øvre stasjon i utløpselva fra sjøen i periode 1 (10.-11. juli), 2 (23.-25. juli) og 3 (9.-10. august).



Figur 12. Gjennomsnittslengde (med standardfeil) for røyer i aldersklassene 1-4 år fanget i Straumsvassdraget (I) (åpen sirkel) og på nedre (N) og øvre stasjon (Ø) stasjon i utløpselva (lukket sirkel) fra sjøen i periode 1 (10.-11. juli), 2 (23.-25. juli) og 3 (9.-10. august). Gjennomsnittslengde er vist for alle grupper uavhengig av om dataene er parametriske eller ikke.

3.2. Årlig tilvekst

Både i Dieset- og Linnèvassdraget kunne sammenhengen mellom otolittlengde og fiskelengde for sommergamle til seks år gamle røyer best beskrives ved hjelp av en tredjegradsfunksjon (Figur 13). For Diesetvassdraget ble regresjonslinja: $L = -38,97 + 0,9228 \cdot O - 0,002748 \cdot O^2 + 0,000003 \cdot O^3$ ($r^2=94,0$), hvor L er fiskelengde (mm) og O er otolittlengde (piksler). For Linnèvassdraget ble regresjonslinja: $L = -3,43 + 0,4090 \cdot O - 0,00666 \cdot O^2 + 0,000001 \cdot O^3$ ($r^2=87,6$). På grunn av få individer eldre enn seks år ble kun sommergammel til seks år gammel fisk brukt til å finne sammenhengen mellom otolittlengde og fiskelengde, og til å studere forskjeller i årlig tilvekst.



Figur 13. Sammenhengen mellom otolittlengde og fiskelengde for sommergamle til seks år gamle røyer fanget i Dieset- og Linnèvassdraget. Formlene for regresjonslinjene er $L = -38,97 + 0,9228 \cdot O - 0,002748 \cdot O^2 + 0,000003 \cdot O^3$ i Diesetvassdraget og $L = -3,43 + 0,4090 \cdot O - 0,00666 \cdot O^2 + 0,000001 \cdot O^3$ i Linnèvassdraget, hvor L er fiskelengde (mm) og O er otolittlengde (piksler).

Det var ingen klare forskjeller i tilbakeberegnet tilvekst for røyer i ulike alderklasser fanget på øvre og nedre stasjon i utløpselva i Diesetvassdraget (Tabell 1). Flere grupper har hatt større tilvekst på øvre stasjon enn på nedre stasjon, men denne forskjellen var kun signifikant for to-åringer i deres andre leveår ($t=-3,17$, $df=8$, $P=0,0132$). Ved sammenligning av røyer på elv og i innsjø var det en tendens til at røyene på elva jevnt over har hatt bedre årlig tilvekst enn røyene i innsjøen. Forskjellene var derimot ikke signifikante for noen grupper. I Linnèvassdraget var det ingen tendenser til forskjeller i årlig tilvekst mellom røyer fra øvre og nedre stasjon i utløpselva (Tabell 1), men det var en tendens til at røyer i elva jevnt over har hatt bedre tilvekst enn røyer i innsjøen. Tilveksten var signifikant høyere hos tre-åringer og fire-åringer på elv i deres andre leveår i forhold til hos jevngamle røyer fanget i innsjøen (henholdsvis $t=2,23$, $df=24$, $P=0,0356$ og $t=4,98$, $df=6$, $P=0,0025$). Derimot var tilveksten i fjerde leveår hos fem-åringer større i innsjøen enn i elva ($t=-2,27$, $df=22$, $P=0,0335$). Selv om det ikke var noen signifikante forskjeller, var det både i Dieset- og Linnèvassdraget en tendens til at røyparr som ble fanget på elva hadde vært større første leveår enn parr som ble fanget i innsjøen.

Tabell 1. Tilbakeberegnet årlig gjennomsnittstilvekst (med standardfeil) (mm) for årsklassene 2000-2006 (aldersklassene 0-6 år) på nedre og øvre stasjon i utløpselva og i innsjøen i Dieset- og Linnèvassdraget. Siste tall i hver rekke viser tilveksten sommersesongen 2006 fram til fangsttidspunkt og dekker derfor ikke et helt leveår. Gjennomsnittslengde er vist for alle grupper uavhengig av om dataene er parametriske eller ikke. Grupper med signifikante forskjeller er vist med uthevet skrift.

Nedre stasjon i utløpselva i Diesetvassdraget							
Årsklasse	Årlig tilvekst (med standardfeil) (mm) i leveår:						
	1	2	3	4	5	6	7
2006	-						
2005	43,8 (±0,6)	14,7 (±0,4)					
2004	40,9 (±1,5)	19,4 (±0,7)	6,9 (±0,7)				
2003	40,9 (±2,1)	16,3 (±1,6)	9,7 (±1,8)	4,5 (±0,7)			
2002	41,7 (±1,2)	17,0 (±2,2)	8,5 (±1,3)	6,4 (±0,2)	5,6 (±1,0)		
2001	42,2 (±0,4)	18,6 (±1,0)	7,0 (±0,7)	5,3 (±0,5)	5,9 (±0,7)	9,5 (±4,4)	
2000	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 1 fortsettelse

Øvre stasjon i utløpselva i Diesetvassdraget

Årsklasse	Årlig tilvekst (med standardfeil) (mm) i leveår:						
	1	2	3	4	5	6	7
2006	-						
2005	42,1 (±1,8)	15,6 (±1,2)					
2004	36,6 (±2,3)	23,4 (±1,1)	7,7 (±1,0)				
2003	42,5 (±3,0)	17,7 (±2,1)	8,5 (±0,3)	3,7 (±0,3)			
2002	41,8 (±2,1)	18,7 (±0,8)	8,7 (±1,1)	5,7 (±0,6)	4,9 (±0,4)		
2001	40,4 (-)	21,5 (-)	8,5 (-)	7,4 (-)	6,0 (-)	11,6 (-)	
2000	36,6 (±2,7)	18,6 (±1,4)	9,4 (±0,5)	6,0 (±0,5)	5,1 (±0,3)	9,7 (±2,2)	16,3 (±5,5)

Søndre Diesetvann

Årsklasse	Årlig tilvekst (med standardfeil) (mm) i leveår:						
	1	2	3	4	5	6	7
2006	33,5 (±1,8)						
2005	41,5 (±0,8)	15,5 (±1,1)					
2004	35,5 (±1,7)	22,2 (±2,7)	8,1 (±0,1)				
2003	39,2 (±0,9)	16,9 (±1,5)	9,3 (±0,6)	4,6 (±0,5)			
2002	41,0 (±2,1)	16,4 (±0,5)	7,4 (±0,5)	5,3 (±0,3)	4,6 (±0,4)		
2001	41,9 (-)	11,1 (-)	7,1 (-)	5,0 (-)	3,2 (-)	1,9 (-)	
2000	38,2 (±1,7)	16,1 (±1,3)	10,6 (±1,8)	6,1 (±0,7)	4,9 (±0,8)	6,8 (±1,6)	9,4 (±3,5)

Tabell 1 fortsettelse

Nedre stasjon i utløpselva i Linnèvassdraget

Årsklasse	Årlig tilvekst (med standardfeil) (mm) i leveår:						
	1	2	3	4	5	6	7
2006	-						
2005	-	-					
2004	48,1 (±1,2)	18,7 (±0,7)	10,9 (±0,7)				
2003	41,4 (±1,1)	18,7 (±1,2)	14,8 (±0,5)	11,7 (±1,2)			
2002	43,1 (±1,8)	21,1 (±0,7)	16,8 (±2,2)	17,2 (±1,4)	12,8 (±1,9)		
2001	42,3 (±1,2)	17,0 (±0,8)	15,0 (±0,7)	16,1 (±1,1)	15,1 (±1,7)	12,1 (±1,9)	
2000	39,5 (±1,1)	17,4 (±0,8)	14,6 (±0,8)	14,6 (±1,3)	14,5 (±1,1)	15,8 (±2,1)	11,1 (±1,3)

Øvre stasjon i utløpselva i Linnèvassdraget

Årsklasse	Årlig tilvekst (med standardfeil) (mm) i leveår:						
	1	2	3	4	5	6	7
2006	-						
2005	43,2 (±1,0)	13,4 (±1,3)					
2004	45,3 (±0,8)	17,0 (±1,1)	12,2 (±1,1)				
2003	42,7 (±1,6)	18,8 (±0,9)	13,5 (±1,0)	9,9 (±0,8)			
2002	-	-	-	-	-		
2001	43,5 (±1,7)	17,0 (±1,3)	12,9 (±1,6)	15,3 (±1,3)	14,2 (±0,7)	12,3 (±1,7)	
2000	39,3 (±2,5)	16,6 (±0,8)	17,5 (±3,2)	14,4 (±1,2)	19,2 (±3,7)	16,3 (±0,4)	17,2 (±7,2)

Tabell 1 fortsettelse

Linnèvatnet

Årsklasse	Årlig tilvekst (med standardfeil) (mm) i leveår:						
	1	2	3	4	5	6	7
2006	30,2 ($\pm 1,0$)						
2005	40,8 ($\pm 1,2$)	13,4 ($\pm 0,9$)					
2004	43,5 ($\pm 1,6$)	15,8 ($\pm 1,2$)	9,8 ($\pm 1,2$)				
2003	40,6 ($\pm 0,5$)	16,3 ($\pm 0,8$)	14,2 ($\pm 1,2$)	10,1 ($\pm 0,6$)			
2002	40,2 ($\pm 0,8$)	15,9 ($\pm 0,8$)	16,7 ($\pm 0,8$)	15,5 ($\pm 1,8$)	12,7 ($\pm 2,1$)		
2001	44,6 ($\pm 1,5$)	16,2 ($\pm 1,6$)	15,2 ($\pm 1,2$)	19,3 ($\pm 1,0$)	18,1 ($\pm 1,1$)	14,3 ($\pm 1,1$)	
2000	36,6 ($\pm 1,6$)	15,9 ($\pm 0,9$)	13,2 ($\pm 0,8$)	13,0 ($\pm 0,6$)	14,0 ($\pm 1,1$)	11,4 ($\pm 0,8$)	7,3 ($\pm 0,4$)

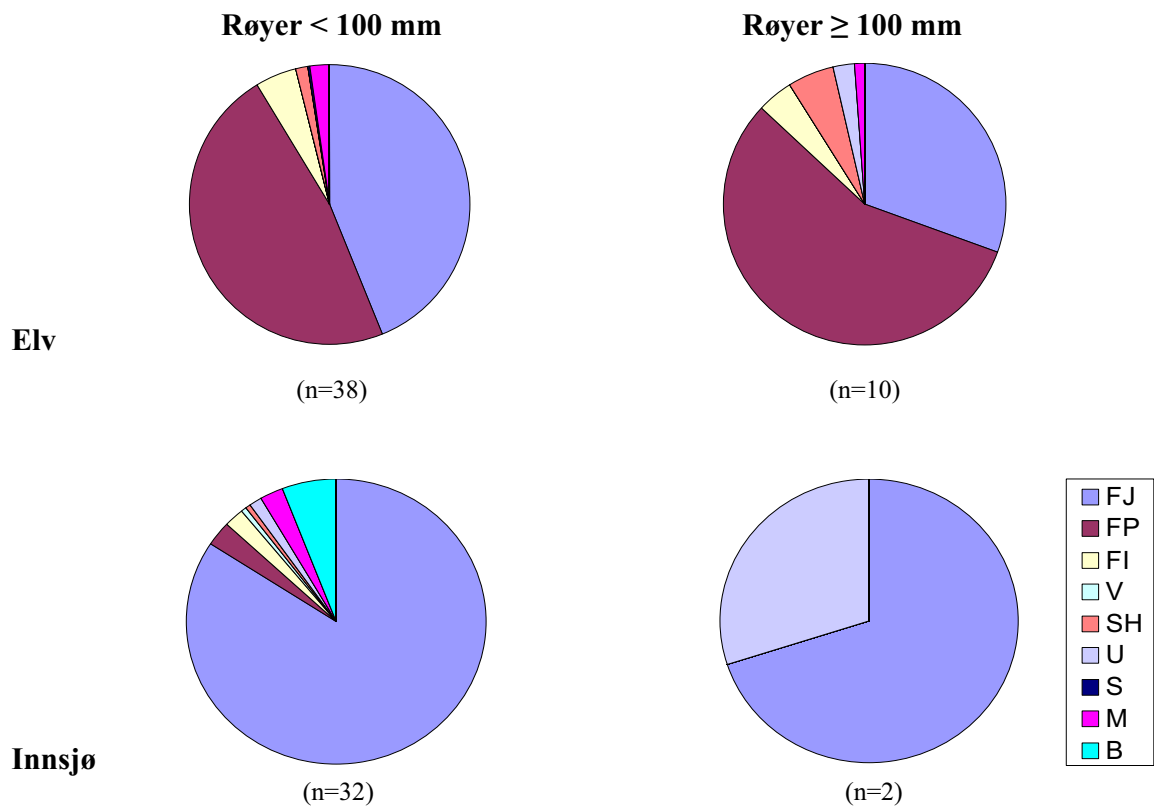
3.3. Diett

Larver, pupper og imago av fjærmygg, vårfluelarver, spretthaler og muslingkreps forekom i dietten hos røyer fra alle vassdragene. Hoppekreps ble funnet i mageprøver fra Linnèvassdraget, vannlopper forekom i mageprøver fra Diesetvassdraget, mens skjoldkreps, nematoder og et eksemplar av en amfipode ble funnet i mageprøver fra Straumsjøvassdraget. Om nematodene var næringsdyr eller parasitter er usikkert. I tillegg ble det funnet noen få rester av terrestriske tovinger (imago), årevinger og edderkoppdyr, samt noe plantemateriale, stein og uidentifiserbart materiale.

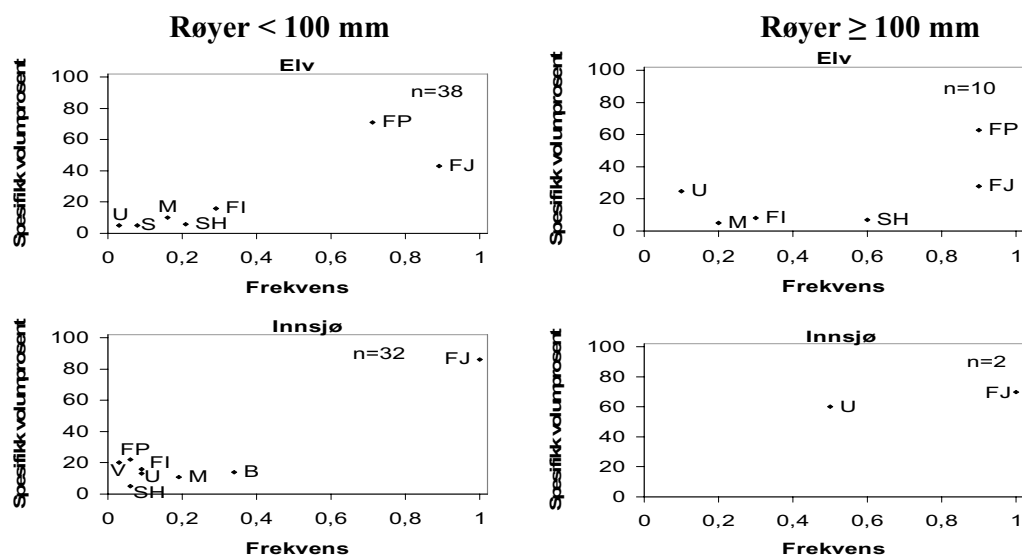
3.3.1. Diesetvassdraget

I Diesetvassdraget ble det funnet klare forskjeller i diett mellom røyparr fanget på elv og parr fanget i innsjøen. I innsjøen var dietten dominert av fjærmygglarver både hos røye under 100 mm (84 % av mageinnholdet) og over 100 mm (70 %), mens begge lengdeklasser av røye fanget på elv hadde stor andel både av fjærmygglarver (henholdsvis 44 og 31 %) og –pupper (henholdsvis 48 og 57 %) (Figur 14 og 15). Videre ble *Bosmina* sp. kun funnet i mageprøver fra røyer under 100 mm fanget i innsjøen. Fyllingsgraden var signifikant høyere hos røye fanget på elv (45,0 %) enn hos

røye fanget i innsjøen (19,4 %) (T=2044,5, n=48 og 60, P<0,0001). Det var et signifikant diettoverlapp mellom røyer med lengder over og under 100 mm på elv (D=86,0 %) (Tabell 2), da fjærmygglarver og –pupper dominerte i dietten hos begge lengdeklasser.



Figur 14. Mageinnhold (volum%) til røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm fanget i Søndre Diesetvann og i utløpselva fra vannet 25.-29. august 2006. FJ= fjærmygglarver, FP=fjærmyggpupper, FI= fjærmygg imago, V=vårfluelarver, SH=spretthaler, U=uidentifiserbart materiale, S=stein, M=muslingkreps, B=Bosmina sp. n=antall røyer med mat i magen.



Figur 15. Mageinnhold til røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm fanget i Søndre Diesetvann og i utløpselva fra vannet 25.-29. august 2006, fremstilt som frekvens mot spesifikk volumprosent. FJ=fjærmygglarver, FP=fjærmyggpupper, FI=fjærmygg imago, V=vårfluelarver, SH=spretthaler, U=uidentifiserbart materiale, S=stein, M=muslingkreps, B=Bosmina sp. n=antall røyer med mat i magen.

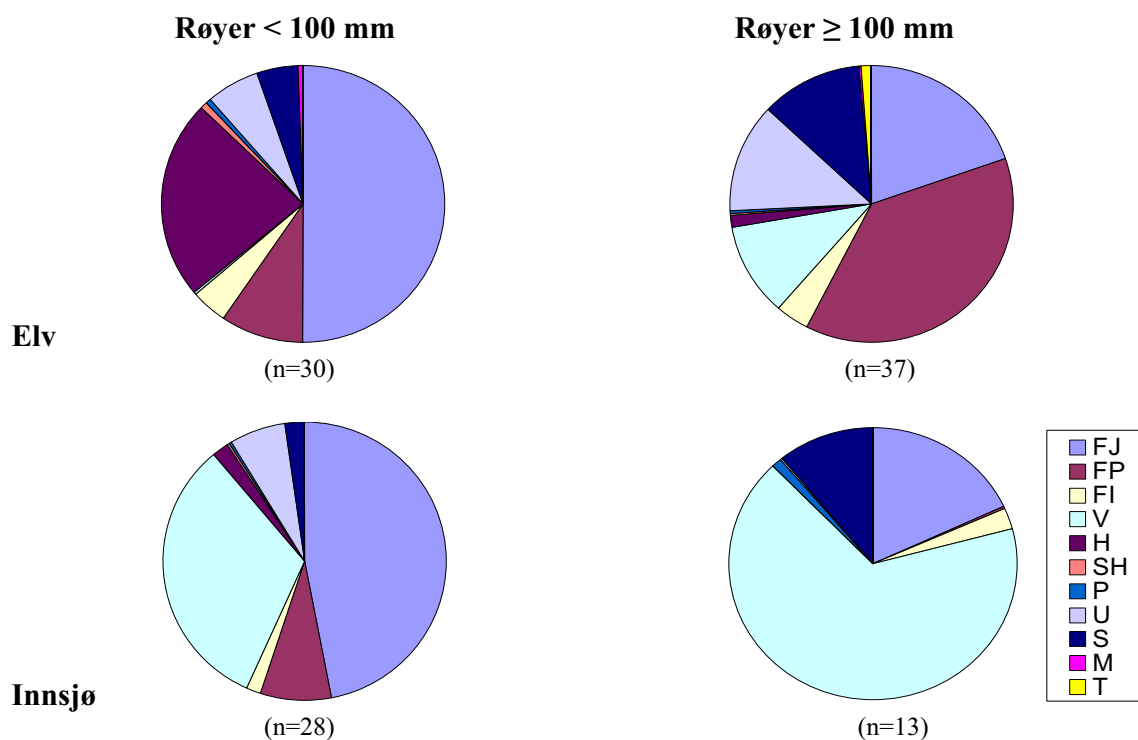
Tabell 2. Diettoverlapp mellom røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm på elv og innsjø i de ulike vassdragene gitt ved Schoeners indeks. På grunn av statistisk usikkerhet er det ikke tatt med verdier der én eller begge gruppene har fem eller færre fisk med mat i magen.

Sted	Elv vs. innsjø		< 100 mm vs. ≥ 100 mm	
	< 100 mm	≥ 100 mm	Elv	Innsjø
Diesetvassdraget	52,3%	-	86,0%	-
Linnèvassdraget	69,3%	50,0%	53,4%	63%
Straumsvassdraget, periode 1	75,3%	-	-	-
Straumsvassdraget, periode 2	55,2%	-	-	-
Straumsvassdraget, periode 3	-	42,0%	-	62,9%

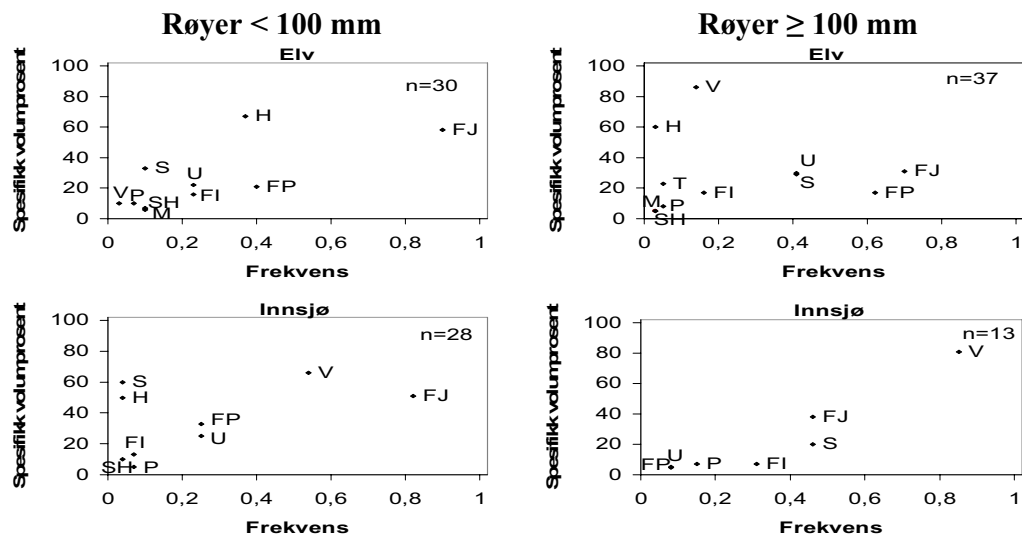
3.3.2. Linnèvassdraget

Røyer fanget i Linnèvassdraget hadde jevnt over en mer variert diett enn røyer i Diesetvassdraget. For røyer under 100 mm fanget på elv bestod hoveddelen av dietten av fjærmygglarver (50 %), samt endel hoppekreps (24 %) og fjærmyggpupper (9 %) (Figur 16 og 17). Røyer over 100 mm fra

samme habitat hadde en overvekt av fjærmyggpupper (38 %) og –larver (20 %) i dietten, i tillegg til noe vårfluelarver (11 %). Både for røyer under og over 100 mm i innsjøen dominerte fjærmygglarver (henholdsvis 47 og 18 %) og vårfluelarver (henholdsvis 32 og 67 %). Fyllingsgraden var signifikant høyere for røyer fanget i innsjøen (54,8 %) enn for røyer fanget på elv (42,1 %) ($T=3064,0$, $n=44$ og 77 , $P=0,0409$). Det ble funnet et signifikant diettoverlapp mellom røyer under 100 mm tatt på elv og i innsjø ($D=69,3$ %) (Tabell 2), noe som antagelig skyldes det store innslaget av fjærmygglarver og –pupper i dietten. Det ble også funnet diettoverlapp mellom røyer under og over 100 mm i innsjøen ($D=63,0$ %), noe som er en konsekvens av at fjærmygglarver og vårfluelarver utgjør hovedbestanddelene i dietten hos begge lengdeklasser.



Figur 16. Mageinnhold (volum%) til røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm fanget i Linnèvatnet og i utløpselva fra vatnet 4.-6. september 2006. FJ= fjærmygglarver, FP=fjærmyggpupper, FI= fjærmygg imago, V=vårfluelarver, H=hoppekreps, SH=spretthaler, P=plantemateriale, U=uidentifiserbart materiale, S=stein, M=muslingkreps, T=terrestriske tovinger (imago). n=antall røyer med mat i magen.



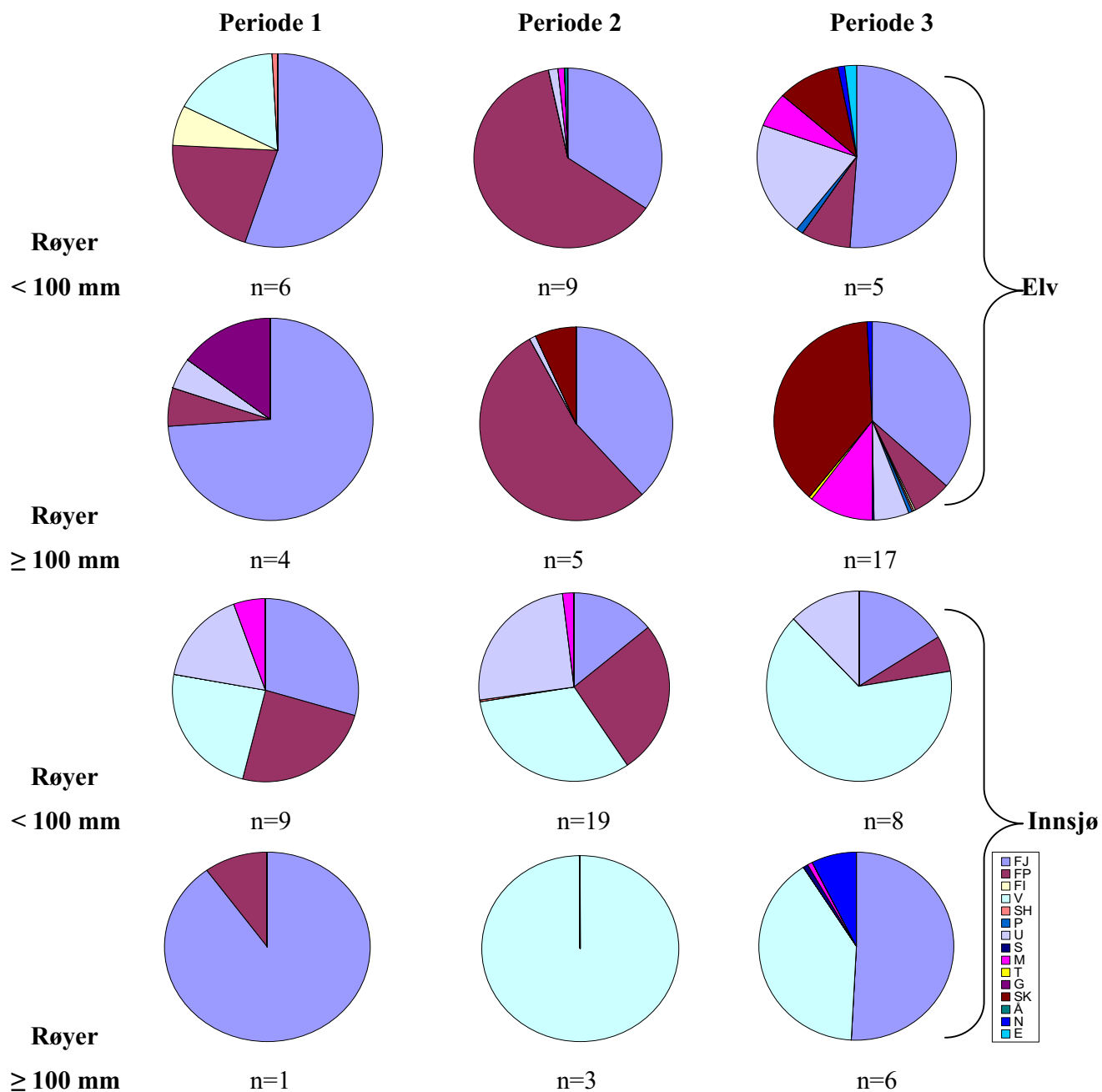
Figur 17. Mageinnhold til røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm fanget i Linnèvatnet og i utløpselva fra vatnet 4.-6. september 2006, fremstilt som frekvens mot spesifikk volumprosent. FJ=fjærmygg larver, FP=fjærmygg pupper, FI=fjærmygg imago, V=vårfluelarver, H=hoppekreps, SH=spretthaler, P=plantemateriale, U=uidentifiserbart materiale, S=stein, M=muslingkreps, T=terrestriske tovinger(imago). n=antall røyer med mat i magen.

3.3.3. Straumsjøvassdraget

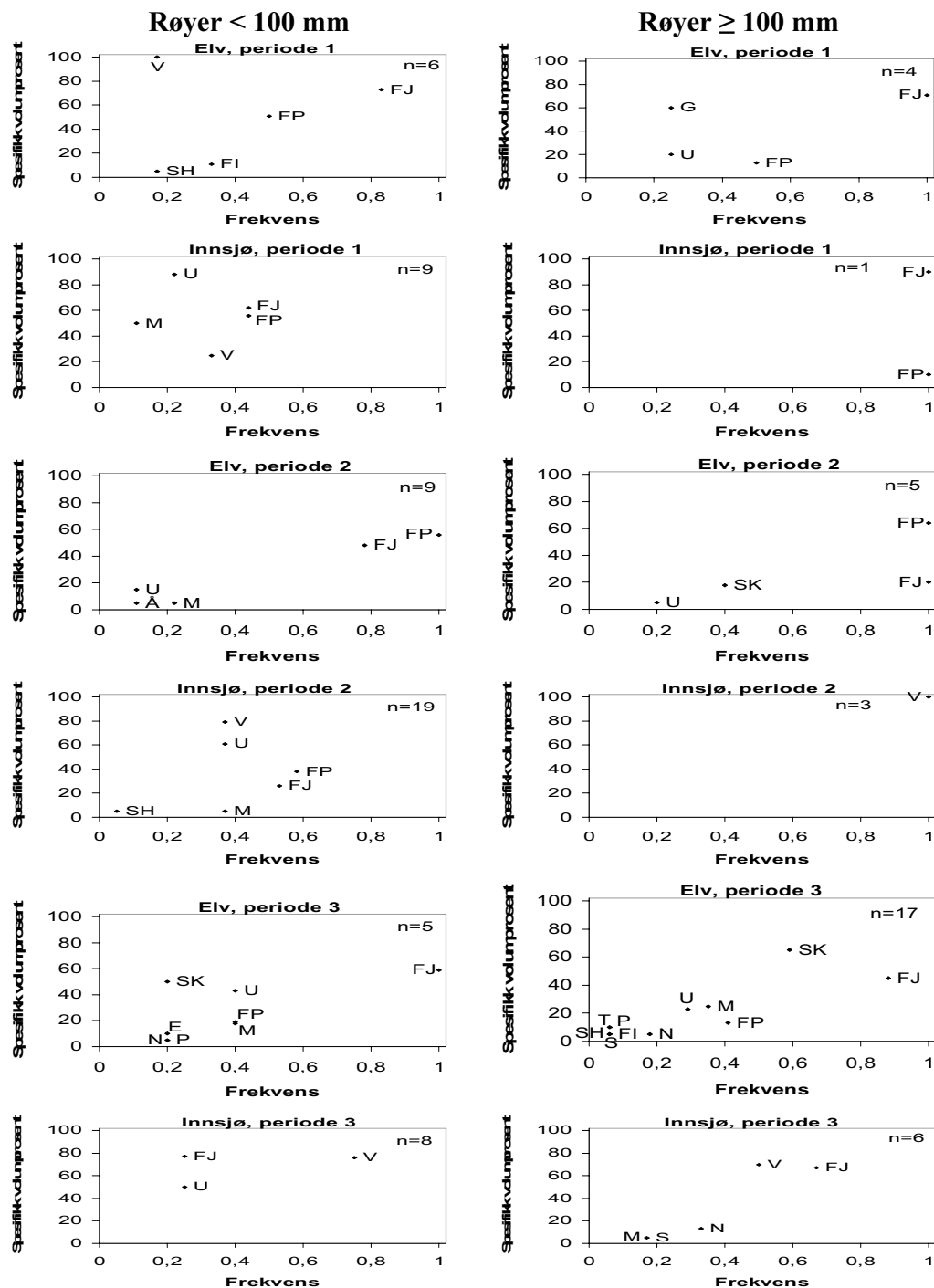
Den største forskjellen mellom dietten til røyer fanget på elv og røyer fanget i innsjøen i Straumsjøvassdraget var et større innslag av vårfluelarver i dietten hos innsjølevende røyer, mens elvelevende røyer hadde noe skjoldkreps og en større andel fjærmygg (larver og pupper) i dietten. For røyer under 100 mm fanget på elv bestod dietten i stor grad av fjærmygg larver og -pupper i alle tre periodene (henholdsvis 55, 34 og 51 %, og 21, 62 og 8 %) (Figur 18 og 19). Vårfluelarver ble kun funnet i mageprøver fra denne gruppen i periode 1, mens skjoldkreps kun forekom i dietten i periode 3. Også for røyer over 100 mm på elv var fjærmygg larver en viktig bestanddel i dietten i alle tre periodene (henholdsvis 74, 38 og 36 %), mens fjærmygg pupper kun utgjorde en betydelig andel i periode 2 (54 %). *Gammarus* sp. forekom i mageprøver fra denne lengdeklassen i periode 1, men kun i én enkelt røye. Skjoldkreps ble funnet i mageprøvene allerede i periode 2 (7 %), og dette byttedyret ble enda viktigere i periode 3 (38 %).

Vårfluelarver utgjorde en mye viktigere del av røyenes diett i innsjøen i forhold til på elva, og dette næringsdyret hadde økende betydning i dietten til røyer under 100 mm i innsjøen gjennom sommeren (henholdsvis 24, 32 og 65 %) (Figur 18 og 19). For denne lengdeklassen utgjorde i tillegg fjærmygglarver henholdsvis 29, 14 og 16 % av dietten i de tre periodene, mens fjærmyggpupper utgjorde henholdsvis 24, 26 og 6 %. For røyer over 100 mm i innsjøen var fjærmygglarver et viktig byttedyr i periode 1 og 3 (henholdsvis 90 og 36 %). Vårfluelarver utgjorde også en viktig del av dietten i periode 3 (40 %), mens dette næringsdyret dominerte dietten fullstendig i periode 2 (100 %). I denne lengdeklassen var det imidlertid kun tre individer med mat i magen i periode 2, og kun ett individ i periode 1.

Den gjennomsnittlige fyllingsgraden var lavere i innsjøen (13,1 %) enn på elv (21,5 %) i periode 1, men denne forskjellen ble ikke funnet å være signifikant ($T=1145,0$, $n=30$ og 41 , $P=0,4516$). I periode 2 var fyllingsgraden noe høyere i innsjøen (21,4 %) enn på elv (20,8 %), men heller ikke denne forskjellen var signifikant ($T=1033,0$, $n=26$ og 50 , $P=0,7299$). Derimot var fyllingsgraden signifikant lavere hos individer fanget i innsjøen (11,3 %) enn hos individer tatt på elv (29,8 %) ($T=2109,5$, $n=40$ og 49 , $P=0,0107$) i periode 3. I periode 1 var det et signifikant diettoverlapp mellom røyer under 100 mm på elv og i innsjø ($D=75,3$ %) (Tabell 2), noe som skyldes at vårfluelarver, fjærmygglarver og fjærmyggpupper var de viktigste næringsgruppene hos begge lengdeklassene. Dominans av fjærmygglarver og vårfluelarver hos begge lengdeklasser førte også til at det var et signifikant diettoverlapp mellom røyer over og under 100 mm i innsjøen ($D=62,9$ %).



Figur 18. Mageinnhold (volum%) til røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm fanget i Straumsjøen og i utløpselva fra sjøen i periode 1 (10.-11. juli), 2 (23.-25. juli) og 3 (9.-10. august). FJ=fjærmygglarver, FP=fjærmyggpupper, FI=fjærmygg imago, V=vårfluelarver, SH=spretthaler, P=plantemateriale, U=uidentifiserbart materiale, S=stein, M=muslingkreps, T=terrestriske tovinger, G=Gammarus sp., SK=skjoldkreps, Å=årevinger, N=nematoder, E=edderkoppdyr. n=antall røyer med mat i magen.



Figur 19. Mageinnhold til røyer i lengdeklassene < 100 mm og ≥ 100 mm fanget i Straumsjøen og i utløpselva fra sjøen i periode 1 (10.-11. juli), 2 (23.-25. juli) og 3 (9.-10. august), fremstilt som frekvens mot spesifikk volumprosent. FJ=fjærmygg larver, FP=fjærmygg pupper, FI=fjærmygg imago, V=vårfluelarver, SH=spretthaler, P=plantemateriale, U=uidentifisert materiale, S=stein, M=muslingkreps, T=terrestriske tovinger imago, G=Gammarus sp., SK=skjoldkreps, Å=årevinger, N=nematoder og E=edderkoppdyr. n=antall røyer med mat i magen.

4. Diskusjon

4.1. Fangstresultat og habitatbruk

Både i Dieset- og Linnèvassdraget ble det fanget sommergammel parr (0+) i innsjøen, men ikke på elv. Fraværet av 0+ på elv kan skyldes at røya ikke merker energibegrensninger i litoralen før i sitt andre leveår. Det kan også skyldes at parren ved denne alderen enda ikke har utviklet noen migrasjonsatferd, og at den må oppnå en viss minstestørrelse før den går ut på elv (Gulseth og Nilssen 1999). I en tidligere undersøkelse i Diesetvassdraget ble det heller ikke fanget sommergammel fisk på elv (Gulseth og Nilssen 1999), og det er derfor sannsynlig at røya må vente minst én sesong før den blir stor nok til å foreta habitatskifte. Det er også mulig at ulik fangbarhet for liten og stor fisk kan spille en rolle for fangstresultatet, da elektrisk fiskeapparat er et selektivt fiskeredskap som har bedre virkning jo større fisken er (Bohlin et al. 1989). Samtidig kan spesielt små fisk være vanskelige å oppdage i rennende vann, og alt dette kan tenkes å føre til lav fangbarhet for eventuelle 0+ som måtte befinne seg på elva. Derimot ble det fanget mange ett-åringer på elv både i Dieset- og Linnèvassdraget, og det ble fanget mange 0+ i innsjøene, noe som viser at de minste fiskene godt lar seg fange. I tillegg ble det fisket der elva var grunn, og over flere stille partier, så det er lite trolig at det registrerte fraværet av 0+ på elv kan forklares ved ulik fangbarhet for disse mellom elv og innsjø.

Uavhengig av habitat ble det både i Dieset- og Linnèvassdraget tatt få røyer over seks år ved elektrofiske, mens det i Straumsjøen ikke ble fanget noen over fire år. Dette kan ha sammenheng med at røya skifter habitat ved disse aldre i de respektive vassdragene, og at den anadrome delen av bestanden da går ut i sjøen. I Diesetvassdraget er det tidligere vist at de fleste røyene var seks år eller eldre ved første sjøvandring (Gulseth og Nilssen 2001), og det samme er registrert i andre vassdrag på Svalbard (Svenning 2001) og i Nord-Norge (Svenning 1992 b). Straumsjøen er en relativt grunn og varm innsjø (Aas 2007) hvor røya trolig har atskillig bedre vekstforhold enn i Linnèvatnet og Søndre Diesetvann. Det er derfor trolig at røya her vil skifte habitat ved en lavere alder, og det er gjort funn som tyder på at fem og seks år gammel røye fra Straumsjøevassdraget allerede har vært i sjøen minst én sesong (Svenning 1992 a). For den stasjonære delen av bestanden er det trolig at disse individene går ut på dypere vann ved omtrentlig seks års alder i

Dieset- og Linnèvassdraget, og fire års alder i Straumsvassdraget, og derfor ikke blir fanget i litoralen. Røya er kjent for å være en habitatgeneralist som ved allopatri foretrekker litoralsonen (Klemetsen et al. 2003). Det er tidligere vist fra innsjøer på Svalbard at ungfisken oppholder seg i supralitoralen fram til de blir omlag fire-fem år gamle, og deretter vandrer ut i litoralen eller profundalen (Svenning 2000 b). Fra fastlands-Norge er det kjent at inter- og intraspesifikk konkurranse kan føre til ontogenetisk habitatskifte innen en innsjø, hvor de yngste individene fortrenkes ut i den kalde profundalsonen (Damsgård og Mortensen 1995, Klemetsen et al. 2003). Det er vanligvis få typer predatorer i arktiske innsjøer (Klemetsen et al. 2003), og interspesifikk konkurranse mangler på Svalbard. Særlig der det er lite kannibalrøye er det derfor trolig at predasjonstrykket er så lavt at små fisk kan utnytte litoralsonen i større grad enn på fastlandet (Hansen og Overrein 2000, Klemetsen et al. 2003). I tillegg er vannvolumet i supralitoralen så lite at større røye vil ha problemer med å nå ungfisken som befinner seg der, og ungfisken vil øke risikoen for predasjon betraktelig ved å forlate supralitoralen.

Det kalde klimaet på Svalbard med bunnfrosne elver store deler av året gjør at røyas muligheter til migrering er begrenset til en kort periode om sommeren. I Diesetvassdraget registrerte Gulseth og Nilssen (1999) at oppvandringen av parr fra elv til innsjø startet i slutten av juli og tok seg opp til første halvdel av september. Siden feltarbeidet i Dieset- og Linnèvassdraget ble gjort i månedsskiftet august/ september, er det en mulighet for at en del av parren som var i elva om sommeren kan ha vandret, eller begynt vandringen, tilbake til innsjøen igjen. Derimot registrerte Gulseth og Nilssen (1999) at det meste av den elvemigrerende parren fortsatt var tilstede i øvre del av elva i midten av september. Så det er trolig at mesteparten av parren også i 2006 fortsatt oppholdt seg i elva ved fangsttidspunkt, selv om de individene som har oppholdt seg i nedre del av elva størstedelen av sommeren kan ha blitt fanget i øvre del.

4.2. Lengde og vekst i elv og innsjø

For et flertall av årsklassene i Diesetvassdraget var røyparr som ble fanget på elva lengre enn røyene som forble i innsjøen sommeren igjennom. I Linnè- og Straumsvassdraget var det kun noen få årsklasser som viste slike lengdeforskjeller. I Straumsvassdraget var det en økning fra ingen registrerte signifikante forskjeller i lengde mellom årsklasser på elv og innsjø i periode 1, til

at to årsklasser viste forskjell i periode 3. Det virker derfor som om vekstforskjellene mellom disse årsklassene fant sted i løpet av sommeren. En grunn til at det var få signifikante lengdeforskjeller mellom årsklasser på Straumsjøelva og i Straumsjøen kan være vassdragets høye vanntemperatur. Høy vanntemperatur gir antagelig høyere produksjon, og dersom produksjonen er høy i innsjøen har røya kanskje ikke like stort behov for å vandre ut på elva. Dette støttes av en studie av røyebestanden i Straumsjøen sommeren 2006 (Aas 2007). Her ble den anadrome delen av bestanden funnet å være svært liten, noe som kan tyde på at gode næringsforhold i innsjøen gjør det mindre attraktivt for røya å vandre ut i havet. Ut fra otolittmålingene var det en svak tendens til at røyer på elva har hatt bedre årlig tilvekst enn jevngamle individer i innsjøen, særlig i Linnèvassdraget, selv om det var svært få signifikante forskjeller. Disse resultatene kan likevel tyde på at det lønner seg energimessig for røyparr å foreta et sesongmessig habitatskifte fra innsjø til elv. Dette samsvarer med andre undersøkelser av røye, hvor parr som migrerte til elva var signifikant lengre enn jevngamle parr i innsjøen (Jensen 1994, Gulseth og Nilssen 1999). Imidlertid er det motsatt av hva som er funnet for atlantisk laks (*Salmo salar*) (Hutchings 1986, O'Connell og Ash 1993, Halvorsen og Svenning 2000) og ørret (*Salmo trutta*) (Jonsson 1985, 1989). Disse artene vokser opp på elv, og migrasjon til innsjø har vist seg å føre til bedret vekst. Selv om parr som foretar sesongmessige vandringer til elva kan ha energimessige fordeler, har disse individene trolig også høyere dødelighet. På sensommeren eller høsten begynner vassføringa å gå mye ned og elva bunnfryser, og røyer som venter for lenge med å vandre opp vil da bli fanget i isen (Gulseth og Nilssen 1999).

I Linnèvassdraget ble i tillegg tre-åringer fanget på nedre stasjon i utløpselva funnet å være signifikant lengre enn jevngamle individer fanget på den øvre stasjonen i utløpselva, noe som samsvarer med andre undersøkelser av røye på Svalbard (Skogstad og Skogstad 2006). Dette kan tyde på at næringsforholdene blir bedre jo lenger ned i elva man kommer. Likevel var det generelt få forskjeller i lengde og vekst mellom røyer på de to stasjonene i utløpselvene i vassdragene. I Dieset- og Linnèvassdraget kan dette skyldes at feltarbeidet ble gjort såpass sent på sommeren. Som tidligere nevnt er det trolig at en del av røyene som hadde stått nederst i elva allerede hadde startet oppvandringen til innsjøen da feltarbeidet ble gjennomført, og det er ikke usannsynlig at det ville blitt registrert flere forskjeller litt tidligere i sesongen. I Straumsjøen ble det derimot fisket gjennom hele sommeren uten at det kunne påvises noen signifikante lengdeforskjeller mellom

røyer på øvre og nedre del av elva. Dette kan tyde på at røya ikke har energimessige fordeler ved å vandre langt ned i elva i dette vassdraget.

Om røyas lengdeforskjeller mellom elv og innsjø skyldes at de største fiskene går ut på elva, eller at fiskene er større fordi de har gått ut på elva, gir ikke tilbakeberegningen av tilvekst noe godt svar på. Det var en tendens til at individene som vandret ut på elv i Dieset- og Linnèvassdraget hadde vært større første leveår enn individene som ble fanget i innsjøene. Disse lengdeforskjellene var derimot ikke signifikante, og i begge vassdragene vandrer noe av parren ut som ett-åringer. I Linnèvassdraget opplevde tre- og fire-åringer på elv bedre vekst i sitt andre leveår enn jevngamle røyer, men det er vanskelig å vite med sikkerhet om disse individene oppholdt seg i elva eller innsjøen den aktuelle sommeren. Røya kan veksle mellom å være stasjonær og å migrere til havet fra sommer til sommer (Svenning 2000 b), og det er trolig at denne vekslingen også gjelder for parrmigrasjon til elv. Det er derfor umulig å si om den høye veksten skyldes høyere vekstrate mens ungfisken ennå befant seg i innsjøen, eller om den skyldes at fisken mer eller mindre tilfeldig vandret ut på elva der næringsgrunnlaget var bedre. Siden det ikke var noen signifikante vekstforskjeller mellom parr på elv og i innsjø første leveår kan det tyde på at høyere vekst hos elvemigrerende parr senere i livet kun skyldes bedre leveforhold i elva. Den generelle mangelen på signifikante forskjeller i lengde og vekst mellom parr på elv og i innsjø kan også skyldes at materialet er for lite, og at det blir for få fisk i hver årsklasse ved hvert habitat til å få en god nok sammenligning.

Spørsmålet blir da hvilke faktorer som er avgjørende for om et individ foretar migrasjon til elv eller forblir stasjonært i innsjøen. Næringsstilgang kan begrense kroppsstørrelse hos fisk, og den kan unngå vekststagnasjon ved å migrere til et mer næringsrikt habitat (Jonsson og Jonsson 1993). Individuer som vokser raskt har høyere metabolsk rate enn like store individer som vokser seint, og de vil kunne merke energibegrensninger tidligere i livet (Forseth et al. 1994). Individuelle vekstrater vil derfor være av betydning for hvor gammel røya er ved nisjeskifte (Forseth et al. 1994). Vekstrate og metabolsk rate er nært knyttet sammen. Både hos røye (Forseth et al. 1994) og atlantisk laks (Metcalf et al. 1992) er det indikert at høy metabolsk rate og kraftig vekst tidlig i livet kan føre til tidlig habitatskifte. I tillegg til metabolisme er det vist at otolittstørrelse ved klekking og sosial status påvirker den individuelle veksten hos laksefisk (Jobling 1983, Metcalf

et al. 1990, 1992, Metcalfe 1991, Titus og Mosegaard 1991). Titus og Mosegaard (1991) viste at ørret som hadde store otolitter ved klekketidspunkt og raskere otolittvekst ble dominante og lettere etablerte territorier i elva. Fra Diesetvassdraget er det funn som tyder på at den daglige kroppsveksten hos røyeparr er høyere jo tidligere fisken går ut på elva etter isløsning (Gulseth og Nilssen 1999), noe som kan skyldes at de tidligste migrantene er de dominante som best etablerer territorier i elva. De kan dermed undertrykke veksten hos parren som kommer senere, ved at disse blir henvist til mindre gunstige habitater. Metcalfe et al. (1992) viste at det for laks var en klar sammenheng mellom migrerende parr, en høyere metabolisme og otolittstørrelse. For individer med lik størrelse ved fødsel ble det vist tidlige forskjeller i vekstrater hos søsken, selv om de vokste opp i samme miljø med overskudd av mat (Metcalfe et al. 1992). Lavere vekst kan derfor skyldes at næringsopptaket blir hindret av tilstedeværelsen av mer dominante individer, noe som også er vist for røye (Jobling 1983). Individer med høy status kan dermed undertrykke veksten hos individer lenger ned i hierarkiet (Metcalfe et al. 1990, Metcalfe 1991). Metcalfe et al. (1992) viste også at store otolitter synes å være relatert til høy sosial status, og ikke til utgangsstørrelsen på fisken. Dette kan forklares ved at dominante individer har større potensiale for vekst, og at otolittstørrelse ved klekking reflekterer metabolismepotensialet og derfor vekstpotensialet hos hvert enkelt individ (Titus og Mosegaard 1991, Metcalfe et al. 1992). Det vil derfor være en sammenheng mellom begynnende otolittstørrelse, senere vekstrate/metabolsk rate, og alder ved migrasjon. Det kan derfor være sannsynlig at røyeparren som gikk ut på elv i Dieset-, Linnè- og Straumsvassdraget var de dominante individene med høyest metabolisme, vekst og otolittstørrelse ved klekking. Ved tilbakeberegning fikk disse individene ikke påvist signifikant lengre fiskelengde første leveår. Likevel er det ikke usannsynlig at de kan ha hatt større otolitter ved klekking og en iboende høyere metabolisme og sosial status som ikke ga seg utslag i størrelse etter kun én vekstsesong, men at de likevel har større trang til migrasjon.

4.3. Betydning av vekst og elvemigrasjon for fremtidig livshistoriestrategi

Laksefisk har valg mellom to ulike utviklingsstrategier, de kan enten smoltifisere eller modne (Thorpe 1989). Anadromi er mest utbredt i nordlige områder, og graden av anadromi øker med økende breddegrad (Gross et al. 1988). Dette kan forklares ved at jo lenger nord man kommer, jo mer næringsrik blir sjøen i forhold til ferskvann, mens det er omvendt på sørligere breddegrader.

Det er foreslått at næringsfattighet kan ha bidratt til migrasjon (Gross et al. 1988), og det er naturlig at røye i næringsfattige vann vil kunne søke andre habitater, først elv, deretter havet når den er stor nok til å smoltifisere. Om migrasjon hos fisk skyldes miljø eller genetiske forskjeller er det likevel ikke noe sikkert svar på (Jonsson og Jonsson 1993, Hansen og Overrein 2000). Det er påvist store genetiske forskjeller mellom populasjoner i ulike vassdrag (Hindar et al. 1986), noe som kan tenkes å påvirke graden av anadromi i ulike populasjoner. Derimot virker de genetiske forskjellene mellom anadrom og stasjonær fisk innen populasjoner å være meget små eller ikke-eksisterende (Jonsson og Jonsson 1993, Svenning 2000 b), og det er vist at sjørøye og stasjonær røye innen samme vassdrag tilhører samme genpool (Nordeng 1983, Hindar et al. 1986, Hindar og Jonsson 1993). Det er også funn som tyder på at den anadrome delen av en bestand kan forandres ved miljøpåvirkninger som fører til lavere tetthet og bedre individuell vekst, for eksempel utfisking (Jonsson og Jonsson 1993, Svenning 2000 a). Det er derfor sannsynlig at miljøet i stor grad kan påvirke graden av migrasjon i en populasjon.

Det finnes ikke noe entydig svar på om rasktvoksende fisk migrerer eller modner og forblir stasjonære (Jonsson og Jonsson 1993), men det er flere steder foreslått at de anadrome individene i en røyebestand rekrutteres fra den rasktvoksende parren (Svenning 1993, Jensen 1994, Kristoffersen et al. 1994, Strand og Heggberget 1994, Gulseth og Nilssen 1999, Rikardsen og Elliott 2000). Høy vekstrate hos laksefisk har vist seg å gi utslag i økt migreringstrang med påfølgende tidligere smoltifiseringstidspunkt (Metcalf et al. 1992). Thorpe (1987, 1989) har foreslått at en middelvekst hos laksefisk favoriserer anadromi, mens en rask vekst favoriserer stasjonærhet. På Svalbard lever imidlertid røya under så strenge forhold at det er rimelig å tro at en rask vekst her tilsvarer en middelvekst i sørligere områder (Gulseth og Nilssen 1999). Bedret vekst hos Svalbard-røya som følge av habitatforandring fra innsjø til elv burde derfor kunne favorisere anadromi. Flere undersøkelser i Nord-Norge (Svenning 1992 b, Rikardsen et al. 1997, Rikardsen og Elliott 2000) og på Svalbard (Svenning 2001) har vist at røyer med høy vekst smoltifiserte og migrerte først, og at parr som oppnådde en mellomstørrelse migrerte ved en høyere alder, mens den minste parren forble stasjonær i innsjøen. Det samme er vist for atlantisk laks og ørret (Økland et al. 1993). Det er derfor trolig at noe av avgjørelsen om en anadrom tilværelse starter tidlig i røyas liv (Rikardsen og Elliott 2000). Tidspunkt for smoltifisering hos parr av laksefisk avhenger av størrelse, ikke alder (Elson 1957), og røya må oppnå en

minstestørrelse før den kan migrere til sjøen (Svenning 1992 b). Denne minstestørrelsen er omkring 20 cm i vassdrag på fastlandet (Svenning 1992 b), mens det i Diesetvassdraget er funnet at røya må oppnå en størrelse på over 25 cm før den kan smoltifisere (Gulseth et al. 2001). Det er derfor naturlig at parr med høy vekstrate smoltifiserer ved lavere alder enn parr med lavere vekstrate, og at en stor del av rekrutteringen til den anadrome delen av bestanden stammer fra parr som har sommervandringer til utløpselva. På samme måte som at det kan være den raskestvoksende fisken som vandrer ut i elva ved næringsbegrensning i innsjøen, vil denne igjen tjene mest i økt vekst på å migrere til sjøen. Det kan også være trolig at tre-åringene nederst i Linnèelva, som var større enn de jevngamle individene på den øvre stasjonen i elva, kan foreta sjøvandringer ved lavere alder (Skogstad og Skogstad 2006).

4.4. Diett

Fjærmygg utgjorde en stor del av dietten til røyene både i Dieset-, Linnè- og Straumsvassdraget, men andelen larver og pupper av fjærmygg varierte i mange tilfeller mellom elv og innsjø. I alle vassdragene forekom fjærmygglarver i dietten til individer i begge lengdeklasser både på elv og i innsjø, mens fjærmyggpupper var særlig viktig hos røyer på elv. Fjærmygg er kjent som et dominerende byttedyr til røye både på Svalbard (Svenning 1992 a, 1993, 2000 b, Olsen 1998, Isdahl 2002, Svenning et al. 2007) og i Nord-Norge (Rikardsen et al. 2000). Det er påvist relativt mange arter fjærmygg på Svalbard (Svenning 2000 b), men antallet kan variere sterkt mellom ulike innsjøer. I Diesetvassdraget er det i tidligere studier funnet 27 arter av fjærmygg (Hansen 1983), mens det i Linnèvassdraget kun er påvist to arter, hvorav bare én ble påvist i dietten til røye (Svenning et al. 2007). Innslaget av ulike fjærmyggstadier i dietten vil være sesongavhengig (Svenning 1993). Fjærmygg har et kort puppestadium, og fjærmyggpupper er derfor bare tilgjengelige for røya en kort periode hvert år, det vil si om sommeren (Svenning 1993). Fjærmyggpupper er oftest et enkelt bytte for røya fordi de ligger på sedimentoverflaten (Svenning 1993), og fordi de stiger til vannoverflaten for å klekke. De kan derfor lett komme til å dominere dietten til røya i sommersesongen (Svenning 2000 b). Larvene forekommer ofte i tunneler i sedimentene og er dermed mindre utsatt for predasjon (Svenning 1993). Larvestadiet varer derimot lengre enn puppestadiet (Svenning 1993), og fjærmygglarver forekommer derfor ofte i dietten til røya hele året igjennom (Olsen 1998, Svenning 2000 b, Svenning et al. 2007). Både i

Dieset-, Linnè- og Straumsjøvassdraget i 2006 hadde elvelevende røyer et større innslag av fjærmyggpupper i dietten enn innsjølevende røyer hadde. I Linnè- og Straumsjøvassdraget kan grunnen til dette være at individene i innsjøen hadde større tilgang på vårfluelarver, og foretrakk dette byttedyret foran fjærmyggpupper. Denne forklaringen holder derimot ikke i Diesetvassdraget, hvor det knapt nok ble påvist vårfluelarver i dietten. Likevel utgjorde fjærmyggpupper en svært liten del av dietten til røyer i innsjøen, mens dette næringsdyret dominerte hos røyer i elva. Fjærmygg kan ha diapause på egg-, larve- og puppestadiet (Tokeshi 1995), og det er mulig at fjærmyggartene på Svalbard er tilpasset det tøffe klimaet og kan overvintre i den bunnfrosne elva, noe som kan forklare høy forekomst av fjærmyggpupper i elva. Det er også mulig at eventuelle temperaturforskjeller kan føre til at larvene forpupper seg til ulike tider i innsjøen og på elva, og at diettforskjellen kan forklares ut fra dette. Siden fjærmyggpuppene ligger på sedimentoverflata og stiger opp til vannoverflaten ved klekking vil de også være mer mobile enn larvene. De vil lettere bli tatt av strømminger og ført nedover elva, og røya kan dermed være i ro og vente på at fjærmyggpuppene kommer forbi istedenfor å oppsøke dem aktivt.

Bosmina sp. forekom kun i mageprøver fra røyer med lengder under 100 mm fanget i Søndre Diesetvann, og verken denne eller andre vannlopper var å finne i dietten til røyer i de andre vassdragene. På Svalbard er vannlopper antatt å bli beitet raskt ned av røye i de innsjøene hvor den finnes, og de forekommer stort sett i fisketomme dammer eller i innsjøer hvor fisketettheten er lav (Svenning 2000 b). Grunnen til at *Bosmina* sp. kun forekom i dietten til røyer under 100 mm kan være at dette næringsdyret er svært lite, og at større røyer heller vil søke større byttedyr. Det er sannsynlig at eventuelt større vannlopper som måtte forekomme i innsjøen raskt blir beitet ned siden de vil være mer synlige for røya. Det sparsommelige innslaget av *Bosmina* sp. i dietten til røyene i vassdragene kan også skyldes breslam (Borgstrøm et al. 1992). Særlig nedslagsfeltene til Dieset- og Linnèvassdraget er påvirket av breer, og dette kan påvirke produksjonen av vannlopper negativt. Hoppekreps forekom kun i mageprøver fra røyer i Linnèvassdraget. Dette krepsdyret antas å finnes i de fleste innsjøene på Svalbard (Svenning 2000 b), og det er tidligere påvist i røyas diett i Linnèvatnet, hvor det forekom som byttedyr i større eller mindre grad nesten gjennom hele året (Olsen 1998). Hoppekreps ser imidlertid ut til å være viktigst i røyas diett på høsten (Olsen 1998, Svenning 2000 b). I 2006 ble dietten undersøkt i begynnelsen av september, og det er trolig at hoppekrepsbestanden da er i ferd med å ta seg opp.

Vårfluen *A. zonella* er eneste kjente vårflueart på Svalbard (Svenning 2000 b), hvor den er et vanlig byttedyr til røye (Olsen 1998, Svenning 1992 a, Madsen og Haugen 2003). I Linnèvatnet og Straumsjøen utgjorde vårfluelarver en betydelig del av dietten til røyer både under og over 100 mm. Det er i tidligere studier fra Svalbard vist at viktigheten av vårfluer som næringsdyr øker med økende fiskestørrelse (Svenning 1992 a, Isdahl 2002), noe som stemmer overens med funnene i Linnèvatnet i 2006. Dette kan være en følge av at vårfluer er relativt store byttedyr, og at større fisk kan ha høyere preferanse for store byttedyr enn det mindre fisk har, eller at mindre fisk blir hindret tilgang til denne næringskilden gjennom intraspesifikk konkurranse. Imidlertid er det motsatt av hva som er funnet i andre vassdrag på Svalbard, hvor viktigheten av vårfluer ikke økte med økende fiskestørrelse (Madsen og Haugen 2003, Skogstad og Skogstad 2006). Dette kan imidlertid være en konsekvens av at røyene i disse vassdragene hadde alternative byttedyr. I Arresjøen levde store røyer i høy grad på fisk (Madsen og Haugen 2003), mens mysider dominerte i dietten til røyer over 15 cm i Vårfluesjøen (Skogstad og Skogstad 2006). Røyer i Straumsjøen i 2006 viste heller ikke denne økningen med fiskestørrelse, og i motsetning til i Arresjøen og Vårfluesjøen hadde de ingen store alternative byttedyr. At viktigheten av vårfluer i dietten ikke økte med økende fiskestørrelse her kan være en følge av lite representativt utvalg, da det kun ble fanget 10 røyer over 100 mm med mat i magen i løpet av de tre periodene. Røyer fanget på garn i Straumsjøen i august 2006 viste derimot en økt viktighet av vårfluer i dietten med økende fiskestørrelse (Aas 2007). Både i Linnèvatnet og Straumsjøen var den spesifikke volumposenten av vårfluelarver jevnt over høy for grupper hvor dette næringsdyret forekom i dietten. Dette viser at røyer med vårfluelarver i dietten i stor grad er spesialiserte på dette næringsdyret, noe som samsvarer med tidligere studier fra Linnèvatnet (Olsen 1998), og fra andre innsjøer på Svalbard (Isdahl 2002, Skogstad og Skogstad 2006). Det er trolig at viktigheten av vårfluelarver i dietten er noe overvurdert. Disse næringsdyrene bygger hus av grus og stein og er antagelig tyngre fordøyelige enn andre næringsdyr, og de vil derfor kunne ha lengre oppholdstid i fordøysessystemet. Vårfluehusene gir heller ikke mye næring, selv om de kan ta opp mye av plassen i magesekken, noe som fører til at det registrerte volumet av disse næringsdyrene i mageprøvene ikke vil tilsvare faktisk næring. Likevel gir vårfluelarver antagelig god energigevinst, siden den store fisken velger dette byttedyret.

Skjoldkreps var kun en del av dietten til røyer på Straumsjøelva, og ble som næringsdyr viktigere utover sensommeren. På Svalbard er skjoldkreps tidligere påvist i endel fisketomme innsjøer (Hansen og Overrein 2000), og den er antatt å stort sett forekomme i fisketomme dammer eller i innsjøer hvor fisketettheten er lav (Svenning 2000 b). Skjoldkrepsen er relativt stor, og vil trolig raskt bli beitet ned av røye i innsjøer hvor den finnes (Svenning 2000 b). Forekomsten av dette næringsdyret i dietten hos røyer i Straumsjøelva kan derfor tyde på lav fisketetthet på elva, eller det kan være en følge av at skjoldkrepsen kommer ned i elva fra tilløpsbekker uten fisk.

Selv om kannibalisme er vanlig hos røye (Klemetsen et al. 2003), var ingen av røyene i denne undersøkelsen kannibaler. Noe stort innslag av kannibalisme var heller ikke ventet, da det i denne studien ble sett på relativt små røyer. Det er antatt at røya på Svalbard må bli omlag 20 cm før den slår over på fiskediett (Svenning 1993, 2000 b, Madsen og Haugen 2003), selv om kannibalisme er vist å forekomme hos røyer på 15 cm (Svenning et al. 2007, Olsen 1998), og hos individer helt ned i åtte cm (Skogstad og Skogstad 2006).

Dersom parr som migrerer til elva har bedre vekst enn parr som forblir i innsjøen skulle det være naturlig å forvente en høyere magefyllingsgrad hos førstnevnte, gitt at vekstforskjellene skyldes ulike næringsforhold. Dette stemte i Diesetvassdraget og i Straumsjøvassdraget i periode 3, hvor fyllingsgraden var atskillig høyere hos røyer på elv i forhold til hos røyer i innsjøen. Derimot var fyllingsgraden høyere hos røyer i innsjøen i forhold til hos røyer på elv i Linnèvassdraget, og selv om denne forskjellen ikke var like stor som i Dieset- og Straumsjøvassdraget i periode 3, var den signifikant. Dette kan muligens skyldes det store innslaget av vårfluelarver hos røyer i Linnèvatnet, og at dietten til røya på elv i stor grad utgjøres av fjærmygg- og hoppekrepsarter som er av mindre størrelse enn vårfluelarvene. Som tidligere nevnt er det trolig at fordøyelseshastigheten for vårfluelarver med hus er relativt lav. Og selv om individer i innsjøen hadde høyere magefyllingsgrad er det heller ikke dermed sagt at fyllingsgraden av næring er høyere, siden de husbyggende vårfluelarvene som ble funnet i dietten for en stor del består av sand og grus uten næringsverdi. Larver og pupper av fjærmygg vil antagelig gi mye mer energi per volum enn vårfluelarver med hus. Det var en svak tendens til at røyer på Linnèelva jevnt over har hatt bedre vekst enn røyer som oppholdt seg i innsjøen. Det er derfor ikke utenkelig at fyllingsgraden av faktisk næring var høyere hos røyene på elv, selv om de ikke hadde høyere

registrert magefyllingsgrad. Andre mulige grunner til bedre vekst på elv kan være lavere energibruk på grunn av lavere fisketetthet eller lavere predasjonsrisiko.

Røyer i Dieset- og Linnèvassdraget hadde stort sett høyere magefyllingsgrad enn røyer i Straumsjøvassdraget. Særlig hos røyer fanget på elv var magefyllingsgraden atskillig høyere i Dieset- og Linnèelva sammenlignet med Straumsjøelva alle de tre periodene. Dette funnet var noe uventet, da røyene i Straumsjøvassdraget har mye bedre vekst enn røyene i Dieset- og Linnèvassdraget. Forklaringen på dette tilsynelatende paradokset kan ligge i forskjellene i vanntemperatur. Det er vist at temperatur har innvirkning på fordøyelsen hos røye, og at høyere temperatur fører til raskere fordøyelse (Amundsen og Klemetsen 1988). Den lavere registrerte magefyllingsgraden i Straumsjøelva kan derfor være en konsekvens av raskere fordøyelse. En annen mulig forklaring kan være den økte betydningen av skjoldkreps i dietten hos røyer i Straumsjøelva gjennom feltsesongen. Både magefyllingsgraden og andelen skjoldkreps i dietten var høyest i periode 3 (9.-10. august), og dersom tilgangen på skjoldkreps fortsatte å øke utover i august er det en mulighet for at røya hadde de beste næringsforholdene, og oppnådde den gode veksten, i tiden etter at feltarbeidet var avsluttet. Magefyllingsgraden hos røyer i Linnèvatnet var over dobbelt så høy som magefyllingsgraden hos røyer i Søndre Diesetvann og Straumsjøen i alle de tre periodene. Dette trenger ikke tyde på spesielt gode næringsforhold i denne innsjøen. I forhold til røyene i Søndre Diesetvann skyldes forskjellen antagelig vårfluelarvenes betydning for magefyllingsgraden til røyene i Linnèvatnet. Røyene i Straumsjøen hadde derimot også et høyt innslag av vårfluer i dietten. Lavere magefyllingsgrad her kan skyldes at forskjellen i vanntemperatur virker inn på fordøyelseshastigheten mellom de to innsjøene, på samme måte som i elvene.

5. Konklusjon

I Diesetvassdraget var det en klar tendens til at røyeparr som oppholdt seg på elva var lengre enn jevngamle parr som forble i innsjøen sommeren igjennom. Denne tendensen var ikke like sterk i Linnè- og Straumsjøvassdraget, hvor det kun var noen årsklasser som viste slike lengdeforskjeller. Det var få signifikante forskjeller i lengde mellom røyer som ble fanget i øvre og nedre del av utløpselvene. I Dieset- og særlig Linnèvassdraget var det et mønster at røyeparr på elv hadde hatt bedre årlig tilvekst i forhold til individer i innsjøen, men det var svært få signifikante forskjeller. Det var ingen signifikante vekstforskjeller første leveår mellom individer som senere migrerte til elv og individer som senere ble fanget i innsjøen, selv om noe av parren vandret ut på elv allerede som ett-åringer i både Dieset- og Linnèvassdraget. Røyeparr i Straumsjøvassdraget hadde lavere magefyllingsgrad enn parr i Dieset- og Linnèvassdraget, på tross av at individene i Straumsjøvassdraget var større ved lik alder. I Diesetvassdraget og Straumsjøvassdraget i periode 3 kunne de registrerte størrelsesforskjellene mellom røyer på elv og i innsjø forklares ved høyere magefyllingsgrad hos individer på elv. Ulik magefyllingsgrad kunne derimot ikke forklare størrelsesforskjellene mellom parr på elv og i innsjø i Linnèvassdraget og Straumsjøvassdraget i periode 2. I alle vassdragene utgjorde fjærmygg larver en viktig del av dietten både til røyer under og over 100 mm på elv og i innsjø, mens fjærmyggpupper var viktigst på elv. Vårfluelarver utgjorde en stor del av dietten til røyer i Linnèvatnet og Straumsjøen, mens skjoldkreps kun forekom i dietten til røyer i Straumsjøelva.

Sett under ett blir konklusjonen at det lønner seg for røyeparr å foreta sesongmessig vandring til elv, da elvemigrerende parr jevnt over var større enn jevngamle individer som oppholdt seg i innsjøen. Resultatene ga ikke noe klart svar på om parr som vandret til nedre deler av utløpselva var lengre enn parr som vandret til øvre del, og heller ikke om individene som migrerte til elv hadde vokst bedre før habitatskiftet enn røyene som ble igjen i innsjøen. Det kan virke som om bedre vekst hos parr på elv kan være en følge av høyere næringsinntak og annen type føde sammenlignet med innsjølevende parr.

6. Referanser

Aas, M. 2007. Bestandsdynamikk og habitatbruk hos anadrom og stasjonær røye (*Salvelinus alpinus*) i Straumsjøen; en grunn innsjø på Svalbard. Masteroppgave ved Institutt for Naturforvaltning, UMB, Ås. 80 s.

Amundsen, P.-A. og Klemetsen, A. 1988. Diet, gastric evacuation rates and food consumption in a stunted population of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., in Takvatn, northern Norway. Journal of Fish Biology 33: 697-709.

Amundsen, P.-A., Gabler H.-M. og Staldvik F.J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. Journal of Fish Biology 48: 607-614.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. og Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special reference on salmonids. Hydrobiologia 173: 9-43.

Borgstrøm, R., Brabrand, Å. og Solheim, J.T. 1992. Effects of siltation on resource utilization and dynamics of allopatric brown trout, *Salmo trutta*, in a reservoir. Environmental Biology of Fishes 34: 247-255.

Bøyum, A. og Kjensmo, J. 1978. Physiography of Lake Linnèvatn, Western Spitsbergen. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Limnologie 20: 609-614.

Damsgård, B. og Mortensen, A. 1995. Ørreten er en selektiv fiskepredator. –I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. og L'Abée-Lund, J.H. Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting, s.86-92.

Elson, P.F. 1957. The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. Canadian Fish Culturist 21: 1-6.

Forseth, T., Ugedal, O. og Jonsson, B. 1994. The energy budget, niche shift, reproduction and growth in a population of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Journal of Animal Ecology 63: 116-126.

Gross, M.R., Coleman, R.M. og McDowall, R.M. 1988. Aquatic Productivity and the Evolution of Diadromous Fish Migration. Science 239: 1291-1293.

Gulseth, O. A. og Nilssen, K. J. 1999. Growth Benefit from Habitat Change by Juvenile High-Arctic Char. Transactions of the American Fisheries Society 128: 593-602.

Gulseth, O. A. og Nilssen, K. J. 2001. Life-History Traits of Charr, *Salvelinus alpinus*, from a High Arctic Watercourse on Svalbard. Arctic 54: 1-11.

Gulseth, O.A., Steen, K. og Nilssen, K.J. 2001. Seawater tolerance in captive high-Arctic Svalbard charr (*Salvelinus alpinus*): effects of photoperiod and body size. Polar Biology 24: 276-281.

Halvorsen, M. og Svenning, M.-A. 2000. Growth of Atlantic salmon parr in fluvial and lacustrine habitats. Journal of Fish Biology 57: 145-160.

Hansen, T. 1983. Bunnfaunastudier i et vassdrag på Svalbard. Hovedfagsoppgave i Limnologi, Universitetet i Oslo. 106 s.

Hansen, J. R. og Overrein, Ø. 2000. Røye på Svalbard og Jan Mayen. En statusoversikt med vekt på forvaltningsrelaterte kunnskapsbehov. Norsk Polarinstitut, rapport nr. 114. 42 s.

Hanssen-Bauer, I., Kristensen Solås, M. og Steffensen, E.L. 1990. The climate of Spitsbergen. Det norske meteorologiske institutt, DNMI-Rapport, Klima 39. 40 s.

Heintz, N. 1998. Svalbards geologiske historie. –I: Svalbard vårt nordligste Norge. Aschehoug og Co, s.82-95.

Hindar, K. og Jonsson, B. 1993. Ecological polymorphism in Arctic charr. *Biological Journal of the Linnèan Society* 48: 63-74.

Hindar, K., Ryman, N. og Ståhl, G. 1986. Genetic differentiation among local populations and morphotypes of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Biological Journal of the Linnèan Society* 27: 269-285.

Hisdal, V. 1998. Svalbards klima. –I: Svalbard vårt nordligste Norge. Aschehoug og Co, s.96-101.

Hutchings, J.A. 1986. Lakeward migration by juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 732-741.

Isdahl, T. 2002. Populasjonsdynamikk hos røye, *Salvelinus alpinus*, i Nordre Borgfiskdam, Svalbard. Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås. 48 s.

Jensen, A.J. 1994. Growth and Age Distribution of a River-Dwelling and a Lake-Dwelling Population of Anadromous Char at the Same Latitude in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 370-376.

Jobling, M. 1983. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Journal of Fish Biology* 23: 177-185.

Jonsson, B. 1985. Life History Patterns of Freshwater Resident and Sea-Run Migrant Brown Trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 114: 182-194.

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

Jonsson, B. og Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3: 348-365.

Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. og Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. Ecology of Freshwater Fish 12: 1-59.

Kristoffersen, K. 1982. Aldersbestemmelse av Røye, *Salvelinus alpinus* (L.), fra Ellasjøen, Bjørnøya. Et detaljstudium av soner og vekst i otolittene. Hovedfagsoppgave i ferskvannsbiologi, Universitetet i Tromsø. 130 s.

Kristoffersen, K. 1995. Life-history variation in Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in Northern Norway, with Emphasis on Factors Affecting Anadromy. Doktorgradsavhandling, Avdeling for Akvatisk Biologi, Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 100 s.

Kristoffersen, K., Halvorsen, M. og Jørgensen, L. 1994. Influence of Parr Growth, Lake Morphology, and Freshwater Parasites on the Degree of Anadromy in Different Populations of Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) in Northern Norway. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 51: 1229-1246.

Lange, G. 2000. Kroppsvekst hos frittlevende parr fra Svalbardrøye (*Salvelinus alpinus* L.). Betydning av habitatskifte. Hovedfagsoppgave i Akvakultur, Zoologisk institutt, NTNU, Trondheim. 34 s.

Lund, T.R. 1983. Hydrografi og fytoplanktonproduksjon i et brepåvirket vassdrag på Svalbard. Hovedfagsoppgave i Limnologi, Universitetet i Oslo. 162 s.

Madsen, K. E. og Haugen, M. 2003. Røye (*Salvelinus alpinus*) i Arresjøen på Svalbard; populasjonsdynamikk, ressursbruk og kannibalisme. Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås. 48 s.

Metcalf, N.B. 1991. Competitive ability influences seaward migration age in Atlantic salmon. Canadian Journal of Zoology 69: 815-817.

Metcalfe, N.B., Huntingford, F.A., Thorpe, F.A. og Adams, C.E. 1990. The effects of social status on life-history variation in juvenile salmon. *Canadian Journal of Zoology* 68: 2630-2636.

Metcalfe, N.B., Wright, P.J. og Thorpe, J.E. 1992. Relationships between social status, otolith size at first feeding and subsequent growth in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Animal Ecology* 61: 585-589.

Nordeng, H. 1961. On the biology of Char (*Salmo alpinus* L.) in Salangen, North Norway. *Nytt Magasin for Zoologi* 10: 67-123.

Nordeng, H. 1983. Solution to the Char Problem based on Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 1372-1387.

Nordli, P.Ø., Hanssen-Bauer, I. og Førland, E.J. 1997. Climate statistics and longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen. Det norske meteorologiske institutt: DNMI-Rapport, Klima 21. 72 s.

O'Connell, M.F. og Ash, E.G.M. 1993. Smolt size in relation to age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*): the role of lacustrine habitat. *Journal of Fish Biology* 42: 551-569.

Olsen, T. 1998. Diett og habitatvalg hos røye (*Salvelinus alpinus*) gjennom et år i Linnèvatnet, Svalbard. Hovedfagsoppgave, Institutt for Marin- og ferskvannsbibliologi, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Universitetsstudiene på Svalbard og Norsk Institutt for Naturforskning. 41 s.

Power, G. 1978. Fish population structure in Arctic Lakes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 35: 53-59.

Rikardsen, A.H. og Elliott, J.M. 2000. Variations in juvenile growth, energy allocation and life-history strategies of two populations of Arctic charr in North Norway. *Journal of Fish Biology* 56: 328-346.

Rikardsen, A.H., Amundsen, P.-A., Bjørn, P.A. og Johansen, M. 2000. Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 57: 1172-1188.

Rikardsen, A.H., Svenning, M.-A. og Klemetsen, A. 1997. The relationships between anadromy, sex ratio and parr growth of Arctic charr in a lake in North Norway. *Journal of Fish Biology* 51: 447-461.

Ross, S.T. 1986. Resource Partitioning in Fish Assemblages: A Review of Field Studies. *Copeia* 2: 352-388.

Schoener, T.W. 1970. Nonsynchronous Spatial Overlap of Lizards in Patchy Habitats. *Ecology* 51: 408-418

Skogstad, O. C. og Skogstad, Ø. 2006. Dynamikk og ressursbruk hos anadrom og resident røye (*Salvelinus alpinus*) i Vårfluesjøen på Svalbard etter flere års fredning av bestanden. Masteroppgave ved Institutt for Naturforvaltning, UMB, Ås. 48 s.

Strand, R. og Heggberget, T.G. 1994. Growth and Sex Distribution in an Anadromous Population of Arctic Char in Northern Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 377-384.

Svenning, M.-A., 1992 a. Fiskeribiologiske undersøkelser i røyevassdrag på Svalbard 1987-90. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 66 s.

Svenning, M.-A. 1992 b. Sea Water Migration of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* L.) – Correlation between Freshwater Growth and Seaward Migration, based on Back-calculation from Otoliths. *Nordic Journal of Freshwater Research* 67: 18-26.

Svenning, M.-A. 1993. Life History Variations and Polymorphism in Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.), on Svalbard and in northern Norway. A thesis submitted for the degree of Doctor scientiarum. University of Tromsø. 122 s.

Svenning, M. A. 2000 a. Anadrome fiskearter. Sjørøye. -I: Borgstrøm, R. og Hansen, L.P. (red.). Fisk i Ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget, Oslo, s.60-65.

Svenning, M.-A. 2000 b. Fisk i innsjøer. Fiskesamfunn i arktiske innsjøer. -I: Borgstrøm, R. og Hansen, L.P. (red.). Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget, Oslo, s.102-108.

Svenning, M. A. 2001. Røyeotolitten (øresteinen) som ferdskriver hos Svalbardrøye. -I: Ottar 5: 25-33.

Svenning, M.-A. og Gullestad, N. 2002. Adaptations to stochastic environmental variations: the effects of seasonal temperatures on the migratory window of Svalbard Arctic charr. *Environmental Biology of Fishes* 64: 165-174.

Svenning, M.-A., Klemetsen, A. og Olsen, T. 2007. Habitat and food choice of Arctic charr in Linnèvatn on Spitsbergen, Svalbard: the first year-round investigation in a High Arctic lake. *Ecology of Freshwater Fish* 16: 70-77.

Thorpe, J.E. 1987. Smolting versus residency: developmental conflicts in salmonids. -I: Dadswell, M.J., Klauda, R.J., Moffitt, C.M., Saunders, R.L., Rulifson, R.A. og Cooper, J.E. (red.). Common strategies of anadromous and catadromous fishes. American Fisheries Society, Symposium 1, Bethesda, Maryland, s.244-252.

Thorpe, J.E. 1989. Developmental variation in salmonid populations. *Journal of Fish Biology* 35 (Supplement A): 295-303.

Titus, R.G. og Mosegaard, H. 1991. Selection for Growth Potential among Migratory Brown Trout (*Salmo trutta*) Fry Competing for Territories: Evidence from Otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 19-27.

Tokeshi, M. 1995. Life cycles and population dynamics. –I: Armitage, P.D., Cranston, P.S. og Pinder, L.C.V. (ed.). *The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, s.225-263.

Vik, R. 1998. Liv i elver og vann. –I: *Svalbard vårt nordligste Norge*. Aschehoug og Co, s.178-181.

Wallace, R.K. 1981. An assessment of Diet-Overlap Indexes. *Transactions of the American Fisheries Society* 110: 72-76.

Økland, F., Jonsson, B., Jensen, A.J. og Hansen, L.P. 1993. Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? *Journal of Fish Biology* 42: 541-550.