

Dynamikk og ressursbruk hos anadrom og resident
røye (*Salvelinus alpinus*) i Vårfluesjøen på Svalbard
etter flere års fredning av bestanden

Dynamics and resource utilization in anadromous and
resident Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Lake Vårfluesjøen
on the Svalbard Archipelago after several years of protection

Ole Christian Skogstad og Øyvind Skogstad

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



Forord

Dette er vår masteroppgave i fiskeforvaltning ved Institutt for Naturforvaltning (INA), Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB). Vi vil rette en stor takk til samtlige som har bidratt til gjennomføringen av oppgaven.

Veiledere for oppgaven har vært professor Reidar Borgstrøm (INA, UMB) og seniorforsker Martin-Arne Svenning (Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Tromsø). De fortjener en stor takk for utmerket veiledning og mange gode innspill underveis. I tillegg vil vi takke Sysselmannen på Svalbard for transport av personell og utstyr, samt Wim Vader ved Tromsø Museum, Universitetet i Tromsø, for bestemmelse av marine evertebrater. En spesiell takk til Lars-Tore og Ingeborg Ludvigsen på Mushamna fangststasjon for gjestfrihet under feltoppholdet og for tilgang til otolitter og mageprøver fra røye fanget i saltvann.

Til slutt takker vi NINA-Tromsø (v/ Martin-A. Svenning) for utrustning og finansiering av feltarbeidet.

Universitetet for Miljø- og Biovitenskap

Ås, 15. mai 2006.

Ole Christian Skogstad

Øyvind Skogstad

Sammendrag

Dynamikk og ressursbruk i røyebestanden (*Salvelinus alpinus*) i Vårfluesjøen på Nordvest-Spitsbergen ble undersøkt i perioden 17. juli til 28. august 2005. Vårfluesjøen dekker et areal på ca 1,8 km² og ligger ca seks meter over havnivå. Utløpselva er en kilometer lang og har stabil vannføring et par måneder hver sommer. Det ble fisket med garn, teiner og elektrisk fiskeapparat, samt at det ble montert ei ruse i utløpselva som fanget all oppvandrende fisk under feltperioden. Av totalt 4372 røyer fanget i vassdraget ble 3195 klassifisert som anadrome.

Sjørøyefraksjonen i bestanden har tatt seg kraftig opp etter at vassdraget ble fredet, og Vårfluesjøen innehar nå en meget stor mengde og en stor andel sjørøye. Oppvandringen fra saltvann var størrelses-segregert hvor de største og kjønnsmodne individene vandret tilbake til ferskvann først. I den første perioden vandret flest fisk opp etter perioder med økning i vannføringen, videre vandret mye fisk opp mot slutten av feltperioden når vannføringen gikk ned. Røyebestanden i Vårfluesjøen viste en bimodal størrelsesfordeling. Stasjonær fisk stagnerte ved kroppslengder på 20-25 cm (< 130 g), mens anadrom fisk, som følge av vekstskifte ved utvandring til saltvann om sommeren (fra seksårsalderen), kunne oppnå kroppsvekter på flere kilo. Også røyparr som foretok et sesongmessig habitatskifte til nedre del av utløpselva fikk bedre vekst, noe som muligens favoriserer anadromi senere i livet. I Vårfluesjøen var tettheten av fisk størst i litoralsonen. Både den anadrome og den residente fraksjonen viste et størrelsessegregert habitatbruk utover sommeren og høsten. Den største sjørøya oppholdt seg (etter sjøoppholdet) i litoralsonen, mens mindre sjørøye ble funnet i profundalen. Stasjonær fisk oppholdt seg i supralitoral fram til fireårsalder, for så å vandre ut til litoralsonen. Resident røye i profundalen var større og eldre enn resident fisk i øvrige habitat. Det ble fanget lite røye i pelagialsonen. Hos anadrom røye var over 60 % kjønnsmodne fra niårsalderen hos hunnfisk og 12-årsalderen hos hannfisk. Stasjonær røye kjønnsmodnet to til tre år tidligere enn sjørøya. I begge fraksjonene kjønnsmodnet hunnfisk tidligere enn hannfisk.

I saltvann var amfipoder, mysider og marin fisk viktige i dietten. Få sjørøyer tok til seg næring den første tiden etter retur til Vårfluesjøen. Mysider (*Mysis relicta*) dominerte i dietten til stasjonær fisk over 15 cm i alle habitat. Viktigheten av mysider i dietten til røye er ikke funnet i tidligere studier på Svalbard. Fjærmygg (*Chironomidae* spp.) og vårfluelarver (*Apatania zonella*) var viktige hos mindre fisk. Kannibalisme synes å være lite utbredt hos røya i Vårfluesjøen. Det var en høy prevalens av kveis (*Anisakis* sp.) i anadrom røye, mens både resident og anadrom røye i liten grad var infisert med fiskeandmark (*Diphyllobotrium ditremum*).

Fremtidig forvaltning av sjørøyevassdrag på Svalbard bør være bestandsrettet. For ikke å overbeskatte bestandene må uttaket begrenses, og oppfølges med god fangstrapportering.

Abstract

The Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) population in Lake Vårfluesjøen on the Northwest Spitsbergen, Svalbard Archipelago, was studied during the period 17 July to 28 August 2005. Lake Vårfluesjøen covers an area of approximately 1,8 square kilometres and is located about six meters above sea level. There is a stable discharge in the one kilometre long outlet river each summer. Fish were captured with gillnets, funnel traps, electrical fishing gear and a fish trap in the outlet river which caught all fish ascending the lake during the study. A total number of 4372 Arctic charr was captured, and 3195 of these were classified as anadromous.

The anadromous fraction of the Arctic charr population has increased during the past ten years due to a restrictive fishing practice, and the watercourse now holds a very large amount of anadromous Arctic charr. There was a structured size-precedence in the upstream run, with the large, mature charr entering the river first. More fish ascended the lake after periods with high discharge, but the upstream migration also was high in the late season when the discharge declined. The growth pattern was bimodal, with resident fish stagnating in size at 20-25 cm (< 130 g), while anadromous charr increased in growth due to seasonal habitat shifts to the sea each summer from the age of six. Some parr had seasonal habitat shifts to the lower parts of the outlet river. This resulted in increased growth which probably favours future anadromy. There was a higher density of fish in the littoral zone than in the other habitats in Lake Vårfluesjøen, and there was a size-dependent habitat use throughout the summer and autumn in the lake for both anadromous and resident charr. Large anadromous charr were captured in the littoral zone (after the upstream migration), while the smaller ones were mainly captured in the profundal zone. Young resident charr occupied the supralittoral zone until the age of four. Resident charr in the profundal zone were older and larger than charr in other habitats. A low number of fish were captured in the pelagial zone. More the 60 % of the anadromous charr were mature from the age of nine (female) and twelve (male). Resident fish matured two to three years earlier than anadromous charr.

The most important prey items in the sea were amphipods, mysids and marine fish. Few anadromous charr foraged shortly after return to freshwater. Mysids (*Mysis relicta*) dominated the diet of resident fish larger than 15 cm in all habitats, this has not been shown earlier in charr populations on Svalbard. Chironomids (*Chironomidae* spp.) and caddis fly larvae (*Apatania zonella*) were important for smaller fish. There seems to be a low degree of cannibalism in the Arctic charr population in Lake Vårfluesjøen. Anadromous charr were strongly infected with *Anisakis* sp. while both anadromous and resident charr had a low prevalence of *Diphyllobotrium ditremum*.

The different Arctic charr populations on Svalbard ought to be managed separately. To avoid over-exploitation, a restricted fishing practice and good reports of catches are necessary.

Innhold

1.0. Innledning.....	1
2.0. Metode.....	4
2.1. Områdebeskrivelse	4
2.2. Innsamling av materiale	6
2.3. Bearbeiding av materialet i felt	10
2.4. Bearbeiding i laboratorium.....	11
2.5. Statistikk og framstilling av materialet	13
3.0. Resultater.....	14
3.1. Anadrom røye i tilbakevandningsfasen	14
3.1.1. Vandringssmønster	14
3.1.2. Diett	15
3.2. Resident og anadrom røye i innsjøen	16
3.2.1. Vekst og kjønnsmodning.....	16
3.2.2. Røyas diett i Vårfluesjøen	20
3.2.3. Parasitter	23
3.3. Røye på elv	24
3.3.1. Vekst og habitatbruk	24
3.3.2 Diett hos elvelevende røye	25
4.0. Diskusjon.....	26
4.1. Oppvandring av sjørøye	26
4.2. Vekst og kjønnsmodning.....	29
4.3. Habitatbruk og diett.....	33
4.4. Noen forvaltningsaspekter.....	39
5.0. Konklusjon	40
6.0. Litteratur.....	42

1.0. Innledning

Røye (*Salvelinus alpinus*) har en holarktisk utbredelse, samt den videste utbredelsen blant laksefiskartene (Johnson 1980, Hammar 1985). Den viser en utrolig tilpasning til ekstreme miljøforhold, og er en vanlig art i Arktis (Johnson 1980, Hammar 1985). Røye er den eneste ferskvannsfisken som er representert med permanente bestander på Svalbard, og danner både anadrome og residente fraksjoner (Svenning & Gullestad 2002). Det var per 2000 påvist røye i 82 vassdrag på Svalbard, men det oppdages årlig nye røyelokaliteter (Hansen & Overrein 2000). Innsjøene på Svalbard kjennetegnes ved lave sommertemperaturer, og er isfrie kun et par måneder i året. I tillegg er primærproduksjonen lav, og de fleste innsjøene er ultra-oligotrofe (Lund 1983). Næringstilgangen for røye er derfor begrenset, noe som gir vekststagnasjon og tidlig modning hos residente individer (Hammar 1989, Svenning 2000). Overgang til kannibalistisk eller anadrom atferd kan imidlertid gi kraftig vekstøkning (Svenning & Borgstrøm 1995, Svenning & Gullestad 2002), og forårsake en bimodal størrelsesfordeling (Hammar 1989). Dette er typisk for mange røyebestander, og ser ut til å bli mer utpreget med økende breddegrad (Griffiths 1994, Hammar 1998). I Vårfluesjøen på nordvestsiden av Spitsbergen er det påvist to sympatriske røyeformer (anadrom og stasjonær) (Svenning 2001).

Laksefisk kan foreta habitatskifte flere ganger i løpet av livet, og slike ontogenetiske nisjeskift kan være forårsaket av marginale habitat som påvirker deres vekst og utvikling (Näslund 1990, Thorpe 1994). Nøkkelfaktoren for evolusjonen av anadromi ligger i at mattilgangen i havet (saltvann) er høyere enn i ferskvann i arktiske områder (Gross 1987, Gross et al. 1988). Økt produktivitet og økt tilgang på næring i saltvann i polare kontra tempererte områder (Gross et al. 1988), gjør at det kan forventes en hyppigere grad av anadromi ved økende breddegrad (Baker 1978, McDowall 1987). Videre er innsjøsystemene på Svalbard trolig blant de minst produktive i verden (Lund 1983), og en skulle derfor forvente en svært høy andel sjørøye i disse bestandene. Likevel finnes det flere vassdrag på Svalbard med lav andel sjørøye. Dette skyldes trolig uforutsigbare miljøbetingelser, som blant annet fører til svært ustabil vannføring og at røya ikke har tilgang til sjøen hvert år (Svenning 2000, Svenning & Gullestad 2002). Anadrom røye på Svalbard har et kort saltvannsopphold på rundt 35 dager, og viser en størrelsessegregering ved oppvandring (Gulseth & Nilssen 2000, Svenning & Gullestad 2002). Tilbakevandringen påvirkes i liten grad av små variasjoner av vannføring og temperatur (Moore 1975, Dempson & Green 1985), men et nokså stort antall fisk, særlig store

og kjønnsmodne individer, vil trolig vandre tilbake sent i perioden for å sikre oppvandring før elva tørker inn eller fryser (Svenning & Gullestad 2002).

Vårfluesjøen er en av innsjøene på Svalbard som har svært god og stabil vannføring i sommerperioden, noe som tillater migrasjon hver år (Svenning 2001). Tidlig på 1980-tallet ble Vårfluesjøen regnet som det beste sjørøye-vassdraget på øygruppen, men særlig på slutten av 1980-tallet og tidlig på 1990-tallet, ble bestanden trolig hardt beskattet med grovmaskete garn (40 og 45 mm), hvor hovedsakelig anadrom røye i lengdegruppen 35-60 cm ble fanget (Svenning 1993). En undersøkelse i vassdraget i 1990 viste at andelen stor fisk var svært lav (Svenning 1992), og Sysselmannen innførte derfor forbud mot garnfiske i innsjøen fra og med 1993. En undersøkelse i 1997 indikerte at bestanden var i positiv vekst og at andelen stor fisk hadde økt betydelig (M-A. Svenning pers. medd.), og trolig har denne utvikling vedvart. Vi forventet derfor at mengden sjørøyer i Vårfluesjøen nå (i 2005) er vesentlig høyere enn i for eksempel Dieset- (Gulseth & Nilssen 2000, Svenning og Gullestad 2002) og Linnévassdraget (I. Gjertz pers. medd.).

I populasjoner med både anadrom og resindent røye vil rasktvoksende parr vanligvis migrere ut i saltvann, mens de mer saktevoksende individene forblir stasjonære (Svenning et al. 1992, Kristoffersen et al. 1994, Strand & Heggberget 1994, Rikardsen & Elliott 2000). Et sesongmessig habitatskifte hvor parr vandrer fra innsjø til elv er også funnet i andre sjørøye-vassdrag på Svalbard (Gulseth & Nilssen 1999). Dersom habitatskiftet resulterer i bedre vekst sammenlignet med stasjonær parr fanget i innsjøens litoralsone, kan dette tenkes å favorisere anadromi senere i livet (Jensen 1994, Gulseth & Nilssen 1999). Førstegangsutvandring er størrelsesavhengig og varierer mellom vassdrag, hvor raskere vekst i ungfiskstadiet ser ut til å gi tidligere utvandring (Svenning 1993, Kristoffersen et al. 1994, Strand & Heggberget 1994). Undersøkelser i Vårfluesjøen i 1990 viste at yngste alder ved utvandring fra innsjøen var fire vintre, og minste registrerte lengde for sjørøye var 16 cm (Svenning 1993).

Habitatbruken hos røye i en innsjø vil ofte være størrelsessegregert. I innsjøer på Svalbard synes de aller yngste individene å oppholde seg i supralitoralen (Svenning & Borgstrøm 1995), det vil si i områder med bare noen få cm vannhøyde. Her finner de relativt sett mye næring, samt at de lever såpass grunt at større fisk (kannibaler) ikke er noen trussel (Svenning 2000, Madsen & Haugen 2003). Når tettheten av fisk øker vil de største ungfiskene (6-10 cm) trekke ut på dypere vann i litoralsonen og noen ned i den enda dypere profundalsonen (Svenning 2000). Den økte tettheten av ungfisk i profundalen i forhold til litoralen skyldes

trolig en antipredatoratferd, det vil si at de er mindre utsatt for kannibalisme i de dypere områdene av innsjøen (Svenning 2000).

De få undersøkelsene som er utført på anadrom røye i havfasen indikerer at dietten hovedsakelig består av et fåtalls arter fisk og krepsdyr (Grønvik & Klemetsen 1987, Dempson et al. 2002, Rikardsen & Amundsen 2005). Det er ikke foretatt diettstudier i sjøfasen hos anadrom røye i bestander på Svalbard. Etter retur til ferskvann foregår det trolig ingen eller i beste fall et svært begrenset næringsopptak (Boivin & Power 1990, Rikardsen et al. 2003). Nærings-tilbudet i innsjøer på Svalbard består hovedsakelig av et fåtall fjærmyggarter (*Chironomidae*), vårfluearten *Apatania zonella*, samt mindre innslag av hoppekreps og vannlopper (Svenning 1993, Svenning & Borgstrøm 1995, Isdahl 2002, Madsen & Haugen 2003). Vårfluesjøen innehar trolig en større andel vårfluer enn mange andre innsjøer på Svalbard (Svenning 1992), og den største residente røya kan ventes å predatere dette næringsdyret i litoralsonen (Svenning 1993). Mindre røyer vil derimot trolig beite fjærmygg i profundalsonen. Zooplankton er i liten grad funnet i dietten til røye i innsjøer på Svalbard i juli-august, for så å bli viktigere senere på høsten (Svenning et al. in press). I brepåvirkede innsjøer forventes det også at tettheten av zooplankton er lav (Borgstrøm et al. 1992). Vi forventer derfor at zooplankton (hoppekreps og vannlopper) vil være av liten betydning i dietten til røye i Vårfluesjøen. Det er tidligere funnet en lav andel kannibalisme i Vårfluesjøen (Svenning 1993), og dette vil sammen med antatt lav tetthet av hoppekreps i dietten, trolig gi en lav prevalens av fiskeandmark (*Diphyllbothrium ditremum*).

I vår studie av røye i Vårfluesjøen sommeren 2005 har vi på bakgrunn av dette følgende forventninger:

- i) Vårfluesjøen innehar en stor andel og et stort antall anadrom røye
- ii) De største anadrome røyene vandrer tilbake tidligere enn mindre fisk, og oppvandring av sjørøye skjer uavhengig av fluktuasjoner i vannføringen i utløpselva gjennom sommersesongen
- iii) Anadrom røye vil oppleve et kraftig vekstomslag, mens resident røye vil stagnere i vekst
- iv) Røyparr som vandrer ut i elva har bedre vekst enn parr som forblir i innsjøen
- v) Størrelse, alder og diett hos resident røye vil variere mellom ulike habitat i Vårfluesjøen
- vi) Det er lav infeksjon av fiskandmark hos både resident og anadrom røye

2.0. Metode

2.1. Områdebeskrivelse

Svalbard består av fire store øyer (Edgeøya, Barentsøya, Spitsbergen og Nordaustlandet) og en rekke mindre øyer. Vårfluesjøen (79°43'N, 14°25'E) er lokalisert nordvest på Spitsbergen, på østsiden av Woodfjorden (figur 2.1). Klimaet i dette området er typisk arktisk med en månedlig lufttemperatur over 0 °C kun i perioden juni til september, og med den høyeste gjennomsnittstemperaturen på 5 °C registrert i juli (Svenning 1993). Vestkysten av Spitsbergen har et tørt klima, og mottar årlig mindre enn 400 mm nedbør i lavlandet (Hisdal 1984).

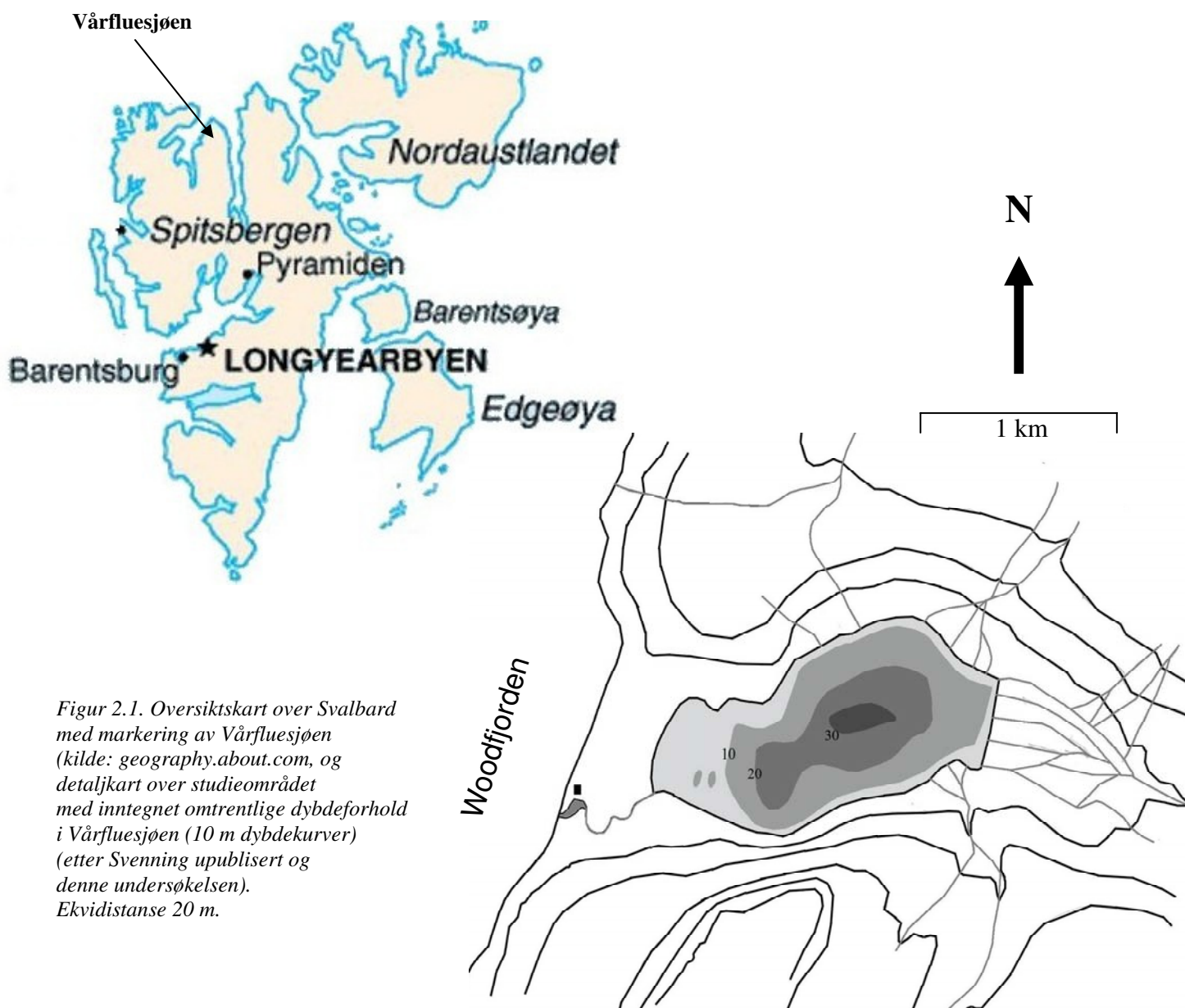
Vårfluesjøen er en oligotrof innsjø som ligger ca seks meter over havnivå, og dekker et areal på ca 1,5 km². Maksimal dybde er 33 meter, registrert i den østlige delen av innsjøen.

Utløpselva i vestenden er ca en kilometer lang med god og stabil vannføring i sommermånedene, noe som gjør det mulig for anadrom fisk å vandre mellom innsjøen (ferskvann) og fjorden (saltvann) hvert år (Svenning 2001). Elva renner ut i Woodfjorden via en liten lagune med brakkvann. Tilførselselvene i østenden består av ei relativ stor breelv fra Stratusdalen, samt ei mindre elv med klart vann fra Cirusdalen og Grennadalen. I tillegg renner det flere små bekker inn fra nord. Dette fører til at siktedypet er lavt sommerstid. Fra slutten av juli til slutten av august 2005 varierte siktedypet fra om lag 20 til 40 cm, noe som også er i samsvar med observasjoner gjort sommeren 1990 (Svenning 1993). Vårfluesjøen er en typisk monomiktisk innsjø med total omrøring sommerstid, der vanntemperaturen i hele vannsøyla når om lag 5 °C i august (1990: Svenning 1993, 2004: M.-A. Sennin pers. medd. og 2005: denne undersøkelsen). Isløsningen skjer i månedskiftet juni/juli og innsjøen er isfri 8-9 uker hvert år (Svenning 2000). Isen kan bli opptil 1,5-2 m tykk (Svenning 2000). Strandlinjen i vannet består av varierende materiale, fra fin sand og leire til grov ur. I øst og vest dominerer fine materialer, mens det i nord og sør hovedsakelig er stein og ur langs strandlinjen. Nedbørsfeltet domineres av sandstein og leirskifer (Hjelle 1993, Dallmann et al. 2002).

Røye er den eneste fiskearten i Vårfluesjøen og danner både residente og anadrome former (Svenning 1993). Deler av kysten på Nordvest Spitsbergen, for eksempel Danskøya, har trolig vært isfri de siste 45000 – 65000 årene, og har heller ikke hatt noen landheving siden

(Boulton 1979, Svenning 1993, Landvik et al. 2003). Dette kan bety at røya har en mye eldre opprinnelse her enn i de fleste andre områder (Svenning 1992).

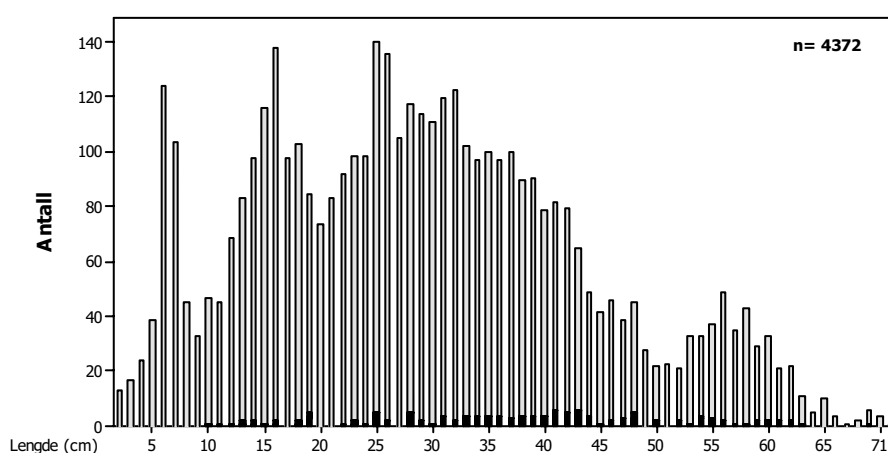
I forbindelse med feltarbeidet ved Vårfluesjøen sommeren 2005 ble det observert et rikt fugleliv, hvor ringgås (*Branta bernicla*) dominerte, med daglige flokker på 20-40 fugler ved vannet. I tillegg ble arter som teist (*Cepphus grylle*), smålom (*Gavia stellata*), polarmåke (*Larus hyperboreus*), rødnebbterne (*Sterna paradisea*), havhest (*Fulmarus glacialis*), kortnebbgås (*Anser brachyrhynchus*), ismåke (*Pagophila eburnea*), tyvjo (*Stercorarius parasiticus*), storjo (*Stercorarius skua*) og fjæreplytt (*Calidris maritima*) observert jevnlig. Av disse fisket smålom, teist og rødnebbterne regelmessig i vannet. Aktiviteten til fuglene førte trolig til økt næringstilførsel til vannet i form av faeces, døde fugler og fjær. Spesielt i østenden av innsjøen ble det tidvis observert store mengder fugleekskremer.



Figur 2.1. Oversiktskart over Svalbard med markering av Vårfluesjøen (kilde: geography.about.com, og detaljkart over studieområdet med inntegnet omtrentlige dybdeforhold i Vårfluesjøen (10 m dybdekurver) (etter Svenning upublisert og denne undersøkelsen). Ekvidistanse 20 m.

2.2. Innsamling av materiale

Fangst av røye ble utført i Vårfluesjøen i perioden 17. juli til 28. august 2005. Det ble benyttet teiner, garn, oppgangsruse og elektrisk fiskeapparat. Det ble fisket med garn i alle habitat (litoral-, pelagial- og profundalsonen) i vannet, samt med elektrisk fiskeapparat i utløpselva og i vannets supralitoralsone. I tillegg fikk vi tilgang på materiale fra sjørøye fanget med garn og stang i Woodfjorden. Totalt ble 4372 røyer (22-725 mm) fanget, lengdemålt og veid (figur 2.2). Av disse ble 592 avlivet og prøvetatt (tabell 2.1). Utsatt fisk (n=3780) ble merket og alle gjenfangster (n= 131) ble fortløpende registrert.



Figur 2.2. Lengdefordeling av samtlige røyer som ble fanget i ferskvann og saltvann under feltarbeidet i Vårfluesjøen i 2005 (n=4372). Gjenfangede røyer (n=131) er merket ■.

I øvre deler av utløpselva ble det montert ei ruse (figur 2.3) som fanget røye med kroppslengder over om lag 10 cm som vandret fra elva og opp i vannet. Rusa besto av notgarn med 10 mm maskevidde og stålrammer som dannet tre kammer. Et ledegarn på hver side av ruseåpningen sperret av hele elva og sikret at all oppvandrende fisk endte opp i rusa. For å hindre åpninger langs bunnen ble det lagt tett med stein langs nedkanten av ledegarnene. Fiskene ble stående i det øverste kammeret fram til tømning. Rusa ble tømt to ganger i døgnet, hhv. mellom klokken 12.00 og 15.00 og mellom klokken 22.00 og 24.00. Oppvandring per time ble beregnet for natt/morgen og dag/kveld. Rusa var aktiv gjennom hele feltperioden, det vil si 17. juli- 28. august. Fella ble flyttet 20 meter opp mot vannet 24. juli, på grunn av økt vannstand i elva. Totalt 3166 røyer ble registrert i fella (figur 2.4 A). Fiskene var i lengdeintervallet 96 mm til 725 mm, hvorav 3002 var lengre enn 160 mm og klassifisert som sjørøye. Denne minimumslengden ble satt på bakgrunn av et studie av førstegangsvandrende sjørøye i Vårfluesjøen, hvor de minste sjørøyene var 16 cm (Svenning 1993). I tillegg ble

faktorer som morfologi, marine næringdyr i dietten, marine parasitter og kjøttfarge benyttet for å sannsynliggjøre minimumslengden. I denne undersøkelsen ble all ungfisk (< 16 cm) klassifisert som stasjonær, selv om en del av disse senere vil skifte til anadrom atferd.



Figur 2.3. Oppgansgrusa i utløpselva til Vårfluesjøen. Rusa ble montert 17. juli og demontert 28. august 2005 (Foto: Skogstad).

I perioden 20. juli til 20. august ble det brukt 10 teiner i vannet. Teinene var sylinderformet og laget av minkfarmnetting med en lengde på 90 cm og en diameter på 50 cm (Svenning & Klemetsen 2001). Kavlåpningene var 5-7 cm. Som agn ble det benyttet ferskfrossen torskerogn, og teinene ble røktet hver femte dag. Teinene ble satt minst 50 meter fra land, og fra 5 til 33 meters dyp. Totalt ble 260 røyer i lengdeintervallet 56-239 mm fanget på teiner (Figur 2.4 D).

Et elektrisk fiskeapparat ble brukt til å fange fisk i utløpselva, samt i strandsonen i innsjøen. Apparatet var av typen likestrømsapparat FA3, produsert av S. Paulsen. Det ble drevet av et 12 volts batteri og hadde en effekt på 1000 watt. På grunn av lavt siktedyp (20-40 cm) var det svært vanskelig å oppdage og fange fisk på større dyp enn 30 cm. I vannet ble de fleste røyene fanget langs områder som bestod av grovere stein og ur. I utløpselva ble det fisket langs begge sidene bortsett fra i de raskeste strykpartiene. Elva ble delt inn i to soner, hhv. sone I: nedre halvdel av elva (inkludert lagunen) og sone II: øvre halvdel. De to sonene utgjorde en elvestrekning på henholdsvis om lag 400 og 250 meter. Skillet mellom sonene var en strekning hvor elva rant gjennom et smalt juv. Elektrofisket ble utført i perioden 23. juli til 28.

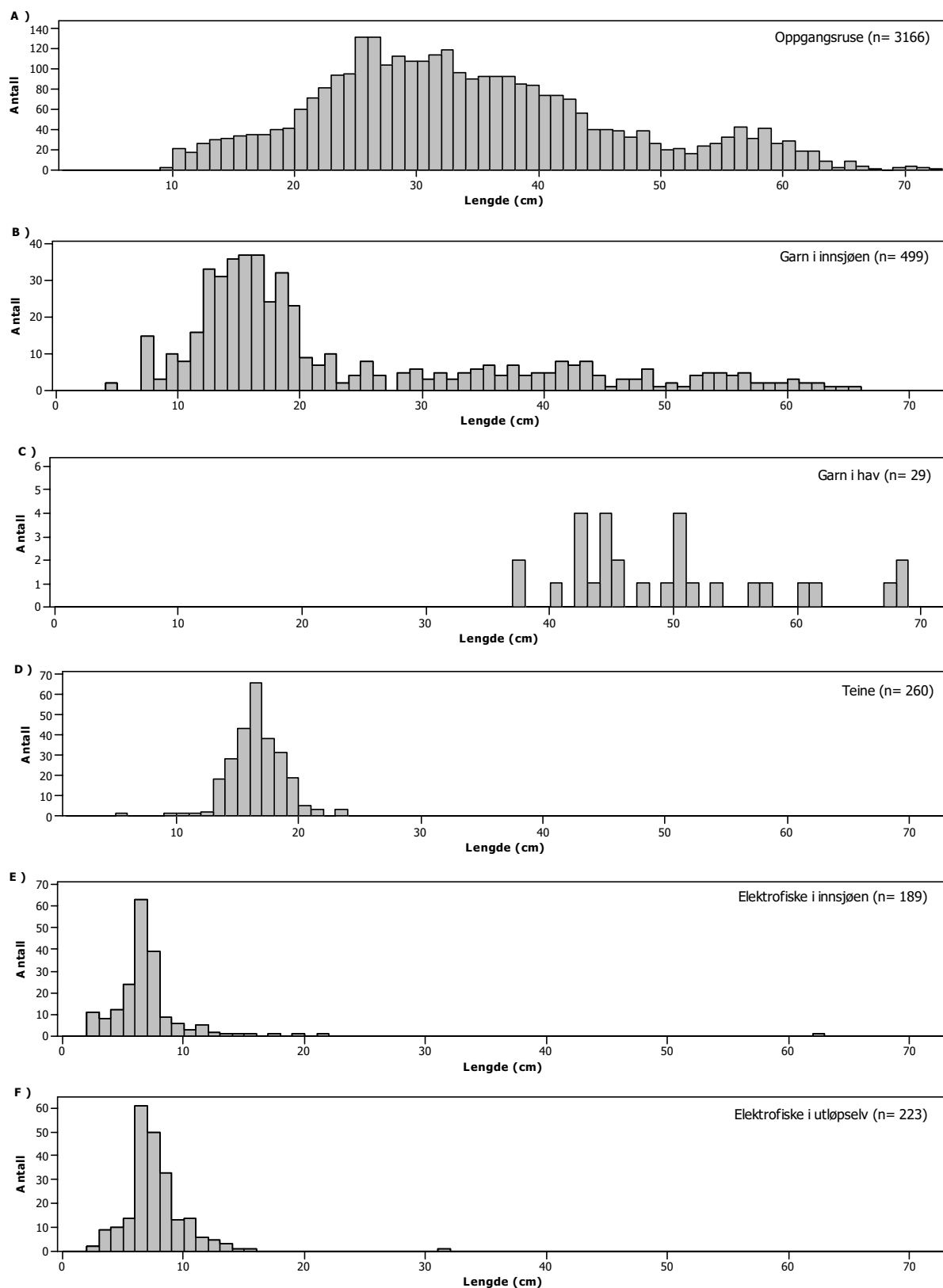
august. Det ble totalt fanget 412 røyer med elektrisk fiskeapparatet, derav 189 i innsjøer (figur 2.4 E) og 223 i utløpselva (figur 2.4 F). Disse røyene målte fra 22 mm til 620 mm.

Det ble benyttet både oversiktsgarn (hvert garn med like lange buser av maskeviddene 8, 10, 12,5, 15, 18,5, 22, 26, 33, 39 og 45 mm) og standardgarn (maskevidder 16,5, 19,5, 24, 31, 39 og 45 mm) i innsjøen. Oversiktsgarnene som ble benyttet litoralt og profundalt (bunngarn) var 40 meter lange og 1,5 meter dype. Disse ble satt både vinkelrett ut fra land og parallelt med land (0-5 m dyp), både enkeltvis og i serier. I tillegg ble serier med to oversiktsgarn satt profundalt på dypene 10-12 meter og 25-28 meter. Standardgarnene (25 x 1,5 m) supplementerte oversiktsgarnene i litoralsonen. I pelagialsonen ble det benyttet et oversiktsgarn som var 40 m langt og 3 m dypt, samt et standardgarn med 16,5 mm maskevidde. I første del av perioden, dvs. fram til 10. august, ble det kun fisket litoralt, mens det i siste del av perioden ble fisket i alle habitat. Totalt ble det i løpet av feltperioden fanget 499 røyer i lengdeintervallet 46 mm til 650 mm på garn i Vårfluesjøen (figur 2.4 B). I tillegg ble det tatt prøver av 29 røyer fanget på garn i saltvann langs strekningen Fiskebaybukta-Mushamna (figur 2.4 C). Fiske i havet ble utført i august 2005 av fangstfolk stasjonert ved Mushamna fangststasjon. Det ble også fanget seks anadrome røyer med håndredskap, tre i innsjøen og tre i havet nær elvemunningen. Fisk fanget med garn og håndredskap i saltvann var 385-705 mm.

Samtlige røyer ≥ 160 mm fanget i vannet og tidligere merket i oppgangsrusa ble klassifisert som anadrom fisk, mens all gjenfangst av fisk under denne lengden ble klassifisert som resident. All umerket fisk, og gjenfangster fra øvrige redskaper, som ble fanget i innsjøen ble ansett som resident. I usikre tilfeller ble det i tillegg benyttet faktorer som morfologi, K-faktor, marine parasitter og kjøttfarge for at klassifiseringen skulle bli så nøyaktig som mulig. Røye som likevel ikke lot seg klassifisere ble betegnet som "usikker".

Tabell 2.1. Oversikt over all røye som ble fanget, fordelt på redskapstype og fangststed, samt hvorvidt de ble klassifisert som anadrom, resident eller "usikker".

Redskap	Antall totalt				Antall prøvetatt			
	Anadrom	Resident	Usikker	Totalt	Anadrom	Resident	Usikker	Totalt
Ruse	3002	164	0	3166	27	6	0	33
Stang	6	0	0	6	6	0	0	6
Elfiske, innsjø	1	186	2	189	0	60	0	60
Elfiske, elv	1	222	0	223	0	128	0	128
Teine	0	260	0	260	0	30	0	30
Garn, innsjø	154	310	6	499	87	216	3	306
Garn, hav	29	0	0	29	29	0	0	29
Totalt	3193	1171	8	4372	149	440	3	592



Figur 2.4. Lengdefordelingen til røye fanget på de forskjellige redskapene i ulike habitat i Vårfluesjøen i løpet av feltperioden 17. juli- 28. august 2005.

2.3. Bearbeiding av materialet i felt

All fisk, bortsett fra el-fisket røye og prøvetatt røye, ble bedøvet med benzokain; 20- 30 ml ferdigblandet (4 mg/100 ml vann) per 10 liter vann. Lengde (gaffellengde) og vekt ble registrert til henholdsvis nærmeste millimeter og gram. All fisk i oppgangsrusa over 160 mm ble merket ved å klippe av ytterste spissen på øvre del av halefinnen, mens fisk under denne lengden ble merket med fargestoffet Alcian Blue, som ble skutt inn i høyre brystfinne ved hjelp av merkepenn (Panjet inculator). Blandingsforholdet var 1,5 g Alcian Blue pulver til 10 ml 96 % etanol, som videre ble blandet med 100 ml rent vann. Dette fargestoffet er vannløselig, og påvirker verken vekst eller overlevelse hos fisk (Hart & Pitcher 1969). Etter at røyene var målt, veid og merket, ble de oppbevart i en stamp med oksygenrikt vann i 15-20 minutter. Etter hvert som røyene våknet fra bedøvelsen og viste normal atferd ble de sluppet ut. All fisk som ble fanget i oppgangsrusa eller teiner ble satt ut på samme lokalitet i vestenden av vannet. Røye som ble fanget på garn og med elektrisk fiskeapparat ble imidlertid satt ut nær fangststedet.

Hos samtlige fisk som ble avlivet ble otolittene dissekert ut og lagt i mikrotuber med løsning av 96 % etanol iblandet ca 5 % glyserol. Otolittene ble senere aldersavlest. Av 412 røyer elektrofisket, ble 188 fisk avlivet og konservert på 96 % etanol for senere analyser på laboratorium. I tillegg ble totalt 523 mager klipt av ved svelg og pylorus, og konservert på dramsglass med etanol. De største magene ble åpnet og magefylling bestemt, før næringsdyrene ble konservert på etanol. I tillegg ble det utført 122 magepumper på anadrom røye mellom 224 og 705 mm. Av disse ble 101 fanget i oppgangsrusa, og de resterende 21 på garn i innsjøen. Dette ble gjort for å undersøke diett hos sjørøye uten å måtte avlive fisken. Hos de avlivede fiskene ble kjønn og modningsgrad bestemt etter en skala utarbeidet av Dahl (1917). Individuer i stadium I-III ble betegnet som ikke-gytere, mens røye i stadium IV-V ble bestemt å skulle gyte kommende høst (Nordeng 1961). Samtidig ble antall cyster av fiskeandmark (*Diphyllbothrium ditremum*) og antall kveis (*Anisakis* sp.) estimert. I noen få tilfeller dannet cyster av fiskeandmark flere lag, noe som høyst sannsynlig kan ha bidratt til at antall cyster ble underestimert (jf. Hammar 2000). Kjøttfargen ble bestemt til rød, lyserød, gul eller hvit.

2.4. Bearbeiding i laboratorium

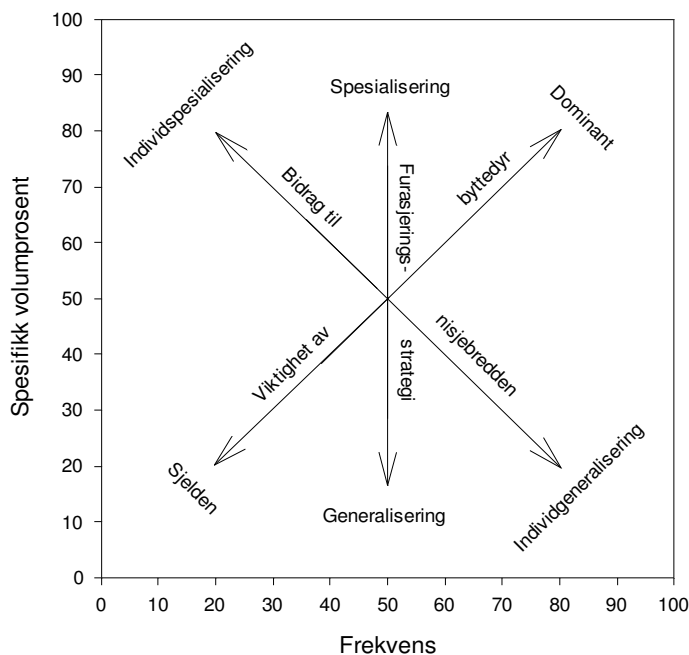
Mageinnholdet fra de 523 mageprøvene og 122 magespylingene ble delt inn i ferskvannslevende og marine organismer. De ferskvannslevende byttedyrene ble videre delt inn i larver, pupper og imago av fjærmygg (*Chironomidae*), larver/pupper og imago av vårfluearten *Apatania zonella*, hoppekreps (*Copepoda*), spretthaler (*Collembola*), *Mysis* sp. (trolig *Mysis relicta*), andre tovinger (imago) (*Diptera* sp.), røye og uidentifiserbart materiale. Marine næringsdyr ble delt inn i ulkeyngel (*Cottidae* sp.), annen marin fisk (bl.a. lodde (*Mallotus villosus*), amfipoder, mysider (*Mysidacae* sp.), og manglebørstemark (*Polychaeta* sp.). De marine evertebratene ble bestemt til ordens-, underordens- eller artsnivå av Wim Vader (Tromsø Museum, Universitetet i Tromsø). Magefyllingsgraden ble bestemt i prosent, og under stereolupe ble de ulike næringsdyrkategoriene angitt som prosent av totalt mageinnhold. Spesifikk volumprosent for hver byttedyrkategori ble angitt ved:

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

der S_i er fyllingsgraden av byttedyrkategori i , og S_{ii} er den totale fyllingsgraden i de mager hvor byttedyrkategorien i finnes. Frekvens ble angitt ved:

$$F = N_i / N$$

der N_i var antall fisk som hadde spist byttedyrkategori i , og N var det totale antall røye med mat i magen. Ved å plote spesifikk volumprosent (P_i) mot frekvens (F) visualiseres forskjellige grader av individuell spesialisering, og den generelle viktigheten av de ulike byttedyrkategoriene i dietten til fiskebestanden (figur 2.5) (Amundsen et al. 1996).



Figur 2.5. Forklaringsdiagram for tolking av diettanalysene. Utarbeidet etter Amundsen et al. (1996).

Diettoverlapp (D) mellom røye i ulike habitat ble beregnet etter Shoeners (1970) indeks:

$$D = 100 \times (1 - 0,5 \sum_{i=1}^n |p_{x_i} - p_{y_i}|)$$

der p_{x_i} er frekvensen av diettkategoriene i i dietten til predator x . p_{y_i} er frekvensen av diettkategoriene i i dietten til predator y , og n er antall byttedyrkattegrrier i diettene. $D = 100$ tilsvarte fullstendig overlapp i alle næringsdyrkattegrrierene, mens $D = 0$ betydde ingen overlapp. Dietten ble betraktet som signifikant forskjellig ved D mindre enn 40 (Ross 1986), mens den var signifikant lik ved D større enn 60 (Wallace 1981).

Aldersbestemmelse ved hjelp av otolittavlesning ansees som den beste metoden på røye (Nordeng 1961, Kristoffersen 1982). Otolittenes vintersoner (hyaline soner) ble lest av mot svart bakgrunn i 1-,2- propandiol i en porselensskål, belyst skrått ovenfra (Kristoffersen 1982). Totalt 584 fisk ble aldersavlest ved enten å benytte en eller begge otolittene fra hvert individ. Hyaline soner langs spissen (rostum) ble hovedsakelig brukt til aldersbestemming, mens telling langs posterior ble brukt i enkelte tilfeller da rostum var uleselig (figur 2.6). Otolittenes lesbarhet ble registrert i kategoriene 1-3, der 1 var god (88,2 % av materialet), 2 var middels god (8,0 % av materialet) og 3 var uleselig (3,8 % av materialet). Lengde ved alder i kategori 1 og 2 viste ingen forskjell, og begge ble ansett som korrekt avlest og inngikk i videre analyser (tabell 2.2). Røye innenfor kategori 3 ble utelatt fra videre aldersanalyser.

Tabell 2.2. Oversikt over antall mageprøver og aldersavlesninger, fordelt på ulike redskaper og sjørøye/resident/usikker.

Redskap	Mageprøve				Aldersavlest			
	Anadrom	Resident	Usikker	Totalt	Anadrom	Resident	Usikker	Totalt
Ruse	26	7	0	33	24	6	0	30
Stang	6	0	0	6	6	0	0	6
Elfiske, innsjø	0	62	0	62	0	58	0	58
Elfiske, elv	0	126	0	126	0	128	0	128
Teine	0	0	0	0	0	28	0	28
Garn, innsjø	87	200	3	290	84	207	3	294
Garn, hav	6	0	0	6	18	0	0	18
Totalt	125	395	3	523	132	427	3	562



Figur 2.6. Otolitter fra sjuårig røye fanget i Vårfluesjøen 2005. Vintersonene vises som mørke ringer (hyalin). Foto: Skogstad 2006.

2.5. Statistikk og framstilling av materialet

ANOVA (enveis) og t-testene ble utført i Minitab 14 (© 2005), og ble ansett som signifikant ved $p < 0,05$. Mange statistiske formål krever ikke en normalfordeling, så fremt gjennomsnittet av residualene går i null (Schabenberger & Pierce 2001). Med bakgrunn i dette har vi valgt å bruke parametriske tester, selv om dataene i noen få tilfeller ikke er helt normalfordelte.

Fangst per innsatsenhet (CPUE) ble beregnet som antall fisk fanget per 100 m^2 per 24 timer for oversiktsgarn etter følgende formel: $\text{CPUE} = (C \times 24 \text{ timer} \times 100 \text{ m}^2) / (t \times a)$, hvor C= antall røyer fanget, t= antall garntimer, a= totalt garnareal.

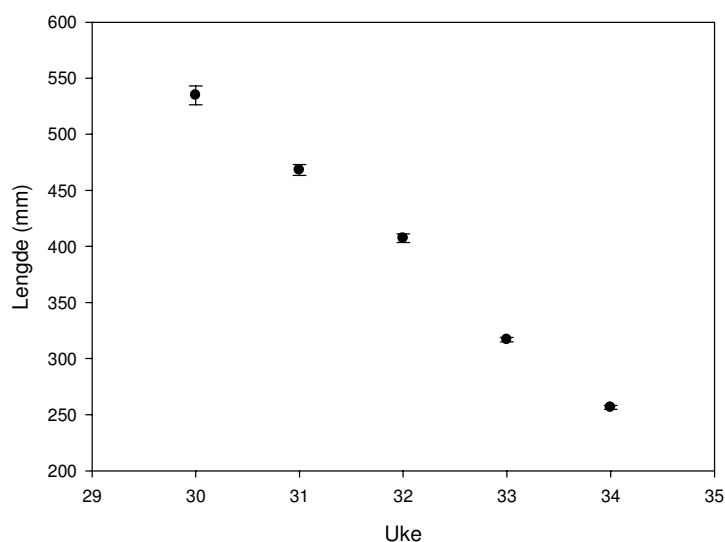
3.0. Resultater

3.1. Anadrom røye i tilbakevandningsfasen

3.1.1. Vandringssmønster

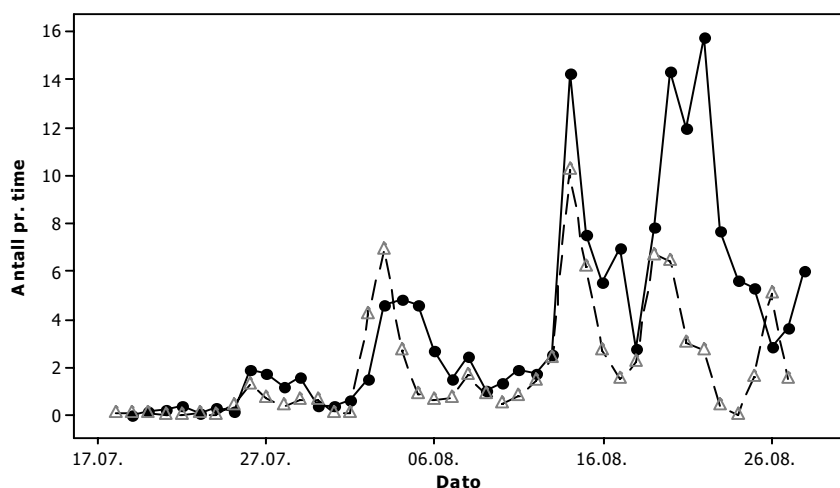
Fra 17. juli til 28. august (2005) ble det fanget 3166 røye i oppgangsrusa, hvorav 3002 ble klassifisert som sjørøye. Ni av fiskene var merket med TBA-2 merker (Standard anchor tag t-bar). Yngste og eldste aldersbestemte sjørøye var henholdsvis 6 og 22 vintre ($n=132$).

Gjennomsnittslengden ($\bar{L}$) hos oppvandrende sjørøye avtok signifikant ukevis, fra $\bar{L} = 535$ mm i uke 29/30 til $\bar{L} = 257$ mm i uke 34 (ANOVA; $p=0,00$) (figur 3.1).

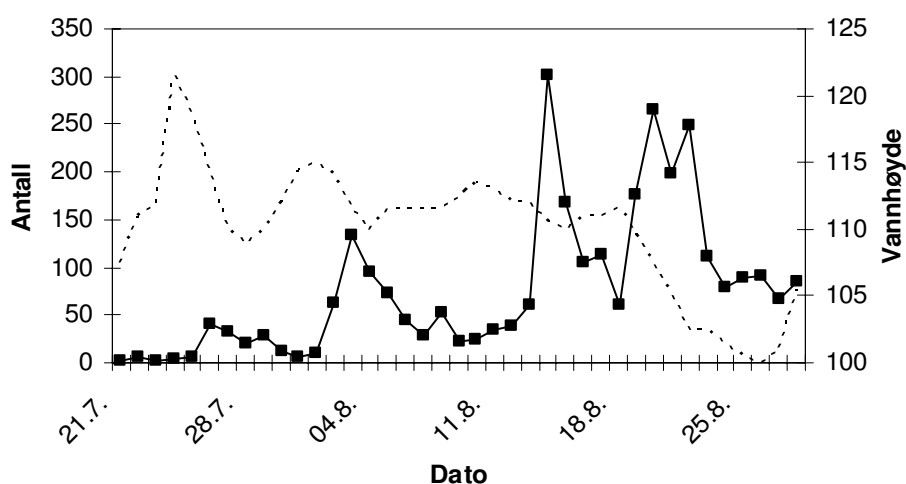


Figur 3.1. Gjennomsnittslengde hos oppvandrende sjørøye ($n=3002$) fanget i ruse i utløpselva til Vårfluesjøen i perioden 18. juli (uke 29) til 28. august (uke 35) 2005. Standardfeil er vist.

Det vandret signifikant flere fisk per time opp om natta/morgenen (3,8 fisk) enn om dagen/kvelden (2,0 fisk) (paret t-test; $p=0,001$) (figur 3.2). Det var en tendens mot en positiv sammenheng mellom økende vannstand og antall oppvandrende røye i første del av perioden, dog med to-tre dagers forskyving (figur 3.3). I den siste delen av perioden, hvor flest fisk vandret opp og hvor vannstanden var lavest, var det ingen slik positiv sammenheng.



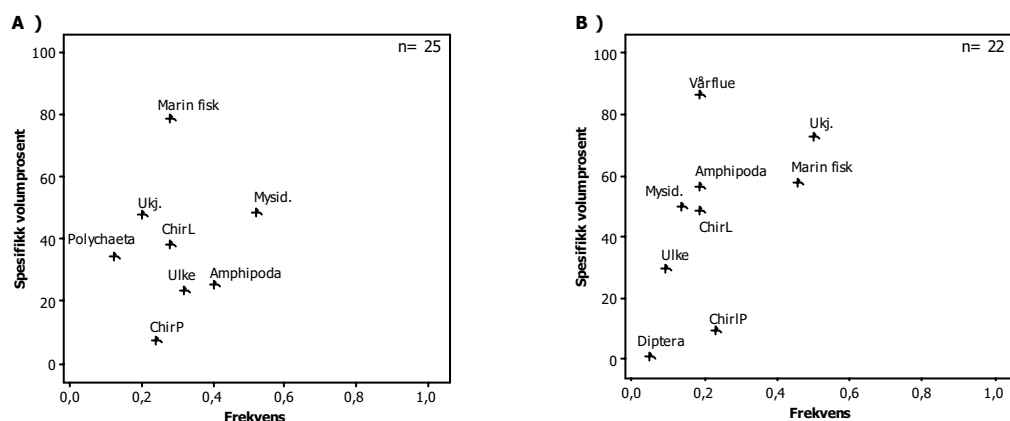
Figur 3.2. Antall oppvandret anadrom røye per time for dag (Δ) ($n = 785$) og natt (●) ($n = 2217$) til Vårfluesjøen i løpet av perioden 17. juli til 28. august 2005.



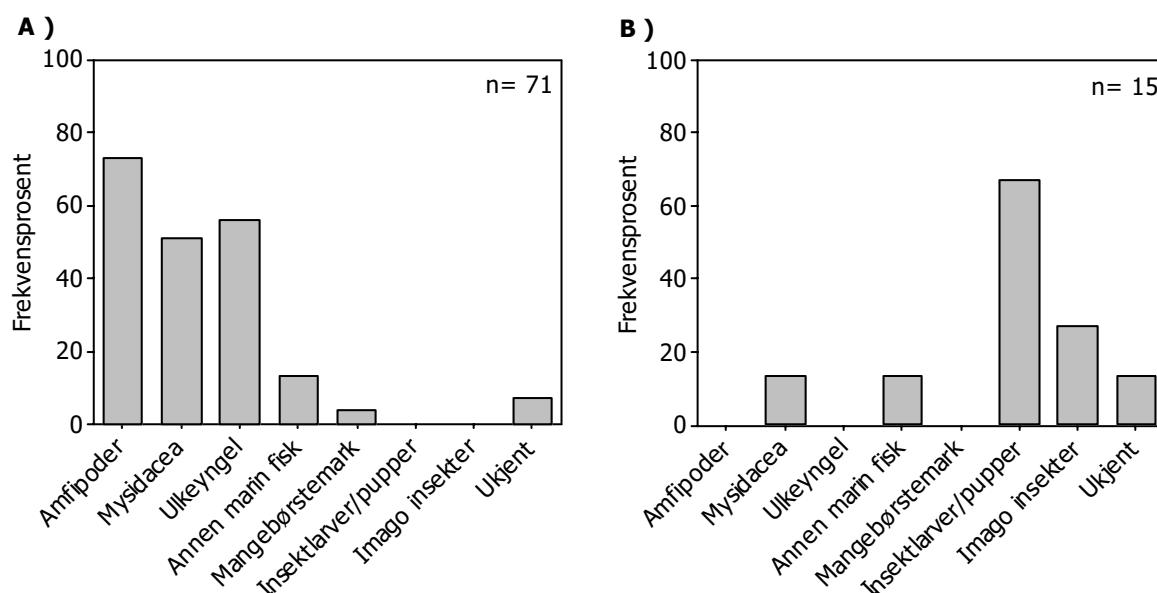
Figur 3.3. Sammenheng mellom ulik vannhøyde (---) målt i utløpselva ved innsjøen, og antall anadrom røye (■) fanget i oppgangsrusa i Vårfluesjøen i perioden 21. juli til 28. august 2005.

3.1.2. Diett

Sjørøyas byttedyr i havfasen bestod av amfipoder (*Gammarus* spp., *Themisto* spp. og *Hyperia galba*), mysider, manglebørstemark, ulkeyngel, annen marin fisk (hovedsakelig lodde) (figur 3.4 og 3.5). I tillegg ble det funnet fjærmygg larver og -pupper i dietten til anadrom røye under oppvandring. Dietten var variert, og ingen næringsdyr dominerte. I havfasen var ulkeyngel, annen marin fisk, mysider og amfipoder viktige (figur 3.4 A og B). Etter å ha returnert til innsjøen viste noen få individer en diettspesialisering på vårfluer (figur 3.4 B). I tillegg beitet en del sjørøyer larver og pupper av fjærmygg. Andelen tomme mager var atskillig høyere blant anadrom røye fanget i ferskvann (67,3 %) i forhold til sjørøye fanget i saltvann og elv (29,4 %).



Figur 3.4. Dielt til anadrom røye framstilt som frekvens av ulike byttedyr i dietten versus spesifikk volumprosent. Ukj.= uidentifiserte evertebrater, ChirL= fjærmygglarver, ChirP= fjærmyggupper, Mysid.= Mysidacea. I tillegg var amfipoder, ulkeyngel, annen marin fisk (bl.a. lodde), imago tovinger (Diptera), vårfluer, og mangebørtsemark (Polychaeta) representert i dietten. A) Anadrom røye fanget i saltvann og elv og B) Anadrom røye fanget i ferskvann.



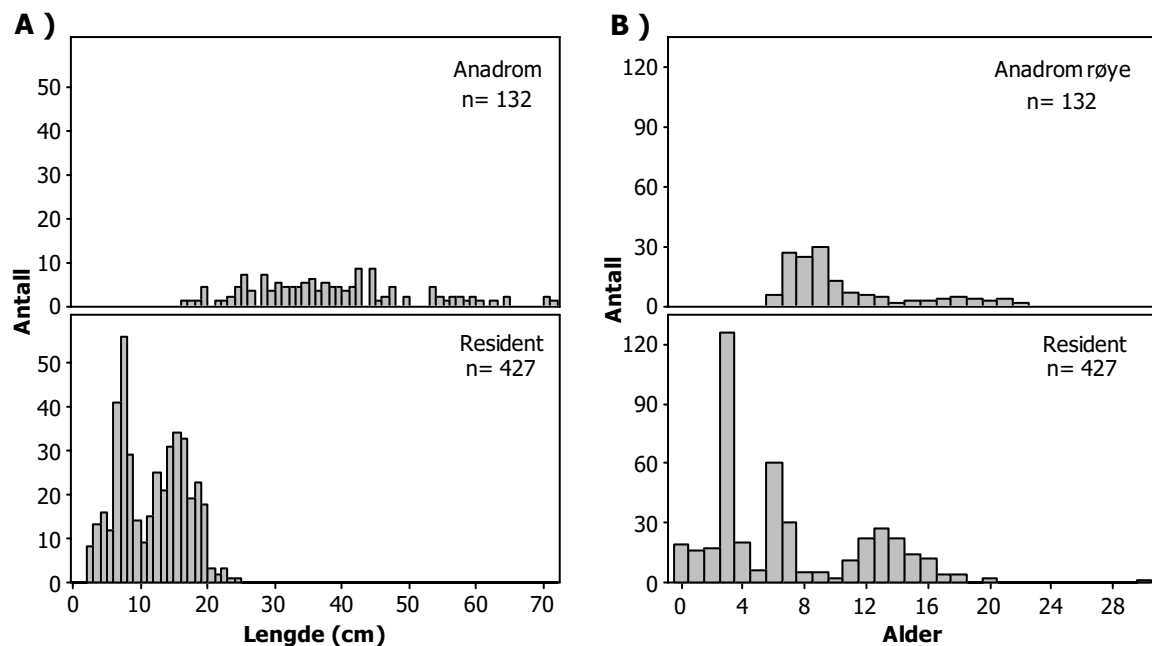
Figur 3.5. Frekvens av byttedyrkategorier i magespylt sjørøye faget i A) oppgangsrusa i utløpselva og B) garn i Vårfluesjøen i perioden 18. juli til 18. august 2005.

3.2. Resident og anadrom røye i innsjøen

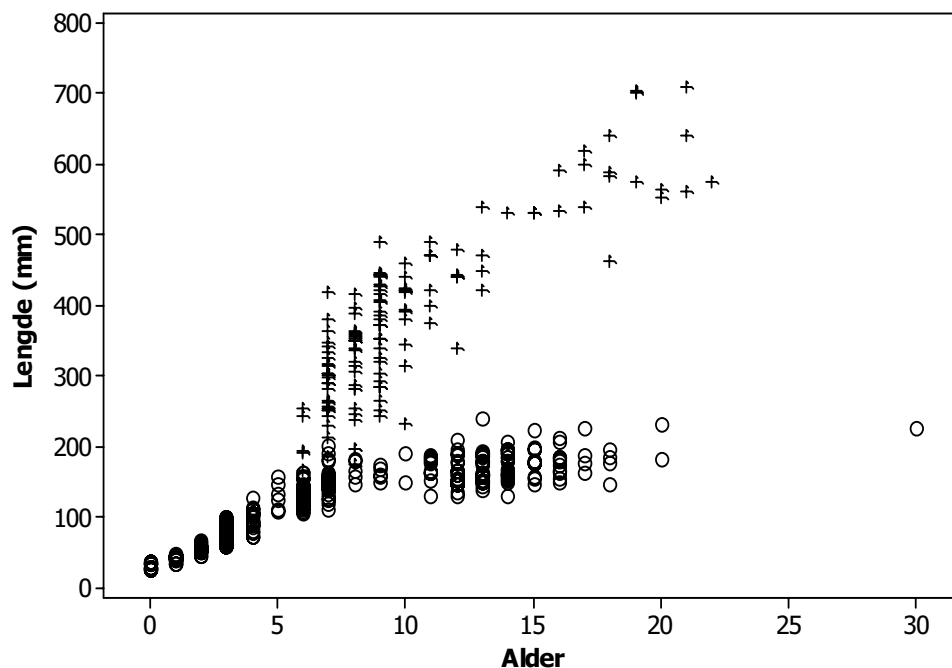
3.2.1. Vekst og kjønnsmodning

Av 559 aldersbestemte anadrome og residente røyer var 36,7 % yngre enn 6 vintre, og 57,8 % var mindre enn 160 mm (figur 3.6). Det ble registrert sjørøyer i alle aldersklasser fra 6 til 22 vintre. Det lengste individet (sjørøye) ble målt til 705 mm (gaffellengde) og var 21 vintre. Yngste alder funnet hos førstegangsvandrende var 6 år. For resident røye ble det registrert fisk i samtlige aldersklasser fra 0 til og med 20 vintre (ekslusiv 19-årsklassen), samt en fisk i aldersklassen 30 år. Dette var samtidig det eldste registrerte individet. Alder plottet mot

lengde for all fisk viste at spredningen innenfor aldersklassene var liten fram til og med femårsklassen. Deretter varierte spredningen i mye større grad, og røyebestanden viste en bimodal lengdefordeling med best vekst hos den anadrome fraksjonen (figur 3.7).



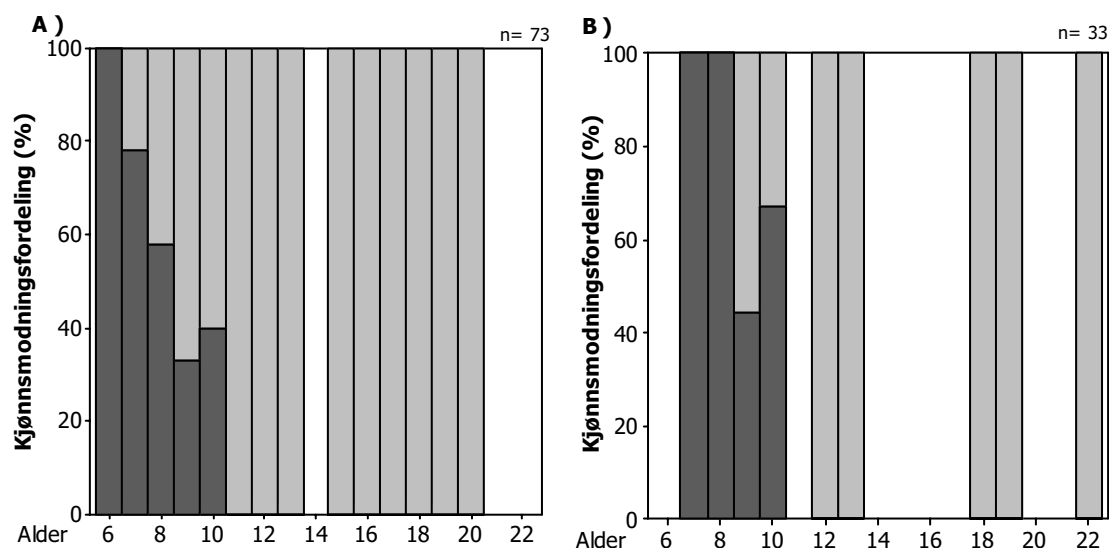
Figur 3.6. A) Lengdefordeling og B) aldersfordeling hos anadrom og resident røye fanget i Vårfluesjøen 2005.



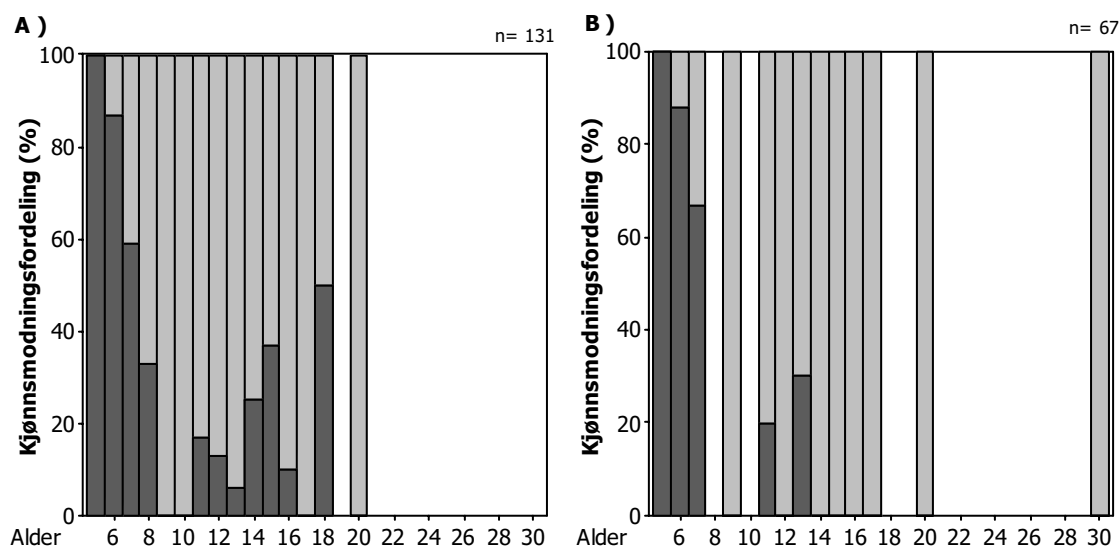
Figur 3.7. Lengde ved alder for stasjonær ($\circ$) ($n=427$) og anadrom røye ($+$) ($n=132$) fanget i Vårfluesjøen sommeren 2005.

De yngste kjønnsmodne sjørøyeene var sju vintre og hunnkjønn (316-365 mm), mens de første kjønnsmodne hannene var ni år (373-444 mm) (figur 3.8). Den minste kjønnsmodne anadrome røya var en hunn med lengde 233 mm og alder 10 vintre. For anadrom røye skulle samtlige individer fra og med 12-årsklassen gyte høsten 2005. Andelen kjønnsmoden hunnfisk oversteg 60 % ved niårsalderen, mens 100 % av hannfiskene var kjønnsmoden fra 12 årsklassen av. Hos sjørøye eldre enn fem vintre var 70 % hunnfisk, mens 30 % var hannfisk. Det ble kun registrert 1-2 individer i aldersklassene 13-16 og 18-20 for hunnfisk, og i alle aldersklassene over 11 år for hannfisk.

De yngste kjønnsmodne residente hann- (142 mm) og hunnrøyeene (125 mm) var seks vintre gamle (figur 3.9). Det minste kjønnsmodne stasjonære individet var en hunn på 125 mm. Innslaget av stasjonær fisk som skulle gyte kommende høst oversteg 60 % fra og med åtteårsalderen for hunnfisk, og niårsalderen for hannfisk. Etter tiårsalderen var andelen ikke-gytere vesentlig høyere hos hunnfisk enn hos hannfisk. For fisk eldre enn fem vintre var 66,2 % hunnfisk og 33,8 % hannfisk. Imidlertid ble 29 individer over fem vintre ikke kjønnsbestemt. Det ble kun registrert 1-2 individer i aldersklassene 9, 10 og 20 år for hunnfisk, og i samtlige aldersklasser over 15 år for hannfisk.

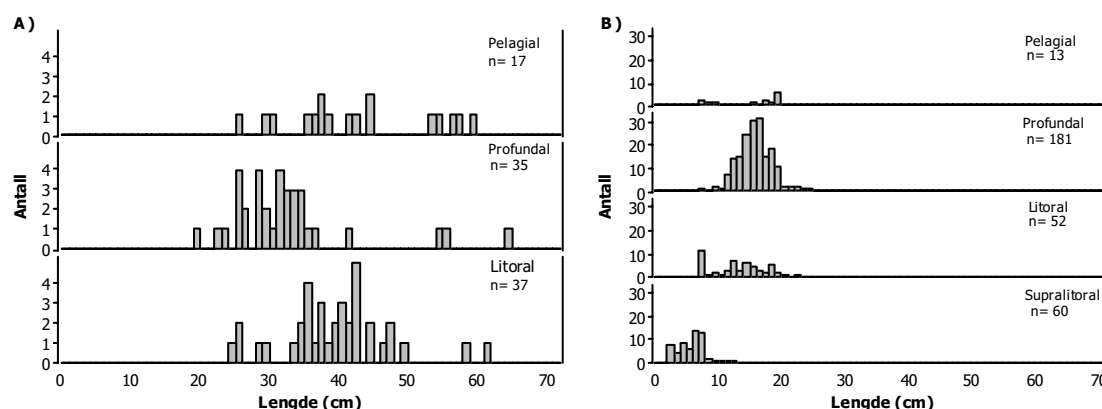


Figur 3.8. Andelen umoden (■) og moden (■) røye i ulike aldersklasser av A) Anadrom hunnfisk (n= 73) og B) Anadrom hannfisk (n= 33) fanget i Vårfluesjøen 2005. Aldersklasser som ikke er representert i utvalget er symbolisert ved □.



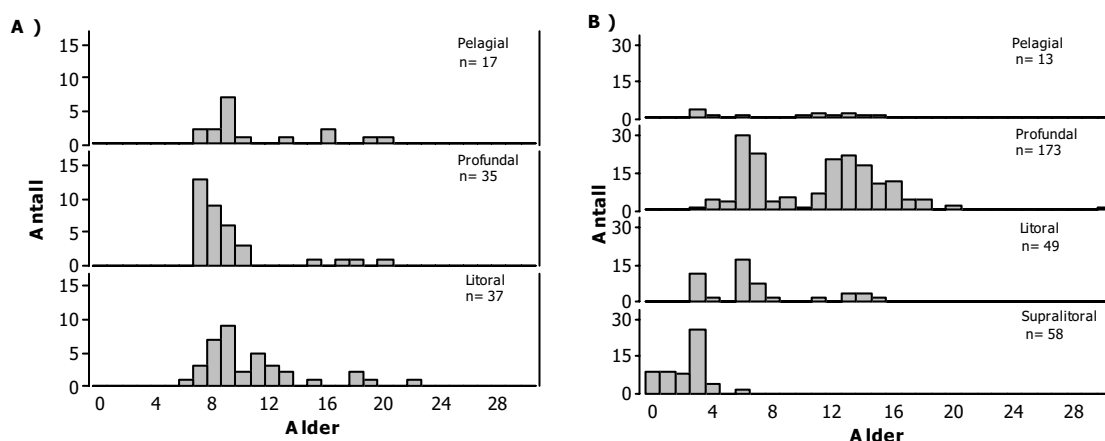
Figur 3.9. Andelen umoden (■) og moden (■) røye i ulike aldersklasser av A) Resident haddock (n= 131) og B) Resident haddock (n= 67) fanget i Vårfluesjøen 2005. Aldersklasser som ikke er representert i utvalget er symbolisert ved □.

Anadrom røye fanget i Vårfluesjøens profundalsone hadde en signifikant mindre lengde ($\bar{L} = 325$ mm) enn fisk fanget litoralt ($\bar{L} = 394$ mm) og pelagialt ($\bar{L} = 425$ mm) (ANOVA; $p=0,000$). Resident røye fanget i supralitoralsonen var signifikant mindre i lengde ($\bar{L} = 59$ mm) enn i de andre habitatene (ANOVA; $p=0,000$) (figur 3.10 B). Videre var resident røye fanget i litoralsonen ($\bar{L} = 133$ mm) signifikant mindre enn fisk fanget pelagialt ($\bar{L} = 153$ mm) og profundalt ($\bar{L} = 158$ mm). Det var ingen forskjell i størrelse for resident fisk fanget på ulike dyp i profundalsonen, og det ble derfor ikke skilt mellom dypene 10-12 og 26-28 meter (t-test; $p=0,358$).



Figur 3.10. Lengde hos røye fanget i ulike habitat i Vårfluesjøen 2005. A) Anadrom røye, B) Resident røye.

Sjørøye fanget i profundalen var noe yngre enn de som ble fanget i andre habitat, men det var ingen signifikant forskjell (ANOVA; $p=0,100$) (figur 3.11 A). Hos resident røye var det derimot en signifikant forskjell i aldersammensetningen mellom de ulike habitatene (ANOVA; $p=0,000$). Røye i supralitoralen var signifikant yngre enn fisk i de øvrige habitatene. I tillegg var fisk fanget profundalt signifikant eldre enn fisk fanget i litoralsonen (figur 3.11 B).



Figur 3.11. Alder hos røye fanget i ulike habitat i Vårfluesjøen 2005. A) Anadrom røye, B) Resident røye.

Fangst per innsatsenhet (CPUE) var om lag dobbelt så stor for anadrom røye i forhold til resident røye både i litoral- og pelagialsonen (tabell 3.1). I profundalen var derimot CPUE av stasjonær fisk over tre ganger så stor som for anadrom røye. CPUE var betydelig større for begge fraksjonene i litoralen i forhold til de andre habitatene.

Tabell 3.1. Fangst per innsatsenhet (CPUE), antall fisk per 100 m² garnareal per 24 timer, for anadrom og resident røye i ulike habitat i Vårfluesjøen 2005.

	Anadrom	Resident	Antall garntimer
Litoralsonen	27,0	14,4	117
Pelagialsonen	1,4	0,6	487
Profundalsonen	1,1	3,6	1644

3.2.2. Røyas diett i Vårfluesjøen

Den stasjonære røyas byttedyr i innsjøen bestod av mysider, vårfluer, fjærmygglarver og -pupper, fisk (røye), tovinger, hoppekreps og spretthaler (figur 3.12). I tillegg ble det funnet krepsdyrrester som ikke lot seg bestemme, samt stein, planterester, mudder og uidentifiserbart organisk materiale. I supralitoralen ble det kun funnet fisk under 15 cm, og dietten var dominert av fjærmygglarver og vårfluelarver. Det ble funnet mysider i dietten hos resident røye i alle habitat og lengdegrupper, og mysider dominerte dietten til fisk over 15 cm litoralt,

samt i begge lengdeklasser profundalt. Dietten til fisk under 15 cm litoralt var dominert av vårfluelarver. Hos de få fiskene som ble fanget pelagialt var dietten variert, med en dominans av vårfluer hos den minste fisken og mysider hos større fisk. Hoppekreps ble kun funnet i dietten til fisk fanget pelagialt. All fisk som hadde spist vårfluelarver hadde en høy spesifikk volumprosent, og de var spesialiserte på dette næringsdyret, med unntak av fisk fanget i profundalen. Det ble kun funnet fisk (røye) i dietten til tre residente røyer med lengde 78, 80 og 207 mm, og disse ble fanget supralitoralt og litoralt. Lengde på byttefisk var rundt 25 mm.

Gjennomsnittlig andel tomme mager var 25 %, Forekomsten var klart hyppigst i profundalen (35 %) i forhold til supralitoralen (7 %), litoralen (25 %) og pelagialen (0 %). Gjennomsnittlig magefyllingsgrad var også lavest i profundalen (14,7 %). For fisk i supralitoralen, litoralen, og pelagialen var fyllingsgraden henholdsvis 68,8 %, 57,4 %, og 33,7 %.

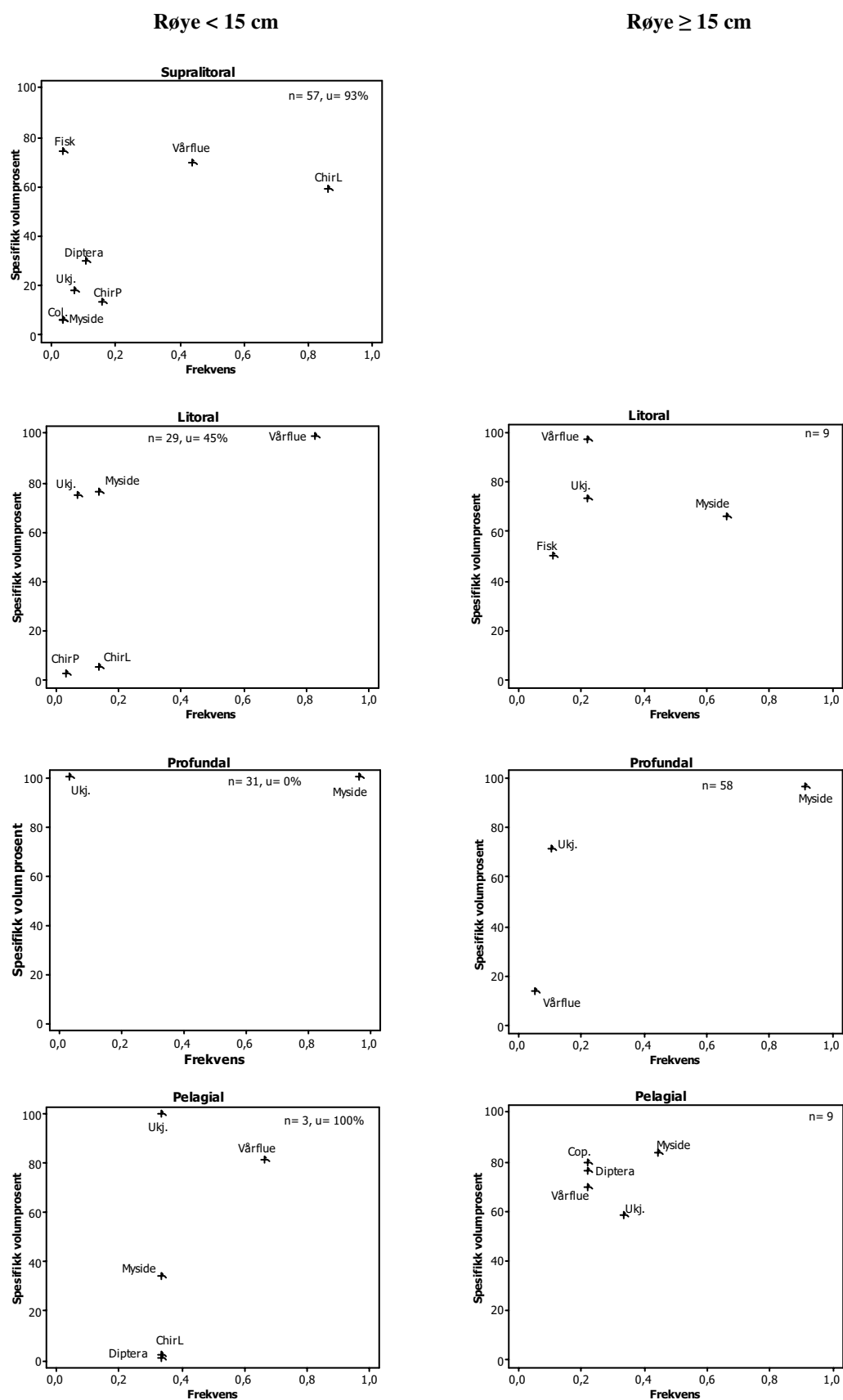
Det ble funnet signifikant diettoverlapp ($D > 60$ %) for begge lengdegrupper av røye pelagialt i forhold til litoral og profundal røye (tabell 3.2). Mellom pelagial- og profundalsonen var årsaken til dette dominans av mysider i røyas diett, mens grunnen til diettoverlappet mellom pelagial- og litoralsonen var både vårfluer og mysider. For fisk ≥ 15 cm forekom det diettoverlapp mellom litoralen og profundalen, på grunn av mysider i begge habitat. Det ble ikke funnet signifikant diettoverlapp mellom røye under 15 cm profundalt og supralitoralt på grunn av et lite innslag av mysider supralitoralt. Det var heller ikke signifikant diettoverlapp mellom røye i supralitoralen og pelagialen på grunn av at fjærmygglarver og fisk kun var viktig i supralitoralen. Det var et signifikant diettoverlapp mellom lengdegruppene innenfor de ulike habitatene (tabell 3.3).

Tabell 3.2. Diettoverlapp (Schoernes indeks) mellom ulike innsjøhabitat for røye < 15 cm og ≥ 15 cm.

Habitat	vs. Habitat	Indeks(%)	
		< 15 cm	≥ 15 cm
Supralitoral	vs. Litoral	49,5	-
Supralitoral	vs. Profundal	4,0	-
Supralitoral	vs. Pelagial	36,5	-
Litoral	vs. Profundal	54,5	78,5
Litoral	vs. Pelagial	87,0	90,0
Profundal	vs. Pelagial	67,5	68,5

Tabell 3.3. Diettoverlapp (Schoernes indeks) mellom røye < 15 cm og ≥ 15 cm innen de ulike habitatene.

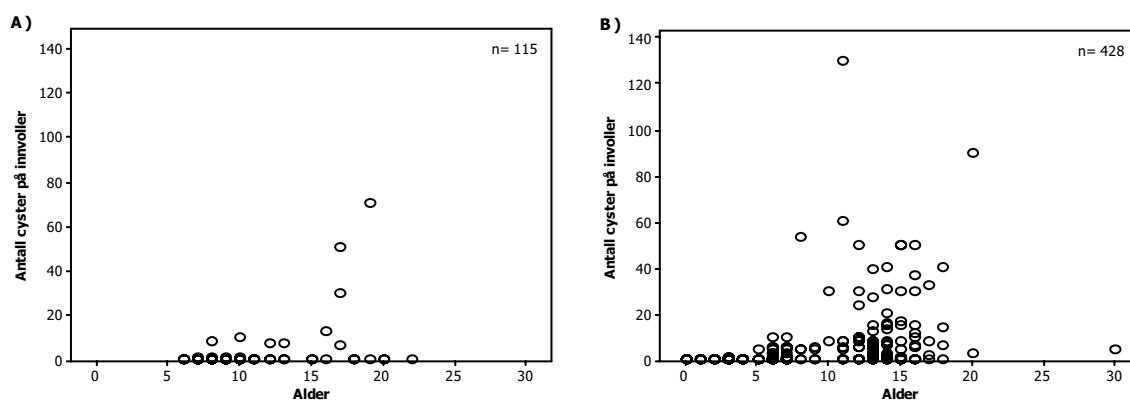
Røye < 15 cm	vs. Røye ≥ 15 cm	Indeks (%)
Litoral	vs. Litoral	76,5
Profundal	vs. Profundal	99,5
Pelagial	vs. Pelagial	99,5



Figur 3.12. Diett til resident røye i lengdegruppene < 15 cm og ≥ 15 cm i ulike habitat framstilt som frekvens av ulike byttedyr i dietten versus spesifikk volumprosent. ChirL= fjærmyggelarver, ChirP= fjærmyggpupper, Ukj= uidentifisert organisk materiale, samt uorganisk og planterester, Cop= copepoder, Col= collemboler. I tillegg var fisk, imago tovinger (Diptera), vårfluer og mysider representert i dietten. u= andelen røye som er mindre enn 10 cm.

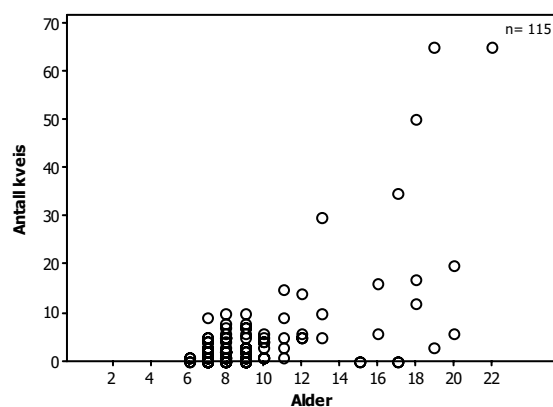
3.2.3. Parasitter

Cyster av fiskeandmark ble funnet på innvoller i 113 av 543 undersøkte røyer (20,8 %). Bare 13 av sjørøylene (11 %) var infiserte og bare tre (2,6 %) hadde mer enn 20 cyster. Hos resident fisk eldre enn fem år var 100 (23,4 %) infisert med bendelmark og 21 individer (5,0 %) hadde mer enn 20 cyster. Gjennomsnittlig antall cyster for anadrom og resident fisk var henholdsvis 16 og 15. Yngste individ infisert med parasitten var tre vintre, mens den yngste infiserte sjørøya var 7 vintre (figur 3.13). Begge fiskene var umodne og hadde en lengde på henholdsvis 80 og 380 mm. Antall cyster varierte innenfor årsklassene, og andelen sterkt infiserte individer økte med økende alder. Stasjonær fisk hadde sterkere infeksjonsrate enn hva tilfellet var for sjørøye.



Figur 3.13. Antall cyster av fiskeandmark på innvoller hos prøvetatt fisk i ulike aldersklasser. A) Anadrom røye, B) Resident røye.

Av 115 undersøkte sjørøyer ble det funnet *Anisakis* sp. (kveis) i 86 (prevalens på 74,5 %) individer innenfor aldersgruppen 6-22 vintre og lengdeintervallet 185-705 mm (figur 3.14). Høyeste antall kveis registrert var på 65, og ble funnet hos to individer på henholdsvis 19 (705 mm) og 22 vintre (574 mm). Gjennomsnittlig antall kveis hos infisert fisk var sju.

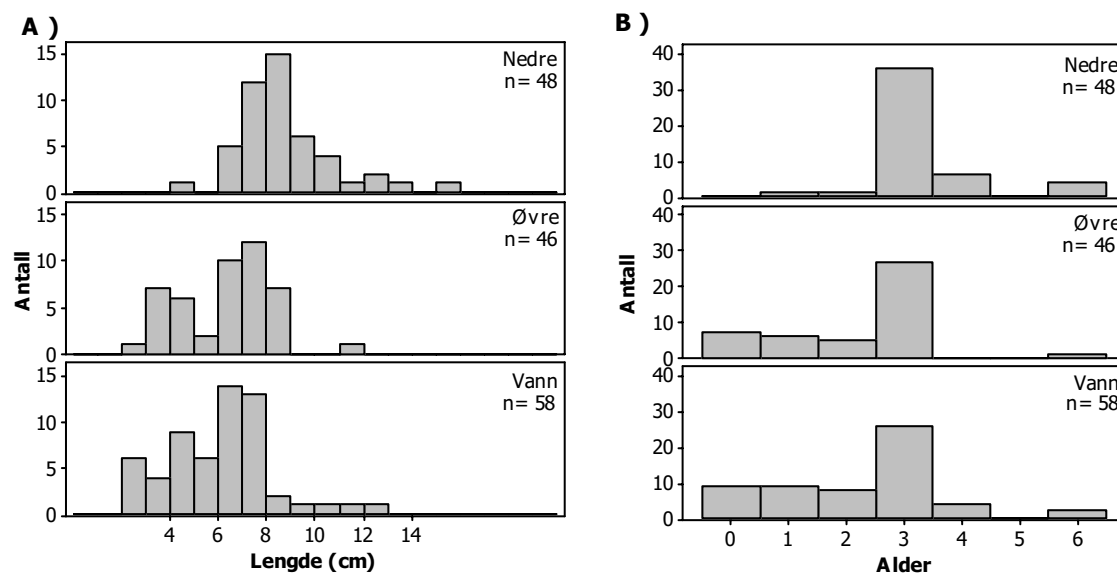


Figur 3.14. Antall *Anisakis* sp. (kveis) i ulike aldersklasser av anadrom røye fanget i Vårfluesjøen 2005.

3.3. Røye på elv

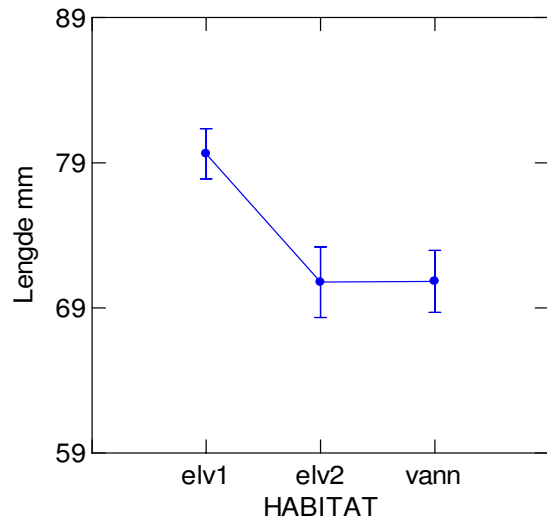
3.3.1. Vekst og habitatbruk

Det ble påvist en signifikant forskjell i størrelse mellom røyeparr i nedre ($\bar{L} = 86$ mm) og øvre ($\bar{L} = 62$ mm) halvdel av elva og i vannets supralitoralsone ($\bar{L} = 60$ mm) (ANOVA; $p = 0,000$) (figur 3.15 A). Parr i nedre del av elva var gjennomsnittlig 24 mm lengre enn fisk i den øvre delen og 26 mm lengre enn fisk i supralitoralsonen. Ungfisk i nedre del av elva var i tillegg signifikant eldre enn ungfisk i øvre del og i supralitoralsonen (ANOVA; $p = 0,000$), hvor gjennomsnittsalderen til ungfisken i nedre og øvre del av elva og i supralitoralsonen var henholdsvis 3,3, 2,2 og 2,3 vintre (figur 3.15 B). Aldersgruppa 0- 2 vintre var nesten helt fraværende i fangstene i nedre del av utløpselva. Denne gruppa utgjorde kun 4 % av all fisk fanget i denne sonen, og aldersklassen 0^+ var ikke representert. I øvre delen var kun 2 % av fisken som ble fanget eldre enn 3 vintre. Her var det gode forekomster av 0^+ og 1^+ .



Figur 3.15. Lengde- og aldersfordeling hos røyeparr fanget i øvre og nedre halvdel av utløpselva og i supralitoralen i Vårfluesjøen 2005.

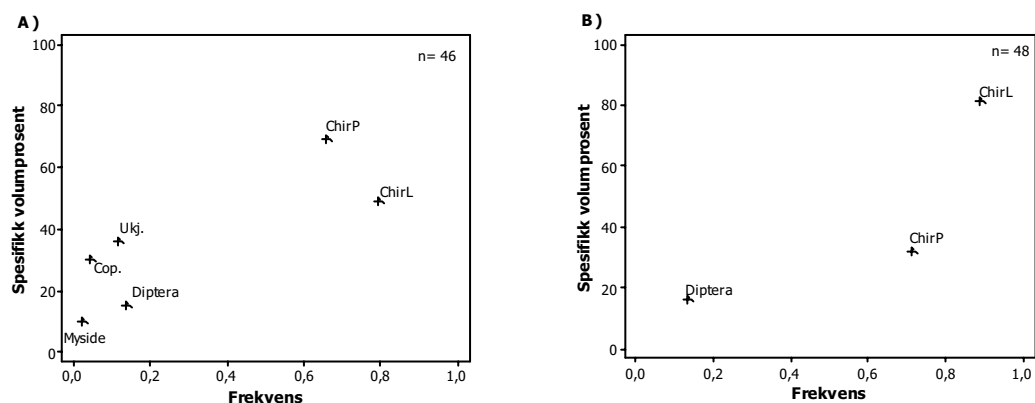
Treårig ungfisk fanget i nedre del av utløpselva i perioden 16.-21. august hadde en signifikant større lengde enn jevngamle røyer fanget i samme periode i øvre del av elva og i innsjøens supralitoralsone (ANOVA; $p = 0,002$) (figur 3.16). Gjennomsnittslengden var ni mm større i nedre del av elva kontra øvre del av elva og innsjøens supralitoralsone.



Figur 3.16. Gjennomsnittslengde, med standardfeil, for 3⁺ parr i ulike habitat; nedre (elv 1, n= 26) og øvre (elv 2, n= 13) del av utløpselva, samt supralitoral (vann, n= 17,) fanget i perioden 16.-21. august 2005.

3.3.2 Diett hos elvelevende røye

Fjærmygglarver var det dominerende næringsdyret for fisk i begge elvesonene (figur 3.17). I tillegg var fjærmyggpupper viktige i dietten. I øvre del av elva var dietten mer variert, noe som forårsaket at diettoverlappet mellom parr i øvre og nedre del ikke var signifikant (D= 56,4). Gjennomsnittlig fyllingsgrad for øvre og nedre del av elva var henholdsvis 47 og 70 %, mens andelen tomme mager var henholdsvis fire og seks prosent.



Figur 3.17. Diett til røye fanget i øvre (A) og nedre (B) del av elva, framstilt ved frekvens av ulike byttedyr i dietten versus spesifikk volumprosent. ChirL= fjærmygglarver, ChirP= fjærmyggpupper, Ukj= uidentifisert organisk materiale, samt uorganisk og planterester og Cop= copepoder. I tillegg var voksne tovinger (Diptera) og mysider representert i dietten.

4.0. Diskusjon

4.1. Oppvandring av sjørøye

Oppvandringen av 3002 sjørøyer til Vårfluesjøen foregikk fra midten av juli og ut registreringsperioden, til 28. august. Etter over ti år med garnforbud har sjørøyebestanden tatt seg kraftig opp, og mengden oppvandrende sjørøyer er vesentlig større enn i andre undersøkte vassdrag på Svalbard. I de om lag 4 km² store Diesetvatnene vandret det opp færre enn 900 fisk årlig både i perioden 1971-78 (Svenning & Gullestad 2002) og i perioden 1989-92 (Gulseth & Nilssen 2000). I Linnevatnet (4 km²) vandret det opp færre enn 900 sjørøyer i 2005 (I. Gjertz, pers.medd.). Den stabile muligheten over tid til årlige vandringer mellom sjø- og ferskvann, sammen med et totalt garnforbud i mer enn ti år, er trolig hovedårsakene til den store mengden med sjørøyer i Vårfluesjøen. Også andelen anadrom fisk synes å være høy i Vårfluesjøen, noe som står i kontrast til bestanden i for eksempel Diesetvassdraget, hvor andelen sjørøye er relativt lav. Her er imidlertid vandringsmuligheten mellom sjø- og ferskvann svært varierende mellom år, og i enkelte år har trolig de yngste årsklassene opplevd stor dødelighet på grunn av minimal vannføring og uttørking i oppgangselva utover høsten (Svenning & Gullestad 2002). Den generelle oppfatningen er at andelen sjørøye er relativt lav i de fleste vassdragene på Svalbard hvor både resident og anadrom røye forekommer (Hansen & Overrein 2000). Vårfluesjøen synes derfor å leve opp til sitt rykte om å være et av de beste sjørøyevassdragene på Svalbard.

Lengden på oppvandrende sjørøye som vandret opp i Vårfluesjøen i 2005 avtok signifikant i løpet av feltperioden. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser i store deler av utbredelsesområdet til sjørøye, hvor de største og kjønnsmodne fiskene vandret først tilbake, fulgt av umoden stor fisk, mens førstegangsvandrende røye returnerte til slutt (Johnson 1980, Dempson & Green 1985, Berg & Berg 1989, Svenning & Gullestad 2002). Den siste dagen fella var aktiv, 28. august, ble det registrert 85 anadrome røyer, noe som indikerer at oppvandringen ikke var avsluttet. Gjennom hele feltperioden ble det i tillegg til større fisk, fanget røyer i lengdeintervallet 96-250 mm i oppgangsrusa. Siden samtlige fisk hadde delvis blank kroppsdrakt, var det vanskelig å skille mellom de minste sjørøyene og eventuell elvelevende fisk. De som var over 160 mm ble klassifisert som sjørøyer på bakgrunn av tidligere undersøkelser i Vårfluesjøen (Svenning 1993). Denne klassifiseringen støttes videre

av at det ble registrert kveis på individer ned mot 18 cm, samt at det ble funnet marine næringsdyr i magen til ei røye på 17 cm. Disse funnene indikerer at lengde ved utvandring trolig har vært under 15 cm, da fiskelengden under det marine oppholdet vil kunne øke i størrelsesorden 2-5 cm (Svenning 2000). Lengden på førstegangsutvandrende sjørøye på Svalbard (Svenning 1993, Gulseth & Nilssen 2000, Svenning & Gullestad 2002) synes å være mindre sammenlignet med bestander på fastlandet (Berg & Berg 1989, Svenning et al. 1992, Svenning 1995), selv om det også finnes unntak (Finstad & Heggberget 1993, Rikardsen 2000). Selv om alle røyer over 160 mm fanget i oppgangsrusa i Vårfluesjøen i 2005 ble klassifisert som sjørøyer, er det likevel ikke sikkert at samtlige individer har foretatt en sjøvandring. Dette gjelder spesielt små røyer i lengdeintervallet 160-200 mm. I tillegg kan det tenkes at røye under 160 mm kan ha foretatt utvandring til saltvann. I Nord-Labrador ble fanget smolt av røye under 15 cm i saltvann jevnlig (Dempson 1993). Disse funnene ble gjort i vann med et saltinnhold på 20 ‰ eller lavere, og viste at røye < 12 cm kunne tolerere og overleve i saltvann opp til 96 timer. Disse små parrene var imidlertid avhengig av periodisk tilgang til ferskvann. I følge Gulseth (2000) kan den periodiske utvandringen av parr < 12 cm i Nord-Labrador være mulig som følge av høyt innhold av ferskvann i fjordområdet. På Island ble det funnet migrerende en- og toårige røyer til Nypslon-lagunen (Jonsson & Antonsson 2005). På bakgrunn av dette kan det tenkes at den minste fisken som ble fanget i rusa i Vårfluesjøelva kan ha foretatt periodiske vandringer ut i lagunen og eventuelt helt ut i havet.

Antall tilbakevandrende fisk lå høyt i en tidagersperiode fra 14. til 24. august, med et toppunkt den 14. august. Antall oppvandrende anadrom røye (målt i antall fisk per time) var høyere på natten enn på dagen, selv om det i feltperioden var lyst døgnet rundt. Det er antatt at endring i fotoperioden er en av de utløsende faktorene for migrerende laksefisk (Eriksson et al. 1982). Oppvandringen kan også være mer eller mindre tilfeldig eller sees i sammenheng med høyvann, slik som tilfellet er for oppvandring av atlantisk laks i Tanavassdraget (Karppinen et al. 2004). På grunn av relativt like lysforhold under oppvandringen til Vårfluesjøen kan ikke migreringen være tilpasset en antipredasjonsrespons, slik som antydnet for andre laksefisk (Banks 1969, Jonsson 1991). Undersøkelser utført på migrasjon hos sjørørret i elva Fowl, tydet på at ørreten vandret om natten ved lav til medium vannføring (Le Cren 1985). I tillegg predikerer Jonsson (1991) at oppvandringen vanligvis foregår under grålysning og i mørke perioder. Dette er sannsynligvis ikke overførbart til anadrom røye i Vårfluesjøen på grunn av lyse netter gjennom hele oppvandringsperioden.

Trenden i første del av perioden viste en sammenheng mellom vannstand og antall oppvandrende fisk. Denne trenden tilsa at en økning i vannstanden resulterte i økt oppvandring av sjørøye, dog med 2-3 dagers forskyvning. Funnene står i kontrast til undersøkelser som tidligere har indikert at temperatur og vassføring har lite å si som stimuli for oppvandring hos røye (Moore 1975, Dempson & Green 1985). Samtidig samsvarer funnene i Vårfluesjøen med andre migrerende laksefisker, som atlantisk laks (*Salmo salar*) og sjørørret (*Salmo trutta*) (Jonsson 1991, Klemetsen et al. 2003). Det er viktig å påpeke at det i siste delen av perioden, hvor flest fisk vandrer opp og hvor vannstanden faktisk var lavere, ikke ble påvist en slik sammenheng. Dette kan sammenliknes med laks som vandrer opp selv ved lite vannføring som en følge av at gyttidspunktet nærmer seg (Banks 1969), men mest sannsynlig er røyas atferd en tilpasning for å sikre oppvandring før elva fryser.

Lav vekstrate i siste del av saltvannsoppholdet for anadrom røye kan forklare tidlig tilbakevandring (Rikardsen 2000), til tross for at de er fysiologisk adaptert for et lengre opphold (Arnesen et al. 1994, Bernard et al. 1995, Nilssen et al. 1997). Sjørøya kan som følge av tidlig tilbakevandring til ferskvann øke overlevelsen, og dermed øke den totale fitnessen (Rikardsen 2000). Tidspunktet for tilbakevandring kan i tillegg være en tilpasning for å sikre oppvandring før elva tørker inn, for dermed også å sikre gyting (Johnson 1980, Svenning 2000). Risikoen ved vandringen er stor, og vanligvis overlever kun 10-50 % av postsmolten og 50-80 % av eldre fisk som har vandret flere ganger (Mathisen & Berg 1968, Finstad & Heggeberget 1993, Rikardsen 1994, Gulseth & Nilssen 2000). Resultatene fra undersøkelsene i Diesetvassdraget (Gulseth & Nilssen 1999, Svenning & Gullestad 2002), indikerer at overlevelsen hos førstegangsvandrerne er noe høyere i bestander på Svalbard enn på fastlandet. Utvandringsfasen til saltvann er kjent for å være den perioden hvor mortaliteten til smolt hos laksefisk er høyest (Hvidsten & Møkkjelgerd 1987). Imidlertid tilsier fraværet av store marine fiskearter nær Spitsbergen, som for eksempel atlantisk torsk (*Gadus morhua*) og sei (*Pollachius virens*), lav predasjon. Polartorsken (*Boreo-gadus saida*) oppnår ikke størrelser over 30 cm, og ansees derfor som en lite betydningsfull predator. Det er også usannsynlig at kannibalisme fra større sjørøye er en viktig dødelighetsfaktor (Gulseth et al. 1992). Dermed gjenstår ringsel (*Phoca hispida*) som den eneste eventuelt betydningsfulle predatoren på røye i saltvann på Svalbard (Gulseth & Nilssen 2000), noe som også er i overensstemmelse med at noen av røyene fanget på oppvandring i Diesetvassdraget hadde bitemerker av sel (M-A. Svenning pers.medd.). Uansett kan disse faktorene forklare en vesentlig høyere returrate for førstegangsvandrende i høy-arktiske populasjoner enn hva tilfellet er for røyer med sammenlignbare lengder i mer

sørlege områder (Gulseth & Nilssen 2000). Av de oppvandrende sjørøyerne fant vi ni individer som var merket med TBA-2. Disse ble merket i 1990 sammen med 230 andre sjørøyer i Vårfluesjøen (Svenning 1993). Dette er med på å forsterke antakelsen om at dødeligheten til anadrom røye i vassdraget er lav. Sjørøya viser en høy grad av tilbakevandring (Finstad & Heggberget 1993), og studier viser at over 95 % av røyene som overlever saltvannperioden, vandrer tilbake til hjemvassdraget (Svenning 1995). Det er nærliggende å tro at hovedmengden av sjørøyerne i Vårfluesjøen vandret tilbake til hjemmevassdraget, spesielt siden andre mulige innsjøer med oppvandringsmuligheter ligger flere titalls mil unna Vårfluesjøen. En kan likevel ikke utelukke feilvandring (Svenning 1993).

4.2. Vekst og kjønnsmodning

Treårig ungfisk fanget i nedre del av utløpselva var større enn jevngamle røyer fanget i øvre del av elva og i innsjøens supralitoralsone. Forskjell i gjennomsnittslengden var tilnærmet ni mm. Det var også antydning til en slik forskjell i de øvrige årsklassene. I tillegg var ungfisk i nedre del av elva eldre enn fisk i øvre del. Dette samsvarer delvis med øvrige undersøkelser i andre sjørøyevassdrag der et sesongmessig habitatskifte til elv resulterte i bedre vekst sammenlignet med stasjonær parr fanget i innsjøens litoralsone (Jensen 1994, Gulseth & Nilssen 1999). Resultatene står imidlertid i kontrast til det som er påvist for ørret (Jonsson & Gravem 1985, Jonsson 1985, 1989) og atlantisk laks (O'Connell & Ash 1993, Halvorsen 1996, Erkinaro & Gibson 1997, Halvorsen & Svenning 2000), hvor innsjølevende parr vokste raskere enn elvelevende parr. Gulseth og Nilssen (1999) predikerte at habitatskiftet som førte til bedre vekst hos røya i Diesetvassdraget, favoriserte anadromi. Også Svenning (1993) og Kristoffersen et al. (1994) forklarte en høy andel anadromi i enkelte vassdrag med bedre vekst i parrstadiet. Dette samsvarer ikke med Thorpes (1987) hypotese som går ut på at mellomliggende vekst er gunstig for anadromi hos laksefisk. Hvis man antar at de hurtigvoksende røyene på Svalbard har tilsvarende vekst som fisk med mellomliggende vekst i mer sørligere vassdrag, kan likevel hypotesen overføres til arktiske røyebestander. Med bakgrunn i Gross (1987) og Gross et al. (1988) er det rimelig å anta at forskjell i produktivitet og næringstilgang mellom habitat innen et vassdrag kan være et element i en fremtidig anadrom atferd. Våre funn tyder på at røye i nedre del av elva har en bedre vekst enn røye i øvre del og i innsjøens supralitoralsone, trolig på grunn av et energimessig bedre habitat i utløpselvas nedre del.

I motsetning til Jensen (1994) og Gulseth og Nilssen (1999) ble det i utløpselva til Vårfluesjøen funnet en størrelsesforskjell mellom jevngamle parr i øvre og nedre del. I populasjoner med både anadrom og resident røye som eksempelvis i Vårfluesjøen, vil de rasktvoksende parrene vanligvis migrere ut i saltvann, mens de mer saktevoksende individene forblir stasjonære (Svenning et al. 1992, Kristoffersen et al. 1994, Strand & Heggberget 1994, Rikardsen & Elliott 2000). Ved studier av otolitter fra individer av begge morfene i Vårfluesjøen ble det påvist at anadrom røye hadde en signifikant bedre vekst enn den residente røya de første leveårene (0^+ - 4^+) (Svenning 1993). Resultatene forsterker teorien om at anadrom atferd kan kobles mot god vekst i parrstadiet. Dette er også vist senere ved nye studier av de samme otolittene (Radtke et al. 1996). Våre funn tyder derfor på at en stor del av rekrutteringen til den anadrome fraksjonen faktisk kan stamme fra fisk som har sesongvandringer til utløpselva i ungfiskstadiet. Det kan også tenkes at de mest rasktvoksende individene lengst ned i elva kan migrere til saltvann ved tidligere alder enn de mer saktevoksende røyene i øvre del og i innsjøens supralitoralsone.

Røyebestanden i Vårfluesjøen viste en bimodal størrelsesfordeling. Den residente fisken stagnerte i vekst ved 6-7 årsalderen, og ved lengder på 20-25 cm. Den storvokste anadrome røya økte kraftig i vekst fra og med seksårsalderen hvor de begynte næringsvandringene til fjordområdene. Produktiviteten i saltvann overskrider markant produktiviteten i ferskvann i polare områder (Gross et al. 1988), og nøkkelfaktoren for bimodaliteten ligger i at mattilgangen i saltvann er høyere enn i ferskvann (Goss 1987, Gross et al. 1988). Størrelsesfordelingen er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser i Vårfluesjøen (Svenning 1993), samt i andre arktiske lokaliteter med anadrom røye (Hammar 1989, Gulseth & Nilssen 2001).

I de næringsrike kystområdene kan sjørøya beite på marine næringsdyr, og dette diettskiftet gjør at veksten øker kraftig, med opptil en dobling av vekten i løpet av saltvannsoppholdet (Gulseth & Nilssen 2000, Svenning 2000). Veksten hos anadrom røye i Vårfluesjøen var størst de første årene, for så å flate noe ut etter tiårsalderen. Tilsvarende avtaking i vekstraten er tidligere funnet av Svenning (1993) i Vårfluesjøen.

De yngste kjønnsmodne sjørøyene var sju år for hunnfisk og ni år for hannfisk, noe som vil si at de begynner å kjønnsmodne etter 2-3 sjøvandringer. Det samme fant Gullestad (1970) i Revvannet, Spitsbergen. Det at hunnfisk modnes før hannfisk er derimot ikke i samsvar med

hva som er funnet tidligere i arktiske røyebestander. Forskjellene var ikke store, og tilfeldigheter i utvalget kan ha gjort at funnet ikke nødvendigvis er representativt for bestanden. Både i residente og anadrome bestander er det vanlig å finne en tidligere kjønnsmodning hos hannkjønn (Svenning 1993, Damsgård et al. 1999, Gulseth & Nilssen 2001, Isdahl 2002), noe som trolig kan forklares med at det koster mindre å produsere melke enn rogn (Fleming 1996). I gyteperioden forekommer det sterk konkurranse mellom hannfisk (Johnson 1980). En forklaring på at anadrom hannfisk gyter først to til tre år etter hunnfisk kan derfor være at hannene må oppnå en viss størrelse før de kan konkurrere om gyteplassene. Det er typisk at hannkjønn har muligheten til å velge mellom to strategier med tanke på gyting. Enten blir de kjønnsmodne som svært små, og blir såkalte snikere, eller så vokser de seg store nok til å ta opp kampen om gyteplassene (Fleming 1996). En liten innsjø som Vårfluesjøen, med en nokså stor anadrom røyebestand, har muligens begrensede gyteområder. Dette kan medføre at anadrome hanner må bruke noen år ekstra på å vokse seg store nok til å få gyte. Det kan tenkes at de minste kjønnsmodne hannene per 28. august ikke hadde vandret opp, da det fortsatt foregikk oppvandring etter denne datoen. I så fall kan dette forklare den høye kjønnsmodningsalderen hos anadrom hannfisk. Likevel var gjennomsnittslengden siste uka i feltperioden så liten ($\bar{L} = 257$ mm) at det neppe var mange kjønnsmodne individer blant disse.

Anadrom fisk i Vårfluesjøen kjønnsmodnet en til tre år senere enn resident fisk (størst forskjell mellom hannfisk), noe som stemmer med tidligere funn i arktiske røyebestander (Gullestad 1970, Johnson 1980, Gulseth & Nilssen 2001). En tidligere kjønnsmodning hos småvokst resident røye kan være sammenfallende med en reproduktiv strategi for sikre god overlevelse fram til gyting (Svedäng 1991). Økt lengdevekst derimot, for eksempel ved anadrom eller kannibalistisk atferd, gir vanligvis en senere kjønnsmodning (Jonsson et al. 1988, Sandlund et al. 1992, Svenning 1992, Svenning 1993).

For røye eldre enn ti år var det kun blant residente individer det forekom ikke-gytere, og andelen var klart størst for hunnfisk. Dette stemmer bra med den generelle oppfatningen om at sjørøyer på Svalbard gyter hvert år etter kjønnsmodning (Svenning 2000), men står i kontrast til hva som tidligere er funnet i Vårfluesjøen, hvor bare 50 % av anadrome hunner over 11 år var gytere (Svenning 1993). Det kan tenkes at denne forskjellen i kjønnsmodning hos sjørøye kan forklares med få individer i hver av aldersklassene over 12 år i våre funn, og at de få fiskene ikke nødvendigvis representerer trenden i bestanden. Likevel var alle prøvetatte

sjørøyer over 12 år kjønnsmodne, noe som tyder på at andelen ikke-gytere over denne alderen er svært lav. Det er vanlig at resident røye i Arktis gyter med en til tre års intervall, og at det er flest hunner som står over gyting (Gullestad 1973, Parker & Johnson 1991, Svenning 1992, 1993, Gulseth & Nilssen 2001, Isdahl 2002). Dette blir forklart med den dårlige nærings-tilgangen i arktiske innsjøer, som gjør at fiskene ikke greier å produsere gonader hvert år (Wotton 1985, Svenning 2000).

Hos anadrom fisk over fem vintre fant vi et kjønnsforhold på ca 1:2, med flest hunner. Dette er forskjellig fra hva Svenning (1993) har funnet i Vårfluesjøen, hvor forholdet var tilnærmet 1:1 både hos anadrom og resident fisk over 6 år. En skjev kjønnsfordeling hos anadrom røye i Vårfluesjøen, med overvekt av hunnfisk, er i overensstemmelse med flere undersøkelser utført på migrerende laksefisk i andre vassdrag (Johnsen 1980, Jonsson 1985, Dellefors & Faremo 1988, Elliott 1994, Rikardsen et al. 1997, Bjørnhaug & Kjæreng 2004). Overvekten av hunner blant oppvandrende laksefisk er forsøkt forklart med en høyere dødelighet hos hannfisk, spesielt på post-smoltstadiet (Handeland et al. 1996, Rikardsen et al. 1997). Dette er ikke en fullstendig forklaring siden det også hos utvandrende fisk ofte er en overvekt av hunner (Jonsson & Jonsson 1993). En fordeling med flest hunner i den anadrome fraksjonen og flest hanner i den residente fraksjonen er tidligere funnet i flere vassdrag (Johnson 1980, Bjørnhaug & Kjæreng 2004), noe som kan oppveie kjønnsforskjellene begge veier hvis fraksjonene kan reprodusere sammen. En slik fordeling forklares ved at hunnfisk tjener mer på god vekst i saltvann, da fitnessen til hunner i sterk grad er avhengig av kroppsstørrelse (Fleming 1996). Hannfisk har ikke i den samme gevinsten, og benytter seg i større grad av habitat med lav risiko (Jonsson & Gravem 1985). En slik oppveing er ikke tilfellet i våre funn. Et fåtall hanner kan likevel befrukte eggene til mange hunner ved å hevde territorier gjennom gyteperioden (Johnson 1980). En overvekt av hanner også i den resident fraksjonen er svært overraskende. Det er imidlertid viktig å påpeke at et stort antall røyer ikke ble kjønnsbestemt, noe som gjør at resultatet for den stasjonære fraksjonen ikke nødvendigvis er representativt. Sannsynligvis er det en majoritet av hannfisk blant fiskene som ikke ble kjønnsbestemt.

Både hos resident og anadrom røye avtok veksten på et tidspunkt som samsvarte svært godt med kjønnsmodningen. Dette var mest tydelig hos resident fisk som stagnerte i vekst ved lengder under 25 cm og 7-8 år. Reproduksjon er svært energikrevende, noe som vil gå ut over veksten (Wotton 1985). Forskjellen i produktivitet, og derfor også fødetilbud, i innsjøer og

fjordene på Svalbard er stor, og det er derfor naturlig at stasjonær fisk i større grad blir kjønnsmodne på bekostning av vekst. Sjørøya kan derimot fortsatt opprettholde en viss vekst, også etter gytemodning.

4.3. Habitatbruk og diett

Habitatbruken til den anadrome fraksjonen i innsjøen viste en størrelsessegregering, hvor sjørøya som stod profundalt var mindre enn fisk i litoral- og pelagialsonen. Imidlertid ble det ikke funnet signifikant forskjell i aldersfordelingen mellom disse habitatene, selv om det var en antydning til at sjørøye i profundalen var yngre enn i andre habitat. Størrelsessegregeringen kan skyldes konkurranse i litoralsonen, hvor de mindre sjørøyene blir tvunget til å ta i bruk et mindre næringsmessig gunstig habitat slik som profundalsonen. En annen forklaring kan være at de minste sjørøyene prefererer dette habitatet på grunn av tilgangen på mysider, selv om dette ikke blir vist i denne undersøkelsen. I motsetning til den anadrome fraksjonen viste stasjonær røye også forskjell i alderssammensetning mellom habitatene. Fisk som stod supralitoral var både yngre og mindre enn røye i de øvrige habitatene. I tillegg var røye i profundalsonen eldre og større enn røye i litoralsonen. Forskjellen i habitatvalg samsvarer med tidligere undersøkelser av andre røyepopulasjoner, hvor habitatbruken hos røya i ferskvann framstod som en størrelsessegregering, der ungfisk oppholder seg i supralitoral de første 4-5 leveårene (Svenning 2000, Klemetsen et al. 2002, Madsen & Haugen 2003), for så å trekke ut i litoralsonen når de nærmer seg 10 cm (Svenning 2000). Det faktum at en stor andel mindre røyer benyttet litoralsonen tyder på at kannibalisme i dette habitatet er lite utbredt, noe som bekreftes av tidligere undersøkelser i Vårfluesjøen (Svenning 1993). Flere undersøkelser har vist at ved høyt predasjonstrykk vil ungfisk som trekker ut av supralitoralsonen vandre ned mot profundalen, for så å vandre opp etter en viss minstestørrelse (Parker & Johnson 1991, Svenning 2000, Jansen et al. 2002, Klemetsen et al. 2002). Den største og eldste stasjonære fisken ble hovedsakelig fanget i profundalen, noe som tyder på at dette er det prefererte habitatet for denne størrelsesgruppen. Grunnen til dette ligger trolig i tilgangen på mysider.

Ved å bruke CPUE som et mål på relativ tetthet i de ulike habitatene fant vi at både anadrom og resident røye hovedsakelig sto i litoralsonen. Tettheten var her mange ganger større enn i pelagialen og profundalen. Det totale arealet i pelagialsonen og profundalsonen er betydelig større enn i litoralsonen, slik at en nokså stor andel av bestanden likevel kan oppholde seg i

disse habitatene. Pelagialt sto det svært lite fisk mens mengden resident fisk i profundalen var noe større. Anadrom røye hadde en større tetthet enn resident røye i litoralsonen. Trolig er denne forskjellen underestimert siden det virket som om garnene gikk full av sjørøye i løpet av få timer. I tillegg var det fortsatt tilbakevandring fra havet slik at tettheten av sjørøye i innsjøen var økende utover sesongen. Svømmeaktiviteten vil påvirke fangbarheten av fisk (Rudstam et al. 1984), og derfor var trolig fangbarheten til sjørøye større enn for resident fisk siden sjørøye vandret mye i innsjøen. Til tross for disse feilkildene antyder forskjellen i fangst per innsatsenhet mellom resident og anadrom røye at andelen sjørøye i bestanden er stor.

De viktigste næringsdyrene for anadrom røye i den marine fasen var amfipoder, mysider og marin fisk, spesielt lodde og ulkeyngel. Til vår kjennskap er det begrenset med informasjon angående furasjeringsstrategi hos anadrom røye i Arktis løpet av saltvannsoppholdet. Likevel samsvarer næringsdyrfunnene hos tilbakevandrende anadrom røye i Vårfluesjøen 2005, med undersøkelser utført både i Nord-Norge (Grønvik & Klemetsen 1987, Rikardsen et al. 2000), på Svalbard (Svenning 1991) samt i Nord-Canada (Johnson 1980, Dempson et al. 2002). Hovedfunnene i disse undersøkelsene var amfipoder, ulke, lodde og mysider. Dette er vanlige marine organismer rundt Spitsbergen (Gulliksen et al. 1999). Overraskende nok ble det ikke funnet krill i dietten til sjørøya, til tross for at dette næringsdyret er antatt å være tilgjengelig i det øvre femten meterne av vannsøylen i hele saltvannsperioden til sjørøya (Falk-Pettersen & Kristensen 1985). Fraværet av krill i dietten står i kontrast til funn Rikardsen et al. (2000) gjorde utenfor Hammerfest, Norge. Variansen i dietten mellom ulike områder antyder at sjørøya er opportunistisk.

Høy vekstrate i den marine fasen kan føre til at sjørøya kan doble sin kroppsvekt i løpet av en sesong (Johnsen 1980, Finstad & Heggeberget 1993, Svenning 2000). Videre vil kroppsfettet avta med 30-40 % i løpet av perioden mellom tilbakevandring til ferskvann og gyting (Jørgensen et al. 1997). Dette tyder på at næringsopptaket avtar eller uteblir i denne perioden i ferskvann, noe som forklarer den lave frekvensen av ferskvannsbyttedyr i dietten til anadrom røye som hadde vandret tilbake til Vårfluesjøen. Vi vet imidlertid ikke nøyaktig hvor lenge disse sjørøyene hadde oppholdt seg i innsjøen før de ble fanget, siden man ikke kunne gjenkjenne enkeltindivider som tidligere hadde blitt merket i oppgangsrusa. Dette medfører videre at tiden til næringsopptak i ferskvann kan ha vært begrenset, og dermed påvirket det lave innslaget (eller fraværet) av vårfluer, fjærmygglarver og -pupper. Studier i Nord-Norge og Nord-Canada har vist at voksne anadrome røyer spiser svært lite i løpet av vinterperioden

(Boivin & Power 1990, Rikardsen et al. 2003). Enkelte anadrome røyer i Vårfluesjøen viste spesialisering på vårfluer etter å ha returnert til ferskvann. Imidlertid var andelen tomme mager svært høy (67,3 %) blant sjørøyer fanget i innsjøen. På den annen side hadde åtte individer som ble fanget i oppgangsrusa predatert pupper og larver av fjærmygg, noe som viser at noen av sjørøyene tok til seg næring under oppvandringen.

Mysider, vårfluelarver og fjærmyggglarver og -pupper var de dominerende byttedyrene til resident røye i Vårfluesjøen. Betydningen av fjærmygg som fiskeføde i Arktis er kjent fra tidligere undersøkelser på Svalbard (Hammar 1982, Svenning 1993, Olsen 1998, Svenning et al. in press.), i Canada (Moore & Moore 1974, Parker & Johnson 1991) og på Grønland (Riget & Nygaard 1985). Også vårfluen *A. zonella*, som er den eneste vårfluearten på Svalbard (Sømme 1979), er vanlig i røyedietten i innsjøer i Arktis (Parker & Johnson 1991, Svenning 1992, Olsen 1998, Madsen & Haugen 2003). Mysider er så vidt vi vet, kun funnet i et fåtall diettundersøkelser i arktiske røyebestander, og da i lite omfang (Johnson 1980). Dominansen av dette næringsdyret i dietten til resident røye i Vårfluesjøen er derfor et svært interessant funn. Næringstilbudet, og da også diettstrategien, avviker på grunn av dette fra tidligere viten om røye i Arktis. Eneste tidligere funnet av mysider på Svalbard er i Torskvatnet hvor *Mysis relicta* ble predatert av torsk og røye (M.-A. Svenning pers. medd.).

Fjærmyggglarver var kun viktig i dietten til røye i supralitoralen og i utløpselva, og nesten helt fraværende i alle andre habitat. Dette er i hovedsak fisk mindre enn 10 cm og yngre enn fire år, noe som er i samsvar med tidligere undersøkelser i Vårfluesjøen hvor fjærmygg var det dominerende byttet hos fisk innenfor den lengdegruppen (Svenning 1992, 1993). Forskjell i fiskelengde mellom supralitoralen og de andre habitatene kan derfor forklare ulike diettstrategier. Fisk over fire år ble hovedsakelig fanget litoralt, pelagialt og profundalt, og hadde nesten ikke spist fjærmygg. Her dominerte i stedet mysider i dietten. Dette samsvarer ikke med de tidligere undersøkelsene i vassdraget, hvor fjærmygg, sammen med vårfluer, også var viktig for eldre fisk (Svenning 1992, 1993). I disse undersøkelsene ble det i midlertidig ikke fisket profundalt (M.-A. Svenning pers.medd.). I alle habitat bortsett fra profundalen og i utløpselva, var det en høy andel vårfluer i dietten hos de fiskene som hadde spist dette næringsdyret. Dette stemmer bra med tidligere studier i Vårfluesjøen og andre vassdrag på Svalbard, hvor røyer som beitet på vårfluer virket å være spesialisert på dette byttedyret (Isdahl 2002, Madsen & Haugen 2003, Svenning et al. in press.). Vi fant en større frekvens av vårfluer i dietten hos fisk under 15 cm enn hos større fisk, og spesielt i litoralsonen var

vårfluer det dominerende byttedyret til den minste fisken. Dette står i kontrast til studier i Nordre Borgfiskdam (Isdahl 2002) og til de tidligere undersøkelsene i Vårfluesjøen (Svenning 1992), hvor viktigheten av vårfluer i dietten økte med økende fiskestørrelse. I profundalsonen var det kun fisk over 15 cm som hadde et lite innslag av vårfluer i dietten. Det kan tenkes at en del av den større fisken foretar vandringer, gjerne til grunnere områder, og dermed finner vårfluer. Den spesifikke volumprosenten var lav, og røya her viste ingen spesialisering på vårfluer. I Arresjøen fant Madsen & Haugen (2002) at kun den minste røya i profundalen hadde beitet vårfluer, mens den større fisken hadde beitet hoppekreps. Dette kan tyde på en større andel vårfluer på dypt vann i Arresjøen i forhold til Vårfluesjøen, eller at den minste fisken vandrer mer i Arresjøen enn den gjør i Vårfluesjøen. Dominansen av mysider i dietten i Vårfluesjøen viser at næringstilbudet i Vårfluesjøen og Arresjøen er svært forskjellig. Fravær av vannlopper og et minimalt innslag av hoppekreps i dietten til røye i Vårfluesjøen kan skyldes predasjon fra mysider (Koksvik et al. 1995), samt at breslam påvirker produksjonen av vannlopper og hoppekreps negativt (Borgstrøm et al. 1992). Selv om mysider dominerte dietten i flere habitat var magefyllingsgraden størst i de habitat hvor også vårfluer og fjærmygg var viktige i dietten. Andelen tomme mager var også størst i profundalen, hvor mysider var viktigst. Fordøyeligheten av husbyggende vårfluelarver er trolig dårlig siden en stor del av næringsdyret består av stein og grus. En lavere magefyllingsgrad hos fisk som beitet mysider kan derfor ha en sammenheng med bedre fordøyelighet av mysider. I og med at den eldste og største residente røya ble fanget i profundalen tyder dette på at mysider er et preferert næringsdyr. Viktigheten av mysider i profundalen samsvarer med studier i Midt-Norge, hvor den viktigste næringen til bunnlevende røye var *Mysis relicta*, mens pelagial røye i liten grad spiste dette (Koksvik et al. 1995). Dominansen av mysider i profundalen kan også tyde på at de har et refugium her, hvor de i stor grad unngår å bli predatert. Dette er funnet i en rekke sørnorske innsjøer, hvor forekomsten av *Mysis relicta* er størst i dype oksygenrike innsjøer (Brabrand 2000). Bestanden av røye i profundalen er trolig liten, noe som medfører at røya ikke greier å beite ned bestanden av mysider i profundalen. Fraværet av mysider i tidligere undersøkelser i Vårfluesjøen (Svenning 1992) kan skyldes et større predasjonstrykk fra røye da, enn hva som var tilfellet sommeren 2005. Det er grunn til å tro at det har skjedd en endring i bestandsstrukturen til røye mot en økende andel anadrom fisk. Dette kan videre ha påvirket mysispopulasjonen positivt. En annen forklaring kan være at mysider er relativt nyetablert i Vårfluesjøen, men dette er lite sannsynlig.

Kun tre røyer viste piscivor atferd, og alle ble fanget i supralitoralen og litoralen. Det vil si at under en prosent av de residente røyene var kannibaler. Dette stemmer bra med hva som er funnet i Vårfluesjøen tidligere (Svenning 1992), selv om andelen fiskespisere i vår undersøkelse var enda lavere. Dette antyder at kannibalisme er svært lite utbredt i dette vassdraget. Det er nokså spesielt at to av de tre piscivore røyene var under åtte cm. I andre undersøkte vassdrag i Arktis slår vanligvis ikke røye over på fiskediett før ved 15-20 cm (Svenning 2000, Madsen & Haugen 2003), mens det i Vårfluesjøen kun var en røye over 15 cm som hadde spist fisk. Mangel på storvokst stasjonær fisk i Vårfluesjøen kan være forklaringen på den lave andelen kannibaler.

Fjærmygglarver og -pupper dominerte dietten i både øvre og nedre deler av utløpselva, men dietten var mye mer variert i øvre del. Denne variasjonen i dietten skyldes et mangfold av ulike næringsdyr som trolig driver med strømmen fra innsjøen. Lengre ned i elva er dette drivet mindre viktig. Selv om parren nederst i elva tidvis oppholdt seg i brakkvann i lagunen, ble det ikke funnet noen marine næringsdyr i dietten. Det kan likevel ikke utelukkes at marine næringsdyr tidvis blir predatert. Fyllingsgraden var betydelig høyere nede i elva, og dette tyder på at det er en næringsmessig gevinst ved å vandre helt ned mot lagunen, noe som videre kan forklare den gode veksten fisken hadde her.

Den høye prevalensen (74,5 %) for infeksjon av kveis hos sjørøye i Vårfluesjøen forsterker klassifiseringen av sjørøye. Sammenliknet med undersøkelser i Nord-Norge (Kristoffersen et al. 1994) og på Grønland (Due & Curtis 1995) er andelen infisert fisk i Vårfluesjøen vesentlig høyere. Hovedgrunnen til dette er trolig at parasitten viser en mye bedre saltvannstoleranse ved lave vanntemperaturer enn ved høye temperaturer (Möller 1978). Kveisen kan overleve flere måneder i anadrom fisk som har returnert til ferskvann (Kennedy 1977). Trolig vil kveis kunne overleve ferskvannsperioden til sjørøya i Vårfluesjøen, noe som forklarer akkumuleringen av parasitten i eldre fisk. Dette samsvarer med funn gjort i røyepopulasjoner i Nord-Norge (Kristoffersen et al. 1994). Røye infiseres ved å predatere på marine krepsdyr og eventuelt marin fisk eller små anadrome artsfrender (Deardorff & Kent 1989, Klimpel et al. 2004).

Både anadrom og resident fisk i Vårfluesjøen var lite infisert med fiskeandmark, med en prevalens på henholdsvis 11 og 23 %. Dette er betydelig mindre enn hva som er funnet i tidligere studier i arktiske røyebestander, både i Canada og på Svalbard, hvor 70-90 % av den

residente fisken var infisert, der enkelte gamle fisk kan ha mer enn tusen cyster på innvollene (Curtis 1984, Hammar 2000, Madsen & Haugen 2003). Vi fant også en lavere prevalens enn hva som er funnet i Vårfluesjøen tidligere, hvor > 90 % av fisk over seks år og under 20 cm hadde cyster på innvollene (Svenning 1993). Gjennomsnittlig antall cyster var imidlertid betydelig høyere i våre funn. Denne reduksjonen i prevalens av fiskeandmark i Vårfluesjøen kan skyldes en strukturendring i bestanden ettersom andelen sjørøye nå er betydelig høyere enn hva den var tidligere.

Fiskeandmark har hoppekreps som første vert, ofte røye som mellomvert, og fiskeetende fugl som sluttvert. På Svalbard er det trolig smålom som er sluttvert (Hammar 2000). Vi fant en svært lav frekvens av hoppekreps i dietten til resident fisk, og ingen i anadrom fisk. Dette kan tyde på at hoppekreps er lite viktig for røya i Vårfluesjøen, og at den lave infeksjonsgraden delvis skyldes dette. Forskjellen i prevalens mellom anadrom og resident fisk kan trolig også forklares med at stasjonær fisk i noe større grad spiste hoppekreps. Kannibalisme er i flere studier påpekt som en sentral årsak til svært høye infeksjoner av fiskeandmark, hvor stor kannibalistiske røye får overført parasitten fra byttefisk via reinfeksjon (Curtis 1984, Daverdin & Halvorsen 1995, Hammar 2000). Den lave andelen kannibalisme er trolig med på å forklare den lave prevalensen av fiskeandmark. Det kan ikke utelukkes at både de største residente fiskene og sjørøya predaterer smårøye utover vinteren selv om vi ikke fant mange kannibaler, men den lave prevalensen av fiskeandmark i både anadrom og resident røye tyder på at kannibalisme er svært lite utbredt hos røya i Vårfluesjøen. Hammar (2000) fant lite røye infisert med fiskeandmark i Jensenvannet på Svalbard sammenlignet med andre vann i samme område. Røyebestanden i Jensenvannet predaterte i hovedsak en stor amfipode, *Gammaracanthus lacustris*, noe som Hammar (2000) mente var årsaken til den lave infeksjonen. Røya her levde stort sett på dette næringsdyret, og var i liten grad kannibal. Dette kan trolig sammenlignes med effekten av mysider i Vårfluesjøen, hvor årsaken til den lave prevalensen av fiskeandmark også kan forklares med at røye i hovedsak spiser mysider, og ikke hoppekreps eller annen røye. Resident fisk over 15 vintre hadde antydning til en lavere infeksjon enn fisk i aldersintervallet 10-15 år. Et slikt infeksjonsforløp er funnet i flere vassdrag (Curtis 1984, Hammar 2000, Madsen & Haugen 2003), og blir forklart med at gammel fisk enten er mer resistent mot infeksjon (Curtis 1984, Halvorsen 2000) eller at sterkt infiserte individer aksepterer en høyere risiko under næringssøk (Milinski 1985, 1993) og dermed oftere blir predatert av enten fisk eller fugl.

4.4. Noen forvaltningsaspekter

Forvaltningen av røye på Svalbard har generelt vært relativt dårlig opp gjennom årene (I. Gjertz pers.medd.). I følge innleverte fangstrapporter fanges det nokså lite røye, og dermed har fiskeforvaltningen vært nedprioritert. Nå forsøker imidlertid Sysselmannen å få i stand en bedre fangstrapportering og samtidig integrere lokalbefolkningen i forvaltningen. Bakgrunnen for disse tiltakene er at fangstrapportene har vært av varierende kvalitet, at det har vært mistanke om overfiske i enkelte vassdrag og at det generelt har vært et mangelfullt oppsyn (Gjertz 2005). For å bedre fangstrapporteringen har Sysselmannen endret reglene for tildeling av fiskekort slik at manglende fangstrapportering resulterer i at man ikke får fiskekort påfølgende sesong. I tillegg er utformingen av rapporteringsskjemaet endret, og i enkelt vann er det også innført kvoter.

Vårfluesjøen var trolig det beste sjørøyevassdraget på Svalbard før bestanden ble nedfisket i perioden 1987 til 1990, hvor det ble tatt ut ca 300-400 kg røye med grovmaskete garn (40 og 45 mm) (Svenning 1993). Etter over ti år med fredning har bestanden vokst (M-A. Svenning pers.medd., denne undersøkelsen), og nå har både andelen og antallet sjørøye i vassdraget økt kraftig. Sjørøyebestander er svært sårbare for overbeskatning på grunn av de årlige vandringerne ut i sjøen, sein kjønnsmodning og få individer i hver årsklasse (Svenning 2000). Før 1997 var det tillatt å drive garnfiske med minste maskevidde 40 mm. Dette resulterte i at det kunne fiskes på hele gytebestanden av sjørøye samt de største umodne fiskene, med fare for å overbeskatte bestanden, noe som utviklingen i Vårfluesjøen har vist. Per i dag er minste maskevidde satt til 52 mm i sjørøyevassdrag og i havet, noe som sikrer at ikke hele gytebestanden kan tas ut. Selv om en slik begrensning er innført, kan likevel et intensivt fiske føre til en reduksjon i andelen gytemoden sjørøye i bestanden. Et betydelig uttak av stor sjørøye vil kunne endre konkurranseforholdet mellom anadrom og resident fisk (Svenning 2000). Videre vil en slik forskyvning kunne føre til økt overlevelse og dermed redusert vekst hos yngel, noe som kan resultere i en større andel resident fisk (Svenning 2000). Dette forutsetter at de ulike morfene er reproduktivt atskilt og/eller at stor sjørøye utøver predasjon på resident fisk. Hvis dette ikke er tilfelle, og det samtidig er tilfeldig om yngel blir resident eller anadrom (uavhengig av opphav), så kan det tenkes at yngeltettheten går ned som følge av den reduserte samlede gytebestanden. Dette kan gi økt vekst hos ungfisk, forutsatt at veksten er tetthetsavhengig, og dermed muligheter for fortsatt rekruttering til sjørøyefraksjonen.

Uansett maskeviddebegrensning bør det i tillegg innføres bag-limit. Dette bør også gjelde fiske i saltvann, med tanke på at det er like viktig å forvalte sjørøya i alle dens habitat. Denne kvoten bør inneholde i detalj maksimums- eller minimumslengde på røye som kan tas ut. Slike begrensninger, i likhet med maskeviddebegrensninger, må ta utgangspunkt i en bestandsrettet forvaltning. Dette forutsetter ytterligere fiskebiologiske undersøkelser. Fangstrapporteringen har blitt forbedret, men bør også omfatte fangstinnstans slik at dette kan inngå som et verktøy i forvaltningen. Regulering gjennom tillatt fisketid i saltvann vil til en viss grad begrense uttaket av røye i sjøen, siden mye, og spesielt stor fisk, vandrer opp tidlig. I vassdrag som er lett tilgjengelig kan likevel uttaket være betydelig. For samtidig å opprettholde rekreasjonsmulighetene bør fiske med håndredskap kunne tillates, men selv denne formen for fiske må reguleres ut fra bestandsbiologiske hensyn.

5.0. Konklusjon

Både antallet og andelen anadrom røye i Vårfluesjøen har tatt seg kraftig opp i løpet av den tiden vassdraget har vært fredet. Mengden sjørøye er i dag betydelig større enn i andre sjørøye-vassdrag på Svalbard, og det er mye storvokst fisk i bestanden. Vårfluesjøen viser meget godt hvor sårbar sjørøye-vassdrag på Svalbard er for hard beskatning, men effekten av fredningen viser også at det hjelper å innføre en streng regulering av fisket. Anadrom røye viser en størrelsessegregering i oppvandringsfasen til Vårfluesjøen, hvor de største fiskene returnerer tidligere enn mindre individer, noe som var forventet. Oppvandringen ser ut til å være påvirket av vannføringsendringer i utløpselva, med større oppvandring etter perioder med økt vannføring. Røyebestanden i innsjøen viser en bimodal størrelsesfordeling, der den anadrome fraksjonen har en utpreget bedre vekst enn den stasjonære fraksjonen som følge av et habitatskifte til saltvann. Ungfisk som foretar en sesongvandring til den nedre del av utløpselva forbedrer veksten sin i forhold til parr som forblir i innsjøen eller som vandrer ut i øvre del av elva. Tettheten av både resident og anadrom røye er betydelig høyere i litoralsonen enn i de andre habitatene. Røyas habitatbruk i Vårfluesjøen er som ventet størrelsessegregert. Sjørøya i profundalsonen er mindre enn sjørøye i de øvrige habitatene. Ungfisk oppholder seg i supralitoralsonen og beiter fjærmygglarver og vårfluer, mens den eldste og største stasjonære fisken foretrekker å oppholde seg i profundalsonen for å predatere mysider. Vårfluer er viktigste næringsdyr for røye under 15 cm i litoralsonen, mens mysider er viktigst for fisk over denne størrelsen i samtlige habitat. Funnet av mysider i Vårfluesjøen var ikke ventet, men viser at diettstrategien til resident røye her er forskjellig fra andre

undersøkte vassdrag på Svalbard. Kannibalisme virker å være lite utbredt. I saltvann konsumerer sjørøya hovedsakelig amfipoder, mysider og marin fisk, spesielt lodde og ulkeyngel. I løpet av den første tiden etter retur til ferskvann tar ikke anadrom røye til seg næring, med unntak av en liten andel sjørøyer som spiste insekter. Prevalensen av kveis i anadrom røye er høy, mens både resindent og anadrom røye i liten grad er infisert med fiskeandmark. Lite kannibalisme, lite hoppekreps og viktigheten av mysider i dietten forklarer den lave prevalensen av fiskeandmark.

6.0. Litteratur

Amundsen, P.A., Gabler, H.-M. & 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.

Arnesen, A.M., Jørgensen, E.H. & Jobling, M. 1994. Feed-growth relationships of Arctic charr transferred from freshwater to saltwater at different seasons. *Aquaculture International* 2: 114-122.

Baker, R.R. 1978. *The Evolutionary Ecology of Animal Migration*. Hodder & Stoughton, London.

Banks, J.W. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. *Journal of Fish Biology* 1: 85-136.

Berg, O.K. & Berg, M. 1989. Sea growth and time of migration of anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from the Vardnes River, in Northern Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 955-960.

Bernard, D.R., Hepler, K.R., Jones, J.D., Whalen, M.E. & McBride, D.N. 1995. Some tests of the 'Migration hypothesis' for anadromous Dolly Varden (Southern Form). *Transactions of the American Fisheries Society* 124: 297-307.

Bjørnhaug, M. & Kjæreng, E. 2004. Sjørøya (*Salvelinus alpinus* (L.)) i Møkkelandsvassdraget- forhold som påvirker anadromi, vandringsstidspunkt og overlevelse i sjøen. Masteroppgave i Naturforvaltning ved Institutt for Naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 32s.

Boivin, T.G. & Power, G. 1990. Winter condition and proximate composition of anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in eastern Ungava Bay, Quebec. *Canadian Journal of Zoology* 68: 2284-2289.

Borgstrøm, R., Brabrand, Å. & 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.

Boulton, G.S. 1979. Glacial history of the Spitsbergen archipelago and the problem of a Barents Shelf ice sheet. *Boreas* 8: 31-57.

Brabrand, Å. 2000. Komplekse fiskesamfunn med dominans av karpefisk, abborfisk og gjedde. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (red.) *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*. Landbruksforlaget, Oslo. s 130-144.

Curtis, M.A. 1984. *Diphyllbothrium spp.* and the Arctic charr. Parasite acquisition and its effects on a lake-resident population. I: Johnson, L. & Burns, B.L. (red). *Biology of the Arctic charr*. Proceedings of the International Symposium on Arctic charr, Winnipeg, Manitoba, May 1981. University of Manitoba Press, Winnipeg. s 395-411.

Dallmann, W.K., Ohta, Y., Elvevold, S. & Blomeier, D. (red) 2002. *Berggrunnskart over Svalbard og Jan Mayen*. Norsk Polarinstitutt Temakart No 33.

Damsgård, B., Arnesen, A.M. & Jobling, M. 1999. Seasonal patterns of feeding intake and growth of Hammerfest and Svalbard Arctic charr maturing at different ages. *Aquaculture* 171: 149-160.

Daverdin, R.H. & Halvorsen, O. 1995. Parasittfaunaen i fiskesamfunn resultat av komplekse samspill. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (red). *Ferskvannsfisk -Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningsiltak i norske vassdrag"*. Norges Forskningsråd, Oslo. s 126-134.

Deardorff, T.L. & Kent, M.L. 1989. The prevalence of larval *Anisakis simplex* in pen-reared and wild-caught Salmon (Salmonidae) from Puget Sound, Washington. *Journal of Wildlife Diseases* 25: 416-419.

Dellefors, C. & Faremo, U. 1988. Early sexual maturation in males of wild sea trout, *Salmo trutta* L., inhibits smoltification. *Journal of Fish Biology* 33: 741-749.

- Dempson, J.B. 1993. Salinity tolerance of freshwater acclimated, small-sized Arctic charr, *Salvelinus alpinus* from northern Labrador. *Journal of Fish Biology* 43: 451-462.
- Dempson, J.B. & Green, J.M. 1985. Life history of anadromous arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in the Fraser River, northern Labrador. *Canadian Journal of Zoology* 63: 315-324.
- Dempson, J.B., Shears, M. & Bloom, M. 2002. Spatial and temporal variability in the diet of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in northern Labrador. *Environmental Biology of Fishes* 64: 49-62.
- Due, T.T. & Curtis, M.A. 1995. Parasites of freshwater resident and anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Greenland. *Journal of Freshwater Biology* 46: 578-592.
- Elliott, J. M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press: 286s.
- Eriksson, L.-O., Lundquist, H., Brännäs, F. & Eriksson, T. 1982. Annual periodicity of activity and migration in the Baltic salmon, *Salmo salar* L., I: Müller, K. (red). Coastal research of the Gulf of Bothnia. Dr.W. Junk Publ. The Hague, Netherland. s 415-430.
- Erkinaro, J. & Gibson, R.J. 1997. Interhabitat migration of juvenile Atlantic salmon in a Newfoundland river system, Canada. *Journal of Fish Biology* 51: 373-388.
- Falk-Petersen, S & Kristensen, Å. 1985. Acoustic assessment of krill stocks in Ullsfjorden, North Norway. *Sarsia* 70: 83-90.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1993. Migration, growth and survival of wild and hatchery-reared anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Finnmark, northern Norway. *Journal of Fish Biology* 43: 303-312.
- Fleming, I.A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 379-416.
- Gjertz, I. 2005. Oversikt over iverksatte tiltak for å bedre lokalforvaltningen av røye på Svalbard. Notat til Direktoratet for naturforvaltning, Sysselmannen på Svalbard. 3s.
- Griffiths, D. 1994. The size structure of lacustrine Arctic charr (Pisces: Salmonidae) populations. *Biological Journal of the Linnean Society* 51: 337-357.
- Gross, M.R. 1987. Evolution of diadromy in fishes. I: Dadswell, M.J., Klauda, R.J., Moffitt, C.M., Saunders, R.L., Rulifson, R.A. & Cooper, J.E. (red.) Common Strategies of Anadromous and Catadromous Fishes, American Fisheries Society Symposium 1, Bethesda. s 14-25.
- Gross, M.R., Coleman, R.M. & McDowald, R.M. 1988. Aquatic productivity and the evolution of diadromous fish migration. *Science* 239: 1291-1293.
- Grønvik, S. & Klemetsen, A. 1987. Marine food and diet overlap of co-occurring Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.), brown trout *Salmo trutta* L. and Atlantic salmon *S. salar* L. off Senja, N. Norway. *Polar Biology* 7: 173-177.
- Gullestad, N.E. 1970. Om biologien til sjørøye og stasjonær røye, *Salvelinus alpinus* L, i Revvatnet, Svalbard. Hovedoppgave i spesiell zoologi, Universitetet i Oslo. 49s.
- Gullestad, N.E. 1973. Ferskvannsbilogiske undersøkelser på Svalbard 1962-1971. *Fauna* 26: 225-232.
- Gulliksen, B., Palerud, R., Brattegard, T. & Sneli, J.-A. 1999. Distribution of marine benthic macro-organisms at Svalbard (including Bear Island) and Jan Mayen. Research report for DN 1999-4, Direktoratet for naturforvaltning. 148s.
- Gulseth, O.A. 2000. Seawater tolerance, migratory, behaviour and growth of charr, *Salvelinus alpinus*, with emphasis on the high arctic Dieset charr on Spitsbergen, Svalbard. Dr.philos.thesis NTNU, Trondheim.

- Gulseth O.A. & Nilssen, K.J. 1999. Growth benefit from habitat change by juvenile High-Arctic charr. Transactions of the American Fisheries Society 128: 593-602.
- Gulseth, O.A. & Nilssen, K.J. 2000. The brief period of spring migration, short marine residence, and high return rate of a northern Svalbard population of Arctic charr. Transactions of the American Fisheries Society 129: 782-796.
- Gulseth O.A. & 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., Kjøl, R., Kwasniewski, S. & Nilssen, K.J. 1992. Forvaltningsrelaterte røyeundersøkelser på Svalbard (FRØYS). Programrapport for perioden 1990-1991. Norwegian University of Science and Technology, Brattøra Research Center, Trondheim.
- Halvorsen, M. 1996. Laks i elv og laks i innsjø. Ottar 213: 3-9.
- Halvorsen, M. & Svenning, M.-A. 2000. Growth of Atlantic salmon in fluvial and lacustrine habitats. Journal of Fish Biology 57: 145-160.
- Halvorsen, O. 2000. Parasitter hos ferskvannsfisk. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (red.) Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget, Oslo. s 154-171.
- Hammar, J. 1982. Røding i Arktis. Fauna och Flora 77: 85-92.
- Hammar, J. 1985. The geographical distribution of the Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) species complex in Svalbard. I: ISACF Information Series No 3, 1985. Proceedings of the third ISACF workshop on Arctic charr, 1984. Institute of freshwater research Drottningholm Sweden. s 29-37.
- Hammar, J. 1989. Freshwater ecosystems of polar regions: Vulnerable resourser. Ambio 18: 6-22.
- Hammar, J. 1998. Evolutionary ecology of Arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)): intra- and interspecific interactions in circumpolar populations. Acta Univ. Upsaliensis. Compr. Sum. Uppsala Dissert. Fac. Sci. Techn. 408.
- Hammar, J. 2000. Cannibals and parasites: conflicting regulators of bimodality in high latitude Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Oikos 88: 33-47.
- Handeland, S.O., Jaervi, T., Fernoe, A. & Stefansson, S.O. 1996. Osmotic stress, antipredator behaviour and mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 53: 2673-2680.
- Hansen, J.R. & Overrein, Ø. 2000. Røye på Svalbard og Jan Mayen. En statusoversikt med vekt på forvaltningsrelaterte kunnskapsbehov. Norsk Polarinstitutt Rapportserie nr.114. 42s.
- Hart, P.J.B. & Pitcher, T.J. 1969. Field trials of fish marking using a Jet Inculator. Journal of Fish Biology 1: 383-385.
- Hisdal, V. 1984. Svalbards klima. - I: Torkildsen, T. (red). Svalbard, vårt nordligste Norge. Det Beste, Oslo. s 96-101.
- Hjelle A. 1993. Svalbards Geologi. Polarhåndbok nr 6. Norsk Polarinstitutt, Oslo. 162s.
- Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna, Norway. Journal of Fish Biology 30: 273-280.
- Isdahl, T. 2002. Populasjonsdynamikk hos røye, *Salvelinus alpinus*, i Nordre Borgfiskdam, Svalbard. Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for Naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole. 48s.
- Jansen.P.A., Finstad, A.G., & Langeland, A. 2002. The relevance of individual size to management of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, populations. Environmental Biology of Fishes 64: 313-320.

- Jensen, A.J. 1994. Growth and Age Distribution of a River-Dwelling and a Lake-Dwelling Population of Anadromous Arctic Char at the Same Latitude in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 370-376.
- Johnson, L. 1980. The Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. I: Bajon, E.K. (red). Charrs, salmonid fishes of the genus *Salvelinus*. The Hague, Junk. s 15-98.
- 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. & Gravem, F.R. 1985. Use of space and food by resident and migrant brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes* 14: 281-293.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration; niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3: 348-365.
- Jonsson, B., Skúlason, S., Snorrason, S., Sandlund, O.T., Malmquist, H.J., Jónasson, P. Gydemo, R. & Lindem, T. 1988. Life history variation of polymorphic Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Thingvallavatn, Iceland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1537-1547.
- Jonsson, I.R. & Antonsson, T. 2005. Emigration of age-1 Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, into a brackish lagoon. *Environmental Biology of Fishes* 74: 195-200.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature, and light on fish migration in rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research* 66: 20-35.
- Jørgensen, E.H., Johansen, S.J.S. & Jobling, M. 1997. Seasonal patterns of growth, lipid deposition and lipid depletion in anadromous Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 51: 312-326.
- Karppinen, P., Erkinaro, J., Niemelä, E., Moen, K. and Økland, F. 2004. Return migration of one-sea-winter Atlantic salmon in the River Tana. *Journal of Fish Biology* 64: 1179-1192.
- Kennedy, C.R. 1977. Distribution and zoogeographical characteristics of the parasite fauna of char *Salvelinus alpinus* in Arctic Norway, including Spitsbergen and Jan Mayen islands. *Astarte* 10: 49-55.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & 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.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Grotnes, P. E., Knudsen, R., Kristoffersen, R. & Svenning, M.-A. 2002. Takvatn through 20 years: long-term effects of an experimental mass removal of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, from a subarctic lake. *Environmental Biology of Fishes* 64: 39-47.
- Klimpel, S., Palm, H.W., Rückert, S. & Piatowski, U. 2004. The life cycle of *Anisakis simplex* in the Norwegian Deep (northern North Sea). *Parasitology Research* 94: 1-9.
- Koksvik, J.I., Næsje, T.F. & Grossnickle, N.E. 1995. *Mysis relicta* kan endre innsjøens økosystem. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (red). Ferskvannsfisk -Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag". Norges Forskningsråd, Oslo. s 174-183.
- Kristoffersen, K. 1982. Aldersbestemmelse av Røye, *Salvelinus alpinus* (L.), fra Ellasjøen, Bjørnøya. Et detaljstudium av soner og vekst i otolithene. Hovedfagsoppgave i ferskvannsbibliografi ved Universitetet i Tromsø. 130s.

- Kristoffersen, K., Halvorsen, M. & 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.
- Landvik, J.Y., Brook, E.J., Gualtieri, L., Raisbeck, G., Salvigsen, O. & Yiou, F. 2003. Northwest Svalbard during the last glaciation: Ice-free areas existed. *Geology* 31: 905-908.
- Le Cren, E.D. 1985. The biology of sea trout. Pitlochry: Atlantic Salmon Trust 44s.
- Lund, T.R. 1983. Hydrografi og fytoplanktonproduksjon i et brepåvirket vassdrag på Svalbard. Hovedfagsoppgave i limnologi, Universitetet i Oslo. 162s.
- Madsen, K.E. & Haugen, M. 2003. Røye (*Salvelinus alpinus*) i Arresjøen på Svalbard: populasjonsdynamikk, ressursbruk og kannibalisme. Hovedoppgave i Fiskeforvaltning. Institutt for Naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 48s.
- Mathisen, O.A., & Berg, M. 1968. Growth rates of the char, *Salvelinus alpinus* (L.) in the Vardnes River, Troms, northern Norway. Institute of Freshwater Research, Drottningholm Report 48:177-186.
- McDowall, R.M. 1987. The occurrence and distribution of diadromy among fishes. I: Dadswell, M.J., Klauda, R.J., Moffitt, C.M., Saunders, R.L., Rulifson, R.A. & Cooper, J.E. (red.) *Common Strategies of Anadromous and Catadromous Fishes*, American Fisheries Society Symposium 1, Bethesda. s 1-13.
- Milinski, M. 1985. Risk of predation of parasitized sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) under competition for food. *Behaviour* 93: 203-216.
- Milinski, M. 1993. Predation risk and feeding behaviour. I: Pitcher, T.J. (red.) *Behaviour of teleost fishes*. Chapman and Hall, London. s 287-305.
- Moore, J.W. 1975. Distribution, movements and mortality of anadromous Arctic charr, *alvelinus alpinus* L., in the Cumberland Sound area of Baffin Island. *Journal of Fish Biology* 7: 339-348.
- Moore, J.W. & Moore, I.A. 1974. Food and growth of arctic char, *Salvelinus alpinus*, in the Cumberland Sound area of Baffin Island. *Journal of Fish Biology* 6: 79-92.
- Möller, H. 1978. The effects of salinity and temperature on the development and survival of fish parasites. *Journal of Freshwater Biology* 12: 311-323.
- Nilssen, K.J., Gulseth, O.A., Iversen, M. & Kjøl. R. 1997. Summer osmoregulatory capacity of the world's northernmost living salmonid. *American Journal of Physiology* 272: R743-R749.
- Nordeng, H. 1961. On the Biology of Char (*Salmo alpinus* L.) in Salangen, North Norway. *Nytt Magasin for Zoologi* 10: 67-123.
- Näslund, I. 1990. The development of regular seasonal habitat shifts in a landlocked Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., population. *Journal of Fish Biology* 36: 401-414.
- O'Connell, M.F. & 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: 511-569.
- Olsen, T. 1998. Diett og habitatvalg hos røye (*Salvelinus alpinus*) gjennom et år i Linnøvatnet, Svalbard. Hovedfagsoppgave i akvatisk biologi/ferskvannsbibliologi. Institutt for marin- og ferskvannsbibliologi, Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Universitetet på Svalbard og Norsk Institutt for Naturforskning, Tromsø. 41s.
- Parker, H.H. & Johnson, L. 1991. Population structure, ecological segregation and reproduction in non-anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in four unexploited lakes in the Canadian high Arctic. *Journal of Fish Biology* 38: 123-147.

- Radtke, R., Svenning, M., Malone, D., Klemetsen, A., Ruzicka, J. & Fey, D. 1996. Migration in an extreme northern population of Arctic charr *Salvelinus alpinus*: insights from otolith microchemistry. Marine Ecology Progress Series 136: 13-23.
- Riget, F. & Nygaard, K.H. 1985. Aspects of the population biology of Arctic Charr in Lake Tasersuaq near Sisimiut/ Holsteinsborg, Greenland. I: ISACF Information Series No 3. Proceedings of the third ISACF workshop on Arctic charr, 1984. Institute of freshwater research Drottningholm Sweden, s137-158.
- Rikardsen, A.H. 1994. Anadromous and resident charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in Storsvannet, Hammerfest. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Tromsø, Tromsø. 58s.
- Rikardsen, A.H. 2000. The relationships between individual growth and anadromy of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). Dr.scient. dissertation. Norwegian College of Fishery Science University of Tromsø, Norway & NINA, Department of Arctic Ecology, Tromsø, Norway.
- Rikardsen, A.H. & Amundsen, P.-A. 2005. Pelagic marine feeding of Arctic charr and sea trout. Journal of Fish Biology 66: 1163-1166.
- Rikardsen, A.H. & 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. & 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., Amundsen, P.-A. & Bodin, P.J. 2003. Growth and diet of anadromous Arctic charr after their return to freshwater. Ecology of Freshwater Fish 12: 74-80.
- Rikardsen, A.H., Svenning, M.-A. & Klemetsen, A. 1997. The relationship 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.
- Rudstam, L.G., Magnuson, J.J. & Tonn, W.M. 1984. Size selectivity of passive fishing gear: A correction for encounter probability applied to gill nets. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41: 1252-1255.
- Sandlund, O.T., Gunnarsson, K., Jónasson, P.M., Jonsson, B., Lindem, T., Magnússon, K.P., Malmquist, H.J., Sigurjónsdóttir, H., Skúlason, S. & Snorrason, S.S. 1992. The arctic charr *Salvelinus alpinus* in Thingvallavatn. Oikos 64: 305-351.
- Schabenberger, O. & Pierce, F.J. 2001. Contemporary statistical models for plant and soil sciences. CRC Press. s 5.
- Strand, R. & Heggberget, T.G. 1994. Growth and sex distribution in an anadromous population of Arctic charr in Northern Norway. Transactions of the American Fisheries Society 123: 377-384.
- Svedäng, H. 1991. On the reproductive ecology of the arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.)). Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science 331. 46s.
- Svenning, M.-A. 1991. Svalbardrøya- storvokst, delikat og truet. Ottar 185: 68-72.
- Svenning, M.-A. 1992. Fiskeribiologiske undersøkelser i røyevassdrag på Svalbard 1987-90. Norges Fiskerihøgskole Universitetet i Tromsø. 66s.
- 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. 122s.
- Svenning, M.-A. 1995. Røye i Havbeite. Møkkelandsvassdraget og Finnmarksdelen. Sluttrapport PUSH.

Svenning, M.-A. 2000. Fisk i innsjøer. Fiskesamfunn i arktiske innsjøer. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (red.) Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget, Oslo. s 103-108.

Svenning, M.-A. 2001. Røyeotolitten (øresteinen) som ferdsriver hos Svalbardrøye. Ottar 238: 25-33.

Svenning, M.-A. & Borgstrøm, R. 1995. Population structure in landlocked Spitsbergen Arctic charr. Sustained by cannibalism? Nordic Journal of Freshwater Resources 71: 424-431.

Svenning, M.-A. & Gullestad, N. 2002. Adaptions 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. 2001. Overbefolkede røyevann i Nord-Norge (ORN). Veiledning i teinefiske. Sluttrapport fra ORN-prosjektet. NINA-Tromsø og NFH/UiTø, Tromsø. 47s.

Svenning, M.-A., Klemetsen, A. & Olsen, T. *In press*. Habitat and food choice of Arctic charr in Linnévatn on Spitsbergen, Svalbard: the first year-round investigation in a High Arctic lake.

Svenning, M.-A., Smith-Nilsen, A. & Jobling, M. 1992. 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 Resources 67: 18-26.

Sømme, L. 1979. Insektliv på Svalbard. Fauna 32: 137-144.

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. & Cooper, J.E. (red). 1987. Common strategies of anadromous and catadromous fishes. American Fisheries Society, Symposium 1, Bethesda, Maryland. s 244-252.

Thorpe, J.E. 1994. Reproductive strategies in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture and Fisheries Management 25: 77-87.

Wallace, R.K. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. Transactions of the American Society 110: 72-76.

Wotton, R.J. 1985. Energetics of reproduction. I: Tyler, P. & Calow, P. (red). Fish energetics, New Perspectives. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. s 231-254.