

**Sjørøya (*Salvelinus alpinus* (L.)) i Møkkelandsvassdraget –
forhold som påvirker anadromi, vandringstidspunkt, og
overlevelse i sjøen**

**Anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) in the
Møkkeland water course – conditions influencing anadromy, time
of migration, and survival in salt water**

Martine Bjørnhaug og Elisabeth Kjæreng

**Mastergradsoppgave i Naturforvaltning ved Institutt for Naturforvaltning,
Norges Landbrukshøgskole,
våren 2004**



FORORD

Dette er vår mastergradsoppgave i fiskeforvaltning ved Institutt for Naturforvaltning (INA), Norges Landbrukshøgskole (NLH). Vi vil i den forbindelse takke alle som har bidratt til gjennomføringen av denne oppgaven.

En spesiell takk til våre veiledere, professor Reidar Borgstrøm (INA/NLH) for uunnværlig veiledning under labarbeid og skriveprosess, og forsker Martin-A. Svenning (Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Tromsø) for utmerket veiledning i feltarbeidet og verdifulle tilbakemeldinger på arbeidet vårt.

Vi vil også takke:

Øivind Spaun for god hjelp med innsamling av data og drift av fiskefella.

Merete og Børge Ytterstad som ga oss bolig og som bidro til å gjøre oppholdet i Harstad svært hyggelig.

Jon Gunnar Dokk som tok på seg jobben med å måle otolittene i vekststudiet vårt.

NINA i Tromsø som finansierte feltarbeidet.

Ås, mai 2004

Martine Bjørnhaug

Elisabeth Kjæreng

SAMMENDRAG

Det har lenge vært diskutert hvorfor laksefisk i forskjellig grad splittes opp i en anadrom og en stasjonær form. Nordlige vassdrag i Norge er karakterisert av lav produktivitet, og for røye i slike miljøer kan det være fordelaktig å foreta årlige næringsvandring ut i sjøen for å opprettholde en god vekstrate. Et interessant spørsmål som reiser seg i den forbindelse er hvorfor ikke all røye velger å bli anadrome. Formålet med denne oppgaven var å belyse biologiske aspekter ved både den stasjonære så vel som den anadrome delen av bestanden. Det ble sett på alders- og lengdefordeling, parrvekst, sjøopphold, kjønnsforhold og kjønnsmodning. I tillegg undersøkte vi om forskjeller i merkemetoder (Floy- ankermerke og Alcian blått) har noen effekt på overlevelse og tilvekst i sjøen.

Fiskematerialet ble samlet inn ved bruk av fiskefelle i utløpselva (Ervikelva) og prøvefiske i selve vannet. Det ble registrert 600 røyer på nedgang i fella. All røye ble merket, 261 individer med Floy- ankermerke og 267 med Alcian blått. Det ble registrert 617 røyer på oppgang, men av disse var bare 44 merket med Floy- ankermerke og 48 merket med Alcian blått. Garnfisket i Møkkelandsvatn resulterte totalt i 272 røyer. All fisk fra garnfisket samt all røye som døde i fiskefella på nedgang eller oppgang ble prøvetatt.

Det var et signifikant skjevt kjønnsforhold blant utvandrende smolt fra Møkkelandsvatnet. Forholdet hunn:hann var tilnærmet lik 9:1. Likeledes var også kjønnsforholdet blant den stasjonære delen av bestanden signifikant skjev med et forhold hunn:hann tilnærmet lik 3:7. Den stasjonære bestanden var dominert av kjønnsmodne hanner, mens relativt få anadrome røyer var kjønnsmodne.

Parr med størst veksthastighet migrerte til sjøen ved lavere alder og mindre størrelse enn mer saktevoksende parr. Den største røya vandret ut i sjøen på et tidligere tidspunkt i utvandringsperioden enn den minste røya. Den største røya hadde også det lengste sjøoppholdet, men til tross for dette var ikke den individuelle tilveksten bedre.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller verken i overlevelse eller tilvekst i sjøen når vi sammenlignet effektene av Floy- ankermerke og Alcian blått.

ABSTRACT

The question why salmonides often are divided into one anadromous and one resident form has been a matter of debate. Anadromous charr is found only in the northern part of the distribution of this species, where they usually coexist sympatrically with resident charr. The northern parts of Norway are characterized by substantial seasonal changes as well as low productivity of the freshwaters. For charr in this environment it can be profitable to migrate to the sea to maintain a good growth rate. An interesting question then arises: why does not all charr become anadromous? The purpose of this study has been to look into various biological aspects concerning both the resident and the anadromous charr. We have looked at age- and length distribution, maturity, parr growth and sea residency. We have also studied different tagging/ marking methods (Floy- anchor tag and Alcian blue), to evaluate the effect of the tagging/ marking on the survival of the fish.

A total of 600 anadromous charr moving downstream were registered, and 528 were tagged, 261 with Floy anchor tag, and 267 with Alcian blue. A total of 617 charr moving upstream were also registered, out of which only 44 Floy- anchor tagged and 48 marked with Alcian blue were recaptured. A total of 272 resident charrs was captured by gillnets in the lake Møkkelandsvatn.

The relationship between males and females was significant both among the anadromous charr, as well as the resident charr. Among the descending charr the relationship between females and males was approximately 9:1, whereas among the resident charr the relationship was approximately 3:7. Among the resident charr, mature individuals were abundant, while among the anadromous charr very few were mature.

The fastest growing parr migrated to sea at a lower age and in a smaller size than more slow-growing parr. The largest charr migrated to sea earlier and stayed longer than smaller charr, but there were no significant differences in growth rate.

No significant differences were found neither in survival nor growth when we compared the effects of Floy- anchor tag and Alcian blue.

INNHOLD

1. INNLEDNING	1
2.OMRÅDEBESKRIVELSE	5
3. METODER OG MATERIALE	7
3.1 Innsamling av materiale	7
3.2 Prøvetaking	9
3.3 Aldersavlesning	9
3.4 Vekst hos anadrom og stasjonær røye	9
3.5 Fremstillingsformer og databehandling	10
4. RESULTATER	12
4.1 Lengde og aldersfordeling	12
4.2 Vekst hos anadrom og stasjonær røye	14
4.3 Utvandringsdato og vekst og varighet av sjøoppholdet	15
4.4 Kjønnssfordeling	17
4.5 Effekter av utvendig merke (Floy- ankermerke) og fargemerking (Alcian blått)	18
5. DISKUSJON	20
5.1 Lengde- og aldersfordeling	20
5.2 Vekst hos anadrom og stasjonær røye	20
5.3 Vekst og varighet av sjøoppholdet	23
5.4 Kjønnssfordeling	25
5.5 Effekter av merketyper	26
5.6 Oppsummering	27
6. LITTERATUR	29

1. INNLEDNING

Røye (*Salvelinus alpinus*) har en sirkumpolar utbredelse, og er den ferskvannsfisk som har nordligst utbredelse (Klemetsen *et al.* 2003). Den finnes vidt utbredt i Norge og er den dominerende ferskvannsfiskearten i Nord- Norge (Svenning & Klemetsen 2001). Her finnes den i to hovedformer, som stasjonær røye og som sjørøye (anadrom). Begge formene finnes som oftest i samme innsjøsystem (Svenning & Klemetsen 2001). Den anadrome røya, eller sjørøya, foretar årlige næringsvandring ut i sjøen på sommeren, hvor den i løpet av noen uker kan doble kroppsvekten (Berg & Berg 1989, Svenning 2000). I de vassdragene hvor sjørøye og stasjonærøye lever sammen, blir de som oftest antatt å tilhøre samme "genpool" (Gullestad 1975, Nordeng 1983, Hindar *et al.* 1986, Reist 1989).

Gross (1987) hevder at anadromi opptrer når gevinsten i økt reproduksjons- suksess gjennom livet (fitness), er større ved å benytte havet som et sekundært habitat enn ved å kun oppholde seg i ferskvann. Fiskens fitness øker normalt sterkt med størrelsen (Jonsson & Jonsson 1993), men en eventuell gevinst forutsetter at produktet av vekstøkning og overlevelse overstiger det de ikke- vandrende individene opplever. En sjøvandring vil derfor være en avveining mellom fordeler og ulemper ved å forbli i ferskvann eller å migrere til sjøen. Anadrom atferd synes derfor å finnes sted ved breddegrader hvor temperatur og klimaforhold gjør at produksjonen i havet overgår produksjonen i ferskvann. Næringstilgangen vil ofte være begrensende for vekst hos fisk i ferskvann, og endring av habitat eller næring kan ofte være nødvendig for å opprettholde veksten (Jonsson & Jonsson 1993).

I Nord- Norge vandrer førstegangsvandrende smolt ut ved lengder på 16- 22 cm og ved en alder på 4- 6 år (Svenning 2000). Svenning & Klemetsen (2001) fant at de største røyene innen hver aldersgruppe vandrer ut først. Rasktvoksende røye har mindre størrelse ved utvandring enn røye som vokser seint (Jonsson & Jonsson 1993, Jensen 1995), og individer som har vært i sjøen tidligere vandrer ut før førstegangsvandrerne (Berg & Berg 1989). Sjørøya i Nord- Norge vender tilbake til ferskvann etter 30- 50 dager i sjøen for å gyte og overvintre (Svenning 2000). Overlevelse for førstegangsvandrere er lav, bare 15- 30% (Svenning 2000), men for dem som overlever er gevinsten til gjengjeld stor. Jensen & Berg

(1977) estimerte en overlevelsesrate på 0,50 for den utnyttbare delen av en røyebestand i Vardneselva på Senja, men små røyer hadde signifikant lavere overlevelse i sjøfasen. Andelen anadrome individer varierer sterkt mellom populasjoner (Nordeng 1961, Gullestad 1975, Svenning *et al.* 1992, Rikardsen *et al.* 1997), og trolig styres anadrom vandringsatferd av ulike faktorer i ferskvannsmiljøet (Jonsson & Jonsson 1993, Kristoffersen *et al.* 1994).

Fiskens vekst på parrstadiet (før smoltifisering og/ eller kjønnsmodning) antas å være en av de viktigste faktorene for valget mellom å bli anadrom eller å forbli stasjonære (Kristoffersen 1995). Thorpe (1989) fant at intermediær parrvekst hos laks (*Salmo salar*) vil favorisere anadromi, mens både svært hurtig og svært sein vekst vil gi stasjonær fisk. Veksthastigheten ble i dette tilfellet sammenliknet med fiskens vekstpotensiale. I flere studier er det funnet at den raskest voksende parren blir anadrom (Svenning *et al.* 1992, Kristoffersen *et al.* 1994, Strand & Heggberget 1994). Dette kan imidlertid godt være analogt med hypotesene til Thorpe (1989), siden det i ifølge Kristoffersen (1995) er grunn til å anta at selv den raskest voksende villrøya på nordlige breddegrader har intermediær vekst i forhold til artens vekstpotensiale. I henhold til Thorpe (1989) skal dette favorisere anadromi. Uansett tyder det på at faktorer som innvirker på parrvekst, kan være av betydning for andelen anadrome individer i en bestand.

Det er også foreslått at innsjøens utforming er av betydning for grad av anadromi i en bestand, og Kristoffersen *et al.* (1994) fant at grad av anadromi hos røye var signifikant høyere i grunne innsjøer uten profundalsone. Gjennom fordeling av den relative størrelsen på tilgjengelige nisjer for fisk i ulike utviklingsstadier, vil innsjøens utforming spille inn på næringstilgang og parrvekst i innsjøen (Kristoffersen *et al.* 1994). Fysiske parametre i elva fra innsjøen til havet kan også være av betydning for lønnsomheten av ei anadrom næringsvandring (Kristoffersen 1995). Avstand til sjøen og strømhastigheten kan derfor være av betydning for andelen sjørøye i en populasjon (Gross 1987). Elvemiljøet kan også virke inn på anadromi, spesielt kan fisk i små elver med lav vannhastighet bli utsatt for predasjon fra fugl (Jonsson 1991).

Tidlig kjønnsmodning kan hindre smoltifisering (Jonsson & Jonsson 1993, Staurnes *et al.* 1994). Hanner hos røye og andre laksefisk blir vanligvis kjønnsmodne ved lavere alder og størrelse enn hunnfisk, og ofte før smoltifisering inntreffer (Nordeng 1983). Dette kan resultere i

en overvekt av hunner i den anadrome delen av bestanden, samtidig som den adulte, stasjonære delen domineres av (kjønnsmodne) hanner (Nordeng 1983).

For å skaffe kunnskap om røyas oppholdstid, tilvekst og overlevelse under sjøoppholdet, har forskere funnet det nødvendig å feste ytre individmerker på de utvandrende røyene. Belastninger som følge av bedøvelse og merking kan imidlertid medføre at vekst og overlevelse blir redusert (Barlaup *et al.* 1995). Strand *et al.* (2002) fant at fargemerka røye hadde høyere overlevelse og bedre vekst enn tilsvarende fisk merket med Carlin- merke. Det er derfor viktig å kunne evaluere effektene av de ulike merketypene slik at denne parameteren kan inngå i bearbeidingen av resultatene. Ved merking av laksefisk er det ofte vanlig å klippe fettfinna, men resultatene er motstridende når det gjelder effekter på overlevelse og vekst (Barlaup *et al.* 1995). Fargestoffet Alcian blått er mye brukt til gruppemerking av fisk (Herbinger *et al.* 1990). Alcian blått er funnet å være det fargestoffet som er synlig lengst, men det egner seg imidlertid best til fisk med moderat vekstrate og til korttidsstudier (Herbinger *et al.* 1990). Individmerking med for eksempel Floy- ankermerke (Barlaup *et al.* 1995), gir derimot mulighet for å følge enkeltindivider over tid. Slike merker kan gi detaljert informasjon om fiskens levesett, såfremt de er festet riktig og ikke faller av (Barlaup *et al.* 1995).

I Møkkelandsvatnet utenfor Harstad i Troms fylke, finnes både stasjonær og anadrom røye. I tillegg finnes også en relativt tett bestand av sjørret (*Salmo trutta*) i vassdraget. I perioden 1989- 2001 inngikk Møkkelandsvassdraget som et av fem vassdrag innen prosjektet ”Overbefolkta røyevatn i Nord- Norge” (ORN). Gjennom dette prosjektet ble røyebestanden kraftig desimert gjennom et utstrakt teinefiske i årene 1990- 92, hvor i overkant av 30 000 smårøye ble fisket ut fra vannet (Svenning & Klemetsen 2001). Dette ga den gjenværende røya bedre tilgang på næringsdyr og individuell vekst økte. For å kunne registrere eventuell endring i den anadrome delen av bestanden, ble det etablert ei fiskefelle i vassdraget, og siden 1990 har all ned- og oppvandrende fisk vært registrert i fiskefella (Svenning & Klemetsen 2001). Uttynningen av røyebestanden førte blant annet til at andelen anadrome individer økte i bestanden (Svenning & Klemetsen 2001).

Med dette som bakgrunn, ønsker vi å undersøke følgende forhold:

- Om veksthastigheten hos parren er bestemmende for om røyene ”velger” et anadromt eller et stasjonært levesett
- Om parrens veksthastighet er bestemmende for alder og størrelse ved første gangs utvandring
- Om den anadrome delen av bestanden domineres av hunner
- Om størrelsen på røya er bestemmende for utvandringsdato, tilvekst og oppholdstid i sjøen
- Om Floy- ankermerke (individmerke) gir lavere vekst og overlevelse under sjøoppholdet sammenlignet med Alcian blått (gruppemerke)

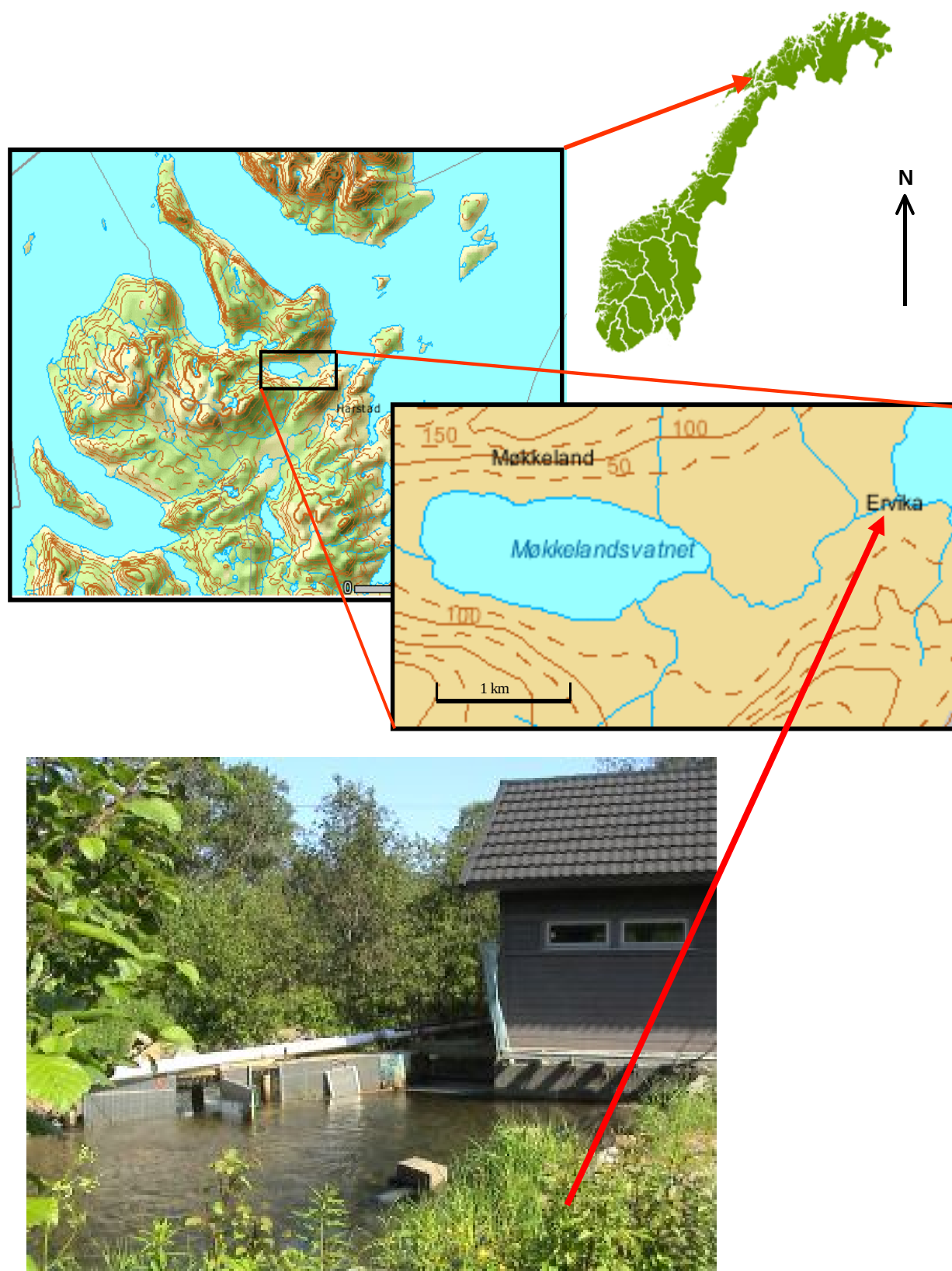
2. OMRÅDEBESKRIVELSE

Møkkelandsvatnet ligger 13 m.o.h. i Harstad kommune i Troms (68°49'N, 16°27'Ø, figur 1). Overflatearealet er 1,3 km² og største dyp er på 35 meter (Svenning & Klemetsen 2001). Strandsonen ned til 10 meters dyp utgjør omtrent 40% av overflatearealet, og bunnforholdene her domineres av grus, stein og mudder (Hanssen 1996). Rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) er den vanligste vannplanten og finnes i store deler av litoralen. Videre finnes sylblad (*Subularia aquatica*), tusenblad (*Myriophyllum alternifolium*), nålesivaks (*Eleocharis acicularis*), vasshår (*Callitriche spp.*) og kransalger (*Chara spp.*) (Syvertsen 1999). Innløpselver til Møkkelandsvannet er Sæterelva i sør- øst og Storelva i vest. Ervikelva er navnet på den 2 km lange utløpselva som renner ut i Bergsvågen (figur 1).

Nedbørsfeltet er på 22 km² (Svenning & Klemetsen 2001) og har en berggrunn som i hovedsak består av glimmerskifer og glimmergneis (Muladal & Skotvold 1993). Langs nord- og vestsiden av vannet er det kulturmark med en del gårdsbruk (Svenning & Klemetsen 2001). Dyrket mark utgjør mindre enn 2% av nedbørsfeltet. Vegetasjonen rundt vannet domineres av lauvskog, med bjørk (*Betula pubescens*) som dominerende art (Syvertsen 1999).

Siktedyp, vannfarge, totalt fosfor og totalt nitrogeninnhold i Møkkelandsvatnet definerer sjøen som oligotrof. Vannet er dimiktisk og er islagt fra oktober/november til mai/juni. Klimaet i området er et typisk kystklima med relativt lave sommertemperaturer og relativt milde vintre. (Syvertsen 1999)

Møkkelandsvatnet har både stasjonær og anadrom røye og ørret. Videre finnes en solid bestand av trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus L.*), og i tillegg finnes ål (*Anguilla anguilla L.*) og noe skrubbe (*Platichthys flesus L.*) (Svenning & Klemetsen 2001). Det har også enkelte ganger forekommet at laks (*Salmo salar L.*) har blitt observert på oppgang i Ervikelva. Av predatorer i Møkkelandsvatnet og Ervikelva kan nevnes stor ørret og noen fuglearter, spesielt gråhegre (*Ardea cinerea*), samt enkelte pattedyrarter som for eksempel mink (*Mustela vison*) (Martin-A. Svenning pers.medd.).



Figur 1. Oversiktskart med lokalisering av Møkkelandsvatnet og fiskefella.

3. METODER OG MATERIALE

3.1 Innsamling av materiale

Materialet omfatter anadrom røye som ble registrert i en såkalt Wolf-felle som var i drift sommeren 2003 f.o.m. 13. mai t.o.m. 7. august. Fella var plassert i nedre del av Ervikelva (figur 1). All anadrom røye som ble fanget i Wolf- fella på vandring ut i sjøen, ble bedøvd og merket. Tilsvarende ble all fisk som ble fanget på oppgang i Ervikelva bedøvd og undersøkt. I alt 600 sjørøyer ble registrert på nedgang. Av disse ble 72 fisk tatt ut for prøvetaking slik at det totalt var 528 røyer som fortsatte sin ferd mot sjøen. I alt 617 røyer ble registrert på oppgang etter sjøoppholdet, og av disse ble 27 tatt ut for prøvetaking.

All fisk på nedgang ble bedøvet med benzokain, veid til nærmeste gram på en elektronisk vekt, målt til nærmeste mm, og merket enten med Floy- ankermerke eller fargemerke med Alcian blått. Totalt ble 261 røyer individmerket med Floy- ankermerke (Barlaup *et al.* 1995, Rikardsen 2000), og 267 ble gruppemerket med fargestoffet Alcian blått (Pitcher & Kennedy 1977, Barlaup *et al.* 1995) (tabell 1). All fisk ble også fettfinneklippt. Floy- merket består av en monofilamenttråd med en bokstav- og tallkode som festes med et ”anker” med mothaker under ryggfinnen på fisken, mens fargestoffet Alcian blått ”skytes” inn i finnestrålene under høyt trykk (Pitcher & Kennedy 1977, Barlaup *et al.* 1995). Røya ble merket med blåmerke etter kombinasjonene:

- 180- 189 mm – venstre brystfinne
- 190- 199 mm – høyre brystfinne
- 200- 209 mm – analfinne
- 210- 219 mm – venstre bukfinne
- 220- 229 mm – høyre bukfinne
- 230- 239 mm – venstre brystfinne + høyre brystfinne
- 240- 249 mm – venstre bukfinne + høyre bukfinne

All fisk på oppgang ble også bedøvet med benzokain, veid og målt. I tillegg ble det registrert om de var merket og med hvilken merketype (Floy- merke eller Alcian blått). Hvis de ikke var merket fra før, ble de merket med Floy- ankermerke. Anadrom fisk som døde i eller ved fiskefella, ble frosset ned og siden undersøkt og tatt prøver av.

Tabell 1. Antall røye registrert og merket på nedgang, antall registrert på oppgang og gjenfangst av merket røye på oppgang i Ervikelva, samt antall røye tatt under prøvefisket i juli og oktober i Møkkelandsvatn.

	Anadrom røye, nedgang	Anadrom røye, oppgang	Garnfiske, 2.-3. juli	Garnfiske, 27.-28. oktober
Totalt	600	617	21	251
Floy-merket	261	44	0	0
Blå-merket	267	48	0	0
Antall prøvetatt	72	27	21	251

Fiskematerialet ble samlet inn gjennom to feltperioder sommeren og høsten 2003. Prøvefisket ble utført 2.- 3. juli og 27.- 28. oktober, og det ble benyttet en såkalte "ORN- serie" (Svenning & Klemetsen 2001). Dette er såkalte oversiktsgarn som er 40 meter lange, 1,5 meter høye, og hvert garn består av 4 m lange seksjoner med maskeviddene: 8, 10, 12.5, 16, 18.5, 22, 26, 33, 39 og 45 mm.

Under prøvefisket 2.- 3. juli ble det satt 6 bunngarn litoralt, samt 3 bunngarn profundalt som var bundet sammen til lenke. Prøvefisket resulterte i 21 røyer (tabell 1). Fisk som ikke ble bearbeidet rett etter fangst ble merket og frosset ned.

Under prøvefisket 27.- 28. oktober ble det satt 8 bunngarn litoralt og 3 bunngarn knyttet sammen til en lenke profundalt på samme måte som under sommerens prøvefiske, og dette resulterte i 251 røyer og 116 ørret. Alt materiale ble merket og frosset ned, og røyene ble senere tatt prøver av.

3.2 Prøvetaking

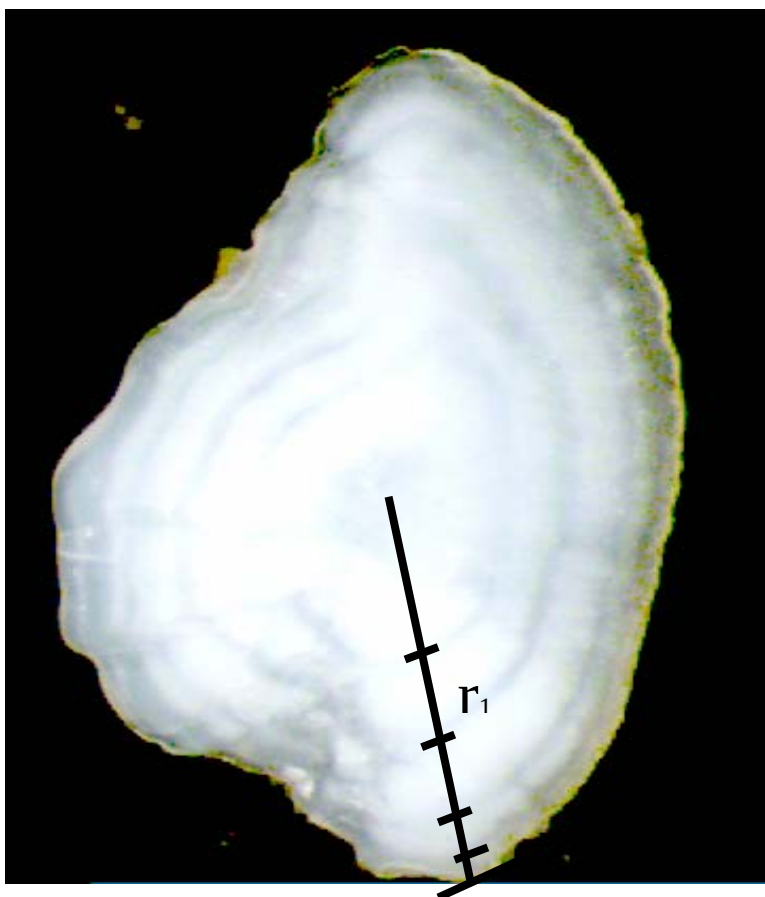
All fisk fra garnfisket, samt den anadrome fisken som døde i forbindelse med fangsten i Wolf-fella eller i nærheten av fiskefella ble prøvetatt (tabell 1). Gaffellengden (fra snute til halefinnens midtstråle) ble målt på all fisk i mm, og all fisk ble også veid til nærmeste gram på elektronisk vekt. Fisken ble deretter dissekert. Otolitter ble tatt ut og oppbevart på 96% etanol for senere aldersavlesning. Deretter ble kjønn og utviklingsstadium registrert. Kjønnsmodningsstadiene ble vurdert slik at stadium i- ii var sikkert umoden, og iv- v var sikkert kjønnsmoden. Fisk tatt på nedgang i stadium iii kan omfatte individer som potensielt kan gyte påfølgende høst.

3.3 Aldersavlesning

Ved aldersavlesning ble otolittene lagt i en svart skål med propan-1-diol og alderen ble lest i lupe med 16x forstørrelse. Aldersavlesning foregår ved at en teller antall vintersoner (hyaline) i otolitten (Nordeng 1961). Belyst ovenfra mot mørk bakgrunn fremstår vekselvis mørke (hyaline) vintersoner og lyse (opake) sommersoner. De opake sommersonene dannes i perioder med god vekst og er derfor bredere enn de hyaline vintersonene hvor veksten er liten (Borgstrøm 2000). I motsetning til Svenning *et al.* (1992) og Hanssen (1996) fant vi sonene lettest å lese fra sentrum langs til r_1 , og ikke i rostral retning (figur 2). Otolittene ble inndelt i to grupper, med god eller vanskelig lesbarhet, og otolittene som ikke kunne leses hele, ble delt i to og brent før avlesning. Ved brenning blir de hyaline sonene mørkere og lettere å lese fordi innholdet av karbon er større enn i de opake sonene (Borgstrøm 2000).

3.4 Vekst hos anadrom og stasjonær røye

Otolittvekst hos stasjonær og anadrom røye ble målt med måleokular med 40x forstørrelse. Lengden fra sentrum til ytterkanten av hver avsluttet hyaline sone ble målt, samt den totale lengden fra sentrum til r_1 (figur 2).



Figur 2. Bilde av otolitt fra røye tatt i Møkkelandsvassdraget 2003, der ytterkanten av vintersonene er markert langs gradienten r_1 .

3.5 Fremstillingsformer og databehandling

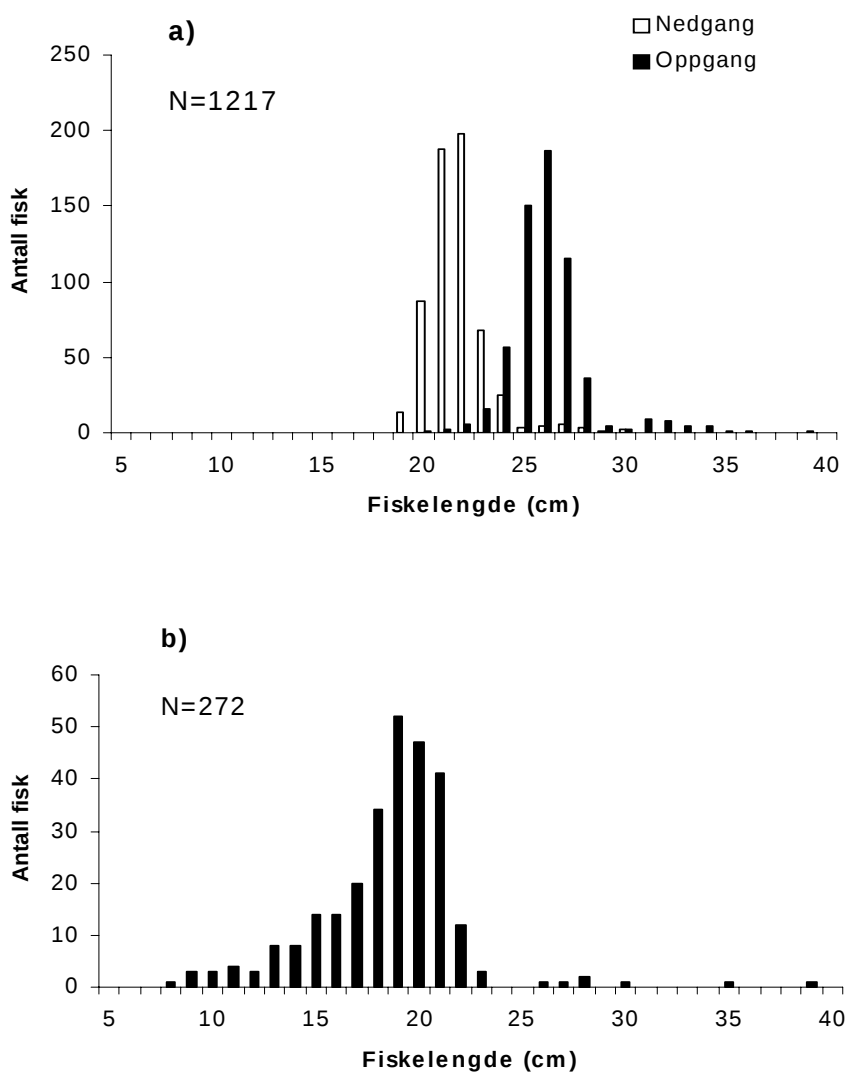
All figurfremstilling av materialet ble utført med programpakken Excel 6.0, og statistisk behandling ble utført med programpakken SigmaStat. T-test og Mann-Whitney rank sum test ble brukt for å teste om avstanden fra sentrum av otolitten til første avsluttede hyaline sone, andre hyaline sone osv. var lengre hos anadrom røye enn hos like gammel stasjonær røye. Lineær regresjonsanalyse ble brukt for å teste oppholdstid og vekst i sjøen, samt lengde ved utvandring, og kjikvadrattest ble brukt for å teste kjønnsfordeling og for å teste effekter av merketypene Floy- ankermerke og Alcian blått.

4. RESULTATER

4.1 Lengde og aldersfordeling

Anadrom røye (sjørøye) registrert på utvandring i fiskefella i Ervikelva (n=600) var fra 15 til 30 cm, mens mesteparten av førstegangsvandrerne (smolten) var fra 21- 22 cm (figur 3a).

Oppvandrende sjørøye (n=617) var mellom 20 og 39 cm (Fig. 3a). Gjennomsnittslengden på ned- og oppvandrende sjørøye var henholdsvis 21,1 og 26,1 cm.



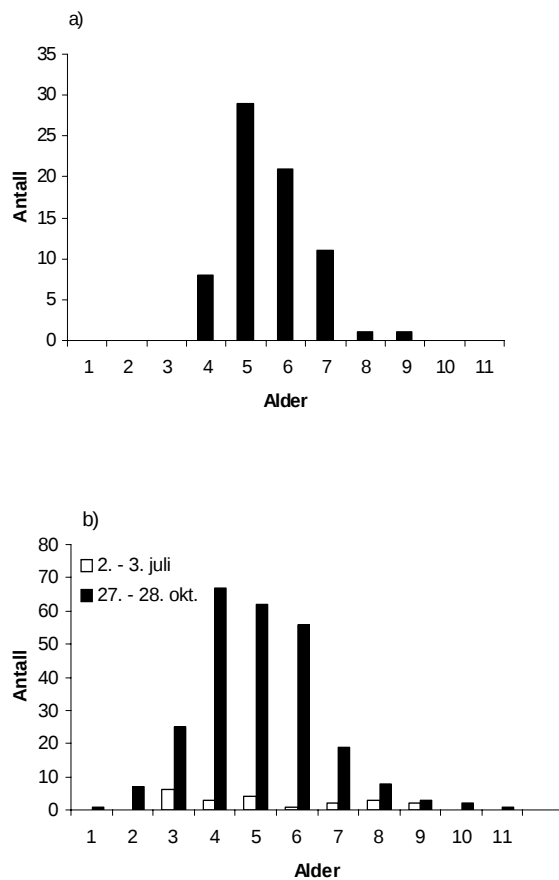
Figur 3. Lengdefordeling av røye fanget i fiskefella i Ervikelva (a) og røye fanget på garn i Møkkelandsvatnet (b) sommeren og høsten 2003.

Under garnfisket i Møkkelandsvatnet ble det fanget 21 røyer i juli og 251 røyer i oktober. Røyene var fra 8- 39 cm, med en gjennomsnittslengde på 19,0 cm og kun 10 fisk var lengre enn 23 cm (figur 3b).

De aldersbestemte røyene som ble fanget på nedgang i fiskefella (n=67) var fra 4 til 9 år, mens de fleste førstegangsvandrerne (fisk mindre enn 24 cm) var 4- 6 år (n=64).

Gjennomsnittsalderen på ned- og oppvandrende røye var henholdsvis 5,6 og 5,2 år.

De aldersbestemte røyene som ble fanget i Møkkelandsvatnet (n=272) var fra 1 til 11 år gamle, men røye i aldersgruppen 4- 6 år utgjorde hele 80,6% (figur 4). Det er en større andel 4- åringer blant de stasjonære fiskene enn blant de anadrome, men andelen 5- og 6-åringer var relativt høy i begge gruppene.



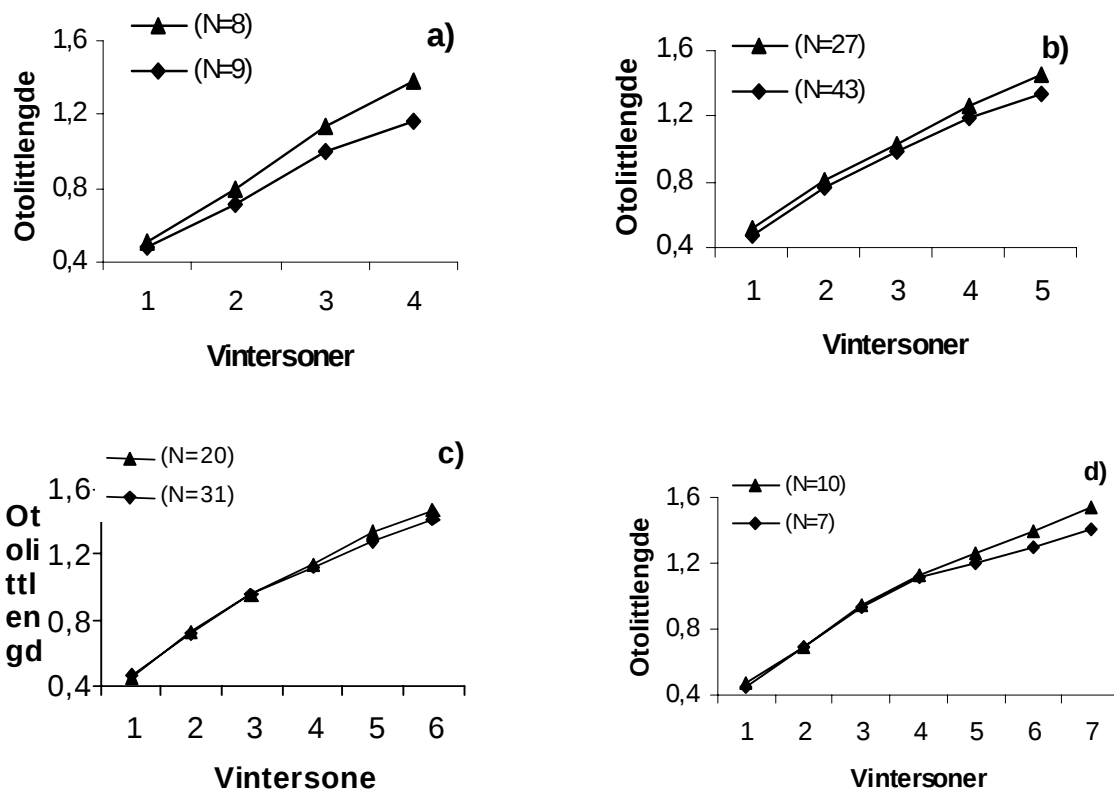
Figur 4. Aldersfordelinga til anadrom røye (a) fanget på nedgang i Ervikelva, og stasjonær røye (b) tatt under prøvofisket i Møkkelandsvatnet 2003.

4.2 Vekst hos anadrom og stasjonær røye

Fire år gammel anadrom røye viste signifikant bedre otolittvekst den andre og fjerde sommeren (t-test, henholdsvis $p=0,016$ og $p=0,002$) enn stasjonær røye. Også den tredje sommeren hadde anadrom røye betydelig bedre otolittvekst enn den stasjonære røya, men forskjellen var ikke signifikant (figur 5a, Mann-Whitney- test, $p=0,054$)

Anadrom røye som var 5 år gammel viste signifikant bedre otolittvekst enn den stasjonære røya i alle fem oppvekstårene (figur 5b, Mann-Whitney- test, alle p - verdier < 0.004).

Hos røye som var 6 og 7 år, fant vi ingen forskjell i otolittvekst de første 4 årene, mens otolittveksten hos de anadrome røyene hadde vært signifikant høyere den siste sommeren før de vandret ut (t-test, henholdsvis $p=0,009$ og $p=0,004$). For 7 år gammel røye økte signifikansnivået fra og med andre sommeren, mens for den 6 år gamle røya inntraff dette fra og med tredje sommeren.



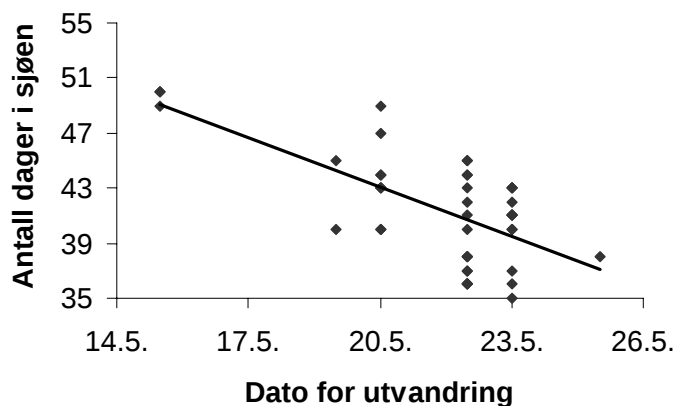
Figur 5. Gjennomsnittlig årlig otolittvekst hos anadrom (▲) og stasjonær (◆) røye med alder 4 år (a), 5 år (b), 6 år (c), og 7 år (d), i Møkkelandsvatnet 2003.

4.3 Utvandringsdato og vekst og varighet av sjøoppholdet

Av de 44 individmerka røyene som ble gjenfanget på oppvandring i fiskefella, varierte sjøoppholdet fra 35 til 50 dager. Røya som startet sin sjøvandring tidligst hadde den lengste oppholdstiden i sjøen (figur 6, lineær regresjonsmodell: $r^2=0,799$, $df=5$, $p=0,016$). De 14 røyene som vandret ut før 21. mai hadde et gjennomsnittlig sjøopphold på 44,8 dager, mens de som vandret ut etter 21. mai oppholdt seg gjennomsnittlig 39,9 dager i sjøen.

De største gjenfangede røyene vandret ut først, og det var disse som også var flest dager i sjøen (figur 7, lineær regresjonsmodell: $r^2=0,86$, $df=5$, $p=0,008$). Vi har for få fisk til å teste om sjøoppholdet hos fisk innen samme lengdegruppe varierer med utvandringsdato. Av all utvandrende røye, vandret de største røyene (>23,0 cm) ut mellom 15. og 25. mai, mens de mindre røyene (15,0 til 22,9 cm) vandret ut i sjøen etter 25. mai (figur 9).

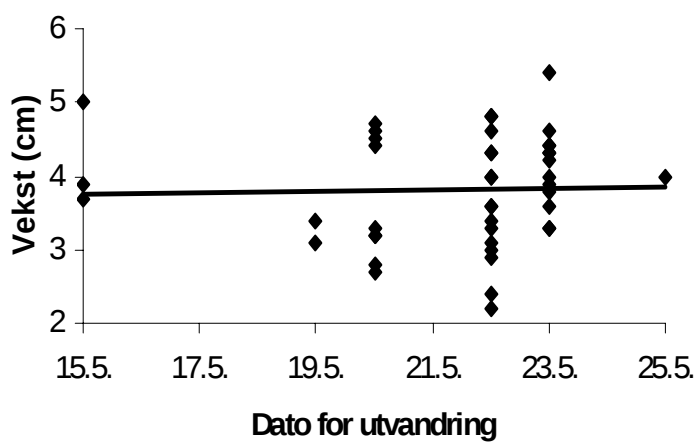
Vi fant ingen klar sammenheng mellom tilveksten til sjørøya under sjøoppholdet i forhold til når i utvandringsperioden den vandret ut i sjøen (figur 8, lineær regresjonsmodell: $r^2=0,04$, $df=5$, $p>0,7$).



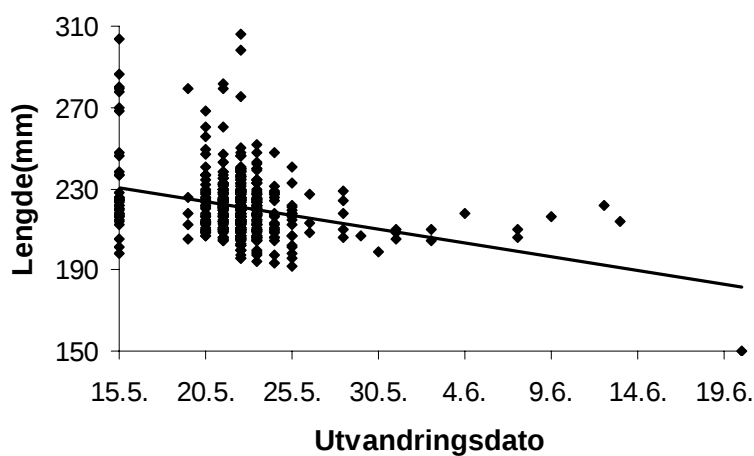
Figur 7. Sjøoppholdets varighet i forhold til utvandringsdato for røye fra Møkkelandsvassdraget i 2003.

Ingen klar sammenheng ble funnet i veksten til sjørøya i forhold til når i utvandringsperioden den ble registrert i fiskefella (lineær regresjonsmodell: $r^2=0,04$ $df=5$, $p>0,7$, figur 8).

Sammenhengen mellom utvandringsdato og lengde ved utvandring var signifikant (lineær regresjonsmodell: $r^2=0,86$, $df=5$, $p=0,0078$) (figur 9). Den største røya ($>23,0$ cm) vandret ut mellom 15. og 25. mai, mens røye som vandret ut i sjøen etter denne perioden hadde en lengde på mellom 15,0 cm og 22,9 cm.



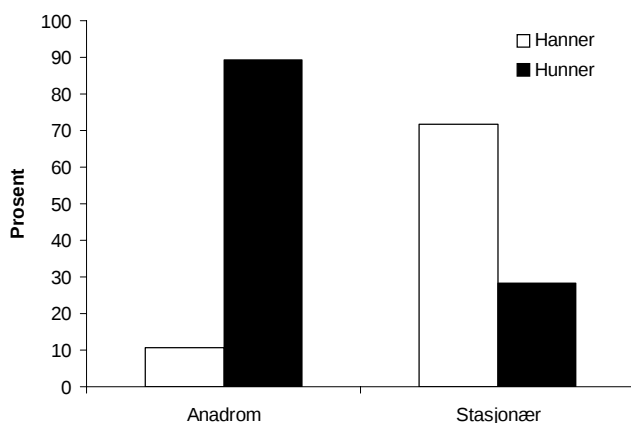
Figur 8. Utvandringsdato og tilvekst under sjøoppholdet for røye i Møkkelandsvassdraget i 2003.



Figur 9. Utvandringsdato og lengde ved utvandring for røye fra Møkkelandsvassdraget i 2003.

4.4 Kjønnnsfordeling

Av de utvandrende sjørøyene som ble kjønnsbestemt (n=70), var andelen hunner (90%) signifikant høyere enn andelen hanner (10%) (χ^2 -test, $p < 0,001$, figur 10). Dette tilsvarer et kjønnsforhold på 1:9. Hos den stasjonære røya (n=249, dvs. de umerka røyene som ble fanget på garn i Møkkelandsvatnet) utgjorde imidlertid andelen hunner bare 18.9 % (χ^2 -test, $p < 0,001$, figur 10).



Figur 10. Kjønnnsfordelinga for anadrom røye tatt i Ervikelva og stasjonær røye tatt i Møkkelandsvatnet .

Ikke kjønnsmoden fisk (80%), dominerte blant den anadrome delen av bestanden som ble prøvetatt (n=70). Blant anadrome hanner tatt på utvandring (n=7) var ingen kjønnsmodne, og for anadrom hunnfisk var andelen kjønnsmoden fisk 22,2%.

Den stasjonære røya viser en annen fordeling der kjønnsmoden hannfisk dominerte (91,1%), mens kun 29,8% av hunnfisken ble klassifisert som sikker kjønnsmoden.

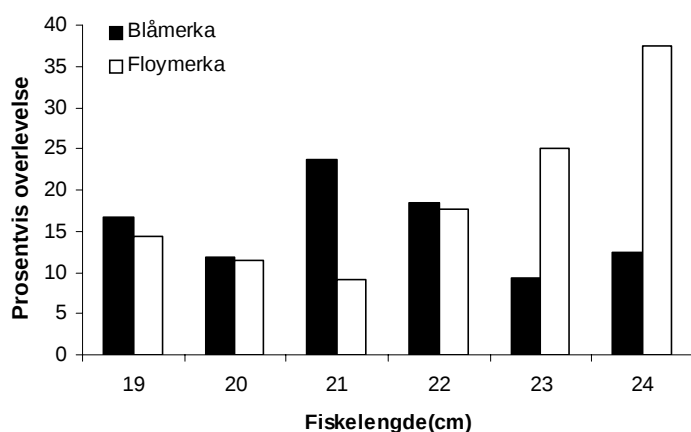
Det var signifikant flere kjønnsmodne hanner blant den stasjonære bestanden sammenlignet med den anadrome bestanden (χ^2 -test, $p < 0,001$) (tabell 2). Tilsvarende var det signifikant flere umodne hunner blant den anadrome delen av bestanden sammenlignet med den stasjonære delen av bestanden (χ^2 -test, $p < 0,001$, tabell 2).

Tabell 2. Kjønnsmodning hos anadrom og stasjonær røye i Møkkelandsvassdraget i 2003.

Kjønnsmodning	Anadrom røye	<i>n</i>	Stasjonær røye	<i>n</i>	Statistikk	P
Hann, moden	0%	0	100%	184	$\chi^2=184$	<0,001
Hann, umoden	28%	7	72%	18	$\chi^2=4,84$	<0,05
Hunn, moden	29,8%	14	70,2%	33	$\chi^2=9,4$	<0,01
Hunn, umoden	77,8%	49	22,2%	14	$\chi^2=19,4$	<0,001

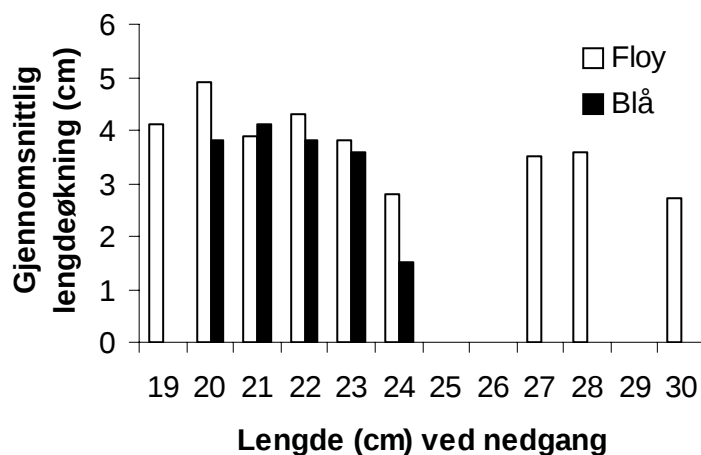
4.5 Effekter av utvendig merke (Floy- ankermerke) og fargemerking (Alcian blått)

Av totalt 261 røye som ble merket med Floy- ankermerke, ble 44 (16,9%) gjenfanget i fiskefella etter sjøoppholdet (figur 12). Tilsvarende ble 48 (18,0%) av totalt 267 røyer som ble merket med gruppemerket Alcian blått, gjenfanget i fiskefella (figur 11). Forskjellene i andel gjenfangede fisk var ikke signifikant (χ^2 -test, $p>0,7$), bortsett fra for lengdegruppen 210- 219 mm hvor overlevelsen av blåmerket røye ($n=21$) var på 23,6% mens overlevelsen for Floy-merket røye ($n=7$) var på 9,21% (χ^2 -test, $p<0,01$).



Figur 11. Prosentvis overlevelse (tilbakevandring) av røye fra Møkkelandsvassdraget i løpet av sjøoppholdet sommeren 2003 i forhold til merketype.

Vi fant ingen signifikant forskjell i vekst (χ^2 -test, $p>0,9$) hos gjenfangede røyer med de to merketypene (figur 12). Lengdeøkningen var relativt lik for røya som hadde vært mellom 20,0 og 23,9 cm ved merking ($n=78$), mens det var en viss forskjell i lengdeøkning av de to merketypene for røya som hadde vært 24,0- 24,9 cm ($n=7$). Blå- merka røye i denne lengdegruppen hadde en gjennomsnittlig lengdeøkning på 1,5 cm, mens Floy- merka røye hadde en gjennomsnittlig lengdeøkning på 2,8 cm, men forskjellen var ikke signifikant (χ^2 -test, $p>0,7$).



Figur 12. Gjennomsnittlig lengdeøkning under sjøoppholdet sommeren 2003 for Floy- og blåmerka anadrom røye fra Møkkelandsvassdraget.

5. DISKUSJON

5.1 Lengde- og aldersfordeling

Lengde og kroppsstørrelse ved vandring vil variere innen, så vel som mellom populasjoner av laksefisk (Jonsson & Jonsson 1993). Innen populasjoner vil noen individer vokse raskere enn gjennomsnittet av fisk fra samme årsklasse.

Av all anadrome røye som ble registrert på utvandring i vår undersøkelse, var det overvekt av fisk i lengdegruppene 21- 22 cm.

Aldersfordelinga i vårt materiale viser at hovedtyngden av nedvandrende anadrom røye er 5- 6 år. Tilsvarende er mesteparten av den stasjonære fisken i aldersgruppa 4- 6 år, og få individer er eldre enn 8 år. Dette kan tyde på at fisken i aldersgruppa 4- 6 år har høyere fangbarhet enn fisk i bestanden forøvrig. En annen mulighet er at garnene er satt på steder der det ikke oppholder seg mindre og yngre fisk, slik at fangsten ikke er representativ for vannet. I innsjøer med både røye og ørret er det vanlig at det skjer en nisjeforskyvning der den minste røya presses til dypere vann på grunn av konkurranse om habitater (Klemetsen & Amundsen 2000). En tredje mulighet er at det kan foregå en "transformasjon" fra stasjonær til anadrom form når fisken når en kritisk lengde for utvandring, dvs. at mesteparten av røya en eller annen gang i livet vil bli anadrome (Svenning *et al.* 1992). Denne forklaringen er nok lite sannsynlig for røya i Møkkelandsvassdraget ettersom materialet av nedvandrende røye inneholdt svært få eldre fisk.

5.2 Vekst hos anadrom og stasjonær røye

Rasktvoksende individer i en populasjon har ofte en høyere metabolsk rate enn saktevoksende individer (Metcalf *et al.* 1992). Det er blitt foreslått at forskjeller i metabolismebehov for sakte- og rasktvoksende parr kan føre til situasjoner hvor den raskest voksende parren kan bli

hemmet av energimangel tidligere i livet enn mer saktevoksende parr, og at de derfor må vandre ut i sjøen for å opprettholde den høye veksten og det høye energiforbruket (Johnson 1980, Jonsson & Jonsson 1993, Rikardsen *et al.* 1997, Rikardsen & Elliott 2000). Rikardsen & Elliott (2000) konkluderte med at fisk som oppnådde den største størrelsen de siste 1- 2 årene av parrstadiet vanligvis migrerte som 4 år gammel smolt, mens fisk som oppnådde medium størrelse vanligvis migrerte som 5 år gammel smolt. Resultatene fra studiet i Møkkelansvatnet kan være med å støtte opp om denne hypotesen. I vårt studie vandret røye med størst otolittvekst ut som 4 år gammel smolt, etterfulgt av 5, 6, og 7 år gammel smolt som hadde gradvis dårligere vekst de siste 2- 3 årene av parrstadiet. Det som skiller vårt studie fra studiet til Rikardsen & Elliott (2000) er at det kan virke som om bestemmelsen om tidspunktet for å migrere hovedsakelig blir tatt den siste vekstsesongen innen smoltifisering. Forskjellene i vekstrate mellom stasjonær og anadrom røye viste seg nemlig å være mest signifikant da, uavhengig av årsklasse. Det var imidlertid bare for 6 og 7 år gammel røye at vi kun fant signifikante vekstforskjeller det siste året. For 4 og 5 år gammel røye var veksten gjennomsnittlig bedre for anadrom enn for stasjonær røye nesten gjennom hele parrstadiet.

Thorpe (1987) har foreslått at bestemmelsen om å smoltifisere eller å bli kjønnsmoden er bestemt ut i fra energioverskudd og vekst i løpet av våren. Hvis fisken har riktig lengde og et lavt energioverskudd vil den sannsynligvis smoltifisere, men med et høyt energioverskudd så vil den velge å gå for kjønnsmodning. Parr med rask vekst foregående sommer vil således kunne oppnå riktig lengde for smoltifisering, men miste mye energi gjennom vinteren på grunn av dens høye metabolisme. Denne parren kan da smoltifisere, mens den saktevoksende parren kan oppholde seg lengre i ferskvann fordi vekstraten for denne fisken vil synke ved større størrelse på grunn av deres lave metabolismebehov (Økland *et al.* 1993). Den saktevoksende parren skulle da forventes å være større og eldre ved smoltifisering enn den hurtigvoksende parren. Dette var stort sett også tilfelle i Møkkelandsvatnet, hvor gjennomsnittslengden var 185 mm for 4 år gammel røye, 194 mm for 5 år gammel røye og 202 mm for 6 og 7 år gammel røye.

Bohlin *et al.* (1996) konkluderer med at det gjennomgående mønster er at rasktvoksende individer tenderer til å migrere ved liten størrelse, tidlig i livet, men sent i utvandningsperioden, og at mer saktevoksende individer migrerer ved større størrelse, senere i livet, men tidligere i utvandningsperioden. De antyder videre at dato for og størrelse ved migrasjon til syvende og sist er bestemt av størrelsesavhengige kostnader ved migrasjon, og at

seleksjon for et størrelsesavhengig terskelnivå ikke er sannsynlig. Denne hypotesen støttes også av Økland *et al.* (1993). Hypotesen om en terskel- størrelse som regulerer smoltalder forkastes fordi fisk som smoltifiserer ved en høyere alder også er større enn fisk som smoltifiserer ved lavere alder. De foreslår i stedet at alder og størrelse for smolt ved utvandring heller er en avveining mellom forventede kostnader og fordeler som et resultat av forskjeller i individuell vekst. Økland *et al.* (1993) hevder derfor at seleksjonen går mot en vekst- spesifikk størrelse for smoltifisering på individ nivå. Et annet studie formulerer det slik at alle individer smoltifiserer ved en alder og en størrelse som maksimerer deres netto forventede reproduktive rate, definert ut i fra summen av overlevelse og individuell fertilitet gjennom et livsløp (Jonsson 1981).

Svenning *et al.* (1992) viste i et studie i Silavassdraget i Nord- Norge at mer eller mindre hele bestanden kan vise anadrom atferd. I dette studiet fant de at 5 og 6 år gammel anadrom røye hadde høyere vekstrate enn 5 og 6 år gammel stasjonær røye. Svenning *et al.* (1992) konkluderer med at røye med langsom parrvekst, som er kalt stasjonære, faktisk kan gjennomgå en "transformasjon" fra stasjonær til anadrom form når den når en kritisk størrelse for migrasjon. Dette kan også være en mulig forklaring i dette røya i Møkkelandsvassdraget. Det er en mulighet for at røye som smoltifiserer som 4 eller 5 åringer er såkalt rasktvoksende parr som vandrer ut i sjøen tidlig i livet (Økland *et al.* 1993, Bohlin *et al.* 1996). Eldre fisk (6 og 7 år) derimot, har hatt en langsom parrvekst. Det vil si at den signifikante forskjellen i vekstrate mellom stasjonær og anadrom røye siste året rett og slett er et utslag av et sjøopphold foregående år. Det er imidlertid ett problem med denne forklaringsmodellen for røya i Møkkelandsvassdraget. Seks år gammel røye som vandret ut i sjøen foregående år må ha smoltifisert som 5 åringer. I henhold til det vi har kommet frem til i dette studiet skulle dette være rasktvoksende og ikke langsomt voksende røye. Et annet problem med denne forklaring er at ca. 90% av den anadrome røya var hunner. En skulle forvente at i en innsjø hvor mer eller mindre all røya var anadrom, så var kjønnsforholdet tilnærmet 1:1. Vi finner det således mest sannsynlig at det ikke er en ren anadrom bestand i Møkkelandsvassdraget, men at det er signifikant bedre parrvekst siste året før smoltifisering som bestemmer ved hvilken alder røya smoltifiserer.

5.3 Vekst og varighet av sjøoppholdet

Det er tidligere blitt påvist en sammenheng mellom både vekst og utvandningsdato, og mellom utvandningsdato og sjøoppholdets varighet (Berg & Berg 1989). De største røyene vandrer først ut og kommer først tilbake, men har som regel likevel det lengste sjøoppholdet (Svenning 2000). Dette stemmer bra med våre resultater hvor røya som vandret tidligst ut også hadde lengst oppholdstid i sjøen (49- 50 dager).

Rikardsen *et al.* (2000) undersøkte vekst og diett hos anadrom røye i Storvatn i Nord- Norge og fant ingen forskjeller i vekstrate knyttet til tidspunktet for utvandring. Studiet viste derimot at smolt som migrerte først i løpet av smoltutvandringen hadde en signifikant høyere vekstøkning i løpet av sjøoppholdet enn smolt som vandret senere fordi de i snitt brukte en uke mer på sjøoppholdet. Berg & Berg (1989) fant derimot at fisk som migrerte tidlig også hadde en høyere vekstrate enn fisk som vandret sent. De argumenterte med at dette var et resultat av røyas evne til å vokse ved lave sjøtemperaturer tidlig i utvandningsperioden. I dette studiet klarte vi imidlertid ikke å påvise noen sammenheng mellom dato for utvandring og vekst under sjøoppholdet. En mulig forklaring kan være at røye som vandrer først ut i sjøen ofte er større enn røya som vandrer senere i perioden. Førstegangsvandrende smolt har ofte bedre vekst i sjøen enn sjørøye som vandrer ut i sjøen for andre eller tredje gang (Svenning 2000). Av røya i Møkkelandsvassdraget som vandret ut tidligst i perioden (15. mai) returnerte tre av de til vassdraget. To av disse hadde hatt en lengde på henholdsvis 28,6 og 28,0 cm da de ble registeret på nedgang, og det er derfor rimelig å anta at dette ikke er snakk om førstegangsvandrende smolt, men heller sjørøye som har vært i sjøen tidligere.

Det er antatt at årsaken til at vi finner anadrom røye i de nordlige områdene er at næringsforholdene i sjøen er spesielt gode, samtidig med at nærings- og vekstforholdene i ferskvann er dårlige (Gross 1987). Det er også vist at postsmolt vokser fortere i løpet av sjøoppholdet enn den residente røya i ferskvann (Jonsson & Jonsson 1993, Kristoffersen *et al.* 1994, Rikardsen *et al.* 2000). Normalt har den anadrome røya et sjøopphold på 30- 50 dager før de returnerer til ferskvann (Svenning 2000), noe som stemmer overens med våre resultater (35- 50 dager). Et interessant spørsmål er hvorfor de returnerer til ferskvann etter så kort tid når næringstilbudet og muligheten for vekst er bedre i sjøen enn i ferskvann? Det er foreslått at røya returnerer såpass tidlig for å sikre gyting og for å unngå å bli fanget i sjøen på grunn av lite vann i elvene utover høsten (Johnson 1980). Dette er imidlertid ikke nok til å forklare

det korte sjøoppholdet ettersom umoden røye (som i dette studiet var i klar overvekt) returnerer like tidlig som kjønnsmoden røye, og fordi elvene i Nord- Norge sjelden tørker ut så mye at røya ikke klarer å forsere dem. Det som kan være en mulig forklaring er at temperaturen i sjøen utover i sommerperioden blir for høy for at røya skal ha fortsatt god vekst (Berg & Berg 1989). Dette forklares ut fra at røyas fysiologiske potensiale for å opprettholde god vekst i sjøen utover 5- 6 uker er lav og at røya mer eller mindre stagnerer i vekst hvis den forblir i sjøen etter juni måned (Berg & Berg 1989, Rikardsen *et al.* 2000). Ved å returnere til ferskvann når vekstraten i sjøen har opphørt kan røya øke den totale fitnessen ved at overlevelsesraten øker (Rikardsen *et al.* 2000). Berg & Berg (1989) viser dessuten til at røya ofte har lengre oppholdstid i sjøen i kaldere områder lengre nord. For eksempel har gjennomsnittlig varighet på sjøoppholdet for anadrom røye fra Nain Bay, Labrador, vært på 57,1 dager (Dempson & Kristofferson 1987).

Det er også vist at det er en sammenheng mellom utvandningsdato og størrelsen på røya (Bohlin *et al.* 1993, Økland *et al.*, 1993, Bohlin *et al.* 1996). Bohlin *et al.* (1993) og Økland *et al.* (1993) foreslår at det er en størrelsesavhengig kostnad ved migrasjonen. De hevder således at det foregår en avveining mellom vekst (forsterket av tidlig migrasjon), og overlevelse (forsterket av sen migrasjon). Dette studie støtter opp om denne hypotesen ettersom vi fant en signifikant ($p=0,008$) sammenheng mellom størrelsen på fisken og utvandningsdato.

I dette studiet kom det flere røyer opp i elva etter sjøoppholdet ($n=617$) enn det hadde vandret ned ($n=600$). I tillegg var bare 92 røyer (14,9%) merket med Floy- ankermerke eller Alcian blått. Svenning (2000) påpeker at av de fiskene som overlever sjøoppholdet vender så å si alle (95%) tilbake til vassdraget. God evne til å finne tilbake til elva de utvandret fra støttes også av Finstad & Heggberget (1993). Dette står i sterk kontrast til et studie gjennomført i Nauyuk River i 1977. Her ble det registrert 247 røye på nedgang, hvorav de fleste ble merket med Carlin- merke, men av hele 638 røyer som ble registrert på oppgang i elva var bare 23% merket (Johnson 1980). Med andre ord er det svært vanskelig å si noe sikkert om det er feilvandring som er årsaken til at så mange umerkede røyer ble registrert på oppgang i Møkkelandsvatnet. Det er imidlertid en mulighet for at en del røye vandret nedover elva i det isen på Møkkelandsvatnet var i ferd med å gå, og før Wolf- fella i vassdraget var i drift. Et studie i Nauyuk innsjøen i Canada viste en sterk tendens til at den største røya (sjørøye) vandret ut i utvandningsperioden, mens en stor gruppe røyesmolt vandret ut så mye som 2- 4

uker senere (Johnson 1980). Hvis den største røya i dette studiet gikk ut i sjøen før isen hadde gått og før fiskefella var i drift, skulle man forvente at en stor andel av den umerkede røya som kom tilbake til Møkkelandsvassdraget var i gjennomsnitt større enn den merkede røya som nedvandret fra og med 15. mai. Umerket røye på oppgang var i snitt 26,8 cm, mens merket røye på oppgang var i snitt 26,5 cm. Denne forskjellen i lengde er sannsynligvis for liten til å forklare den store mengden umerket røye. En annen mulig forklaring kan være at fiskefella av en eller annen ukjent grunn ikke var i skikkelig stand, slik at det kunne være mulig for røya å passere fella uten å bli registrert. Eventuelt kan årsaken til den store mengden umerket røye være en kombinasjon av feilvandring, tidlig vandring og feil med fiskefella.

5.4 Kjønnfordeling

I laksefiskbestander med både anadrom og stasjonær fisk er det vanlig at den stasjonære andelen domineres av hanner, mens det er overvekt av hunner i den anadrome delen av bestanden (Nordeng 1983, Thorpe 1987, Hansen *et al.* 1989). Dette samsvarer med våre resultater som viser et skeivt kjønnsforhold både blant anadrom og stasjonær røye.

Både felt- og laboratoriestudier har vist at tidlig kjønnsmodning om våren kan hemme smoltifiseringsprosessen (Saunders *et al.* 1982, Thorpe 1987, Dellefors & Faremo 1988), mens selve smoltifiseringen kan utsette kjønnsmodningsprosessen (Thorpe 1987, Hansen *et al.* 1989). Hos røye, ørret og laks blir hannene oftest kjønnsmodne ved en lavere alder enn hunnene (Nordeng 1983, Thorpe 1987). Hannene som kjønnsmodner på parrstadiet vil da kunne forbli stasjonære, mens hunner av samme alder kan rekke å smoltifisere før kjønnsmodning, og dermed bli anadrome. I vår undersøkelse var det signifikant flere hunner enn hanner i prøvematerialet av anadrom fisk. Av hunnene var 22,2% var kjønnsmodne, mens ingen av hannene var kjønnsmodne. Tilsvarende fant vi signifikant flere hanner enn hunner i den stasjonære delen av bestanden. Her fant vi en dominans av kjønnsmoden hannfisk (91,1%) av liten størrelse. Dette kan tyde på at hannene i Møkkelandsvatnet kjønnsmodner så tidlig i utviklinga at de ikke smoltifiserer, men heller forblir stasjonære. Ifølge Gross (1987) kan økningen i reproduktiv suksess som følge av ei vandring til sjøen, være lavere for hanner enn for hunner. Små og lite dominante hanner kan ha reproduktiv suksess som snikere på gyteplassen (Jonsson & Hindar 1982, Gross 1985).

5.5 Effekter av merketyper

Merking av fisk er et viktig hjelpemiddel for å undersøke bl.a. vandringer, vekst, atferd, rekruttering og overlevelse. For at merking skal kunne brukes i slike sammenhenger er det viktig at de ulike merketyperne er testet slik at man vet i hvilken grad fisken påvirkes. Det er tidligere vist at Floy- merking reduserer både vekst og overlevelse av den minste sjørøyesmolten (100- 189 mm) (Rikardsen 2000). Andre typer utvendige merketyper som for eksempel Carlin- merket, har også vist seg å ha en negativ effekt på vekst (Carline & Brynildson 1972) og overlevelse, spesielt på mindre fisk (Strand *et al.* 2002). Flere studier med større fisk (>190 mm) har imidlertid indikert liten eller ingen effekt på overlevelse og vekst av utvendige merketyper (Tranquilli & Childers 1982, Berg & Berg 1990 , Strand *et al.* 2002). Strand *et al.* (2002) som sammenlignet effekter av Carlin- merket og Alcian blått merking på røye i Halselva i Finnmark, fant at for ett år gammel smolt (stort sett <190 mm) var gjenfangstraten nesten dobbelt så høy for røye med fargemerke i forhold til Carlin- merket røye. Ett år gammel smolt med fargemerke vokste også hurtigere (mer enn dobbel vekstøkning) enn den som var Carlin- merket. For to år gammel smolt (>190 mm) var det ingen forskjeller i veksthastighet mellom røye merket med de to ulike merketyperne, men overlevelsen var fremdeles høyere for fargemerket røye. Tranquilli & Childers (1982) undersøkte effektene av Floy- ankermerke i kombinasjon med brystfinneklipping på lakseabbor (*Micropterus salmoides*) i et kontrollert forsøk i Illinois. Lakseabboren hadde ved starten av forsøket en lengde på mellom 203- 292 mm. Kontrollgruppen ble ikke merket. Ingen signifikante forskjeller ble funnet verken når det gjaldt vekst eller overlevelse, og Tranquilli & Childers (1982) konkluderte med at Floy- ankermerke i kombinasjon med finneklipping sannsynligvis ikke hadde noen effekt på overlevelse og vekst for denne arten. I vårt studie var all røyessmolten som ble registret og merket i fiskefella over 190 mm.

Berg & Berg (1990), Tranquilli & Childers (1982), Strand *et al.* (2002) og Rikardsen (2000) klassifiserer fisk som er over 190 mm som større fisk hvor effekten av eksterne merketyper er liten eller fraværende. Dette stemmer overens med våre resultater hvor forskjellene i overlevelse i forhold til hvilken merketype som ble brukt var små. I alt 16,8% av den Floy-merkede smolten, og 17,7% av smolten som var merket med Alcian blått overlevde sjøoppholdet og vendte tilbake til elva. Dette stemmer også bra med tidligere resultater fra Møkkelandsvassdraget hvor ca 15% av røyessmolten som var under 24 cm overlevde

(Svenning 2000). Spesielt er det interessant at for den minste røyemolten (190- 209 mm), hvor man kunne forvente størst utslag av merketypen på overlevelse, så var gjenfangstraten relativt like for de to ulike merketypene (16,7% for blå- merka smolt, 14,3% for Floy- merka smolt, t-test, $p>0,9$). Våre resultater tyder dermed på at røya i den størrelsen vi undersøkte ikke er utsatt for økt dødelighet som følge av Floy- ankermerke.

Ulemper med eksterne merkemetoder kan være tap av merke og at merkingen gir negative effekter på fiskens helsetilstand (Strand *et al.* 2002). Lavere overlevelse og vekst kan for eksempel være et resultat av økt synlighet i forhold til marine predatorer (Nielsen 1992), eller at eksterne merker kan gi store sårskader (Carline & Brynildson 1972, Morgan & Roberts 1976). Resultatene i dette tilfellet tyder imidlertid på at røya hadde god vekst (Gjennomsnittlig vekstøkning: Floy- merket røye = 3,73 cm, Blå- merket = 3,36 cm) i sjøen uansett om den var fargemerket eller om den var individmerket med Floy-merke. I følge Svenning (2000) vil sjørøya i Nord-Norge øke kroppslengden med 2- 4 cm i løpet av et sjøopphold. Våre resultater tyder dermed på at røya ikke har fått redusert vekstøkning som følge av merkingen.

5.6 Oppsummering

Den anadrome røya viste seg å ha en signifikant høyere vekstrate enn den stasjonære røya siste sommer før den smoltifiserte og vandret ut i sjøen. Videre viste det seg at røya som hadde høyere vekstrate sammenlignet med like gammel stasjonær røye, smoltifiserte ved lavere alder og ved en mindre størrelse enn røye som hadde lavere vekstrate. Røye som smoltifiserte som 6 eller 7 åringer hadde kun signifikant høyere vekstrate enn like gammel stasjonær røye det siste året, mens røye som smoltifiserte som 4 eller 5 åringer også hadde signifikant høyere vekstrate enn den like gamle stasjonære røya også tidligere i parrstadiet. Dette er en sterk indikasjon på at parrens vekstrate er avgjørende for om røya velger å bli stasjonær eller anadrom og ved hvilken alder og ved hvilken størrelse den eventuelt smoltifiserer.

Det viste seg at kjønnsfordelingen både blant den stasjonære røya, og blant den anadrome røya var skjev. Omtrent 90% av den anadrome røya var hunner, og omtrent 70% av den

stasjonære røya var hanner. Skjev kjønnsfordeling for populasjoner som er delt opp i en stasjonær og en anadrom del er ikke ukjent, og det kan tyde på at fordelene med å et sjøopphold hvor veksten er betydelig bedre enn den er for røye som forblir stasjonære er større for hunnfisken. Det er antatt at dette har å gjøre med at hunnene er mer avhengig av en god størrelse for å oppnå maksimal reproduktiv suksess enn hannene.

Vi fant ingen sammenheng mellom utvandingsdato og tilvekst i sjøen. Derimot fant vi en signifikant sammenheng mellom utvandningsdato og lengde på sjøopphold, og mellom utvandningsdato og fiskelengde ved utvandring. Røye som migrerte først i utvandningsperioden viste seg å både være større og å ha en lengre oppholdstid i sjøen enn røye som migrerte senere i utvandningsperioden

Vi fant ingen signifikant effekt av de to merketypene Floy- ankermerke og Alcian blått på verken overlevelse eller tilvekst i sjøen. Selv ikke for den minste fisken var det mulig å spore forskjeller i vekst og overlevelse avhengig av merketype. Våre resultater strider mot tidligere studier som har konkludert med at Floy- ankermerke har en negativ effekt på overlevelse og tilvekst for røye <190 mm (Rikardsen 2000).

6. LITTERATUR

- Barlaup, B. T., Åtland, Å. & Raddum, G. G. 1995. Merking og bedømmelse av fisk. – s. 204-208 i: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J. H. (red.). Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Norges forskningsråd, Oslo.
- Berg, O. K., & Berg, M. 1989. Sea growth and time of migration of anadromous Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Vardnes River, in Northern Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46:955-960.
- Berg, O. K. & Berg, M. 1990. Effects of Carlin tagging on the mortality and growth of anadromous Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management* 21:221- 227.
- Bohlin, T., Dellefors, C. & Faremo, U. 1996. Date of smolt migration depends on body- size but not age in wild sea- run brown trout. *Journal of Fish Biology* 49:157- 164.
- Bohlin, T., Dellefors, C. & Faremo, U. 1993. Timing of Sea- Run Brown Trout (*Salmo trutta*) smolt migration: effects of climatic variations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 50:1132- 1136.
- Borgstrøm, R. 2000. Bestandsanalyser- Alder, vekst og dødelighet. I *Fisk i ferskvann* (Borgstrøm, R. & Hansen, L. P., Redaktører), s. 179- 193. Landbruksforlaget.
- Carline, R. F., & Brynildson, O. M. 1972. Effects of the Floy anchor tag on the growth and survival of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 29:458-460.
- 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. & Kristofferson, A. H. 1987. Spatial and temporal aspects of the ocean migration of anadromous Arctic char. *American Fisheries Society Symposium* 1:340-357.
- 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.
- Gross, M. R. 1985. Disruptive selection for alternative life histories in salmon. *Nature* 313:47-48.
- Gross, M. R. 1987. Evolution of diadromy in fishes. *American Fisheries Society Symposium* 1:14-25.

- Gullestad, N. 1975. On the biology of char (*Salmo alpinus* L.) in Svalbard. – s. 125-140. i: Migratory and non- migratory char in Revvatnet, Spitsbergen. Norsk Polarinstutt Årbok 1973.
- Hansen, L. P., Jonsson B., Morgan, R. I. G. & Thorpe, J. E. 1989. Influence of parr maturity on emigration of smolting Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46:410-415.
- Hanssen, Ø. K. 1996. Endring i tetthet og vekst hos sympatrisk ørret (*Salmo trutta* L.) i Møkkelandsvatnet, Harstad, etter utfisking av røye (*Salvelinus alpinus* (L.)). Cand. scient. oppgave Universitetet i Tromsø. 52 s.
- Herbinger, C. M., Newkirk, G. F. & Lanes, S. T. 1990. Individual marking of Atlantic salmon: evaluation of cold branding and jet injection of Alcian Blue in several fin locations. *Journal of Fish Biology* 36:99-101.
- Hindar, K., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Genetic differentiation among local populations and morphotypes of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Biological Journal of the Linnean Society* 27:269-285.
- Jensen, K. W. & Berg, M. 1977. Growth, mortality and migrations of the anadromous char, *Salvelinus alpinus*, L., in the Vardnes river, Troms, northern Norway. *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm* 56:70-80.
- Jensen, A. J. 1995. Growth and smoltification of anadromous Arctic char presmolts in lentic and lotic habitats. *Nordic Journal of Freshwater Research* 71:309-319.
- Johnson, L. 1980. The Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. i: *Charrs: Salmonid Fishes of the genus Salvelinus* (Balon, E. K., red.), s. 15- 98. The Hague: Dr W. Junk.
- Jonsson, B. 1981. Life history strategies of trout (*Salmo trutta* L.). Dr. scient. avhandling, Universitetet i Oslo.
- Jonsson, B. & Hindar, K. 1982. Reproductive strategy of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 39:1404-1413.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3:348-365.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water-flow, water temperature and light on fish migrations in rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research* 66:20-35
- Klemetsen, A. & Amundsen, P.- A. 2000. Fiskesamfunn i nordnorske innsjøer. – s. 89-101 i: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.). Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget.
- 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* 12:1-40.
- 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 Science* 51:1229-1246.
- Kristoffersen, K. 1995. Life-history variations in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in Northern Norway, with emphasis on factors affecting anadromy. Dr. scient. avhandling. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.
- Metcalf, N. B., Wright, P. J. & Thorpe, J. E. 1992. Relationships between social status, otolith size at first feeding and subsequent growth in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Animal Ecology* 61:585-589.
- Morgan, R. I. G. & Roberts, R. J. 1976. The histopathology of salmon tagging, Part 4, the effects of severe exercise on the induced tagging lesions in salmon parr at two temperatures. *Journal of Fish Biology* 8:289- 292.
- Muladal, H. & Skotvold, T. 1993. Undersøkelse av forurensingsforhold i Møkkelandsvassdraget. Rapport, 324/5/93, Fylkesmannen i Troms, Miljøvernavdelingen.
- Nielsen, L. A. 1992. Methods of marking fish and shellfish. *American Fisheries Society Special Publication* 23.
- Nordeng, H. 1961. On the biology of char (*Salmo alpinus* L.) in Salangen, north Norway. I. Age and spawning frequency determined from scales and otoliths. *Nytt Magasin for Zoologi* 10:67-123.
- Nordeng, H. 1983. Solution to the "char problem" based on Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 40:1372-1387.
- Pitcher, T. J. & Kennedy, J. A. 1977. The longevity and quality of fin marks made with a jet inoculator. *Fisheries Management* 8:16-18.
- Reist, J. D. 1989. Genetic structuring of allopatric populations and sympatric life history types of charr, *Salvelinus alpinus/malma*, in western Arctic, Canada. Physiology and Ecology Japan, Special Volume 1:405-420.
- Rikardsen, A. H. 2000. Effects of Floy and Soft Vialpha Tags on Growth and Survival of Juvenile Arctic Char. *North American Journal of Fisheries Management* 20:720- 729.
- 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. & 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., Svenning, M. -A. & Klemetsen, A. 1997. The relationships between anadromy, sex ratio and parr growth of Arctic charr in a lake in North Norway. *Journal of Fish Biology* 51:447-461.
- Saunders, R. L., Henderson, E. B. & Glebe, B. D. 1982. Precocious sexual maturation and smoltification in male atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 28:211-229.
- Staurnes, M., Sigholt, T., Lysfjord, G. & Gulseth, O. A. 1992. Difference in seawater tolerance of anadromous and landlocked populations of Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49:443-447.
- Strand, R., Finstad, B., Lamberg, A. & Heggberget, T. G. 2002. The effect of Carlin tags on survival and growth of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Environmental biology of fishes* 64:275-280.
- Strand, R. & Heggberget, T. G. 1994. Growth and sex distribution in an anadromous population of Arctic char in northern Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* 123:377-384.
- Svenning, M.- A. 2000. Sjørøye. – s.60- 65 i: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.). Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget.
- Svenning, M.- A. & Klemetsen, A. 2001. Overbefolka røyevatn i Nord-Norge (ORN). Veiledning i teinefiske. – Sluttrapport fra ORN- prosjektet. Norsk institutt for naturforskning (NINA-Tromsø)/ Universitetet i Tromsø (NFH/UiTø).
- 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 Research*. 67:18-26.
- Syvertsen, H. A. 1999. Intraspesifikk segregering og mikrohabitatutnyttelse gjennom døgn og sesong hos litoral ørret (*Salmo trutta* L.) i Møkkelandsvatnet. Cand. scient. oppgave. Universitetet i Tromsø. 45 s.
- Thorpe, J. E. 1987. Smolting versus residency: developmental conflict in salmonids. *American Fisheries Society Symposium* 1:244- 252.
- Thorpe, J. E. 1989. Developmental variation in salmonid populations. *Journal of Fish Biology* 35 (Suppl. A):295-303.
- Tranquilli, J. A., & Childers, W. F. 1982. Growth and survival of largemouth bass tagged with Floy anchor tags. *North American Journal of Fisheries Management* 2:184-187.

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