

## Vandringsmønster til sjørøye og sjørret i et nordnorsk fjordsystem



**Amund Heitmann Suhr**

NAB-3903 Mastergradsoppgave i Arktisk naturbruk og landbruk, vassdrag

November 2010



## Sammendrag

Hovedveksten til anadrom fisk skjer normalt i sjøfasen, og denne fasen regnes derfor som avgjørende for total produksjonen til disse artene. Imidlertid har det fram til nylig vært vanskelig å følge fisken i havet, og kunnskapen om hvor disse fiskene vandrer og oppholder seg mens de er i sjøen, er derfor begrenset. Dette gjelder også sjørøye *Salvelinus alpinus* (L.) og sjøørret *Salmo trutta* L. Det er antatt at begge disse artene bruker litoral sonen og vanligvis oppholder seg nært hjemmevassdraget under sjøoppholdet. Men det fins imidlertid ingen studier om hvordan artene fordeler seg horisontalt i forhold til hverandre innenfor et fjordsystem og hvordan ulike miljøfaktorer påvirker denne fordelingen. Hovedmålet for dette studiet var derfor ved hjelp av elektronisk sporing (telemetri) for første gang å kartlegge den horisontale fordelingen av sjørøye og sjøørret innenfor et og samme fjordsystem (Altafjorden) gjennom sommerperioden. Det ble lagt særlig vekt på hvordan fisken fordelte seg langsetter (indre, midtre og ytre del) og på tvers av fjorden (litoralt og pelagialt), samt om eventuelle forskjeller kunne relateres til vanntemperatur og/eller salinitet.

Totalt ble det merket 20 sjørøyer og 20 sjøørret fra Halsvassdraget (Talvik, Alta) med akustiske merker i slutten av mai 2007. Fiskenes vandringsmønster ble kartlagt ved hjelp av 50 automatiske lyttestasjoner som var fordelt på tvers av fjordsystemet i tre transekt i henholdsvis ytre, midtre og indre del av fjorden. På hvert av transektene ble også vanntemperaturen og saliniteten målt ved hjelp av loggere.

Resultatene viste at de to artene fordelte seg forskjellig både langsetter og på tvers av fjorden. Sjørøya oppholdt seg generelt mest i ytre del av fjordsystemet, mens sjøørreten var mest i midtre og indre del. Dette mønstret var tydeligst på forsommeren og falt sammen med at temperaturen var lavere og saliniteten høyere på forsommeren i ytre del av fjorden enn i midtre og indre del. Senere i sesongen når også sjøørreten ble registrert mer i ytre del av fjorden, var temperaturen og salinitet mer lik i hele fjordsystemet. Dette indikerer at sjørøya foretrekker områder med kaldere temperaturer og høyere salinitet enn sjøørret under sjøoppholdet. Imidlertid, den sesongmessige forskjellen i salinitet var trolig en effekt av høyere ferskvannsavrenning i indre del av fjorden tidlig i sesongen, og det antas at temperaturen var hovedårsaken til ulik fordeling tidlig i sesongen. Selv om begge artene generelt oppholdt seg mye langs litoralsonen, ble de også registrert hyppig pelagialt gjennom hele sjøvandringen. Imidlertid, når man ser på alle transektene under ett, så oppholdt sjøørret seg mer i pelagialen enn sjørøya. Sjørøya vandret noe tidligere tilbake til ferskvann enn

sjørreten, og på sensommeren dominerte derfor sjørreten i alle habitat i fjordsystemet. Disse og framtidige data om vandringer til sjørøye og sjørret i sjøfasen vil kunne bidra til en bedre forvaltning av artene i dette habitatet, samt også til å bedre forutsi hvordan artene vil respondere på framtidige klimaforandringer i det marine miljø.

## **Innhold**

|   |    |
|---|----|
| Innledning.....   | 1  |
| 2. Materiale og metode.....   | 4  |
| 2.1. Studieområde.....  | 4  |
| 2.2 Materiale.....  | 5  |
| 2.3 Akustisk telemetri og merking. ....                             | 5  |
| 2.4 Målinger av temperatur og salinitet i fjorden .....             | 7  |
| 2.5 Analyser og inndeling av data .....                             | 7  |
| 3. Resultat.....  | 8  |
| 3.1 Registrering og gjenfangst av merket fisk.....                  | 8  |
| 3.2 Temperatur og salinitet i fjorden .....                         | 10 |
| 3.3 Fordeling langsetter fjorden (indre og ytre fjordområder) ..... | 12 |
| 3.4 Tvers av fjorden (litoral- og pelagialsonen) .....              | 15 |
| 4. Diskusjon.....   | 17 |
| 4.1 Langsetter fjorden (indre og ytre fjordområder).....            | 17 |
| 4.2 Tvers av fjorden (litoral- og pelagialsonen) .....              | 19 |
| 4.3 Oppholdstid i fjordsystemet .....                               | 20 |
| 4.4. Konklusjon og forvaltningsrelevans.....                        | 21 |
| 5. Takk.....  | 23 |
| 6. Referanser.....  | 24 |
| 7. Vedlegg .....  | 29 |

## **Innledning**

Røye *Salvelinus alpinus* (L.) er en arktisk fiskeart med sirkumpolar utbredelse, og er den ferskvannsfisk som har nordligste utbredelsen både som stasjonær og anadrom (sjørøye) form (Svenning, 2000; Klemetsen et al., 2003). I Norge fins sjørøya kun nord for 65°N. Ørret *Salmo trutta* L. er opprinnelig en europeisk art, men er imidlertid blitt satt ut på stort sett alle kontinent (Elliott, 1994; Klemetsen et al., 2003). Den anadrome formen av ørret (sjøørret) har en naturlig utbredelse fra Kvitsjøen i nordøst til grenseområdet mellom Spania og Portugal i sør (Klemetsen et al., 2003). Begge artene har utviklet forskjellige livshistoriestrategier hvor anadrom atferd er en disse strategiene (Klemetsen et al., 2003; Rikardsen et al., 2004b). I Nord-Norge er både røye og ørret 3-6 år i ferskvann før de foretar sin første næringsvandring til sjø (Rikardsen et al., 2007a). Begge artene reproduserer i ferskvann og overvintrer vanligvis også her. Imidlertid kan det tyde på at enkelt individer fra elvelevende bestander av begge artene også kan vandre og delvis overvintre i sjøen eller brakkvannsområder om vinteren (Rikardsen et al., 2006; Jensen og Rikardsen, 2008). Normalt fortar både sjørøye og sjøørret en til tre migrasjoner til sjø før de kjønnsmodner ved en alder av 6-9 år (Berg og Jonsson, 1990; Elliott, 1994; Rikardsen et al., 1997; Rikardsen et al., 2004b; Bjørn et al., 2007). Varigheten av sjøvandringen varierer mellom populasjoner innen artene, men sjøørreten oppholder seg i snitt normalt noe lengre i sjøen en sjørøye. Studier av nordlige populasjoner indikerer at sjøørreten her oppholder seg 2-4 måneder i sjøen, mens sjørøya oftest oppholder seg 1-2 måneder i sjøen (Berg og Berg, 1989; Berg og Berg, 1993; Rikardsen et al., 1997; Rikardsen et al., 2000; Klemetsen et al., 2003). Hos sjøørret og sjørøye overlever normalt 10-50 % av førstegangsvandrerne, og 50-80 % av flergangsvandrende sjøoppholdet hvert år (Berg og Jonsson, 1990; Rikardsen et al., 1997; Rikardsen et al., 2004b; Rikardsen et al., 2007b)

## **Hvorfor migrere til sjøen**

Kunnskapen om den marine fasen til sjøørret og sjørøye er begrenset. Dette gjelder særlig i forhold til hvordan disse artene fordeler seg i sjøen under sjøvandringen. Mye av den tidligere kunnskapen om sjøfasen til disse artene er basert på garnfangster i litoralsonen eller ved fellefangster ved retur til ferskvann (Berg og Berg, 1987b; Berg og Berg, 1987a; Grønvik og Klemetsen, 1987; Elliott, 1997; Rikardsen, 2000; Rikardsen et al., 2000; Klemetsen et al., 2003; Rikardsen, 2004; Rikardsen og Amundsen, 2005), eller ved gjenfangst av merket fisk i sjøen (Rikardsen et al., 2007b). Dette gir imidlertid vanligvis kun informasjon om fisken der den fanges og sier lite eller ingenting om hvor den har oppholdt seg utenom fangstområdene.

For sjørret er det blitt gjort en del undersøkelser relatert til marin diett i Sør-Norge og de britiske øyer (Pemberton, 1976; Lyse et al., 1998; Knutsen et al., 2001; Knutsen et al., 2004). I de senere årene har det også blitt gjort tilsvarende marine studier for både sjørøye og sjørret i Nord-Norge (Grønvik og Klemetsen, 1987; Rikardsen et al., 2000; Rikardsen et al., 2006; Rikardsen et al., 2007a). Alle disse undersøkelsene ble gjennomført ved garnfangst i litoralsonen i sjøen, og dermed er det blitt en vanlig oppfatning at begge artene hovedsakelig bruker dette habitatet under sjøvandringen. Rikardsen og Amundsen (2005) utførte imidlertid en studie med pelagisk trål i Altafjorden, og fanget da 9 sjørøye og 67 sjørret mellom 500-5000 m fra land. Dette var det første studiet som viste at artene også kan oppholde seg i pelagialsonen i deler av sjøoppholdet. Man antar også at mesteparten av sjørøya og sjørreten oppholder seg nær opprinnelseselv på bakgrunn av studier av Berg og Berg (1987a; 1993) hvor 50 % av sjørreten, og mesteparten av sjørøya ble gjenfanget innenfor 3 km fra elvemunningen til Vardneselva på Senja i Nord-Norge.

Årsaken til mangelen på kunnskap om sjøvandringene til disse artene har tidligere skyldtes et metodisk problem, da det ikke har vært mulig å følge individuelle fisk i sjøfasen over tid og mellom områder (Knutsen et al., 2001; Rikardsen et al., 2004a; Rikardsen et al., 2007b). De senere års utvikling innenfor elektronisk sporing har nå gjort det mulig å spore fiskene under deres sjøvandring (Thorstad et al., 2004; Rikardsen et al., 2007b; Thorstad et al., 2007). I dette studiet har vi derfor benyttet akustisk telemetri til å studere vandringsatferden til både sjørøye og sjørret innenfor et og samme fjordsystem; Altafjorden i Finnmark. Fordelen med dette studieområdet er at det her fins gode bestander av begge artene, samt at det her er lokalisert en forskningsstasjon (Talvik) med fiskefelle. Her fanges og merkes sjørøye, sjørret og laks. Det har vært gjennomført flere studier basert på data fra denne fiskefella (Finstad og Heggberget, 1993; Strand et al., 2002), samt diett og lakselusundersøkelser i fjorden (Rikardsen, 2004; Bjørn et al., 2007).

Det har imidlertid tidligere kun vært gjennomført en studie på vandringsatferd til sjørøye og sjørret i Altafjorden (Rikardsen et al., 2007b). Her ble individuell vandringsatferd studert hos begge artene hvor det ble logget temperatur og dybde der fisken til en hver tid oppholdt seg. Dette er den første elektroniske sporingstudie på disse artenes individuelle vandringsatferd i sympatri i sjøen. Studiet viste at sjørøya oppholdt seg på dyp mellom 0-1 m, og sjørret mellom 1-2 m >70 % av tiden, mens sjørreten oppholdt seg i snitt en meter dypere i samme tidsomfang. De viste også at sjørøya oppholdt seg i kaldere vann enn sjørreten, og konkluderte derfor med at sjørøya trolig brukte de ytre kaldere deler av fjorden mens

sjørreten brukte de indre varmere delene av fjorden. Studien kunne imidlertid ikke si noe sikkert om fiskenes horisontale habitatfordeling.

For en bærekraftig forvaltning av disse artene, og for å kunne sikre bevarelsen av disse, er det viktig å dokumentere hvor disse artene oppholder seg under sjøvandringen og hvilke miljøfaktorer de er påvirket av. Dette er spesielt viktig siden sjørøya har gått kraftig tilbake de senere årene i nord, samt at sjørreten er truet på Vestlandet og i Midt-Norge (Anon., 2010).

Med bakgrunn i det overnevnte var hovedhensikten med dette studiet derfor, ved hjelp av elektronisk sporing (akustisk telemetri), å studere forskjeller og ulikheter i vandringsatferd og habitatbruk til sjørøye og sjørret i Altafjorden gjennom en hel sesong i sjøen. I denne sammenheng la en spesiell vekt på hvordan fisken sesongmessig (vår, sommer og sensommer) fordelte seg mellom (I) *indre, midtre og ytre* del av fjorden ("langsetter fjord") og mellom (II) *litoralt- og pelagialt* habitat ("tvers av fjord") gjennom sesongen (vår, sommer og sensommer). Dette ble videre satt i sammenheng med vanntemperatur og salinitet i fjordsystemet

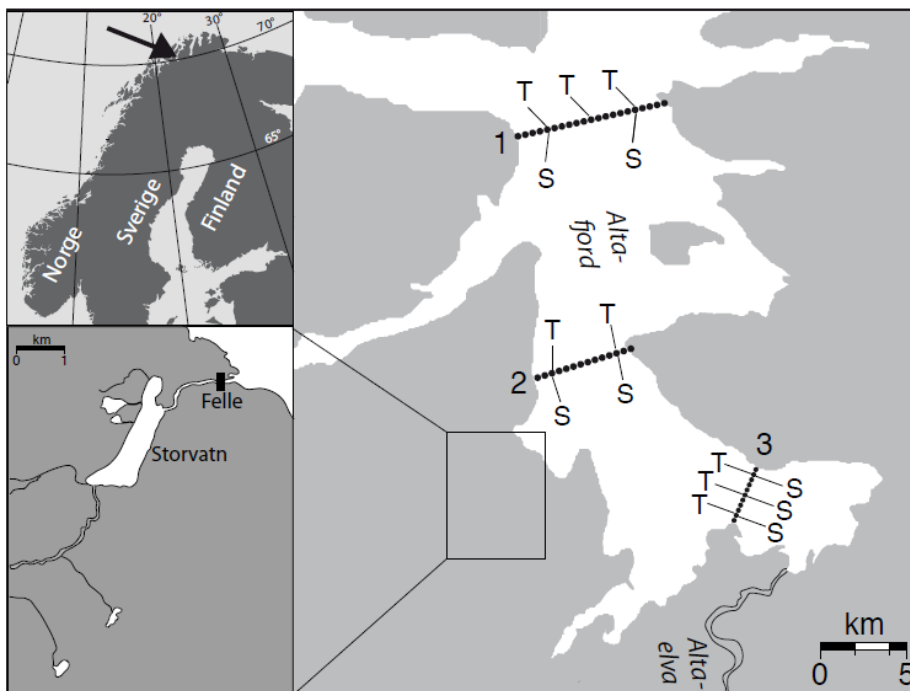


## 2. Materiale og metode

For å kunne studere den individuelle vandringsatferden til sjørøye og sjørørret i sjøfasen ble 20 fisk av hver art merket med akustiske merker, og fordeling og atferd til de merkede fiskene ble registrert på automatiske lyttestasjoner plassert i Altafjorden. Studiet ble gjennomført i perioden 22. mai til 29. august 2007.

### 2.1. Studieområde

Halsvassdraget (70°N; 23°E) drenerer ut i Altafjorden (Fig. 1) og har et nedslagsfelt på 143 km<sup>2</sup>. Total strekning tilgjengelig for anadrome fisk er 20 km og inkluderer en innsjø (Storvatnet, areal 1,2 km<sup>2</sup>) to km oppstrøms for elvemunningen. En fiskefelle, plassert 200 meter fra elvemunningen, har vært operativ i vassdraget siden 1987. Totalt antall utvandret smolt per år har variert mellom 1000-3600 sjørøye, 300-1300 sjørørret og 400-2300 Atlantisk laks *Salmo salar* L. (Rikardsen et al., 2007b). Altafjorden er ca 30 km lang og 15 km på det breieste og med et maksimalt dyp på 488 m (Davidsen et al., 2009). Strandsonen er relativt brådyp langs store deler av fjorden, men i indre deler (estuariet til Altaelva) og i noen sidefjorder, fins det grunnere partier. Lengst inne i fjorden (Rafsbotn) er det store områder som blir tørre når det er fjære sjø, her finnes også større områder med sandbunn med noe tang. Utenfor munningen til Altafjorden er det tre sund mellom to øyer og fastlandet som ender i det åpne havet.



Figur 1. Studieområdet med oversikt over transektene i fjorden, loggere på transektene, fiskefella i Halselva og Halsvassdraget. 1= ytre transekt, 2= midtre transekt og 3= indre transekt. T= temperatur, S= Salinitet

## 2.2 Materiale

Tjue sjørøyer [gjennomsnittets gaffellengde 428 mm (398- 484 mm), gjennomsnittsvikt 625 g (413–964 g)] og samme antall sjøørreter [gjennomsnittslengde 522 mm (449-619 mm), gjennomsnittsvikt 1150 g (644–1951 g)] ble merket med akustiske sendere den 22. mai 2007 (Tabell I). Det ble gitt en dusør på 500 NOK til lokale sports- og yrkesfiskere ved gjenfangst, da mot en tilbakelevering av akustisk merke og informasjon om fiskene (lengde, vekt og fangststed).

## 2.3 Akustisk telemetri og merking.

Det ble brukt akustisk telemetri i denne studien. Dette er en anerkjent metode som også tidligere er brukt på Atlantisk laks, *Salmo salar* L. og sjøørret (Thorstad et al., 2000; Thorstad et al., 2004; Thorstad et al., 2007; Davidsen et al., 2008; Serrano et al., 2009), samt på røye og ørret i sympatri i elv (Jensen og Rikardsen, 2008). Metoden gjør det mulig å følge enkelt individers vandringsmønster ved hjelp av lyttestasjoner (manuelle eller automatiske). Metoden er godt egnet for å studere individuell atferd til helt neddykkete dyr i deres naturlige miljø uten behov for handtering eller visuell rekognosering under perioden med datasamling. Metoden antas derfor å ha minimal påvirkning av dyrets naturlige oppførsel (Cooke et al., 2004)

Hvert elektroniske merke sender ut et eget individuelt kodet signal som fanges opp og lagres på manuelle eller automatiske lyttestasjoner (Thorstad et al., 2000). Rekkevidden på merkene avhenger av sendestyrke, samt miljømessige forhold som havstrømmer, salinitet og vind. I dette studiet ble rekkevidden målt til 200-600m, alt ut i fra hvilke strøm- og vindforhold det var. Det ble merket totalt 20 sjørøyer og 20 sjøørret den 22. mai 2007, og sluppet ut i 3 forskjellige puljer (Tabell I) hvor disse ble fulgt fram til 29. august samme år.

Det ble brukt to forskjellige størrelser av akustiske merker i studiet; 9x28 mm (MP-9-Long), og 13x31 mm (MP-13) ([www.thelmabiotel.com](http://www.thelmabiotel.com)). De største merkene hadde bedre batterikapasitet og dermed lengre levetid, men ble vurdert for store til å opereres inn i kroppshulen på de minste fiskene. De minste merkene veide henholdsvis 5,2 g i luft og 3,3 g i vann, mens de største merkene veide 11,4 g i luft og 7,3 g i vann (MP-13). Estimert batterilevetid for MP-9-Long var 411 døgn og på MP-13 er 595 døgn. For å unngå kodekollisjoner når flere fisk var innenfor samme lyttestasjon, ble merkekodene sendt med tilfeldig tidsintervall på 20-60 sekunder. Den akustisk merkete fisken ble sporet automatisk i sjøen på totalt 50 lyttestasjoner (VR2, [www.vemco.com](http://www.vemco.com)) fordelt på tre transekt; indre, midtre

og ytre (Fig. 1) Det ytre, midtre og indre transekt besto av henholdsvis 21, 17 og 12 lyttestasjoner (Fig. 1). Avstand mellom utleggene var ca 400 m. Lyttestasjonene ble lastet ned hver tredje uke.

Fiskene ble fanget under utvandring i en fiskefelle i Halselva i Talvik (Fig. 1). De ble deretter oppbevart i gjennomstrømskar (1000 liter) innendørs fram til merking (0,5-5 dager). Merkene ble operert inn i kroppshulen til fiskene etter standard metode beskrevet av blant annet Jepsen et al. (2002). Under merkingen ble fisken lagt i et merkerør med buken opp. Det ble laget et lite snitt på 2-2,5 cm på buksiden ca 5-8 cm foran høyre bukfinne. Merket ble puttet gjennom snittet i kroppshulen og operasjonssåret ble lukket med to-tre uavhengige sting med uopløselig sutur (Eticon 2-0, Belgia). For å kunne identifisere de merkede fiskene ble de i tillegg merket utvendig med et modifisert Carlin merke ([www.floytag.com](http://www.floytag.com)). De utvendige merkene hadde et individuelt nummer, og opplysninger med telefonnummer og adresse på hvor de skulle ta kontakt om noen gjenfanget fiskene. For å feste disse merkene ble det brukt to nåler med et mellomrom på 1 cm som ble stukket igjennom ryggen rett under ryggfinnen. Strengen som var festet til merket ble stukket igjennom nålene, og nålene ble trukket ut, for deretter å tvinne strengene sammen på motsatt side av fiskens ryggfinne.

Under merkingen ble fisken bedøvd med 2-Phenoxyethanol (Sigma-Aldrich). Total tid for anestesi varierte fra 3-9 min, kirurgi og målinger tok 4-8 min, mens oppvåkningen tok 0,5-3 min. Mellom hver fisk ble merkeutstyret desinfisert i 96 % alkohol. Vekten av merkene i luft varierte mellom 0,26 og 1,47 % av fiskens kroppsvekt (snitt 0,61 for MP-9-Long og 0,94 for MP-13). Dette forholdet mellom merkets og fiskens vekt antas å ha liten effekt på fiskens atferd (Jepsen et al., 2002; Cooke et al., 2004). Under merkingen ble fisken veid, lengdemålt og kjønn bestemt ut fra ytre kriterier når det var mulig, samt om fisken var utgytt (moden) eller umoden (gjeldfisk) (Tabell I).

For å forsikre at fisken var godt restituert etter merking, ble fisken etter merkingen satt i et oppbevaringskar fram til påfølgende ettermiddag eller morgen før de ble sluppet ut nedstrøms av fella. Fiskene som ble merket ble fordelt på tre forskjellige kar slik at de kunne bli sluppet til forskjellig tid for å unngå kodekolisjoner på en lyttebøye som var plassert i estuariet til Halselva. I første, andre og tredje pulje var det henholdsvis 14, 14 og 12 fisker. Mellom første og andre pulje gikk det ca 15 timer, og mellom andre og tredje pulje gikk det 5 timer (Tabell I).

## 2.4 Målinger av temperatur og salinitet i fjorden

Temperatur- og salinitetsloggere (DST-CTD) ([www.star-oddi.com](http://www.star-oddi.com)) logget temperatur og salinitet hver time. Disse var festet 1,5 m på undersiden av blåsa til lyttebøya, et dyp man vet at sjørøye og sjørørret ofte bruker (Rikardsen et al., 2007b). På indre og ytre transekt var det plassert 3 loggere, disse var plassert slik at det sto en logger på hver siden av fjorden og en midt på transektet. På det midterste transektet var det to loggere, en på hver siden av fjorden. På det ytterste transektet er det data tilgjengelig fra 25.mai 2007 og ut studieperioden (med unntak av den midterste loggeren i dette transektet i perioden fra 15-24. juni). På det midtre og indre transekt ble det logget miljødata fra samme dato, med unntak av den nordøstlige siden av det midtre transektet hvor det var data tilgjengelig fra 24. juni 2007. Fullt sjøvann definert som 30 ‰.

## 2.5 Analyser og inndeling av data

For bedre å kunne sammenligne sjørøye og sjørørret gjennom sesongen, ble dataene gruppert i perioder gjennom sesongen, og det ble testet eventuelle signifikante forskjeller mellom gruppene ved hjelp av Chi-square test i programvaren Excel. Noen av grupperingene ble gjort på to-ukersbasis, mens andre grupperinger ble gjort på sesongbasis; vår (uke 21-23), sommer (uke 24-27) og sensommer (28-30). Den siste perioden inkluderer også ukene 31-32 for det innerste transektet da det ble registrert noen få fisk her i uke 32.

Fisk som ble registrert på den innerste og nest innerste lyttestasjonen fra land (henholdsvis 100-200 og 500-600 m fra land) i hver ende av transektet ble antatt å bruke litoralsonen i registreringstidspunktet. Fisk registrert på lyttestasjonene mellom disse ble antatt å bruke pelagialsonen. I de fleste av figurframstillingene og sammenligningene mellom artene i oppgaven er det valgt å se på ”unike fisker”. Dette er en individuell fisk som telles kun en gang pr lyttestasjon uansett hvor mange gange den aktuelle fisken var registrert her innenfor den aktuelle perioden (vår-sommer-sensommer) eller habitat (litoralt-pelagialt). Dette ble gjort for å unngå at fisk som oppholdt seg lenge rundt en lyttebøye (Tabell II og III, Kap. 9. Vedlegg) ville bli overrepresentert i resultatframstillingen. For mange av problemstillingene var det mest ønskelig å se hvor mange fisk som hadde vært i de ulike områdene innenfor en definert tidsperiode. For å vurdere tid brukt i henholdsvis ytre og midtre/indre del av fjorden ble det imidlertid også sett på totalt antall registreringer av de to artene

## 3. Resultat

### 3.1 Registrering og gjenfangst av merket fisk

All akustisk merket fisk ble registrert ved en eller flere lyttestasjoner i løpet av studieperioden. Av sjørøyene ble totalt 15 gjenfanget i løpet av sommeren 2007 og en i 2008. Av disse ble en gjenfanget av en sportsfisker (2007) i sjøen, en av en kilenotfisker (2008), mens resten ble gjenfanget i fiskefella i Halselva. Fisken som ble gjenfanget i 2008 hadde trolig overvintret i Altaelva (19 km fra Halselva, Fig 1.) og var registrert på en lyttestasjon her (28.juli, 2007, Patakorva) ca 5 km fra estuariet. Sjørøye nr 5, 17 og 18 ble ikke gjenfanget. Sjørøyene var i snitt 52 dager i sjøen (44-67 dager) og vokste da i snitt 319 g (154-486 g) og 19 mm (13-36 mm) (Tabell I).

Av sjørøretene ble totalt 12 sjørøret gjenfanget, 11 i fella og en (fisk nr. 31) i kilenot i fjorden (Tabell I). Åtte sjørørreter ble ikke gjenfanget (fisk nr. 21, 22, 23, 24, 27, 28, 33 og 39), tre av disse sjørøretene (fisk nr. 21, 24 og 33) som ikke ble gjenfanget overvintret mest sannsynlig i Altaelva og var registrert her henholdsvis registrert den 20.07, 28.07 og 12.08 på lyttestasjonen i elva (Patakorva). Sjørøretene var i snitt 71 dager i sjøen (49-100 dager), og vokste da i snitt 748 g (306-1205 g) og 27 mm (9-41 mm) (Tabell I).

Seks av de akustiske merkene fungerte ikke ved gjenfangst, dette gjaldt for fire sjørørreter (20 %) og to sjørøyer (10 %). Det er derfor ikke usannsynlig at noen av merkene i fiskene som ikke ble gjenfanget heller ikke fungerte. For tre av sjørøretene (20 %) ble ikke det akustiske merket funnet ved gjenfangst, disse var antagelig støtt ut av kroppshulen på fisken. En sjørøret (nr. 39) ble også tatt ut av datamaterialet etter at merket ble stasjonært ved en stasjon (estuariet Halselva). Denne fisken ble ikke gjenfanget og kan enten ha støtt ut merket eller dødd.

**Tabell I. Ulike parametre og data for de merkede fiskene ved merking og eventuell gjenfangst. Data om tidligere antall migrasjoner og opprinnelse til fiskene er hentet fra merkedatabasen til NINA. De fiskene med ukjent opprinnelse er merket med \* og er antagelig vill fisk som enten kan ha kommet seg forbi fella, eller er kommet fra andre vassdrag. Gjenfangstmetode er angitt, samt om merket fungerte eller ikke ved gjenfangst. SR = Sjørøye, SØ = Sjørret.**

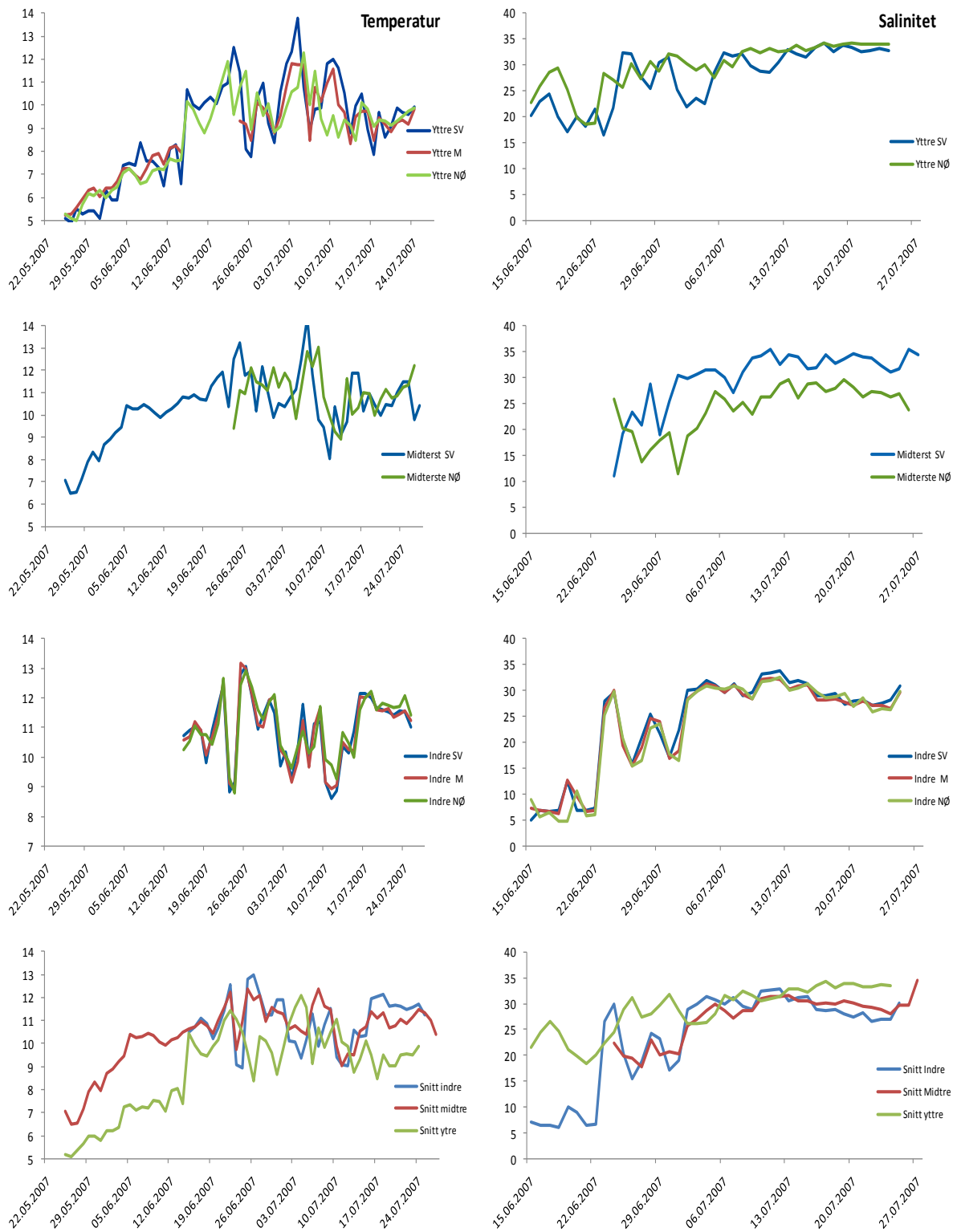
| Art | Fisk nr. | Kjønn | Modn.  | Dager<br>sjø | Le<br>(mm) | Vekt<br>(g) | Le (mm)<br>gjenf. | Vekt (g)<br>gjenf. | # migra-<br>sjoner | Merke<br>(mm) | Opprin-<br>nelse | Slipp<br>dato | Tid     | Gjen-<br>fanget | Gjen-<br>fangst | Merke OK | Reg.<br>Altaelv |
|-----|----------|-------|--------|--------------|------------|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------|---------------|---------|-----------------|-----------------|----------|-----------------|
| SR  | 1        | 1     |        | 45           | 398        | 413         | 421               | 736                | 3                  | 9             | Utsatt           | 23.5. 14:00   | 6.7.07  | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 2        | 2     | Utgytt | 53           | 418        | 452         | 432               | 815                | *                  | 9             | Ukjent           | 23.5. 09:00   | 14.7.07 | Felle           |                 | Nei      |                 |
| SR  | 3        | 1     | Utgytt | 57           | 403        | 482         | 416               | 743                | *                  | 9             | Ukjent           | 23.5. 14:00   | 18.7.07 | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 4        | 2     | Utgytt | 44           | 403        | 508         | 420               | 696                | 2                  | 9             | Utsatt           | 23.5. 09:00   | 5.7.07  | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 5        | 1     | Utgytt |              | 410        | 517         |                   |                    | *                  | 9             | Ukjent           | 23.5. 09:00   | 2010    | Felle           |                 |          |                 |
| SR  | 6        | 1     | Gjell  | 51           | 398        | 535         | 411               | 689                | 2                  | 9             | Utsatt           | 23.5. 14:00   | 12.7.07 | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 7        | 1     | Gjell  | 61           | 398        | 552         | 425               | 877                | 3                  | 9             | Utsatt           | 23.5. 09:00   | 22.7.07 | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 8        | 1     | Gjell  | 51           | 413        | 566         | 449               | 1052               | 5                  | 9             | Vill             | 23.5. 09:00   | 12.7.07 | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 9        | 1     | Gjell  | 47           | 410        | 598         | 428               | 923                | *                  | 9             | Ukjent           | 22.5. 17:37   | 7.7.07  | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 10       | *     | Gjell  |              | 419        | 602         |                   |                    | 3                  | 9             | Utsatt           | 23.5. 14:00   | Ja      | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 11       | 1     | Utgytt | 55           | 431        | 623         | 446               | 810                | 3                  | 9             | Utsatt           | 23.5. 09:00   | 16.7.07 | Felle           |                 | Nei      |                 |
| SR  | 12       | 1     | Utgytt | 50           | 455        | 624         |                   |                    | *                  | 9             | Ukjent           | 23.5. 14:00   | 11.7.07 | Stang           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 13       | 1     | Utgytt | 50           | 433        | 637         | 451               | 938                | *                  | 9             | Ukjent           | 22.5. 17:37   | 10.7.07 | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 14       | 1     | Utgytt | 48           | 418        | 664         | 432               | 1037               | 3                  | 9             | Vill             | 23.5. 09:00   | 9.7.07  | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 15       | 2     | Gjell  | 67           | 430        | 669         |                   |                    | *                  | 9             | Ukjent           | 23.5. 14:00   | 17.7.08 | Kilnot          |                 | Ja       | 07              |
| SR  | 16       | 2     | Gjell  | 45           | 448        | 673         | 475               | 1100               | 4                  | 9             | Vill             | 22.5. 17:37   | 5.7.07  | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 17       | 2     | Utgytt |              | 442        | 701         |                   |                    | 4                  | 9             | Utsatt           | 22.5. 17:37   | Nei     |                 |                 |          |                 |
| SR  | 18       | 2     | Utgytt |              | 475        | 774         |                   |                    | 4                  | 13            | Utsatt           | 22.5. 17:37   | Nei     |                 |                 |          |                 |
| SR  | 19       | 2     | Gjell  |              | 473        | 936         |                   |                    | 2                  | 13            | Utsatt           | 22.5. 17:37   | Ja      | Felle           |                 | Ja       |                 |
| SR  | 20       | 2     | Gjell  | 67           | 484        | 964         | 502               | 1401               | 2                  | 9             | Vill             | 22.5. 17:37   | 27.7.07 | Felle           |                 | Ja       |                 |

|    |    |   |        |     |     |      |     |      |   |    |        |             |         |         |  |             |       |
|----|----|---|--------|-----|-----|------|-----|------|---|----|--------|-------------|---------|---------|--|-------------|-------|
| SØ | 21 | 1 | Utgytt | 58  | 449 | 644  |     |      | 4 | 9  | Vill   | 23.5. 14:00 | Nei     |         |  |             | 07    |
| SØ | 22 | 1 | Utgytt |     | 482 | 834  |     |      | 5 | 9  | Vill   | 22.5. 17:37 | Nei     |         |  |             |       |
| SØ | 23 | 1 | Utgytt |     | 496 | 847  |     |      | * | 9  | Ukjent | 23.5. 14:00 | Nei     |         |  |             |       |
| SØ | 24 | 1 | Utgytt | 66  | 503 | 919  |     |      | 5 | 9  | Vill   | 23.5. 09:00 | 2010    | Felle   |  |             | 07    |
| SØ | 25 | 1 | Utgytt | 54  | 519 | 965  | 550 | 1779 | * | 9  | Ukjent | 23.5. 14:00 | 15.7.07 | Felle   |  | Ikke funnet |       |
| SØ | 26 | * | Utgytt | 100 | 514 | 972  | 545 | 1528 | 4 | 9  | Vill   | 22.5. 17:37 | 29.8.07 | Felle   |  | Ikke funnet |       |
| SØ | 27 | 2 | Utgytt |     | 493 | 987  |     |      | * | 9  | Ukjent | 23.5. 09:00 | Nei     |         |  |             |       |
| SØ | 28 | 1 | Utgytt |     | 510 | 1014 |     |      | 5 | 9  | Vill   | 23.5. 09:00 | Nei     |         |  |             |       |
| SØ | 29 | 1 | Utgytt | 92  | 533 | 1030 | 574 | 1850 | * | 9  | Ukjent | 23.5. 14:00 | 22.8.07 | Felle   |  |             |       |
| SØ | 30 | 2 | Utgytt | 93  | 473 | 1032 | 512 | 1699 | * | 9  | Ukjent | 22.5. 17:37 | 22.8.07 | Felle   |  |             |       |
| SØ | 31 | 1 | Utgytt | 49  | 510 | 1058 |     |      | 5 | 9  | Utsatt | 23.5. 09:00 | 12.7.07 | Kilenot |  | Nei         |       |
| SØ | 32 | 1 | Utgytt | 93  | 508 | 1098 | 535 | 1627 | * | 9  | Ukjent | 23.5. 09:00 | 23.8.07 | Felle   |  | Ikke funnet |       |
| SØ | 33 | 2 | Utgytt | 82  | 518 | 1116 |     |      | * | 9  | Ukjent | 22.5. 17:37 | Nei     |         |  |             | 07/08 |
| SØ | 34 | 1 | Gjell  | 56  | 497 | 1142 | 514 | 1697 | 5 | 9  | Utsatt | 23.5. 14:00 | 17.7.07 | Felle   |  |             |       |
| SØ | 35 | 1 | Utgytt |     | 507 | 1172 |     |      | 3 | 9  | Utsatt | 22.5. 17:37 | Ja      | Felle   |  |             |       |
| SØ | 36 | 1 | Utgytt | 66  | 572 | 1485 | 596 | 2411 | * | 9  | Ukjent | 23.5. 09:00 | 26.7.07 | Felle   |  | Nei         |       |
| SØ | 37 | 1 | Utgytt | 68  | 580 | 1555 | 615 | 2760 | 6 | 13 | Vill   | 22.5. 17:37 | 28.7.07 | Felle   |  | Nei         |       |
| SØ | 38 | 1 | Utgytt | 58  | 619 | 1580 | 637 | 2685 | 4 | 13 | Utsatt | 22.5. 17:37 | 18.7.07 | Felle   |  | Nei         |       |
| SØ | 39 | 2 | Utgytt |     | 559 | 1590 |     |      | 6 | 9  | Utsatt | 23.5. 09:00 | Nei     |         |  |             |       |
| SØ | 40 | 2 | Gjell  | 57  | 599 | 1951 | 608 | 2257 | 6 | 9  | Vill   | 23.5. 14:00 | 18.7.07 | Felle   |  |             |       |

### 3.2 Temperatur og salinitet i fjorden

På våren (uke 21-23) var sjøtemperaturen målt på 1,5 m dyp på det ytre transektet i gjennomsnitt (2,4 °C) lavere enn på både midtre og indre transekt. Senere på sommeren og sensommeren, var temperaturen mer lik på alle transektene (Fig. 2), selv om temperaturen på det ytterste transektet fortsatt i snitt var noe lavere (1,0 - 1,3 °C) enn for de to transektene lengre inn i fjorden. Indre og midtre transekt hadde tilnærmet lik temperatur i løpet av hele perioden det var logget data (Fig 2).

Forskjellen i salinitet mellom transektene viste et tilsvarende mønster som for temperaturen, hvor forskjellen var størst mellom ytre og de to innerste transektene på våren, men mer lik om sommeren og sensommeren. Med unntak av en kort periode (20-22. juni) så var saliniteten på ytre transekt alltid over 20 ‰ og generelt høyere enn på det midtre og innerste transektet (Fig. 2). På sommeren fra og med den 26. juni og så lenge det ble målt, var det fullt sjøvann (>30 ‰) på det ytre transekt for uten om to korte perioder (Fig. 2). På indre transekt var saliniteten lav (<10 ‰) på våren, men steg tidlig på sommeren. Saliniteten ble ikke målt under vår perioden på midtre transekt, men fra sommeren (5. juli) og ut sesongen tilsvarte saliniteten verdiene målt på indre transekt (vanligvis >20 ‰). Midtre transekt har hatt fullt sjøvann, eller tilnærmet fullt sjøvann fra og med 5. juli og så lenge det er målinger (Fig. 2). Alle transektene hadde tilnærmet lik salinitet i fra månedsskiftet juni/juli til og til 15. juli (Fig. 2), men ytre transekt hadde også da noe høyere salinitet verdier.



**Figur 2. Temperatur (venstre) og salinitet (høyre) for ytre (øverste figurer) midtre (nest øverst figurer) og innerste transekt (nest nederste figurer) fordelt på henholdsvis sørvest (SV), midtre (M) og nordøst (NØ) siden av hver transekt. De nederste to figurene angir snittverdier av alle loggerne på de forskjellige transektene gjennom hele perioden det ble målt temperatur og salinitet.**



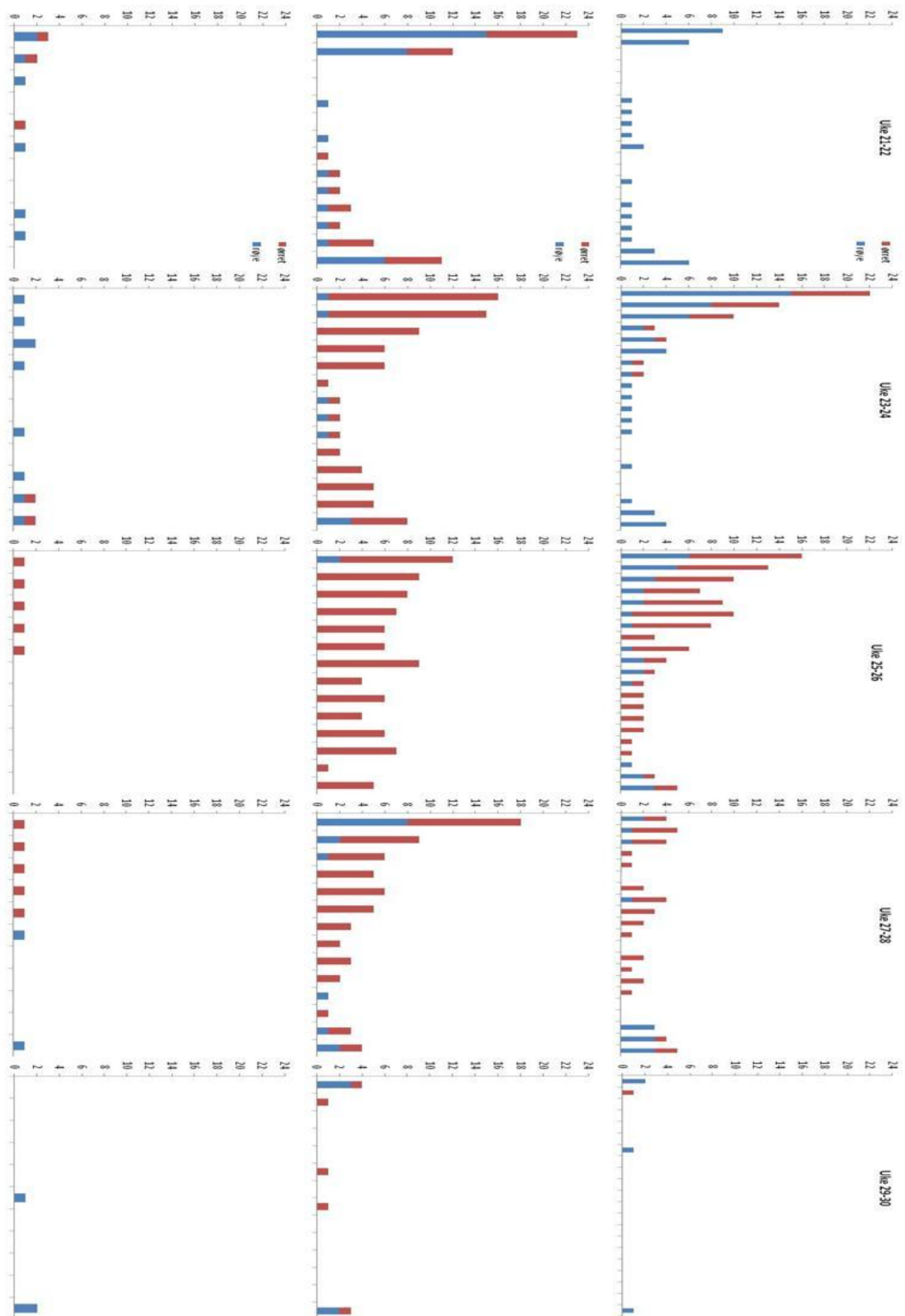
### 3.3 Fordeling langsetter fjorden (indre og ytre fjordområder)

I løpet av vårperioden (uke 21-23) dominerte sjørøya på det ytre transektet både i totalt antall registreringer ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0$ , Tabell II) og totalt antall unike fisk ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = < 0,001$ , Tabell II), mens sjørørreten dominerte på det midtre transektet av totalt antall registreringer ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0$ , Tabell II) (Fig. 3 og 4), men ikke for unike fisk ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 1$ , Tabell II). Sjørørreten ble ikke registrert på det ytre transektet før den 3. uken (uke 23) etter merking. I de to første ukene etter merking ble det derfor kun registrert sjørøye på dette transektet. Imidlertid, under sommerperioden (uke 24-27) er det sjørørret som dominerer i forhold til totalt antall registreringer på ytre transekt ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = < 0,001$ , Tabell II), selv om det var en liten (men ikke signifikant) overvekt av unike fisk av sjørøye ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,274$ , Tabell II) (Fig. 3 og 4). Under sensommerperioden (uke 28-30) ble sjørøya registrert signifikant flest ganger ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,034$ , Tabell II), og det er nesten like mange unike registreringer av begge arter ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,739$ , Tabell II, Fig. 4).

På det midtre transektet dominerte sjørørreten store deler av sommeren, både med totalt antall registreringer ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0$ , Tabell II, Fig 4 og 5), og med antall unike fisk, med unntak av de to første og de to siste ukene av studiet. I løpet av de to første ukene ble alle sjørøyene registrert på det midtre transektet ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 1$ , Tabell II, Fig 3), som lå mellom merkestedet (fella) og det ytre transektet. Av alle periodene i studiet, var det perioden sensommer (uke 28-30) som hadde færrest totalt antall registreringer av sjørørret ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = < 0,001$ , Tabell II), likevel var 82 % av totalt antall registreringer i denne perioden gjort av sjørørret (Tabell II).

På det innerste transektet i de to første periodene (vår og sommer) var det en overvekt av unike registreringer av sjørøye, 64 % i vår perioden ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,366$ , Tabell II), og 75 % under sommer perioden ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,157$ , Tabell II).

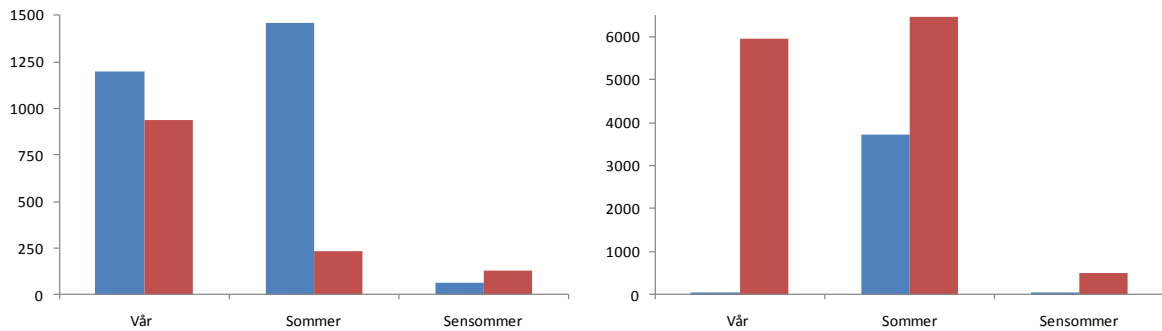
Innenfor art er mesteparten av sjørøya på det ytre transekt de to første periodene (vår og sommer) ( $\chi^2$  test, d.f.=2,  $p = < 0,001$ , Tabell II), det er først i sensommerperioden at det er flere av totalt antall registreringer på midtre/indre transekt ( $\chi^2$  test, d.f.=2,  $p = < 0,001$ , Tabell II). Sjørørreten bruker det midtre transekt mest i løpet av hele sesongen. Når man ser på prosent av totalt antall registreringer ble 60 % av sjørørreten registrert på det midtre/indre transekt i sommerperioden (uke 24-27) ( $\chi^2$  test, d.f.=2,  $p = < 0,001$ , Tabell II, Fig. 4).



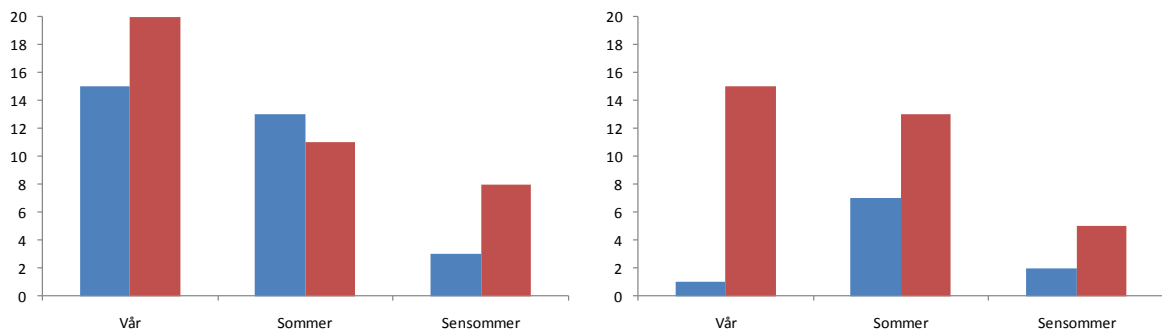
Figur 3. Antall unike røye (blå) og ørret (rød) fordelt på to-ukersintervaller. Hver fisk er talt bare en gang per lyttestasjon (uavhengig av antall treff) per periode Antall unike fisk er angitt på y-aksene mens x-aksen angir lyttestasjonene fordelt fra sørvest- til nordøstsidan av fjorden. Figurene til venstre er for indre transekt, midterste for midtre transekt og høyre for ytre transekt fordelt på to-ukersintervallene (nedover).

**Tabell II. Unike og totalt antall registreringer under periodene vår, sommer og sensommer innefor de forskjellige habitat for sjørøye og sjørørret på ytre, midtre og indre transekt, og alle habitat slått sammen for hele sesongen for de forskjellige transektene.**

|                            |              | Ytre    |        |           |        | Midtre  |        |           |        | Indre   |        |           |        |
|----------------------------|--------------|---------|--------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|
|                            |              | Sjørøye |        | Sjørørret |        | Sjørøye |        | Sjørørret |        | Sjørøye |        | Sjørørret |        |
|                            |              | Unik    | Totalt | Unik      | Totalt | Unik    | Totalt | Unik      | Totalt | Unik    | Totalt | Unik      | Totalt |
| Vår                        | Litortalt SV | 13      | 696    | 1         | 37     | 16      | 736    | 12        | 5501   | 3       | 74     | 2         | 26     |
|                            | Pelagialt    | 7       | 306    | 0         | 0      | 4       | 30     | 7         | 75     | 3       | 52     | 1         | 7      |
|                            | Litoralt NØ  | 7       | 196    | 0         | 0      | 6       | 42     | 7         | 335    | 1       | 2      | 1         | 22     |
| Sommer                     | Litortalt SV | 8       | 1114   | 6         | 3056   | 7       | 55     | 11        | 4300   | 1       | 108    | 1         | 39     |
|                            | Pelagialt    | 9       | 253    | 10        | 570    | 3       | 15     | 13        | 1279   | 3       | 9      | 1         | 13     |
|                            | Litoralt NØ  | 7       | 92     | 1         | 88     | 4       | 11     | 6         | 843    | 2       | 32     | 0         | 0      |
| Sensommer                  | Litortalt SV | 3       | 60     | 1         | 3      | 6       | 57     | 3         | 395    | 0       | 0      | 1         | 7      |
|                            | Pelagialt    | 1       | 3      | 2         | 29     | 0       | 0      | 4         | 49     | 0       | 0      | 1         | 4      |
|                            | Litoralt NØ  | 1       | 2      | 1         | 11     | 2       | 43     | 1         | 2      | 2       | 30     | 1         | 15     |
| Hele sesongen Alle habitat |              | 19      | 2722   | 10        | 3794   | 20      | 989    | 17        | 12646  | 7       | 400    | 6         | 195    |



**Figur 4. Totalt antall registreringer av sjørøye (venstre) og sjørørret (høyre) registreringer i tidsperioden vår, sommer og sensommer på ytre transekt (blå) og midtre + indre transekt (rød). Der er forskjellig skala på grafene.**



**Figur 5. Antall unike fisk av sjørøye (venstre) og sjørørret (høyre) registrert i tidsperioden vår, sommer og sensommer på ytre transekt (blå) og midtre + indre transekt (rød).**

### 3.4 Tvers av fjorden (litoral- og pelagialsonen)

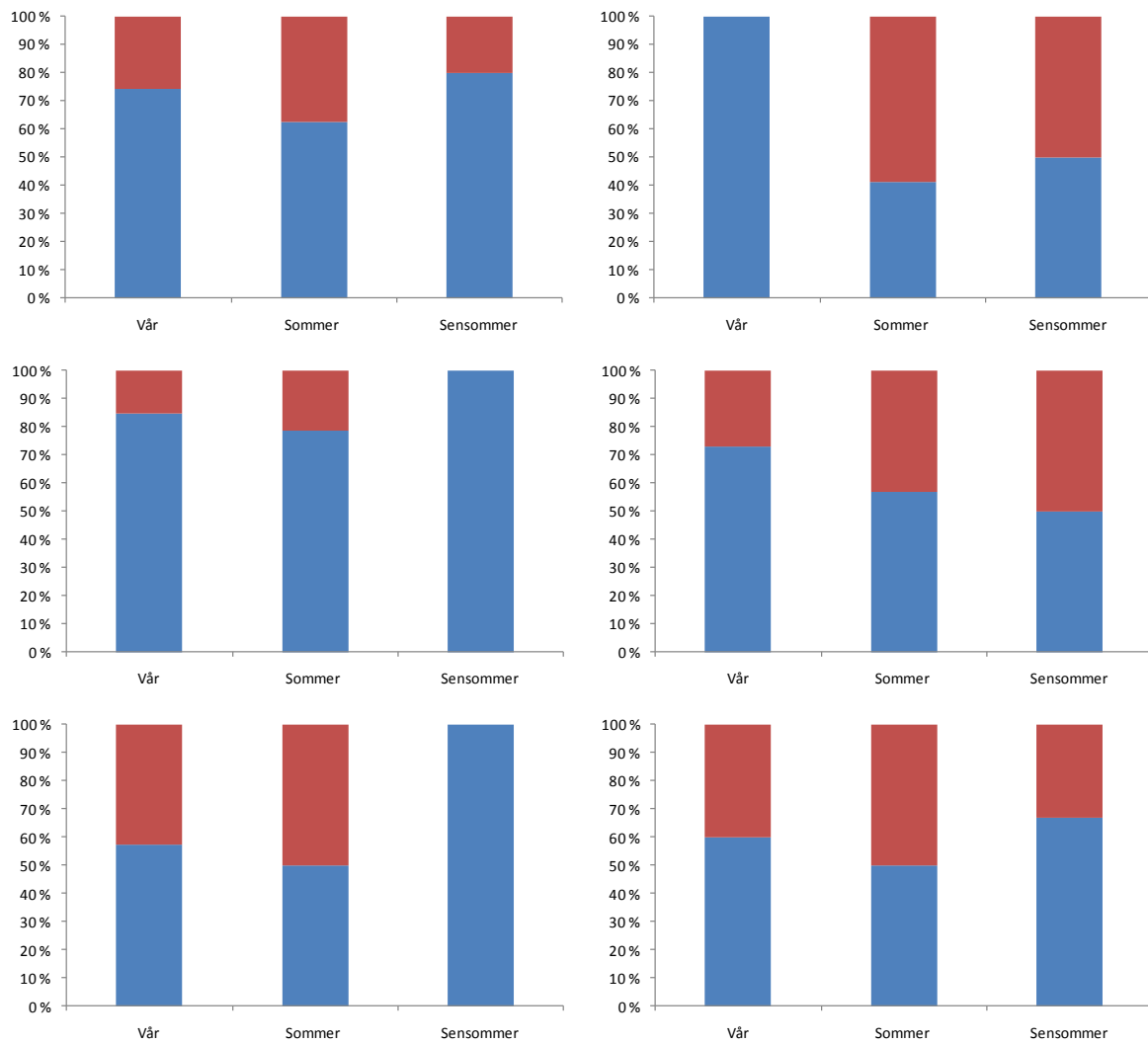
Nesten alle sjørøyerne ble registrert i litoralsonen gjennom sjøperioden, men flere fisk ble også funnet å utnytte pelagialsonen gjennom hele sjøperioden (Fig. 3 og 6). Tidsmessig, målt som % av totalt antall registreringer i de to habitatene, ble 80 % av registreringene av merket sjørøye registrert i litoralsonen (Fig. 4). Til forskjell ble 86 % av registreringene for sjørørret målt i litoralsonen og resten i pelagialsonen. Dette mønsteret gjaldt for alle transektene, med unntak av de første ukene på ytre transekt, da det nesten bare ble registrert sjørøye på dette transektet på våren (Fig. 4). Sjørørreten var ikke observert på ytre transekt før i den tredje uken etter de ble sluppet fra fellen (Fig. 3). Når man ser på unike treff (se Kap. 2.5) for hele fjorden, var sjørørret klart dominerende i pelagialen ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,025$ , Tabell II), mens sjørøye dominerte i litoralen ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,004$ , Tabell II).

Litoralt på det ytre transekt ble sjørøye registrert 2160 ganger og sjørørret ble registrert 3195 ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = <0,001$ , Tabell II), og av disse ble sjørøye registrert på sørvestsiden 1870 ganger og sjørørret 3096 ganger ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = <0,001$ , Tabell II). Pelagialt på det ytre transekt ble sjørøye registrert 562 ganger og sjørørret registrert 599 ganger ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,278$ , Tabell II).

På midtre transekt ble sjørøye registrert 944 ganger og sjørørret ble registrert 11376 ganger ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0$ , Tabell II), av disse ble sjørøye registrert 45 ganger og sjørørret registrert 1403 ganger ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = < 0,001$ , Tabell II) pelagialt. På sørvestsiden av fjorden i litoralsonen ble sjørøye registrert 848 ganger og sjørørret 10196 ganger ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0$ , Tabell II).

På ytre og midtre transekt var det overvekt av både unike ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = < 0,001$ , Tabell II) - og totalt antall registreringer ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0$ , Tabell II) på sørvestsiden av fjorden (Fig. 3) (Tabell II).

På det indre transektet var forskjellen mellom sørvest- og nordøstsiden mindre i forhold til antall unike fisk og totalt antall registreringer. Antall unike fisk registrert var det nesten helt likt mellom disse habitatene, fire på sørvest og fem på nordøst av unike registreringer av sjørøyer ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,739$ , Tabell II), og fire på sørvest og to på nordøst av unike registreringer av sjørørret ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,414$ , Tabell II). Når man ser på totalt antall treff er det flest registreringer av sjørøye på sørvestsiden ( $\chi^2$  test, d.f.=1,  $p = 0,001$ , Tabell II).



**Figur 6. Fordeling mellom litoral- og pelagialsonen av unike fisk i prosent innefor art. Sjørøye er grafene til venstre og sjørret er til høyre, litoralsonen er blå, og pelagialsonen er rød. Ytre transekt er øverst, midtre transekt i midten og indre transekt er nederst av grafene.**

## 4. Diskusjon

Dette er det første studiet som studerer horisontal fordeling av sympatrisk sjørøye og sjørørret innen et fjordsystem. Tidligere studier av begge artene har enten studert vertikal fordeling til artene innen et fjordsystem ved hjelp av dataloggermerker (Rikardsen et al., 2007b) eller horisontal spredning ved hjelp av merking og gjenfangst (Jensen og Berg, 1977; Berg og Berg, 1987a; Berg og Jonsson, 1990; Berg og Berg, 1993). Ingen av disse metodene gjør det imidlertid mulig å studere hvordan artene fordeler i forhold til hverandre seg langsetter og på tvers av fjorden over tid. Ved hjelp av akustisk telemetri viser resultatene fra dette studiet at de to artene i perioder fordelte seg forskjellig både langsetter og på tvers av fjorden og at dette trolig kan skyldes ulik preferanse for klimatiske forhold i havet, trolig i kombinasjon med andre faktorer som for eksempel mattilgang.

### 4.1 Langsetter fjorden (indre og ytre fjordområder)

Sjørøya oppholdt seg generelt mest i ytre del av fjordsystemet, mens sjørørreten var mest i midtre og indre del av fjordsystemet, men da hovedsaklig i den midtre del. Dette mønstret var tydeligst på forsommeren og sammenfalt med at temperaturen var lavere og saliniteten høyere på forsommeren i ytre del av fjorden enn i midtre og indre del. Senere i sesongen, når også sjørørreten ble registrert mer i ytre del av fjorden, var temperaturen og salinitet mer lik i hele fjordsystemet.

Rikardsen et al. (2007b) har tidligere gjennomført en studie i det samme fjordsystemet med merker som logget temperatur og dybde. De kom frem til at sjørøya og sjørørreten sannsynligvis utnyttet forskjellige deler av fjorden på bakgrunn av at de to artene hadde oppholdt seg i områder med forskjellige temperaturer. De hadde også målt temperatur i fjorden og antok ut fra dette at sjørøya brukte de ytre, tilsynelatende kaldere delene av fjorden, mens sjørørreten brukte de indre noe varmere områdene. Imidlertid, deres inndeling av fjorden var noe annerledes enn hvordan det er gjort i dette studiet. Det de definerte som indre del, er det som i dette studiet er definert som midtre. Imidlertid, i dette akustiske studiet, var sjørørretens bruk av det indre og midtre transektet mer lik mellom disse, og det ytre transektet. Studiet til Rikardsen et al. (2007b) ble gjort i samme fjordsystem og resultatene fra vårt akustiske studie sammenfaller derfor godt med deres resultater, da deres studie også viste at sjørøya foretrekker områder med kaldere vann enn sjørørreten, og da trolig de ytre delene av fjorden. I denne studie ble alle sjørøyene registrert på det midtre transekt i starten av sjøoppholdet. Siden sjørøya var nødt til å passere dette transektet for å komme lengre ut i

fjorden, understreker dette deres atferd om og vandret utover fjorden i denne tidsperioden. Etter vårperioden når temperaturen var mer lik gjennom fjordsystemet, fordelte også sjørøreten seg mer utover fjorden. Sjørøya fordelte seg også innover fjorden, men ble likevel hyppigst registrert på det ytterste transektet gjennom hele vår- og sommerperioden. Røya er en kaldvannsart med sirkum polar utbredelse, og er spesielt godt tilpasset kalde temperaturer (Klemetsen et al., 2003). Den er også vist å ha god vekst ved lave sjøtemperaturer (Berg og Berg, 1989).

Den øvre temperaturgrensen for overlevelse er ca 3 °C høyere for ørret enn røye i ferskvann, men deres temperaturgrense for vekst kan være lik (Baroudy og Elliott, 1994; Elliott og Baroudy, 1995; Lyytikäinen et al., 1997; Thyrel et al., 1999; Elliott og Klemetsen, 2002; Larsson et al., 2005). Larsson et al. (2005) gjennomførte et laboratorium eksperiment på røye og ørret i ferskvann, resultatene fra dette eksperimentet viste at ørret foretrakk en optimal temperatur (ca 16 °C) for vekst, mens røye foretrakk en vesentlig lavere temperatur (ca 11 °C) som er nært røyas optimale temperatur for matutnyttelse (ca 9 °C). Ingen slike data eksisterer for disse to artene i sjøvann.

I sum bekrefter resultatene fra denne undersøkelse antagelsene til Rikardsen et al. (2007b). Sjørøya oppholder seg altså i områder med kaldere vann enn sjørøreten og en forklaring på dette kan være at sjørøya har en bedre matutnyttelse enn sjørøreten i kaldt sjøvann, tilsvarende det som er vist for røye i ferskvann, selv om temperatur for optimalt fødeopptak kan være likt for begge artene (Elliott, 1994). Sjørøye ser altså ut til å preferere temperaturer hvor den utnytter føden best mulig. Det bør imidlertid gjennomføres laboratoriestudier som undersøker sjørøyas og sjørøretens temperatur og fødeopptak og – utnyttelse under ulike temperaturer i sjøvann for å bedre kunne konkludere hvorfor artene ser ut til å preferere områder med ulik temperatur i et fjordsystem.

Det er imidlertid verdt å merke seg at også saliniteten på 1,5 m var forskjellig mellom det ytre transektet og de to andre transektene i de først ukene av studiet. I denne perioden var saliniteten lav i det indre og midtre transektet, men betydelig høyere i det ytre. Om sommeren og sensommeren steg saliniteten i de to innerste transektene til nesten tilsvarende verdier som på det ytre. Den lavere saliniteten de første ukene i indre og midtre del av fjorden skyldtes høy tilrenning av ferskvann fra Altaelva under vårflommen. Siden sjørøya brukte de ytre deler, vil den oppleve høyere salinitet enn sjørøreten. Dette ser ikke ut til å være et problem for sjørøya, selv ved lave temperaturer så tidlig på sesongen (Finstad et al., 1989). Jensen et

al. (2005) studie fra Altafjorden viste at sjørøya oppholdt seg i områder med lavere temperatur og høyere salinitet enn sjørørreten. Imidlertid ser også sjørørreten ut til å kunne tåle høy salinitet ved lave temperaturer siden den er observert på fullt sjøvann om vinteren på temperaturer ned mot 1 °C (Rikardsen et al., 2006). På bakgrunn av dette og verdier tilsvarende det i ytre transekt i starten av sesongen når temperaturforskjellen mellom indre/midtre og ytre del av fjorden ble observert, er det rimelig å anta at det mest sannsynlig er temperatur som er den avgjørende faktoren for hvor fiskene oppholder seg i fjorden, ikke salinitet. I tillegg kan jo også andre faktorer antas å medvirke indirekte (via for eksempel temperatur) eller indirekte på fordelingen av artene innen et fjordsystem. Et eksempel kan det tenkes å være ulik næringstilgang i de ulike habitatene, siden sjørøye og sjørørret har noe forskjellig diett i sjøfasen (Rikardsen et al., 2007a).

#### **4.2 Tvers av fjorden (litoral- og pelagialsonen)**

Begge artene utnytter litoralsonen i store deler av sjøoppholdet. Imidlertid ser sjørøya ut til å oppholde seg mer i litoralsonen gjennom hele sesongen, mens sjørørreten i noe større grad utnytter pelagialsonen. Imidlertid, som for sjørørreten, utnytter også sjørøya pelagialsonen under hele sjøvandringen.

Nesten alle tidligere studier i sjøfasen på disse artene er basert på fisk fanget med faststående redskap langs litoralsonen (Berg og Berg, 1987a; Grønvik og Klemetsen, 1987; Elliott, 1997; Lyse et al., 1998; Rikardsen et al., 2000; Rikardsen og Elliott, 2000; Knutsen et al., 2001; Knutsen et al., 2004; Rikardsen, 2004). Årsaken til at artenes utnyttelse av pelagialen ikke er mer studert, skyldes trolig en antagelse om at disse artene utnytter mest litoralsonen, samt at det også er arbeidskrevende og kostbart å fange fisk i pelagialsonen (Rikardsen et al., 2004b).

Fra en tidligere studie av litoralfanget sjørøye og sjørørret i det samme fjordsystemet, er det konkludert med at sjørøye under 40 cm har en mer variert diett (fisk, krepsdyr og insekter) enn sjørørret (mest fisk), mens at også større sjørøye (>40 cm) nesten bare spiser fisk. Sjørørreten har en nesten ren fiskespisende diett allerede fra de er 25 cm (Rikardsen et al., 2007a). Disse funnene støttes også av andre diettundersøkelser til artene (Pemberton, 1976; Grønvik og Klemetsen, 1987; Rikardsen et al., 2000; Knutsen et al., 2001; Rikardsen et al., 2003; Rikardsen og Amundsen, 2005; Rikardsen et al., 2006).

Rikardsen og Amundsen (2005) benyttet trål til å studere diett til sjørøye og sjørørret i pelagialsonen i Altafjorden. De fant mest sjørørret i denne sonen, men de fanget også noen sjørøyer. Parallelt med fangsten av disse, ble det observert høye tettheter av sild i denne



perioden, og de antok at dette kunne forklare hvorfor begge disse artene ble fanget i pelagialen. De mente også at siden de utelukkende fant fisk i magen til både sjørøya og sjøørreten i pelagialsonen, hadde nok antagelig disse fiskene oppholdt seg en god stund i dette habitatet. Under tidligere trålinger i samme fjordsystem ble det fanget lite sjøørret og sjørøye i samme områder, de mente dette kunne ha en sammenheng med lavere tettheter med sildeyngel disse studieårene. Dette kan tyde på at artenes utnyttelse av pelagialsonen er avhengig av næringstilgang i denne sonen, og da særlig fiskeyngel. Siden sjøørreten beiter mer på marin fisk, og ved en mindre størrelse enn sjørøye, kan det tenkes at sjøørreten er en art som beiter mer pelagisk enn sjørøye. Siden den akustiske merkede sjøørreten i snitt var noe større enn sjørøya, kan dette ha vært med på å forsterke denne effekten, på bakgrunn av at stor fisk spiser mer fiskeyngel (Rikardsen og Amundsen, 2005; Rikardsen et al., 2007a). I litoralsonen er det trolig mer tilgang på insekter, krepsdyr og bunnrelaterte byttedyr. Siden sjørøya i snitt var noe mindre enn sjøørreten og antageligvis beiter mer på denne typen byttedyr, er det ikke usannsynlig at dette er en av årsakene til at sjørøya oppholder seg mer i litoralsonen.

### **4.3 Oppholdstid i fjordsystemet**

Sjøørreten oppholder seg generelt lenger i fjordsystemet enn sjørøya før den vandrer tilbake til elva. Lengde på sjøopphold varierer fra 1-2 måneder for sjørøye, mens for sjøørreten varer oppholdet mellom 2-4 måneder. Dette er vist i studier både fra samme fjord og andre fjorder (Berg og Berg, 1989; Berg og Jonsson, 1990; Berg og Berg, 1993; Finstad og Heggberget, 1993; Rikardsen et al., 2000; Jensen et al., 2005). Oppholdstiden i fjorden synes å være styrt av temperaturen i sjøen. Jensen et al. (2005) fant ut at oppholdstiden til sjørøye og sjøørret i Altafjorden hadde sammenheng med temperaturen i fjorden. Jo varmere det er i sjøen i juni, dess lenger blir de i sjøen, mens dersom det er varmt i sjøen i august, vandrer de tidligere tilbake. De fant også ut at de årene med høy temperatur i slutten av juni og lav i august, var de årene artene hadde best vekst, som indikerer at næringstilgangen i sjøen er temperaturavhengig. I dette studiet oppholdt den merkede sjøørreten seg i snitt 19 dager lengre i sjøen enn sjørøya før de returnerte til hjemmevassdraget. Årsaken til dette kan være at sjørøya er vist å vokse meget raskt de første ukene av sjøoppholdet ("kompensasjonsvekst") (Rikardsen et al., 2000), mens det kan tenkes at sjøørreten vokser noe bedre også lengre utover i sjøperioden (Berg og Berg, 1987b), og at dette er grunnen til at de oppholder seg noe lengre i sjøen enn sjørøya. For sjørøya er det derfor trolig liten gevinst i å bli værende lenge i sjøen, da potensialet for vekst her reduseres sterkt etter noen uker.

De fleste fiskene oppholdt seg nok innenfor transektene som var satt ut i fjordsystemet. Men man kan ikke med sikkerhet si om noen av fiskene vandret lenger ut. Dette gjelder særlig for sjørøyene, siden disse oftest ble registrert på det ytterste transektet som lå i munningen av Altafjorden. Tidligere merking-gjenfangst-studier har konkludert med at de fleste sjørøyene og sjøørretene oppholder seg i nærheten av hjemmeelv (Jensen og Berg, 1977; Heggberget, 1991). Dette stemmer også med andre studier både fra Altafjorden, Senja og andre fjordsystemer i Norge (Jensen og Berg, 1977; Berg og Berg, 1987a; Berg og Jonsson, 1990; Berg og Berg, 1993; Finstad og Heggberget, 1993; Jensen et al., 2005; Rikardsen et al., 2007b; Thorstad et al., 2007). Imidlertid, så kan enkelte fisk også gjøre lengre vandringer. Undersøkelser fra Vardneselva på Senja viste at en sjørøye som var registrert fire ganger oppe i elva, vandret så langt som til Tuloma elva i nærheten av Murmansk, denne distansen er 940 km og var gjort på 97 dager (Jensen og Berg, 1977). Det kan derfor ikke utelukkes at noen av fiskene i dette studiet har i perioder oppholdt seg utenfor Altafjorden. Men på bakgrunn av at de fleste fiskene ble registrert i Altafjorden gjennom store deler av studieperioden, bekrefter antagelsen om at de hovedsaklig oppholder seg og beiter i områder nært hjemmevassdraget.

Det kan imidlertid antas at flere fisk har oppholdt seg i fjordsystemet enn hva som har vært registrert utover studieperioden. En av feilkildene kan være at det ble observert at noen av de akustiske merkene hadde sluttet å fungere ved gjenfangst. Dette gjaldt for to av de gjenfangede sjørøyene (10 %) og fire sjøørreter (20 %). Dette kan jo tenkes også gjelde for noen av de fiskene som ikke ble gjenfanget, og alt etter når de sluttet å virke, kan dette ha innvirkning på resultatene. En annen feilkilde som ble observert er at fisken utstøter merket. Dette hendte antagelig med tre sjøørreter (15 %) fordi merket ikke ble funnet ved gjenfangst. På en sjøørret ble merket stasjonert etter en periode, det som kan ha skjedd er at merket er blitt utstøtt eller at fisken har dødd. Imidlertid, på bakgrunn av at det ikke var så mange fisker dette gjaldt, og at dette ble antatt å være tilfeldig fordelt mellom artene, har det trolig hatt liten innvirkning på resultatene i forhold horisontal fordeling av de to artene.

#### **4.4. Konklusjon og forvaltningsrelevans**

For å forvalte sjøørret og sjørøye er det viktig å også vite hvor de oppholder seg mens de er i sjøen. Dette studiet har bidratt til dette, og viser at artene kan oppholde seg på ulike områder i perioder, samt også utnytte både litoral- og pelagialsonen innenfor fjordsystemet til hjemmevassdraget. Dette vil bl.a. være relevant i forhold til å vurdere beskatningstrykket for artene i et fjordsystem. Noen områder kan ha et høyere beskatningstrykk enn andre områder, det gjelder seg både garn/kilenotfiske og stangfiske, og begge artene kan fanges på disse

redskapene, særlig er større fisk utsatt for garn og kilenøter (Rikardsen og Thorstad, 2006). Når man kjenner oppholdsstedet til fisken, kan man da bedre sannsynliggjøre beskatning ut fra informasjon om lokalisering av ulike fangstmetoder innenfor et fjordsystem. I forhold til sportsfiske i Altafjorden, fiskes det nok hovedsakelig mest i de indre og midtre deler av fjorden siden disse områdene er mer tilgjengelige for folk flest. På grunn av at begge artene oppholder seg mest nært overflaten (Rikardsen et al., 2007b) og ofte påtreffes langs land, er de spesielt utsatt for garn og kilenøter. Sjørøye har mer av oppholdstiden sin nær land sammenlignet med sjørørret som treffes hyppigere i pelagialen enn sjørøye. Dette kan medføre at særlig de større sjørøyene er mest utsatt for beskatning i et fjordsystem. Samtidig er sjørørreten normalt lengre i sjøen enn sjørøye, noe som også øker faren for å bli fanget.

Siden begge artene oppholder seg mest innenfor fjordsystemet er de dermed spesielt utsatt for miljøpåvirkninger i områdene her. Siden Altafjorden er en oppdrettsfjord har den en stor vertsbestand for lakselus gjennom hele året (Bjørn og Finstad, 2002). Lakselus er en av miljøpåvirkningene som kan ha spesielt negativ innvirkning for artene innenfor et fjordsystem (Anon., 2010). Til sammenligning er fisk i oppdrettsfrie fjorder vist å være svært lite utsatt for lakselus (Rikardsen, 2004). Sjørørreten er mer utsatt for lakselus i forhold til sjørøye, dette fordi sjørørretene oppholder seg lengre i fjordsystemet enn sjørøya før den vandrer tilbake til ferskvann, og derfor er denne arten antatt å være særlig utsatt for lakselus (Bjørn et al., 2007). Imidlertid, kan sjørøye i år ved høy sjøtemperatur om våren også oppleve høye og skadelige luseverdier (Anon., 2010).

For å få en kontroll på hvor mye fisk som tas i sjøen burde man snarest få til et system for fangstrapportering. Dette vil gjøre det enklere å forvalte artene, og dermed få mer kontroll på uttaket av artene under deres sjøvandring. I forhold til klimaendringer og konsekvensene av dette, vil en temperaturøkning i havet trolig få størst konsekvenser for sjørøya. En økt sjøtemperatur vil også kunne bidra til økt lakselusinfeksjon på disse artene.

## **5. Takk**

Jeg vil med dette takke Audun Rikardsen og Jan Davidsen for fremragende veiledning, konstruktive tilbakemeldinger på utkaster av manuskriptet, og særdeles god tålmodighet både under skriveprosessen og under feltarbeidet. Jeg vil også takke Jenny Jensen for både tilbakemeldinger på manuskript, og for god innsats under feltarbeid, Elina Halttunen og Cedar Chittenden for god innsats under feltarbeid. Vil også takke Arne J. Jensen ved NINA Trondheim som har vært svært behjelpelig med å finne eldre data i fra deres forskningsstasjon i Halselva i Talvik. Takk til Tove Aagnes Utsi som ordnet kontor til meg ved Høgskolen i Finnmark slik at jeg kunne oppholde meg i Alta under skriveprosessen. Jeg vil også benytte anledningen til å takke mine medstudenter som jeg delte Master kontor D 351.

## 6. Referanser

Anon. (2010). Status for norske laksebestander i 2010. *Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2*, 213 s.

Baroudy, E. og Elliott, J. M. (1994). The critical limits for juvenile Arctic char *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology* **45**, 1041-1053.

Berg, O. K. og Berg, M. (1987a). Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. *Journal of Fish Biology* **31**, 113-121.

Berg, O. K. og Berg, M. (1987b). The seasonal pattern of growth of the sea trout (*Salmo trutta* L.) from the Vardnes river in northern Norway. *Aquaculture* **62**, 143-152.

Berg, O. K. og 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 Sciences* **46**, 955-960.

Berg, O. K. og Berg, M. (1993). Duration of sea and freshwater residence of Arctic char (*Salvelinus alpinus*), from the Vardnes River in northern Norway. *Aquaculture* **110**, 129-140.

Berg, O. K. og Jonsson, B. (1990). Growth and survival rates of the anadromous trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River, northern Norway. *Environmental Biology of Fishes* **29**, 145-154.

Bjørn, P. A. og Finstad, B. (2002). Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer), infestation in sympatric populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), and sea trout, *Salmo trutta* (L.), in areas near and distant from salmon farms. *Ices Journal of Marine Science* **59**, 131-139.

Bjørn, P. A., Finstad, B., Kristoffersen, R., McKinley, R. S. og Rikardsen, A. H. (2007). Differences in risks and consequences of salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer), infestation on sympatric populations of Atlantic salmon, brown trout, and Arctic charr within northern fjords. *Ices Journal of Marine Science* **64**, 386-393.

Cooke, S. J., Hinch, S. G., Wikelski, M., Andrews, R. D., Kuchel, L. J., Wolcott, T. G. og Butler, P. J. (2004). Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends in Ecology & Evolution* **19**, 334-343.

Dauidsen, J. G., Manel-la, N. P., Økland, F., Diserud, O. H., Thorstad, E. B., Finstad, B., Sivertsgard, R., McKinley, R. S. og Rikardsen, A. H. (2008). Changes in swimming depths of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts relative to light intensity. *Journal of Fish Biology* **73**, 1065-1074.

Dauidsen, J. G., Rikardsen, A. H., Halttunen, E., Thorstad, E. B., Økland, F., Letcher, B. H., Skardhamar, J. og Naesje, T. F. (2009). Migratory behaviour and survival rates of wild northern Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts: effects of environmental factors. *Journal of Fish Biology* **75**, 1700-1718.

Elliott, J. M. (1994). *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. New York: Oxford University Press.

Elliott, J. M. (1997). Stomach contents of adult sea trout caught in six English rivers. *Journal of Fish Biology* **50**, 1129-1132.

Elliott, J. M. og Baroudy, E. (1995). The ecology of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta*, in Windermere (northwest England). *NO. Journal of Freshwater Res* **71**, 33-48.

Elliott, J. M. og Klemetsen, A. (2002). The upper critical thermal limits for alevins of Arctic charr from a Norwegian lake north of the Arctic circle. *Journal of Fish Biology* **60**, 1338-1341.

Finstad, B. og 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.

Finstad, B., Nilssen, K. J. og Arnesen, A. M. (1989). Seasonal changes in sea-water tolerance of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Journal of Comparative Physiology B-Biochemical Systemic and Environmental Physiology* **159**, 371-378.

Grønvik, S. og 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.

Heggberget, T. G. (1991). Sjørøye - en nordnorsk spesialitet. *Ottar* **185**, 31-35.

Jensen, A. J., Finstad, B., Forseth, T. og Rikardsen, A. (2005). Sjørørret, sjørøye og klima. *Kystøkologi: økosystemer og menneskelig aktivitet*. M. A. Svenning og B. Jonsson. Trondheim, Norsk institut for naturforskning Temahefte 31, 55-61.

Jensen, J. L. A. og Rikardsen, A. H. (2008). Do northern riverine anadromous Arctic charr *Salvelinus alpinus* and sea trout *Salmo trutta* overwinter in estuarine and marine waters? *Journal of Fish Biology* **73**, 1810-1818.

Jensen, K. W. og Berg, M. (1977). Growth, mortality and migrations of anadromous char, *Salvelinus alpinus* L., in Vardnes River, Troms, Northern Norway. *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm* **56**, 70-80.

Jepsen, N., Koed, A., Thorstad, E. B. og Baras, E. (2002). Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? *Hydrobiologia* **483**, 239-248.

- Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F. og Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* **12**, 1-59.
- Knutsen, J. A., Knutsen, H., Gjosaeter, J. og Jonsson, B. (2001). Food of anadromous brown trout at sea. *Journal of Fish Biology* **59**, 533-543.
- Knutsen, J. A., Knutsen, H., Olsen, E. M. og Jonsson, B. (2004). Marine feeding of anadromous *Salmo trutta* during winter. *Journal of Fish Biology* **64**, 89-99.
- Larsson, S., Forseth, T., Berglund, I., Jensen, A. J., Naslund, I., Elliott, J. M. og Jonsson, B. (2005). Thermal adaptation of Arctic charr: experimental studies of growth in eleven charr populations from Sweden, Norway and Britain. *Freshwater Biology* **50**, 353-368.
- Lyse, A. A., Stefansson, S. O. og Ferno, A. (1998). Behaviour and diet of sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology* **52**, 923-936.
- Lyytikäinen, T., Koskela, J. og Rissanen, I. (1997). Thermal resistance and upper lethal temperatures of underyearling Lake Inari Arctic charr. *Journal of Fish Biology* **51**, 515-525.
- Pemberton, R. (1976). Sea trout in North Argyll sea lochs. 2.diet. *Journal of Fish Biology* **9**, 195-208.
- Rikardsen, A. H. (2000). Effects of Floy and soft V1alpha tags on growth and survival of juvenile Arctic char. *North American Journal of Fisheries Management* **20**, 719-728.
- Rikardsen, A. H. (2004). Seasonal occurrence of sea lice *Lepeophtheirus salmonis* on sea trout in two north Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology* **65**, 711-722.
- Rikardsen, A. H. og Amundsen, P. A. (2005). Pelagic marine feeding of Arctic charr and sea trout. *Journal of Fish Biology* **66**, 1163-1166.
- Rikardsen, A. H., Amundsen, P. A., Bjørn, P. A. og Johansen, M. (2000). Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. *Journal of Fish Biology* **57**, 1172-1188.
- Rikardsen, A. H., Amundsen, P. A. og 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., Amundsen, P. A., Knudsen, R. og Sandring, S. (2006). Seasonal marine feeding and body condition of sea trout (*Salmo trutta*) at its northern distribution. *Ices Journal of Marine Science* **63**, 466-475.

- Rikardsen, A. H., Dempson, J. B., Bjørn, P. A., Finstad, B. og Jensen, A. J. (2007a). Temporal variability in marine feeding of sympatric Arctic charr and sea trout. *Journal of Fish Biology* **70**, 837-852.
- Rikardsen, A. H., Elliott, D. J. M., Dempson, J. B., Sturlaugsson, J. og Jensen, A. J. (2007b). The marine temperature and depth preferences of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and sea trout (*Salmo trutta*), as recorded by data storage tags. *Fisheries Oceanography* **16**, 436-447.
- Rikardsen, A. H. og Elliott, J. M. (2000). Variations in juvenile growth, energy allocation and life-history strategies of two populations of Arctic charr in North Norway. *Journal of Fish Biology* **56**, 328-346.
- Rikardsen, A. H., Haugland, M., Bjørn, P. A., Finstad, B., Knudsen, R., Dempson, J. B., Holst, J. C., Hvidsten, N. A. og Holm, M. (2004a). Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology* **64**, 1655-1679.
- Rikardsen, A. H., Svenning, M. A. og Klemetsen, A. (1997). The relationships between anadromy, sex ratio and parr growth of Arctic charr in a lake in North Norway. *Journal of Fish Biology* **51**, 447-461.
- Rikardsen, A. H., Thorpe, J. E. og Dempson, J. B. (2004b). Modelling the life-history variation of Arctic charr. *Ecology of Freshwater Fish* **13**, 305-311.
- Rikardsen, A. H. og Thorstad, E. B. (2006). External attachment of data storage tags increases probability of being recaptured in nets compared to internal tagging. *Journal of Fish Biology* **68**, 963-968.
- Serrano, I., Larsson, S. og Eriksson, L.-O. (2009). Migration performance of wild and hatchery sea trout (*Salmo trutta* L.) smolts-Implications for compensatory hatchery programs. *Fisheries Research* **99**, 210-215.
- Strand, R., Finstad, B., Lamberg, A. og 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.
- Svenning, M. A., Ed. (2000). *Anadrome fiskearter, sjørørøye*. Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø and forvaltning, Landbruksforlaget.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgard, R., Bjørn, P. A. og McKinley, R. S. (2004). Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Environmental Biology of Fishes* **71**, 305-311.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgard, R., Plantalech, N., Bjørn, P. A. og McKinley, R. S. (2007). Fjord migration and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts. *Hydrobiologia* **582**, 99-107.



Thorstad, E. B., Økland, F., Rowsell, D. og McKinley, R. S. (2000). A system for automatic recording of fish tagged with coded acoustic transmitters. *Fisheries Management and Ecology* **7**, 281-294.

Thyrel, M., Berglund, I., Larsson, S. og Naslund, I. (1999). Upper thermal limits for feeding and growth of 0+ Arctic charr. *Journal of Fish Biology* **55**, 199-210.

## 7. Vedlegg

Tabell III Totalt registrerte fisk for periodene for de forskjellige transektene

| Periode   | Ytre linje | Ytre linje | Midtre linje | Midtre linje | Indre linje | Indre linje |
|-----------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
|           | Røye       | Ørret      | Røye         | Ørret        | Røye        | Ørret       |
| Vår       | 1198       | 37         | 808          | 5911         | 127         | 55          |
| Sommer    | 1459       | 3714       | 81           | 6413         | 145         | 52          |
| Sensommer | 65         | 43         | 100          | 446          | 30          | 73          |