

UiT

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Fakultetet for biovitenskap, fiskeri og økonomi
Institutt for arktisk og marin biologi

Sesongmessig vandringsmønster til sjørøye og sjørret i to nordnorske elver

— en sammenligning mellom to arter i to elver

Kristoffer Porsvik Høyning

BIO-3950 Mastergradsoppgave i biologi

November 2014



Innholdsfortegnelse

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Sammendrag..... | 5 |
| 2 | Introduksjon | 7 |
| 3 | Materiale og metode..... | 10 |
| 3.1 | Studieområdet..... | 10 |
| 3.2 | Fangst-, merke- og peilemetode | 12 |
| 3.3 | Distansemålinger i begge elvene | 14 |
| 3.4 | Databehandling | 14 |
| 4 | Resultat..... | 15 |
| 4.1 | Oppholdstid i elv | 16 |
| 4.2 | Registreringer ved manuell peiling..... | 18 |
| 4.3 | Individuell vandringsadferd i elven..... | 21 |
| 4.4 | Generell vandringsadferd i elven..... | 26 |
| 5 | Diskusjon..... | 31 |
| 6 | Takk..... | 38 |
| 7 | Referanseliste | 39 |

Sammendrag

Sjørøye og sjørøret er anadrome fisker som vandrer mellom ferskvann og sjøvann. Det meste av kunnskapen om vandringsadferden på disse fiskene er gjort på bestander som har tilgang til innsjøer i ferskvannssystemet, i tillegg til at studiene ofte er relativt kortvarige undersøkelser som ikke strekker seg over et helt år. Kunnskapen om anadrome elvelevende bestander er til forskjell mangelfull, spesielt for langtidsstudier over et år. Hovedmålet med denne oppgaven var derfor å kartlegge vandringsmønster og områdebruk til både sjørøye og sjørøret i to elvelevende bestander gjennom ett år, henholdsvis i Skibotnelven og Signaldalselven i Troms i Nord-Norge. Fisken ble fanget i kilenot i sjøen og merket med radiosendere som ble operert inn i buken. Videre ble fisken peilet både manuelt og automatisk i begge elvene i perioden mai 2011 til august 2012. Totalt ble 61 av de 74 (82 %) merkede fiskene registrert i Skibotnelven eller Signaldalselven gjennom undersøkelsesperioden. Det ble funnet forskjeller i oppvandringstid mellom artene, hvor sjørøye vandret opp tidligere enn sjørøret i begge undersøkelseselvene. Det ble også påvist at fiskelengde hadde en effekt på både oppvandringstid og maks vandringsdistanse for sjørøye i Signaldalselven, der de største sjørøyene vandret både tidligst og lengst i elven. Denne sammenhengen ble ikke funnet hos sjørøret i Signaldalselven, og heller ikke hos noen av artene i Skibotnelven. Sjørøye og sjørøret fra både Signaldalselven og Skibotnelven vandret ut fra elvene og benyttet estuariet og/eller fjordsystemet under vinterstid. Den totale gjenfangstraten fra fiskere i elv og sjø var 16 % for fiskene i løpet av undersøkelsen, henholdsvis 17 % og 14 % av de merkede sjørøyene og sjørøretene. Data fra denne undersøkelsen kan bidra til bedre kunnskapsbasert forvaltning av rene elvelevende bestander, for eksempel i forhold fastsettelse av fisketider, fiskeområder og beskatning i elv og sjø. Samtidig vil undersøkelsene være relevante i forhold til kommende års rotenonbehandling i de to vassdragene for å bekjempe lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* hvor resultatene indikerer perioder hvor fisken er tilstede i vassdraget og dermed når behandlingen bør gjennomføres.

Introduksjon

Røye (*Salvelinus alpinus*) og ørret (*Salmo trutta*) fins både i stasjonær og anadrom form i Nord-Norge. Røye er en kaldtvannstilpasset art med en sirkumpolar utbredelse, og artens anadrome form (heretter kalt sjørøye) finnes i Norge kun fra 65°N og nordover. Ørret er spredt av mennesker til hele verden, men dens anadrome form (sjørørret) har en naturlig utbredelse fra Kvitsjøen i nordøst til grenseområdet mellom Spania og Portugal i sør (Klemetsen et al., 2003). Både sjørøye og sjørørret er iteropare arter, dvs. de kan gyte opptil flere ganger (Klemetsen et al., 2003). Sjørøye og sjørørret har gyteperiode i tidsrommet september til desember, og gytetidspunktet kan variere fra nord til sør og bestand til bestand (Klemetsen et al., 2003). Tidligere undersøkelser har vist at sjørøye normalt oppholder seg kortere tid i sjøen om sommeren (1-2 måneder) enn sjørørret (2-3 måneder) (Morris & Green, 2012).

Både sjørørret og sjørøye kan opptre anadromt der forutsetningene ligger til rette for dette (Klemetsen et al., 2003). Selv om muligheten for marin utvandring er tilstede, betyr ikke det at alle individene i bestanden nødvendigvis foretar næringsvandring til sjøen (Rikardsen & Elliott, 2000; Klemetsen et al., 2003). Det finnes minst to livshistoriestrategier (Rikardsen et al., 2004; Jonsson & Jonsson, 2011). Den ene mulige strategien er fullføring av hele livssyklusen i ferskvannshabitatet (ferskvannsstationær strategi). Den andre muligheten er anadromi, som innebærer at fisk bruker ferskvann til gyteområde og oppvekstområde og utnytter marine områder for næringstilgang for å få økt vekst (Jensen & Rikardsen, 2008). Anadromi er mest vanlig på nordlige breddegrader og årsaken til dette er at det marine habitatet normalt er mer produktivt enn ferskvannshabitatet på disse breddegradene, og det vil derfor lønne seg for enkelte fisker å vandre til sjøen, til tross for økt risiko for predasjon (Gross et al., 1988). I Nord-Norge er sjørøye og sjørørret normalt mellom 3-6 år i ferskvann før de foretar sin første næringsvandring til sjøen (Rikardsen et al., 2007). Før utvandringen til sjøen gjennomgår parren en fysiologisk prosess (smoltifisering) hvor den tilpasses til et marint miljø (Høgåsen, 1998). Fisken blir slankere, lengre og får en sølvfarget buk og en mørk rygg som gjør den bedre kamuflert i de åpne vannmasser i sjøen (Høgåsen, 1998). Den første fasen i en anadrom fisk sitt liv i sjøen regnes som en kritisk fase med høy dødelighet (Davidsen et al., 2009). For sjørøye og sjørørret er normal overlevelse 10-50 % første sommeren de er i sjøen, med en økning til 50-80 % for de påfølgende somrene de er i sjøen (Berg & Jonsson, 1990; Rikardsen, et al., 1997; Rikardsen, et al., 2004). Både sjørøye og sjørørret foretar normalt en til tre næringsvandring

før de blir kjønnsmodne rundt en alder på 6-9 år (Berg & Jonsson, 1990; Elliott, 1994; Rikardsen et al., 1997).

Tidligere undersøkelser har indikert at sjøørret og sjørøye i nordlige bestander oppholdt seg og overvintret i ferskvann (Klemetsen et al., 2003). Antagelsene om overvintringen i ferskvann var grunnet lave havtemperaturer og høy salinitet (Berg & Berg 1993). Det meste av de tidligere undersøkelsene på vandringsadferd til både sjøørret og sjørøye ble imidlertid gjort på bestander hvor fisken hadde tilgang til innsjøer i vassdraget (Berg & Berg, 1987; 1988; 1989; 1993; Kristoffersen et al., 1994; Rikardsen et al., 1997). Til sammenligning fins det betydelig færre undersøkelser av vandringsadferden til disse to artene i vassdrag hvor fisken ikke har tilgang til innsjøer, det vil si rene elvelevende bestander (Jensen & Rikardsen, 2008; 2012). Rikardsen (2004) og Rikardsen et al., (2006) fanget flere sjøørreter i sjøen om vinteren i to nordnorske fjorder og spekulerte i om disse stammet fra rene elvelevende sjøørretbestander. Dette ble senere støttet av Jensen og Rikardsen (2012) som fant at over 80 % av de merkede elvelevende sjøørreten og sjørøya fra Skibotnelven i Nord-Norge oppholdt seg i estuariet eller det marine habitatet i en kortere eller lengre periode også om vinteren.

Det har vært en reduksjon i sjøørretfangstene på Vestlandet og Trøndelag siden årtusenskiftet og en reduksjon i sjøørretfangstene i Nord-Norge siden 2002 (Jonsson et al., 2009; Anon., 2011). Sjørøyefangstene er også redusert uten at vi helt kan forklare hvorfor (Anon., 2011). Årsakene kan være mange og sammensatte, inkludert klimaendringer (Anon., 2011), økt tetthet av lakselus i norske fjorder (Anon., 2014), sykdommer (Anon., 2011) eller andre ukjente faktorer. Ved næringsopphold i sjøen søker sjørøye også gjerne til områder med en kjøligere temperatur enn sjøørret og klimaendringer i form av økt sjøtemperatur kan derfor påvirke sjørøye mer enn sjøørret (Jensen et al., 2014).

Undersøkelser på vandringsadferd for sjørøye og sjøørret er mangelfullt når det gjelder områdebruk i elv gjennom året. Tidligere undersøkelser av vandringsadferd i elv har vært begrenset til perioden fra gyting og fram til sommeren (Jensen & Rikardsen, 2008; 2012), mens man har svært begrenset informasjon om perioden fra sommeren og frem til og med gytningen. For å kunne gjennomføre en kunnskapsbasert forvaltning av sjørøye- og sjøørretbestander er det derfor viktig å inneha kunnskap om forskjellene mellom artene gjennom hele året. Dette inkludert områdevalg og vandringsmønster, og hvilke forskjeller det er mellom ulike vassdrag. Informasjon om dette kan for eksempel brukes i bestandsrettet forvaltning ved fastsettelse av

fisketider og beskatningstrykk. Med mulighet for å forutsi hvilke lokaliteter som benyttes av sjørøye og sjørørret gjennom året kan man også vurdere hvilke abiotiske og biotiske faktorer som påvirker sjørøye- og sjørørretbestander, og slik basiskunnskap kan også brukes til å vurdere ulike typer fysiske inngrep og tiltak i vassdrag. Fra et forvaltningsmessig ståsted bør derfor tidspunkt for oppvandring og utvandring til elvelevende bestander av de to artene kartlegges, helst for ulike vassdrag. Hovedmålet med denne oppgaven var derfor å kartlegge vandringsmønster og områdebruk til både sjørøye og sjørørret i to elvelevende bestander gjennom ett år, henholdsvis i Skibotnelven og Signaldalselven i Troms i Nord-Norge. Formålet med oppgaven var derfor å undersøke forskjellene og likhetene mellom artene i samme elv, samt gjøre en sammenligning mellom to ulike elver. Delmålene var å:

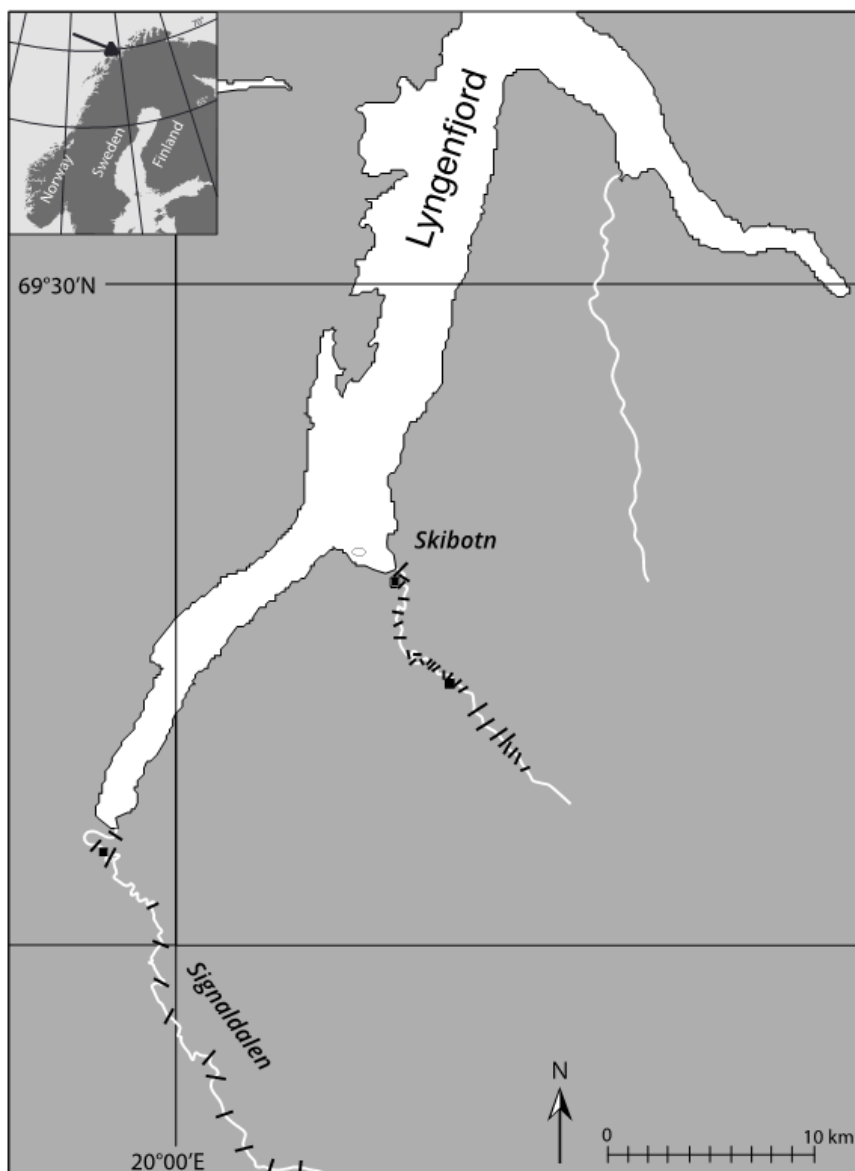
- Kartlegge beskatningsraten
- Studere sesongmessig vandringstidspunkt mellom sjø og elv og oppvandringsdistanse i elv for sjørøye og sjørørret
- Kartlegge om oppvandringstidspunkt og maks oppvandringsdistanse er relatert til fiskelengde
- Undersøke variasjoner i vandringsadferd mellom artene i samme elv og innad artene mellom Skibotn- og Signaldalselven

De to undersøkelseselvene innehar lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* (Malmberg 1957), som medfører stor dødelighet hos laks (*Salmo salar* L). Det mest brukte virkemidlet for å bli kvitt parasitten er og behandle infiserte vassdrag med plantegiften rotenon. En slik rotenonbehandling er planlagt i både Skibotnelven og Signaldalselven i 2015 og 2016. Behandlingen er planlagt gjennomført på bakgrunn av kunnskap om vandringsmønster og områdebruk til fiskene. Kunnskapen som kommer fra undersøkelser som denne er derfor høyst aktuell med tanke på gjennomføringen av behandlingen.

1 Materiale og metode

1.1 Studieområdet

Undersøkelsen ble gjennomført i Skibotnelven og Signaldalselven i indre deler av Lyngenfjorden i Nord-Troms. Lyngenfjorden er en smal og lang fjord som strekker seg 85 km innover i landet. Den indre delen av fjorden som omfatter undersøkelsesområdet er 2-3 km ved det bredeste. Det munner ut tre elver av medium norsk størrelse, samt flere bekker med anadrom fisk i fjorden (Figur 1).



Figur 1. Kart over Lyngenfjorden, inkludert studiets to elver Skibotnelven og Signaldalselven med oppmerket soneoppdeling, plasseringen til de stasjonære radiologgerne (■) og plasseringen til kilenoten (○) som ble brukt under fangsten.

Skibotnelven munner ut ved Skibotn (69° 22' N, 20° 16' E, Fig. 1), og har et nedbørsfelt på 784 km² og en gjennomsnittlig vannføring på 22 m³/s. Anadrom fisk kan vandre 20 km oppstrøms til Hengen, der videre vandring blir forhindret av en foss. Elven er påvirket av tidevann 1,8 km oppstrøms fra elvemunningen, og de nederste 2 km har fint bunnssubstrat som gjør strekningen uegnet som gyteområde for laksefisk. Elven ovenfor den beskrevne strekningen har enkelte grunne områder med substrat bestående av elvegrus og nevestore stener som gir egnede gyteområder. Samtidig har elven også dypere kulper egnet for overvintring. Skibotneleva har vært regulert for vannkraftproduksjon siden 1980. Utløpet fra kraftstasjonen munner ut 11 km oppstrøms fra elvemunningen. Vannkraftverket henter vann i rør fra fjellvatn lokalisert ovenfor den anadrome strekningen. Dette medfører at elven ovenfor vannkraftverket får redusert vannføring. Kraftproduksjonen leder til store fluktasjoner i vannføringen nedenfor kraftstasjonen avhengig av tappesyklusen til kraftverket (Audun Rikardsen, pers. med.). Vannkraftproduksjonen påvirker også vanntemperaturen nedenfor kraftstasjonen. På vinterstid slippes vann med høyere temperatur (0,5-2 °C) enn vannet ovenfor kraftstasjonen (0 °C) (Jensen & Rikardsen, 2012). Dette medfører at deler av elven nedenfor kraftstasjonen er isfri gjennom store deler av vinteren.

Signaldalselven munner ut i Signaldalen innerst i Lyngenfjorden (69° 15' N 19° 55' E, Fig 1), og har en årlig middelvannføring på 16 m³/s og et nedbørsfelt på 441 km². Anadrom fisk kan vandre 30 km oppstrøms i elven hvor en foss hindrer videre vandring. Elven er påvirket av tidevann 4 km oppstrøms fra elvemunningen og har i denne delen fint bunnssubstrat som gjør området lite egnet til gyting. Videre oppstrøms har elven flere områder som er egnet for gyting og dypere kulper egnet for overvintring.

Sent på 1970-tallet ble Skibotnelven infisert med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* via en smolttransport fra Sverige. Skibotnelven har blitt behandlet med rotenon to ganger tidligere (1988, 1995) for å bli kvitt parasitten, som regnes som en av de største truslene mot norsk villaks (Anon., 2014), uten at behandlingene har vært vellykket. Etter disse behandlingene døde mesteparten av både de anadrome og stasjonære bestandene av røye og ørret. Skibotneleva har nå i all hovedsak anadrome bestander av røye og ørret. Det er også dokumentert at det finnes hybrider mellom laks og sjøørret i vassdraget (Johnsen, 2006). Signaldalselven fikk påvist infeksjon av *G. salaris* i 2000, noe som har medført en drastisk nedgang i elvens laksebestand og at elven nå er dominert av anadrome bestander av ørret og røye. Begge disse elvene

planlegges å rotononbehandles igjen i august 2015 og påfølgende år gjennom en storstilt og betydelig mer grundig aksjon enn tidligere, med mål å endelig bli kvitt parasitten.

1.2 Fangst-, merke- og peilemetode

Fiskene ble fanget i kilenot utenfor munningen til Skibotnelven og merket med radiomerker og senere peilet i både Skibotn- og Signaldalselven både manuelt og automatisk gjennom et år.

Totalt ble det fanget og merket 46 sjørøyer og 28 sjørørreter. Kilenoten ble satt i havet 800 meter sør for munningsområdet til Skibotnelven og fisket i perioden 15.05.11 til 26.06.11 (Bilde 2). Kilenota ble røktet morgen og kveld, og fangsten ble oppbevart i en merd nært nota inntil merking. Både noten og merden hadde en maskevidde på 30 mm, som gjorde at man kunne fange fisk ned til 25 cm. Fiskene ble oppbevart i merden fra noen timer til to uker. I tillegg ble en sjørørret og en sjørøye fanget i garn (maskevidde på 40 mm) 400 meter vest for kilenota.



Bilde 1. Røkting av kilenot utenfor elvemunningen til Skibotnelven. Foto. Audun Rikardsen.

Fiskene ble merket med radiomerker fra ATS (Advanced Telemetry System Inc., ATS, Isanti, USA, www.atstrack.com). Tre typer merker ble brukt avhengig av fiskens størrelse, F1580

(pulsrate 30 ppm, pulsbredde 20 ms, vekt 3,6 gram og estimert batteritid 340 dager), F1835 (pulsrate 55 ppm, pulsbredde 20 ms, vekt 14 gram og estimert batteritid 502 dager) og F1820 (pulsrate 55 ppm, pulsbredde 20 ms, vekt 8 gram og estimert batteritid 202 dager). De minste fiskene ble merket med de minste radiomerkene. En unik kombinasjon av frekvens og pulsrate tillatte identifikasjon av individuelle fisk. Radiosignalene var i frekvensområdet 142.000 til 142.500 MHz.

Før merkingen ble fiskene bedøvd ved bruk av 2-Phenoxy-ethanol (EEC No 204 589-7, Sigma-Aldrich, Sveits, 2-3 min., 0,5 ml per liter vann). Under merkeprosedyren ble det foretatt et kirurgisk innsnitt i buken mellom gattfinnen og bukfinnen ved bruk av en skalpell. Merket ble ført inn i buken på fisken. Ved bruk av en trokar ble det laget et lite hull i bukveggen på motsatt side av operasjonssåret hvor merkets radiosender ble ført ut, dette for at merkets radioantenne ikke skulle forårsake ekstra irritasjon i det kirurgiske snittet. Såret ble sydd igjen med flettet sutur (Eticon 2-0 eller 3-0). Etter merkingen ble fiskens lengde (gaffellengde) målt til nærmeste millimeter og fisken veid til nærmeste gram. Fiskene ble også forsøkt kjønnsbestemt basert på subjektive kriterier. Dette viste seg vanskelig å gjennomføre i praksis, siden mye av fisken trolig var umoden, samt at sikker kjønnsbestemmelse er vanskelig i sommerperioden. Gjennomsnittlig bedøvelsestid var 130 sekunder, merketiden 216 sekunder og oppvåkningstiden 266 sekunder.

Radiosignalet fra de merkede fiskene ble registrert på automatiske loggestasjoner (R4500SD Standard Receiver-Datalogger, ATS) i tillegg til manuell peiling langs etter elvebredden gjennom undersøkelsesperioden. Signaldalselven hadde en automatisk loggestasjon montert 4,6 km oppstrøms fra elvemunningen, mens Skibotnelven hadde to loggestasjoner montert 1,8 og 11 km oppstrøms fra elvemunningen (Fig. 1). Loggestasjonene lagret identitet, dato og klokkeslett når radiomerkede fisker var innenfor rekkevidden av loggeren (300-1000 m). Den manuelle peilingen med manuelle radiomottakere (R410 Scanning Receiver, ATS) ble gjennomført ukentlig gjennom sommer og høst og en gang i måneden gjennom vinteren frem til og med påfølgende sommer. Elvene ble delt opp i soner med sonelengde på 300-2000 meter, og merket fisk ble posisjonsbestemt til sone. Den manuelle peilingen ble utført fra bil og/eller til fots. Fiskene viste stor individuell forskjell i oppholdstid og utvandringstid i og fra elvene, og ble derfor delt opp i to grupper. Den ene gruppen omfatter all fisk som vandret ut av elven (senere omtalt som utvandrende). Definisjonen på utvandring er at fiskene ble registrert på den

nederste loggestasjonen i elven og ikke registrert etter det. Den andre gruppen blir omtalt som resterende fisk og omfatter fisk som enten bare ble registrert over veldig korte perioder i elven i løpet av undersøkelsesperioden, signalene forsvant uten at de ble registrert ved den nederste loggestasjonen eller de ble stående i elven gjennom hele undersøkelsesperioden.

1.3 Distansemålinger i begge elvene

Måling av distansen fiskene vandret i vassdragene ble gjort ved hjelp av en kartdatabase (<http://www.freemaptools.com/measure-distance.htm>). Nullpunktet ble satt fra munningen og avstanden målt langs midtpunktet oppover elvene frem til oppgangshinder for anadrom fisk.

1.4 Databehandling

Data fra de automatiske loggestasjonene ble jevnlig nedlastet for å unngå tap av data, og filene ble lagret på pc som kommaseparerte filer. Disse ble konfigurert til bruk i Excel. Informasjonen fra hver lokalitet ble nøye gjennomgått for å filtrere ut støy for sikker bestemmelse av hvilke fisk som oppholdt seg innenfor loggernes rekkevidde og til hvilken tid. Under filtreringen ble noen fiskeregistreringer ekskludert grunnet radiostøy i undersøkelsesområdet. Resterende fisk ble lagret i et oppsummeringsark i Excel, der de ble slått sammen med registreringene fra den manuelle peilingen. I tilfeller der resultatet fra manuell og automatisk peiling ikke overensstemte innenfor den manuelle peileperioden, ble resultatet fra den manuelle peilingen brukt i databehandlingen. Dette skyldes ofte at den automatiske lyttestasjonen er mindre områdespesifikk og registrerer fisk over et større område. De manuelle peilingene er derimot normalt mer nøyaktig i og med at fisken kan krysspeiles. Informasjon fra oppsummeringsarket ble ekstrahert ut som grunnlag for nye dataark som ble tilpasset til bruk i SYSTAT 13 og R. Produksjon av individuelle grafer ble gjort i SYSTAT 13 og lineær regresjon, T-tester og Kolmogorov-Smirnov tester i R. Data som ble innsamlet ble brukt under analysing av oppvandringstider, oppholdstid i elv, samt nedvandringstider for hver art og elv. Slik kunne datasettet sammenlignes mellom artene innad i elvesystemet og mellom elvene. Resultatene fra sjørret kunne ikke sammenlignes mellom vassdragene grunnet for få merkede individer tilhørende Skibotnelven.

2 Resultat

Totalt 61 av de 74 (82 %) merkede fiskene ble registrert i Skibotnelven eller Signaldalselven. Av disse 61 fiskene var 39 sjørøyer og 22 sjørørreter, fordelt på 16 sjørøyer og seks sjørørreter til Skibotnelven, og 23 sjørøyer og 16 sjørørreter til Signaldalselven. Fiskene som vandret til Skibotnelven hadde lengre gjennomsnittlig kroppslengde enn fiskene som vandret opp i Signaldalselven, og forskjellen var statistisk signifikant for sjørøyene men ikke for sjørørretene (T-tester; sjørøye, $P = 0,026$, sjørørret $P = 0,624$) (Tabell 1).

Tabell 1. Antall sjørøyer og sjørørreter, gjennomsnittlig kroppslengde og vekt (\pm standardavvik) og antall gjenfangster for alle merkede fisk (totalt) og for de som vandret opp i Skibotnelven (Ski) og Signaldalselven (Sig).

| | Sjørøye | Sjørørret | Sjørøye (Ski) | Sjørørret (Ski) | Sjørøye (Sig) | Sjørørret (Sig) |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Antall | 46 | 28 | 16 | 6 | 23 | 16 |
| Vekt | 600 g (± 241) | 759 g (± 513) | 706 g (± 288) | 941 g (± 647) | 550 g (± 190) | 737 g (± 509) |
| Lengde | 38,6 cm (± 52) | 40,5 cm (± 77) | 40,5 cm (± 60) | 42,5 cm (± 82) | 37,3 cm (± 39) | 41,3 cm (± 79) |
| Gjenfangst | 8 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 |

Totalt ble åtte av de 46 (17%) merkede sjørøyene og fire av de 28 (14 %) merkede sjørørretene registrert gjenfanget av fiskere i sjøen eller elven etter merking, noe som gir en samlet gjenfangst på 16 % for all merket fisk gjennom undersøkelsesperioden. Fiskene ble gjenfanget i perioden 17. juli 2011 – 23. august 2012 (Tabell 2). Av disse fiskene ble 10 gjenfanget i elv, hvorav åtte ble fanget i Skibotnelven eller Signaldalselven, fem fisk innenfor fiskesesongen 2011 og tre av disse ble fanget innen 11 dager etter førstegangsregistrering i elv. Under elvefiskesesongen 2011 ble to fisk fanget i Skibotnelven og tre fisk fanget i Signaldalselven, som ga en beskatningsrate på henholdsvis 9 og 8 %.

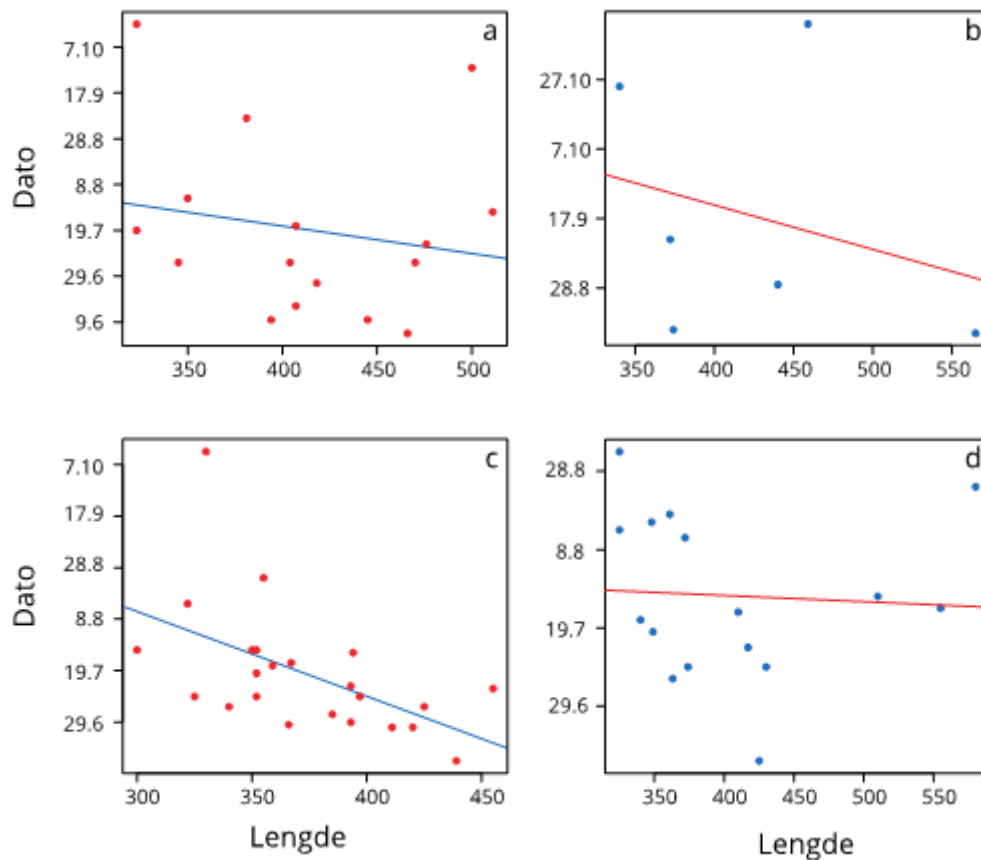
Tabell 2. Oversikt over gjenfangster av merket fisk rapportert fra fiskere i elv og sjø. Vekt og lengde er oppgitt fra tidspunktet fisken er gjenfanget. – indikerer at disse opplysningen ikke er gitt.

| Fisk nr. | Fangststed | Dato | Art | Vekt (g) | Lengde (cm) | Redskap |
|----------|-----------------|----------------|-----------|----------|-------------|---------|
| 142464 | Skibotnelven | 17.07.2011 | Sjørøye | 750 | - | Flue |
| 142045 | Reisaelva | 19.07.2011 | Sjørøye | - | - | Flue |
| 142171 | Kitdalselva | 20.07.2011 | Sjørøye | - | 51 | - |
| 142104 | Signaldalselven | 20.07.2011 | Sjørøye | 500 | - | Flue |
| 142421 | Signaldalselven | 23.08.2011 | Sjørøye | 800 | 40 | - |
| 142232 | Sjø | Før 28.08.2011 | Sjørøye | 750 | - | Sluk |
| 142121 | Skibotnelven | 23.07.2012 | Sjørøye | - | - | - |
| 142203 | Skibotnelven | 28.07.2012 | Sjørøye | - | - | - |
| 142051 | Signaldalselven | 20.08.2011 | Sjørørret | 730 | 41,5 | - |
| 142433 | Skibotnelven | Før 06.10.2011 | Sjørørret | - | - | - |
| 142411 | Skibotnelven | 27.07.2012 | Sjørørret | - | - | - |
| 142381 | Sjø | 07.08.2012 | Sjørørret | - | - | - |

2.1 Oppholdstid i elv

I gjennomsnitt oppholdt sjørøyene og sjørørretene seg henholdsvis 46 (variasjonsbredde 2–138, SD \pm 38,9) og 106 (variasjonsbredde 68–160, SD \pm 42,4) dager i sjøen etter merking før de ble registrert i Skibotnelven, mens tilfellet for Signaldalselven var henholdsvis 35 (variasjonsbredde 3–126, SD \pm 28,1) og 49 dager (variasjonsbredde 14–86, SD \pm 42,4). Median oppvandringsdato for sjørøyene var 9. juli i Skibotnelven (variasjonsbredde 4. jun.–17. okt.) og 12. juli i Signaldalselven (variasjonsbredde 14. jun.–12. okt.). Median oppvandringsdato for sjørørretene var 5. september i Skibotnelven (variasjonsbredde 15. aug.–11. nov.) og 24. juli i Signaldalselven (variasjonsbredde 15. jun.–2. sep.). Sjørøyene vandret opp tidligere enn sjørørretene i begge elvene. Forskjellen i oppvandringsdatoene mellom artene var statistisk signifikant for Skibotnelven (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0.81$, $P = 0,006$), men ikke for Signaldalselven (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,32$, $P = 0.30$). Sjørøyene fra Signaldalselven viser at fiskelengde korrelerte med oppvandringstidspunktet ved at de lengste fiskene vandret opp først (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,28$, $P = 0,009$). For sjørøyene (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,034$, $P = 0,50$) og sjørørretene (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,077$, $P = 0,59$) i Skibotnelven samt sjørørretene (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,004$, $P = 0,83$) i

Signaldalselven viste regresjonstestene at fiskelengde ikke hadde noen sammenheng med oppvandringstidspunktet (Fig. 2).



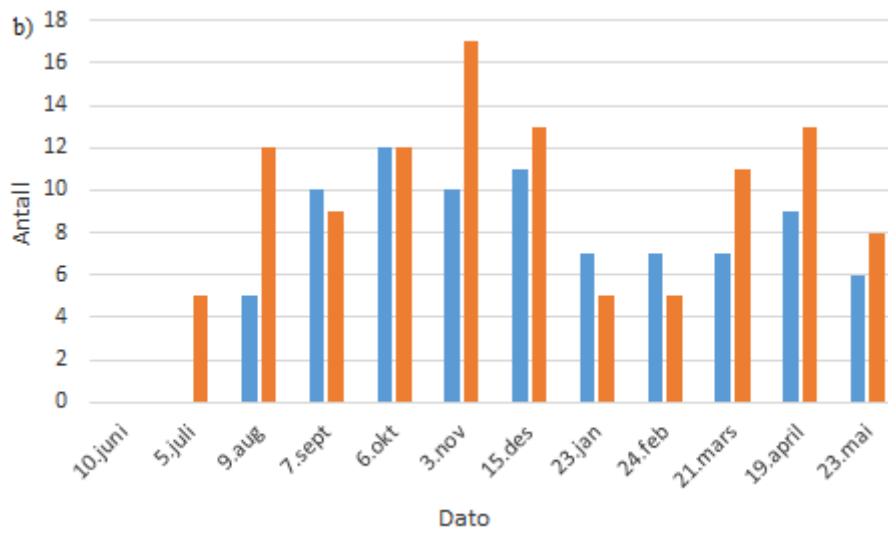
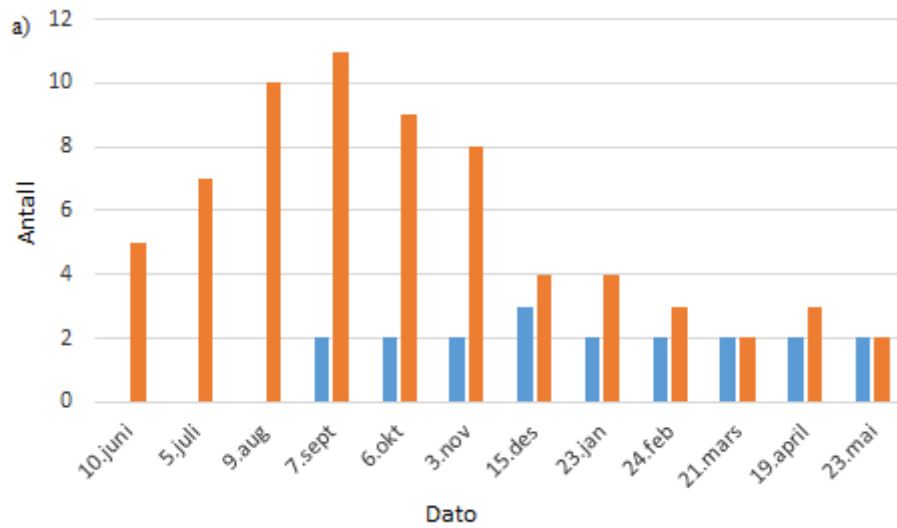
Figur 2. Førstegangsregistrering i elven til sjørøye (a) og sjørørret (b) fra Skibotnelven og Signaldalselven (c og d). X-aksen representerer fiskens gaffellengde ved merking. Y-aksen representerer når fisken ble registrert i elven i julianske dager. Hver røde (sjørøye) eller blå (sjørørret) prikk symboliserer en fisk. Den blå og den røde linjen er en lineær regresjons linje i forhold til registrering og fiskens lengde (mm).

Gjennomsnittlig ferskvannsopphold for sjørøyene (utvandrende fisk) i Skibotnelven varte 160 dager (variasjonsbredde 46–289, $SD \pm 80$) med en median utvandningsdato i Skibotnelven 4. desember. Bare en sjørørret i Skibotnelven ble klassifisert som utvandrende, og vandret ut 25. mai. I Signaldalselven varte ferskvannsoppholdet for utvandrende fisk i gjennomsnitt 234 (variasjonsbredde 100–341, $SD \pm 96$) og 260 (variasjonsbredde 123–345, $SD \pm 71$) dager med en median utvandningsdato på 29. februar og 23. mai for henholdsvis sjørøye og sjørørret. Det var ingen forskjell i tidspunktet for utvandring mellom de to artene i Signaldalselven (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,43$, $P = 0,41$). Det var ingen forskjell i oppvandringstidspunktet (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,26$, $P = 0,50$), oppholdstid i elv for

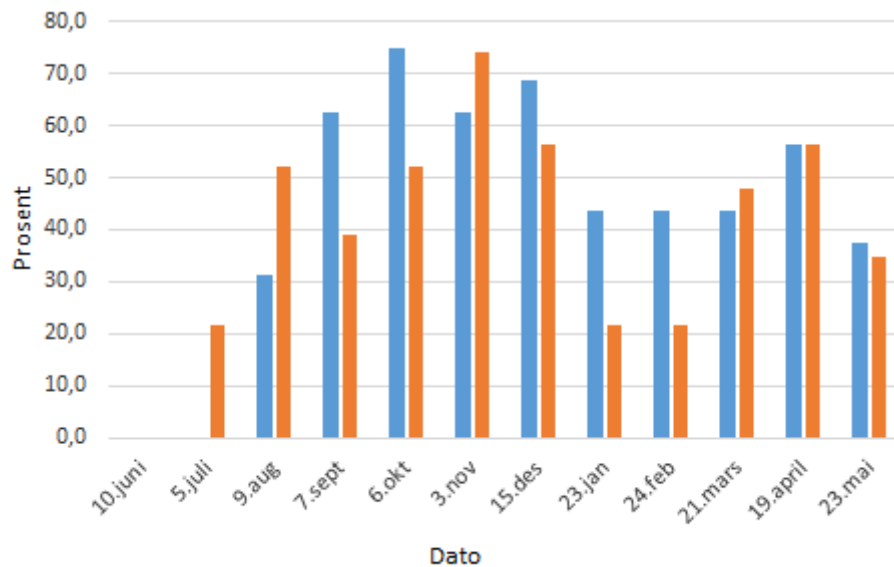
utvandrende fisk (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,43$, $P = 0,41$) eller utvandringstidspunktet (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,54$, $P = 0,16$) mellom sjørøyene fra Skibotn- og Signaldalselven.

2.2 Registeringer ved manuell peiling

Antall fisk registrert i Skibotnelven varierte gjennom sesongen hvor antall sjørøyer økte gjennom sommer og høst frem til september, og minket så gjennom vinteren frem til våren (Fig. 3). Det var imidlertid ingen klar trend hos sjørørretene registrert i Skibotnelven gjennom sesongen. Antallet merkede sjørøye og sjørørret registrert i Signaldalselven økte gjennom sommer og høst frem til henholdsvis november og oktober. Antallet sjørøye minket utover vinteren og fikk en oppgang på våren, mens sjørørret viste et relativt jevnt antall gjennom vinteren og våren (Fig. 3). Sammenlignet med sjørøye hadde sjørørret en høyere prosentandel fiskeregistreringer i januar og februar (43 % mot 21 % av det totale antallet fisk registrert i elvene) (Fig. 4).

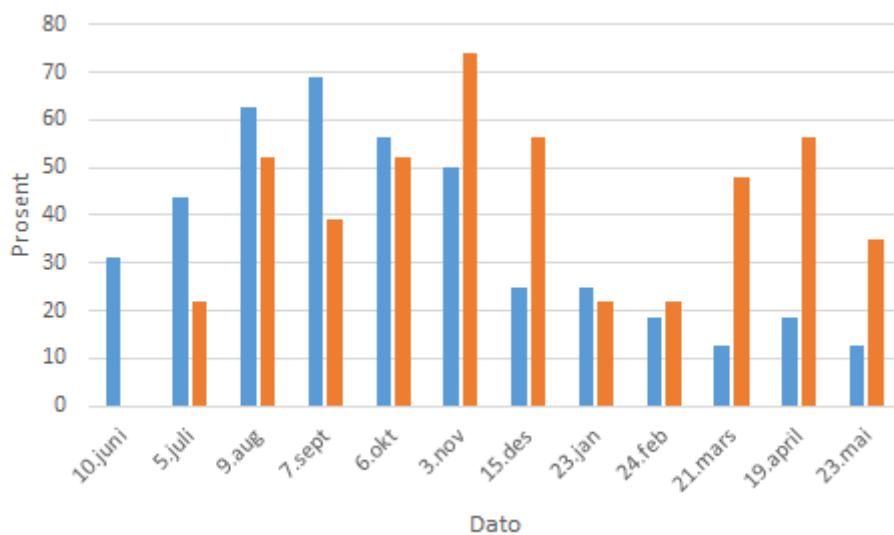


Figur 3. Antall fisk i Skibotnelven (a) og Signaldalselven (b) gjennom et år. Røde stolper representerer sjørøye, mens blå representerer sjørørret. X-aksen viser peiledatoer (én peiledato per måned er inkludert i grafen). Y-aksen viser antall fisk i elven.



Figur 4. Andel fisk i Signaldalselven gjennom et år. Røde stolper representerer sjørøye, mens blå representerer sjørørret. X-aksen viser peiledatoer (én peiledato per måned er inkludert i grafen). Y-aksen viser prosenter av alle fisk registrert i elven i løpet av undersøkelsen.

Frem til og med oktober hadde Skibotnelven en større andel (%) av det totale antallet registrerte sjørøyer enn tilfellet for Signaldalselven, og motsatt fra november med unntak av januar hvor det var en litt høyere prosentandel sjørøye i Skibotnelven enn Signaldalselven (Fig. 5).



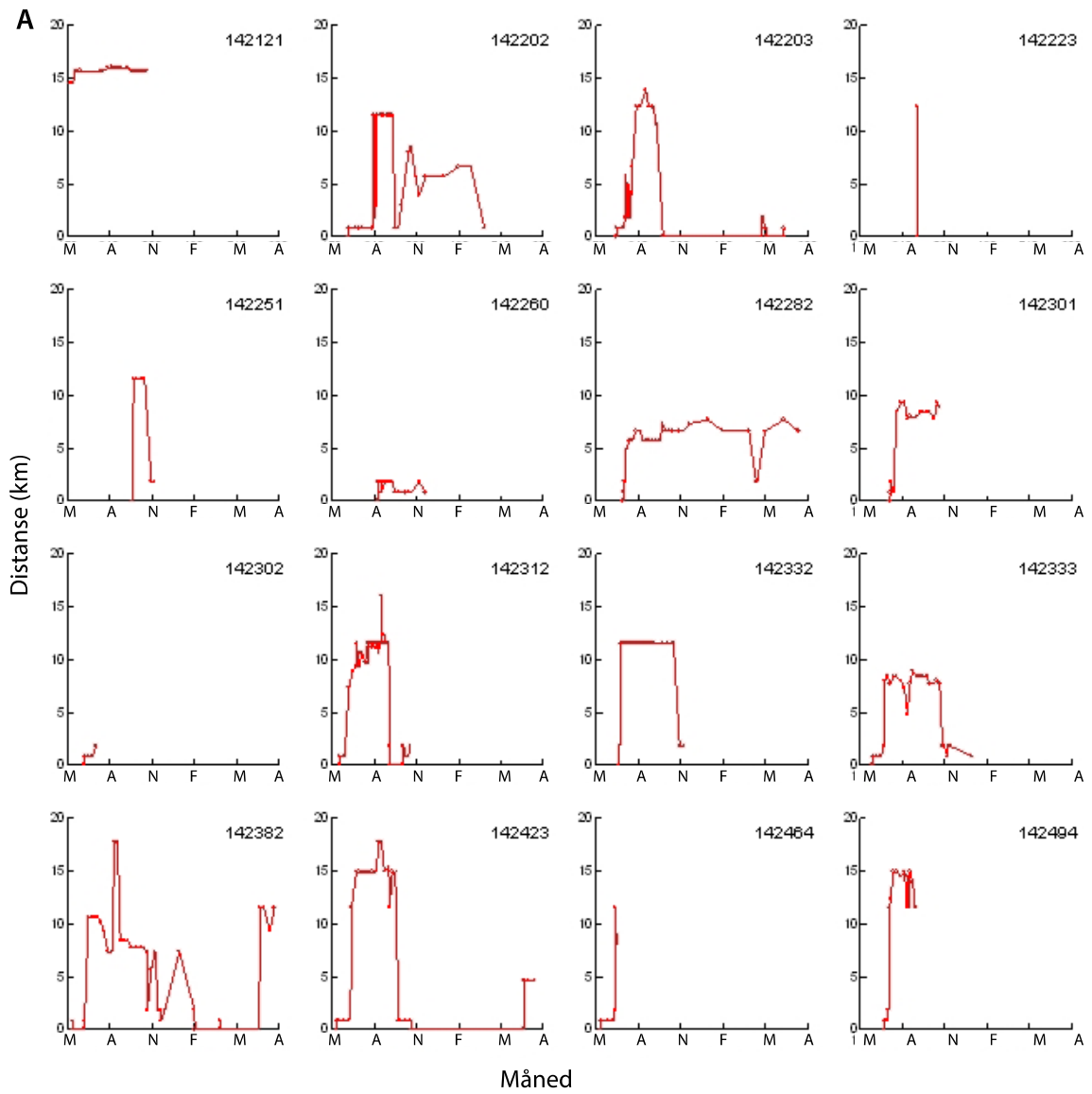
Figur 5. Andel sjørøye i Skibotnelven og Signaldalselven gjennom et år. Blå stolper representerer sjørøye fra Skibotnelven, røde stolper representerer sjørøye fra Signaldalselven. X-aksen viser peiledatoer (én peiledato per måned er inkludert i grafen). Y-aksen viser prosenter av alle fisk registrert i elv i forbindelse med undersøkelsen.

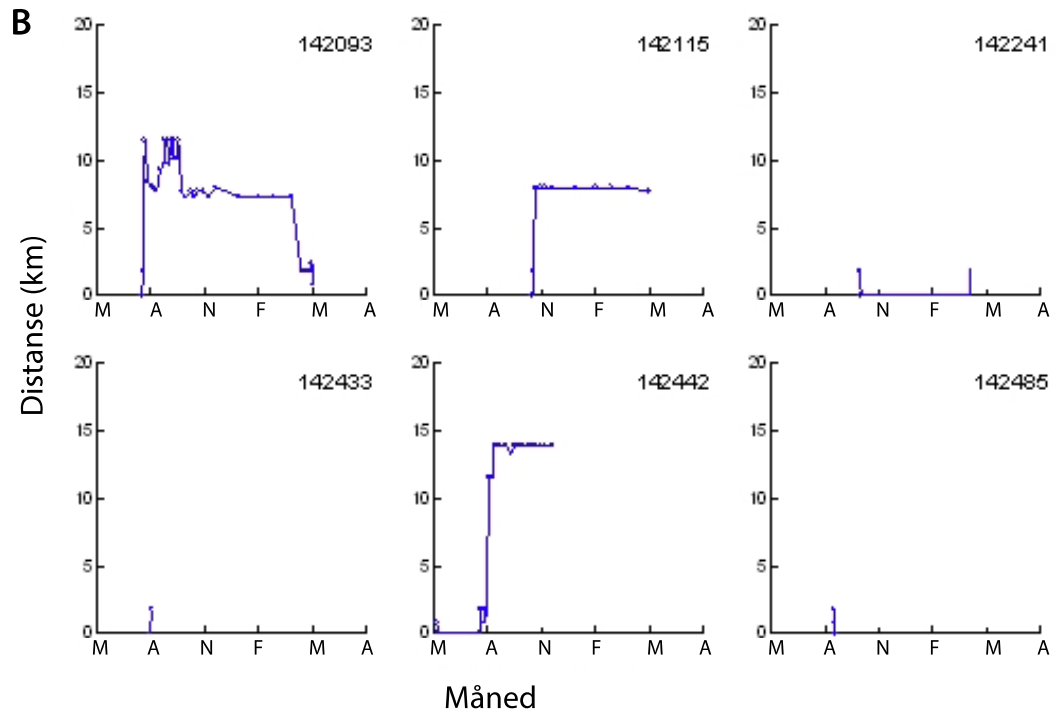
2.3 Individuell vandringsadferd i elven

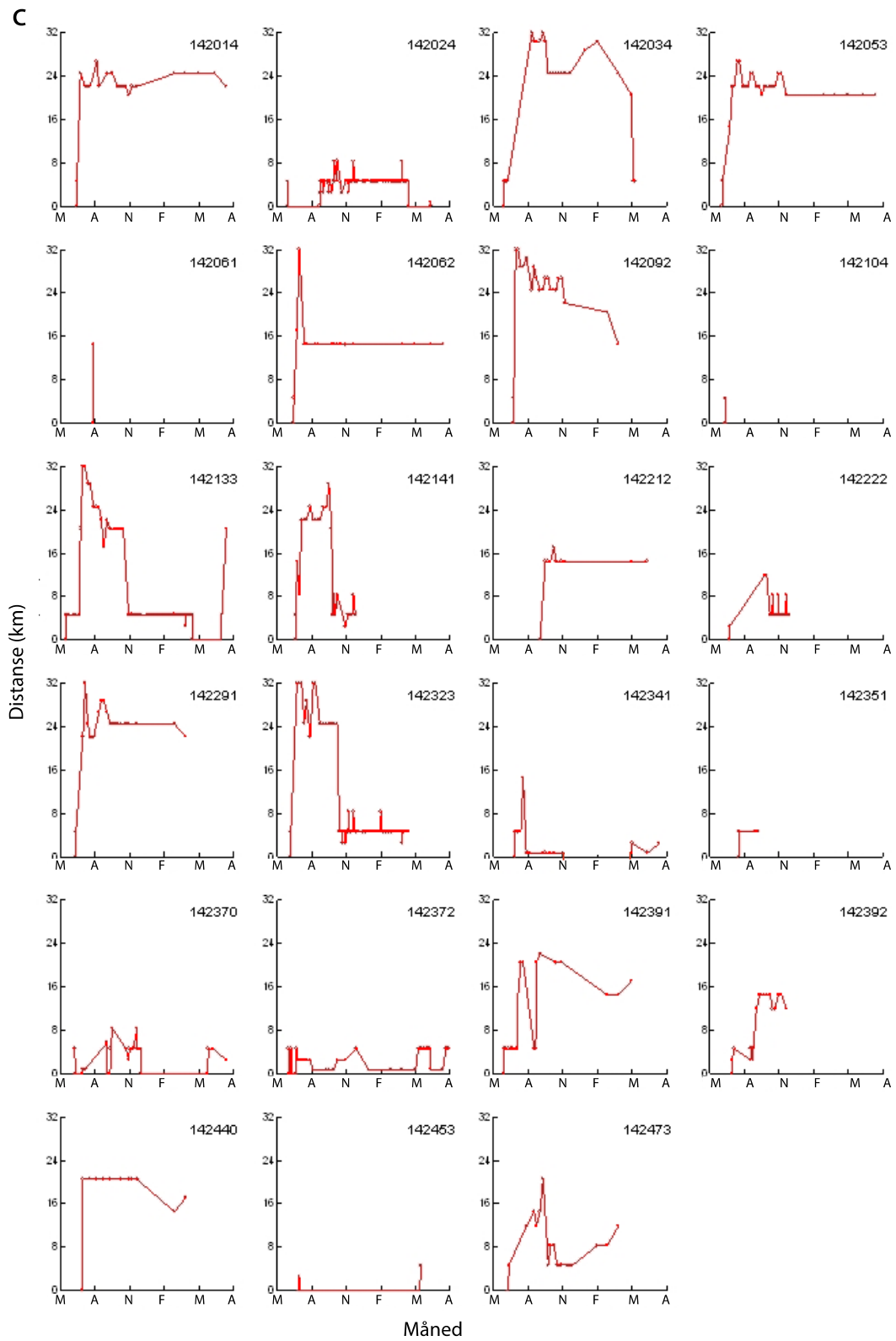
Det var stor individuell variasjon med tanke på opphold i elv hos sjørøyene og sjørretene (Fig. 6, a-d). Enkelte individer beveget seg direkte oppstrøms (f.eks. 142115, Fig. 6b) mens andre individer hadde en venteperiode i nedre del av elven før oppvandring (f.eks. 142202, Fig. 6a).

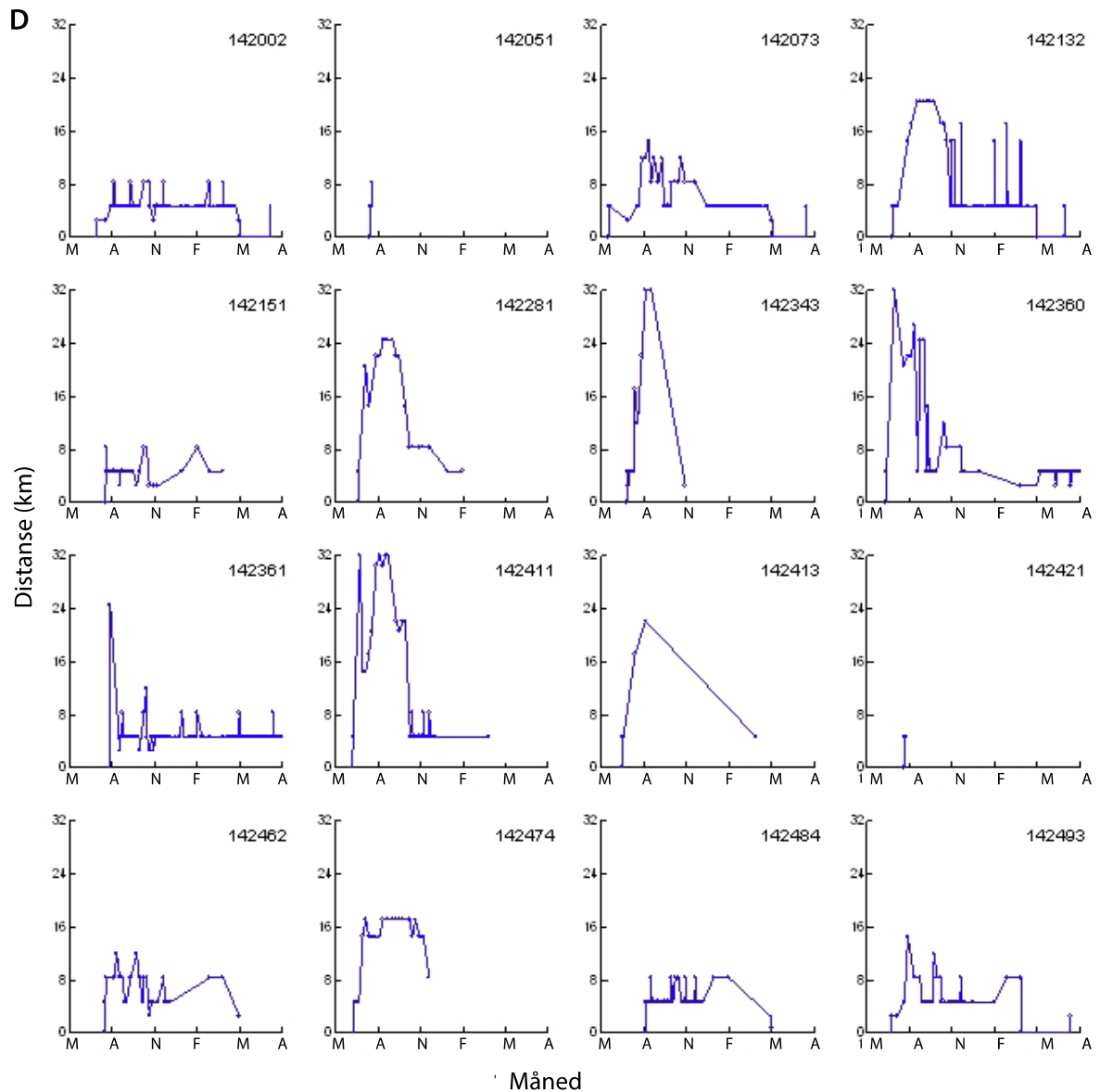
Totalt var det ni sjørøyer som hadde en venteperioder på mer enn 10 dager nederst i Skibotnelven før videre oppvandring (f.eks. 142423, Fig. 6a), mens fem av dem hadde rask oppvandring (f.eks. 142333, Fig. 6a). De resterende to (142260 og 142302, Fig. 6a) oppholdt seg enten i nedre del av elven, eller ble bare registrert over en kort periode. Ingen av sjørretene hadde venteperioder nederst i elven, slik at alle hadde en rask oppvandring.

I Signaldalselven hadde fem sjørøyer en venteperioder på mer enn 10 dager nederst i elven før videre oppvandring (f.eks. 142391, Fig. 6c), mens 10 av sjørøyene hadde rask oppvandring (f.eks. 142014, Fig. 6c). De resterende åtte sjørøyene oppholdt seg bare i nedre del av vassdraget, ble gjenfanget under oppvandringen eller ble bare registrert en kort periode i elven. Syv sjørreter hadde en venteperiode i nedre del av elven (f.eks. 142002, Fig. 6a) og fem sjørreter viste en rask oppvandring (f.eks. 142411, Fig. 6d). De resterende sjørretene ble gjenfanget (f.eks. 142051, Tabell. 2) eller oppholdt seg bare i nedre del av Signaldalselven.







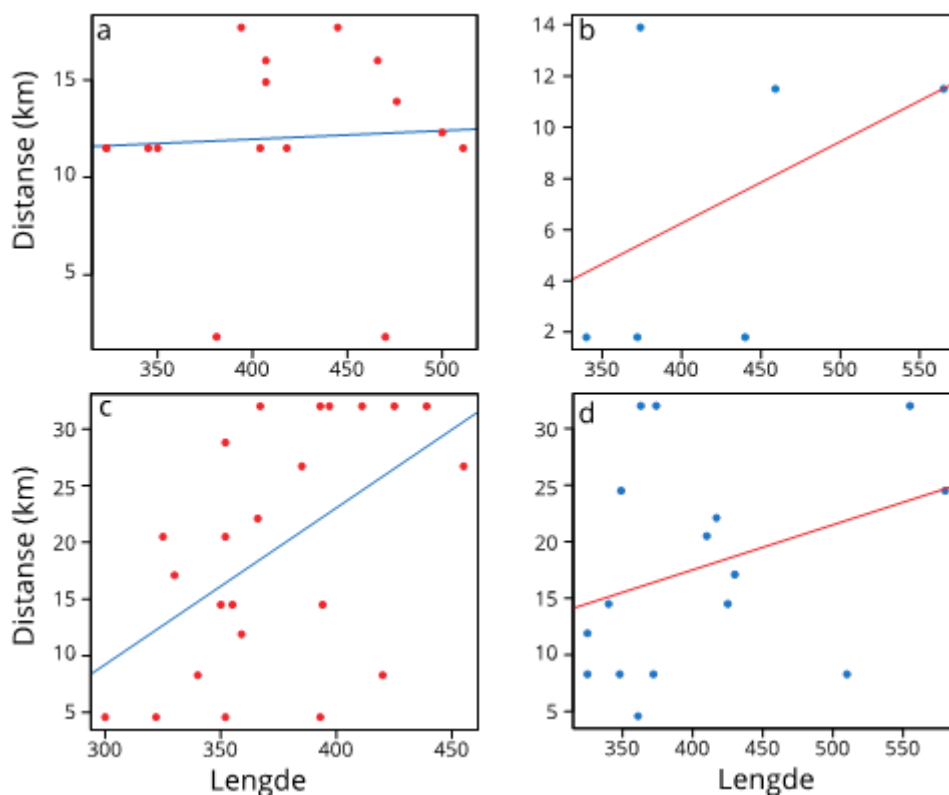


Figur 6. Vandringsmønsteret til individer av sjørøye (a og c) og sjørret (b og d) fra Skibotnelven (a og b) og Signaldalselven (c og d), hvor y-aksen viser antall kilometer opp i vassdraget fra elvemunningen, mens x-aksen viser månedene (M= mai, A=august, N=november, F=februar, M=mai og A=august). Tallene i figuren indikerer merkenummer til hver enkel fisk.

2.4 Generell vandringsadferd i elven

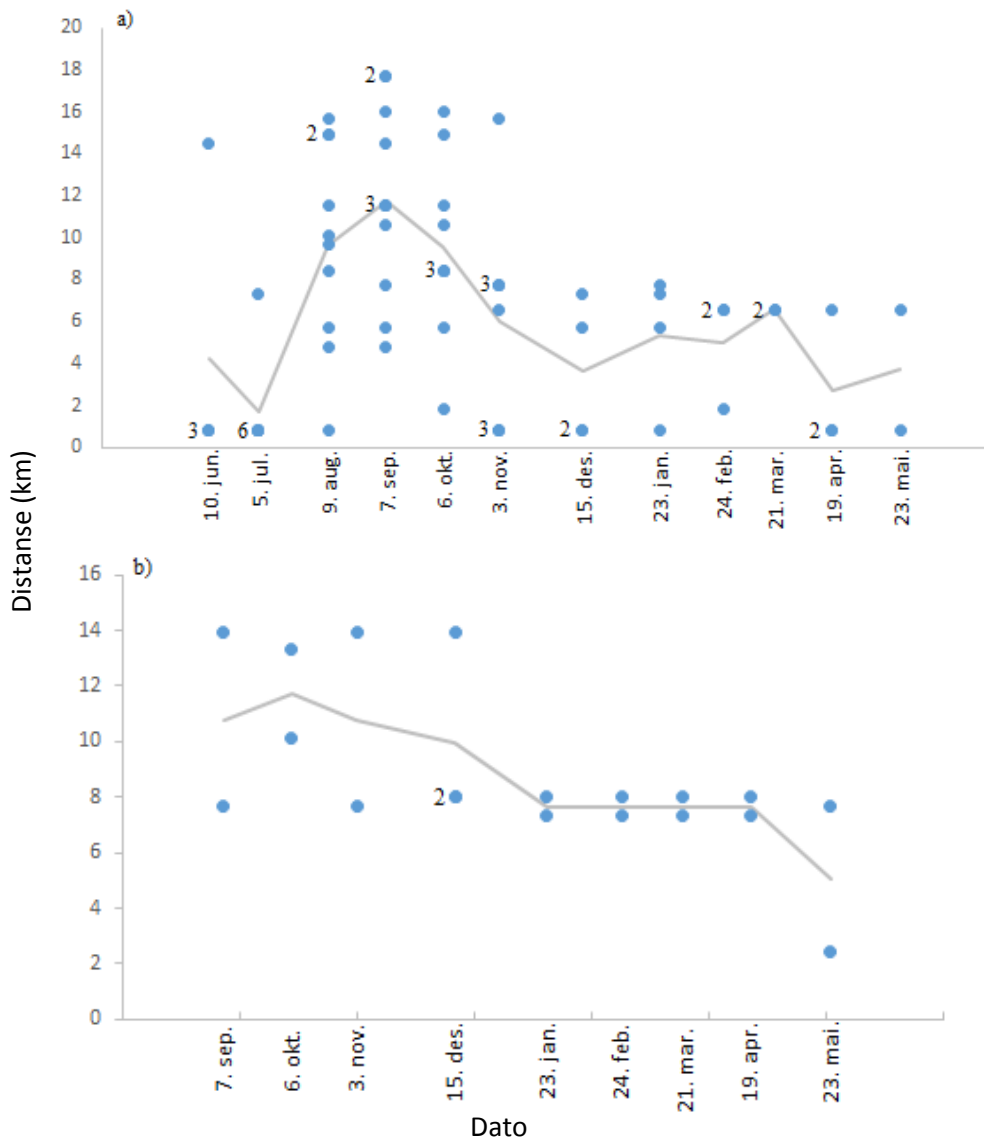
Det var ingen forskjell i maksimum oppvandringsdistanse (den distansen hvor fisken var registrert høyest i vassdraget) mellom sjørøyene og sjøørretene i Skibotnelven (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,37$, $P = 0,57$) eller Signaldalselven (Kolmogorov-Smirnov test, $D = 0,2$, $P = 0,83$). Gjennomsnittlig maksimum oppvandringsdistanse i Skibotnelven var 12,0 km for sjørøye (variasjonsbredde 1,8–17,7, $SD \pm 4,6$) og 7,1 km for sjøørret (variasjonsbredde 1,8–13,9, $SD \pm 5,8$). For Signaldalselven var gjennomsnittlig maksimum oppvandringsdistanse 19,3 km for sjørøyene (variasjonsbredde 4,6–32, $SD \pm 10,5$) og 17,7 km for sjøørretene (variasjonsbredde 4,6–32, $SD \pm 5,8$). Det var ingen sammenheng mellom fiskelengde og maksimum oppvandringsdistanse hos sjørøyene (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,003$, $P = 0,83$) eller sjøørretene (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,2$, $P = 0,37$) i Skibotnelven.

Det var heller ingen sammenheng mellom fiskelengde og maksimum oppvandringsdistanse hos sjøørretene i Signaldalselven (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,11$, $P = 0,2$), men det ble funnet en positiv sammenheng for sjørøyene (lineær regresjonsanalyse, $r^2 = 0,27$, $P = 0,009$) i dette vassdraget (Fig. 7).

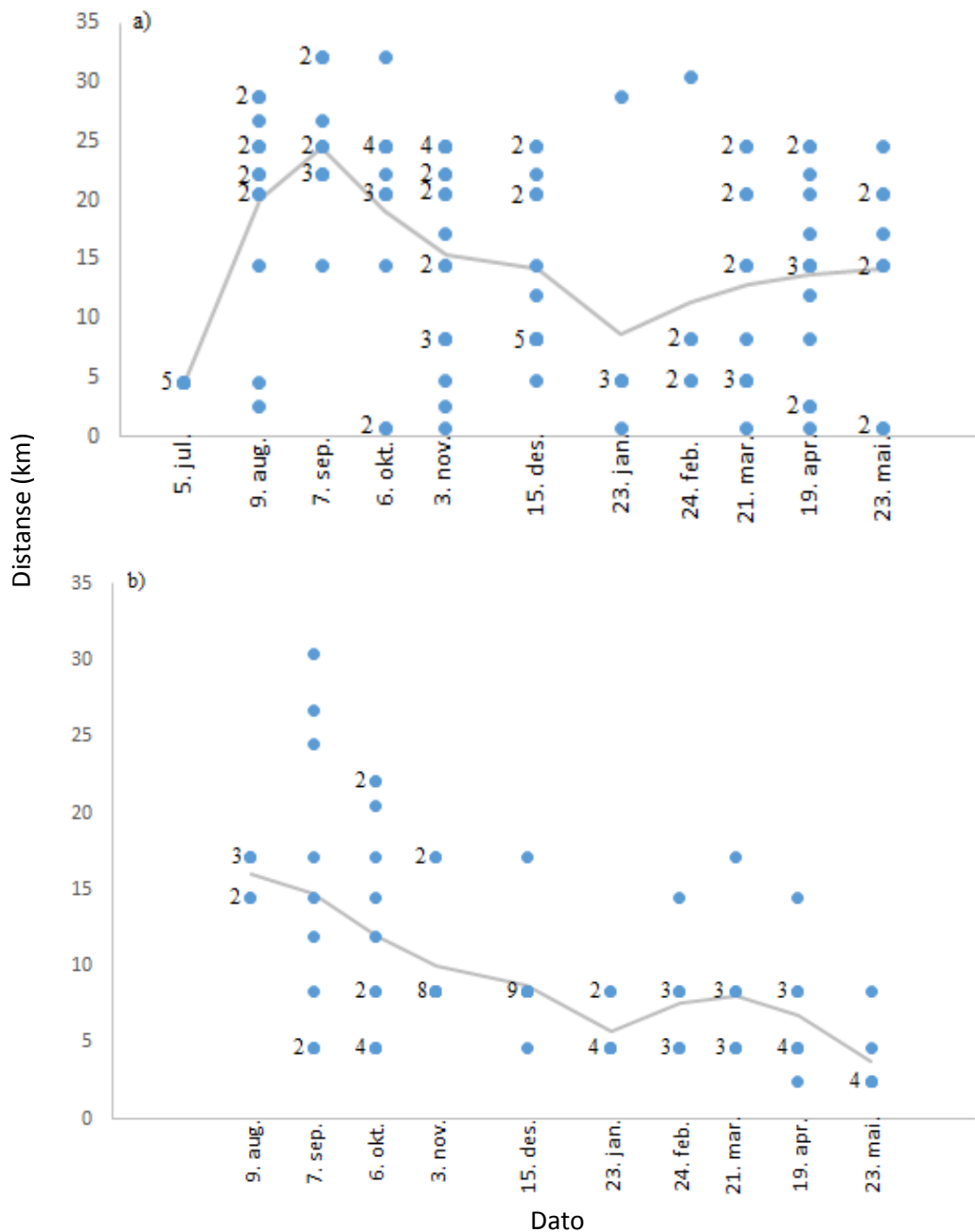


Figur 7. Vandringsdistanse til sjørøye (a) og sjøørret (b) fra Skibotnelven og Signaldalselven (c og d), i forhold til fiskelengde. X-aksen viser fiskens gaffel lengde ved merking. Y-aksen viser distanse opp i Signaldalselven i antall km.

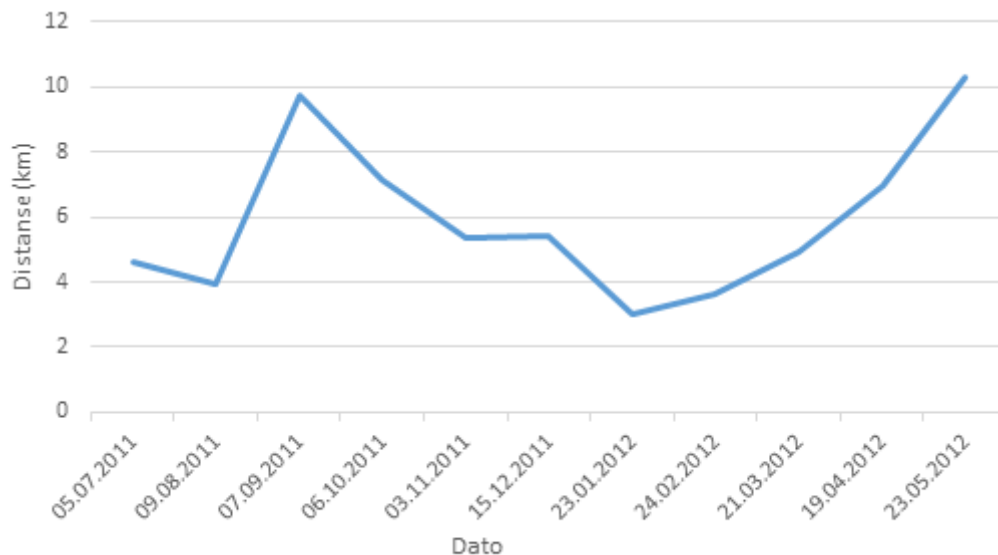
Oppholdsstedet brukt av de merkede individene i Skibotnelven og Signaldalselven varierte gjennom undersøkelsesperioden. Det ble valgt ut en dato for hver måned undersøkelsen varte for å illustrere artenes bruk av elveområde, (Fig. 8 og 9). Sjørøyene fra begge lokalitetene ble registrert lengst oppstrøms (Fig. 8 og 9) i september. Sjørørretene hadde sin høyeste gjennomsnittsposisjonering i oktober og august for henholdsvis Skibotnelven og Signaldalselven (Fig. 8 og 9). Gjennom hele studieperioden var sjørøyene posisjonert gjennomsnittlig lengre opp i Signaldalselven enn sjørørretene (Fig. 10.).



Figur 8. Oppholdssted for sjørøye (a) og sjørørret (b) i Skibotnelven gjennom undersøkelsesperioden. X-aksen viser peiledatoer (én peiledato per måned er inkludert i grafen). Y-aksen viser oppholdsstedet i Skibotnelven i antall km fra elvemunningen. Hver prikk representerer oppholdsstedet til en eller flere fisk(er) (n ved siden av prikkene indikerer antall fisk ved lokaliteten, ingen n indikerer bare en fisk) og dens distanse på de angitte datoene på x-aksen. Den grå trendlinjen representerer gjennomsnittlig distanse i km for alle individene fra elvemunningen.



Figur 9. Fordelingsmønsteret til sjørøye (a) og sjørørret (b) i Signaldalselven gjennom sesongene. X-aksen viser peiledatoer (én peiledato per måned er inkludert i grafen). Y-aksen viser distansen opp Skibotnelven i antall km fra elvemunningen. Hver prikk representerer lokaliteten til en eller flere fisk(er) (n ved siden av prikkene indikerer antall fisk ved lokaliteten, ingen n indikerer bare en fisk) og dens distanse på de angitte datoene på x-aksen. Den grå trendlinjen representerer gjennomsnittlig distanse i km for alle individene fra elvemunningen.



Figur 10. Gjennomsnittlig distanseforskjell (sjørøyenes gjennomsnittlige avstanden fra elvemunningen minus sjørretens gjennomsnittlige avstand fra elvemunningen) mellom sjørret og sjørøye i antall km i løpet av undersøkelsen for Signaldalselven. X-aksen viser en dato per måned under undersøkelsesperioden mens y-aksen viser distanse i antall km fra elvemunningen og opp Signaldalselven.

Gjennom elveoppholdet forflyttet fiskene seg mellom elvesonene (Fig. 1) både oppstrøms og nedstrøms. Elveoppholdet ble delt opp i fire tidsperioder, sommer med 10 manuelle peilinger (fra merking og ut aug.), høst med ni manuelle peilinger (sep.–okt.), tidlig vinter med seks manuelle peilinger (nov.–des.) og sein vinter med fire manuelle peilinger (jan.–apr.). Sjørøye fra Skibotnelven ble registrert gjennom alle fire tidsperiodene, med gjennomsnittlig 2,3 forflytninger mellom de ulike sonene om sommeren (antall fisk 14, variasjonsbredde 0–6, SD \pm 1,9), 2,6 om høsten (antall fisk 11, variasjonsbredde 0–5, SD \pm 1,6), 1,6 om tidlig vinter (antall fisk 9, variasjonsbredde 0–4, SD \pm 1,7) og 1,3 om sein vinter (antall fisk 3, variasjonsbredde 1–2, SD \pm 0,6) (Tabell 3). Sjørretene i Skibotnelven hadde ingen registreringer i sommerperioden, mens gjennomsnittlige antall forflytninger mellom sonene var 3,0 om høsten (antall fisk 2, variasjonsbredde 0–6, SD \pm 4,3), 1,3 om tidlig vinter (antall fisk 4, variasjonsbredde 0–4, SD \pm 2,3) og ingen forflytninger om sein vinter (antall fisk 2, variasjonsbredde 0–0, SD \pm 0). Sjørøyene hadde kun flere forflytninger oppstrøms enn nedstrøms i sommerperioden (Tabell 3).

Sjørøyene i Signaldalselven ble registrert gjennom alle fire periodene med gjennomsnittlig 1,8 soneforflytninger om sommeren (antall fisk 10, variasjonsbredde 0–3, SD \pm 1,3), 2,0 om høsten (antall fisk 18, variasjonsbredde 0–5, SD \pm 1,8), 1,4 om tidlig vinter (antall fisk 18, variasjonsbredde 0–4, SD \pm 1,3) og 0,9 om sein vinter (antall fisk 12, variasjonsbredde 0–3, SD

$\pm 0,9$) (Tabell 3). Sjørørretene forflyttet seg i snitt 1,3 ganger mellom sonene om sommeren (antall fisk:9, variasjonsbredde 0–3, SD $\pm 1,3$), 3,1 om høsten (antall fisk:13, variasjonsbredde 0–7, SD $\pm 1,8$), 2,1 om tidlig vinter (antall fisk 12, variasjonsbredde 0–4, SD $\pm 1,1$) og 0,7 ganger om sein vinter (antall fisk:10, variasjonsbredde 0–2, SD $\pm 0,8$) (Tabell 3).

Tabell 3. Gjennomsnittlig antall soneforflytninger for merket sjørøye og sjørørret i Skibotnelven (Ski) og Signaldalselven (Sig) gjennom periodene sommer (fra merking og ut august), høst (sep.–okt.), tidlig vinter (nov.–des.) og sein vinter (jan.–apr.). Antall soneforflytninger er også gitt som prosentandel av antall mulige forflytninger i hver periode (dvs. prosentandelen ville blitt 100 om fisken hadde flyttet seg til ny sone ved hver nye registrering).

| | Retning | på Sommer | Høst | Tidlig vinter | Sein vinter |
|--------------------|---------------|-----------|----------|---------------|-------------|
| | forflytninger | (%) | (%) | (%) | (%) |
| Sjørøye (Ski) | Oppstrøms | 1,8 (35) | 1,0 (18) | 0,66 (23) | 0,3 (14) |
| | Nedstrøms | 0,5 (10) | 1,6 (30) | 0,88 (31) | 1,0 (42) |
| | Totalt | 2,3 (45) | 2,6 (48) | 1,55 (54) | 1,3 (56) |
| Sjørørret (Ski) | Oppstrøms | - | 1,5 (20) | 0,65 (15) | 0 (0) |
| | Nedstrøms | - | 1,5 (20) | 0,65 (15) | 0 (0) |
| | Totalt | - | 3,0 (40) | 1,3 (30) | 0 (0) |
| Sjørøye (Sig) | Oppstrøms | 0,8 (22) | 0,9 (19) | 0,6 (17) | 0,4 (24) |
| | Nedstrøms | 1,0 (27) | 1,1 (24) | 0,8 (24) | 0,5 (28) |
| | Totalt | 1,8 (49) | 2,0 (43) | 1,4 (41) | 0,9 (52) |
| Sjørørret (Sig) | Oppstrøms | 0,65 (35) | 1,4 (21) | 1,0 (23) | 0,3 (18) |
| | Nedstrøms | 0,65 (35) | 1,7 (26) | 1,1 (25) | 0,4 (24) |
| | Totalt | 1,3 (70) | 3,1 (47) | 2,1 (48) | 0,7 (42) |

3 Diskusjon

Tidligere studier har vist at sjørøye og sjørret under sjøfasen oppholder seg nært hjemelven (Berg & Berg, 1993; Jensen et al., 2014). Siden all fisken i dette studiet ble merket rett utenfor munningen av Skibotnelven, var det forventet at majoriteten av merket fisk i denne undersøkelsen skulle tilhøre nettopp dette vassdraget. Imidlertid vandret en større andel av de merkede fiskene opp i nabovassdraget Signaldalselven (64 %) 30 km lengre inn i Lyngenfjorden. Dette tyder på at fisk fra ulike vassdrag kan oppsøke andre estuarieområder enn utenfor hjemelven. Selv om det ikke ble fisket i området utenfor Signaldalselven, er det ikke usannsynlig at området rundt Skibotnelven er et bedre fødeområde for anadrom fisk enn rundt utløpet av Signaldalselven. I et tidligere studie av sjøvandring til sjørret og sjørøye i Lyngenfjorden ble området utenfor estuariet til Skibotnelven hyppig brukt av begge artene (Jensen et al., (manuskript)).

Totalt var det 11 (15 % av det totale antallet merkede fisk) fisk som etter merking hverken ble rapportert gjenfanget eller registrert i undersøkelseselvene. Dette kan være grunnet flere årsaker, enten døde fiskene av naturlige årsaker, ble fanget av fiskere uten at det ble rapportert, vandret opp i andre vassdrag eller oppholdt seg ute i sjøen frem til batteritiden på merkene gikk ut. I og med at kun to fisk (3 %) ble registrert gjenfanget i sjøen av stangfiskere, er det nærliggende å tro at hovedtyngden av beskatningen foregår i Skibotn- og Signaldalselven, med en beskatningsandel på 13 % av det totale antallet merkede fisk i løpet av undersøkelsesperioden. Totalt ble 10 av de 12 registrerte gjenfangede fiskene fanget i elv over to fiskesesonger, hvorav én fisk ble fanget i Kitdalselva og én i Reisaelva. Sjørøya som ble gjenfanget i Reisaelva nord i Lyngenfjorden, ligger over 100 km i sjølinje fra fangstlokaliteten og demonstrerer at sjørøye kan vandre over store områder under næringsvandringen. Tidligere studier har vist at sjørøye kan vandre over 100 km fra hjemelven (Dempson & Kristoffersen, 1987; Klemetsen et al., 2003) selv om hovedandelen av bestanden holder seg nært hjemelven, noe som samsvarer med Jensen et al., (2014) som konkluderte med at sjørøye vandrer lengre ut i fjordsystemet enn sjørret. Samtidig viste Jensen & Berg (1977) at 74 % av sjørøyene fra Vardneselva ble gjenfanget innenfor 25 km fra vassdraget. Av de 10 fiskene som ble gjenfanget i elv var det bare fem som ble gjenfanget under fiskesesongen 2011 mens de resterende ble gjenfanget i studieelvene under fiskesesongen 2012. Davidsen et al., (2014) registrerte 17 % beskatning fra sjø og elvefiske på merket sjørret fra Hemnfjorden og Snillfjorden i Sør-

Trøndelag i perioden mai 2012 til oktober 2014. Dette overensstemmer med resultatene fra denne undersøkelsen, som viste at beskatningsraten i perioden mai 2011 til august 2012 medregnede gjenfangster som ikke kommer fra studieelvene var 16 %. Beskatningsraten i Skibotnelven og Signaldalselven for fiskesesongen 2011 var på henholdsvis 9 og 8 % medregnet begge artene. Resultatene viste at tre av de fem fiskene som ble fanget i studieelvene under fiskesesongen 2011 ble fanget innen 10 dager etter førstegangsregistreringen i elvene. Tidligere studier av bitevilligheten til laks viste at laksefangsten i elven resulterte i en bimodal fangstfordeling gjennom sesongen, der laks var mer bitevillig like etter ankomst til ferskvann og i perioden rett før gyting (Thorley et al., 2007; Jensen et al., 2010). Dette kan også antas å være tilfellet for sjørøye og sjørørret, men på grunn av få gjenfangster i denne undersøkelsen var det ikke grunnlag for å trekke noen konklusjon, og sammenhengen bør studeres videre i fremtidige undersøkelser.

Denne undersøkelsen viste at sjørøye vandret opp tidligere i både Skibotnelven og Signaldalselven enn sjørørret. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser som også konkluderte med at sjørøye vandrer opp vassdragene tidligere enn sjørørret (Berg & Berg, 1993; Jensen et al., 2012). Tidligere undersøkelser av sjørøye som har tilgang til innsjø i vassdraget har vist at disse normalt oppholder seg i sjøen 1-2 måneder om sommeren (Berg & Berg, 1988, 1993) mens sjørørret oppholder seg i sjøen 2-3 måneder (Berg & Berg, 1987, 1989; Rikardsen et al., 2006). Sjørøye er en kaldvannstilpasset art (Klemetsen et al., 2003; Larsson, 2005) og oppholdstiden i sjøen kan være temperaturavhengig. Jensen et al., (2005) konkluderte med at en økt sjøtemperatur i juni resulterte i et lengre sjøopphold, mens høy sjøtemperatur i august resulterte i tidligere tilbakevandring til hjemelven for sjørøye og sjørørret. Årsaken til en tidligere tilbakevandring til hjemelvene for sjørøyene vist i denne undersøkelsen kan være at sjørøye er vist å ha en rask vekst de første ukene av sjøoppholdet ("kompensasjonsvekst") hvoretter vekstraten avtar raskt (Rikardsen & Elliott., 2000). Sjørøye får derfor en redusert gevinst ved økning av sjøoppholdet siden potensialet for økt kondisjon blir redusert etter bare noen uker i sjøfasen. Berg & Berg (1987) viste at sjørørret vokser noe bedre utover sjøperioden. Dette kan være årsaken til den dokumenterte forskjellen i oppvandringstid mellom artene i denne undersøkelsen.

I Signaldalselven vandret sjørøyene ut av elven tidligere enn sjørørretene. Dette overensstemmer med studiene til Jensen & Rikardsen (2008) som viste at sjørøye fra Skibotnelven vandret

tidligere ut i estuariet eller fjordsystemet enn sjørørret. Tidligere viste Berg & Berg (1989) at sjørørret vandret opp elven senere enn sjørøye og bruker lengre tid i sjøfasen på sommertid enn sjørøye. Resultatene viser at sjørøye fra Signaldalselven vandrer ut nesten to måneder tidligere enn sjørørret, noe som gjør at denne undersøkelsen gir antydninger på at sjørøye fra Signaldalselven bruker lengre tid i sjøfasen gjennom året sammenlignet med sjørørret fra samme elv. Det var et lavt antall fisk som vandret ut fra Signaldalselven gjennom undersøkelsesperiode, noe som ikke gir et godt nok grunnlag til å konkludere sikkert med at sjørøye fra Signaldalselven bruker lengre tid i sjøen enn sjørørret fra samme elv.

Oppvandringstiden for sjørøye i Signaldalselven var positivt korrelert med fiskelengde, en sammenheng som tidligere har blitt demonstrert for sjørøye (Berg & Berg 1988; Rikardsen et al., 1997), sjørørret (Berg & Berg, 1989) og laks (Svenning et al., 2011). En av årsakene til en slik oppvandringstrend kan være at de største sjørøyene er de som forlater vassdraget tidligst og dermed kommer først tilbake (Berg & Berg, 1988; Rikardsen et al., 1997). Dette kan være et resultat av at den generelle evnen til anadrome salmonider for overlevelse i saltvann øker med økt fiskestørrelse (McCormick & Naiman, 1984; Finstad & Ugedal, 1998). Økt størrelse gir en redusert risiko for predasjon (Dill 1983) og øker fiskens salttoleranse ved lav sjøtemperatur (Sigholt & Finstad, 1990), noe som kan resultere i at stor sjørøye vandrer tidligere ut elvene enn små sjørøye, og derfor ankommer de store sjørøyene tidligere tilbake til hjemmelven slik som observert i denne undersøkelsen.

Denne undersøkelsen viser at det var stor individuell variasjon i vandringsadferd i elv, hvor enkelte individer viste en hurtig oppstrøms vandring mens andre brukte lengre tid i nedre del av elven. Andelen sjørørret fra begge vassdrag var tilnærmet likt med hensyn på gruppen som vandret raskt opp elven etter ankomst til elvemunningen kontra de som hadde en venteperiode i nedre del av elven. Dette støtter undersøkelsen til (Finstad et al., 2005) som viste at omentrent halvparten av alle radiomerkede sjørørreter i Lærdalselva hadde en sakte oppstrøms vandring eller en periode med opp- og nedstrøms vandring i nedre del av elven, mens de resterende fiskene vandret raskt opp elven. Sjørøyene fra begge elvene viste en tilnærmet lik fordeling mellom de med rask oppvandring eller de som hadde en venteperiode i nedre del av vassdraget. Ingen av elvene i denne undersøkelsen har store vandringshindre som ville forklart en eventuell venteperiode. I og med at vi ikke vet sikkert hvor mange av de merkede fiskene i dette studiet som var kjønnsmodne, kan vi ikke med sikkerhet si om graden av kjønnsmodning var

avgjørende for hvor raskt de vandret oppover i elven. Det kan tenkes at de kjønnsmodne fiskene vandret raskere oppstrøms i elven enn umoden fisk for å komme til gyteområdene. En indikasjon på dette kan være at de største sjørøyeene som vandret opp Signaldalselven også var de som vandret lengst oppover elven. I Signaldalselven er de beste gyteområdene i øvre deler av vassdraget, noe som da kan forklare at den største og sannsynlig kjønnsmodne fisken vandret lengst opp. De mindre fiskene var kanskje umodne fisk som holdt seg lengre ned i vassdraget hvor det er stilleflytende kulper med fint substrat tilpasset overvintring. En slik effekt mellom oppvandringsdistanse og fiskestørrelse ble imidlertid ikke vist for noen av de andre studiegruppene selv om tendensene pekte i samme retning.

Denne undersøkelsen viste at flere individer av både sjørøye og sjøørret fra Signaldalselven forlot elven i løpet av vintermånedene. Gjennom sesongen varierte antallet fisk registrert i elvene og oppholdssted for begge artene i både Skibotnelven og Signaldalselven. I begge elvene var det en nedgang i antall registrerte merkede fisk gjennom vintermånedene. Den gjennomsnittlige oppholdsdistanse fra elvemunningen ble også redusert gjennom vintermånedene, i og med at flere av fiskene forflyttet seg nedover i vassdraget samtidig som noen individer vandret ut i sjøen i samme periode. Tidligere studier har vist at sjørøye og sjøørret fra Skibotnelven benyttet seg av det marine habitatet gjennom deler av vinteren (Jensen & Rikardsen, 2008, 2012), og Rikardsen (2004) og Rikardsen et al., (2006) fanget sjøørret i sjøen vinterstid og antok at disse stammet fra elvelevende bestander. Jensen & Rikardsen (2008, 2012) spekulerte i om påvirkningen fra kraftstasjonen i Skibotnelven kan ha medført at flere fisk forlot elven om vinteren. Kraftstasjonen medfører økt vanntemperatur i området nedenfor kraftutløpet som på vinterstid gir mindre islegging i deler av elven samt også dannelse av bunnis og iskrystaller i vannet som gjør forholdene i elven mindre gunstig for overvintring. Områder med mindre is kan også gi økt risiko for predasjon fra for eksempel oter (*Lutra lutra* L. 1758) (Jensen & Rikardsen, 2008, 2012), og kan ha medført en forflytning av fisk fra Skibotnelven til estuariet eller fjorden i løpet av vinteren. Resultatene viste at både sjøørret og sjørøye fra Signaldalselven benytter seg av estuariet og/eller fjordsystemet vinterstid. Estuarieopphold etter gyting kan også gi andre fordeler sammenlignet med opphold i elv. Byttedyrstilgangen kan være større, predasjonsrisikoen kan være mindre, og opphold i estuarier gir fiskene et miljø i mellomsjiktet av salt og ferskvann (Thorpe, 1994). Resultatet fra denne undersøkelsen viste altså at også sjørøye og sjøørret fra Signaldalselven som ikke er regulerte for kraftproduksjon kan oppholde seg i estuarier og/eller sjøen vinterstid.

Grunnen til at de merkede fiskene forlot Signaldalselven om vinteren kan være dårlige overvintringsmuligheter sammenlignet med vassdrag tilknyttet innsjø. I månedene mars og april økte antallet registrerte fisk i Signaldalselven, hvor den høyeste økningen var hos sjørøye. Det er to mulige forklaringer på denne observasjonen. Noen fisk vandret tilbake til elven etter opphold i estuariet eller fjorden. Resterende andel fisk kan forklares ved vanskeligheter ved peilingen i Signaldalselven gjennom vintermånedene, noe som resulterte i at fisk som oppholder seg i elven ikke blir manuelt peilet. Dette kan for eksempel være grunnet et tykkere islag i Signaldalselven sammenlignet med Skibotnelven som har kraftstasjon tilhørende vassdraget. Fisk som vandret opp Signaldalselven var i gjennomsnitt noe mindre enn de som vandret opp Skibotnelven. Det kan derfor antas at det var høyere andel gjeldfisk (altså fisk som ikke gyter etter sjøopp hold) i Signaldalselven enn Skibotnelven. Gjeldfisk trenger da ikke vandre opp elven til gyteplassene på samme måte som gytemoden fisk grunnet forskjellige formål med elveopp holdet. Det kan derfor tenkes at gjeldfisk har en annen adferd enn de tidligere studerte gytemodne individene.

Av sjørøyene som vandret opp i henholdsvis Skibotnelven og Signaldalselven var det ingen statistiske signifikante forskjeller mellom elvene i førstegangsregistrering i elven, oppholdstid i elv eller utvandringstid for gruppen utvandrende fisk. Median utvandningsdato for utvandrende sjørøye fra Skibotnelven og Signaldalselven var imidlertid henholdsvis 4. desember og 29. februar, noe som kan tyde på at fisk fra Skibotnelven søker hurtigere til estuariet eller sjøen grunnet tidligere nevnte overvintringsforskjeller mellom elvene. Det er tidligere demonstrert at mellom 55 og 100 % av den merkede fisken tilhørende Skibotnelven forlot elven i løpet av vinterperioden mens fisk fra Signaldalselven overvintret der (Jensen et al., (manuskript)). Opp mot halvparten av sjørørretene som forlot Skibotnelven i løpet av høsten og vinteren i undersøkelsen til Jensen et al., (Manuskript) vandret til Signaldalselven og det ble påstått at overvintringsmulighetene i Signaldalselven var bedre enn overvintringsmulighetene i Skibotnelven. Skibotnelven er regulert for vannkraft og har dermed dårligere overvintringsområder grunnet områder uten is og en redusert vannføring, mens Signaldalselven har flere dype kulper bedre passende til overvintring samtidig som det er et mer stabilt ferskvannssystem, med mer stabil vannføring. Tidligere er det vist at sjørretbestander med dårlige overvintringsmuligheter lengre sør i Norge benytter det marine habitatet vinterstid (Knutsen et al., 2004).

Antallet soneforflytninger sier noe om hvor aktivt fisken forflytter seg i elva innenfor de ulike sesongene gjennom året. Det gjennomsnittlige antallet soneforflytninger for de merkede fiskene fra Skibotnelven og Signaldalselven var nedadgående fra perioden høst frem til sen vinter. Sjørøye fra Skibotnelven i perioden sommer var de eneste som demonstrerte flere soneforflytninger oppstrøms enn nedstrøms gjennom hele undersøkelsesperioden. Den totale avstanden fiskene tilbakelegger fra elvemunningen og til maks oppstrøms vandringsdistanse i elven og ned til elvemunningen igjen er like langt. Fiskene må derfor forflytte seg i gjennomsnitt lengre for hver oppstrøms soneforflytningen enn nedstrøms soneforflytning. Dette er noe som tidligere er demonstrert for både sjørøret (Finstad et al., 2005) og laks (Økland et al., 2001). Den prosentvise andelen soneforflytninger ble ikke like redusert gjennom undersøkelsesperioden, noe som viser at fisken også forflytter seg mellom elvesonene vinterstid selv med isdekke, lave temperaturer og lite lys. I periodene sommer og høst ble det peilet en gang i uken, mens det ble gjennomført månedlige peilinger under periodene tidlig- og sein vinter. Dette reduserer sannsynligheten for å detektere soneforflytninger om vinteren sammenlignet med sommeren, samtidig som det ga et lavere gjennomsnitt for antall soneforflytninger. I tillegg er sannsynligheten større for og detektere fisk på sommeren og høsten, siden det var flere fisk i elvene og nøyaktigheten på peilingene er oftest bedre på sommer og høst da sterkere signaler gjør krysspeiling av fisk lettere (pers. komm. Jenny Jensen). Ideelt sett skulle periodene med manuell peiling blitt gjennomført med like tidsintervaller gjennom hele undersøkelsesperioden.

Under undersøkelsen ble det brukt tre forskjellige størrelser på radiomerkene, og batterikapasiteten reduseres ved reduksjon i merkestørrelse eller ved en høy signalpulsrate (Thorstad et al., 2013). Variasjonen i estimert batteritid mellom merkene fra produsenten varierte fra 202 til 502 dager noe som medfører at fisken mest sannsynlig kunne både registreres opp og ned elven. Tidligere er det vist at fisk kan utstøte merker (Jepsen et al., 2002; Thorstad et al., 2009) og Jensen & Rikardsen (2012) demonstrerte at 48 % av sjørøye og 9 % av sjørøret utstøtte indre merker mellom merking og gjenfangst i Skibotnelven. Merkene som ble brukt i undersøkelsen til Jensen & Rikardsen (2012) var av andre typer enn i denne undersøkelsen og den høye utstøtelsesgraden i deres studie var muligens relatert til merkenes form og materialet som merkene ble laget av. Totalt sett vurderes imidlertid resultatene i denne undersøkelsen å være lite påvirket av utstøtte merker siden det var få tilfeller hvor merket ble liggende stille over en lang periode. Slike tilfeller kan også være grunnet en naturlig død for fisken.

For en bedre fremtidsrettet forvaltning av sjørøye og sjøørret bør kunnskap om artenes adferd, områdebruk og gjenfangst kartlegges til en større grad enn dagens situasjon. Denne undersøkelsen er dermed viktig for fremtidig forvaltningsrettede tiltak. Fisk fra både denne undersøkelsen og tidligere undersøkelser viser forskjell på fangbarheten i forhold til tid etter oppvandring til anadrome fisker i ferskvannsfasen. En slik kunnskap kan rettes til et bedre forvaltningsverktøy hvor mulige fredningstider på sårbare bestander settes i forhold til oppvandringstider for artene. Områdebruk hos sjørøye og sjøørret gjennom året er lite kartlagt for elvelevende bestander og kunnskap som dette kan videre gi et kunnskapsløft på elvelevende bestander med hensyn på beskatning og forvaltning av disse artene. Denne undersøkelsen støtter tidligere funn av Jensen et al., (2008, 2012) på estuarie- og fjordbruk vinterstid av sjørøye og sjøørret fra Skibotnelven, og spesielt estuaret er et habitat hvor elvelevende bestander bør vurderes å beskyttes i denne tidsperioden. I forvaltningsøyemed er tidligere kunnskap på beskatning særdeles mangelfullt på elvelevende bestander av sjørøye og sjøørret. Resultatene fra denne undersøkelsen kan også være nyttig i forhold til den omfattende fremtidige rotenonbehandlingen av vassdragene i indre del av Lyngenfjorden. Vandringsadferden er viktig i henhold til tidspunkt for rotenonbehandlingen, mens det i etterkant bør settes inn tiltak for å minimere beskatningen på anadrom fisk i de behandlede vassdragene og sjøområdene utenfor for å sikre best mulig reetablering for fiskebestandene i elvene.

6 Takk

Vil rette en takk til alle som var delaktig i feltarbeidet, databehandlingen, skriveprosessen og diskusjonene. Vil spesielt gi en takk til mine to veiledere Audun Rikardsen og Eva Thorstad samt Jenny Jensen som har vært uvurderlig. Vil selvfølgelig rette en takk til min kjære samboer og sønn som har vært tålmodig og forståelsesfull gjennom mine år som student.

7 Referanseliste

- Anon. (2011). Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285.
- Anon. (2014). Status for norske laksebestander i 2014. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 6, 225.
- Berg, O. K., & Berg, M. (1987). Migrations of sea trout (*Salmo trutta* L.) from the Vardnes River in Northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 31, 113–121.
- Berg, O. K., & Berg, M. (1988). 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., & Berg, M. (1989). The duration of sea and freshwater residence of the sea trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River in northern Norway. *Environmental Biology of Fishes*, 24, 23–32.
- Berg, O. K., & 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.
- Berg, O. K., & 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.
- Davidsen, J. G., Rikardsen, A. H., Halttunen, E., Thorstad, E. B., Økland, F., Letcher, B. H. & Næsje, 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.
- Davidsen, J. G., Eldøy, S. H., Sjørnsen, A. D., Rønning, L., Thorstad, E. B., Næsje, T. F., Aarestrup, K., Whoriskey, F., Rikardsen, A.H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J.V. (2014). Habitatbruk og vandringer til sjøørret i Hemnfjorden og Snillfjorden – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-6, 1-51.

- 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.
- Dill, L. M. (1983). Adaptive flexibility in the foraging behaviour of fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40, 398–408.
- Elliott, J. M. (1994). Quantitative ecology and the brown trout. *Oxford Series in Ecology and Evolution*, Oxford University Press, New York, 18.
- Finstad, B., & Ugedal, O. (1998). Smolting of sea trout (*Salmo trutta* L) in northern Norway. *Aquaculture*, 168: 341–349.
- Finstad, A. G., Økland, F., Thorstad, E. B., & Heggberget, T. G. (2005). Comparing upriver spawning migration of Atlantic salmon *Salmo salar* and sea trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology*, 67, 919–930.
- Gross, M., Coleman, R., & McDowall, R. (1988). Aquatic productivity and the evolution of diadromous fish migration. *Science*, 4845, 3.
- Høgåsen, H. R. (1998). Physiological changes associated with the diadromous migration of salmonids. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 127, 1-128.
- Jensen, A. J., Finstad, B., Forseth, T., & Rikardsen, A. H. (2005). Sjøørret, sjørøye og klima i kystøkologi: økosystemer og menneskelig aktivitet. M. A. Svenning & B. Jonsson (red.). Trondheim, Norsk institut for naturforskning Temahefte 31, 55-61.
- Jensen, J. L. A., & 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, J. L. A., & Rikardsen, A. H. (2012). Archival tags reveal that Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* can use estuarine and marine waters during winter. *Journal of Fish Biology*, 81, 735–749.
- Jensen, J. L. A., Rikardsen, A. H. & Davidsen, J. G. Seasonal migrations and marine area use of sympatric Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* from rivers without access to lakes, (manuskript).

- Jensen, J. L. A., Rikardsen, A. H., Thorstad, E. B., Suhr, A. H., Davidsen, J. G., & Primicerio, R. (2014). Water temperatures influence the marine area use of *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology*, 84, 1640–1653.
- Jensen, J. L. A., Rikardsen, A. H., Næsje, T. F., Thorstad, E. B., Halttunen, E., Suhr, A. H. & Leinan, I. (2010). Fangstrater, oppvandring og fordeling av laks i Altaelva. NINA Rapport 595, 58.
- Jensen, K. W., & Berg M. (1977). Growth, mortality and migrations of the anadromous char, *Salvelinus alpinus* L., in the Vardnes River, Troms, northern Norway. Institute of Freshwater Research, Drottningholm Report, 56, 70.
- Jepsen, N., Koed, A., Thorstad, E. B., & Baras, E. (2002). Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? *Hydrobiologia* 483, 239-248.
- Johnsen, B. O. (2006). Økologiske undersøkelser av *Gyrodactylus salaris* og fisk i norske vassdrag. - Årsrapport 2006. Nina minirapport 183, 56.
- Jonsson, B., & Jonsson, N. (2011). Ecology of Atlantic salmon and brown trout - Habitat as a template for life histories. Springer, New York. 24.
- Jonsson, B., Sægrov, H., Finstad, B., Karlsen, L. R., Kambestad, A., Langåker, R. M. & Gausen, D. (eds.) (2009). Bestandsutvikling hos sjøørret og forslag til forvaltningstiltak. Direktoratet for naturforvaltning (DN), Trondheim. DN Notat 1-2009, 28.
- Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, J., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M., & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, 12, 1–59.
- Knutsen, J. A., Knutsen, H., Olsen, E. M., & Jonsson, B. (2004). Marine feeding of anadromous *Salmo trutta* during winter. *Journal of Fish Biology* 64, 89–99.
- Kristoffersen, K., Halvorsen, M., & Jørgensen, L. (1994). Influence of parr growth, lake morphology, and freshwater parasites on the degree of anadromy in different populations of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in northern Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51, 1220–1246.

- Larsson, S. (2005). Thermal preference of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta* – implications for their niche segregation. *Environmental Biology of Fishes*, 73(1), 89–96.
- McCormick, S. D., & Naiman, R. J. (1984). Osmoregulation in the brook trout, *Salvelinus fontinalis*: II. Effects of size, age and photoperiod on seawater survival and ionic regulation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 79, 17–28.
- Morris, C., & Green, J. M. (2012). Migrations and harvest rates of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in a marine protected area. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22, 743–750.
- 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., & 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., & 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., & Dempson, J. (2004). Modelling the life-history variation of Arctic charr. *Ecology of Freshwater Fish*, 13, 305–311.
- Rikardsen, A. H., Amundsen, P. A., Knudsen, R., & 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., Diserud, O. H., Elliott, J. M., Dempson, J. B., Sturlaugsson, J., & Jensen, A. J. (2007). 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.
- Sigholt, T., & Finstad, B. (1990). Effect of low temperature on seawater tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture*, 84, 167–172.

- Svenning, M. A., Johansen, N. S. & Thorstad, E. B. (2011). Oppvandring, bestandsstørrelse og fangstrater av laks i Målselvvassdraget. NINA Rapport 648, 45 s.
- Thorley, J. L., Youngson, A. F., & Laughton, R. (2007). Seasonal variation in roe recapture rates indicates differential exploitation of Atlantic salmon, *Salmo salar*, stock components. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 191–198.
- Thorpe, J. E. (1994). Salmonid fishes and the estuarine environment. *Estuaries*, 17, 76–93
- Thorstad, E. B., Rikardsen, A. H., Alp, A., & Økland, F. (2013). The Use of Electronic Tags in Fish Research – An Overview of Fish Telemetry Methods. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 13, 881–896.
- Thorstad, E. B., Kerwath, S. E., Attwood, C. G., Økland, F., Wilke, C. G., Cowley, P. D., & Næsje, T. F. (2009). Long term effects of two sizes of surgically implanted acoustic transmitters on a predatory marine fish (*Pomatomus saltatrix*). *Marine and Freshwater Research*, 60, 183–186.
- Økland, F., Erkinaro, J., Moen, K., Niemela, E., Fiske, P., McKinley, R., & Thorstad, E. B. (2001). Return migration of Atlantic Salmon in the River Tana: Phases of migratory behaviour. *Journal of Fish Biology*, 59, 862–874.