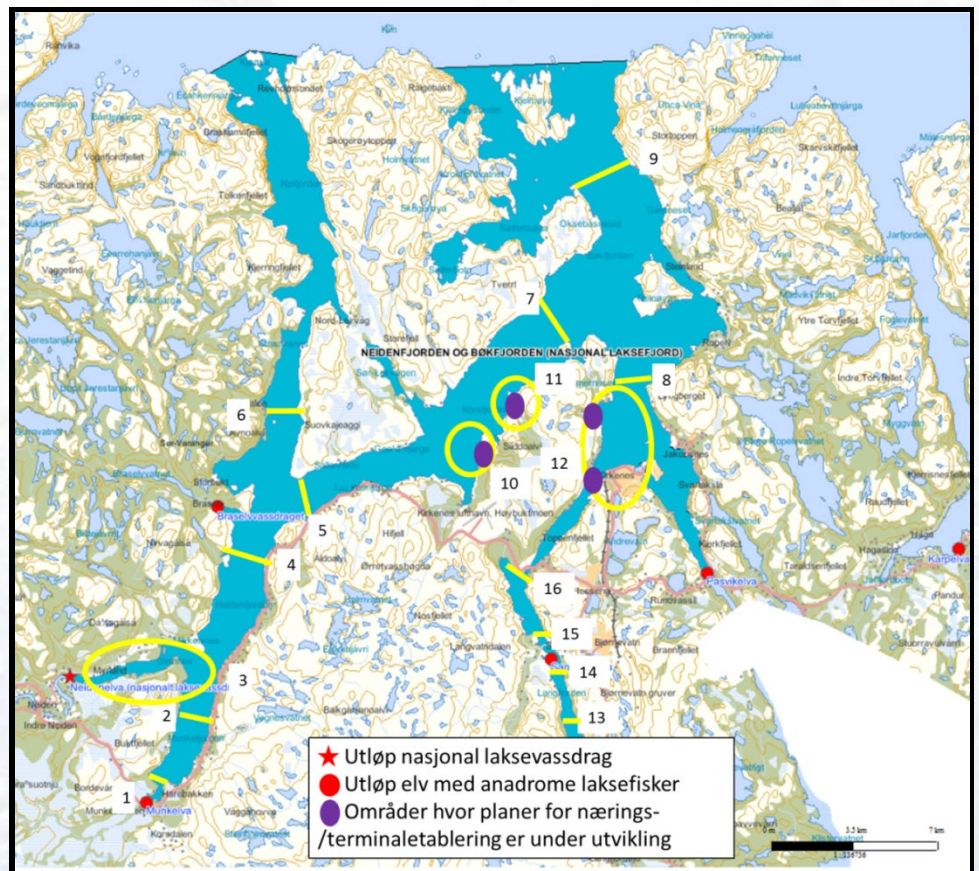




Anadrome laksefisk i Bøkfjorden, Korsfjorden, Neidenfjorden, Kjøfjorden og Langfjorden - vandring og områdebruk, 2014



This page is intentionally left blank

Forside: Illustrasjon Kart over Neidenfjorden, Kjøfjorden, Korsfjorden og Bøkfjorden. Kartet viser plassering av loggere for registrering av merket anadrom laksefisk. De gule strekene indikerer plassering av loggere i transekt, mens de gule sirklene indikerer noen av de spesielt interessante områdene i forhold til industriell aktivitet (lilla punkter) (Kart fra Direktoratet for naturforvaltning, Lakseregisteret).

Rapporttittel / Report title Anadrome laksefisk i Bøkfjorden, Korsfjorden, Neidenfjorden, Kjøfjorden og Langfjorden - vandring og områdebruk, 2014	
Forfatter(e) / Author(s) Guttorm N. Christensen Jenny Jensen Pierre Fagard, Universitetet i Tromsø	Akvaplan-niva rapport nr / report no 6390-02
	Dato / Date 15.01.2015
	Antall sider / No. of pages 51
	Distribusjon / Distribution Offentlig
Oppdragsgiver / Client Sydvaranger Gruve AS	Oppdragsg. referanse / Client's reference Harald Martinsen
Sammendrag / Summary <p>Neidenfjorden og Bøkfjorden er etablert som nasjonal laksefjord av hensyn til laksebestanden i Neidenelva. Flere større utbyggingsprosjekter samt økt deponering av gruveavgang er planlagt i tilknytning til den nasjonale laksefjorden. I 2013 startet et prosjekt for å øke kunnskapen om anadrome laksefiskers vandring ved bruk av telemetri. Prosjektet ble videreført i 2014 og det ble merket 93 voksne laksefisk og 104 laksesmolt fra Neidenelva, Sandneselva og Braselva. Det ble totalt merket 24 voksen laks i Neidenelva og resultatene viste at 83% av den merkede voksne laksen vandret ut av fjordsystemet i perioden 19 mai – 29. juni. Laksen vandret raskt (15 timer) ut Kjøfjorden (65%) eller Bøkfjorden (35%). Det ble totalt merket 21 sjørøyer fra Braselva. Sjørøyer oppholdt seg i all hovedsak de ytterste delene av Kjøfjorden og i nærheten av Braselva de dagene de var i sjøen (snitt på 32 dager). Det ble totalt merket 28 voksen sjørørret fra Neidenelva og 19 voksen sjørørret fra Sandneselva. Det var stor variasjon i vandringsatferd for sjørørret. Sjørørret fra Neidenelva ble registrert i alle deler av studieområdet med unntak av Langfjorden, mens hovedandelen (81%) av sjørørreten merket i Sandneselva aldri forlot de indre delene av Langfjorden. Det ble totalt merket 75 laksesmolt i Neidenelva hvorav 30 individer (40%) vandret ut i sjøen. I hovedsak all smolt merket i Neidenelva vandret raskt (29 timer) ut Kjøfjorden og kun en smolt ble registrert i Korsfjorden. Det ble totalt merket 28 laksesmolt i Sandneselva. Smolten oppholdt seg i lange perioder (opptil 24 dager) inne i selve Langfjorden før de vandret ut Bøkfjorden.</p> <p>Det anbefales at man også i 2015 og 2016 gjennomfører oppfølgende undersøkelser av den allerede merkede fisken.</p>	
Prosjektleder / Project manager  <hr/> Guttorm N. Christensen	Kvalitetskontroll / Quality control  <hr/> Geir A. Dahl-Hansen

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING	3
1.1 Bakgrunn og områdebeskrivelse	3
1.2 Generelt om anadrome laksefisk	5
2 MATERIALE OG METODE.....	7
2.1 Gjennomføring	7
2.2 Sporing av fisk.....	8
2.3 Fangst og merkemetode.....	9
2.4 Merking av fisk 2014.....	11
2.5 Plassering av loggere for sporing av merket fisk	12
3 RESULTAT OG DISKUSJON	15
3.1 Generelt vandringsmønster.....	15
3.1.1 Laks	16
3.1.2 Sjørøye.....	18
3.1.3 Sjørøret fra Neidenelva.....	21
3.1.4 Sjørøret fra Langfjorden (Sandneselva)	23
3.1.5 Laksesmolt fra Neidenelva	25
3.1.6 Laksesmolt fra Sandneselva	27
3.2 Områdeutnyttelse.....	29
3.2.1 Laks	29
3.2.2 Sjørøye fra Braselva	30
3.2.3 Sjørøret fra Neidenelva.....	31
3.2.4 Sjørøret fra Langfjorden (Sandneselva)	32
3.2.5 Laksesmolt fra Neidenelva	33
3.2.6 Laksesmolt fra Sandneselva	34
3.3 Temperatur- og dybdebruk	35
3.4 Kirkenesområdet, Tømmerneset og Pulkneset	38
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	41
5 REFERANSER.....	43
6 VEDLEGG	46

Forord

Neidenfjorden og Bøkfjorden er etablert som nasjonal laksefjord av hensyn til laksebestanden i Neidenelva. Totalt er det minst seks vassdrag med anadrom laksefisk som munner ut i dette området. Neidenelva er den største elva og der det fanges mest laks. Utenom Neidenelva er det Munkelva og Sandneselva som har de største bestandene av de anadrome laksefiskene (laks og sjøørret). Neidenelva, Munkelva og Braselvvassdraget har også bestander av sjørøye. Det er per i dag begrenset kunnskap om anadrome laksefiskers vandringsmønster i Neidenfjorden og Bøkfjorden.

Det er i planlagt flere utbyggingsprosjekter i tilknytning til den nasjonale laksefjorden. Sydvaranger Gruve har i samråd med Sør-Varanger kommune igangsatt et planarbeid, utarbeidelse av områderegulering med konsekvensutredning, med mål om å fordoble magnetittkonsentratproduksjonen i gruva som er plassert sør for Kirkenes fra 2,8 til 5,6 millioner tonn/år. Avgangsmassen går i dag ut i Bøkfjorden utenfor Kirkenes. Det er i tillegg aktuelt med industri- og terminalområder på minst fire steder på Tømmerneset. Dette gjelder Pulkneset (Kirkenes Maritime Park), Gammeset, Leirpollen samt Kirkenes Industrial Logistics Area (KILA) («Slambanken»). I denne forbindelsen er det ønskelig å øke kunnskapsgrunnlaget om anadrome laksefiskers vandring og bruk av området. Denne kunnskapen vil kunne være viktig i fremtidige konsekvensutredninger samt som referanse for fremtidige undersøkelser.

Hovedmålet med prosjektet er å øke kunnskapen om vandring og adferd til anadrom laksefisk i Neidenfjorden, Bøkfjorden og Langfjorden ved bruk av telemetri (merking og sporing av fisk). Det er totalt fem forskjellige arter av anadrome laksefisk (laks, sjøørret, sjørøye, anadrom sik og pukcellaks) i området. Disse har ulik adferd, beitestrategi og vandringsmønster. I dag er det liten kunnskap om disse artenes vandringsmønster i dette området. Resultatene skal brukes til å kunne vurdere hvordan industriaktiviteten i området eventuelt vil kunne påvirke anadrom laksefisk.

I tillegg til undersøkelsene om vandring til anadrom laksefisk ble det i 2013 gjennomført en yngelregistrering på et utvalg stasjoner i Neidenelva, Munkelva, Sandneselva og Pasvikelva (Christensen m. fl., 2013). Hensikten med disse yngelregistreringene var å undersøke bestandssammensetning og tetthet av yngel av laksefisk.

Gjennomføringen av prosjektet ble gjort i samarbeid med de lokale forvalterne av de ulike vassdragene eller med personer med stor lokal kunnskap.

Undersøkelsen av laksesmolt i Neiden er gjennomført over to år, mens undersøkelsene av voksen laks, sjøørret og sjørøye er gjennomført i løpet av en sesong (mai til oktober 2014).

Prosjektet er gjennomført av Akvaplan-niva, NIVA og Universitetet i Tromsø. Vi takker for et godt samarbeid og en spesiell takk går til Knut Skimlid, Roy Mikkola, Vidar Thrane og Bjørn Mentyjærvi Menna for å ha tilført prosjektet mye god lokal kunnskap og ikke minst for de mange gode diskusjonene.

Tromsø 15.01.2015



Guttorm N. Christensen
Prosjektleder

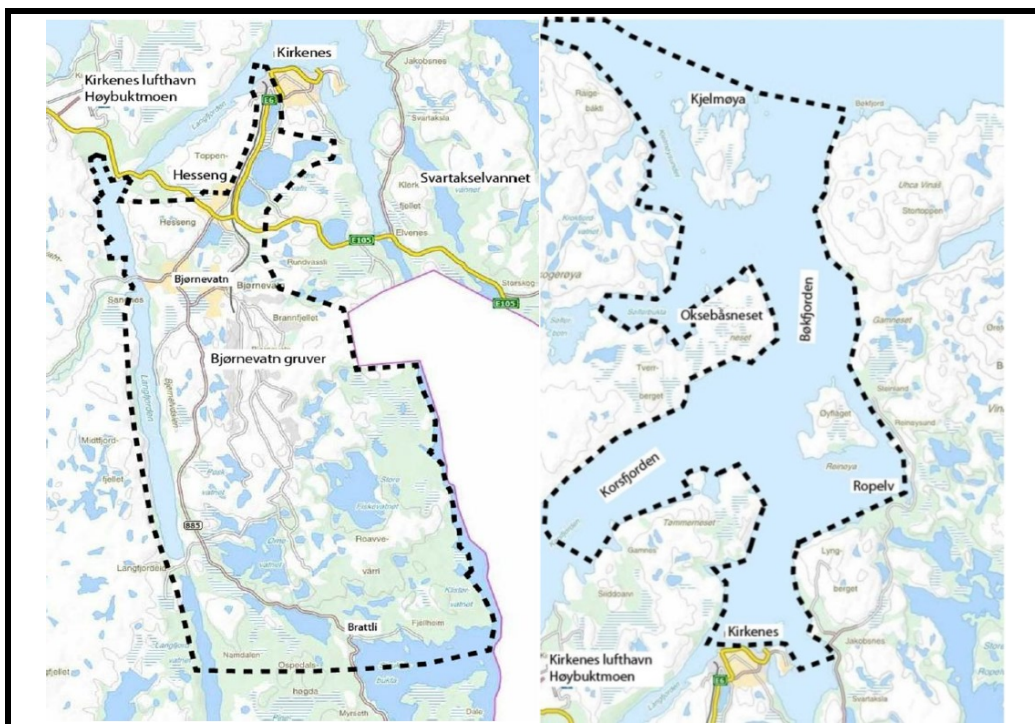
1 Innledning

1.1 Bakgrunn og områdebeskrivelse

Sydvaranger Gruve har i samråd med Sør-Varanger kommune igangsatt et planarbeid, utarbeidelse av områderegulering med konsekvensutredning (KU), med det mål å fordoble magnetittkonsentratproduksjonen fra 2,8 til 5,6 millioner tonn/år. Avgangsmassen går i dag ut i Bøkfjorden utenfor Kirkenes. Utslippsgrensen for eksisterende tillatelse er 4 millioner tonn avgangsmasse/år. Ved fordobling av produksjonen kan avgangsmassen komme opp i 8 millioner tonn avgangsmasse/år, men tiltak som er under vurdering kan komme til å redusere denne mengden.

Det er i tillegg aktuelt med industri- og terminalområder på minst fire steder på Tømmerneset. Det gjelder Pulkneset, Gamneset, Leirpollen samt Kirkenes Industrial Logistics Area (KILA) («Slambanken»). De aktuelle tiltaksområdene ligger innenfor planområde 1 og 2 (Figur 1).

I denne sammenheng har blant annet Miljøverndepartementet, Fylkesmannen i Finnmark og Norges Fiskerlag gitt uttalelser om at konsekvensutredningen må belyse konsekvensene av ikke-akutte, operasjonelle driftsutslipp for anadrome fiskearter, kartlegging av vandringsmønster, vandringshastighet og oppholdstid i fjordsystemet for utvandrende smolt, vinterstøinger og innvandrende laks.



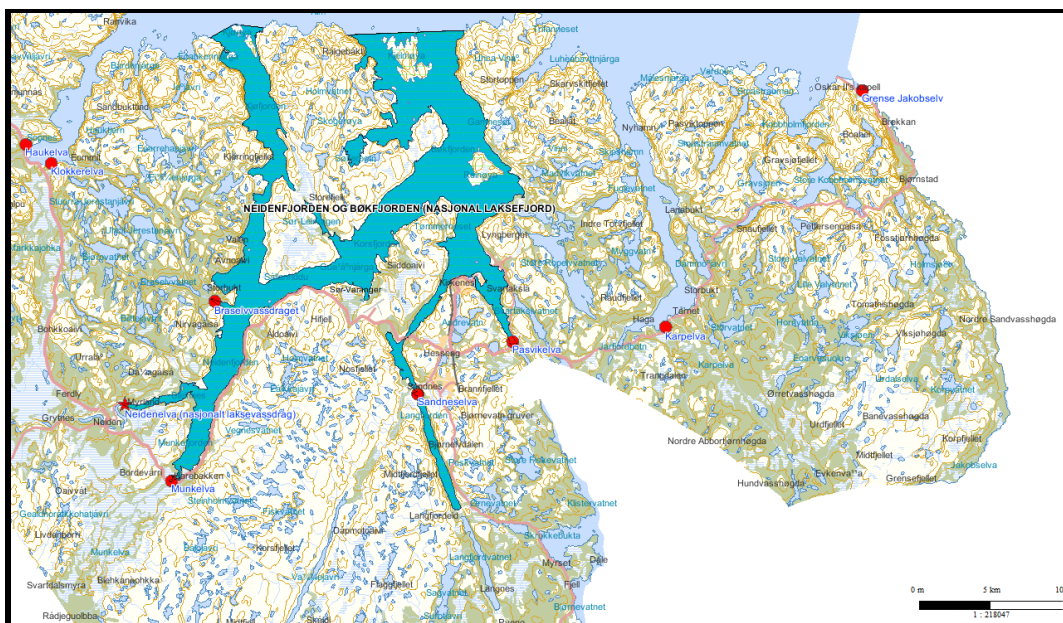
Figur 1. Kart som viser Planområde 1 – Bjørnvatnområdet og planområde 2 – Bøkfjorden/ ytre deler av Korsfjorden.

Neidenfjorden og Bøkfjorden er etablert som nasjonal laksefjord av hensyn til laksebestanden i Neidenelva. Den nasjonale laksefjorden består av Neidenfjorden, Kjølffjorden, Korsfjorden og Bøkfjorden og omfatter en fjordstrekning på til sammen ca. 35 km. Neidenelva munnar ut i Neidenfjorden som videre forbindes med Kjølffjorden i nordlig retning og Korsfjorden og

videre til Bøkfjorden i østlig retning (Figur 2). Med andre ord laksen som vandrer ut i havet fra Neidenelva vandrer enten ut Kjøfjorden eller ut Korsfjorden og videre ut Bøkfjorden. Ytre grense for den nasjonale laksefjorden i Kjøfjorden er fra neset øst for utløpet av elven Skoalaidvakk, rundt Kjøøya til neset øst for den lille bukten Geresgåppi. I Bøkfjorden er grensen for den nasjonale laksefjorden fra Bøkfjord Fyr, over ytre del av Kjelmøya og til Raigebakti. Innenfor denne nasjonale laksefjorden finner man i tillegg til Neidenelva også Munkeelva, Sandeselva, Braselvvassdraget og Pasvikelva. I disse elvene er det registrert tilsammen fem forskjellige anadrome laksefiskarter. Dette er laks, sjøørret, sjørøye, anadrom sik og pukkellaks. De ulike artene har svært ulikt levesett både med hensyn til hvilke byttedyr de spiser, hvilke områder de benytter i det marine miljøet og hvor lenge de er ute i sjøen før de returnerer til ferskvann (elva) for å gyte.

Neidenelva er det klart viktigste vassdraget for anadrom laksefisk i området. Neidenelva har en lengde på 79 km og har sitt utspring i innsjøen Iijärvi på finsk side. Elva har en lengde på 52 km på finsk side, mens den norske delen utgjør 27 km. Laksefisket i Neidenelva på norsk side forvaltes av Neidenelvans Fiskefelleskap. Fiskesesongen starter 1. juni og varer ut august måned. Neidenelva betraktes som en meget god lakseelv og det fanges mellom 3500 og 8 500 kg i året på norsk side (Kilde: SSB). I tillegg tas det om lag 3 – 500 kg sjøørret og noe sjørøye. Det fanges mellom 10 – 60 tonn laks i sjøen i Finnmark hvert år (Kilde: SSB).

Utenom Neidenelva er det Munkelva og Sandneselva som har de største bestandene av laks og sjøørret. Sandneselva betraktes som en middels stor lakseelv hvor det fanges opp mot 500 kg laks per år (Kilde: SSB). Neidenelva, Munkelv og Braselvvassdraget har også bestander av sjørøye. Sjørøyebestanden i Braselvvassdraget har i perioder vært svært god, men bestanden per i dag betraktes som relativ liten (Christensen m. fl. 2013). Vassdraget betegnes som et lite, men viktig sjørøyevassdrag (pers. med. Knut Skimlid). I henhold til SSB har det enkelte år blitt registrert fangster på over 200 kg sjørøye i Neiden, men de siste årene har fangstene vært lave. Sjørøyebestandene i Finnmark har hatt en generell tilbakegang de siste ti årene (Anon., 2011). Årsakene til dette er ikke klare.



Figur 2. Oversiktskart over Neidenfjorden, Kjøfjorden, Korsfjorden og Bøkfjorden (blått) som er definert som nasjonal laksefjord. Røde stjerner indikerer utløp nasjonalt laksevassdrag, mens røde prikker indikerer utløp vassdrag med anadrome laksefisker (kilde; Direktoratet for naturforvaltning, Lakseregisteret).

1.2 Generelt om anadrome laksefisk

Atlantisk laks (*Salmo salar*) finner man i alle de fem elvene med Neidenelva som den klart viktigste. Normalt forlater laksungene (smolten) elva på våren (mai – juli) for å gjennomføre en næringsvandring til havet. Smolten har da en størrelse på 12 – 18 cm og en alder på 3 – 7 år. Undersøkelser fra andre fjordsystemer i Troms og Finnmark indikerer at laksesmolten forlater fjordsystemet relativt raskt (1 – 14 dager) etter at den har vandret ut fra elva. I havet beiter den på små krepsdyr for etter hvert å gå over på større byttedyr som sil og lodde. I hovedsak returnerer laksen til sin barndomselv (der den ble født) etter 1 til 3 år i havet. Normalt vandrer laksen opp i elv i juni – august og gyter i slutten av september. Laksen blir da enten stående i elva over vinteren (vinterstøing) eller forlater elva etter gyting (Klemetsen m. fl., 2003).

Sjørørret (*Salmo trutta*) finner man i flere av elvene og bekkene i området. I henhold til fangststatistikken er det størst bestand i Neiden (250 – 1000 kg per år) og Munkelva (20 – 100 kg per år). Sjørørretsmolten har en størrelse på 10 – 18 cm og med en alder på 3 – 7 år når den forlater elva på våren/forsommeren (mai/juni). Sjørørreten har et annet vandringmønster i havet enn laksen. Undersøkelser fra andre systemer i Nord-Norge viser at sjørørreten holder seg i fjordsystemene og gjerne i de øvre vannlag (0 – 3 meter). Den benytter både områder nært fjæra og mer åpne fjordområder i jakten på næring. Etter 1 til 2 måneder i sjøen vandrer sjørørreten opp i elva på seinsommer/høsten for å gyte. Ny kunnskap de senere årene viser at sjørørreten i Nord-Norge kan oppholde seg i marint miljø gjennom store deler av året og ikke bare i sommerhalvåret slik den generelle oppfatningen var tidligere (Klemetsen m. fl., 2003; Jensen & Rikardsen, 2008; Jensen & Rikardsen, 2012; Jensen, 2014).



Figur 3. Sjørørret (*kjønnsmoden* hunn). Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.

Sjørøye (*Salvelinus alpinus*) er en viktig og unik ressurs i Nord-Norge (Figur 4). Det er registrert en generell tilbakegang av sjørøye i Nord-Norge de senere årene (Anon., 2011). Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har i sin rapport påpekt denne negative utviklingen, der man henviser til en nedgang i fangsten av sjørøye i vassdrag i Finnmark fra 8 tonn tidlig på 1980-tallet til 2,5 tonn i 2007. Dette har ført til kraftige innstramminger i elvefisket i påvente av en bedre kartlegging og økt kunnskap om årsaker til nedgangen. Sjørøye er videre spesielt nevnt i miljøforvaltningens prioriterte forskningsbehov for 2010 – 2015 under kapittel 1.3 som omhandler ”Bærekraftig bruk og vern av arter, bestander og genressurser”, der det pekes blant annet på kunnskapsmangel i forbindelse med effekter av menneskelige inngrep i marine miljø.

Røyesmolt har en størrelse på 10 – 18 cm og en alder på 3 – 7 år når den forlater elva på våren (juni). Sjørøya har et noe annerledes vandringsmønster i havet enn både sjørreten og laksen. Den benytter mye av de samme områdene som sjørreten, men har en tendens til å like områder med kaldere vann med høyere salinitet (saltinnhold) enn sjørreten. Undersøkelser fra Nord-Norge viser at sjørøya holder seg i fjordsystemene og gjerne i de øvre vannlag (0 – 2 meter). Den benytter i all hovedsak områder nært fjæra i jakten på næring, men kan også benytte områder lenger ut fra fjæresonen. Sjørøya vandrer generelt opp i elva etter å ha vært tre til seks uker i sjøen, men er blitt registrert i sjøen om vinteren i Lyngenfjorden i Troms fylke (Klemetsen m. fl., 2003; Rikardsen m. fl., 2007b; Jensen & Rikardsen, 2008; Jensen & Rikardsen, 2012; Jensen m. fl., 2014).

Siden sjørreten og sjørøya oppholder seg inne i fjordsystemene og gjerne på grunnere vann nært strandsonen (fjæra) kan de kan være mer utsatt for utbygginger og forstyrrelser i strandsonen enn laksen.



Figur 4. Sjørøye. Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.

Anadrom sik (*Coregonus lavaretus*). Det er beskrevet en anadrom sik-form i Neidenvassdraget (pers med. Knut Skimlid). Den sjøvandrende siken er unik for Neidenvassdraget og er ikke beskrevet fra andre vassdrag i Nord-Norge. Det er i dag liten kunnskap om hvilke vandringer den foretar i marint miljø. I henhold til lokale kilder kan den anadrome siken i Neiden bli opptil 4 – 5 kg. Det er fanget anadrom sik i sjøen utenfor Vardø.

Pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*) er også en fisk i laksefamilien. Pukkellaksen ble satt ut i vassdrag på Kolahalvøya på slutten av 1950-tallet, og i flere av disse har de etablert gytebestander. Den forekommer i flere elver i Øst-Finnmark, blant annet i Neidenvassdraget. Pukkellaksen i Neiden gyter i august måned. Pukkellaksen er av norske myndigheter en uønsket art i norske vassdrag og er oppført på den såkalte "Svartelista".

2 Materiale og metode

2.1 Gjennomføring

Prosjektet er gjennomført i perioden mai 2013 til desember 2014.

Hovedmålet med prosjektet er å øke kunnskapen om vandring og adferd til laksesmolt og utvandrende voksen laks, sjørørret og sjørøye.

I 2013 ble det merket 50 laksesmolt med akustiske merker fra Neidenelva. Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert i Christensen m. fl., (2013).

I 2014 ble det merket 197 fisk og satt ut 63 loggere på strategiske steder for å fange opp fiskens bevegelser i fjordsystemet.

Gjennomføringen av prosjektet er gjort i samarbeid med de lokale forvalterne av de ulike vassdragene og med personer med stor lokal kunnskap. De viktigste personene som ble kontaktet er vist i Tabell 1. I tillegg har det vært informert om prosjektet til personer vi har møtt under gjennomføring av feltarbeidet samt i lokal aviser. I forbindelse med feltarbeidet ble det satt opp informasjonsplakater langs elvene og i nærheten av der det ble samlet inn fisk.

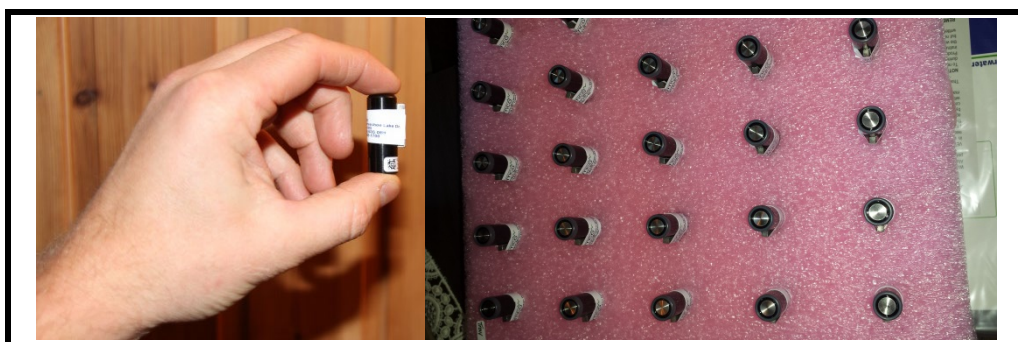
Tabell 1. Oversikt over de mest sentrale personene som har vært kontaktet i 2014 i forbindelse med prosjektet.

Vassdrag	Navn	Funksjon	Type kontakt
Neidenelva	Knut Skimlid	Lokalkunnskap, tidligere ellevakt	Møter, hjelp til gjennomføring
Neidenelva	Roy Mikkola	Kontaktperson i Neidenelvans Fiskefelleskap. Logistikk. Lokal kunnskap.	Møter, hjelp til gjennomføring
Neidenelva	Karl Magne Arvola	Leder Neidenelvans Fiskefelleskap	Informasjonsmøte
Neidenelva	Vidar Thrane	Lokalkunnskap, tidligere ellevakt	Møter, befaring, hjelp
Neidenelva	Fiskevakter	Ellevakter	Samtaler, informasjon og hjelp
Sandneselva	Bjørn M. Menna	Forpakter av Sandneselva (Sandnes IL)	Møter, hjelp til gjennomføring
Braselva	Knut Skimlid	Lokalkunnskap	Samtaler, hjelp til gjennomføring
Alle	Steinar N. Christensen	FEFO	Samtaler og informasjon
Alle	Harald Muladal	Fiskeforvalter, Fylkesmannen i Finnmark	Samtaler

2.2 Sporing av fisk

Det finnes i dag en rekke metoder for å kunne spore fisk i elver, innsjøer og marint miljø. Det benyttes blant annet radiomerker, akustiske merker, dataloggermerker, pop-up satellittmerker og PIT-merker (se Cooke m. fl., 2004). I dette prosjektet hvor målet var å se på fiskens bruk av sjø og munningsområder, var det mest hensiktsmessig å benytte akustiske merker.

Merkene som ble benyttet i dette studiet var av typen akustiske sendere fra Vemco Inc. (www.vemco.com) (Figur 5). Dette er merker som sender ut individuelt kodede signaler under vann, og disse signalene blir registrert på mottakere med loggerfunksjon når fisken oppholder seg innenfor rekkevidde av loggeren. Alle merkene som ble brukt sendte ut signaler som tillot identifisering av de individuelle fiskene, og senderne som ble brukt på de voksne fiskene (med unntak av majoriteten av sjørøyene) sendte i tillegg informasjon om ved hvilke dybde og temperatur fiskene oppholdt seg. Senderne brukt på de voksne individene var av typen V13TP-1L (13 x 48 mm, 13 g, signalintervall 30/90 s, estimert batterilevetid 1339 dager) og på smolten av typen V7-2L (7 x 20 mm, 1,6 g, signalintervall 30/90 s, estimert batterilevetid 132 dager). På grunn av den lange levetiden på merkene vil det være hensiktsmessig å registrere fisken i flest mulig sesonger for å utnytte den merkede fisken på best mulig måte.



Figur 5. Det ble benyttet akustiske merker fra Vemco Inc. Foto: Guttorm Christensen, Akvaplan-niva.

Loggerne består av en hydrofon som registrerer signalene fra merkene. De har et internt minne som lagrer registreringene sammen med tidspunkt. Fisk kan registreres på en avstand fra 200 – 1000 meter, avhengig av type merke og fysiske forhold som bølgeaktivitet, strømforhold og sprangsjikt. Loggerne monteres på en rigg enten i havet eller i elva. Detaljeringsgraden på denne informasjonen er avhengig av hvor mange loggerne som benyttes.



Figur 6. Akustisk logger (VR2W fra Vemco) som benyttes til å registrere merket fisk. Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.

2.3 Fangst og merkemetode

De mest skånsomme metodene for innsamling av fisk til merking er fiske med stang eller ved bruk av vandringsfelle, og disse metodene ble derfor benyttet i størst mulig grad (Figur 7). Hovedmengden av laksen ble fanget med sluk og stang, mens all røye og laksesmolt ble fanget i nedgangsfelle i de nedre delene av vassdragene. Noe ørret ble fanget under stangfiske etter laks i Neidenelva, mens de resterende individene ble fanget i garn i de nedre delene av elvene. Noen av laksene ble også tatt i garn, da høy vannstand i elven om våren førte til dårlig fangst på stang. Den voksne laksen og sjøørreten ble umiddelbart merket etter fangst, mens sjørøyene ble oppbevart i bur en tidsperiode før merking. Laksesmoltene ble enten merket direkte eller oppbevart i bur inntil et døgn før merking.

Før merking ble fiskene bedøvet med 2-phenoxy-ethanol, og deretter ble et akustisk merke operert inn i bukhulen på fisken. Operasjonssåret ble sydd sammen, og deretter ble fiskens lengde og vekt registrert. Etter at fisken våknet opp fra bedøvelsen ble den gjenutsatt i et stille parti av elven eller i munningsområdet.

Alle kirurgiske inngrep relatert til implantering av akustiske sendere ble utført av en forsker med solid erfaring.



Figur 7. Innsamling av laks og sjøørret i Neidenelva ble i hovedsak samlet inn ved stangfiske. Knut Skimlid bidro betydelig i denne delen av feltarbeidet. Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.



Figur 8. Øverst: Felle montert i Neidenelva ved Korbistryket, rett nedenfor Neiden Hotel. Midten: Felle montert i Braselva for innsamling av sjørøye. Nederst: Felle montert i Sandneselva. Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.

2.4 Merking av fisk 2014

Det ble totalt merket 93 voksne fisk og 104 laksesmolt i studiet. Den voksne laksen ble merket i Neidenelva, mens den voksne sjørretten ble merket i Sandneselva og Neidenelva. Voksen sjørøye ble i all hovedsak merket i Braselva samt i tillegg til et individ fra munningen av Sandneselva i Langfjorden. Det meste av merking av laksesmolt ble gjort i Neidenelva, men også en god smolt ble merket i Sandneselva (Tabell 2). To av de voksne laksene ble gjenfanget i elva før utvandring, og tre av sjørretene ble fanget i munningsområdet av Neidenelven.

Sjørøya ble fanget i perioden 20. mai - 17. juni, og merket i perioden 4 - 17. juni. Laksen og sjørretten i Neidenelva ble fanget og merket fra 17. mai - 2. juni, og sjørretten i Langfjorden fra 19 - 28. juni. Laksesmoltene i Neidenelva ble fanget og merket fra 25. juni - 8. juli, og laksesmoltene i Sandneselva fra 18 - 29. juni.

Tabell 2. Oversikt over fisk merket med akustiske sender i Neidenfjorden- og Bøkfjord området våren 2014. Antall og størrelse (variasjonsbredde i parentes) av laks, sjørret og sjørøye inndelt i størrelsesgrupper (voksne individer og smolt).

Vassdrag	Art	Antall	Lengde (cm)	Vekt (kg)
Neiden	Laks – smolt	75	15,5 (13-18)	35,2 (27-49)
Sandneselva	Laks – smolt	29	15 (13,5-16,5)	31 (24-42)
Neiden	Laks	24	67 (51-103)	2,3 (0,8-6,4)
Neiden	Sjørret	28	47 (37-65)	1,1 (0,5-3,3)
Sandneselva	Sjørret	19	41 (31-52)	0,8 (0,3-1,4)
Braselvassdraget	Sjørøye	21	30 (23-46)	0,23 (0,1-1,0)
Sandneselva	Sjørøye	1	53	1,9



Figur 9. Merking av laksesmolt i Braselva. Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.

2.5 Plassering av loggere for sporing av merket fisk

For å kunne spore de akustisk merkede fiskenes vandringer, ble totalt 63 stasjonære loggere utplassert i Neiden- og Bøkfjorden, Langfjorden, i nedre del av Neidenelva og i munningsområdet av Braselva og Munkelva (Tabell 3, Figur 10 og Figur 11). Loggerne ble utplassert 10-15. mai og tatt opp 5-7. oktober, for å dekke opp mest mulig av tiden anadrome laksefisker oppholder seg i sjøen. Voksen sjøørret og sjørøye gyter i ferskvann i slutten av september - midten av oktober, og har derfor normalt forlatt sjøen ved denne tiden på året. Laksen forventes å oppholde seg i åpent hav over vinteren og returnere til ferskvann sommeren 2015.

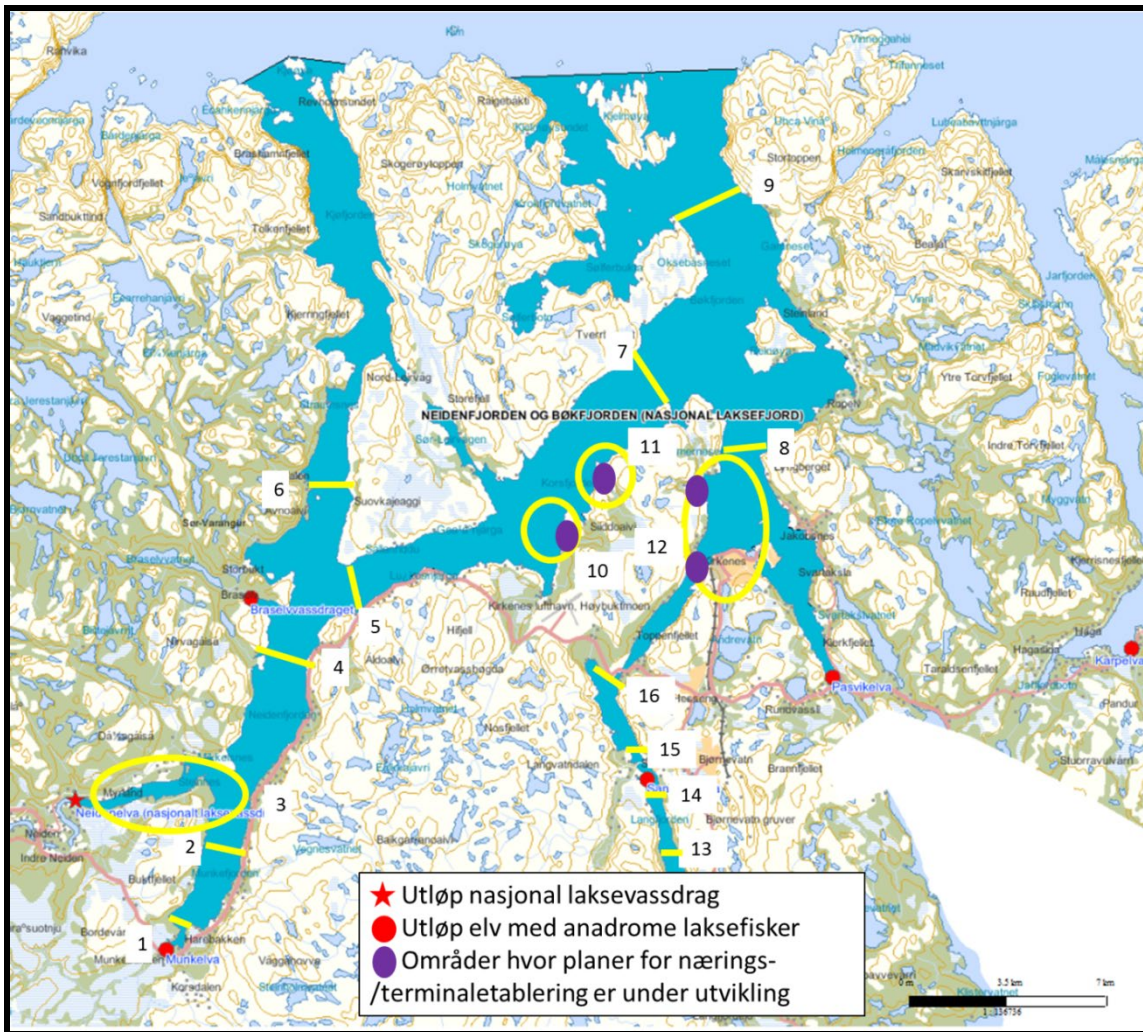
I hovedsak ble loggerne i transektene satt ut med en avstand på 200 – 400 meter. Loggerne i enden av transektene ble satt med en avstand på om lag 150 meter fra land. Plassering av loggerne ble avklart med Kystverket og Kirkenes Havn.

Tabell 3. Oversikt over plassering av loggere og antall loggere på hver lokalitet i 2013. Antall loggere i transektene er ca. 1 per 300 meter. Transektnummer henviser til nummer på Figur 10.

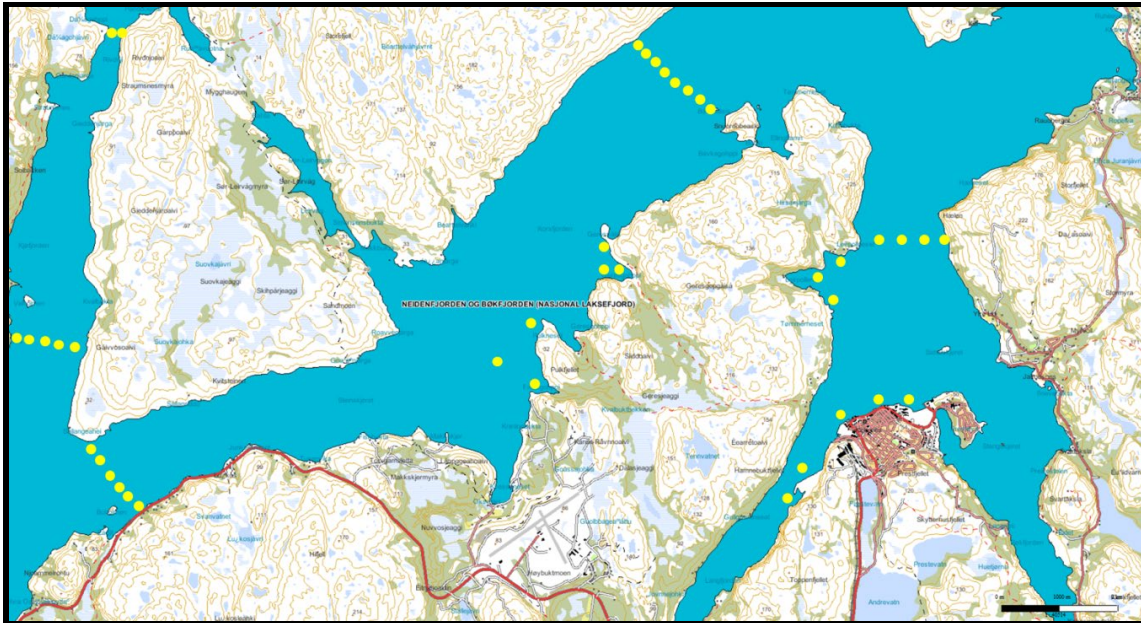
Transekt nr	Lokalitet	Antall loggere
1	Munkelva	1
2	Indre Neidenfjorden	3
2	Neidenelva, elv	6
3	Neidenfjorden, transekt	5
4	Midtre Neidenfjorden	5
5	Braselv	2
6	Buholmen (Korsfjorden sør), transekt	5
7	Tømmerneset – transekt	6
8	Bøkfjorden, Indre transekt	4
9	Bøkfjorden – ytre, transekt	8
10	Området Pulkneset	3
11	Området Tømmerneset vest	3
12	Området Tømmerneset øst – Kirkenes sentrum	8
13	Langfjorden, Indre	1
14	Sandneselva, elv	1
15	Langfjorden, midtre	1
16	Langfjorden, ytre	1

Loggerne i de ulike transektene ble plassert slik at det var størst mulig sjanse for at merket fisk som var innenfor detekterbar avstand ble registrert av loggeren. Transektene ble lagt slik at det skulle kunne være mulig å få retning og tid fisken brukte på vandringen ut fjorden.

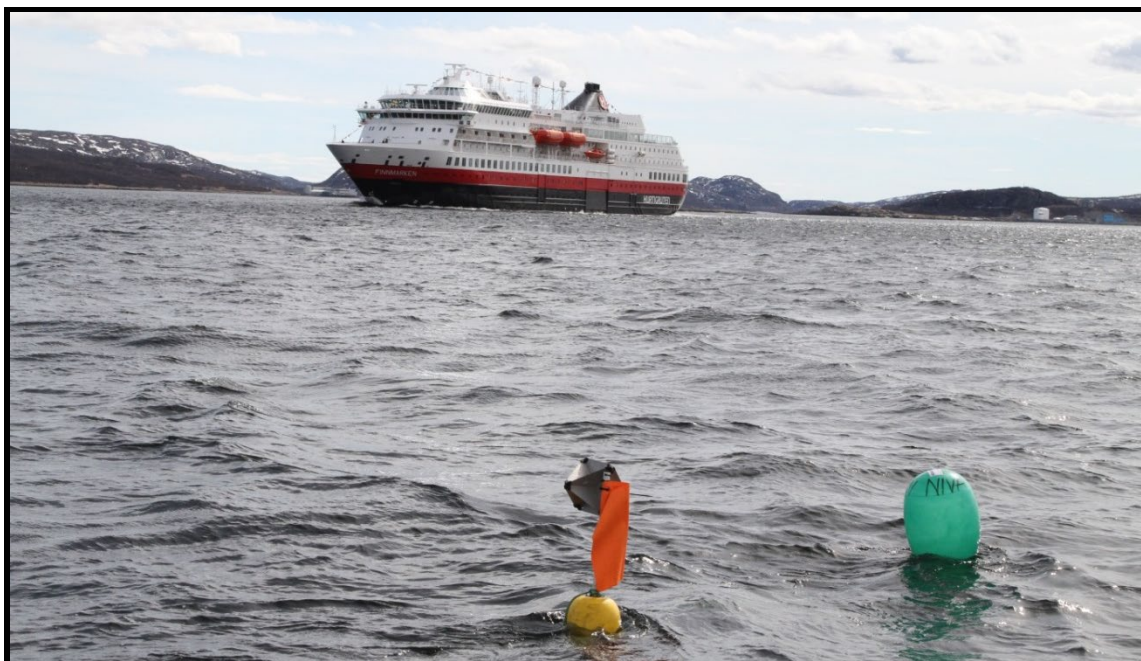
Det ble rigget tre transekt i Neidenfjorden, en for å detektere om fisk vandret inn fjorden, en midt i fjorden litt sør for Korsfjorden, og en i de ytre delene. I Korsfjorden ble det plassert transekter i de vestre og østre delene for å detektere om fisk vandret mellom de to fjordområdene. I Bøkfjorden ble det plassert loggere i transekter i de ytre delene, og i sjøen 2,5 km nord for Kirkenes. I Langfjorden trengtes bare én logger for å dekke opp hele bredden av fjorden, og det ble til sammen satt ut fire loggere i denne fjordarmen. I tillegg til transektene med loggere ble det utplassert en rekke loggere på strategiske plasser ved Pulkneset, Tømmerneset, Leirvika og Kirkenes havneområde.



Figur 10. Kart over Neidenfjorden, Kjøfjorden, Korsfjorden og Bøkfjorden. Kartet viser plassering av loggere for registrering av merket anadrom laksefisk. De gule strekene indikerer plassering av loggere i transekt, mens de gule sirklene indikerer noen av de spesielt interessante områdene i forhold til industriell aktivitet (lilla punkter) (Kart fra Direktoratet for naturforvaltning, Lakseregisteret).



Figur 11. Kart over deler av Neidenfjorden, Korsfjorden og Bøkfjorden (del av den nasjonale laksefjorden). Kartet viser plassering av loggere (gule prikker) for registrering av merket anadrom laksefisk (Kart fra Direktoratet for naturforvaltning, Lakseregisteret).



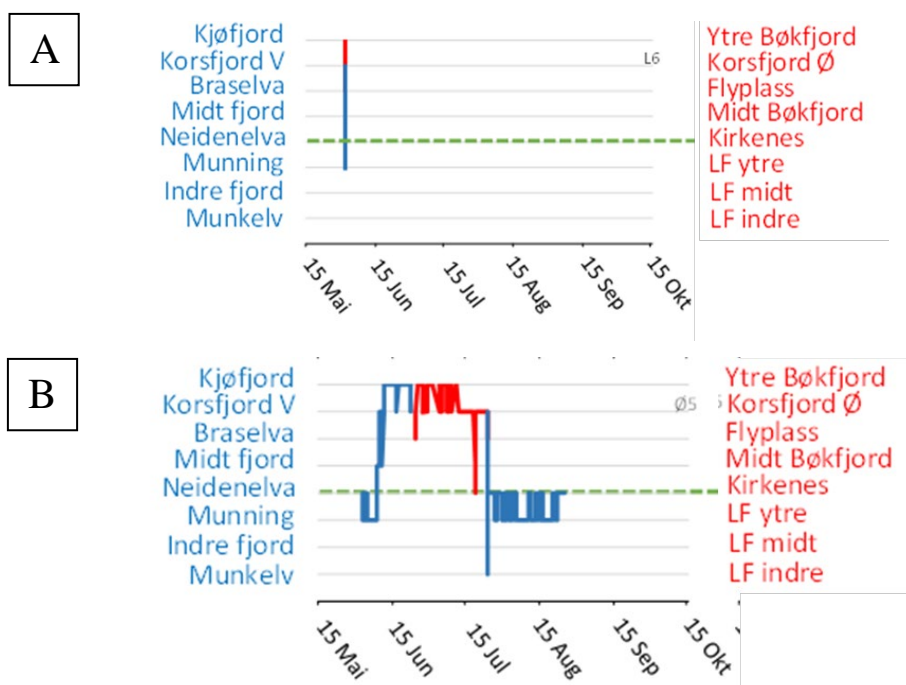
Figur 12. Det ble totalt plassert ut 63 rigger med loggere. Riggene ble markert med blåser og på de mest trafikkerte områdene ble det også montert en garnstaur med flagg og radarreflektor. Foto: Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva.

3 Resultat og Diskusjon

3.1 Generelt vandringmønster

Det generelle vandringmønsteret til den merkede fisken er illustrert som i Figur 13 der blå linjer og venstre y-akse representerer opphold i Neidenfjorden og Kjøfjorden og rød linje og høyre y-akse opphold i østre del av Korsfjorden, Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplede linje er for å forenkle lesing av grafen. Eksemplet i Figur 13A illustrerer vandringmønsteret til laks nr L6 fra Figur 14 (øverst i høyre hjørne av figuren). Figur 13A viser at L6 ble merket i Neidenelva i slutten av mai for så at den passerte loggertransekter i munningen, transept Midt fjord, transept ved Braselva så svingte L6 over i Korsfjorden og passerte transept Korsfjord V for så videre passerte den transept Korsfjord Ø (rød linje og høyre y-akse) og videre ut Ytre Bøkfjorden. L6 passerte alle transektene i løpet av ca. ett døgn.

Eksemplet i Figur 13B illustrerer vandringmønsteret til sjøørret nr Ø5 fra figur 17 og viser at Ø5 ble merket i munningen av Neidenelva ca. 1. juni for så å holde seg i området Munningen eller Neidenelva, etter noen dager passerte Ø5 loggertransektene Midt fjord, Braselva, Korsfjorden V og Kjøfjord (alle markert med blå linje) så om lag 20. juni ble Ø5 registrert på transept Korsfjord Ø (rød linje og Y-akse høyre) for så videre å bli registrert på loggere ved Flyplass (Pulkneset, Tømmerneset). Videre blir Ø5 registrert i en to ukers tid (ca. 25 juni til 10. juli) på transektene Korsfjord Ø og Ytre Bøkfjord for så at den vandret inn mot loggere ved Kirkenes sentrum (ca. 15 juli). Deretter vandret Ø5 rett til Munkelva for så å oppholde seg en måneds tid i Munningen og i Neidenelva (20. juli til 20. august) før den tilslutt vandret opp i Neidenelva om lag 20. august.



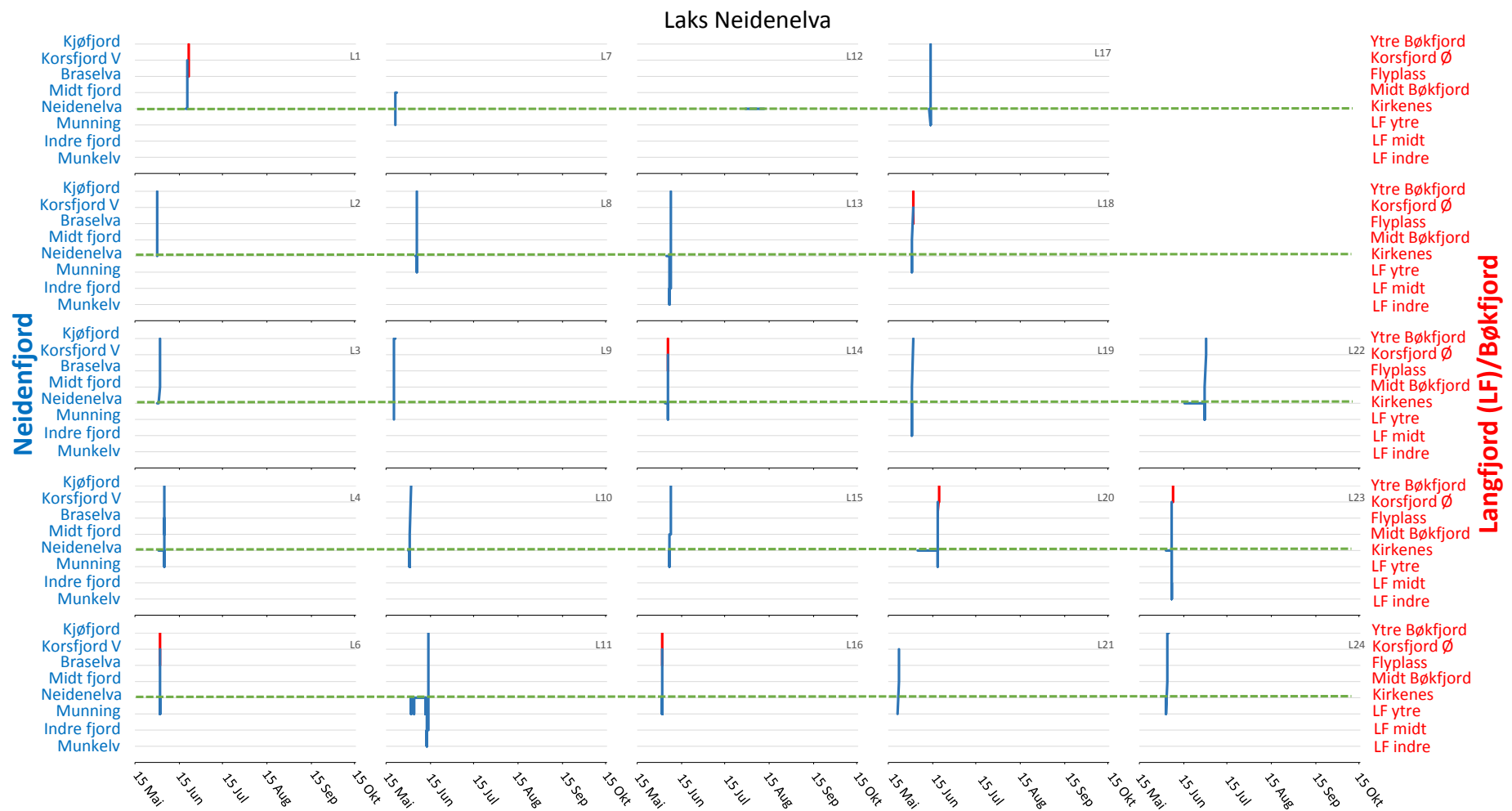
Figur 13. Illustrasjon over vandringer mellom fjordområder for anadrom laksefisk, der blå linjer og venstre y-akse representerer opphold i Neidenfjorden og Kjøfjorden og rød linje og høyre y-akse opphold i Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplede linje er for å forenkle lesing av grafen.

3.1.1 Laks

Av de 24 merkede laksene ble 20 individer (83%) registrert til å vandre ut av fjordsystemet, dvs. de ble registrert på loggerne ytterst i fjordsystemet. Et individ ble gjenfanget i nedre del av elva 11. august (L12), et individ ble aldri registrert (L5) og to individ vandret ut i fjorden og utover fjordsystemet, men ble ikke registrert på de ytterste loggerne (L7 og L21). Laksene forlot Neidenelva i perioden 19. mai – 29. juni, med gjennomsnittlig utvandringstidspunkt den 4. juni. Syv individer (35%) vandret ut Korsfjorden og videre ut Bøkfjorden, mens de resterende 13 individene vandret ut Kjøfjorden. Laksene som vandret ut Bøkfjorden brukte i gjennomsnitt 16 timer (variasjonsbredde 12-22 timer) på vandringen, mens de som vandret ut Kjøfjorden brukte i snitt 14 timer (variasjonsbredde 3-52 timer). Snittverdiene for de to fjordene er forholdsvis lik, men det er verdt å merke seg at laks som vandret ut Kjøfjorden kunne bruke så lite som tre timer på å forlate fjordsystemet, mens noen individer brukte over to døgn.

Tre laks (L11, L20 og L22) oppholdt seg i de nedre delene av elva og munningsområdet i inntil to uker før de forlot Neidenelva og vandret ut i fjorden og videre ut Kjøfjorden (Figur 14).

Neidenlaksenes vandringsatferd er sammenlignbar med vandringsadferden til laks fra Altaelva (Halttunen m. fl., 2013). Undersøkelsen for laks i Neiden er sammen med den fra Altaelva de eneste undersøkelsen fra nord-norske vassdraget der laksens vandringsatferd ut fra elven og gjennom fjordsystemet er blitt dokumentert. I Altaelva varierte utvandringstidspunktet for laks med fiskens kondisjonsfaktor i perioden fra midten av mai frem til begynnelsen av august, dvs. at de fiskene som var i best kondisjon etter gyting og overvintring ble stående lengst i elva. Antallet merkede fisk i dette studiet er for få for å undersøke sammenhengen mellom kondisjon og utvandringstidspunkt, men spredningen i tid som de merkede laksene forlot elva tyder på at sammenhengen kan ligne på det som er dokumentert fra Altaelva. Også i Altaelva svømte laksene raskt gjennom fjorden og svømmehastighetene ut Altafjorden stemmer godt overens med det som ble registrert i det foreliggende studiet. Imidlertid må de raskeste laksene som bare brukte tre timer ut Kjøfjorden, regnes som meget raske i denne sammenhengen. Det er mye sel i Neidenfjorden, og man kunne i teorien ha tenkt seg at de raskeste laksene var blitt spist av sel som svømte kjapt ut fjorden. Imidlertid hadde dette kunne dokumenteres ved at temperaturregistreringene hadde økt som følge av høy temperatur i selmagen. De raske svømmehastighetene må derfor representere fisk som beveger seg svært raskt ut fjordsystemet.



Figur 14. Illustrasjon over vandringer mellom fjordområder for laks merket med akustiske sendere i Neidenelva vår og sommer 2014, der blå linjer og venstre y-akse representerer opphold i Neidenfjorden og Kjøfjorden og rød linje og høyre y-akse opphold i Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplet linje er for å forenkle lesing av grafen.

3.1.2 Sjørøye

Av de 21 merkede sjørøyene fra Braselva (Figur 15) ble 20 individer registrert på loggere i fjorden (Figur 16). Fem individer ble bare registrert 1-2 dager i fjorden før signalene forsvant. Et individ ble registrert siste gang i munningsområdet av Braselva (R13), et individ i munningsområdet av Neidenelva (R10), to individer i den midtre delen av Neidenfjorden (R 11 og 12) og det siste individet ytterst i Bøkfjorden (R19). Totalt ble 15 individer registrert å vandre ut i fjordsystemet og returnere til ferskvann, det vil si at minimum 71% av de merkede individene overlevde sjøoppholdet. Et individ vandret opp i Neidenelva etter sjøoppholdet, og de resterende 14 i Braselva. Fiskene oppholdt seg i snitt 32 dager i sjøen, og gjennomsnittlig oppvandringstidspunkt til ferskvann var 6. juli (standardavvik ± 7 dager).

Åtte av de overlevende individene fra Braselva vandret utover i fjordsystemet, hvorav et individ vandret til de ytre delene av Bøkfjorden (R17), mens fem individer oppholdt seg fremst i området rundt munningen av Braselva. Et individ tilbrakte nærmere halve sjøoppholdet i indre del av fjorden og resten i området rundt munningen av Braselva (R9). Et annet individ ble registrert i hele fjordsystemet i Langfjorden (R20) utenom de indre delene av Bøkfjorden (Figur 16).

Sjørøya som ble merket i munningen av Sandneselva ble registrert siste gang på den innerste loggeren i Langfjorden 7. juli. Denne sjørøyen oppholdt seg en uke i Langfjorden etter merking, for så å vandre ut i Bøkfjorden i ti dager før den returnerte til Langfjorden igjen.

Fangst av sjørøye i Neidenområdet viste seg å være utfordrende. Det er bare et par kjente mindre vassdrag med sjørøye i Neidenområdet, og etter konsultasjon med lokalkjente personer ble Braselva valgt. Området er kun tilgjengelig med båt, men en person bor fast i området og det finnes noen sommerhytter. Etter kontakt med personen som bor i området ble en nedgangsfelle montert ca. tre dager etter at isen gått opp på elva. Imidlertid ble mest små sjørøyer fanget, og kun fem individer av en størrelse som tillot merking med senderne som også målte dybde og temperatur. På grunn av dette ble den mindre sendertypen benyttet på 16 individer. Dette resulterte også i at fisken ble holdt i bur i en lengre periode før merking, da det ble forventet for å se om de større individene vandret senere ut av elva. Tiden som sjørøya ble registrert i sjøen (gjennomsnittlig 32 dager) er noe kort i forhold til de 45-60 dager som er dokumentert i tidligere studier (Berg & Berg, 1993, Rikardsen m. fl., 2007a, Jensen, 2014, Jensen m. fl., 2014, manuskript). Dette kan være på grunn av tiden sjørøya ble holdt igjen i bur. Sjørøya er en sterkt kaldtvannstilpasset art, og det er tidligere vist at sjørøye returnerer til ferskvann når havtemperaturene øker (Talvik, Jensen m. fl., 2012). Tidspunktet sjørøyene returnerte til ferskvann stemmer godt overens med de tidligere nevnte studiene, hvorfor det virker sannsynlig at tiden i bur påvirket fiskene.

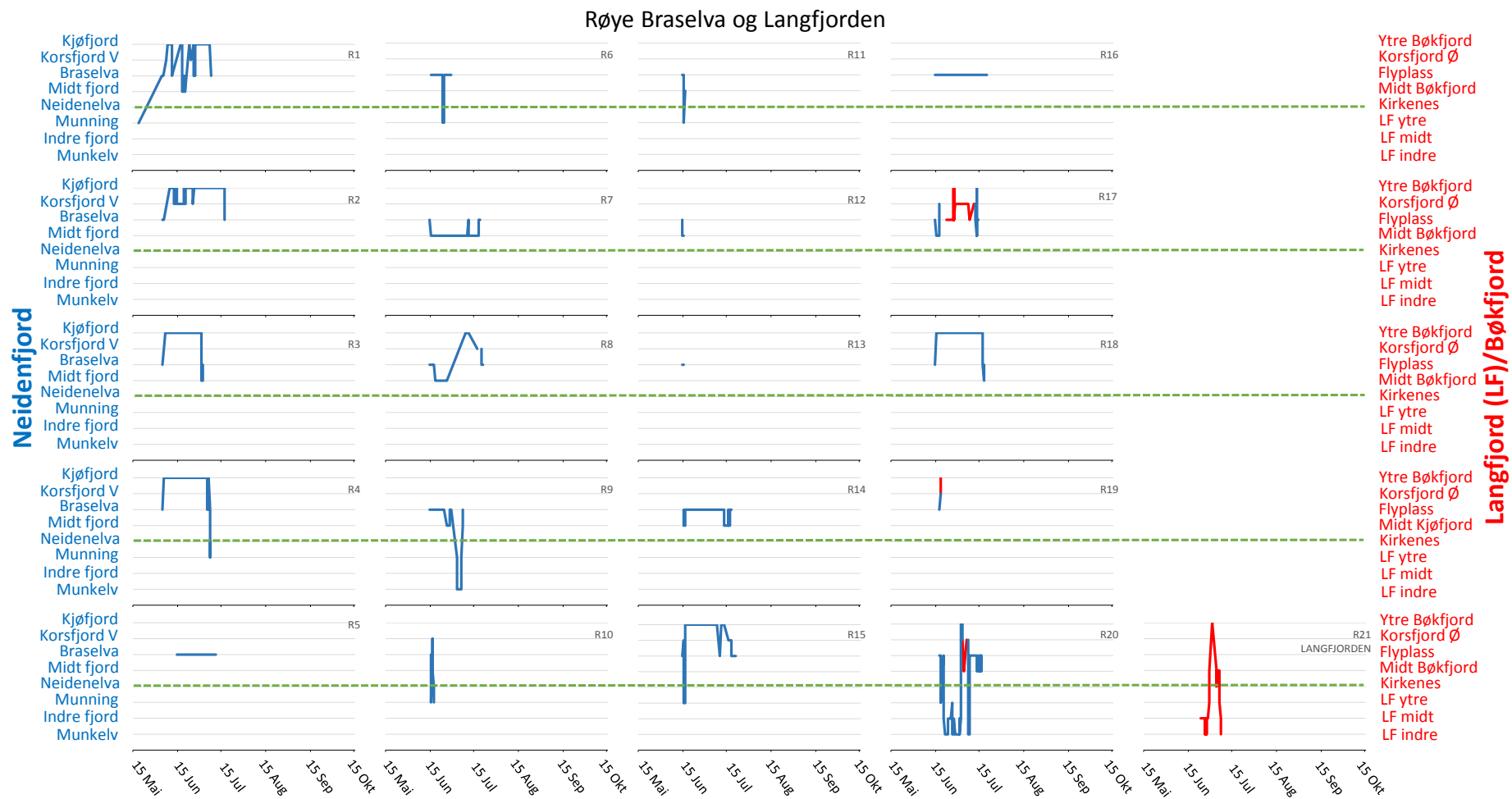
Det er mulig at mangelen på fangst av stor røye skyldes at fisken forlot elva i løpet av den korte tiden mellom isgang og rigging av fellen, eller at sjørøyene har klart å ta seg forbi fellen ved veldig høy flo sjø da fellen sto helt under vann. Imidlertid var fangsten av sjørørret forholdsvis god, og det sistnevnte scenariet virker derfor usannsynlig. I samtale med hytteeier ved fella kom det frem at Braselva hadde hatt svært lav vannstand under største del av sommeren og høsten 2013, slik at lite at fisk hadde mulighet til å ta seg opp over fossen i elva. Fellen i Braselva var operativ utover sommeren 2014 i forbindelse med et annet prosjekt, og fangstene av stor kjønnsmoden sjørøye var gode. Sjørøye blir ofte dokumentert å overvintre i andre elver enn der den er merket (Jensen m. fl., 2012; Berg & Jonsson, 1989; Jensen & Rikardsen, 2008; Jensen & Rikardsen, 2012; Jensen m. fl., 2014, manuskript). Tatt i betraktning disse faktorene virker det mest sannsynlig at det vandret ut svært få store sjørøyer fra Braselva i 2014, hvilket kan forklare mangelen på fangst til merking.

Den dokumenterte vandringsatferden med en stor andel av fisk som vandrer utover i fjordsystemet og en del individer som oppholder seg i nærheten av munningsområdet stemmer godt overens med tidligere detaljerte studier på denne arten, både fra Norge (Jensen & Rikardsen, 2008; Jensen & Rikardsen, 2012; Jensen, 2014; Jensen m. fl., 2014, manuskript) og Canada (Spares m. fl., 2012; Morris & Greene, 2002). Dette skyldes mest sannsynlig røyenes tilpassing til lave temperaturer (se diskusjon)

Den dokumenterte overlevelsen var normal eller noe høy i forhold til tidligere studier (Berg & Berg, 1989, 1993), tatt i betraktning fiskenes størrelse og at de ikke ble optimalt behandlet da de ble holdt i bur over lengre tid. Marin overlevelse hos anadrom laksefisk er sterkt knyttet til størrelse (Jensen m. fl., 2012; Klemetsen m. fl., 2003). Dette tyder på at det er gode forhold i Neidenfjorden og Kjøfjorden for sjørøyene fra Braselva, og eventuelt lenger ute i Varangerfjorden hvis fiskene vandrer såpass langt ut.



Figur 15. Nymerket sjørøye fra Braselva. Foto Helén J. Andersen.



Figur 16. Illustrasjon over vandringer mellom fjordområder for sjørøye merket med akustiske sendere i Braselva og Langfjorden vår og sommer 2014, der blå linjer og venstre y-akse representerer opphold i Neidenfjorden og Kjøfjorden og rød linje og høyre y-akse opphold i Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplet linje er for å forenkle lesing av grafen.

3.1.3 Sjørret fra Neidenelva

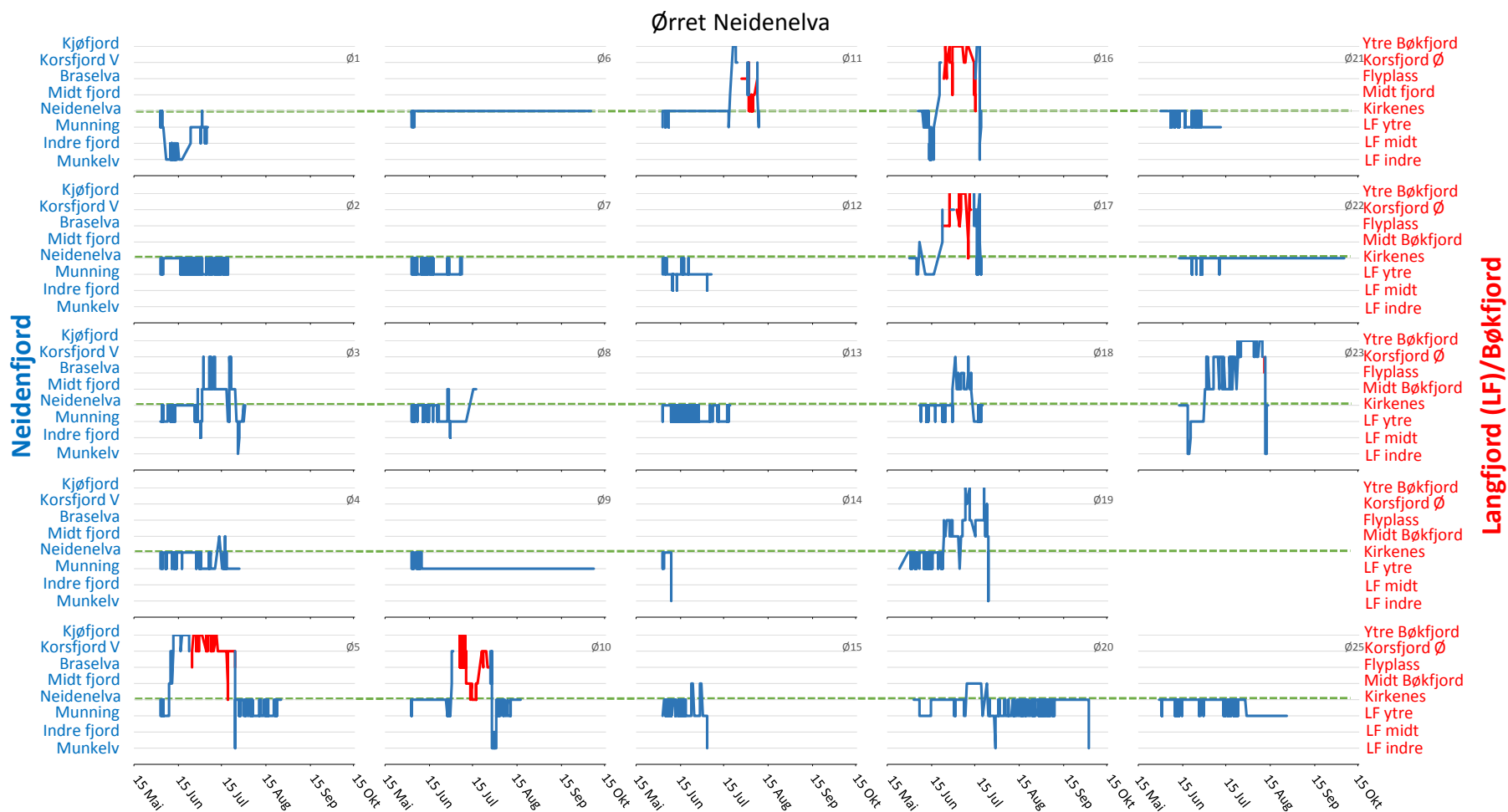
En av sjørretene merket i øvre del av Neidenelva ble aldri registrert på loggerne. Fem individer ble registrert men signalene fra merket forsvant uten at fiskene ble dokumentert å vende tilbake til ferskvann. I tre av disse tilfellene ble senderne dokumentert kontinuerlig frem til studiet ble avsluttet (dvs. fiskene enten døde eller mistet senderne i nærheten av en automatisk logger, Ø 6, 9 og 22, Figur 17), mens signalene fra en sender forsvant uten forklaring midtre del av Neidenfjorden (Ø 8) og signalene fra den siste senderen (Ø21, Figur 17) i munningsområdet. Fiskene som ble merket med gjenbrukte merker andre uken i juli, vandret opp i elva kort tid etter merking, og deres atferd er derfor ikke tatt med i videre beskrivelser av atferd. Vandringsatferden til 19 merkede sjørreter ble dokumentert under en hel marin vandringsyklus.

Det var stor individuell variasjon i vandringsatferd hos de merkede sjørretene. Individuelle fisk ble registrert i alle deler av studieområdet med unntak av Langfjorden. Totalt oppholdt de merkede sjørretene seg i munningsområdet og sjøen i gjennomsnitt 60 dager (variasjonsbredde 35 – 110 dager). Fem av de merkede individene (26%) forlot ikke nedre del av elva og munningsområdet mer enn noen få timer under hele sommeren (Ø 2, 7, 12, 13 og 25, Figur 17). Totalt ble 14 av de 19 merkede sjørretene (74%) registrerte lengre ute i fjorden. Fisk som vandret vekk fra munningsområdet oppholdt seg i gjennomsnitt 31 dager (variasjonsbredde 7 – 55 dager) i sjøen. Blant fiskene som vandret vekk fra munningsområdet fantes det individer som i hovedsak oppholdt seg i de ytre delene av Neidenfjorden (f.eks. Ø19) og totalt seks individer som ble registrert i Bøkfjorden (Ø 5, 10, 11, 16, 17 and 23). Flere individer ble også registrert i de indre delene av Neidenfjorden (f.eks. Ø10) (Figur 17). Fire individer (19%) ble siste gang registrert i munningen av Munkelva (Ø 14, 15, 19 og 20, Figur 17).

Tiden de merkede sjørretene oppholdt seg i sjøen (i gjennomsnitt 60 dager) er noe kort i forhold til tidligere studier der sjørretet i snitt oppholdt seg i sjøen i nærmere tre måneder (Berg & Berg, 1989, Klemetsen m. fl., 2003, Jensen & Rikardsen, 2012, Jensen m. fl., 2014, manuskript). Imidlertid ble flestparten av sjørretene fanget i munningsområdet, og det er mulig at disse fiskene hadde oppholdt seg i munningsområdet en stund før merking. Dette ville da forklare det noe lave estimatet for oppholdstid i sjøen. Basert på den dokumenterte vandringsatferden og at fiskene fanget i munningsområdet var i meget godt hold, virker det sannsynlig at dette estimatet er noe lavt på grunn av at fiskene allerede oppholdt seg en stund i munningsområdet.

De merkede sjørretene oppholdt seg i veldig stor grad i munningsområdet, og siden fisk merket i munningsområdet returnerte til Munkelva etter endt sjøopphold kan det virke som at også fisk fra andre elver utnytter dette området. Opphold i munningsområder kan tilby fisk bl.a. skjul fra predatorer og rik tilgang på byttedyr (Thorpe, 1994). Det er mye sel i munningsområdet av Neidenelva, men ingen av de merkede fiskene ble dokumentert spist av disse dyrene (predasjon av sel hadde blitt detektert ved at temperaturen registrert av senderne hadde økt i perioden merket befant seg i selens mage). Ved feltarbeid i munningsområdet av Neidenelva ble store mengder marflo observert, og det er ofte rik tilgang på sil og tobis i munningsområder med mye sand som i Neidenelva. Da temperaturene i munningsområdet dessuten faller innenfor preferanseområdet til ørret (Larsson, 2005), virker det sannsynlig at dette området er fordelaktig for sjørretet å oppholde seg i.

Det var stor individuell variasjon i vandringsatferd når sjørretene hadde forlatt munningsområdet. Mange individer utnyttet hele fjordsystemet utenom Langfjorden og vandret hyppig mellom de forskjellige områdene. Sjørretene utnyttet imidlertid de ytterste fjordområdene i mindre grad enn sjørøyene. Denne typen atferd stemmer overens med tidligere studier av nordlige bestander (Jensen & Rikardsen, 2008; Jensen & Rikardsen, 2012; Jensen m. fl., 2014, manuskript).



Figur 17. Illustrasjon over vandringer mellom fjordområder for sjøørret merket med akustiske sendere i Neidenelva vår og sommer 2014, der blå linjer og venstre y-akse representerer opphold i Neidenfjorden og Kjøfjorden og rød linje og høyre y-akse opphold i Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplet linje er for å forenkles lesing av grafen.

3.1.4 Sjørret fra Langfjorden (Sandneselva)

Majoriteten (13 av 16 individer, 81%) av sjørretene merket i Langfjorden oppholdt seg utelukkende i de innerste delene av Langfjorden, mens tre individer (19%) vandret ut og oppholdt seg i Bøkfjorden 6, 4 og 8 uker (Ø 3, 9 respektive 13, Figur 19). Omtrent 85% av totalt antall registreringer fra sjørretene kom fra munningsområdet av Langfjordelva, og med unntak av de tre sjørretene som vandret ut i Bøkfjorden ble ingen andre fisk registrert i ytre del av Langfjorden. Fiskene returnerte til elva i gjennomsnitt 6. august (variasjonsbredde 14. juli – 7. oktober). Sjørreten (Ø16) som ble registrert i sjøen frem til september kan ha mistet senderen, da den ikke ble registrert til å bevege seg over lang tid. Utenom denne fisken returnerte den siste sjørreten til Sandneselva 13. september. Da fiskene ble merket i sjøen et stykke ut i sesongen, blir det ikke korrekt å estimere hvor lenge sjørretene fra Sandneselva oppholdt seg i sjøen.

De fleste sjørretene fra Sandneselva oppholdt seg på et veldig begrenset område rett utenfor munningen av Sandneselva og noe innover i fjorden. Da fiskene fanget i fjorden var i meget godt hold ved merking, kan det virke som at meget gode næringsforhold for større individer gjør at fiskene holder seg i dette området. Imidlertid er det noe forbausende at ingen fisk utenom de som vandret ut i Bøkfjorden ble registrert i de ytre delene av Langfjorden. Normalt sett er tilgangen på fordelaktige byttedyr (småfisk) for større fisk bedre i ytre deler av fjordsystemer (Jensen m. fl., 2014). Det er mye forurensing i Kirkenesområdet, både fra sjødeponiet og selve byen noe som kan føre til en redusert vannkvalitet. Langfjorden er lang og smal, og store vannmasser presses gjennom fjordsystemet i takt med tidevannet. I tillegg ble de ytterste delene av Langfjorden tidligere brukt til sjødeponi (slambanken) noe som har ført til en innsnevring av fjorden med påfølgende redusert vanngjennomstrømning.

De tre sjørretene som vandret ut i Bøkfjorden utnyttet hele fjorden, i likhet med sjørretene fra Neidenelva og sjørret fra tidligere studier i andre nordlige områder (Jensen & Rikardsen, 2012; Jensen m. fl., 2014, manuskript 1).



Figur 18. Sjørret fra Sandneselva. Foto: Guttorm N. Christensen

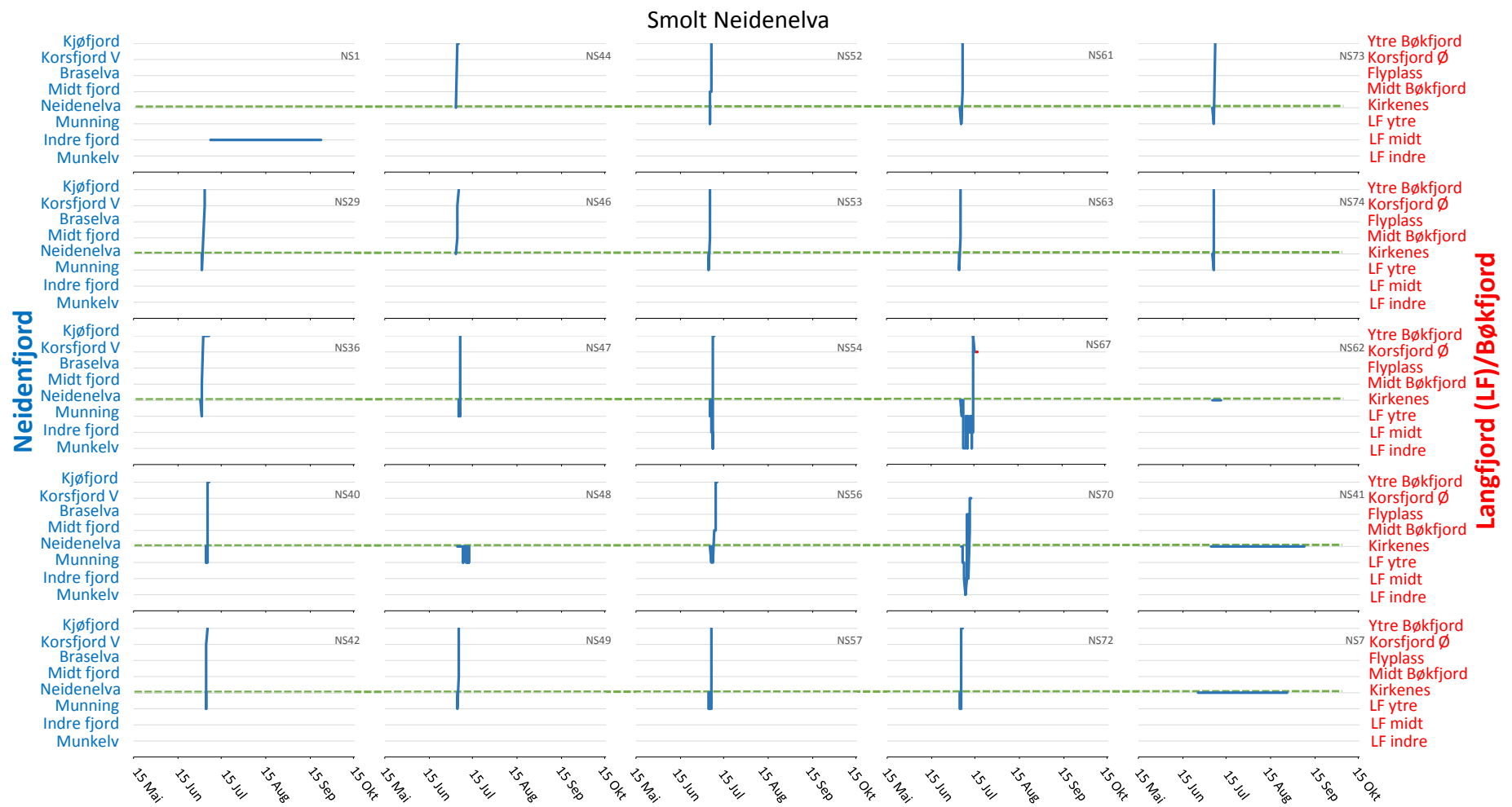
3.1.5 Laksesmolt fra Neidenelva

Majoriteten av laksesmoltene som vandret ut fra Neidenelva hadde en direkte vandring til de ytre delene av Kjølffjorden (Figur 20). Av de 75 merkede smoltene, ble totalt 30 individ (40%) registrert på de automatiske loggerne. Av disse 30 individene ble 18 individer (60%) siste gang registrert på loggerne i ytre delen av Kjølffjorden, to individer (7%) på andre loggere i Neidenfjorden, og ni individer (30%) i Neidenelva. Det ble kun registrert en laksesmolt (3%) på loggerne fra øste del av Korsfjorden og ut Bøkfjorden. Minimum overlevelse til smolt etter å ha forlatt munningsområdet var 86%.

De merkede smoltene vandret ut i sjøen i perioden 1 – 7. juli. Smoltene brukte i gjennomsnitt 19 timer (variasjonsbredde 3 – 49 timer) mellom den øverste loggeren i elva og den nederst loggeren i munningsområdet. Majoriteten av laksesmoltene (71%) vandret ut fra munningsområdet mellom klokken 22:00 – 06:00. Det tok i gjennomsnitt 29 timer (variasjonsbredde 4 – 128 timer) for smolten å vandre fra munningen av Neidenelva til de ytterste loggerne i Neidenfjorden.

Som med de voksne individene, er studier på vandringsatferd i fjord hos laksesmolt fra Alta det mest nærliggende å sammenligne dette studiet med da dette er det nordlige området der detaljerte studier av vandringsatferd er blitt utført. Også smolt fra Altaelva forlot munningsområdet av elva om natten (66% vandret mellom kl. 20:00 – 08:00), til tross for at det er midnattssol og mye lys ved disse breddegradene. Fjordoverlevelsen fra munningsområdet til de ytterste loggerne var også sammenlignbar med estimatene fra Altafjorden, der 75% av smoltene overlevde de første 17 km av vandringen ut fjorden (Davidsen m. fl., 2009). Også i nordlige Canada er smoltoverlevelse på 82% for de første 20 km av fjordmigrasjon blitt dokumentert (Lacroix m. fl., 2004), mens bare 35% av smolten i Romsdalsfjorden i Sør-Norge overlevde de første 37 km av vandringen (Thorstad m. fl., 2007). Også gjennomsnittlig vandringshastighet i fjorden var sammenlignbar med Altafjordstudiet (1,7 km/time, Davidsen m. fl., 2007).

Smoltens overlevelse og atferd i selve fjorden var sammenlignbar med smolten fra Altafjorden, men andelen smolt som vandret ut av elva etter merking var betraktelig lavere i Neidenfjorden (28%) enn i Altafjorden (72%, Davidsen m. fl., 2009). Neidenelva nedenfor fossen ble manuelt peilet ved to anledninger (5. juli og 5. oktober) for å sjekke om fisk oppholdt seg i elva i områder utenom de automatiske loggerne. Ved disse peilingene ble 14 merker lokalisert. Det er mange predatorer på smolt i elva. En stor forskjell mellom Altaelva og Neidenelva er at det finnes gjedde i Neidenelva. Studier av gjeddens diett i lakseførende vassdrag har vist at gjedde spiser mye smolt i den perioden under smoltutvandring, og det er mulig at denne fiskearten bidrar til den høyere dødeligheten i selve Neidenelva. Det ble observert at fugl (måker) fanget smolt i vannoverflaten i merkeperioden, hvilket kan forklare hvorfor mange av sanderne forsvant fra selve elva. To av merkene ble registrert oppstrøms for plassen der fisken ble merket. Dette kan innebære at noen av fiskene som ble merket ikke var klar for å vandre ut i sjøen, og valgte å vandre tilbake opp i vassdraget. Imidlertid virker det svært usannsynlig at store mengder parr vandrer oppstrøms fossen, så dette utgjør mest sannsynlig ikke en stor andel av sanderne som forsvant. Det var en signifikant forskjell i merkedato mellom fisk som overlevde til munningen og de som ikke gjorde det, der fisk som ble merket senere hadde høyere overlevelse. Laksesmolt vandrer ut av elva i stim for å unngå predasjon (Klemetsen m. fl., 2003), og det er mulig at predasjonstrykket var høyere på de tidligvandrende individene enn de som vandret ut i stim senere i sesongen.

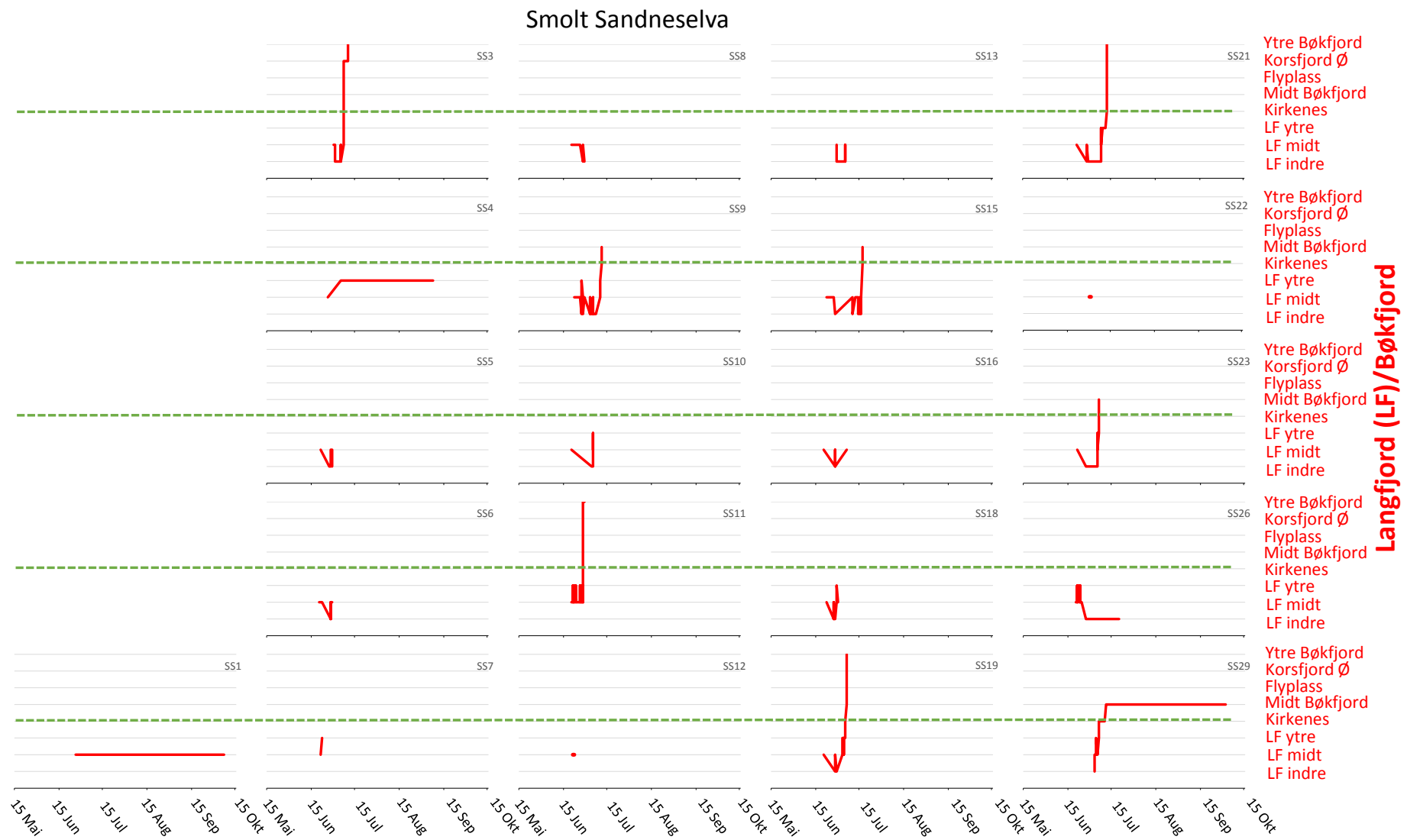


Figur 20. Illustrasjon over vandringer mellom fjordområder for laksesmolt merket med akustiske sendere i Neidenelva vår og sommer 2014, der blå linjer og venstre y-akse representerer opphold i Neidenfjorden og Kjøfjorden og rød linje og høyre y-akse opphold i Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplet linje er for å forenkle lesing av grafen.

3.1.6 Laksesmolt fra Sandneselva

Laksesmoltene fra Sandneselva oppholdt seg i lange perioder inne i selve Langfjorden (Figur 21). Av totalt 29 merkede smolt, ble 21 individer (72%) registrert på de automatiske loggerne i Langfjorden. Av disse ble fire smolt (19%) siste gang registrert på loggerne ytterst i Bøkfjorden, fire smolt (19%) på andre loggere i Bøkfjorden, fire smolt (19%) i ytre del av Langfjorden og ni smolt (43%) i indre del av Langfjorden. De merkede smoltene vandret ut i sjøen i perioden 20. – 30. juni. Omtrent halvparten av laksesmoltene (45%) vandret ut fra munningsområdet mellom klokken 22:00 - 06:00. De syv smoltene som vandret ut av Langfjorden brukte i gjennomsnitt 16 dager (variasjonsbredde 7 – 24 dager) fra munningen av Sandneselva til de ble registrert i Kirkenesområdet, mens de fire individene som klarte seg helt til de ytterste loggerne i Bøkfjorden brukte i snitt 1 dag (variasjonsbredde 7 timer – 2,8 dager) videre fra Kirkenes til de ytterste loggere. Det tok i gjennomsnitt smolten 14 dager (variasjonsbredde 8 – 21 dager) å vandre fra munningen av Sandneselva til de ytterste loggerne i Bøkfjorden.

Den merkede smolten fra Sandneselva skilte seg betydelig fra smolten fra Neidenelva, både i overlevelse og atferd. I motsetning til Neidenelva der selve elva virket å være en flaskehals for overlevelse av laksesmolt, forsvant de absolutt fleste individene fra Sandneselva i Langfjorden. Smolten hadde en veldig atypisk atferd, ved å vandre i flere uker inne i Langfjorden før de til slutt vandret ut i Bøkfjorden der de foretok en direkte og hurtig vandring til de ytterste loggerne. I Langfjorden vandret mange smolt innover i fjorden. Hvorfor fiskene har denne typen atferd er ukjent. En teoretisk mulighet er at det er gode forhold for vekst inne i Langfjorden, hvilket kunne holde fiskene igjen. Smoltoverlevelse er sterkt relatert til hurtig vekst i tidlig sjøfase (Klemetsen m. fl., 2003). Imidlertid hadde smolten i Langfjorden dårlig overlevelse, og denne teorien virker derfor lite sannsynlig. En annen mulighet er at det er høy predasjon på laksesmolt i Langfjorden. Hvis merket fisk ble spist av f.eks. torsk eller større sjøørret i fjorden kunne dette forklare hvorfor merkene ble registrert i Langfjorden i inntil to uker for så å forsvinne. Imidlertid oppholdt også de utvandrende smoltene seg i Langfjorden i omtrent to uker før de vandret ut og viste en normal vandringsatferd i Bøkfjorden. Med bakgrunn i dette virker også denne teorien lite sannsynlig. Undersøkelser har vist at laksen unike navigasjonsegenskaper er basert mye på lukt og en betydelig forurensning vil kunne føre til endringer i vandringsadferd. Om smolten på vei ut Langfjorden opplever dårlig vannkvalitet som følge av forurensning i Kirkenesområdet er ikke kartlagt. Dette studeres videre og helst da også for sjøørret da inkludering av flere arter vil kunne bidra positivt til å avklare hvilke faktorer som styrer vandringsatferden.

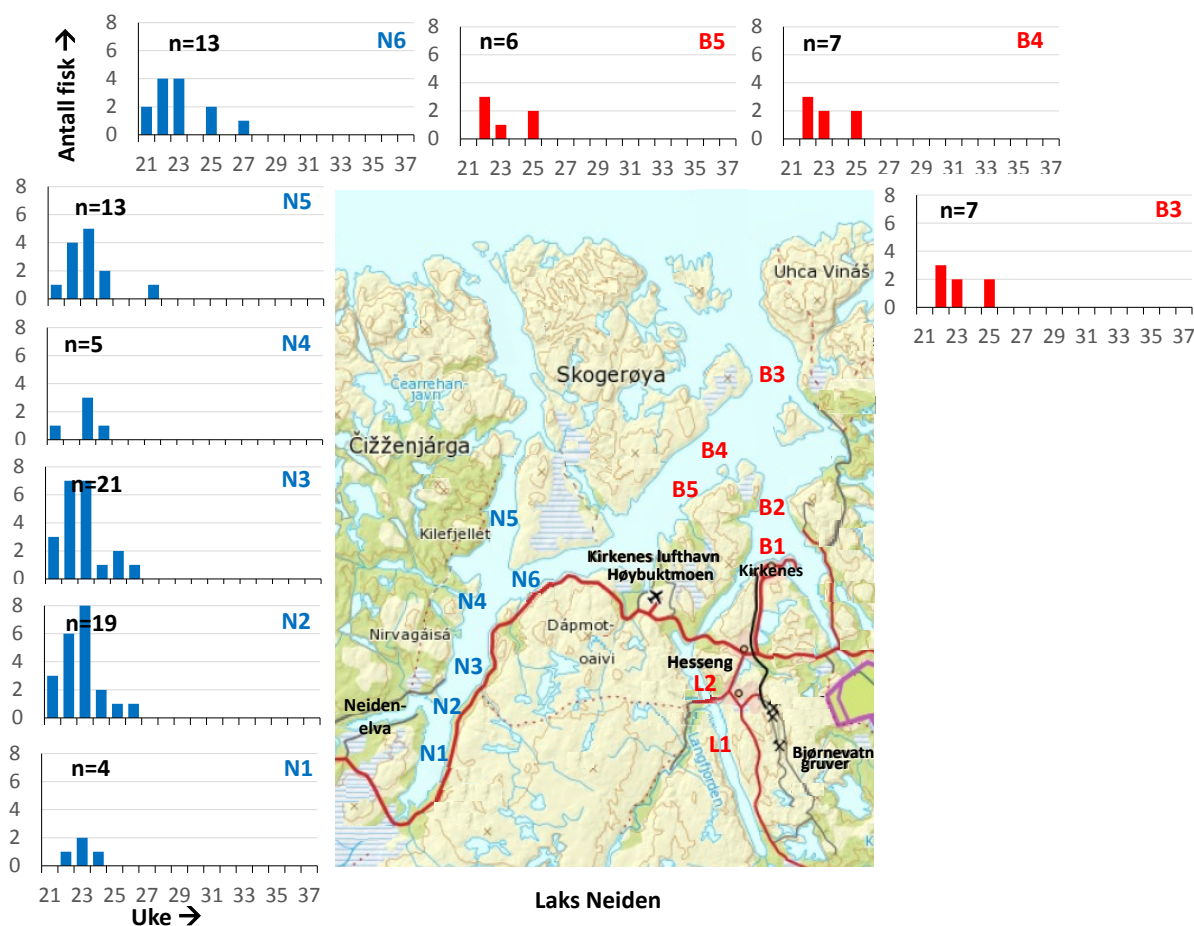


Figur 21. Illustrasjon over vandringer mellom fjordområder for laksesmolt merket med akustiske sendere i Sandneselva vår og sommer 2014, der rød linje og høyre y-akse representerer opphold i Bøkfjorden og Langfjorden. Grønn stiplet linje er for å forenkle lesing av grafen.

3.2 Områdeutnyttelse

3.2.1 Laks

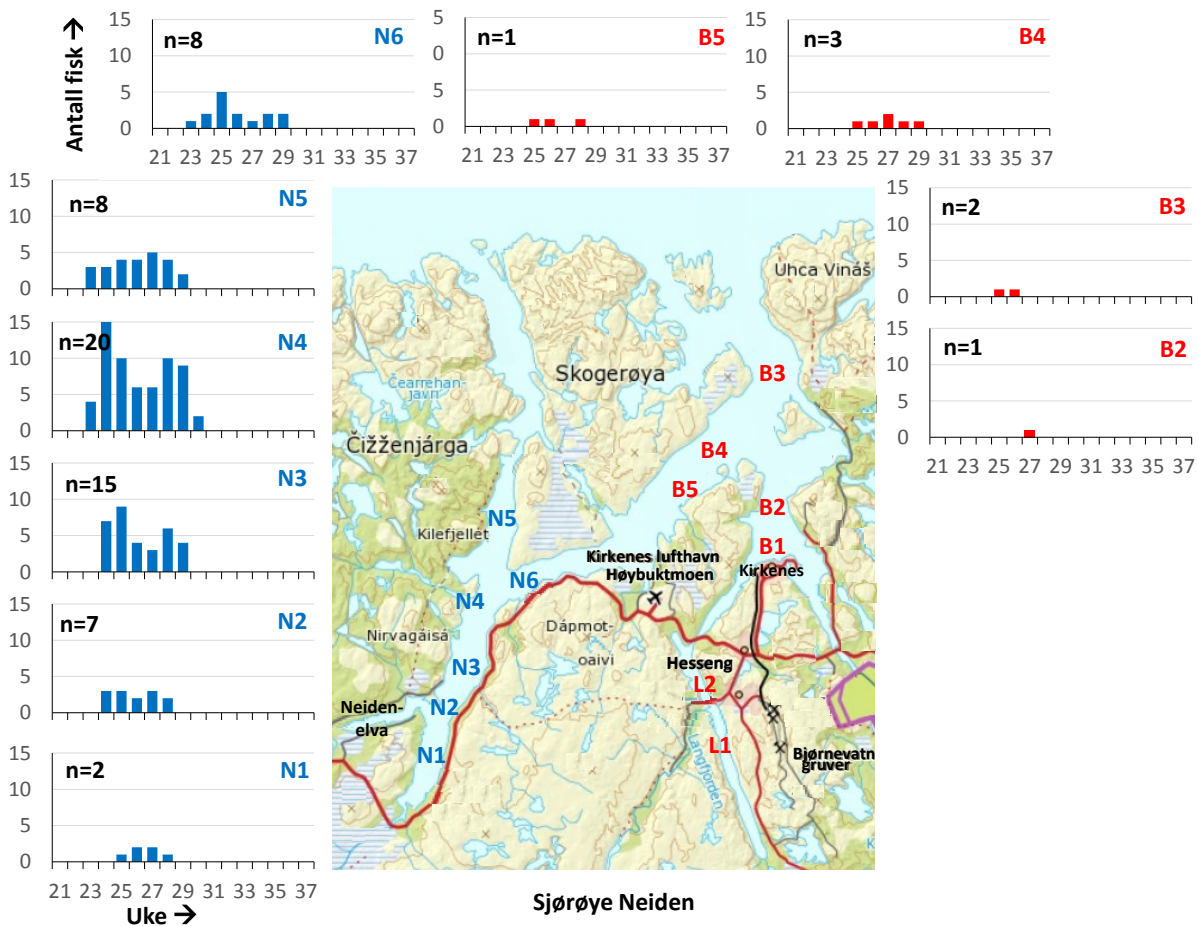
De merkede voksne laksene vandret ut og oppholdt seg i fjordområdet fra uke 21 – 27 (Figur 22). Flesteparten av laksene oppholdt seg i fjorden i uke 22 og 23. Laks må vandre utover i fjordsystemet for å nå åpent hav, og det er ikke forventet at fisk på utvandring utnytter de indre delene av fjorden i stor grad. Imidlertid ble fire laks registrerte i Munkefjorden, mest sannsynlig som et resultat av at fiskene navigerte feil etter ad de hadde forlatt elven. Laksene vandret ut over et forholdsvis spredt tidsrom på syv uker, hvilket stemmer overens med tidligere studier fra Altaelva. Tidspunktet når laksestøinger velger å vandre ut i sjøen er kontrollert av hvilken kondisjon fisken har etter gyting og overvintring, og styres altså ikke av miljøparametere i samme grad som for smolten (Halttunen m. fl., 2013). Dette forklarer hvorfor laksestøingenes utvandringstid varierer mer en smoltens. Syv laks forlot studieområdet gjennom Bøkfjorden og 13 gjennom Kjøfjorden.



Figur 22. Antall akustisk merkede laks fra Neidenelva registrert på automatiske loggere i Neidenfjordområdet (N 1 – 6, blå kolonner) og Bøkfjorden- (B 1-5) og Langfjordsområdet (L 1 & 2) (røde kolonner) per uke under vår, sommer og høst 2014. Hvor mange individer som totalt ble registrert i de forskjellige områdene er angitt i øvre venstre hjørne på hver graf (n =).

3.2.2 Sjørøye fra Braselva

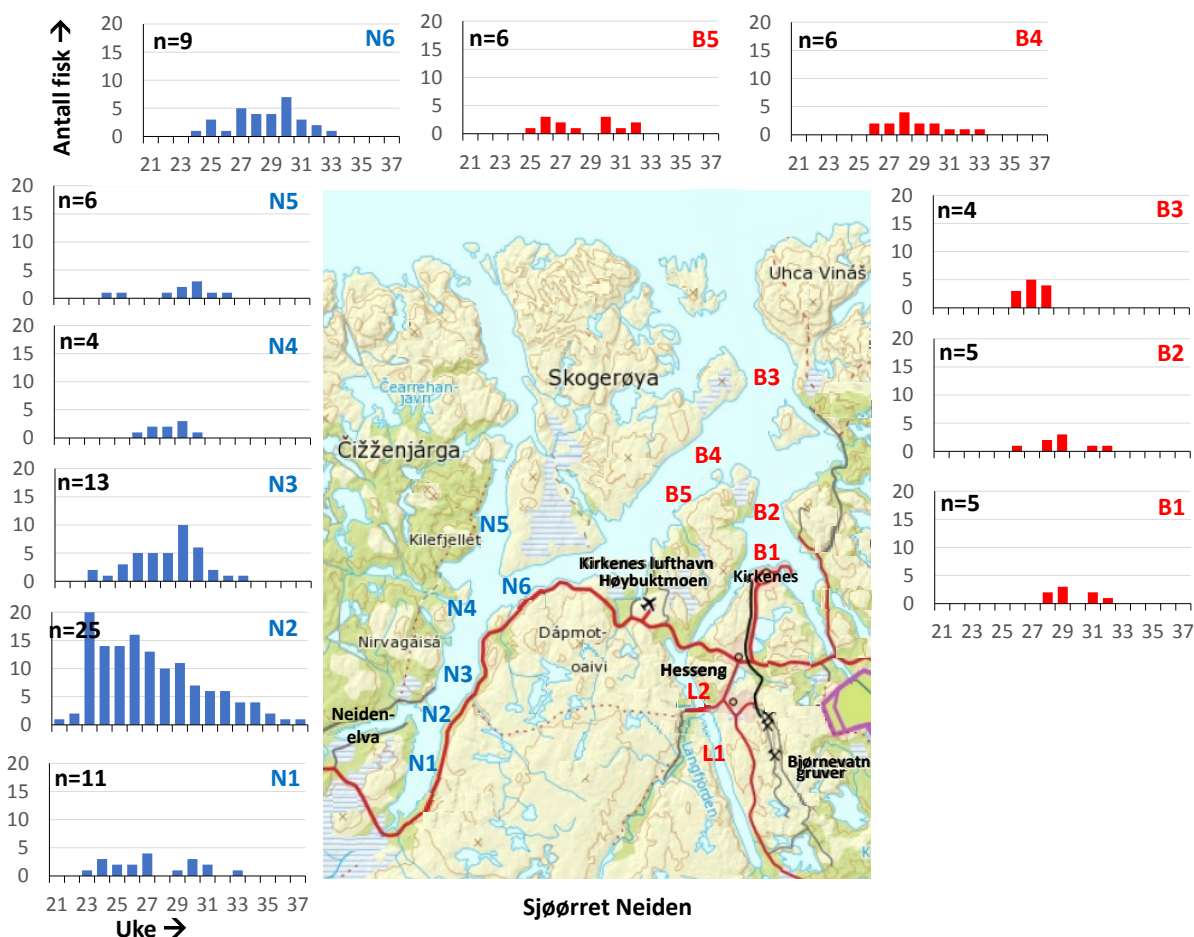
De merkede sjørøyene fra Braselva oppholdt seg i fjorden fra uke 23 – 30. Få av de merkede sjørøyene vandret innover i Neidenfjorden og denne arten ble hyppigst registrert i området rundt munningen av Braselva, men noen få individer ble også registrert på østsiden av Korsfjorden og i Bøkfjorden (Figur 23). Da syv sjørøyer oppholdt seg i ytre deler av Kjøfjorden (se avsnitt 4.1.2) der det ikke var plassert automatiske loggere, underrepresenterer grafen bruken av ytre deler av Kjøfjorden.



Figur 23. Antall akustisk merkede sjørøyer fra Braselva registrert på automatiske loggere i Neidenfjordområdet (N 1 – 6, blå kolonner) og Bøkfjorden- (B 1-5) og Langfjordsområdet (L 1 & 2) (røde kolonner) per uke under vår, sommer og høst 2014. Hvor mange individer som totalt ble registrert i de forskjellige områdene er angitt i øvre venstre hjørne på hver graf (n =).

3.2.3 Sjørøret fra Neidenelva

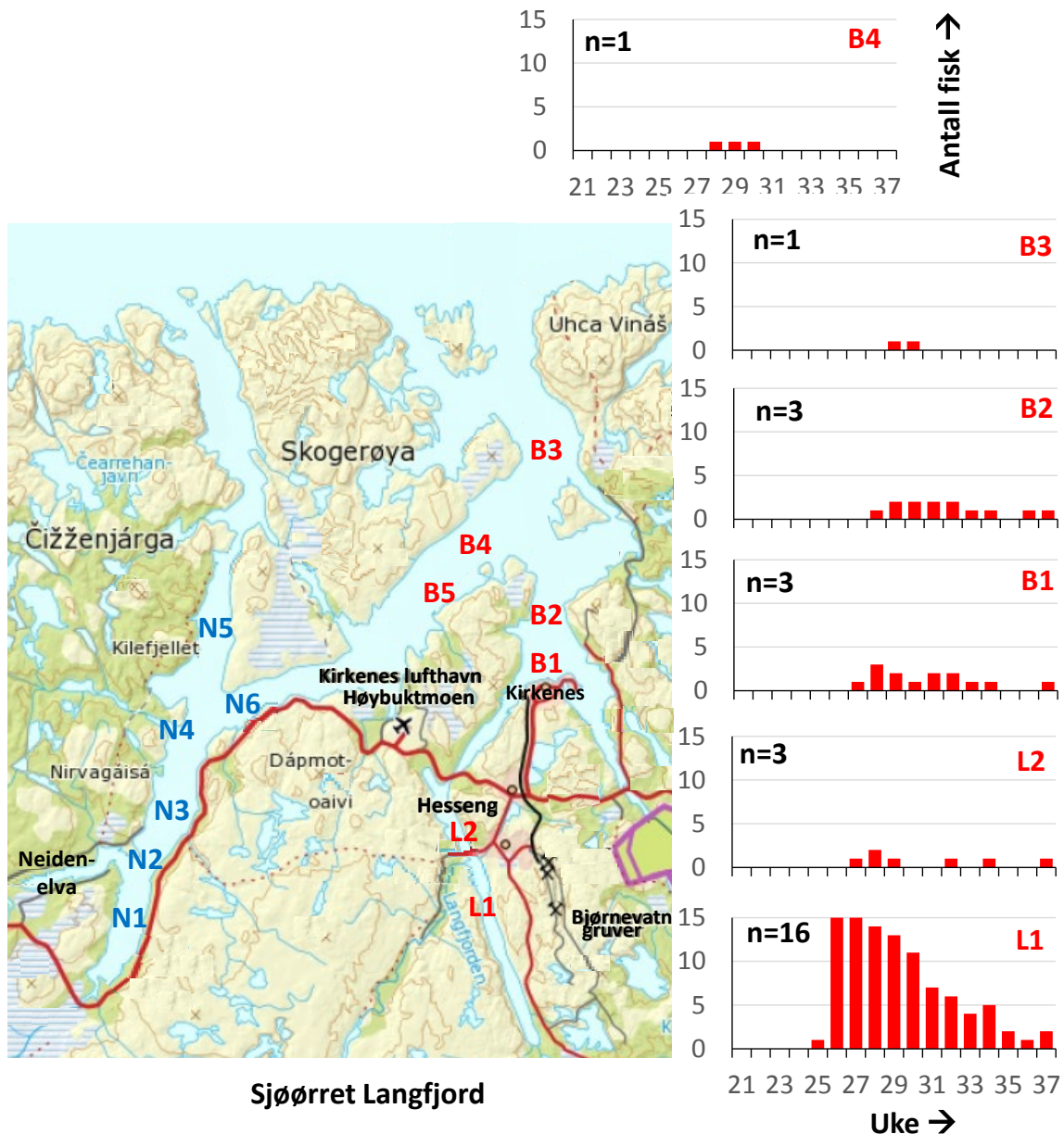
Sjørøretene fra Neidenelva var den arten som oppholdt seg over lengst tid og utnyttet størst del av fjordsystemet (Figur 24). De merkede sjørøretene ble registrerte i munningsområdet av Neidenelva fra uke 21 – 37, og lengre ute i fjordsystemet fra uke 23 – 33. Sjørøretene fra Neidenelva ble registrerte i alle områder der automatiske loggere var plassert, med unntak av Langfjorden.



Figur 24. Antall akustisk merkede sjørøretene fra Neidenelva registrert på automatiske loggere i Neidenfjordområdet (N 1 – 6, blå kolonner) og Bøkfjorden- (B 1-5) og Langfjordsområdet (L 1 & 2) (røde kolonner) per uke under vår, sommer og høst 2014. Hvor mange individer som totalt ble registrert i de forskjellige områdene er angitt i øvre venstre hjørne på hver graf (n =).

3.2.4 Sjørret fra Langfjorden (Sandneselva)

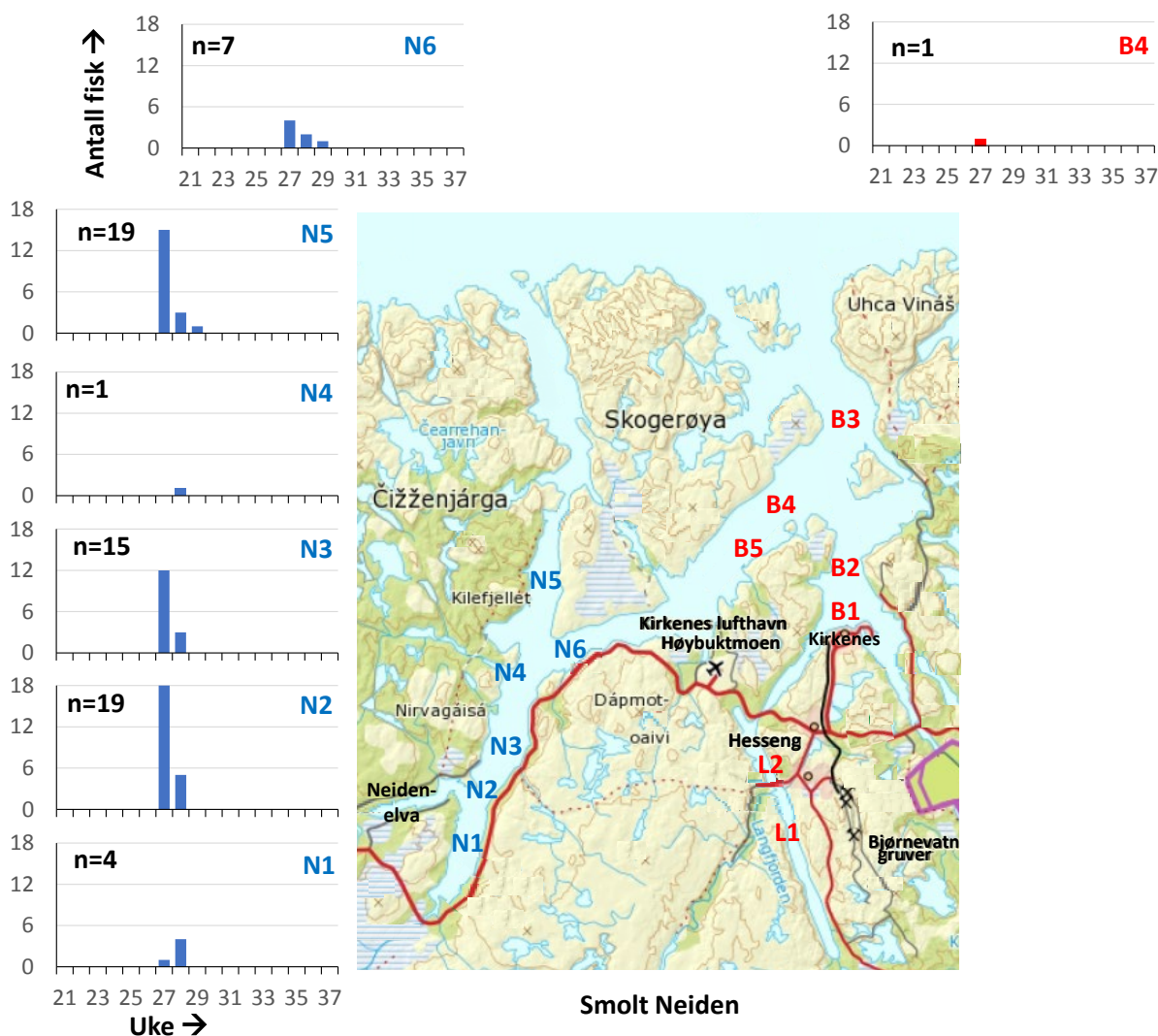
Sjørretene fra Langfjorden oppholdt seg i absolutt størst grad i indre del av Langfjorden og spesielt i munningsområdet av Sandneselva, men tre individer vandret ut i Bøkfjorden og ble registrerte i alle områder på østsiden av fjordsystemet med unntak av Tømmerneset og Pulkneset (Figur 25). Ingen av sjørretene merket i Langfjorden ble registrerte på loggestasjonene i Neidenfjorden.



Figur 25. Antall akustisk merkede sjørreter fra Langfjorden registrert på automatiske loggere i Neidenfjordområdet (N 1 – 6, blå kolonner) og Bøkfjorden- (B 1-5) og Langfjordsområdet (L 1 & 2) (røde kolonner) per uke under vår, sommer og høst 2014. Hvor mange individer som totalt ble registrert i de forskjellige områdene er angitt i øvre venstre hjørne på hver graf (n =).

3.2.5 Laksesmolt fra Neidenelva

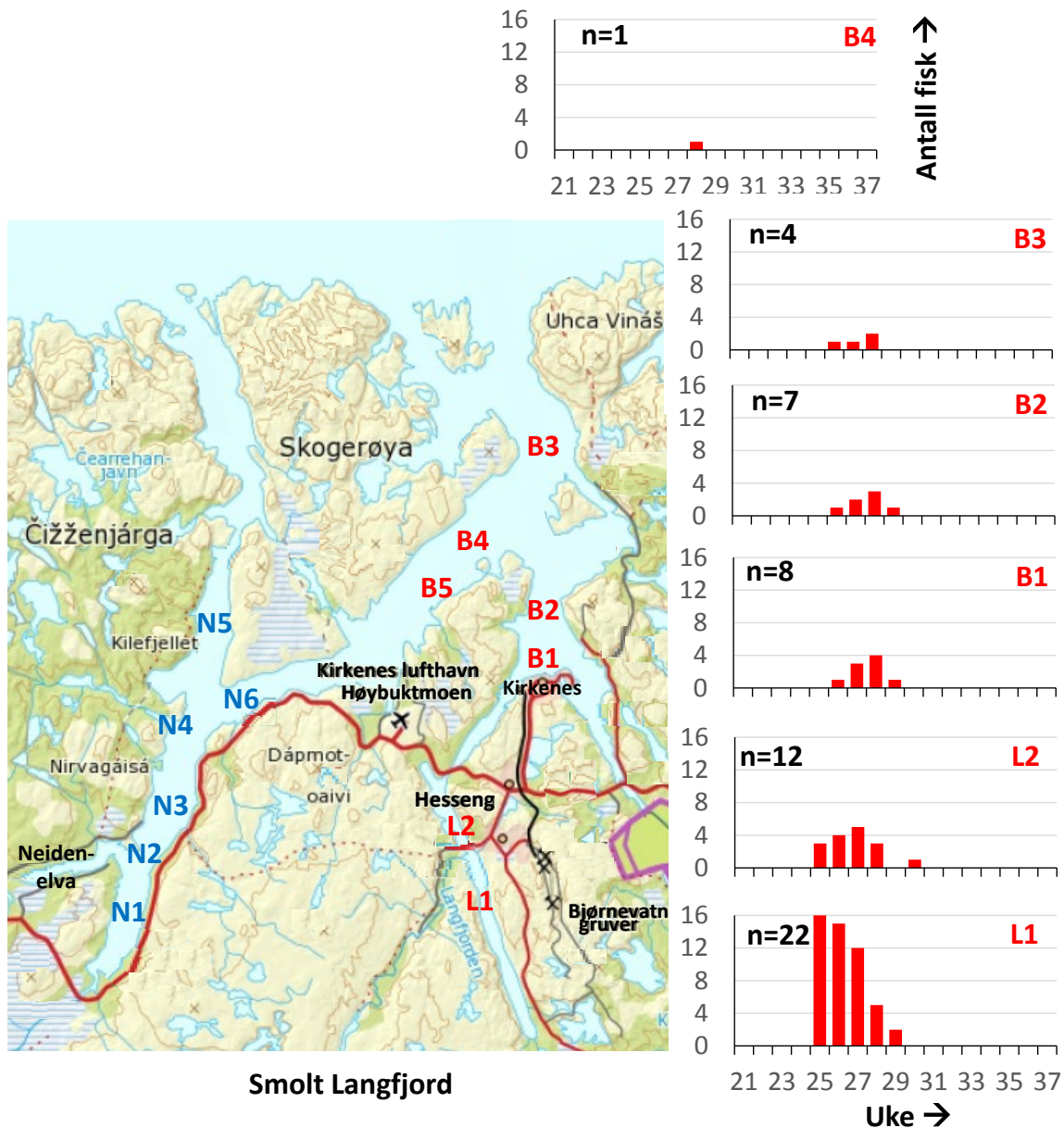
Den merkede laksesmolt vandret ut av og elva gjennom fjordsystemet i uke 27 – 29. Til tross for at smoltene var på tur til åpent hav, ble fire individer registrert på loggerne i Munkefjorden, dvs. de vandret innover i fjordsystemet før de forandret retning og vandret utover i fjordsystemet. Nitten av de merkede individene vandret ut gjennom Kjøfjorden. En smolt ble registrert på loggerne øst i Bøkfjorden og forsvant deretter (Figur 26). Denne fisken var mest sannsynlig på vandring ut av fjordsystemet gjennom Bøkfjorden.



Figur 26. Antall akustisk merkede laksesmolt fra Neidenelva registrert på automatiske loggerne i Neidenfjordområdet (N 1 – 6, blå kolonner) og Bøkfjorden- (B 1-5) og Langfjordsområdet (L 1 & 2) (røde kolonner) per uke under vår, sommer og høst 2014. Hvor mange individer som totalt ble registrert i de forskjellige områdene er angitt i øvre venstre hjørne på hver graf (n =).

3.2.6 Laksesmolt fra Sandneselva

Til sammen ble 22 av laksesmoltene merket i Sandneselva registrerte på loggerne i indre del av Langfjorden, men bare 12 individer ble registrerte i ytre del av Langfjorden, åtte individer i Kirkenesområdet og fire individer ytterst i Bøkfjorden (Figur 27). Et individ ble registrert på de automatiske loggerne på østsiden av Korsfjorden, men ingen smolt fra Sandneselva ble registrert å vandre over i Neidenfjorden. Smoltene fra Sandneselva oppholdt seg i Langfjorden i uke 25 – 29, og i Bøkfjorden i uke 25 – 30.



Figur 27. Antall akustisk merkede Laksesmolt fra Sandneselva registrert på automatiske logger i Neidenfjordområdet (N 1 – 6, blå kolonner) og Bøkfjorden- (B 1-5) og Langfjordsområdet (L 1 & 2) (røde kolonner) per uke under vår, sommer og høst 2014. Hvor mange individer som totalt ble registrert i de forskjellige områdene er angitt i øvre venstre hjørne på hver graf (n =).

3.3 Temperatur- og dybdebruk

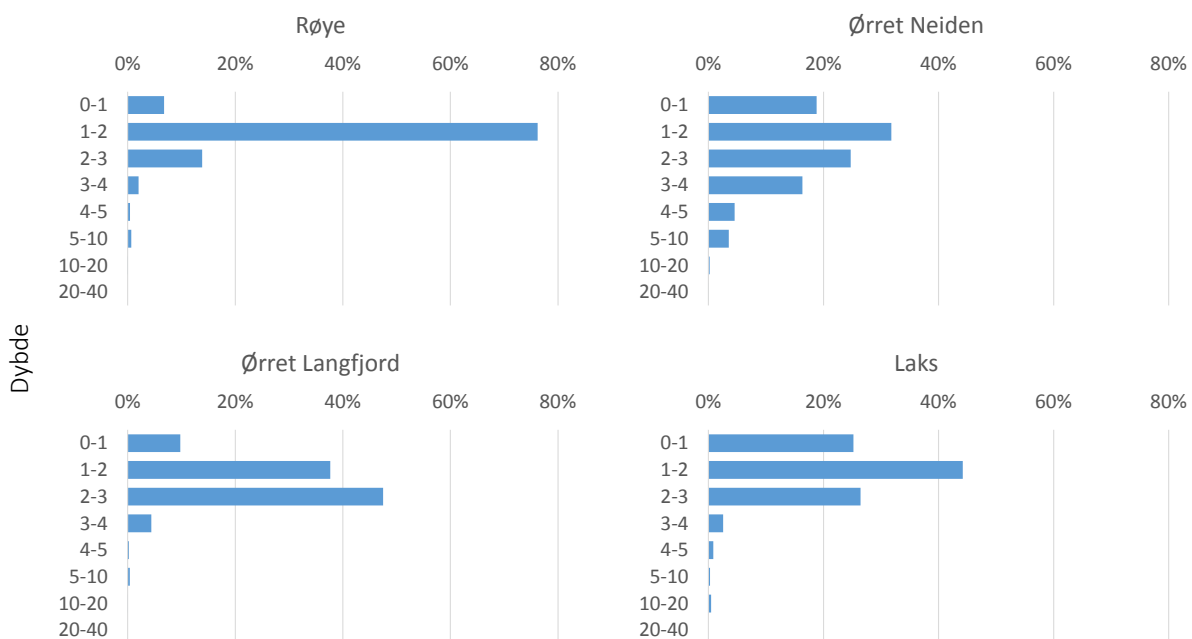
Studiet viste at sjørøye og laks oppholdt seg ved de laveste temperaturene i fjorden (gjennomsnitt 10,4 respektive 10,2 °C), fulgt av sjøørret merket i Neidenelva (gjennomsnitt 11,8 °C) og sjøørret fra Langfjord som oppholdt seg ved de høyeste gjennomsnittlige temperaturene (gjennomsnitt 13,6 °C) (Tabell 4). Temperaturene som fiskene ble registrert ved var veldig varierte, der ørret fra Neidenelva hadde de laveste og høyeste minimums- og maksverdiene på 2,8 - 20 °C.

Det var mindre variasjon mellom artene i hvilken dybde fisken oppholdt seg ved. Laks og sjørøye ble i gjennomsnitt registrert ved 1,7 meter, sjøørret fra Neidenelva ved 2,2 meter og sjøørret fra Sandneselva ved 2 m (Tabell 4). Alle artene ble registrert helt i vannoverflaten (minimum verdi), og de dypeste dykkene som ble registrert (maksimum verdi) varierte med art mellom 13 og 34 meter.

Tabell 4. Gjennomsnitts-, min- og maksverdier for temperatur og dybderegistreringer fra akustisk merket laks fra Neidenelva, sjørøye fra Braselva og sjøørret fra Neidenelva og Sandneselva. Registreringene er fra vår, sommer og høst 2014, og tabellen inkluderer registreringer fra hele studieområdet utenom nedre del av Neidenelva.

Art	Temperatur			Dybde		
	Gjennomsnitt	Min.	Maks.	Gjennomsnitt	Min	Maks
Laks	10,2	4,7	17	1,7	0,3	14,5
Sjørøye	10,4	6,6	18,4	1,7	0,3	16,1
Sjøørret Neidenelva	11,8	2,8	20	2,2	0	34
Sjøørret Langfjord	13,6	6	19,1	2	0	13,3

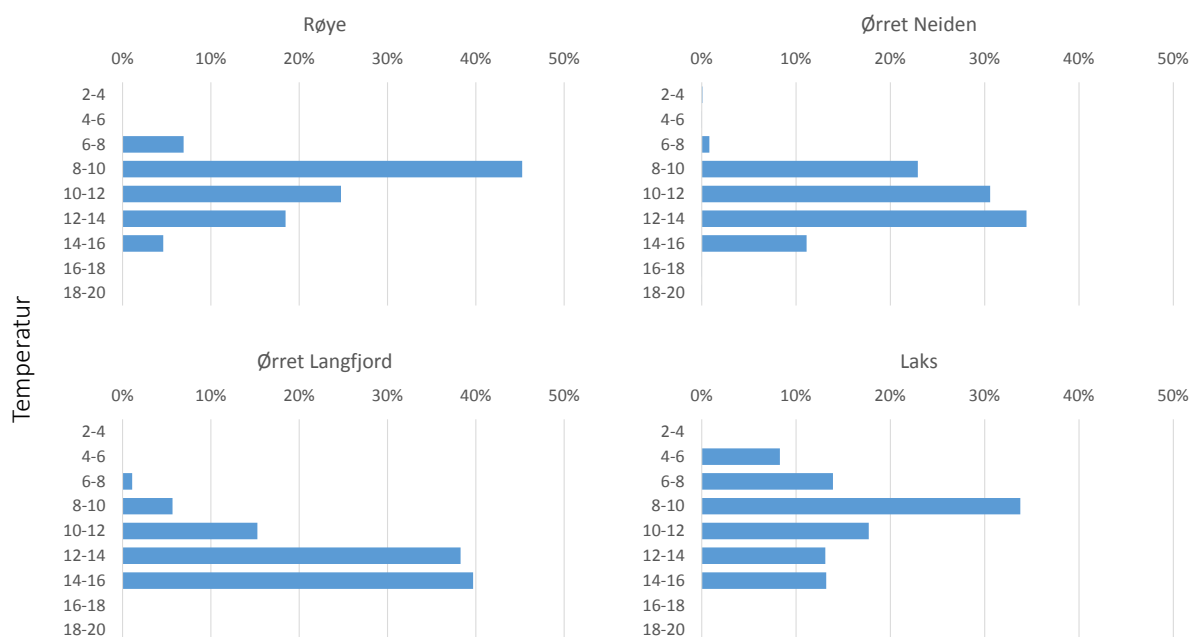
Dybderegistreringene fra de merkede fiskene viste at alle de tre artene bruker de øverste vannmassene under tiden de oppholder seg i sjøen (Figur 28). For sjørøye var nærmere 80% av registreringene fra dybder mellom 1 - 2 m. Laksene hadde også flest registreringer fra 1 - 2 m (43%), men ble hyppigere registrert ved 0 - 1 og 2 - 3 m enn røyene. Sjørøretene i Langfjorden ble hyppigst registrert ved 2 - 3 m (47%), men ble også i stor grad registrert mellom 1 - 2 m (38%) og noe mellom 0 - 1 m (11%). Sjørøretene fra Neidenelva hadde den mest varierte dybdebruken av de merkede fiskene. Flest registreringer var fra 1 - 2 m (33%), men sjørøretene ble nesten like ofte registrert ved 0 - 1, 2 - 3 og 3 - 4 meter. Dybdebruken hos sjørøret fra Neidenelva virker altså å skille seg fra sjørøye, laks og sjørøret i Langfjorden ved at de benytter en større del av vannsøylen. For de merkede sjørøyene, laksene og sjørøretene fra Langfjorden kom kun 3, 4 respektive 5% av registreringene fra dybder under 3 meter, mens 25% av registreringene fra sjørøreten fra Neidenelva var fra under 3 meter (Figur 28).



Figur 28. Prosentvis fordeling av registreringer fra forskjellige dybder fra akustisk merket røye, ørret og laks i Neidenfjorden, Bøkfjorden og Langfjorden under vår sommer og høst 2014. Figuren inkluderer registreringer fra hele studieområdet utenom nedre del av Neidenelva.

Dybden som sjørøret og sjørøye ble registrerte ved er noe dypere enn tidligere studier fra Altafjorden, der sjørøye hovedsakelig oppholdt seg ved 0 – 1 m og sjørøret ved 1 – 2 m (Rikardsen m. fl., 2007b). Imidlertid stemmer trenden at sjørøya oppholder seg på grunnere vann enn sjørøretene. Dybden hvor fisken oppholder seg er mest sannsynlig relatert til næringsvalg, der man vet at sjørøye ofte inkluderer flere byttedyr som oppholder seg ved overflaten enn sjørøret (Grønvik & Klemetsen, 1987, Rikardsen m. fl., 2007a). Imidlertid er det forskjeller i bunnforhold og hvilke byttedyr som er tilgjengelig for fiskene mellom fjordsystemer, noe som sannsynlig påvirker ved hvilke dybde fiskene finner mat. Sjørøretene fra Neidenelva hadde det mest varierte vandringsmønsteret med opphold i både langgrunne områder i munningsområdet og brattere kystområder lengre ute i fjorden. Resultatene fra dette studiet viser klart at anadrome laksefisk i hovedsak oppholder seg i de øverste tre meterne i vannsøylen.

Temperaturregistreringene fra de merkede fiskene (Figur 29) viste lignende trender som fiskenes dybdebruk. Sjørøyene hadde det snevreste temperaturintervallet, og ble hyppigst registrert ved temperaturer mellom 8 - 10 °C (46%). Også laksen ble hyppigst registrert ved 8 - 10 °C, men hadde større variasjon mellom 4 - 16 °C enn sjørøyene. Sjørørretene fra Neidenelva oppholdt seg fremst mellom 1 - 14 °C og noe ved 14 - 16 °C. Sjørørreten merket i Langfjorden skilte seg fra fiskene ifra Neidenfjorden ved å oppholde seg ved høyere temperaturer (fremst ved 12 - 16 °C) og et snevrere intervall enn fiskene fra Neidenfjorden (Figur 29).

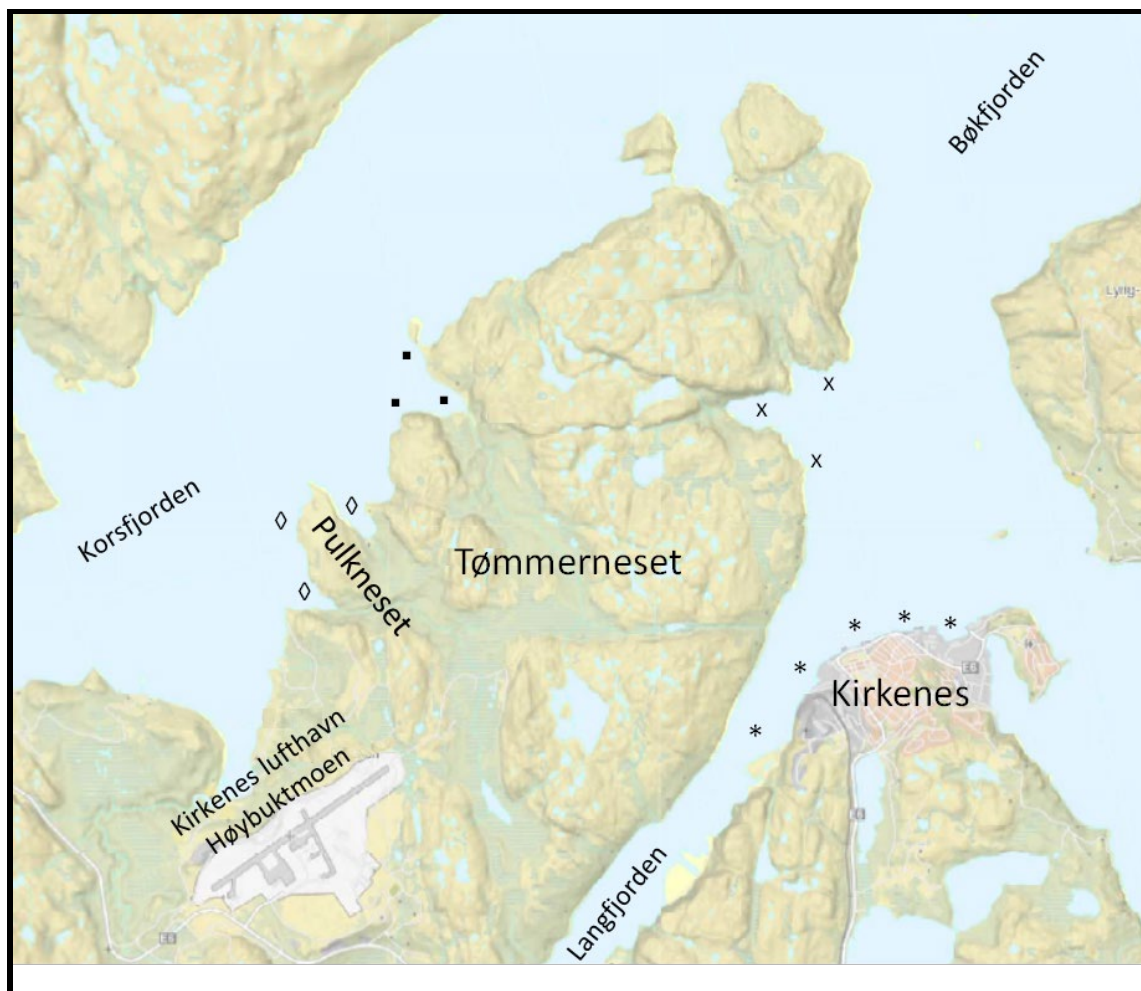


Figur 29. Prosentvis fordeling av registreringer fra forskjellige temperaturer fra akustisk merket røye, ørret og laks i Neidenfjorden, Bøkfjorden og Langfjorden under vår, sommer og høst 2014. Figuren inkluderer registreringer fra hele studieområdet utenom nedre del av Neidenelva.

De merkede sjørøyene oppholdt seg ved i hovedsak på temperaturer mellom 8 – 10 °C under tiden de oppholdt seg i sjøen, hvilket stemmer overens med studier fra Altafjorden (Rikardsen m. fl., 2007b, Jensen m. fl., 2014) og Hammerfest (Jensen m. fl., manuskript). Sjørøyene ble registrerte ved en gjennomsnittstemperatur på 10,4 °C. Imidlertid ble sjørøyene ikke registrerte når de oppholdt seg i den ytre delen av Bøkfjorden, der temperaturene mest sannsynlig er lavere enn i området som ble dekket av de automatiske loggerne. Det er derfor mulig at sjørøyene oppholdt seg ved enda lavere temperaturer. Sjørørret fra Neidenelva oppholdt seg i snitt ved 11,8 °C og sjørørretene fra Langfjorden ved 13,6 °C. Disse temperaturene stemmer overens med de foretrukne temperaturene for ørret (12 – 16 °C), og også med temperaturene for optimal vekst (16 °C) (Larsson, 2005). Sjørørret i Langfjorden ble merket senere i sesongen enn sjørørretene i Neidenelva, og Langfjorden er generelt varmere enn Neiden- og Bøkfjorden. Disse sammenhengene forklarer mest sannsynlig hvorfor sjørørret fra Langfjorden oppholdt seg ved høyere temperaturer enn de fra Neidenelva. Laksene vandret ut over en spredt tidsperiode og ble registrerte fra de indre varmere delene av fjordsystemet til de ytre kalde delene i løpet av kort tid, hvilket reflekteres i at laksene ble registrerte ved veldig spredte temperaturer.

3.4 Kirkenesområdet, Tømmerneset og Pulkneset

For å finne ut i hvilken grad fiskene utnyttet havområdene rundt Kirkenes by og de planlagte kai-områdene rundt Tømmerneset, ble det beregnet hvor mange fisk av de forskjellige artene som utnyttet områdene og hvor lenge de oppholdt seg der. Kirkenesområdet ble inndelt i fem stasjoner fra øst til vest (en automatisk logger per stasjon, KN Hurtigruten – KN Gruve) og Tømmerneset i tre stasjoner (tre automatiske loggere per stasjon, TØM NØ, SV og NØ) (Figur 29). Uheldigvis ble stasjonen KN Hotell mistet etter første nedlastning 9. juli.



Figur 30. Detaljert kart over Kirkenes- og Tømmernesområdet, med posisjonene til loggestasjonene i Kirkenesområdet (*), Tømmerneset øst (x), Tømmerneset NV (•) og Pulkneset (◊).

Alle fisk som vandret fra Langfjorden til Bøkfjorden (åtte laksesmolt fra Sandneselva og den ene merkede sjørøya og tre sjørreter og fra Langfjorden) ble registrerte på den vestligste loggeren i sjøen utenfor Kirkenes i 6, 14 respektive 43 min. To laksesmolt ble dessuten registrerte på den nest vestligste loggeren i gjennomsnitt 2 min. Sjørøya ble registrert på alle loggerne som var plassert i sjøen utenfor Kirkenes sentrum i kortere tidsperioder (3 – 20 min), mens sjørreterne fra Langfjorden var innom områdene i snitt ca. 2 ganger i løpet av tiden de oppholdt seg i fjorden og ble i områdene rundt stasjonene fra noen få minutt opp til 7 timer (gjennomsnittstid registrert på de individuelle loggerne i sjøen utenfor Kirkenes sentrum var 18 – 88 min). I tillegg ble tre sjørreter fra Neidenelva registrert på de tre vestligste loggerne i Kirkenes sentrum i kortere tidsperioder (1 – 30 min) (Tabell 5). Generelt kan sies at fisken

som ble registrert i sjøen nær Kirkenes sentrum utnyttet de vestlige områdene i større grad enn de østlige.

På loggerne rundt Tømmerneset ble generelt flere fisk registrert. På den østlige siden av Tømmerneset ble tre laksesmolt fra Sandneselva registrert i gjennomsnitt 5 minutter og sjørøya fra Langfjorden i gjennomsnitt 46 min. Både de tre sjørørretene fra Langfjorden og 6 av de 14 (43%) sjørørretene fra Neidenelva ble registrerte på østsiden av Tømmerneset, i gjennomsnitt tre ganger og 2,5 respektive en dag per individ. På de nordligste loggerne på vestsiden av Tømmerneset ble en sjørøye fra Braselva registrert i snitt 2,5 timer, en laks under to minutter og fem sjørørreter fra Neidenelva i snitt to ganger per fisk a´ 3,5 timer. På de sydligste loggerne på vestsiden av Tømmerneset ble 5 laks registrert en gang per individ i snitt 40 min, og en sjørøye fra Braselva i snitt en dag. Seks sjørørreter fra Neidenelva ble registrert i snitt to ganger per individ i 19 timer per dag.

Det er mye urban aktivitet i sjøen utenfor Kirkenes sentrum, med bl.a. gruvedeponi, tung skipstrafikk, miljøforurensing fra landtrafikk og utslipp av kloakk. Få tidligere studier har tatt for seg hvordan denne typen forstyrrelser påvirker anadrome laksefisk, med unntak av et studie på vandringsatferden til sjørøye i kystområdet rundt Hammerfest by (Jensen m. fl., manuskript; Christensen m. fl. 2012). Hammerfest er i likhet med Kirkenes en havneby og det fraktes omtrent dobbelt så mye gods gjennom Hammerfest havn som gjennom Kirkenes havn (SSB). I Hammerfest unngikk ikke sjørøyene de bynære områdene, og fiskene tilbrakte så mye som 70% av tiden de oppholdt seg i sjøen i bynære områder og rundt Melkøya. I motsetning til dette virket de merkede fiskene å unngå sjøområdet nær Kirkenes sentrum og bare utnytte området i kortere tidsperioder. Ved stasjonene rundt Tømmerneset oppholdt seg fiskene i lengre perioder. Dette innebærer mest sannsynlig at fiskene bare bruker Kirkenesområdet for å bevege seg fra et område til et annet, mens området rundt Tømmerneset blir brukt til næringssøk.

Da det tidligere er vist at sjørøye ikke unngår urbane kystområder i Hammerfest, er det nærliggende å tru at gruveutslippet har en negativ effekt på atferden til anadrome fisk i Kirkenesområdet da dette er den største faktoren som skiller de to områdene fra hverandre. Da de merkede fiskene oppholdt seg fremst i de øverste vannmassene har mest sannsynlig ikke gruveutslippens påvirkning på bunnfaunaen i utslippssonen noen påvirkning. Det er få studier på negative effekter av gruveutslipp på fisk, men det er vist at suspenderte partikler fra gruvedeponi kan forårsake respirasjonsproblemer og deformasjoner i gjellene, forårsake problemer for fisken å ta til seg næring og/eller lede til akkumulasjon av metaller i fisken (Lacroix m. fl., 1990; Apte & Kwong, 2004; Au m. fl., 2004; Humborstad m. fl., 2006; Wong m. fl., 2013). Suspenderte partikler reduserer dessuten sikten i vannet. Da laksefisk i stor grad er visuelle predatorer, kan dette lede til at de får problemer å finne føde (Farmen m. fl., 2012). Det er derfor mulig at suspenderte partikler i vannet rundt Kirkenes gjør at fisken unngår dette området. Imidlertid virker det som at det i tilfelle er en ganske lokal effekt, da fiskene utnyttet den vestre delen av Tømmerneset som bare befinner seg 2,3 kilometer utenfor Kirkenes havnområde for næringssøk.

Både på vestsiden og østsiden av Tømmerneset ble det i hovedsak registrert sjørørret, men også sjørøye ble registrert i disse områdene. Kysten i disse områdene har fine grunne bukter og nes med strømkanter noe som tradisjonelt forbindes med gode beiteområder for sjørørret og sjørøye. De merkede sjørøyene fra Braselva utnyttet i hovedsak fremst de ytterste kystområdene. Det må imidlertid påpekes at smolt av sjørørret og sjørøye ikke er inkludert i studiet. Disse mindre individene utnytter gjerne kystområder lengre inne i fjordene i større grad enn voksne fisk, og da sjørøyebestandene er redusert i nord (Anon., 2011) og statusen for denne arten er uklar burde det evalueres videre hvordan en eventuell utbygging av Tømmerneset vil påvirke spesielt bestandene av denne arten.

Tabell 5. De merkede fiskenes utnyttelse av områdene Pulkneset, Tømmerneset (TØM) nord-vest (NV) og nord-øst (NØ), samt på de fem loggerne i sjøen nær Kirkenes (KN) sentrum fra vest (KM Gruve) til øst (KN Hurtigruten). # illustrerer antall fisk som teoretisk kunne ha oppholdt seg i området, og uthevet skrift markerer områder der fisk ble registrert i snitt mer enn to timer.

	#	Område								
		Pulkneset	TØM NV	TØM NØ	KN XX	KN Sentrum	KN Hotell	KN Thon	KN Hurtigruten	
Neiden laks	Ant. fisk	18	5	1						
	Ant. gang i område		5	1						
	Gjennomsnitt tid		40	2 min						
	Korteste tid		1							
	Lengste tid		150							
Sandnes smolt	Ant. fisk	8		3	8	2				
	Ant. gang i område			6	8	2				
	Gjennomsnitt tid			5 min	6 min	2 min				
	Korteste tid			1 min	1 min	2 min				
	Lengste tid				17 min	2 min				
Røye	Ant. fisk	16	1	1	1	1	1	1	1	
	Ant. gang i område		2	2	2	2	1	1	1	
	Gjennomsnitt tid		1232 min	156 min	46 min	14	3 min	5 min	15 min	5 min
	Korteste tid		4 min	2 min	1 min	7 min				
	Lengste tid		2460 min	360 min	90 min	20 min				
Sandnes ørret	Ant. fisk	3		3	3	3	3	2	2	
	Ant. gang i område			10	9	6	3	3	2	
	Gjennomsnitt tid			3535 min	43 min	88 min	71 min	18 min	183 min	
	Korteste tid			60 min	12 min	3 min	3 min	10 min	45 min	
	Lengste tid			10800 min	120 min	420 min	195 min	30 min	240 min	
Neiden ørret	Ant. fisk	14	6	5	6	1	3	1		
	Ant. gang i område		11	10	9	1	3	2		
	Gjennomsnitt tid		1157 min	213 min	1399 min	1 min	11 min	8 min		
	Korteste tid		1 min	1 min	1 min		1 min	4 min		
	Lengste tid		5760 min	720 min	5040 min		30 min	12 min		

4 Sammendrag og konklusjon

Det finnes flere bestander av anadrom laksefisk (laks, sjøørret og sjørøye) i fjordsystemet Neidenfjorden, Bøkfjorden og Langfjorden. Disse bestandene bruker vassdragene som gyte- og oppvekstområder og sjøen som beite og næringsområde. Denne undersøkelsen har vist at artene og bestandene har en del til felles, men også at det er også store forskjeller, i forhold til deres adferd i sjøen som for eksempel vandringsmønster, hvilke områder de bruker og hvor lenge de oppholder seg i sjøen før de vandrer tilbake til elva.

Neidenfjorden og Bøkfjorden er etablert som nasjonal laksefjord av hensyn til laksebestanden i Neidenelva. Det er minst seks vassdrag med anadrom laksefisk som munner ut i den nasjonale laksefjorden. Flere større utbyggingsprosjekter samt økt deponering av gruveavgang er planlagt i tilknytning til den nasjonale laksefjorden. I 2013 ble det startet et prosjekt for å øke kunnskapen om anadrome laksefiskers vandring ved bruk av telemetri (sporing av merket fisk, totalt ble 50 laksesmolt merket). Prosjektet ble videreført i 2014 og det ble merket 93 voksne laksefisk og 104 laksesmolt fra Neidenelva, Sandneselva og Braselva.

Det ble totalt merket 24 voksen laks i Neidenelva. Resultatene viste at 83% av den merkede voksne laksen vandret ut av fjordsystemet i perioden 19. mai – 29. juni. Syv individer (35%) vandret ut Bøkfjorden og resterende 13 individene (65%) vandret ut Kjøfjorden. Laksen som vandret ut Bøkfjorden brukte i gjennomsnitt 16 timer på vandringen, mens de som vandret ut gjennom Kjøfjorden brukte i snitt 14 timer (variasjonsbredde 3 – 52 timer).

Det ble totalt merket 21 sjørøyer fra Braselva. Åtte sjørøyer benyttet i hovedsak de ytterste delene av fjordsystemet, hvorav et individ vandret til de ytre delene av Bøkfjorden. De resterende individene oppholdt seg i hovedsak i området nært munningen av Braselva og var bare sjelden i de indre delene av Neidenfjorden. En sjørøye ble merket i Langfjorden. Denne ble registrert i alle områder med loggere i Langfjorden og Bøkfjorden. Totalt overlevde minimum 71% (15 av 21 individer) av de merkede sjørøyene fra Braselva sjøoppholdet. Et individ vandret opp i Neidenelva etter sjøoppholdet, og de resterende 14 i Braselva. Fiskene oppholdt seg i snitt 32 dager i sjøen og returnerte i snitt 6. juli. Antall dager i sjøen kan være et noe lavt estimat da fiskene ble holdt i bur en stund før merking.

Det ble totalt merket 28 voksen sjøørret fra Neidenelva og 19 voksen sjøørret fra Sandneselva. Det var stor variasjon i vandringsatferd for sjøørret. Sjøørret fra Neidenelva ble registrert i alle deler av studieområdet med unntak av Langfjorden, mens hovedandelen (81%) av sjøørreten merket i Sandneselva aldri forlot de indre delene av Langfjorden. Felles for sjøørret fra begge elvene var at de utnyttet munningsområdene i sine respektive elver i svært stor grad. Sjøørret som vandret vekk fra munningsområdet av Neidenelva oppholdt seg i gjennomsnitt 31 dager (variasjonsbredde 7 – 55 dager) i sjøen.

Det ble totalt merket 75 laksesmolt i Neidenelva. Av disse ble 30 individer registrert på loggere i sjøen. Minimum fjordoverlevelse for smoltene var 86%, dvs. andel fisk som overlevde fra elvemunningen til loggeren ytterst i fjorden. Den merkede smolten vandret ut i sjøen i perioden 1 – 7. juli. Hovedandelen av smolten merket i Neidenelva vandret ut Kjøfjorden. Det tok i gjennomsnitt 29 timer (variasjonsbredde 4 – 128 timer) for smolten å vandre fra munningen av Neidenelva til de ytterste loggerne i Kjøfjorden. Én laksesmolt ble registrert i Korsfjorden, men ble ikke registrert å vandre ut av Bøkfjorden. Hovedandelen (71%) av laksesmolten merket i Neidenelva vandret ut fra munningsområdet på natta (mellom klokken 22:00-06:00). Basert på disse resultatene viser det seg at laksesmolten fra Neidenelva i all hovedsak vandrer ut Kjøfjorden på vei ut til havet.

Det ble totalt merket 28 laksesmolt i Sandneselva. Smolten oppholdt seg i lange perioder (opptil 24 dager) inne i selve Langfjorden før de vandret ut Bøkfjorden. Av 21 smolt som ble registrerte, overlevde fire smolt (19%) til de ytterste loggerne i Bøkfjorden, mens fire smolt (19%) ble siste gang registrert på andre logger i Bøkfjorden og resterende (62%) i Langfjorden. Den merkede smolten vandret ut i sjøen i perioden 20 – 30. juni. De åtte laksesmoltene som vandret ut av Langfjorden brukte i gjennomsnitt 16 dager (variasjonsbredde 7 – 24 dager) fra munningen av Sandneselva til de ble registrert i Kirkenesområdet, mens de fire individene som klarte seg helt til de ytterste loggerne i Bøkfjorden brukte i snitt 1 dag (variasjonsbredde 7 timer – 2,8 dager) videre fra Kirkenes til de ytterste loggerne. Den merkede smolten fra Sandneselva skilte seg altså betydelig fra smolten fra Neidenelva, både i overlevelse og adferd. 72% av smolten i Sandneselva ble registrert i sjøen mot 40% fra Neidenelva. Smolten i Sandneselva brukte i snitt 16 dager på vei ut fra elvemunningen og videre ut i Bøkfjorden, mens smolten fra Neidenelva kun brukte 29 timer. Dødelighet i sjøen var betydelig høyere for smolt fra Sandneselva sammenlignet med smolt fra Neidenelva.

Dybderegistreringene fra de merkede fiskene viste at alle de tre artene oppholder seg i de øverste vannlaget i sjøen. Sjørøyene og laksene ble hyppigst registrert mellom 1 – 2 m, mens sjørretene i Langfjorden oppholdt seg i hovedsak ved 2 – 3 m. Sjørretene fra Neidenelva hadde den mest varierte dybdebruken og ble omtrent like ofte registrerte ved 0 – 4 meter. Fisk av alle arter gjorde sporadiske dykk under disse dybdene. Sjørøyene hadde det smaleste temperaturintervallet under oppholdet i sjøen, og ble hyppigst registrert ved temperaturer mellom 8 – 10 °C, mens laksen oppviste større variasjon mellom 4 – 16 °C. Sjørretene fra Neidenelva oppholdt seg hovedsakelig på temperaturer mellom 1 – 14, men også noe ved 14 – 16 °C. Sjørret merket i Langfjorden skilte seg fra fiskene fra Neidenfjorden ved å oppholde seg ved høyere temperaturer (i størst grad ved 12 – 16 °C) enn fiskene fra Neidenfjorden.

Det ble registrert voksen fisk av alle artene og laksesmolt fra Sandneselva i området rundt Pulkneset, Tømmerneset og i sjøen nært Kirkenes sentrum. Voksen laks og laksesmolt ble kun registrerte i kortere perioder (fra få minutter opp til 2,5 timer), noe som er naturlig da disse fiskene foretar en forholdsvis direkte vandring ut fjorden. I sjøen nært Kirkenes sentrum utnyttet fisken de vestlige områdene i større grad enn de østlige (utenfor selve byen). De vestlige områdene ble trolig benyttet som beiteområde av sjørret og sjørøye (dvs. fiskene oppholdt seg der over lengre tidsperioder), mens fiskene kun svømte raskt forbi Kirkenes havnområde. Både sjørret og sjørøye benyttet området rundt Pulkneset og rundt Tømmerneset i Korsfjorden som beiteområder. Korsfjorden er en av to alternative ruter for laks som er på vei ut fra eller opp i Neidenelva, og en forholdsvis stor andel av den utvandrende laksen benyttet denne ruten.

Gjennom dette telemetri prosjektet har det til sammen blitt merket 153 laksesmolt og 97 voksen fisk av laks, sjørret og sjørøye. Det er lagt ned betydelige ressurser i merkene og merkingen av voksen fisk. Merkene som er benyttet på den voksne fisken vil vare i mer enn tre år og det anbefales at man også i 2015 og 2016 gjennomfører oppfølgende undersøkelser av den allerede merkede fisken.

Den merkede fisken har blitt registrert i perioden fra merking på våren (mai) til høsten (oktober). Det er ikke foretatt registreringer av laksefisk i de ulike tiltaksområdene fra senhøsten og frem mot våren (mai). For å øke kunnskapen om anadrome laksefiskers bruk av områdene anbefales det at det gjennomføres en form for prøvefiske på denne tiden av året.

5 Referanser

- Anon. (2011). Status for Norske laksebestander 2011. *Vitenskapelig råd for lakseforvaltning* **3**, 285 sider.
- Apte, S.C. & Kwong, Y.T.J. (2004). Deep Sea Tailings Placement: Critical Review of Environmental Issues. *Review Undertaken by CSIRO Australia and CANMET Canada*, 94 pp.
- Au, D.W.T., Pollino, C.A., Wu, R.S.S., Shin, P.K.S., Lau, S.T.F. & Tang, J.Y.M. (2004). Chronic effects of suspended solids on gill structure, osmoregulation, growth, and triiodothyronine in juvenile green grouper *Epinephelus coioides*. *Marine Ecology Progress Series* **266**, 255–264.
- 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. & 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. & Jonsson, B. (1989). Migratory patterns of anadromous Atlantic salmon, brown trout and Arctic charr from the Vardnes River in northern Norway. I *Proceedings of the Salmonid Migration and Distribution Symposium* (Brannon, E & Jonsson, B., redaktører), 106-115.
- Christensen, G.N., Gaarsted, F., Leikvin, Ø., Jørgensen, N.M. & Dahl-Hansen, G. (2013). Polarbase AS – grunnlagsundersøkelse og konsekvensutredning for marint miljø. Akvaplan-niva rapport 5798.02. 59 sider + vedlegg.
- Christensen, G.N., Hawley, K. & Rikardsen, A. (2013). Anadrome laksefisker i Neidenfjorden og Bøkfjorden – Delrapport 2013. Akvaplan-niva rapport. 6390.01.
- Cooke, S.J., Hinch, S.G., Wikelski, M., Andrews, R.D., Kuchel, L.J., Wolcott, T.G. & Butler, P.J. (2004). Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends in Ecology and Evolution* **19**, 334–343.
- Davidsen, J. G., Rikardsen, A. H., Halttunen, E., Thorstad, E. B., Økland, F., Letcher, B. H., Skarðhamar, J. & 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.
- Farmen, E., Mikkelsen, H.N., Evensen, Ø., Einset, J., Heier, L.S., Rosseland, B.O., Salbu, B., Tollefsen, K.E. & Oughton, D.H. (2012). Acute and sub-lethal effects in juvenile Atlantic salmon exposed to low µg/L concentrations of Ag nanoparticles. *Aquatic Toxicology* **108**, 78-84.
- Grønvik, S. & Klemetsen, A. (1987). Marine food and diet overlap of co-occurring Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.), brown trout *Salmo trutta* L. and Atlantic salmon *S. salar* L. off Senja, N Norway. *Polar Biology* **7**, 173–177.
- Halttunen E., Jensen, J.L.A., Næsje, T.F. Davidsen, J.G., Thorstad, E.B., Chittenden, C.M. Hamel, S., Primicerio, R. & Rikardsen, A.H. (2013). State-dependent migratory timing

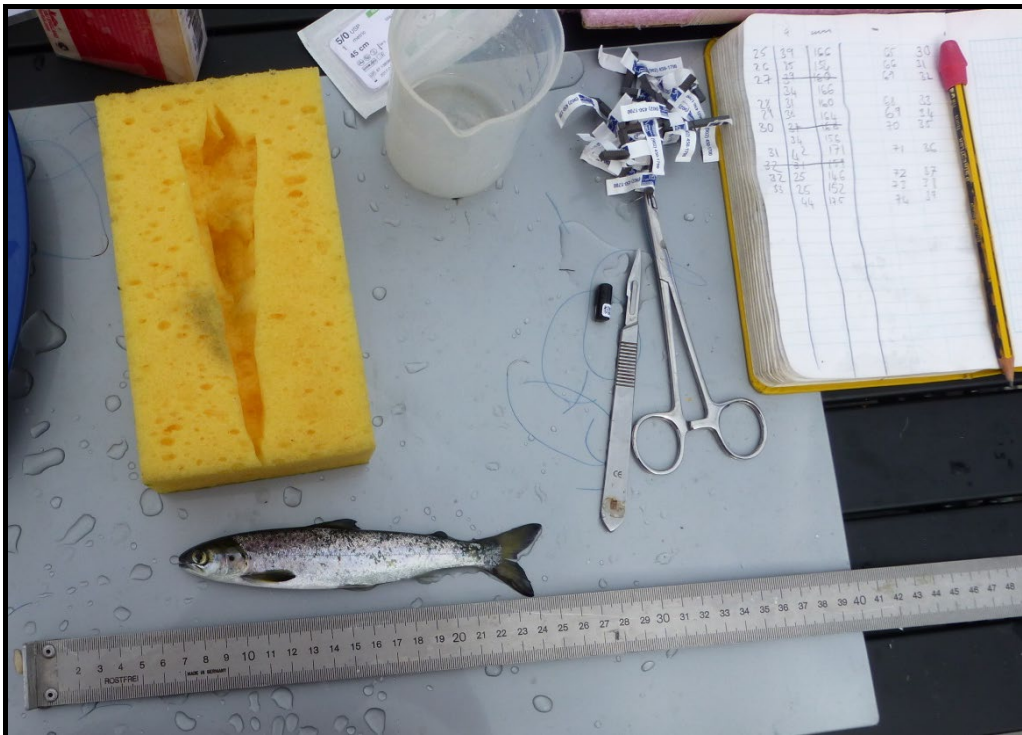
- of post-spawned Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **70**, 1063-1071.
- Humbordstad, O-B., Jørgensen, T & Grotmol, S. (2006). Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling. *Marine Ecology Progress Series* **309**, 247–254.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N.A., Rikardsen, A.H. & Saksgård, L. (2012). Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **69**, 711-723.
- Jensen, J.L.A. (2014). The seasonal migratory behavior of sympatric anadromous Arctic charr and brown trout. Phd-avhandling ved Universitetet i Tromsø.
- 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., Thorstad, E. B., Suhr, A. H., Davidsen, J. G. & Primicerio, R. (2014). Fjord temperatures shape the marine area use of Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology* **84**, 1640–1653.
- Jensen, J.L.A., Christensen, G.N., Hawley, K., Rosten, C. & Rikardsen, A.H. (manuskript). The marine area-, depth- and temperature use of Arctic charr *Salvelinus alpinus*.
- Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O’Connell, M. F. & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* **12**, 1–59.
- 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**, 89–96.
- Lacroix, G.L., Hood, D.J., Belfry, C.S. & Rand, T.G. (1990). Plasma electrolytes, gill aluminum content, and gill morphology of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) indigenous to acidic streams of Nova Scotia. *Canadian Journal of Zoology* **68**, 1270-1280.
- Lacroix, G.L., McCurdy, P & Knox, D. (2004). Migration of Atlantic salmon postsmolts in relation to habitat use in a coastal system. *Transactions of the American Fisheries Society* **133**, 1455-1471.
- 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., Dempson, J. B., Amundsen, P. A., Bjørn, P. A., Finstad, B. & 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, J. M., Dempson, J. B., Sturlaugsson, J. & 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.
- Spares, A.D., Stokesbury, M.J.W., O'Dor, R.K. & Dick, T.A. (2012). Temperature, salinity and prey availability shape the marine migration of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, in a macrotidal estuary. *Marine Biology* **159**, 1633-1646.
- Thorpe, J. E. (1994). Salmonid fishes and the estuarine environment. *Estuaries* **17**, 76–93.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech Manel-la, N., Bjørn, P. A. & 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.
- Wong, C.K., Pak, I.A.P. & Jiang Liu, X. (2013). Gill damage to juvenile orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) following exposure to suspended sediments. *Aquaculture Research* **44**, 1685–1695.

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Beskrivelse og bilder av merking av fisk.

Alt implantering av akustiske sendere ble gjennomført av trent personell med mye erfaring. Alt utstyr som ble brukt var sterilt (skifte av skalpellblader mellom hver fisk). Før implantering ble senderen vasket nøye i sterilt fysiologisk saltvann. Den anesteserte fisken legges i et V-formet trau med buken opp og med håndkle over hodet. Området hvor senderen skal implanteres desinfiseres (ved bukens midtlinje 2-3 cm foran gattet) med klorhexidin før et om lag ett til to cm snitt gjennom peritoneum ble utført. Den desinfiserte senderen presses inn gjennom snittet slik at den legger seg i bunn av bukhulen. Monofilament sutur ble benyttet til å sy igjen snittet, ett til to sting. Fisken ble så umiddelbart overført til kar med friskt ellevann for så å bli overført til oppsamlingsbur i elva.



Figur 31. Øverst: Laksesmolt. Midten: Smolt rett før merking. Nederst: etter implantering av merket ble buken sydd igjen med ett til to sting. Foto: Kate Hawley, NIVA.