

Jan Grimsrud Davidsen, Sindre Håvarstein Eldøy, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, Eva Bonsak Thorstad, Tor Fredrik Næsje, Kim Aarestrup, Fred Whoriskey, Audun Håvard Rikardsen, Marc Daverdin og Jo Vegar Arnekleiv

Habitatbruk og vandringer til sjøørret i Hemnfjorden og Snillfjorden

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2014-6**



NTNU

Vitenskapsmuseet

Jan Grimsrud Davidsen, Sindre Håvarstein Eldøy, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, Eva Bonsak Thorstad, Tor Fredrik Næsje, Kim Aarestrup, Fred Whoriskey, Audun Håvard Rikardsen, Marc Daverdin og Jo Vegar Arnekleiv

Habitatbruk og vandringer til sjøørret i Hemnfjorden og Snillfjorden

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Rapport botanisk serie og Rapport zoologisk serie. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/vitenskapsmuseet/publikasjoner>

Referanse

Davidson, J.G., Eldøy, S.H., Sjursen, 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 sjørørret i Hemnfjorden og Snillfjorden – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-6: 1-51.

Trondheim, november, 2014

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Seksjon for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 60/73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Torkild Bakken (seksjonsleder)

Kvalitetssikret av

Karstein Hårsaker

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Søavassdragets utløp til Hemnfjorden. Foto: Jan Grimsrud Davidson

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-7126-996-8
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Davidson, J.G., Eldøy, S.H., Sjursen, A.D., Rønning, L., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Whoriskey, F., Aarestrup, K., Rikardsen, A.H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J.V. 2014. Habitatbruk og vandringer til sjørret i Hemnfjorden og Snillfjorden – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-6: 1-51.

Hensikten med denne undersøkelse var å få bedre kunnskap om sjørretens marine habitatbruk og vandringer gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) av enkeltfisk med sendere som varte i inntil to år ble det fra april 2012 til mai 2014 dokumentert når og hvor sjørret fra Sjøvassdraget og Snilldalselva oppholdt seg i sjøen og hvilke dyp de oppholdt seg på. Disse informasjoner ble sammenholdt med miljøet rundt den (temperatur og salinitet). Videre ble vandringene mellom elv og fjord samt eventuelle opphold i nærheten av oppdrettsanlegg, kraftverksutløp og smelteverk kartlagt.

Årsveksten i ferskvann hos ungfisk av sjørret var ikke bedre i Sjøvassdraget enn i Snilldalselva, men smoltalderen var lavere i Snilldalselva (2,3 år i Snilldalselva mot 2,8 år i Sjøvassdraget). Sjørreten fra Snilldalselva hadde signifikant bedre årsvekst etter smoltifisering enn fisken fra Sjøvassdraget.

Hvert år foregikk utvandringen fra Sjøvassdraget innenfor en periode på 4-5 uker. Tidspunktet varierte mellom årene, men samlet sett fant utvandringen sted fra midten av mars til midten av mai. Det var ingen sammenheng mellom utvandringstidpunkt og vannføring, men temperaturen var økende i utvandringsperioden. Flest sjørret vandret ut om natten.

Oppvandringen foregikk i to helt adskilte perioder (slutten av mai til midten av juni samt slutten av september til midten av oktober). Det var ingen forskjell på gjennomsnittlig kroppslengde mellom de to gruppene. Det var heller ingen sammenheng mellom oppvandringstidpunkt og vanntemperatur eller vannføring og det ikke var noen forskjell mellom dag og natt for når sjørreten vandret opp i Sjøa.

Det var stor variasjon på oppholdstid i sjøen mellom individer fra samme vassdrag og vassdragene imellom. Sjørret fra Snilldalselva oppholdt seg stort sett i fjorden hele året, med unntak av gyteperioden i oktober, mens sjørreten fra Rovatnet oppholdt seg 1-3 måneder i sjøen og resten av året i ferskvann.

For områdebruken i fjorden gjennom året var det, på samme måte som for den samlede oppholdstid i fjorden, stor variasjon. Om vinteren (desember til mars) ble kun innerste del av Snillfjorden og Sjøas elveos benyttet. I april og mai var det registreringer av merket fisk i hele fjordsystemet men fra starten av juni var det kun få individer i de midtre og ytre delene. Generelt ble områdene innerst i Hemnfjorden og Snillfjorden brukt i langt høyere grad enn resten av fjordsystemet.

Sjørreten ble oftere registrert i strandsonen enn i de frie vannmasser, men likevel var de frie vannmasser et viktig område for de største individene.

Fra april til august økte svømmedybden til sjørreten samtidig som temperaturen økte i vannet. I september oppholdt fisken seg igjen nær overflaten, hvilket sammenfalt med at sjøtemperaturen begynte å synke. Gjennomsnittlig svømmedybde fra april - september (1,87 m) varierte signifikant mellom ulike habitat. I littoralsonen (2,11 m) og i områder med bratte klippevegger (2,53 m) var dybden signifikant dypere enn i de frie vannmasser (1,26 m). I samme periode svømte sjørreten dypere om dagen (1,98 m) enn om natten (1,28).

Langtvandrende sjørret (Sjøa > 8 km, Snilldalselva > 13 km) hadde kortere oppholdstid i de indre deler av fjordene enn mellomvandrende (Sjøa 4 - 8 km, Snilldalselva 4 - 13 km) og kortvandrende (Sjøa og Snilldalselva ≤ 4 km) individer. Det var ingen forskjell i kroppslengden til kort- og langtvandrende individer, men det var flere langtvandrende enn kortvandrende sjørret i størrelsesgruppen > 450 mm. De langtvandrende individene hadde lavere kondisjonsfaktor enn de kortvandrende. Langtvandrende fisk var eldre, hadde lengre smoltlengde, høyere smoltalder og et høyere antall tidligere vandringer til sjøen. De langtvandrende sjørretene hadde kortere oppholdstid i fjorden enn kort- og mellomvandrende. Forskjellen i svømmedybde var også tydelig mellom gruppene, hvor langtvandrende individer holdt seg nær overflaten uansett om de var i strandsonen eller i pelagialen, mens kortvandrende individer oppholdt seg dypere i strandsonen enn i pelagialen.

Det var tre ulike overvintringsstrategier i Hemnfjordsystemet. Overvintring i hjemvassdraget (Rovatnet), overvintring i sjøen (innerst i Snillfjorden) eller overvintring i nabovassdrag (fisk fra Snilldalselva, Hollaelva og Haugaelva som overvintret i Rovatnet).

Sjøørreten i denne undersøkelsen hadde ikke noe forlenget opphold rundt Aqua Gen AS sine oppdretts-lokaliteter i fjorden eller langs kaianlegget til silisiumfabrikken Wacker Chemicals.

Sjøørreten hadde signifikant lengre oppholdstid ved utløpet fra Sørkraftverk enn ved alle andre stasjoner i fjordsystemet, bortsett fra innerst i Snillfjorden og i Sørøstfjorden.

Gjennfangsten av merket fisk i perioden april 2012 - oktober 2014 var på 17 % (20 fisk), hvorav 75 % (15 fisk) ble tatt på stang og 25 % (5 fisk) på garn. Flest fisk (70 %, 14 fisk) ble fanget i Sørøstfjorden (inkl. elveos). Totalt ble 65 % (13 fisk) fanget i ferskvann, mens 35 % (7 fisk) ble fanget i sjøen. To fisk ble gjen-fanget 130 km fra hjemmelven.

Det ble ikke påvist smitte av hverken BKD (Bacterial kidney disease, *Renibacterium salmoninarum*), PRV (piscine reovirus) eller PD (pancreas disease) hos 30 prøvetatte individer.

Nøkkelord: akustisk telemetri – brunørret – livshistoriestrategi – migrasjon – *Salmo trutta*

Davidsen, J.G., Eldøy, S.H., Sjørsen, A.D., Rønning, L., Daverdin, M. & Arnekleiv, J.V., NTNU Vitenskaps-museet, Seksjon for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Thorstad, E.B. & Næsje, T.F., Norsk institutt for naturforskning, NO-7485 Trondheim

Whoriskey, F., Dalhousie University, Dept. of Biological Sciences, Life Sciences Center, 1355 Oxford St., POB 15000, Halifax, NS, B3H 4R2, Canada

Aarestrup, K., DTU Aqua, DK-8600 Silkeborg, Danmark

Rikardsen, A.H., UIT Norges Arktiske Universitet, NO-9037 Tromsø

Summary

Davidson, J.G., Eldøy, S.H., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Whoriskey, F., Aarestrup, K., Rikardsen, A.H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J.V. 2014. Marine migration and habitat use of sea trout *Salmo trutta* L. in a fjord in Central Norway – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-6: 1-51.

Marine migration and habitat use of sea trout *Salmo trutta* from the watercourse Sjøa and the river Snilldalselva in Sør-Trøndelag in Central Norway were studied during summer in 2012 and 2013. The sea trout were tagged with acoustic transmitters and their movements and behaviour recorded by automatic listening stations.

There was no difference in juvenile growth between fish from the two water courses, but the smolt age was lower in River Snilldalselva (2.3 year, vs. Sjøa 2.8 year). Yearly growth after smoltification was highest in River Snilldalselva.

Seaward migration took place within a 4-5 weeks period, but the timing differed between years. Overall, sea trout left the river systems from mid-March to mid-May. There was no correlation between timing of the downstream migration and water discharges. Most fish migrated during the night.

Upstream migration took place in two distinct periods, the end of May to mid-June and the end of September to mid-October. There was no difference in body length between early and late returning migrants. Further, the timing of upstream migration was not correlated to day/night, water temperature or water discharges.

Significant variation occurred in the spatial distribution and time spent in the marine environment among the tagged individuals, and among groups of fish from the two water courses. Except during the spawning period, sea trout from River Snilldalselva were found in the marine environment at all times of year, while fish from Sjøa Water course only spent 1-3 months per year in the fjord. The innermost parts of the fjords near the tagging watercourses were particularly important areas for the tagged fish. Both fish from River Sjøa and River Snilldalselva had significantly longer residence time in the inner areas compared to other parts of the fjord system. The river mouths were especially important habitats during the marine stay. The sea trout were more often recorded in littoral habitats than in the pelagic zone, however, pelagic habitat seemed to be important for the largest fish.

Average swimming depth in the period from April to September (1.87 m) varied significantly among habitats. In littoral (2.11 m) and cliff habitats (2.53 m) the average swimming depth was significantly deeper than in pelagic areas (1.26 m). The average swimming depth was significantly deeper during day (1.98 m) than night (1.28 m). The sea trout had a progressively deeper swimming pattern from April towards late summer, which was positively correlated with water temperature, suggesting that the sea trout actively regulated its internal body temperature.

The tagged fish were categorized as short (Sjøa and Snilldalselva: movements to a maximum distance up to 4 km from the river mouth, 40% of the fish), medium (Sjøa 4-8 km, Snilldalselva 4-13 km, 18% of the fish) or long distance (Sjøa > 8 km, Snilldalselva > 13 km, 42% of the fish) migrants. There was no difference in body length between short and long distance migrants; however, larger individuals (> 450 mm) seemed to be more likely to undertake long distance migrations than to remain in inner areas. Long distance migrants were older, had poorer body condition in spring prior to migration, greater length at smoltification and had more often been to sea. Long distance migrants used pelagic areas and migrated closer to the water surface than short distance migrants. Further, long distance migrants had a shorter marine stay.

Three different strategies for overwintering were found. These were: overwintering in the home water course (Lake Rovatnet), in the marine fjord (innermost part of Snillfjorden) or in neighbour water courses (individuals from River Snilldalselva, River Hollaelva and River Haugaelva overwintered in lake Rovatnet).

Tagged fish were observed around three aquaculture sites, and the wharf of the silicon plant located next to the fjord, however these stays were in general brief. In contrast, we did observe prolonged stays around the outlet from the local hydro power plant for some individuals.

In the period April 2012 – October 2014, fishing activity captured 17% of the tagged fish (20 fish). Of the 20 individuals caught, 75% (15 fish) were taken by rod and line and 25% (5 fish) by gillnet. Most fish (70%, 14

fish) were recaptured in the Sjøa Water course (including the river mouth). In total, 65% (13 fish) were recaptured in freshwater, while 35% (7 fish) were caught in the sea. Two of the long distance migrants were recaptured by anglers 130 km from the tagging site.

There was no evidence of infection by either BKD (bacterial kidney disease, *Renibacterium salmoninarum*), PRV (piscine reovirus) or PD (pancreas disease) in 30 sampled individuals.

Key words: acoustic telemetry – brown trout – life history strategy – migratory behaviour – disease screening

Daidsen, J.G., Eldøy, S.H., Sjørsen, A.D., Rønning, L., Daverdin, M. & Arnekleiv, J.V., NTNU University Museum, Department of natural history, NO-7491 Trondheim

Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Norwegian Institute for Nature Research, NO-7485 Trondheim

Whoriskey, F., Dalhousie University, Dept. of Biological Sciences, Life Sciences Center, 1355 Oxford St., POB 15000, Halifax, NS, B3H 4R2, Canada

Aarestrup, K., DTU Aqua, DK-8600 Silkeborg, Denmark

Rikardsen, A.H., UiT the Arctic University of Norway, NO-9037 Tromsø

Innhold

Sammendrag	3
Summary	5
Forord	8
1 Innledning	9
2 Materiale og metode.....	11
2.1 Områdebeskrivelse	11
2.2 Registrering av miljøvariabler	14
2.3 Fangst og merking av sjørret med akustiske sendere.....	14
2.4 Registrering av vandringsatferd ved akustiske lyttestasjoner	16
2.5 Registrering av gjenfangst og innlevering av fiskeprøver.....	17
2.6 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst	18
2.7 Undersøkelse av sjørret for BKD, PRV og PD	18
2.8 Dataanalyser	19
3 Resultater	21
3.1 Vekstrate, smoltalder og kondisjon	21
3.2 Registrering av merkete sjørret på lyttestasjoner.....	23
3.3 Ut- og oppvandring mellom Søa og Hemnfjorden	24
3.4 Sesongvariasjon i habitatbruk.....	27
3.5 Svømmedybde	30
3.6 Lengde på sjøopphold, habitatbruk og svømmedybde relatert til vandringsavstand fra elvemunning.....	32
3.7 Vandring mellom vassdrag	34
3.8 Oppholdstid og svømmedybde rundt oppdrettslokaliteter	35
3.9 Oppholdstid og svømmedybde ved utløpet av Søa Kraftverk	37
3.10 Oppholdstid og svømmedybde ved silisiumfabrikken Wacker Chemicals	38
3.11 Gjenfangst.....	39
3.12 Undersøkelse av sjørreten for BKD, PRV og PD	39
4 Diskusjon	40
4.1 Vekstrate, smoltalder og kondisjon	40
4.2 Vandringer mellom elva Søa og Hemnfjorden.....	40
4.3 Sesongforskjeller i habitatbruk.....	41
4.4 Svømmedybde	42
4.5 Forskjeller i vandringslengde	43
4.6 Vandring mellom vassdrag	44
4.7 Oppholdstid og svømmedybde ved utløpet av Søa Kraftverk	44
4.8 Oppholdstid rundt oppdrettslokaliteter og silisiumfabrikken Wacker Chemicals.....	45
4.9 Gjenfangster.....	45
4.10 Undersøkelse av sjørret for BKD, PRV og PD	46
4.11 Forvaltningsmessige konsekvenser og veien videre	46
5 Referanser	48

Forord

NTNU Vitenskapsmuseet tok våren 2011 initiativet til et forskningsprosjekt, hvor hensikten var å samle inn informasjon om habitatbruk og vandringer til sjøørret i sjøen året rundt. Potensielle samarbeidspartnere og bidragsyttere ble invitert til et oppstartsmøte for å se om det var mulig å danne et spleiselag. Hemne Kommune og Fylkesmannen i Sør-Trøndelag stilte med driftsmidler til å sikre oppstarten, mens Ocean Tracking Network (Dalhousie universitet), Norsk institutt for naturforskning og UiT Norges Arktiske Universitet kunne bidra med utstyr og fiskemerker. Dermed var prosjektet en realitet og de første sjøørreter ble merket våren 2012. Etter hvert kom flere bidragsyttere til og ambisjonene ble utvidet. Denne rapporten omhandler undersøkelsene gjennomført våren 2012 til våren 2014 av sjøørret som tidligere har vært minnst én gang i sjøen (veteraner). Kommende rapporter vil omhandle sjøørretens marine diett og vekst samt marin vandringsatferd og habitatbruk til sjøørretsmolt.

Dette prosjektet hadde ikke latt seg gjennomføre uten engasjement og velvilje fra mange personer og institusjoner. En spesiell takk rettes til Martin Georg Hansen (Hemne Kommune), Hans Erlandsen (Son), Vegard Pedersen Sollien (NTNU Vitenskapsmuseet), Ola Magne Taftø og resten av Rovatnet Grunneierlag, Paul Skarsvåg (Snillfjord), Mannskapet på FF Gunnerus, Nina Santi og Kristian Lian (Aqua Gen AS) samt Håvard Stamnestrø (Hemne Jeger og Fiskerforening). Videre rettes en takk til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) for data om vannføring og temperatur fra utløpet av Rovatnet, til Aqua Gen AS for praktisk hjelp i felt og til TrønderEnergi AS for data om vannføringen gjennom Sjøa Kraftverk.

Prosjektet har fått økonomisk støtte fra Hemne kommune, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Sør-Trøndelag Fylkeskommune, Direktoratet for naturforvaltning (nå Miljødirektoratet), TrønderEnergi AS, Aqua Gen AS, Rovatnet Grunneierlag, Dalhousie University (Ocean Tracking Network), Danmarks Tekniske Universitet (DTU), UiT Norges Arktiske Universitet, Norsk institutt for naturforskning (NINA) og NTNU Vitenskapsmuseet. Vi takker for alle de økonomiske bidragene.

Trondheim, november 2014

Jan Grimsrud Davidsen
Prosjektleder

1 Innledning

Sjørørret er en anadrom form av ørret (*Salmo trutta* L. 1758) som vandrer mellom gyteområder og ungfiskens oppvekstområder i ferskvann og næringsområder i sjøen. Arten er en populær sportsfisk, og det foregår et betydelig fiske etter sjørørret i mange innsjøer, elver og kystnære områder langs norskekysten. Trolig fiskes det antallsmessig mer sjørørret enn laks i Norge, men mye av sjørørreten fiskes i mindre vassdrag, og blir trolig underregistrert i fangststatistikken (Fiske & Aas, 2001).

Sjørørretens vandring til sjøen varierer med årstiden. I vassdrag med innsjøer kan sjørørreten overvintrere i ferskvann og beite i sjøen om sommeren i 2-4 måneder, hvor de øker betydelig i vekt (Berg & Berg, 1989; Klemetsen m.fl., 2003). Overvintring i sjøen er også vanlig hos sjørørret i Sør-Norge (Jonsson & Jonsson, 2006a, b). I Nord-Norge er det dokumentert overvintring i sjøen i noen elvelevende bestander (Jensen & Rikardsen, 2008, 2012). Men generelt har vi lite kjennskap til sjørørretens vandringer mellom ferskvann og sjøen.

Ulempen med å vandre til havet, er økt risiko for å bli spist sammenlignet med det tryggere ferskvannsmiljøet. Dødeligheten er klart størst blant førstegangsvandrerne (smolt), og merkeforsøk har vist at bare 10-50 % av denne smolten returnerer til elva etter første sommer i sjøen (Mills & Piggins, 1988; Berg & Jonsson, 1990; Jonsson & Jonsson, 2009a). Andre ulemper er påslag av lakselus, som hos sjørørret kan medføre redusert toleranse for sjøvann, økt fysiologisk stress, redusert vekst og økt dødelighet (oppsummert av Finstad m.fl., 2010; Finstad & Bjørn, 2011). Lakselus dør imidlertid når de kommer i ferskvann (McLean m.fl., 1990; Finstad m.fl., 1995), og det er observert at sjørørret med mye lakselus kan vandre tilbake til brakk- eller ferskvannsområder for å gjenvinne saltbalanse og bli kvitt parasitten (omtalt som prematur tilbakevandring) (Birkeland, 1996; Birkeland & Jakobsen, 1997). Fordelen ved sjøvandring kan imidlertid være stor i form av økt vekst. Nesten all anadrom fisk som returnerer fra havet er generelt betydelig større enn jevnaldrende ferskvannsstasjonære individer (Klemetsen m.fl., 2003). En stor gytefisk produserer betydelig mer rogn eller melke, samtidig som de vanligvis er overlegne under konkurransen på gyteplassen i forhold til mindre artsfrender. Dette betyr at en stor fisk i god form med høy sannsynlighet vil bidra til flere avkom til kommende generasjoner enn en tilsvarende liten fisk. Dette er den ultimate gevinsten ved å ta risikoen med en sjøvandring.

Fangstutviklingen for sjørørret har siden slutten av 90-tallet vært svært forskjellig i tre hovedområder av landet; i) Skagerakkysten, ii) Vestlandet og Trøndelag og iii) Nord-Norge (Anon., 2010). På Skagerrakkysten har fangstene vært noenlunde stabile i denne perioden, med unntak av Vest-Agder som har hatt om lag 35 % nedgang i perioden 2005-2009. På Vestlandet og i Trøndelag har derimot fangstene i samme periode avtatt dramatisk. I Nord-Norge har fangstene økt de siste årene. Tilbakegangen på Vestlandet og i Trøndelag de siste årene har blant annet ført til innstramminger i fisket i vassdragene. Eksempelvis valgte Fylkesmannen i Sør-Trøndelag i 2009 å frede sjørørreten i vassdragene Gaula, Orkla, Nidelva og Skauga. Vi kjenner ikke årsakene til denne tilbakegangen i flere regioner, men det er sannsynlig at økt lakselusinfeksjon er én av årsakene (Taranger m.fl., 2014).

Når det gjelder ørretens økologi og trusselfaktorer i ferskvann har en bedre kunnskap gjennom en rekke feltstudier (eks. Elliot m.fl., 1995; Jonsson & Jonsson, 2002; Klemetsen m.fl., 2003), vekststudier og vekstmodeller (eks. Elliot m.fl., 1995). Mange undersøkelser er gjennomført i regulerte vassdrag (eks. Hembre m.fl., 2001; Östergren & Rivinoja, 2008), og her viser resultater at særlig døgnregulering av kraftverk (hydropeaking) kan gi stor dødelighet på ørretyngel (Hvidsten, 1985). Felles for alle disse undersøkelser er at de har fokusert på elvefasen alene og ikke satt den i sammenheng med sjøvandringen.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har konkludert med at de mest sannsynlige årsakene til nedgangene i bestandene på Vestlandet og i Trøndelag skyldes forhold i sjøen, inkludert økosystemendringer i sjøen, lakselus og fiskesykdommer (Anon., 2010). VRL anbefalte derfor at kunnskap om vandringer og områdebruk til sjørørret i ulike sjøområder og vassdrag (f.eks. elv, bekk, innsjø) bør kartlegges gjennom året. Dette vil blant annet være viktig for å vurdere hvor ut-

satt ørreten vil være for påvirkninger i ulike habitat gjennom sesongen (f.eks. lakselus, forurensning, næringstilgang).

Hensikten med denne undersøkelse var å få bedre kunnskap om sjøørretens marine habitatbruk og vandring gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) av enkeltfisk med sendere som varte i inntil to år ble det dokumentert når og hvor sjøørreten oppholdt seg i sjøen og hvilke dyp den oppholdt seg på. Disse informasjonene ble sammenholdt med miljøet rundt den (temperatur og salinitet). Videre ble vandringene mellom elv og fjord samt eventuelle opphold i nærheten av oppdrettsanlegg, kraftverksutløp og smelteverk kartlagt.



Bilde 1: Sjøørretfiske innerst i Snillfjorden. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

2 Materiale og metode

2.1 Områdebeskrivelse

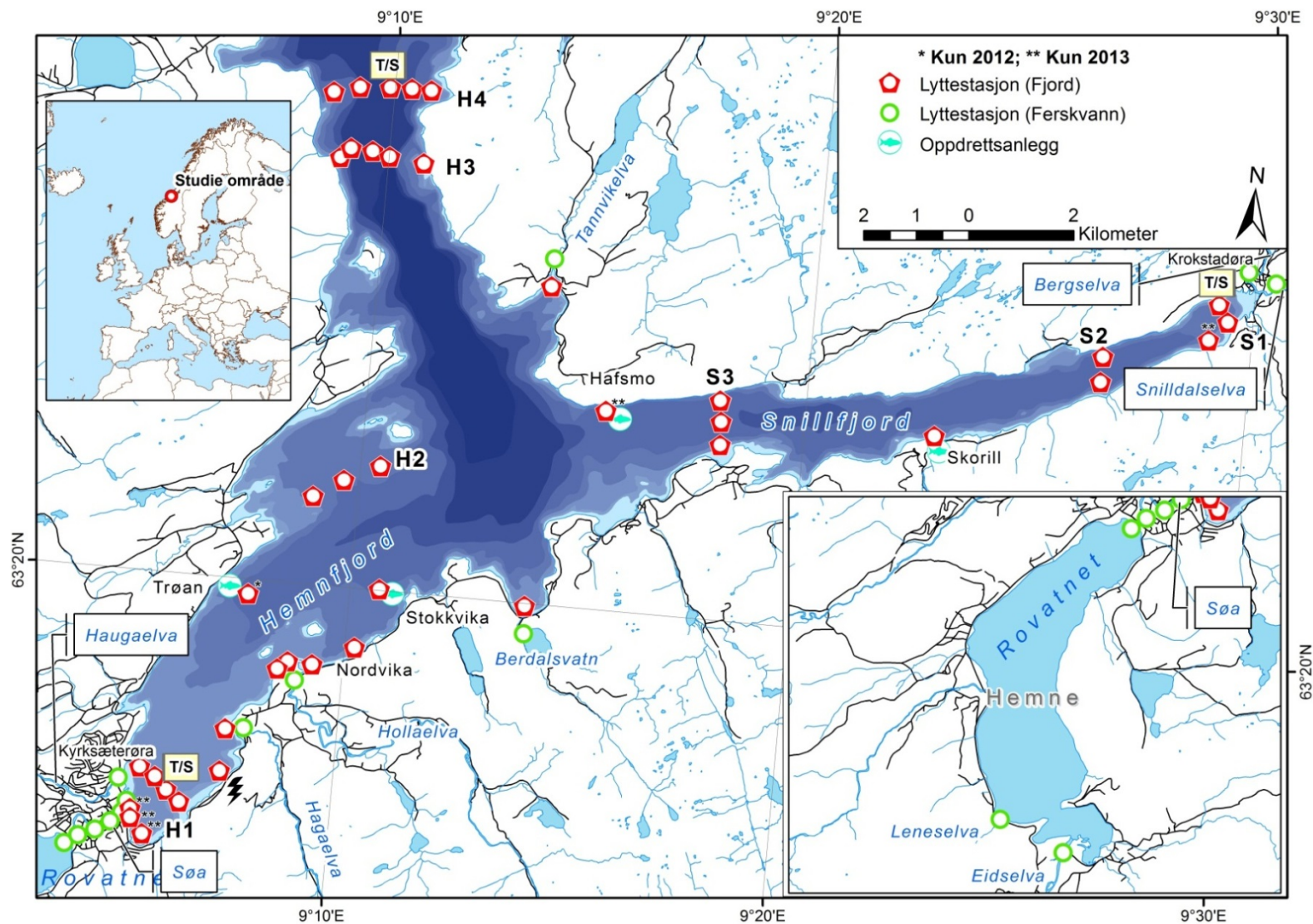
Hemnfjorden og Snillfjorden (figur 1) ligger sør i Sør-Trøndelag fylke med felles munning mot Trondheimsleia. Området har flere kjente sjørretvassdrag, heriblant Søavassdraget, Snilldalselva og Bergselva. Innerst i fjordene er det lokalisert flere havneanlegg, og deler av fjordene er benyttet for lakseoppdrett. I tillegg til hovedvassdragene drenerer flere småelver ut i fjordsystemet, hvorav de viktigste for sjørret er antatt å være Haugaelva, Hagaelva, Hollaelva, Berdalselva og Tannvikelva (se nærmere beskrivelse i Koksvik m.fl., 2003). Tidevannsforskjellen i området er på 1,5-2,5 meter. Andre fiskearter i vassdragene er laks, røye, stingsild, skrubbe og ål.

Søavassdraget har sitt utløp innerst i Hemnfjorden. Vassdraget er regulert for kraftproduksjon med en overførsel av vann gjennom Sjøa Kraftverk (TrønderEnergi AS) og direkte ut i Hemnfjorden (figur 1). Nedbørfeltet ble i forbindelse med reguleringen i 1966 endret fra 237 km² til 113 km². Anadrom strekning er på 10,2 km og inkluderer innsjøen Rovatnet (7,9 km², 12 m o.h., maksdybde 109 m). De anadrome elvene Leneselva og Eidselva drenerer begge ut i Rovatnet, som gjennom den 2 km lange elva Sjøa munner ut i Hemnfjorden.

Snilldalselva har et nedbørfelt på 42,7 km²/s og drenerer ut i Snillfjorden med en årlig middelvannføring i munningen på 1,4 m³/s. Anadrom strekning er 4,8 km fra sjøen opp til Liafossen (figur 1). Bergselva drenerer også ut innerst i Snillfjorden. Bergselva har et nedbørfelt på 69,3 km² og årlig middelvannføring på 2,1 m³ per sekund. Den anadrome strekningen på 1,1 km ender ved Krokstadsagfossen. Begge elvene er utpregede flomelver og de anadrome strekningene er uten innsjøer og med få større kulper.

Fjordsystemet benyttes av Aqua Gen AS for produksjon av stamfisk (laks, *Salmo salar* L. 1758). I undersøkelsesperioden benyttet de tre lokaliteter:

1. Stokkvika, som var en stamfisklokalitet for rognsesongen 2013. Ved undersøkelsens start i april 2012 hadde fiskene stått ett år i sjøen. Biomassen på anlegget ble gradvis redusert i løpet av 2012, og lokaliteten ble brakklagt 09.07.2013.
2. Trøan, som var en smoltlokalitet. Anlegget fikk fisk i mai 2012 (100 grams smolt, ettåringer), som ble flyttet derfra (til Hafsmo) i desember 2012. Trøan ble brakklagt før de mottok smolt i april/mai 2013.
3. Fisken på Hafsmo kom ut på anlegget som høstsmolt i september 2012. (70 grams smolt, 0-åringer). Høsten 2013 nådde denne fisken slaktestørrelse, og biomassen ble gradvis redusert i løpet av oktober 2013.



Figur 1: Hemnfjorden og Snillfjorden med nærliggende vassdrag. H1-H4 og S1-S3 angir lokalisering av transekter av automatiske lyttestasjoner (ALS). Dataloggere er angitt med «T»: temperatur, og «S»: salinitet. Lynsymbol viser plassering av utløpet fra Sjøa kraftverk.



Bilde 2: Elva Søa, mellom Rovatnet og Hemnfjorden. Foto: Jan Grimsrud Davidsen



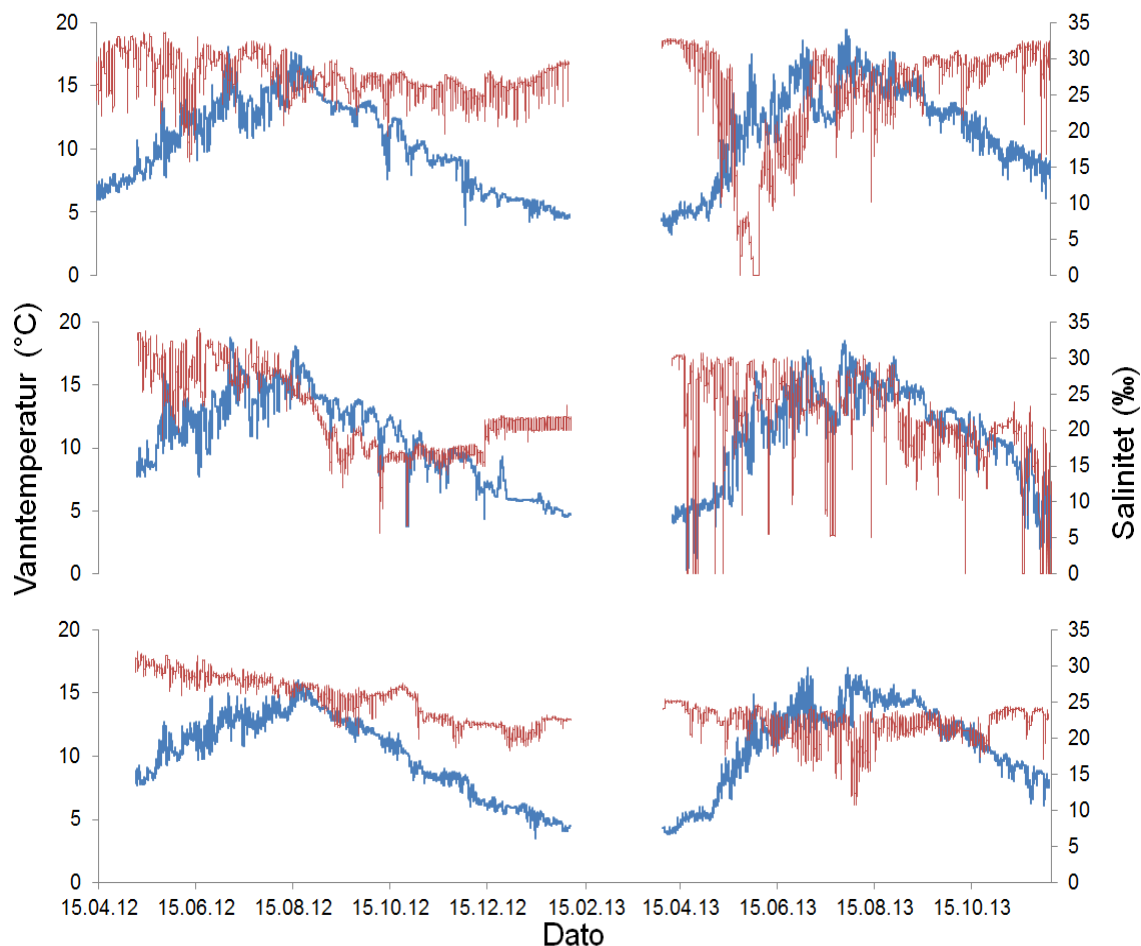
Bilde 3: Fangst av sjørørret i Rovatnet. Foto: Jan Grimsrud Davidsen



Bilde 4: Plassering av lyttestasjon i Snilldalselva. Foto: Lars Rønning

2.2 Registrering av miljøvariabler

For å kunne beskrive under hvilke forhold sjørreten oppholdt seg i de ulike habitat ble salinitet og temperatur i fjordsystemet kontinuerlig målt med dataloggere (DST milli-CT, www.star-oddi.com) plassert under blåse på 1 meters dybde (figur 1). Informasjon om vanntemperatur på 1 m dybde i Rovatnet samt vannføring i utløpet av Rovatnet ble levert fra NVE.

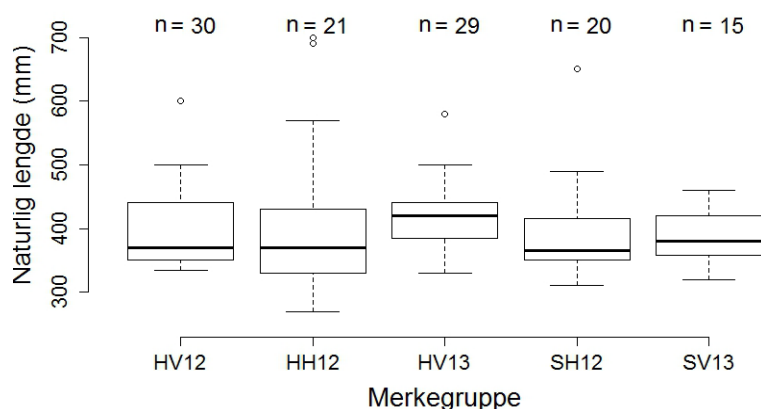


Figur 2: Temperatur (blå) og salinitet (rød) på 1 m dybde i elveosen ved Søa (øverst), elveosen ved Snilldalselva (midten) og ved ytterste transekt med lyttestasjoner i fjorden (nederst). Data fra perioden 05.02.-10.04.2013 mangler.

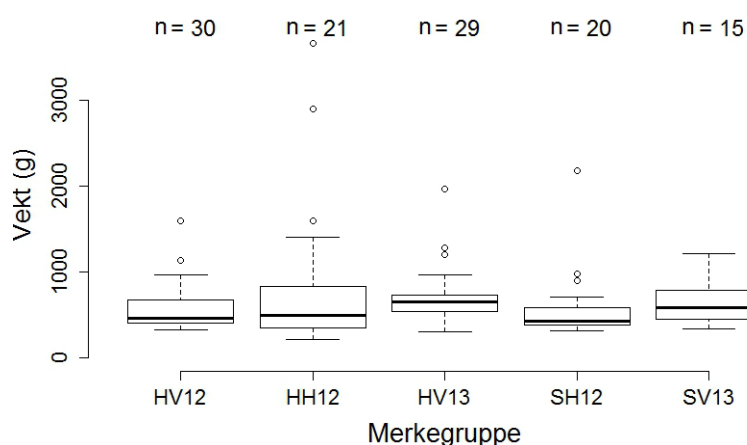
2.3 Fangst og merking av sjørret med akustiske sendere

I perioden fra våren 2012 til våren 2013 ble i alt 115 sjørret fanget, merket og gjenutsatt ved fangstplassen. Fiskene ble inndelt i merkegrupper etter når og hvor fisken ble merket. I Rovatnet (figur 1) foregikk merkingen i april (merkegruppe HV12) og september 2012 (HH12). Videre ble en gruppe fisk merket i mai 2013 (HV13) i elvemunningen hvor Rovatnet via elva Søa drenerer ut til Hemnfjorden (tabell 1). I Snilldalselva ble sjørreten merket i september 2012 (SH12) og i elvemunningen innerst i Snillfjorden i april 2013 (SV13). I denne rapporten er all fisk merket i Snilldalselva eller det tilhørende munningsområde omtalt som tilhørende «Snilldalselva». All sjørret ble enten fanget med stang og sluk eller med grovmasket fiskegarn som kontinuerlig var under oppsyn. Dette for at fisken skulle stå kortest mulig tid i garnet. Etter fangst ble fisken oppbevart i et bur i inntil 2 timer.

Fordelingen av lengde og vekt fremgår av figur 3 og 4. Det var ingen signifikant forskjell i naturlig kroppslengde (ANOVA, d.f. = 4, $P = 0,61$) eller vekt (ANOVA, d.f. = 4, $P = 0,29$) mellom de fem merkegruppene. Men såles de tre merkegruppene fra Søavassdraget sammen var gjennomsnittlig kroppslengde her lengre enn i merkegruppene fra Snilldalselva (Welchs t-test; $n = 64$; $P = 0,019$).



Figur 3: Lengdefordeling av all merket sjørøret fordelt på merkegruppe. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel. Merkegruppene er inndelt etter når og hvor fisken ble merket. HV12: Rovatnet april 2012, HH12: Rovatnet september 2012, HV13: elvemunningen til Søa mai 2013, SH12: Snilldalselva september 2012, SV13: elvemunningen til Snilldalselva april 2013.



Figur 4: Vektfordeling av all merket sjørøret fordelt på merkegruppe. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel. Merkegruppene er inndelt etter når og hvor fisken ble merket. HV12: Rovatnet april 2012, HH12: Rovatnet september 2012, HV13: elvemunningen til Søa mai 2013, SH12: Snilldalselva september 2012, SV13: elvemunningen til Snilldalselva april 2013.

Forut for merking ble sjørøreten bedøvet i ca. 4 min med 2-phenoxy-ethanol (EEC No 204 589-7; 0,5 ml per l vann), og deretter overført til et merkerør med friskt vann. Det ble skåret et 2-3 cm snitt i buken, og en desinfisert akustisk sender ble forsiktig innført i bukhulen. Såret ble lukket med to til tre suturer (Resolon 3/0). Etter merking ble fisken veid og lengdemålt (naturlig lengde). Fem til ti skjell ble nappet fra fisken for senere analyse av alder og tilbakeberegning av vekst, og eventuelle lakselus ble talt. En bit av fettfinnen ble lagt på sprit og frosset for eventuelle senere

genetiske analyser. I tillegg til den indre merkingen med akustisk sender ble et Carlinmerke med telefonnummer til prosjektleder (for rapportering av gjenfangst) festet under ryggfinnen. Oppholdet i merkerøret varte ca. 5 min, og i denne perioden ble gjellene kontinuerlig tilført friskt vann. Etter merkingen ble fisken holdt i bur inntil den hadde normal svømmeatferd og pustefrekvens. Den ble da satt ut i et rolig parti i elva eller i fjorden så nær fangstplassen som mulig. Forut for forsøket ble nødvendige tillatelser til merking og fangst innhentet fra Forsøksdyrutvalget og Fylkesmannen i Sør-Trøndelag.

Totalt ble det i 2012 og 2013 merket 115 sjørøret. Fordelingen av de akustiske senderne som ble benyttet fremgår av tabell 1, mens den tekniske beskrivelse av de ulike senderne framgår av tabell 2. Alle merketypene sendte signalet med fiskens individuelle ID med et tilfeldig tidsintervall med minimum 30 sekunder og maksimum 90 sekunders mellomrom. I 2013 ble 44 sjørøret merket med en akustisk sender med dybdesensor (Thelma Biotel, modell ADT-9-LONG). Denne sensoren kunne med en nøyaktighet på 0,5 m registrere svømmedybder fra 0-130 m. Informasjonen om fiskens dybde ble sendt sammen med merkets ID.

Tabell 1: Fordeling på fangstlokalitet av ulike typer av akustiske sendere brukt ved merking av sjørøret i Hemnfjorden og Snillfjorden 2012-2013

Lokalitet	Merketids-punkt	Samlet antall sjørøret	Fordeling av sendertype og modell				
			Thelma Biotel		Vemco		
			ADT-9-LONG (dybde sensor)	MP9-LONG	MP13	V9-2L	V13-1L
Rovatnet	12.-14.04.2012	30		15	15		
Rovatnet	17.-18.09.2012	21				10	11
Hemnfjorden, elvemunningen	02.-09.05.2013	29	29				
Snilldalselva	19.-20.09.2012	20		5	6		9
Snillfjorden, elvemunningen	22.-23.04.2013	15	15				

Tabell 2: Teknisk beskrivelse av de ulike typer av akustiske sendere brukt ved merking av sjørøret i Hemnfjorden og Snillfjorden 2012-2013

Firma	Modell	Diameter (mm)	Lengde (mm)	Vekt i luft (g)	Signalstyrke (dB re 1uPa @1m)	Estimert batterilevetid (dager)
Thelma Biotel	ADT-9-LONG	9	39	6,8	146	267
Thelma Biotel	MP9-LONG	9	28	5,4	146	246
Thelma Biotel	MP13	13	31	11,2	153	525
Vemco	V9-2L	9	29	4,7	146	282
Vemco	V13-1L	13	36	11,0	147	622

2.4 Registrering av vandringsatferd ved akustiske lyttestasjoner

De akustiske senderne sendte ut et unikt lydsignal (69 kHz) som ble registrert når fisken var innen rekkevidde av en lyttestasjon (til sammen 51 lyttestasjoner modell VR2/VR2W, www.vemco.ca, bilde 5). I fjordsystemet ble lyttestasjonene enten montert på faste kaianlegg (3-5 meter under overflaten, avhengig av tidevannet), på flytebrygger (5 meter under overflaten) eller på 5 meters dybde festet til et 14 mm tau montert med en C3 stangblåse på havoverflaten og et 100 kg anker på bunnen. Alle lyttestasjonene montert på flytebrygger eller med tau og blåse hadde samme dybde uavhengig av tidevannet.

Rekkevidden på lydsignalet fra de akustiske senderne varierte med salinitet, havstrømmer og vind. En rekkeviddetest på 2 meters dybde utført 22.08.2013 viste en maksimal rekkevidde på 300-350 meter (vindstille, tørt vær, flo sjø). Testen ble utført med en sender av typen ADT-9-LONG (146 dB re 1uPa @1m). Denne senderen hadde den laveste signalstyrken av de benyttede sendermodellene (se tabell 2). De andre senderne hadde dermed en lengre rekkevidde (erfaringsmessig 350-400 m i åpen fjord når det er lite vind).

For å registrere når sjørreten oppholdt seg i ulike deler av fjordsystemet, ble undersøkelsesområdet inndelt i fem soner (figur 5): 1: Sjøa elvemunning; 2: Indre Snillfjord; 3: Ytre Snillfjord; 4: Midtre Hemnfjord; 5: Utenfor Hemnfjorden (resterende område).

I overgangen mellom de ulike sonene ble det plassert linjer av automatiske lyttestasjoner. Når sjørreten vandret fra en sone til en annen ble den registrert med individnummer samt dato og klokkeslett for passeringen. I tillegg ble svømmedybde registrert for individene merket med akustisk sender med dybdesensor. Hver lyttestasjon stod i ett av følgende habitater (figur 4): Ferskvann, elvemunning, (områder i sjøen med registrert innslag av ferskvann), strandsone (lyttestasjoner med kortere avstand enn 200 m til strandlinjen eller til områder grunnere enn 10 m), pelagisk (lengre avstand enn 200 meter til kystsone eller grunne områder) eller annet habitat (akvakultur, utløpet av Sjøa kraftverk og områder med usikker nærhet til grunne områder). Lyttestasjonene ble satt ut i april 2012 og tatt opp i desember 2013. Med unntak av fire stasjoner i Sjøa ble imidlertid alle lyttestasjonene i ferskvann tatt opp i perioden 02.12.2012 – 22.04.2013 grunnet is. De fleste av lyttestasjonene ble satt ut igjen i februar 2014 og stod fortsatt ute ved undersøkelsens avslutning våren 2014. Data fra lyttestasjonene ble overført til en bærbar datamaskin ca. annenhver måned gjennom hele undersøkelsesperioden.

På hver av de tre oppdrettslokalitetene til Aqua Gen AS ble det montert en lyttestasjon på 5 meters dybde sentralt i anlegget (figur 1). I Stokkvika (500 m fra land) var denne stasjonen operativ under hele undersøkelsen. På Trøan (350 m fra land) var stasjonen operativ fra undersøkelsens start til desember 2012, hvorefter den ble flyttet til Hafsmo (150 m fra land). Her forble den til undersøkelsens avslutning i desember 2013.

Inntaket for Sjøa kraftstasjon er oppstrøms Rovatnet, mens utløpet er direkte ut i sjøen (figur 1). For å registrere habitatbruken rundt utløpet ble det montert en lyttestasjon på 5 meters dybde 200 meter fra land.

Wacker Chemicals Norway AS har en silisiumfabrikk ved Hollaelva 5 km fra Kyrksæterøra. Denne er plassert langs fjorden med et 250 m langt kaianlegg. En lyttestasjon ble plassert i hver ende av kaia.

Halvveis inne i Snillfjorden har Lerøy Midnor AS et landbasert settefiskanlegg med produksjonsvatn fra Skorillelva. En lyttestasjon ble montert på et fast kaianlegg 50 meter fra elveosen.

Tillatelse til å plassere lyttestasjoner i fjordsystemet ble innhentet fra Kystverket og Kristiansund havnevesen, mens tillatelse til plasseringen i ferskvann ble innhentet fra lokale grunneiere. Alle lyttestasjonene inngikk i det internasjonale forskernettverket Ocean Tracking Network (www.oceantrackingnetwork.org).

2.5 Registrering av gjenfangst og innlevering av fiskeprøver

Hver fisk ble utvendig merket med et Carlinmerke med prosjektleders telefonnummer, slik at eventuelle gjenfangster fra sportsfiskere kunne bli rapportert. I tillegg var plakater med informasjon om prosjektet hengt opp på Kyrksæterøra og Krokstadøra. Hemne Jeger- og Fiskeforening samt Rovatnet grunneierlag hadde på forhånd informert sine medlemmer om prosjektet.

En fryser ble installert på kommunehuset til Hemne Kommune på Kyrksæterøra, slik at fiskerne enkelt kunne levere hode og innvoller fra gjennfangede fisk.



Bilde 5: Nedlasting av data fra lyttestasjon. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

2.6 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst

Aldersanalyse og tilbakeberegning av vekst ble basert på skjell fra de enkelte sjørøret. Grunnet sjørørets variable livsmønster med vekslende vandringer mellom bekk, innsjø, elv og fjord er dette forbundet med større usikkerhet enn hva som er tilfellet hos for eksempel laks (Nall, 1930). For å minimere usikkerheten ble skjellene først lest uavhengig av to personer ved NTNU Vitenskapsmuseet. Derpå ble digitale bilder av 20 blindprøver sendt til skjellesere ved NINA (Trondheim) og DTU (Silkeborg). Tre av fire var enige om smoltalder (den vanskeligste parameteren å bestemme) på 85 % av blindtestene, og deres mønster for tolkning ble dermed lagt til grunn for det øvrige materialet. Bare data fra skjellprøver hvor usikkerheten ble betegnet som liten er benyttet i denne rapporten. Følgende prosentandeler av skjellmaterialet ble benyttet i tilbakeberegningene: smoltlengde: 75 %; smoltalder 67 %; antall sesonger i sjøen: 59 %; total alder 52 %.

Tilbakeberegningen av lengde ble foretatt etter Lea-Dahls metode (Dahl, 1910; Lea, 1910), og den årlige lengdeveksten ble deretter beregnet. Lea-Dahls metode forutsetter direkte proporsjonalitet mellom skjell- og fiskelengde. På grunn av allometri i skjellveksten når fisken er mindre enn ca. 10 cm (Frost & Brown, 1967) vil lengden ved første års alder bli underestimert i større eller mindre grad ved bruk av denne metoden. De tilbakeberegnete lengdene ved høyere alder antas å være lite påvirket av dette, slik at metoden vurderes som tilstrekkelig nøyaktig for formålet.

2.7 Undersøkelse av sjørøret for BKD, PRV og PD

I 2012 ble 30 sjørøret fanget med garn i Hemnfjorden. Fra hvert individ ble det tatt en prøve på 2x2x2 mm av henholdsvis hjerte og binyre. Prøvene ble konserverte på RNAlater og derpå analysert for BKD (Bacterial kidney disease, *Renibacterium salmoninarum*), PRV (piscine reovirus) og PD (pancreas disease) ved hjelp av real-time RT-PCR. Analysene ble gjennomført hos PatoGen Analyse AS (<http://www.patogen.no/>).

2.8 Dataanalyser

Kondisjonsfaktoren hos fisk betegner forholdet mellom vekt og lengde. Lengde-vekt forholdet hos fisk beskrives vanligvis med en eksponentiell funksjon (Le Cren, 1951): $W = a \cdot L^b$ der W = vekt (g), L = lengde (cm), a = en konstant og b varierer mellom 2,5 og 4,0 hos forskjellige fiskearter. Hos fiskearter som ikke forandrer kroppsform etter som fisken vokser (isometrisk vekst) er $b = 3$. Dette antas stort sett å være gjeldende for laksefisk (Svenning & Christensen, 1996). Ved å benytte $b = 3$ og $a = k/100$ i Le Crans formel kan vi utlede Fultons formel for k -faktor (Fulton, 1904):

$$K = \frac{\text{vekt (gram)} \times 100}{\text{lengde}^3 \text{ (cm)}}$$

Normalt har en sjøørret som ikke har gytt siste høst en kondisjonsfaktor på 1,0 til 1,1. Imidlertid vil k -faktoren variere avhengig av tid på året og tilgang på føde. Støinger (individer som har gytt høsten før) kan ha k -faktor helt ned til 0,9. Hos ørretbestander med god kvalitet er det en tendens til at k -faktoren øker med økende fiskestørrelse. En kan derfor ikke sammenligne kondisjonsfaktoren direkte hos to bestander av ulik kroppsstørrelse. Selv om sjøørreten i Søavassdraget generelt var større enn individene fra Snilldalselva var det ikke forskjell i kroppslengde mellom de fem merkegruppene (figur 3), og forutsetningen for å bruke Fultons formel var dermed oppfylt.

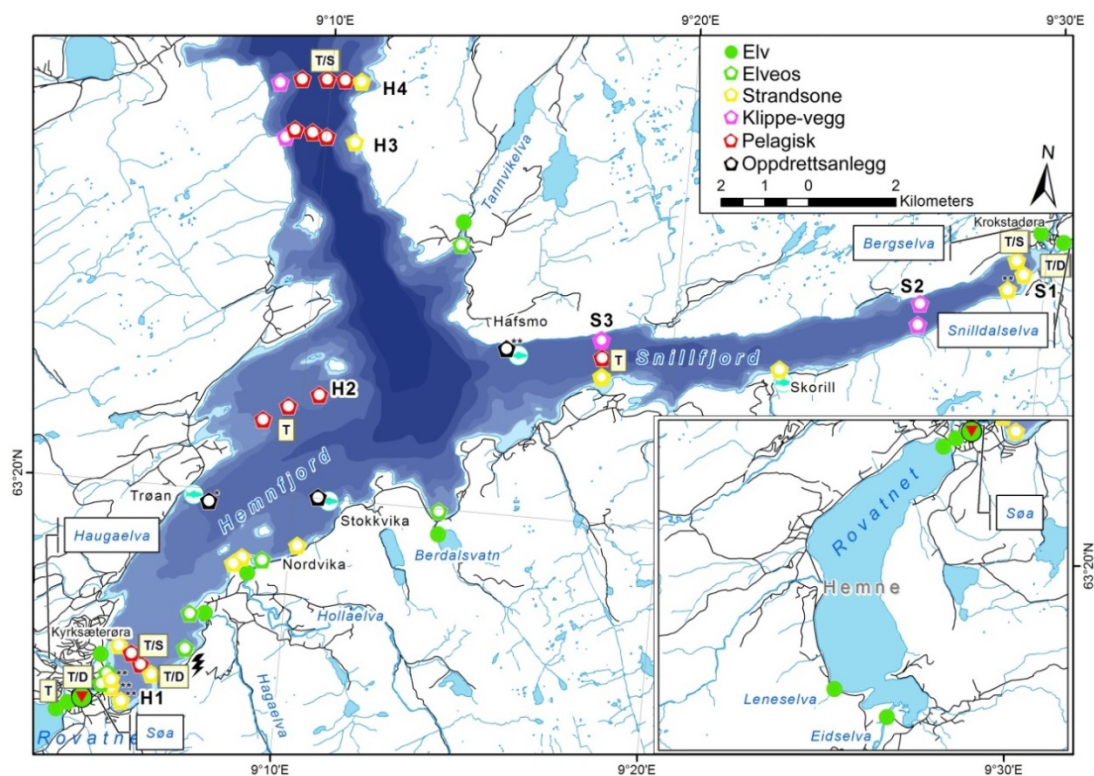
Det ble i løpet av 2012 og 2013 gjort 5.147.075 registreringer av fisk ved lyttestasjonene. På lyttestasjonene i utløpet av Sjøa, innerst i Snillfjorden og ved Sjøa kraftverk ble mange sjøørret registrert samtidig i lange perioder. Dette øker risikoen for falske registreringer av fisk på grunn av signalkollisjoner fra senderne. For å minimere denne risikoen ble dataene fra disse stasjonene filtrert slik at en id kode måtte registreres to ganger innen 10 minutter for å bli akseptert som en gyldig registrering av fisk (Pincok, 2012). Ytterligere detaljer om metode for kvalitetssikring og filtrering av de akustiske data er gitt i Eldøy (2014).

Tidspunkt for utvandring fra Sjøa til Hemnfjorden ble beregnet fra første registrering i elveosen, mens oppvandring fra Hemnfjorden til Sjøa ble beregnet fra siste registrering i elveosen. Inn- og utvandring for Snilldalselva ble ikke analysert da lyttestasjonen her ikke var plassert i elvemunningen, men et stykke oppstrøms i elva.

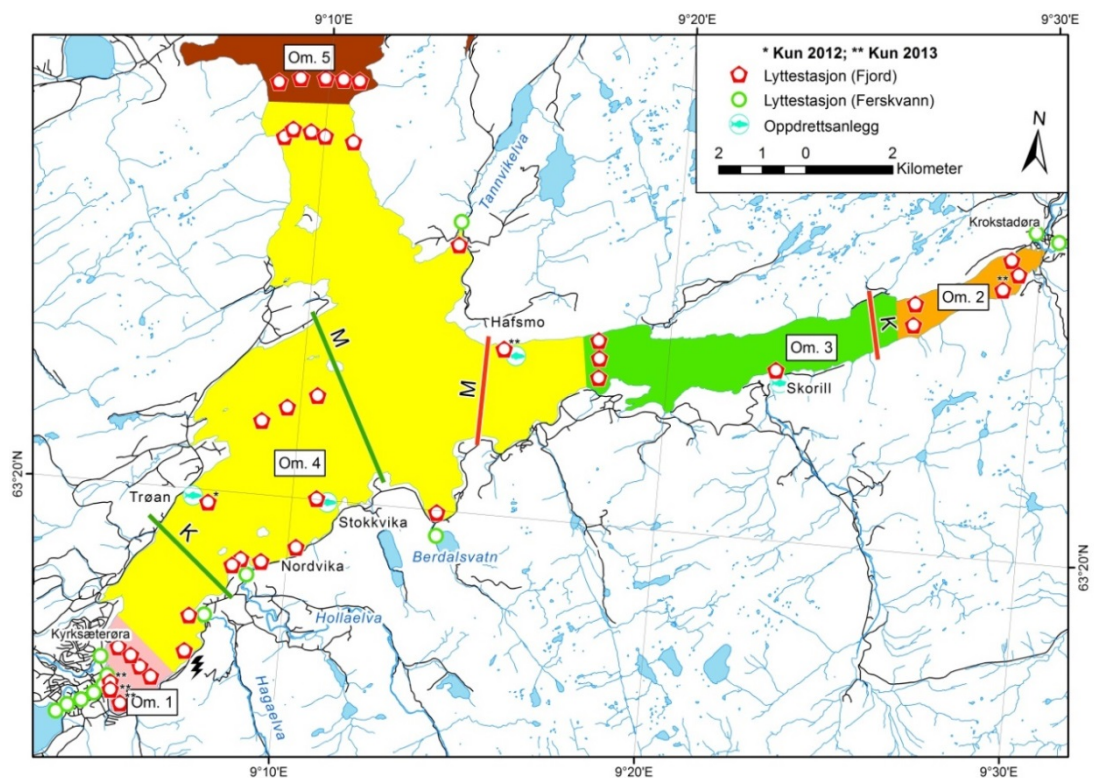
Med utgangspunkt i hvor langt sjøørretene vandret fra vassdraget hvor de ble merket, ble de inndelt i gruppene «kortvandrende», «mellomvandrende» og «langtvandrende» (figur 5). Beregning av oppholdstid i de ulike soner henholdsvis sommer og vinter ble kun gjort for individer som ble fulgt gjennom hele den aktuelle perioden.

Ved analyser av oppholdstid i bestemte lokaliteter ble sjøørret som kun passerte forbi lokaliteten ikke regnet med. Dette ble gjort ved hjelp av funksjonen «Residency search» i programmet VUE (versjon 2.0.6, www.vemco.com). Et opphold ble godkjent hvis det var minimum to registreringer med mindre enn 60 minutt mellom. Var fraværet fra lokaliteten på 60 minutter eller mer etter et godkjent opphold, skulle det to nye registreringer til for at det ble registrert som et nytt opphold. Grunnet et stort antall registreringer ved utløpet av Sjøa kraftverk, og dermed økt risiko for falske registreringer, måtte det her være tre registreringer for at oppholdet skulle bli godkjent, og fravær før et nytt opphold ble registrert måtte være på minst 120 minutter. For at antall opphold og oppholdstid ved kraftverksutløpet kunne sammenlignes med nærmeste stasjon (i fjorden utenfor utløpet av Hageelva) ble dataene på sistnevnte stasjon analysert tilsvarende. På silisiumfabrikken (Wacker Chemicals) ble dataene fra de to stasjonene slått sammen slik at oppholdstiden ble definert som den periode sjøørreten oppholdt seg innen rekkevidde av én av de to (eller begge) stasjoner. Rekkevidden for denne lokaliteten var dermed lengre enn for de andre lokalitetene, og gjennomsnittlig oppholdstid vil dermed kunne forventes å være lengre her.

Alle gruppegjennomsnitt ble beregnet på bakgrunn av individuelle gjennomsnitt for å sikre uavhengighet i dataanalysene. Statistiske analyser ble gjort i programmet *r* (version 3.0.2) <http://www.r-project.org/>.



Figur 4: Inndeling i habitattyper basert på plassering av akustiske lyttestasjoner i Hemnfjorden og Snillfjorden.

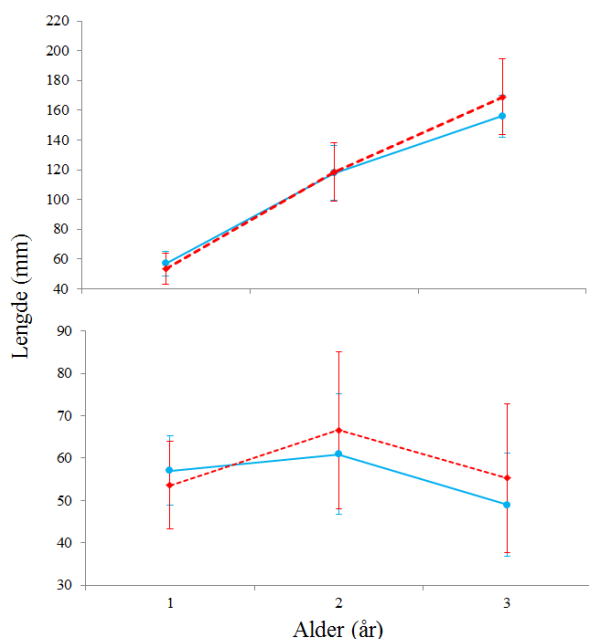


Figur 5: Inndeling av fjordsystemet for vandringsavstand (grønne og røde linjer) og oppholdsområder (fargelagte soner). Grønne linjer angir inndeling for sjørret merket i Rovatnet og Søas elvemunning, mens røde linjer angir inndeling for individer merket i Snilldalselva og dennes elvemunning. Kortvandrende vandret fra elvemunning til nærmeste linje K, mellomvandrende til nærmeste linje M mens langtvandrende fisk vandret forbi nærmeste linje M. Om. 1-5 angir soneinndeling i fjorden og er lik for alle merkegrupper.

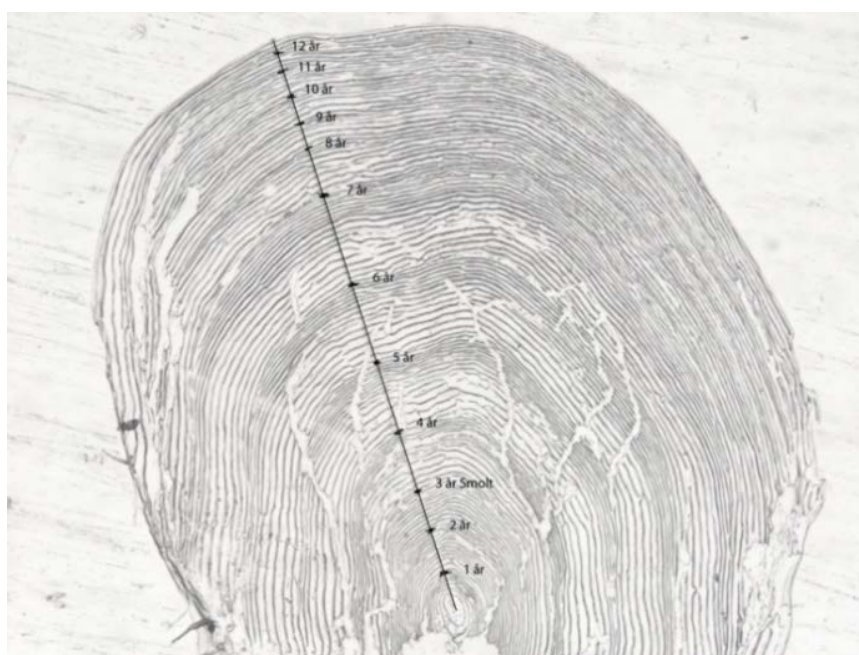
3 Resultater

3.1 Vekstrate, smoltalder og kondisjon

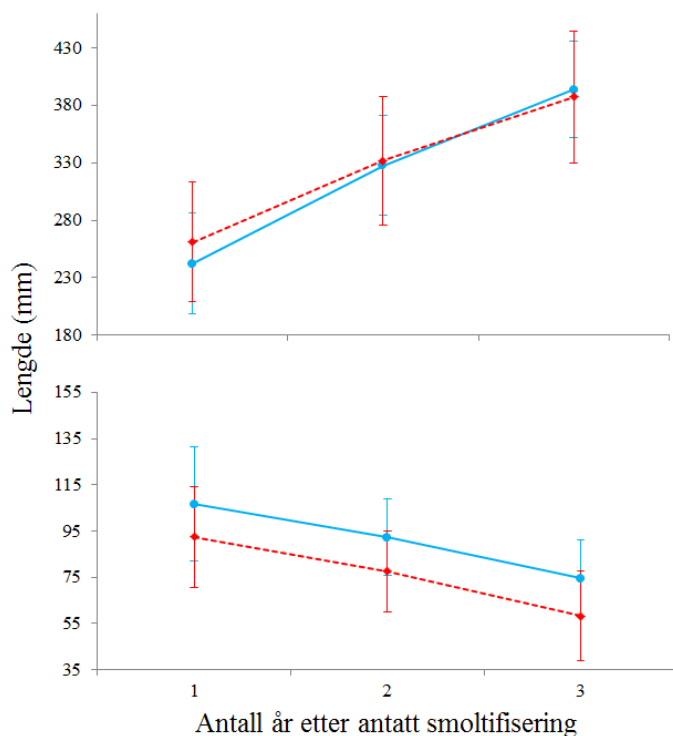
Det var ikke forskjell mellom Rovatnet (merkegruppe HV12 og HH12) og Snilldalselva (SH12 og SV13) i sjørretens gjennomsnittlige tilvekst i ferskvann det andre (Student t-test; $n = 61$; $P > 0,05$) og tredje leveåret ($n = 25$; $P > 0,05$), men det var stor individuell variasjon (figur 6). Individene fra Snilldalselva hadde bedre tilvekst det første ($n = 64$; $P = 0,02$), andre ($n = 53$; $P = 0,003$) og tredje ($n = 32$; $P = 0,02$) året etter smoltifisering, som i all hovedsak antas å skje i sjøen (figur 7). Smoltalder var lavere (Students t-test; $n = 56$; $P = 0,007$) i Snilldalselva (2,3 år; s.d. = 0,7; variasjonsbredde 2-4 år) enn i Rovatnet (2,8 år; s.d. = 0,6; variasjonsbredde 2-4 år). Sjørreten som ble merket i munningsområdet til Søa (HV13; 2,2 år; s.d. = 0,4; variasjonsbredde 2-3 år) hadde smoltalder tilsvarende Snilldalselva ($n = 49$; $P > 0,05$).



Figur 6: Tilbakeberegnet vekst de første 1-3 år i ferskvann. Øverst: lengde fordelt på aldersklasse; nederst: årlig tilvekst. Rød linje representerer individer merket i Rovatnet vår og høst 2012 (n : 1 år = 29; 2 år = 30; 3 år = 16). Blå linje representerer individer merket i Snilldalselva eller ved elvas munningsområde høst 2012 og vår 2013 (n : 1 år = 31; 2 år = 31; 3 år = 9). Loddrette linjer angir standardavvik.

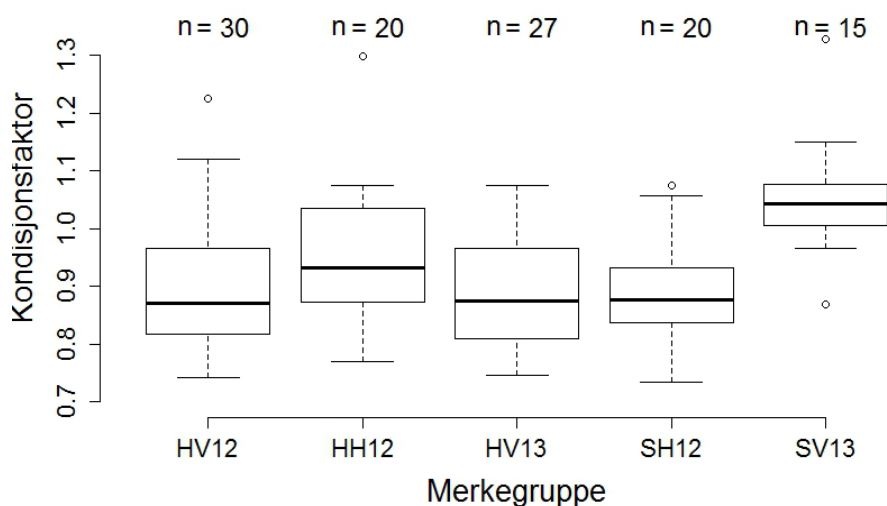


Bilde 6: Eksempel på tilbakeberegning av sjørretens alder. Skjellet stammer fra en sjørret på 70 cm (3,6 kg) fanget i Rovatnet. Fisken ble bestemt til å være 11-12 år gammel, men siste (ytterste) vintersone er noe usikker. Foto: Aslak Darre Sjørsten.



Figur 7: Tilbakeberegnet vekst hos sjørøret etter smoltifisering. Øverst: lengde fordelt på antall år etter antatt smoltifisering; nederst: årlig tilvekst. Rød linje representerer individer merket i Rovatnet vår og høst 2012 (n: 1 år = 35; 2 år = 28; 3 år = 22). Blå linje representerer individer merket i Snilldalselva eller ved elvas munningsområde høst 2012 og vår 2013 (n: 1 år = 29; 2 år = 25; 3 år = 10). Loddrette linjer angir standardavvik.

Kondisjonsfaktoren (figur 8) hos sjørøret merket i Snillfjorden i april 2013 (SV13) var høyere enn i de resterende merkegrupper (ANOVA; d.f. = 4; $P < 0,001$). Det var ingen forskjell i k-faktor mellom de øvrige merkegrupper (ANOVA; d.f. = 4; $P = 0,14$).



Figur 8: Kondisjonsfaktor for merket sjørøret fordelt på merkegruppe. I boksplottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel. Merkegruppene er inndelt etter når og hvor fisken ble merket. HV12: Rovatnet april 2012, HH12: Rovatnet september 2012, HV13: elvemunningen til Sørma mai 2013, SH12: Snilldalselva september 2012, SV13: elvemunningen til Snilldalselva april 2013.

3.2 Registrering av merket sjørret på lyttestasjoner

I alt ble 100 av 115 merket sjørreter registrert på lyttestasjonene i sjøen (tabell 3). Individuelle fisk ble registrert fra 6 – 624 dager.

Tabell 3: Merkegruppene er inndelt etter når og hvor fisken ble merket. HV12: Rovatnet april 2012, HH12: Rovatnet september 2012, HV13: elvemunningen til Søa mai 2013, SH12: Snilldalselva september 2012, SV13: elvemunningen til Snilldalselva april 2013.

Merkegruppe	Antall fisk registrert i sjøen (Antall merket fisk i gruppen)	Gjennomsnittlig antall dager fiskene ble fullt med akustisk telemetri (S.D.)	Variasjonsbredde
HV12	13 (20)	407 (168)	232-624
HH12	27 (30)	271 (215)	45-584
HV13	28 (30)	189 (106)	30-342
SH12	18 (20)	328 (222)	6-621
SV13	14 (15)	189 (97)	66-345

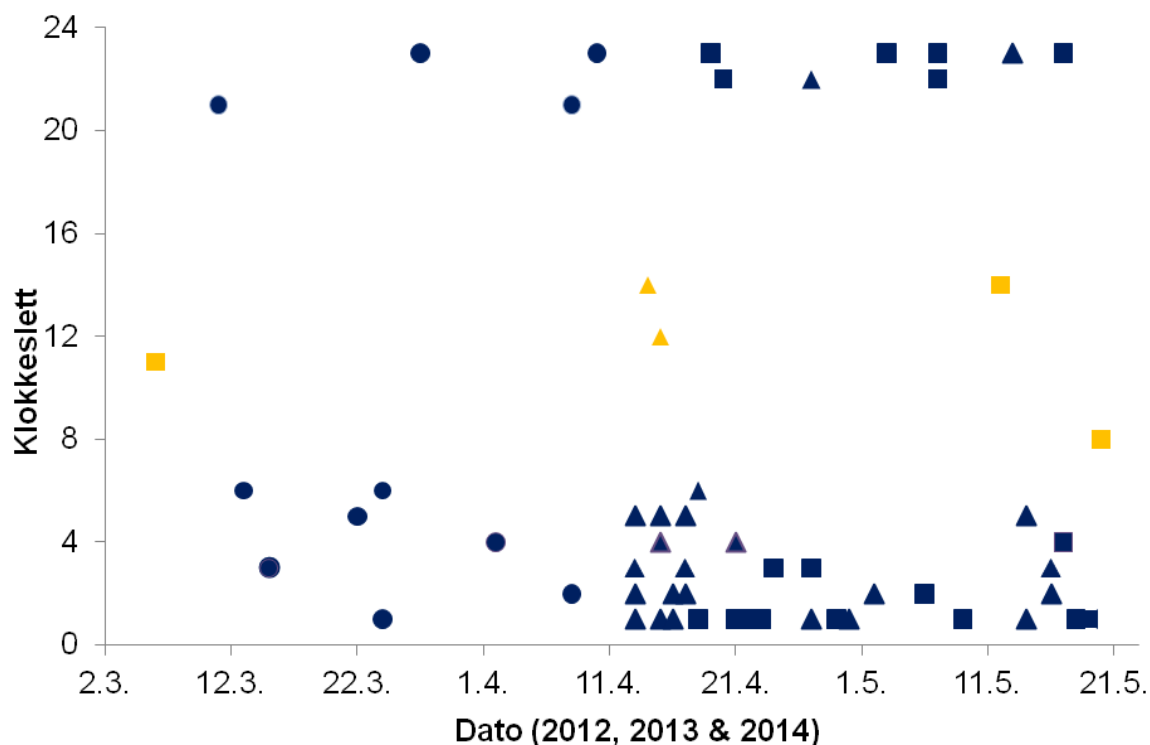


Bilde 7: Merking av sjørret ved utløpet av Rovatnet. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

3.3 Ut- og oppvandring mellom Sjøa og Hemnfjorden

Utvandring

I alt ble det i Søavassdraget registrert utvandningsdato for 45 ulike merkede individer (figur 9), hvorav syv fikk registrert utvandringen i både 2012 og 2013 og seks ble registrert i både 2013 og 2014. Utvandringen foregikk i perioden 06.03.-20.05. Hos de syv fiskene som vandret ut både i 2012 og 2013 var det i gjennomsnitt 29 dager i forskjell i utvandningsdato mellom de to årene. Forskjellen mellom disse to årene var usystematisk, med to individer som vandret tidligere (gjennomsnitt 23 dager; s.d. = 7) og fem som vandret seinere (gjennomsnitt 31 dager; s.d. = 10). Alle individene som ble registrert både i 2013 og 2014 vandret tidligere i 2014 (gjennomsnitt 30 dager; s.d. = 6).

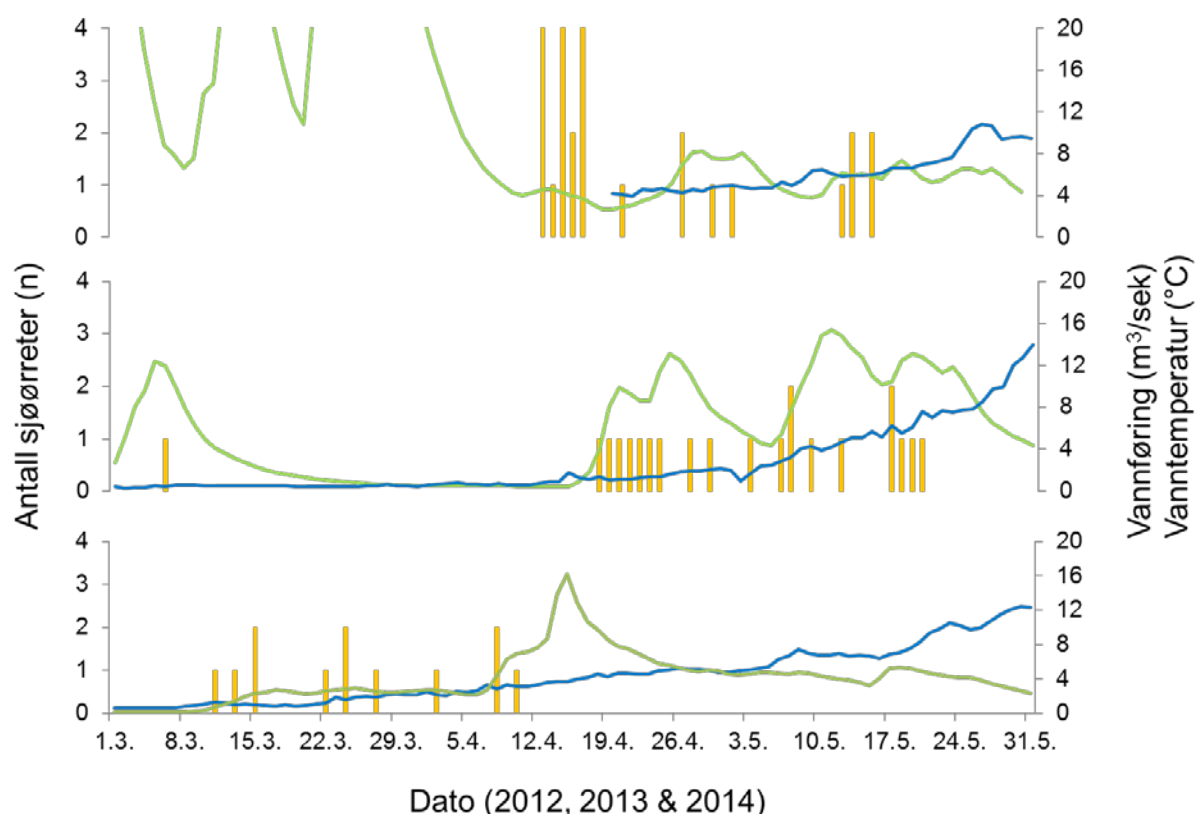


Figur 9: Dato og tid på døgnet for utvandring fra elven Sør til Hemnfjorden. Gule symboler viser utvandring på dagen (08:00-20:00), mens mørkeblå symboler viser utvandring på natten. Trekanter representerer utvandring i 2012, firkanter utvandring i 2013 og sirkler utvandring i 2014.

Flere sjøørret vandret ut av elva på natta enn om dagen (figur 9; Kji kvadrat test, d.f. = 57; $P < 0,001$), hvor hovedutvandringen foregikk mellom kl. 22:00 og 06:00.

I 2012 var det en fallende flomtopp i starten av april fulgt av relativt jevn vannføring, mens 2013 hadde lav vannføring i starten av april fulgt av svakt økende vannføring (figur 10). I 2014 var vannføringen i mars og april svakt økende eller jevn.

Utvandringen fant sted på både økende, stabil og fallende vannføring. Totalt vandret 22 individer på fallende, 18 på økende og 18 på jevn vannføring, men det relative forholdet varierte mellom årene. Vanntemperaturen var alle tre år stigende under utvandringen.



Figur 10: Vanntemperatur (blå) og vannføring (grønn) ved Rovatnets utløp til elva Sjøa under utvandringen av akustisk merket sjørret i 2012 (øverst, $n = 25$), 2013 (midt, $n = 21$) og 2014 (nederst, $n = 12$). Gule stolper viser antall utvandrende sjørret per dag. Temperaturmåling mangler for perioden fram til 20.04.2012. I mars 2012 var høyeste målte vannføring $71 \text{ m}^3/\text{sek}$ (ikke vist).

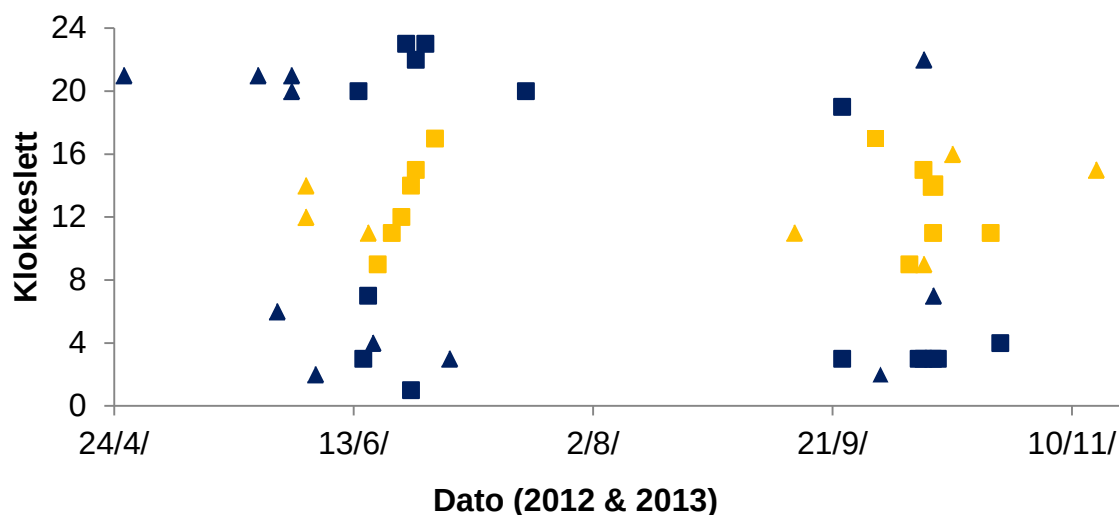
Oppvandring

Oppvandringen i både 2012 og 2013 fra Hemnfjorden til Sjøa (figur 11) foregikk over to atskilte perioder. Elleve (2012) og fjorten (2013) sjørret vandret opp i perioden 24.04. – 19.07. med en hovedoppvandring rundt juni, mens 7 (2012) og 13 (2013) individer vandret opp i perioden 13.09. – 15.11. med en hovedoppvandring rundt første halvdel av oktober. Det var ikke forskjell i kroppslengde (Welch's t-test; $n = 39$; $P = 0,12$, begge år slått sammen) mellom gruppen av tidlig (gjennomsnitt 423 mm ; s.d. = 91 ; variasjonsbredde $330\text{--}690 \text{ mm}$) og gruppen av seint oppvandrende (gjennomsnitt 389 ; s.d. = 40 ; variasjonsbredde $330\text{--}450 \text{ mm}$) individer. I den første perioden vandret 16 av 25 fisk fra elveosen til elva om natta, men forskjellen mellom andelen fisk som vandret opp i elva om dagen og natta var ikke signifikant (Kji kvadrat test; d.f. = 24 ; $P = 0,16$). I den andre perioden var forskjellen helt utjevnet med kun 10 av 20 fisk som vandret opp i elva om natta (Kji kvadrat test; d.f. = 19 ; $P = 1,00$). Tilsvarende var det ikke noen forskjell på dag og natt i ankomsten til Rovatnet (hele perioden, Kji kvadrat test; d.f. = 44 ; $P = 0,18$).

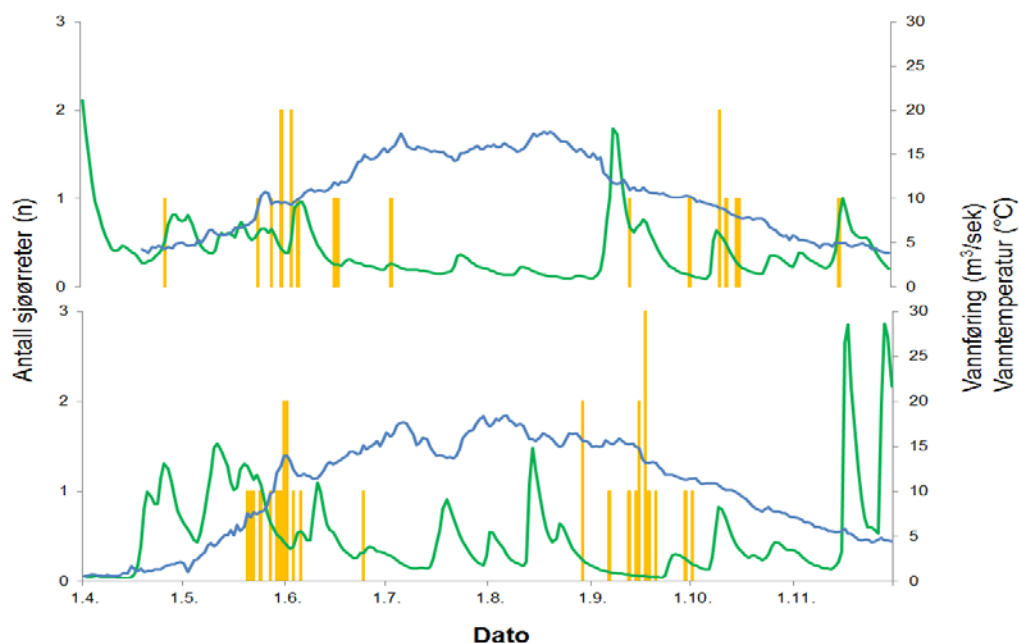
Tidspunktet for oppvandring i elva Sjøa ble registrert for 39 individer i 2012 og 2013, hvorav 6 av dem vandret opp begge årene. Gjennomsnittlig forskjell i dato for oppvandringen mellom de to årene for disse seks individene var 16 dager (s.d. = 7 dager). Mens alle seks individer begge år altså vandret opp omtrent samme dato som året før, var det kun fire av seks fisk som hadde samme døgnrytme året etter. Median oppvandringstid var 21 timer fra elveosen til utløpet av Rovatnet (2 km), men det var stor individuell variasjon (s. d. = 373 ; variasjonsbredde $3\text{--}1686$ timer). Trettitru individer brukte mindre enn 2 dager (median tid 14 timer; s.d. = 9 ; variasjonsbredde $3\text{--}38$ timer), seks individer brukte mellom 2 dager og 2 uker, mens de resterende seks brukte mer enn 2 uker. Fire av disse seks brukte over 40 dager og dette var alle individer merket i elveosen til Sjøa. I gruppen av tidlig oppvandrende sjørret brukte 84 % av fiskene mindre enn 48 timer til Rovatnet, mens det for gruppen av seint oppvandrende kun var 60 % som kom innen 2 dager.

Oppvandringen foregikk i all hovedsak (33 individer; 73 %) på fallende vannføring (figur 12), men datagrunnlaget var for lite til å teste dette statistisk. Vannføringen ved utløpet av Rovatnet var 3-10 m³/sek under den tidlige oppvandringen, mens den under den seine oppvandringen (og spesielt i 2013) var helt nede i 1 m³/sek. Vanntemperaturen var begge årene økende under den tidlige oppvandringen og fallende under den seine oppvandringen (figur 12).

I 2014 ble oppvandringen til fire fisk registrert (dato: 21.05., 02.06., 03.06. og 05.06., ikke vist på figur). De to første vandret opp i elva på natta, og de to siste på dagen.



Figur 11: Dato og tid på døgnet for oppvandring fra Hemnfjorden til elven Sør. Gule symboler viser utvandring på dagen (08:00-20:00), mens mørkeblå symboler viser utvandring på natten. Trekanter representerer utvandring i 2012, mens firkanter representerer utvandring i 2013.



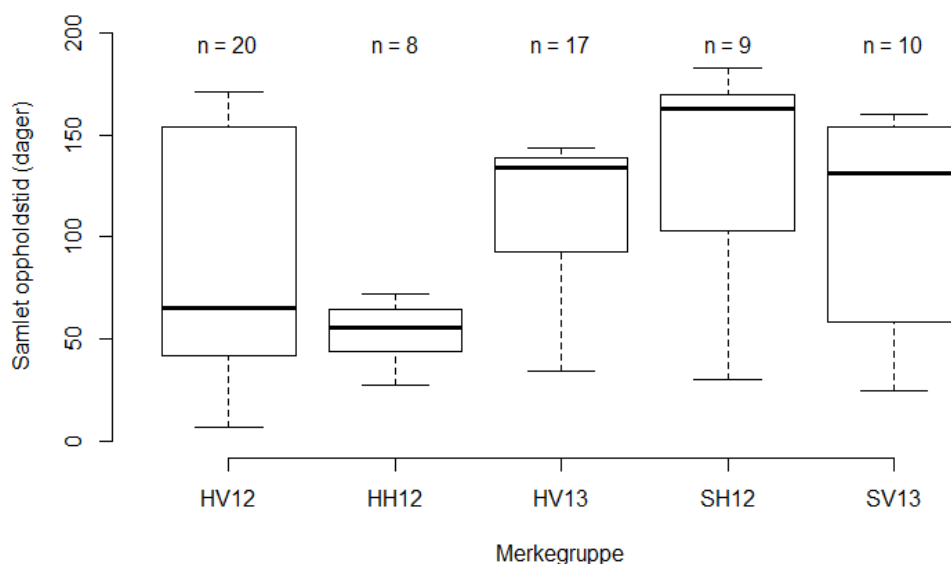
Figur 12: Vanntemperatur (blå) og vannføring (grønn) ved Rovatnets utløp til elva Sør under oppvandringen av sjørørret fra Hemnfjorden i 2012 (øverst) og 2013 (nederst). Gule stolper viser antall oppvandrende sjørørret per dag.

3.4 Sesongvariasjon i habitatbruk

For å sammenligne habitatbruk mellom sommer og vinter ble registreringene inndelt i en sommerperiode (01.04. – 01.10.) og en vinterperiode (01.12. – 01.03.). Slik ble det også tatt høyde at det var variasjon i batterilevetiden mellom de ulike modellene av akustiske fiskemerker (se tabell 2), samt at noen fisk ble merket på våren, mens andre ble merket på høsten.

Sommeropphold i fjorden

Det var forskjell (ANOVA; $n = 63$; $P = 0,013$) mellom merkegruppene i oppholdstid i sjøen om sommeren (01.04. – 01.10., figur 13). Medianen for oppholdstid i sjøen til individene merket i Rovatnet (HV12 og HH12) var 65 og 56 dager, mens den for sjørret merket i utløpet til Sjøa (HV13) var 134 dager. Fiskene merket i Snilldalselva høsten 2012 (SH12) og våren 2013 (SV13) hadde en median verdi på henholdsvis 163 dager og 131 dager i sjøen. Variasjonsbredde for alle merkegrupper fremgår av figur 13. Oppholdstid for HV13 og SV13 er minimumsverdier, da disse fiskene ble fanget i munningsområdet tidlig i april og dermed allerede kan ha oppholdt seg der en periode. Ytterligere detaljer om variasjon mellom gruppene er gitt i Eldøy (2014).



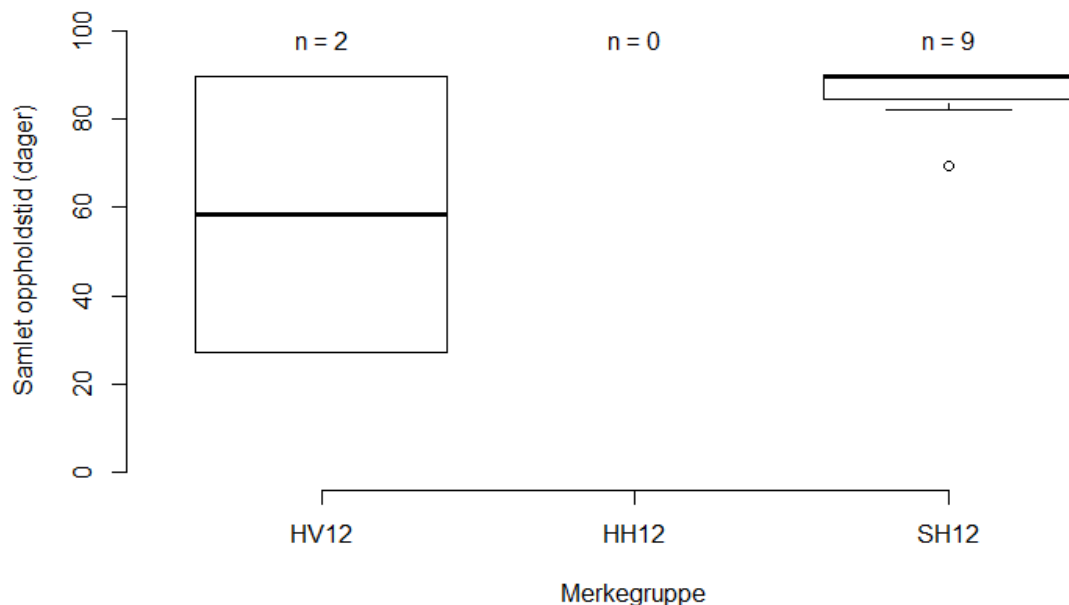
Figur 13: Samlet oppholdstid i sjøen i perioden 01.04. – 01.10. Data fra 2012 og 2013 er slått sammen. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Merkegruppene er inndelt etter når og hvor fisken ble merket. HV12: Rovatnet april 2012, HH12: Rovatnet september 2012, HV13: elvemunningen til Sjøa mai 2013, SH12: Snilldalselva september 2012, SV13: elvemunningen til Snilldalselva april 2013.

Vinteropphold i fjorden

Det var en større forskjell mellom merkegruppene i oppholdstiden i sjøen om vinteren (01.12.2012 – 01.03.2013, figur 14) enn om sommeren. Fra merkegruppene i Rovatnet (HV12 og HH12) ble kun to sjørret registrert i sjøen i denne perioden, mens ni sjørret fra Snilldalselva (SH12) hadde en median verdi på 90 dager i sjøen. Variasjonsbredde for merkegruppene fremgår av figur 14. Av totalt 20 sjørret som ble merket om høsten i Snilldalselva (tabell 1), hadde fem individer akustiske sendere med batterilevetid som ikke varte gjennom hele vinteren, mens to andre individer overvintret i Rovatnet. Dermed var det 9 av 13 individer som ble registrert i sjøen gjennom hele vinterperioden. Signalene fra de resterende 4 fisk forsvant i løpet av denne perioden (mens de oppholdt seg i sjøen), og de ble dermed ikke inkludert i analysen. I likhet med

året før, var det stort sett fisk merket i Snillfjord som ble observert i sjøen i løpet av vintersesongen 2013/2014. I perioden februar til mai 2014 ble det registrert 8 sjøørret (SH12/SV13) innerst i Snillfjorden (sone 2) som stort sett oppholdt seg i dette området. I Sjøa elveos ble det registrert to individer i februar, men disse var muligens fisk som ikke opprinnelig tilhørte Sjøavassdraget. Den ene fisken var nemlig merket i Snilldalselva (SV13), mens den andre var merket i Sjøa elveos (HV13) og som i gyteperioden (22.09.-07.10.) oppholdt seg i nabovassdraget Haugaelva.

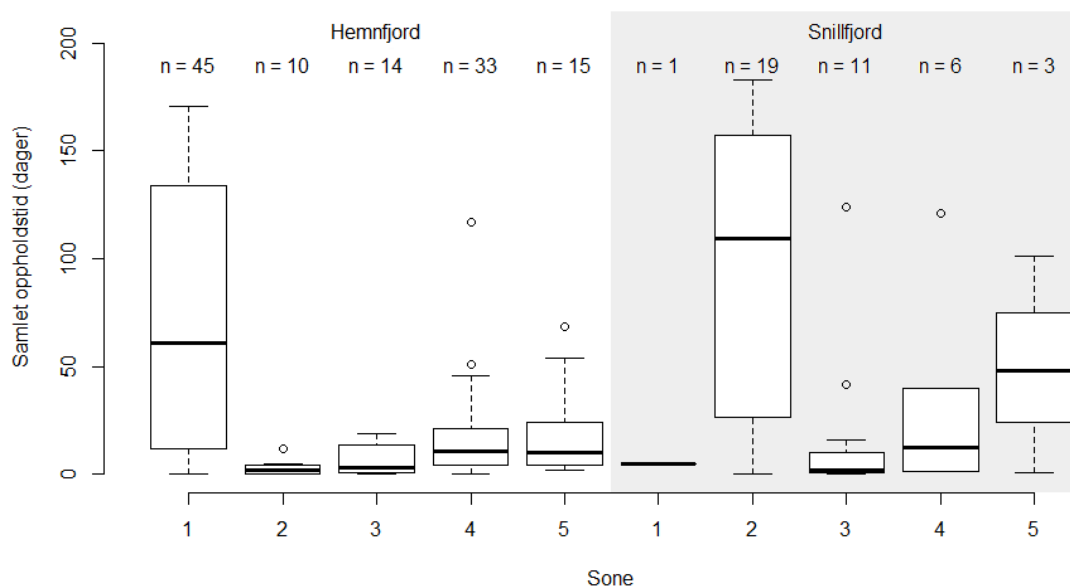
I desember 2012 til februar 2013 var gjennomsnittlig salinitet på 1 m dybde i munningsområdet i Snillfjorden på 20,3 ‰, mens gjennomsnittstemperaturen var 6,3 °C (figur 2).



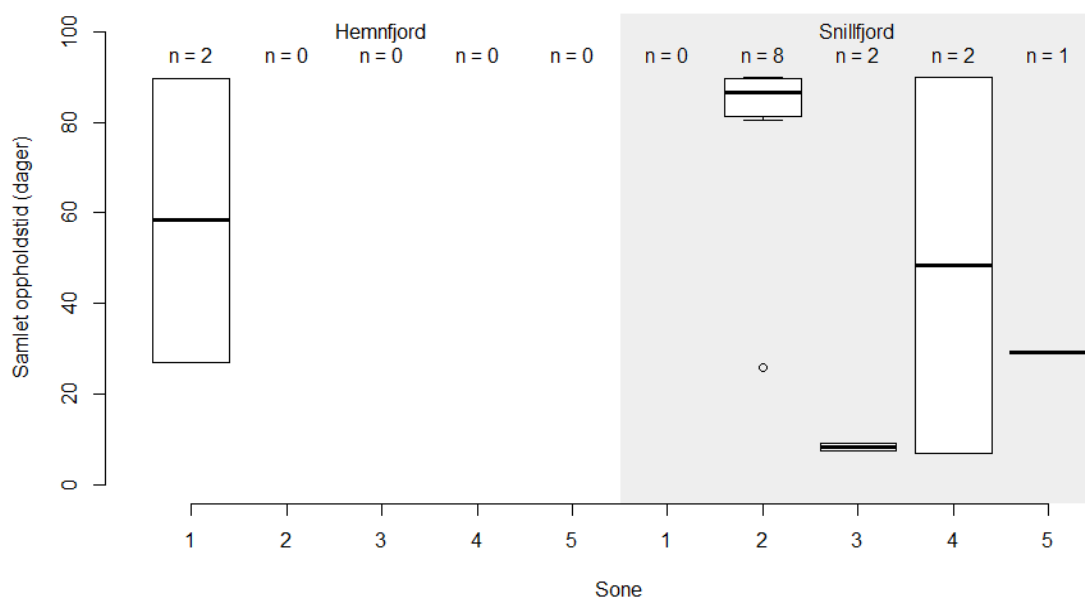
Figur 14: Samlet individuell oppholdstid i sjøen i perioden 01.12.2012 – 01.03.2013. I boksplottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdi er angitt med sirkel. Merkegruppene er inndelt etter når og hvor fisken ble merket. HV12: Rovatnet april 2012; HH12: Rovatnet september 2012; SH12: Snilldalselva september 2012.

Bruk av indre/ytre deler av fjorden samt opphold nær land versus frie vannmasser

I både Hemnfjorden og Snillfjorden oppholdt sjøørreten seg om sommeren i utstrakt grad i de innerste delene av fjorden (sone 1 og 2, figur 15). Samtidig var det flere individer fra Rovatnet enn fra Snilldalselva som foretok vandringer til de midtre (sone 3 og 4; minimumsavstand Sjøa-sone 4: 1,2 km; Snilldalselva-sone 3: 3,4 km) og ytre (sone 5, minimumsavstand Sjøa-sone 5: 16 km; Snilldalselva-sone 5: 22 km) delene av fjorden. Om vinteren (figur 16) vandret kun to av ni individer fra Snilldalselva lengre ut enn sone 2, mens de to fiskene fra Rovatnet som overvintret i sjøen oppholdt seg hele perioden i elveosen eller munningsområdet til Sjøa (sone 1). Femten sjøørreter fra Sjøavassdraget (HV12, HH12, HV13) og tre fra Snilldalselva (SH12 og SV13) returnerte til undersøkelsesområdet etter en periode utenfor fjordsystemet (sone 5).

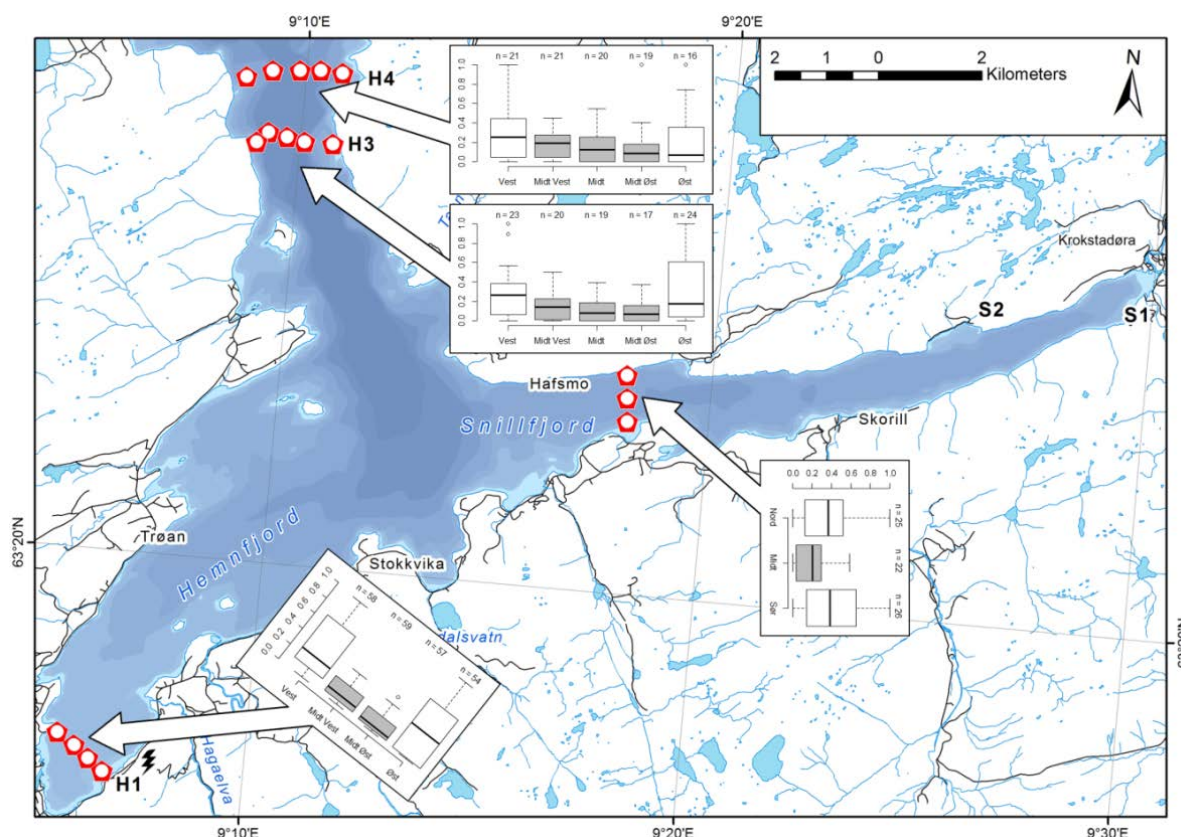


Figur 15: Samlet individuell oppholdstid i ulike områder i sjøen i perioden 01.04.-01.10. Data fra 2012 og 2013 er slått sammen. Soneinndeling er angitt i figur 5. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel.



Figur 16: Samlet individuell oppholdstid i ulike områder i sjøen i perioden 01.12.2012-01.03.2013. Soneinndeling er angitt i figur 5. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdi er angitt med sirkel.

Ved transektet H1 (figur 17) var det flere registreringer (Welch's t-test; $n = 122$; $P < 0,001$) i strandsonen enn i pelagialen (de frie vannmasser). Tilsvarende ble også observert i transektet plassert ytterst i Snillfjorden (S3; Welch's t-test; $n = 58$; $P < 0,001$) og i transektet plassert nest ytterst i Hemnfjorden (H3, Welch's t-test; $n = 50$; $P = 0,001$). Ved det aller ytterste transektet (H4) var det derimot ingen forskjell mellom strandsonen og pelagialen (Welch's t-test; $n = 56$; $P = 0,42$). I transektene S3, H3 og H4 ble registreringene i habitatet «klippevegg» slått sammen med registreringene i strandsonen. Ytterligere detaljer om habitatbruk i fjorden er gitt i Eldøy (2014).



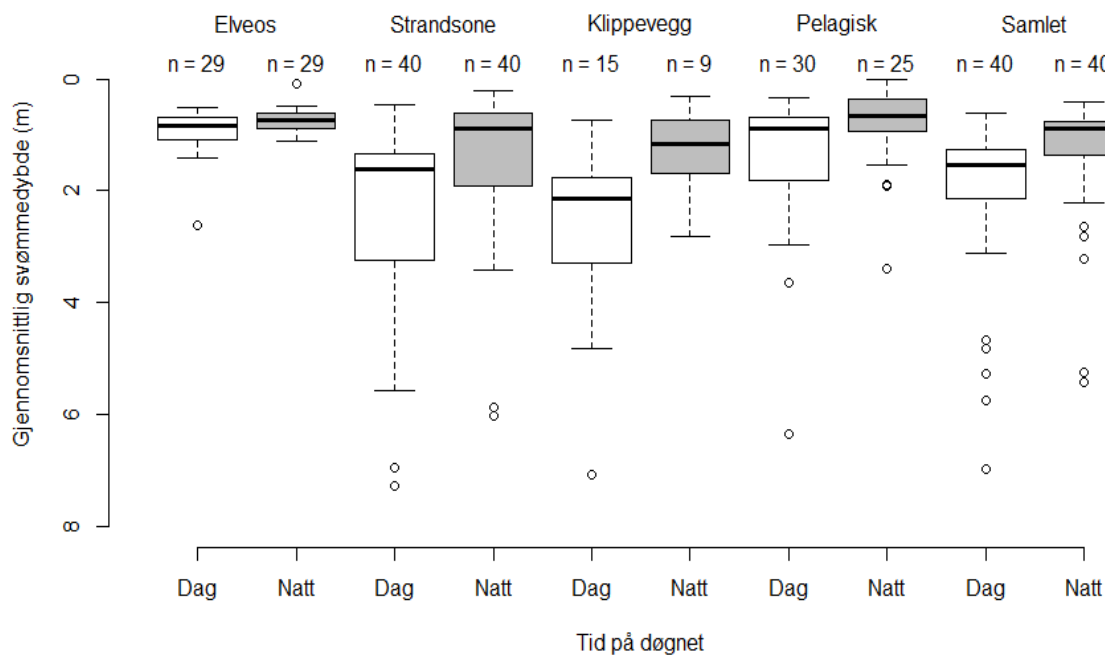
Figur 17: Andel av registreringer i henholdsvis strandsonen (hvite bokser) og de frie vannmasser (pelagialen, grå bokser) i perioden 01.04.-01.10. Data fra 2012 og 2013 er slått sammen. Røde symboler angir posisjoner på lyttestasjonene. n angir antall individuelle sjørør registrert på den enkelte stasjon. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel.

3.5 Svømmedybde

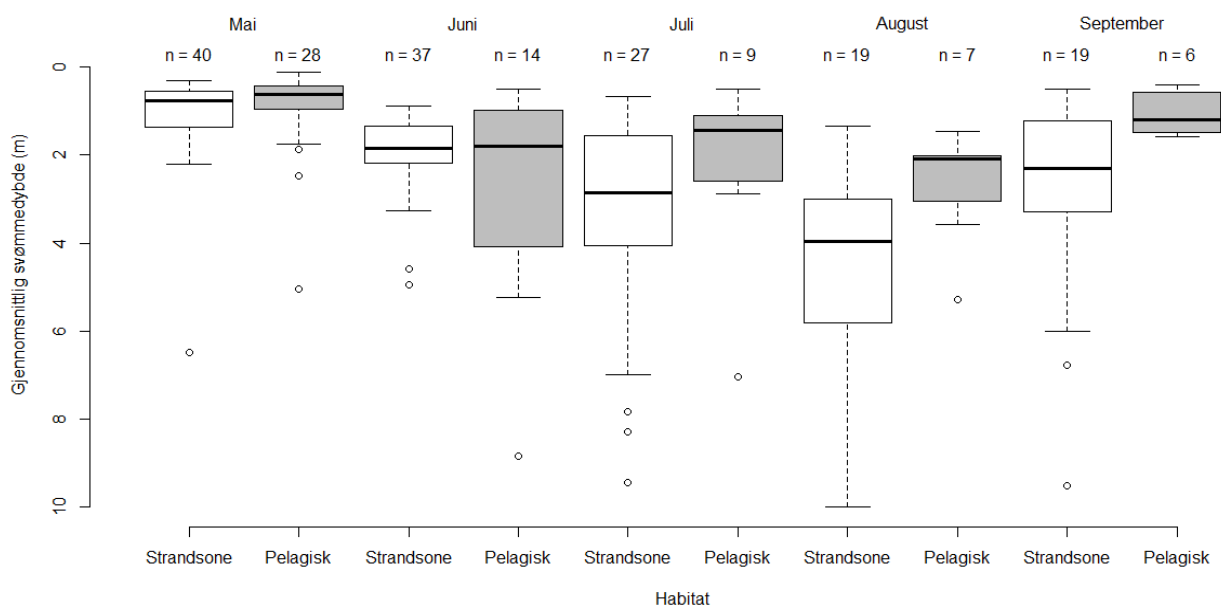
I perioden 01.05.-01.10.2013 var median svømmedybde 1,46 m ($n = 40$, variasjonsbredde 0,55-6,65 m). I alle habitat typer oppholdt sjørøret seg dypere om dagen enn om natta (tabell 3, figur 18), men forskjellen i svømmedybde varierte mellom de ulike habitatene. Generelt svømte fisken dypere når den befant seg i strandsonen og langs bratte klippevegger enn når den var i munningsområdet og pelagialen. Sjørøret oppholdt seg nærmere overflaten i mai og september enn i perioden juni-august (figur 19). Se Eldøy (2014) for ytterligere detaljer om svømmedybde.

Tabell 4: Median svømmedybde i Hemnfjorden og Snillfjorden i perioden 01.05.-01.10.2013. Welch's t-test ble benyttet for å teste om forskjeller i svømmedybde mellom dag og natt var signifikante. Signifikante verdier er fremhevet med fet skrift. Dag var definert som perioden mellom soloppgang og solnedgang.

Habitat	Gjennomsnittlig svømmedybde (m)			Welch's t-test	
	Dag	Natt	Forskjell dag/natt	n	P-verdi
Elveos	0,84	0,73	0,11	58	0,010
Strandsone	1,60	0,90	0,70	80	0,008
Klippevegg	2,14	1,17	0,98	24	0,006
Pelagisk	0,89	0,67	0,21	55	0,022
Samlet i fjorden	1,55	0,90	0,65	80	0,011



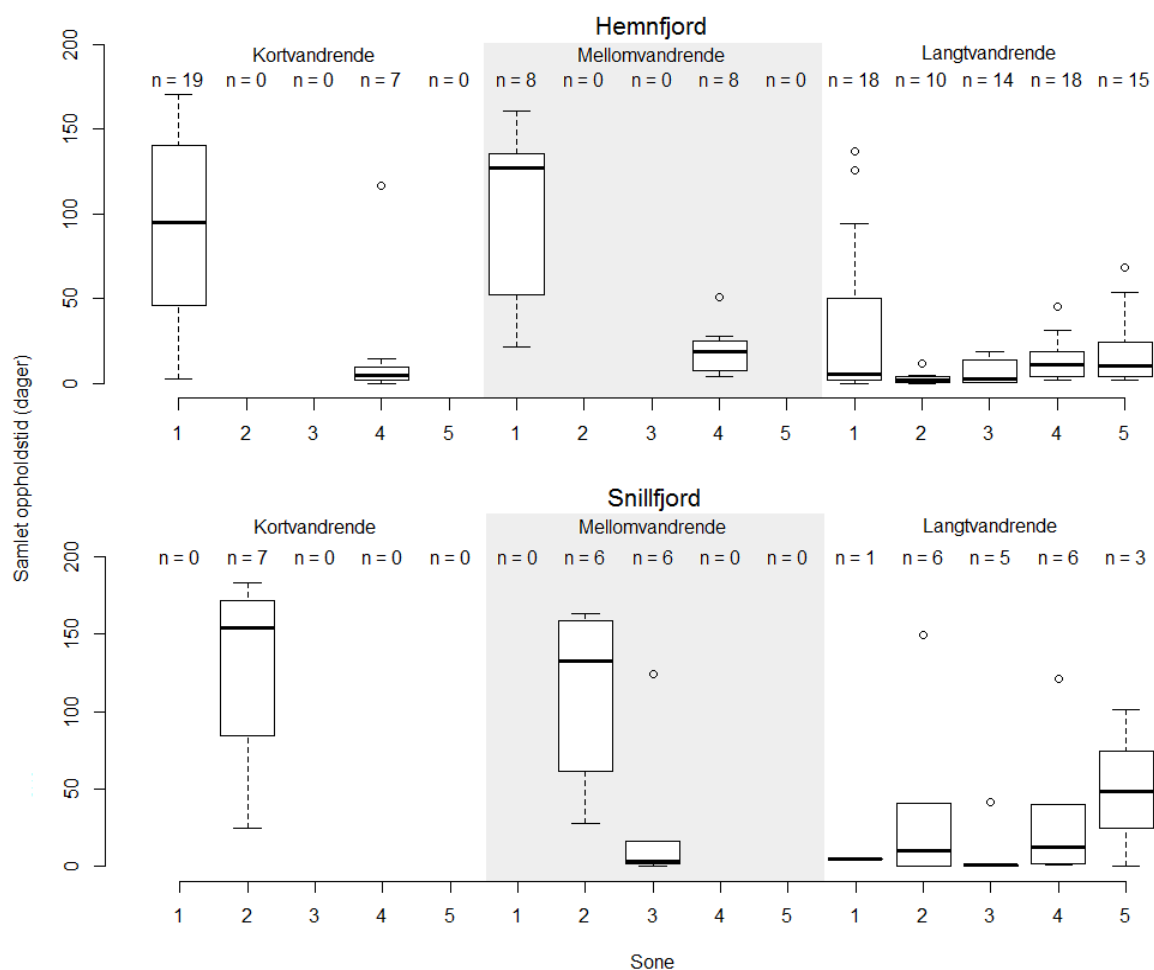
Figur 18: Svømmedybde i perioden 01.05.-10.01.2013 fordelt på dag og natt og ulike habitat i fjorden. Natt ble definert som perioden fra solnedgang til soloppgang. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel.



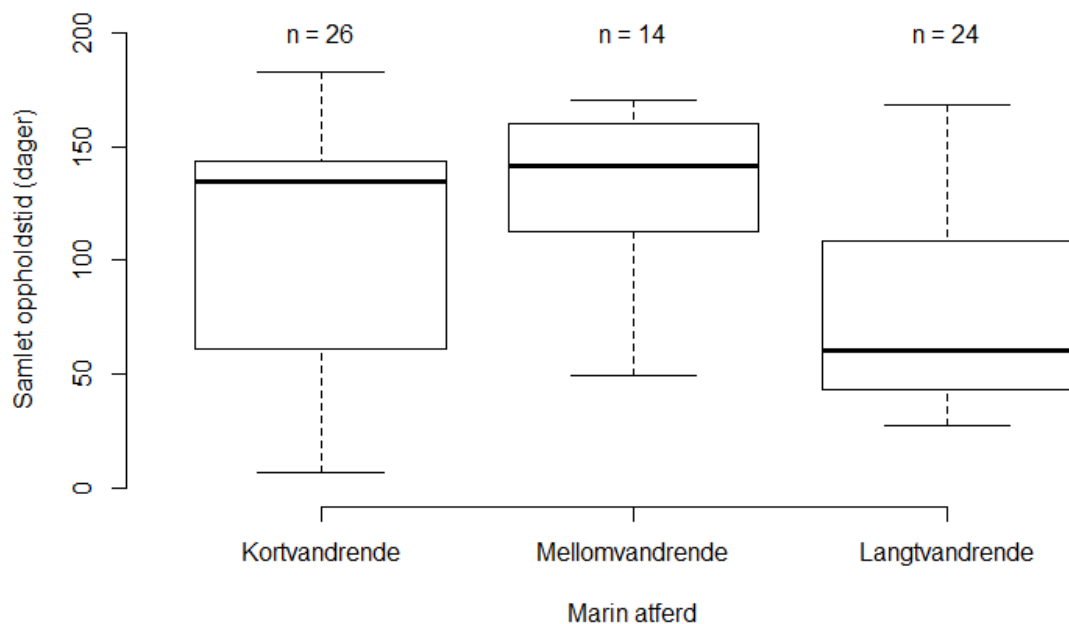
Figur 19: Svømmedybde i perioden 01.05.-10.01.2013 fordelt på dag og natt og de ulike månedene. Natt ble definert som perioden fra solnedgang til soloppgang. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel.

3.6 Lengde på sjøopphold, habitatbruk og svømmedybde relatert til vandringsavstand fra elvemunning

Basert på lengste registrerte vandringsavstand fra utløpet av elva hvor den enkelte fisk ble merket (figur 4), ble all sjørret (som ble registrert i fjorden) inndelt i tre grupper (figur 20): kortvandrende (Søa og Snilldalselva ≤ 4 km; $n = 26$), mellomvandrende (Søa 4 - 8 km, Snilldalselva 4 - 13 km; $n = 14$) eller langtvandrende (Søa > 8 km, Snilldalselva > 13 km; $n = 24$). Både kortvandrende (135 dager; Welch's t-test; $n = 50$; $P = 0,013$) og mellomvandrende (141 dager; Welch's t-test; $n = 38$; $P < 0,001$) sjørret oppholdt seg lengre tid i sjøen enn langtvandrende individer (60 dager, figur 21). Det var ingen forskjell i oppholdstiden mellom kortvandrende og mellomvandrende sjørret (Welch's t-test; $n = 40$; $P = 0,10$). Langtvandrende individer hadde lavere kondisjonsfaktor enn kortvandrende (Welch's t-test; $n = 49$; $P = 0,002$), mens det ikke var forskjell mellom kort- og mellomvandrende ($n = 40$; $P = 0,10$) eller mellom- og langtvandrende ($n = 33$; $P = 0,19$) individer. Det var ikke forskjell i naturlig kroppslengde mellom de tre gruppene (ANOVA; $n = 88$; $P = 0,21$), men 58 % ($n = 7$) av fisk ≥ 450 mm var langtvandrende, mens kun 25 % ($n = 3$) var mellomvandrende og 17 % ($n = 2$) var kortvandrende. Hos individer ≤ 350 mm var det like mange kortvandrende ($n = 6$), mellomvandrende ($n = 6$) og langtvandrende individer ($n = 6$).

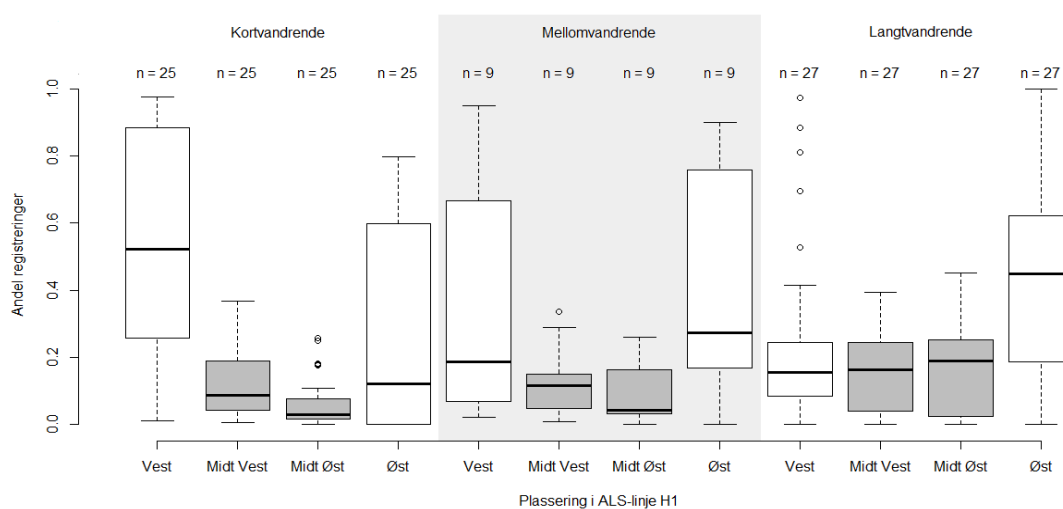


Figur 20: Oppholdstid i ulike soner i fjorden for gruppene av kortvandrende, mellomvandrende og langtvandrende sjørret. Øverst: merkegruppene fra Søavassdraget, nederst: merkegruppene fra Snilldalselva. Soneinndelingen fremgår av figur 5. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel.



Figur 21: Samlet oppholdstid i sjøen for gruppene av kortvandrende, mellomvandrende og langtvandrende sjørret. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier.

I transektet H1 (figur 1) ble kort- og mellomvandrende sjørret oftere registrert i strandsonen enn i pelagialen, mens dette var mindre utpreget for langtvandrende individer (figur 22). Innerst i fjorden oppholdt langtvandrende sjørret seg mer (nær-signifikant forskjell) i pelagialen enn kortvandrende individer (Tukey ANOVA; $n = 52$; $P = 0,079$), mens det ikke var forskjell i oppholdstid i pelagialen mellom kort- og mellomvandrende ($n = 34$; $P = 0,93$) og mellom- og langtvandrende ($n = 36$; $P = 0,43$) individer.



Figur 22: Horisontal fordeling i transektet H1 (figur 1) av sjørret fra gruppene av kortvandrende, mellomvandrende og langtvandrende individer. I boks-plottet er medianverdien angitt med strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervall for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel.

I strandsonen svømte kortvandrende sjørret dypere enn langtvandrende (t-test, $n = 31$, $P = 0,013$), mens det ikke var forskjell i svømmedybde mellom kort- og mellomvandrende ($n=33$, $P = 0,58$) eller mellom- og langtvandrende individer (tabell 5, $n = 16$, $P = 0,24$).

I pelagialen var det ikke forskjell i svømmedybde mellom kort- og langtvandrende ($n = 23$, $P = 0,39$), kort- og mellomvandrende ($n = 25$, $P = 0,39$) eller mellom- og langtvandrende fisk ($n = 12$, $P = 0,69$).

Kortvandrende individer svømte dypere i strandsonen enn i pelagialen ($n = 42$, $P = 0,007$), mens de ikke var noen forskjell på svømmedybde imellom de to habitattyper hos mellomvandrende ($n = 16$, $P = 0,91$) og langtvandrende sjørret ($n = 12$, $P = 0,43$).

Tabell 5: Gjennomsnittlig svømmedybde i strandsonen og pelagialen fordelt gruppene av kortvandrende, mellomvandrende og langtvandrende sjørret. Svømmedybden gjelder for perioden 01.05.-01.07.2013

Vandringslengde		n	Gjennomsnittlig svømmedybde (m)		
			Gjennomsnitt	S.D.	Variasjonsbredde
Strandsone	Kortvandrende	24	1,52	1,03	0,24-4,52
	Mellomvandrende	9	2,05	2,65	0,40-8,95
	Langtvandrende	7	0,93	0,38	0,43-6,48
Pelagisk	Kortvandrende	18	0,86	0,61	0,11-2,82
	Mellomvandrende	7	1,89	2,61	0,23-7,54
	Langtvandrende	5	1,41	1,24	0,31-3,40

En større andel av langtvandrende sjørret returnerte tidlig til vassdraget (tabell 6) enn hva som var tilfellet for de andre to vandringsgruppene. Tidlig oppvandring var definert som perioden april-juli, mens sein oppvandring var i september-november (se figur 11).

Tabell 6: Oppvandringstidspunkt til Rovatnet for sjørret med ulik bruk av fjorden. *P*-verdier (Kji kvadrat test) angir om det er signifikant forskjell (fet skrift) imellom gruppene med tidlig (24.04. – 19.07.) og sein (13.09. – 15.11.) oppvandring.

	Kortvandrende	Mellomvandrende	Langtvandrende
Tidlig oppvandring	7	2	14
Sein oppvandring	8	5	3
<i>P-verdi</i>	0,80	0,26	0,008

3.7 Vandring mellom vassdrag

Sjørret fra Snilldalselva

Fem individer fra Snilldalselva hadde lengre opphold i vassdrag utenfor Snillfjorden. Fire av dem overvintret i Søavassdraget, mens en oppholdt seg i Hollaelva i gytetiden.

Av 20 sjørret merket i Snilldalselva 19-20.09.2012 overvintret to individer (10 %) i Søavassdraget. De oppholdt seg i Rovatnet i henholdsvis 192 dager (11.10.2012-21.04.2013) og 187 dager (17.10.2012-22.04.2013). Etter å ha tilbrakt sommeren i fjorden, men uten å ha blitt registrert lengre inn i Snilldalsfjorden enn ved Skorill settefiskanlegg, ble den ene registrert oppvandrende igjen til Rovatnet 12.10.2013. Den andre fisken hadde siste registrering i elvemunningen til Sør 26.04.2013.

En tredje sjørret merket i Snilldalselva i samme periode oppholdt seg i elveosen til Sør og munningsområdet innerst i Hemnfjorden fra 22.10.2012 og fram til registreringene tok slutt 13.02.2013 (114 dager).

En fjerde sjørret merket i Snilldalselva høsten 2012 ble høsten 2013 først registrert i Bergselva i 4 dager (07-10.09.2013), fulgt av et 44 dager langt opphold i Snilldalselva (23.09.-06.11.).

Av sjørreten som ble merket i elveosen i Snillfjord 2013 var det to fisk som vandret til andre vassdrag. Ett individ oppholdt seg hele sommeren i innerste halvdel av Snillfjorden. Den 20.09.2013 vandret denne til Hollaelva, hvor den oppholdt seg i perioden 23.09.-11.10.2013. Etter disse 18 dager returnerte den raskt til munningsområdet til Snilldalselva hvor den ble til undersøkelsens avslutning. Et annet individ vandret litt fram og tilbake i fjorden i løpet av sommeren, før den 13.10.2013 ankom til Sør elveos hvor den ble til undersøkelsen var avsluttet.

Sjørret fra Søravassdraget

Det ble ikke registrert noen fisk fra Søravassdraget i Snilldalselva og Bergselva innerst i Snillfjorden, men det forekom noen vandringer til Haugaelva og Hollaelva i forbindelse med gyteperioden. Individene merket i Sør elveos hadde flere opphold i nabovassdragene enn fiskene merket i Rovatnet. I Tannvikelva var det en sjørret merket i elveosen til Søravassdraget som vandret opp den 22.09.2013. Den oppholdt seg fortsatt i Tannvikelva når lyttestasjonen ble tatt opp i desember 2013.

Ett individ merket i Rovatnet våren 2012 oppholdt seg i Hollaelva i perioden 10.10.-14.11.2012 (4 dager). Dagen etter den forlot Hollaelva gikk den opp i Rovatnet og ble der til neste vår. Høsten 2013 gjentok dette seg. Etter et sommeropphold i fjorden ble den på nytt registrert i Hollaelva i perioden 15.08.-23.10 (8 dager). Likeledes vandret den også denne gangen rett fra Hollaelva og opp i Rovatnet, hvor den fortsatt var ved undersøkelsens avslutning. En sjørret merket i elveosen til Sør våren 2013 oppholdt seg i Hollaelva i perioden 24.09.-06.10.2013 (12 dager).

Om sommeren vandret 17 av de merkede sjørreter opp i Haugaelva og flere av fiskene vandret gjentatte ganger opp i elva. For 14 av fiskene varierte oppholdstiden fra timer til få dager, mens tre av de merkede fiskene var i elva en lengre periode i gyteperioden. En fisk merket i Sør elveos våren 2013 oppholdt seg i elva i perioden 22.09.-07.10.2013 (15 dager), fulgt av opphold i området rundt Sør elveos frem til undersøkelsens avslutning. Et annet individ merket i Sør elveos våren 2013 var i elva 22.09.-07.10.2013 (15 dager) hvorpå den etter tre dager i sjøen vandret opp Søravassdraget til Rovatnet, hvor den oppholdt seg til undersøkelsens avslutning. En tredje fisk merket i Rovatnet våren 2012 gikk opp i Haugaelva 26.09.-12.10.2013 (16 dager). Etter oppholdet i elva vandret den ut i fjorden og opp i Rovatnet hvor den overvintret. Året etterpå gjentok den dette mønsteret ved å oppholde seg i Haugaelva i perioden 25.-29.09.2013 for så å vandre opp i Rovatnet 25.10.

3.8 Oppholdstid og svømmedybde rundt oppdrettslokaliteter

Oppdrettslokaliteten Stokkvika var i drift fra undersøkelsens start 14.04.2012 og fram til 09.07.2013. I denne perioden ble det registrert 120 opphold av i alt 24 sjørret. Gjennomsnittlig oppholdstid var 74 minutter (s.d. = 129; variasjonsbredde 1-889 minutter). Fra anlegget ble brakklagt til undersøkelsens avslutning i desember 2013 ble det kun registrert én sjørret (oppholdstid 21 minutter). Nærmeste lyttestasjon til Stokkvika var Nordvika («kontrollstasjon») (avstand til Stokkvika 1200 m; til land 150 m). I perioden da lyttestasjonen på Stokkvika var operativ ble Nordvika besøkt 553 ganger av i alt 31 individer. Gjennomsnittlig oppholdstid var 141 minutter (s.d. = 202; variasjonsbredde 1-2.646 minutter), det vil si lengre oppholdstid enn på Stokkvika (Mann-Whitney-Wilcoxon Test; $n = 607$; $P < 0,001$)

Oppdrettslokalitet Trøan hadde fisk i merdene i perioden 16.04.-10.12.2012. I dette tidsrommet var 11 ulike sjørret innoom lokaliteten på i alt 38 opphold. Gjennomsnittlig oppholdstid var 62 minutter (s.d. = 106; variasjonsbredde 1-402 minutter). Lyttestasjonen ble flyttet fra anlegget da

det ble brakklagt, så det finnes dermed ikke data på eventuelle opphold i perioder uten aktivitet i anlegget. Nærmeste lyttestasjon («kontrollstasjon») til Trøan på den nordlige side av Hemnfjorden var 2.400 m unna, men med samme avstand til land. I perioden da lyttestasjonen på Trøan var operativ hadde denne nabostasjonen 52 opphold av 9 individuelle sjørret. Gjennomsnittlig tid per opphold var 73 minutter (s.d. = 88; variasjonsbredde 1-554 minutter). Det var dermed nær signifikant forskjell mellom gjennomsnittlig oppholdstid ved Trøan og nabostasjonen (Mann-Whitney-Wilcoxon Test, $n = 90$, $P = 0,051$).

Oppdrettslokalitet Hafsmo fikk høstmolt i september 2012, samt fisken fra Trøan i desember 2012, og hadde aktivitet fram til oktober 2013. Lyttestasjonen var operativ fra 10.12.2012 og fram til undersøkelsens avslutning i desember 2013. Innenfor denne perioden ble det registrert 66 opphold av totalt 11 merkete sjørret. Gjennomsnittlig oppholdstid var på 28 minutter (s.d. = 33, variasjonsbredde 1-169 minutter). Nærmeste lyttestasjon var 2.800 m unna, og litt nærmere land. I samme periode som Hafsmo var operativ hadde denne nabostasjonen 112 opphold av 17 ulike sjørret og en gjennomsnittlig oppholdstid på 33 minutter (s.d. = 41; variasjonsbredde 1-263 minutter). Det var dermed heller ikke signifikant forskjell mellom gjennomsnittlig oppholdstid ved Hafsmo og dennes nabostasjon (Mann-Whitney-Wilcoxon Test; $n = 178$; $P = 0,43$). Det ble ikke registrert noen sjørret på hverken anlegget eller kontrollstasjonen i perioden da anlegget var brakklagt.

Kun lokalitetene Stokkvika og Hafsmo var operative i perioden da det var sjørret merket med dybdesensorer i fjorden. Hafsmo ble besøkt en gang (oppholdstid 2 minutter) av en sjørret som da befant seg på 1 meters dybde, mens Stokkvika innen samme dag hadde to opphold (oppholdstid 3 og 6 minutter) av samme individ. Her var gjennomsnittlig svømmedybde 0,3 m.



Bilde 8: Nedlastning av lyttestasjon på oppdrettslokalitet. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

3.9 Oppholdstid og svømmedybde ved utløpet av Sjøa Kraftverk

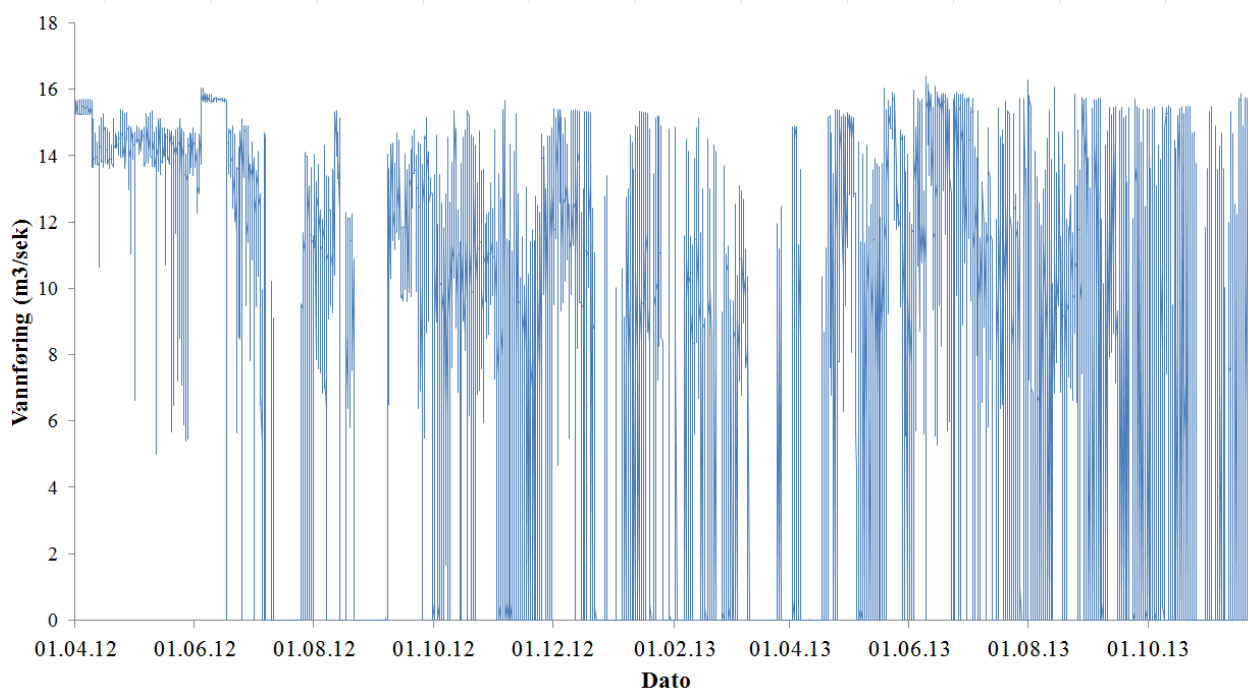
Vannføringen gjennom Sjøa Kraftverk var i undersøkelsesperioden preget av raske endringer i vannføringen (figur 24).

Lyttestasjonen ved Sjøa Kraftverk var operativ fra 17.04.2012 og resten av undersøkelsen. Totalt ble det registrert 1.014 opphold ved kraftverksutløpet av i alt 52 ulike individer. Gjennomsnittlig oppholdstid var 266 minutter (s.d. = 581; variasjonsbredde 1-10.085 minutter). Nærmeste lyttestasjon med samme avstand til land var utenfor utløpet av Hageaelva 900 meter unna Sjøa Kraftverk. På denne stasjonen, som var operativ fra 09.05.2012 til undersøkelsens avslutning, var 45 ulike sjørret på i alt 515 opphold med en gjennomsnittlig oppholdstid på 135 minutter (s.d. = 189; variasjonsbredde 2-1.319 minutter). Innen samme periode hadde utløpet ved Sjøa kraftverk 951 opphold av 49 individer med en gjennomsnittlig oppholdstid på 272 minutter (s.d. = 592; variasjonsbredde 1-10.085 minutter). Oppholdstiden ved Sjøa kraftverk var lengre end ved utløpet av Hageaelva (Mann-Whitney-Wilcoxon Test; $n = 1\,456$; $P < 0,001$).

Når en ser bort fra perioder av fravær på under 2 timer var det 13 sjørret (9 i 2012 og 4 i 2013) som oppholdt seg i perioder på mer enn en uke ved utløpet. Av disse var det 2 individer i 2012, men ingen i 2013, som hadde sin siste registrering ved utløpet (henholdsvis juli og august).

Gjennomsnittlig oppholdstid da vannføringen fra kraftverket var mindre enn $5\text{ m}^3/\text{sek}$ (627 minutter; s.d. = 623; variasjonsbredde 120-3.183 minutter) var signifikant lengre (Mann-Whitney-Wilcoxon Test; $n = 446$; $P = 0,010$) enn da vannføringen var $5\text{--}16\text{ m}^3/\text{sek}$.

Fjorten sjørret merket med dybdesender ble registrert av lyttestasjonen ved utløpet av Sjøa Kraftverk. Gjennomsnittlig svømmedybde var 0,71 m (s.d. = 0,28; variasjonsbredde 0,44-1,53 m). Ved lyttestasjonen i fjorden utfor Hageaelva ble 15 sjørret med dybdesender registrert og gjennomsnittlig svømmedybde var her 0,79 m (s.d. = 0,60; variasjonsbredde 0,00-2,17 m). Det var ingen forskjell i registrert svømmedybde ved Sjøa kraftverk og i fjorden utenfor Hageaelva (Mann-Whitney-Wilcoxon Test; $n = 29$; $P = 0,88$).



Figur 24: Vannføring gjennom Sjøa Kraftverk. Kraftverket har utløp i Hemnfjorden.



Bilde 9: Utløpet fra Sjøa Kraftverk til Hemnfjorden. Lyttestasjonen var festet 5 meter under blåsa. Foto: Åge Hojem

3.10 Oppholdstid og svømmedybde ved silisiumfabrikken Wacker Chemicals

De to lyttestasjonene montert i hver sin ende av kaianlegget ved silisiumfabrikken Wacker Chemicals var operative fra 15.04.2012 og gjennom hele undersøkelsen. Tilsammen 37 individer hadde i alt 302 opphold på minimum en av de to stasjonene. Gjennomsnittlig oppholdstid var 58 minutter (s.d. = 137; variasjonsbredde 1-1 607 minutter, begge stasjoner slått sammen til en stasjon). Syv individer med dybdesender ble registrert ved fabrikken. Gjennomsnittlig svømmedybde var 1,81 m (s.d. = 1,09; variasjonsbredde 0,37-3,30 meter).



Bilde 10: Kaia ved Wacker Chemicals. Lyttestasjonene hang på hjørnet i hver sin ende av kaia. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

3.11 Gjenfangst

I alt 20 merkede fisk ble gjenfanget i løpet av perioden fra april 2012 og fram til rapporten ble trykt (oktober 2014), hvilket gir en total gjenfangst på 17 % (tabell 7). Fjorten av disse ble fanget i Søavassdraget, hvorav 11 ble fanget med stang (79 %) og tre med garn (21 %). En sjørret merket i Rovatnet ble fanget i garn ved Agdenes, én på garn ved Jervik i Hemnfjorden mens to ble fanget på stang i sjøen litt sør for Kristiansund. De resterende to fiskene ble fanget i munningsområdet til Snilldalselva på stang. To av de gjenfangede individene ble rapportert gjenfanget og gjenutsatt uten at nummeret på carlinmerket ble notert. Totalt ble 13 (65 %) fanget i ferskvann mens 7 (35 %) ble fanget i sjøen.

Tabell 7: Oversikt over gjenfangster av sjørret fra Hemnfjorden og Snillfjorden merket med akustisk sender og carlinmerke i 2012 og 2013. * angir fangst i ferskvann

Nr	Merkegruppe	Gjenfangst lokalitet	Gjenfangst-dato	Antall dager mellom merking og gjenfangst	Fangst-redskap	Gjenut-satt
1	Rovatn april 2012	Rovatnet*	15.08.2012	125	Garn	Nei
2	Rovatn april 2012	Rovatnet*	08.07.2012	86	Stang	Nei
3	Rovatn april 2012	Søa*	22.07.2012	101	Stang	Nei
4	Rovatn april 2012	Søa*	16.06.2013	429	Stang	Nei
5	Rovatn april 2012	Hemnfjorden (Jervik)	xx.05.2013	ca. 380	Garn	Nei
6	Rovatn sept. 2012	Rovatnet*	08.01.2013	318	Garn	Nei
7	Rovatn utløp mai 2013	Agdenes	06.02.2013	22	Garn	Nei
8	Rovatn utløp mai 2013	Søa*	16.06.2013	38	Stang	Nei
9	Rovatn utløp mai 2013	Søa*	13.06.2013	33	Stang	Nei
10	Rovatn utløp mai 2013	Søa*	28.06.2013	50	Stang	Ja
11	Rovatn utløp mai 2013	Søa*	07.31.2013	82	Stang	Nei
12	Rovatn (ukjent dato)	Rovatnet*	xx.06.2013	?	Garn	Ja
13	Rovatn (ukjent dato)	Søa*	xx.06.2013	?	Stang	Ja
14	Snilldalselva sept. 2012	Snillfjord camping	18.07.2013	302	Stang	Nei
15	Snillfjord april 2013	Snillfjord camping	16.07.2013	85	Stang	Nei
16	Snillfjord april 2013	Søa Elveos	xx.02.2014	ca. 300	Stang	Nei
17	Rovatnet sept. 2012	Kvernesfjord (Kristiansund)	11.06.2014	631	Stang	Nei
18	Snilldalselva sept. 2012	Bremnes (Kristiansund)	14.06.2014	632	Stang	Nei
19	Rovatnet utløp 2013	Rovatnet*	17.06.2014	403	Stang	Nei
20	Rovatnet sept. 2012	Rovatnet*	01.07.2014	652	Stang	Nei

3.12 Undersøkelse av sjørretten for BKD, PRV og PD

Ingen av de 30 prøvetatte sjørretsjørretene var bærere av BKD (Bacterial kidney disease, *Renibacterium salmoninarum*), PRV (piscine reovirus) eller PD (pancreas disease).

4 Diskusjon

4.1 Vekstrate, smoltalder og kondisjon

Tilveksten i ferskvann hos ungfisk av sjøørret var ikke bedre i Rovatnet enn i Snilldalselva, men smoltalderen var lavere i Snilldalselva. Det kan spekuleres i om den tidligere smoltifisering i Snilldalselva skyldes ulike oppvekstbetingelser i de to vassdragene. Rovatnet med sidebekker er vurdert til å ha gode oppvekstbetingelser for ungfisk (Koksvik m.fl., 2003), mens Snilldalselva på den 4,8 km anadrome strekningen er uten innsjøer eller større høler og har færre egnede områder med skjul for ørret eldre enn 2 år, spesielt vinterstid (Aslak Darre Sjursen, pers obs). Dette gir økt konkurranse og kan forklare hvorfor ørreten her smoltifiserer ved en yngre alder (Jutila m.fl., 2006).

Sjøørreten merket i elveosen ved Snilldalselva i april 2013 var den gruppen som hadde høyest kondisjonsfaktor. Under fangst og merking var det tydelig at disse individene var velernærte og hadde spist godt på seinvinteren. Samtidig hadde sjøørreten fra Snilldalselva bedre årsvekst i sjøen enn de fra Rovatnet. Dette samsvarer med undersøkelser av Jonsson og Jonsson (2009a), som viste at sjøørret som overvintret i sjøen hadde bedre tilvekst de første årene i havet enn individer som overvintret i ferskvann. Marco-Rius m.fl. (2012) konkluderte etter en undersøkelse av 61 datasett på tilvekst til ungfisk og smolt hos sjøørret at kroppsstørrelse ved smoltifisering er en dårlig indikasjon på tilvekst under den første beitesesongen i havet. Selektivt press vil optimalisere ulike bestanders smoltstørrelse til det aktuelle vassdraget og en mindre smoltstørrelse kan raskt hentes inn ved god vekst i sjøen. Hos laks er det vist at overlevelsen hos post-smolt i fjorden øker med størrelsen (Salminen m.fl., 1995; Kallio-Nyberg m.fl., 2007), men dette gjelder ikke nødvendigvis for ørretsmolt som holder seg i kystnære områder og dermed har bedre mulighet for å skjule seg.

For sjøørret er avgjørelsen om tidspunkt for smoltifisering et uttrykk for når fordelene ved å bli i ferskvannshabitatet overstiges av den samlede gevinsten ved et opphold i sjøen (mer mat, økt tilvekst og dermed økt fitness, minus risikoen for økt risiko for predasjon, sykdommer og parasitter). For individene i Snilldalselva ser dette tidspunktet altså ut til å komme ved en tidligere alder enn for sjøørreten i Rovatnet.

4.2 Vandringer mellom elva Sjøa og Hemnfjorden

Hvert år foregikk utvandringen fra Sjøavassdraget innenfor en periode på 4-5 uker. Tidspunktet varierte mellom årene, men samlet sett fant utvandringen sted fra midten av mars til midten av mai. Sjøørret som ble registrert under utvandringen i to påfølgende år (både 2012 og 2013) vandret til ulik tid de to årene med noen som vandret tidligere og andre som vandret seinere det andre året. Annerledes var det med de individer som ble registrert under utvandring både i 2013 og 2014, da alle her vandret til sjøen tidligere det siste året.

Det var ingen sammenheng mellom utvandringstidspunkt og vannføring og dette samsvarer med andre undersøkelser som har vist at vannføring ikke ser ut til å påvirke når sjøørretveteraner (dvs. sjøørret som har vært i sjøen tidligere) vandrer til sjøen (Jonsson & Jonsson, 2002; Östergren & Rivinoja, 2008).

Flest sjøørret vandret ut om natten, mens det ikke var noen forskjell mellom dag og natt for når sjøørreten vandret opp i Sjøa. Smoltutvandring om natten kan være en strategi for å redusere predasjonsrisiko. Dødeligheten under elveutvandringen hos laksesmolt er størrelsesavhengig (Salminen m.fl., 1995; Kallio-Nyberg m.fl., 2007). Sjøørreten i denne undersøkelsen var alle veteraner som tidligere hadde vært i sjøen og var betydelig større enn smolt. Dødeligheten hos sjøørretveteraner under utvandringen i elva er trolig generelt betydelig lavere enn for smolt, og det er færre predatorer som kan spise større veteran sjøørret enn smolt. Nattutvandring hos veteraner kan uansett være en strategi for å redusere predasjon fra store predatorer. Det kan også

spekuleres i om det er en atferd som ikke er nødvendig lengre, men som henger igjen fra smoltutvandringen og at det er derfor den observeres under utvandring men ikke under tilbakevandring.

Oppvandringen i to helt adskilte perioder (slutten av mai til midten av juni; slutten av september til midten av oktober) som ble registret i denne undersøkelsen har så langt vi vet ikke blitt beskrevet tidligere. I den skotske elva North Esk vandret sjørret opp i samme perioden (mai til oktober), men her var det ikke noen pause i oppvandringen (Pratten & Shearer, 1983a). I en periode på 25 år i elva Driva ble hovedtyngden av oppvandringen registret på høsten, med hele 72 % av individene i perioden august til oktober (Jonsson & Jonsson, 2002). I områder hvor elvene ikke fryser til kan sjørret vandrer opp hele året (Jonsson & Jonsson, 2009b).

Det var ingen forskjell på gjennomsnittlig kroppslengde mellom de to gruppene. Det har tidligere vært vist at sjørret hanner vandrer tidligere tilbake enn hunner (Jensen, 1968; Le Cren, 1985). Under merkingen på våren var det vanskelig å skille hanner og hunner, og det er derfor kun sparsom informasjon om fiskens kjønn i denne undersøkelsen. Basert på tilgjengelig informasjon fra merkingen på høsten, samt rapporterte gjenfangster, er det imidlertid ingen indikasjoner på at det var flere hanner enn hunner i gruppen av tidlige oppvandrere. Nye genetiske metoder kan kartlegge kjønn basert på en liten prøve fra fettfinnen. En slik prøve ble innsamlet fra all merket fisk og det kan derfor ved en senere anledning være mulig å fastslå kjønn for de merkede fiskene, men dette ble ikke prioritert innenfor finansieringen prosjektet hadde til rådighet.

Det var ingen sammenheng mellom oppvandringstidspunkt og vanntemperatur eller vannføring. Det har tidligere vært vist at økt vannføring er viktig for oppvandring av laksefisk i mindre vassdrag (Jonsson m.fl., 2007; Davidsen m.fl., 2012), men at oppvandringstidspunktet også kan påvirkes av en kombinasjon mellom vanntemperatur, lys, tidevann og vannkjemi (Jonsson, 1991; Potter m.fl., 1992; Smith & Smith, 1997). At det ikke var noen klar sammenheng mellom oppvandringstidspunkt og vannføring i denne undersøkelsen kan skyldes at vannføringen i Sørøa generelt er høy nok til at sjørreten uten problemer kan ta seg opp i vassdraget. Tilsvarende har vært vist for undersøkelser av laks (Dahl m.fl., 2004; Karppinen m.fl., 2004; Davidsen m.fl., 2013).

4.3 Sesongforskjeller i habitatbruk

Sommer og vinteropphold i fjorden

Det var stor variasjon i oppholdstid i sjøen mellom individer fra samme vassdrag og vassdragene imellom. Sjørret fra Snilldalselva oppholdt seg stort sett i fjorden hele året, med unntak av gyteperioden i oktober, mens sjørreten fra Rovatnet oppholdt seg 1-3 måneder (april – juni) i sjøen og resten av året i ferskvann. Overvintring i ferskvann (Jensen, 1968; Berg & Berg, 1989; Östergren & Rivinoja, 2008) og i sjøen (Aarestrup & Jepsen, 1998; Jensen & Rikardsen, 2008) er tidligere beskrevet fra andre vassdrag. Det har vært foreslått at overvintring i ferskvann delvis kan skyldes at sjørreten har dårligere osmoregulering i kaldt vann om vinteren (Thomsen m.fl., 2007), men i Snillfjorden var salinitet på 1 meters dybde mellom 20 - 30 ‰ gjennom hele vinteren, så her har fisken tålt kombinasjonen av kaldt og saltholdig vann.

Denne store forskjellen i vinterhabitat skyldes etter all sannsynlighet at sjørreten i Rovatnet har et trygt og stabilt miljø under isen på innsjøen, mens sjørreten i Snilldalselva, med sine få og grunne kulper, har dårligere overvintringsmuligheter. Dette stemmer godt med tidligere observasjoner av at sjørret i mindre elver med lav og ustabil vannføring kan forlate elva rett etter gyting (Pemberton, 1976b; Borgstrøm & Heggenes, 1988).

Sjørret merket i Rovatnet 2012 hadde mindre variasjon i lengden av fjordoppholdet enn den fisken som ble merket i Sørøas elveos våren 2013. Noen av individene fra Sørøas elveos oppholdt seg i naboelva Haugaelva i gytetiden. Sjørreten som ble fanget i elveosen i 2013 kan derfor ha bestått av fisk fra flere bestander enn det som var tilfellet for gruppene merket i Rovatnet vår og høst 2012. Videre oppholdt enkelte individer fra merkegruppene i Rovatnet seg i Hollaelva eller Snilldalselva i gytetida, mens de overvintret i Rovatnet. Det er dermed sannsynlig at en del av va-

riasjonen i oppholdstid i sjøen, både sommer og vinter, skyldes bestandsforskjeller. En eventuell seinere analyse at det innsamlede DNA materiale vil kunne benyttes til å analysere dette. Samtidig er det tidligere vist at lengden av den marine næringsvandringen kan vise stor individuell variasjon innen en bestand på grunn av faktorer som alder (Nordeng, 1977; Svårdson & Fagerström, 1982; Jonsson, 1985), kjønnsmodningsstadium (Jonsson, 1985), miljømessige forhold i elva (Jensen & Rikardsen, 2008) og nivå på infeksjon av lakselus (Birkeland & Jakobsen, 1997). Årsakene til de store variasjonene på fiskens oppholdstid i sjøen observert i denne undersøkelsen kan derfor skyldes bestandsgenetiske forskjeller, livsstadier og miljø eller være en kombinasjon av disse.

Bruk av indre og ytre deler av fjordsystemet

For områdebruken i fjorden gjennom året var det, på samme måte som for den samlede oppholdstid i fjorden, stor variasjon. Om vinteren (desember til mars) var det uten unntak kun innerste del av Snillfjorden og Søas elveos som ble benyttet. I april og mai var det registreringer av merket fisk i hele fjordsystemet men fra starten av juni var det kun få individer lenger ute i fjorden, i sone 3, 4 og 5. Generelt ble områdene innerst i Hemnfjorden (sone 1, se figur 5) og Snillfjorden (sone 2) brukt i langt høyere grad enn resten av fjordsystemet. Forskjellen i bruken av ytre og indre deler av fjorden i løpet av sommeren skyldes sannsynligvis ikke problemer med osmoregulering, da det var bare mindre forskjeller i salinitet mellom indre Hemnfjord, indre Snillfjord og ytre Hemnfjord. Det er videre vist at ferskvannslevende ørret relativt raskt kan tilpasse seg til sjøvann (Jonsson m.fl., 1994). Videre er det kjent at sjøvannstoleransen øker med kroppsstørrelse (Hoar, 1988; Ugedal m.fl., 1998). Da all fisk i denne undersøkelsen var større individer (veteraner), var de sannsynligvis godt tilpasningsdyktige til sjøvann.

Det kan spekuleres i om en mer sannsynlig forklaring på den forlengede oppholdstiden i de indre fjordområder kan være at det her var bedre beitemuligheter. Den store individuelle variasjonen kan da skyldes ulike byttedyrpreferanser. Eksempelvis beiter mindre individer gjerne i strandsonen mens de større individene i større grad foretrekker pelagisk fisk (Knutsen m.fl., 2001).

Jensen m.fl. (2014) og Rikardsen m.fl. (2007) observerte at sjøørretens bruk av indre og ytre deler av fjorden var påvirket av temperatur, og at sjøørreten aktivt oppsøkte områder med en høyere vanntemperatur. Det samme kan være tilfellet i denne undersøkelsen da temperaturen om sommeren var lavere i de ytre enn i de indre deler av fjordsystemet. Andre årsaker til at sjøørreten allerede i juni forsvinner fra de ytre deler av fjorden kan være endringer i næringstilgangen i løpet av sesongen, samt ulikt predasjonstrykk (Lyse m.fl., 1998) og/eller påslag av lakselus (Finstad & Bjørn, 2011) mellom indre og ytre områder.

Opphold i strandsonen mot de frie vannmasser

Sjøørreten ble oftere registrert i strandsonen enn i de frie vannmasser (pelagialen), noe som tilsvarende tidligere observasjoner av fiskens vandringsatferd (Jensen m.fl., 2014), samt kjent kunnskap om at sjøørret ofte foretrekker byttedyr som krepsdyr, manglebørstemark, insekter og fisk fra tangbeltene (Pemberton, 1976a; Lyse m.fl., 1998; Knutsen m.fl., 2001). Det skal dog understrekes at resultatene fra undersøkelsen samtidig nettopp viser at selv om sjøørreten oftest er å finne i strandsonen, så er pelagialen også et viktig område for spesielt de større individene.

4.4 Svømmedybde

I alle habitater svømte sjøørreten dypere om dagen enn om natten. Clark & Levy (1988) foreslo at denne typen atferd kan skyldes regulering av kroppstemperatur, beiting eller anti-predasjonsatferd. Døgnvariasjon i svømmedybde kan eksempelvis være en kombinasjon av å beite på byttedyr på et par meters dybde om dagen og så fordøye maten under opphold i overflaten om natten. Vannet er varmere på overflaten enn lengre nede i vannsøylen og opphold i varmere vann vil hos vekselvarme dyr som fisk øke metabolismen og dermed fordøyelse og vekst. Sjøørretens byttedyr kan imidlertid også ha en slik dybdevariasjon gjennom døgnet slik at fisken følger etter. Pemberton (1976a) observerte at sjøørret spiste mer fra de midterste og øvre vannlag om natten og mer fra bunnen om dagen, og foreslo at dette kan skyldes vanskeligheter med å oppdage bytte-

dyr på bunnen i mørke. Videre kan det være at sjørreten er dypere i vannsøylen om dagen for å unngå selv å bli spist, eller at atferden er en tilpasning til flere av disse faktorene. I en undersøkelse av sjørret i Altafjorden (Rikardsen m.fl., 2007) ble det ikke påvist vertikal døgnmigrasjon. At forskjellen mellom dag og natt ikke var utpreget her, kan skyldes at det i Altafjorden er midnattssol om sommeren og at resultatet kun var basert på registreringer fra 04.06 – 10.07.

Det var en positiv sammenheng mellom svømmedybde og temperatur om sommeren. Fra april til august økte svømmedybden til sjørreten samtidig som temperaturen økte i vannet. I september oppholdt fisken seg igjen nær overflaten, hvilket sammenfalt med at sjøtemperaturen begynte å synke. Jensen m.fl. (2014) foreslo at sjørret undersøkt i Altafjorden om sommeren aktivt oppsøkte varmere vann, mens Rikardsen m.fl. (2007) beskrev at sjørreten i samme fjord i juni og juli foretrakk vanntemperatur rundt 11,5-12,9 °C. Om det stemmer at sjørreten foretrekker temperaturer rundt 12 grader kan det forklare hvorfor sjørreten i Hemnfjorden svømte dypere ned om sommeren da vannet på 1 meters dyp her var 14-18 °C. Oppholdstiden i fjorden om sommeren, habitatbruk og svømmedybde er ytterligere diskutert i Eldøy (2014).

4.5 Forskjeller i vandringslengde

Det var stor forskjell på hvor langt unna elva sjørret merket på ulike lokaliteter vandret, og dette kan tyde på bestandsgenetiske forskjeller både innen vassdragene og imellom vassdragene. Noen sjørreter forble i de innerste deler av de to fjordene, mens andre oppholdt seg mesteparten av tiden utenfor fjordsystemet. Langtvandrende sjørret (Søa > 8 km, Snilldalselva > 13 km) hadde kortere oppholdstid i de indre deler av fjordene enn mellomvandrende (Søa 4 - 8 km, Snilldalselva 4 - 13 km) og kortvandrende (Søa og Snilldalselva ≤ 4 km) sjørret. Resultatene samsvarer med tidligere undersøkelser som også har vist at det kan være store forskjeller i vandringslengde mellom ulike bestander (Jensen, 1968; Svårdson & Fagerström, 1982; Pratten & Shearer, 1983a; Berg & Berg, 1987; Kallio-Nyberg m.fl., 2002), og årsaken antas å skyldes både miljø og arv (Klemetsen m.fl., 2003).

Det var ingen forskjell i kroppslengden til kort- og langtvandrende individer. Selv om det var langtvandrende fisk i alle størrelsesgrupper, var det flere langtvandrende enn kortvandrende sjørret i størrelsesgruppen > 450 mm. Individer mindre enn 350 mm var likt fordelt mellom de tre vandringsgruppene. Jensen (2014) fant at det var mer sannsynlig at de største individene vandret langt, mens Berg & Berg (1987) ikke fant noen slik sammenheng. I sistnevnte undersøkelse kan imidlertid resultatet skyldes metoden de benyttet da fangst-merking-gjenfangst ikke nødvendigvis viser hvor langt fiskene egentlig vandret.

Større sjørret spiser gjerne større byttedyr (Klemetsen m.fl., 2003), hvilket for sjørret gjerne betyr pelagisk fisk som finnes i større forekomster lengre ute i fjorden. Denne forklaringen stemmer med observasjoner gjort av Knutsen m.fl. (2001), som fant at post-smolt beitet i strandsonen mens veteraner beitet etter pelagisk fisk.

De langtvandrende individene hadde lavere kondisjonsfaktor enn de kortvandrende. Det kan derfor spekuleres om individer med dårligere kondisjon har et større behov for å maksimere fødeopptaket og dermed større press for å ta risikoen ved å vandre langt bort fra hjemelva. Denne hypotesen er støttet av undersøkelser av Wysujack m.fl. (2009) og Davidsen m.fl. (2014), som begge viste at ungfisk av ørret med lavere kondisjonsfaktor vandret lengre enn individer med en høyere kondisjon. Men samtidig indikerte resultatene fra en dansk studie (Boel m.fl., 2014), at individene med dårligst fettreserver vandret kortere enn individer med bedre fettdeponi.

Det var også forskjell på livshistorien til kort-, mellom- og langtvandrende individer. Langtvandrende fisk var eldre, hadde lengre smoltlengde, høyere smoltalder og et høyere antall tidligere vandringar til sjøen. Det kan derfor tyde på at eldre og mer erfarne veteraner vandrer lengre enn yngre og mer uerfarne sjørret, men at det også allerede i veksten hos ungfisken påvirkes hvilken vandringsstrategi den ender opp med. Dette stemmer overens med hypotesen til del Villar-

Guerra m.fl. (2013), som foreslo at morfologiske trekk, ontogeni, genetikk og livshistorie påvirker sjørretens marine atferd, herunder hvor langt den vandrer bort fra vassdraget de vokste opp i.

De langtvandrende sjørretene hadde kortere oppholdstid i fjorden enn kort- og mellomvandrende. Samtidig oppholdt de seg mer i de frie vannmassene. Dette var spesielt tydelig når en sammenlignet habitatbruken til disse med sjørret som oppholdt seg innerst i Hemnfjorden. Forskjellen i svømmedybde var også tydelig mellom gruppene, hvor langtvandrende individer holdt seg nær overflaten uansett om de var i strandsonen eller i pelagialen, mens kortvandrende individer oppholdt seg dypere i strandsonen enn i pelagialen. Dette understreker at de langtvandrende sjørretene hadde en pelagisk svømme- og beiteatferd, mens de kort- og mellomvandrende fiskene i større grad holdt til i strandsonen. Resultatene fra denne undersøkelsen kan ikke forklare hvorfor langtvandrende sjørret returnerte tidligere fra den marine næringsvandringen, men mulige årsaker kan være høyere tettheter av lakselus i de ytre områder av fjordsystemet, eller at det i løpet av sesongen ble mangel på foretrukne pelagiske byttedyr slik som fisk og reker.

4.6 Vandring mellom vassdrag

Sjørreten vandret ikke mellom noen av vassdragene i sommerperioden. I september-oktober (gyteperioden) var det i Haugaelva, Hollaelva og Snilldalselva fisk som seinere overvintret i Rovatnet. Videre var det i gytetiden fisk i Hollaelva som etterpå overvintret innerst i Snillfjorden. Dette viser tydelig at det er tre ulike overvintringsstrategier i Hemnfjordssystemet. Overvintring i hjemvassdraget (Rovatnet), overvintring i sjøen (innerst i Snillfjorden) eller overvintring i nabovassdrag (fisk fra Snilldalselva, Hollaelva og Haugaelva som overvintret i Rovatnet). Degerman m.fl. (2012) fant, på bakgrunn av gjenfangster av carlinmerket sjørret, at det var oppvandring til nabovassdrag hele året, men at dette oftest fant sted i periodene mars – mai og september – desember. De fant videre at fisk fra mindre vassdrag i perioder vandret opp i større vassdrag, men ikke motsatt. Undersøkelsene viser således, at vassdrag som Søavassdraget, kan være viktige vinterhabitat ikke bare for vassdragets egne bestander, men også for bestander fra andre mindre og nærliggende vassdrag.

4.7 Oppholdstid og svømmedybde ved utløpet av Sjøa Kraftverk

Utløp av ferskvann fra kraftverksanlegg direkte til fjorden kan påvirke fjordens økosystem (Kaartvedt, 1984). Kunnskap om sjørretens atferd i slike områder er derfor viktig for å kunne vurdere eventuelle påvirkninger fra kraftverksutløp.

Sjørreten oppholdt seg signifikant lengre ved utløpet fra Sjøa Kraftverk enn ved kontrollstasjonen (og alle andre stasjoner bortsett fra innerst i Snillfjorden og i Sjøa elveos). Svømmedybden var ikke forskjellig mellom kraftverksutløpet og andre lyttestasjoner. Vannet fra Sjøa kraftverk, som kommer ut direkte til fjorden, er overført fra Søavassdraget. Det kan derfor spekuleres i om fisken blir tiltrukket av dette vannet da den feilaktig tror at det er elveosen. Om dette er tilfellet viser dataene at 11 av 13 individer som oppholdt seg mer enn en uke ved kraftverksutløpet etterpå fant veien til elveosen. Alternativt kan det tenkes at sjørreten tiltrekkes av ferskvannslaget. Det er vist i andre vassdrag at umoden sjørret trekker opp i ferskvann hvis de har et høyt påslag av lakselus (Birkeland, 1996; Birkeland & Jakobsen, 1997). Enkelte salinitetsprofiler gjort i området tydet på at ferskvannslaget raskt ble uttynnet, men grunnet de raske endringer i vannføringen gjennom kraftverket trengs det kontinuerlige målinger fra hele perioden sjørreten oppholder seg her for å få et godt estimat på tykkelsen av ferskvannslaget. En tredje mulighet er at den raske tilførselen av ferskvann gir en omrøringsone som blander næringsstoffer fra bunnen med oksygenrikt vann og dermed skaper et produktivt miljø med større næringstilgang. Dette ble imidlertid ikke undersøkt nærmere. Når elvevannet fra Sjøa kraftverk legger seg på toppen av vannsøylen vil temperaturen i dette laget om sommeren oftest i en periode være lavere enn sjøvannstemperaturen. Grunnet de raske endringer i vannføringen skal det mer omfattende målinger til for å si om dette kan ha noen praktisk betydning for sjørreten. Om det er slik, kan det spekuleres i om

sjørreten tiltrekkes av det kjøligere vannet på samme måten som den svømmer dypere i løpet av sommeren (se kapittel 4.3 og 4.4.)

I en undersøkelse av tilbakevandrende laks til Suldalslågen, ble det ikke registrert noen tydelig tiltrekning til et kraftverksutløp lokalisert 22 km fra elveosen med vann fra samme vassdraget (Thorstad m.fl., 2003), men et kraftverk plassert nær utløpet av Daleelva i Høyanger sannsynligvis tiltrakk seg en stor andel av laksen som skulle opp i elva (Johnsen m.fl., 2005). Disse erfaringene fra undersøkelser av laks må overføres til sjørret med varsomhet, da laksen kun passerer kraftverksutløpet på veien til og fra havet, mens sjørreten oppholder seg i fjordsystemet under hele næringsvandringen.

Gjennomsnittlig oppholdstid ved kraftverksutløpet var lengst når vannføringen fra kraftverket var lavere enn 5 m³/sek, men resultatet må tolkes med forsiktighet da kraftverket i hele perioden hadde raske endringer i vannføringen og tilførselen av ferskvann derfor var ytterst variabel. Perioder med høy vannføring kan også under ugunstige forhold ha redusert rekkevidden på lytte-stasjonen.

4.8 Oppholdstid rundt oppdrettslokaliteter og silisiumfabrikken Wacker Chemicals

Det har vært vist (Uglen m.fl., 2014) at vill fisk blir tiltrukket av overskuddsfôret fra oppdrettsanlegg og dermed oppholder seg lengre nær slike anlegg enn det som er naturlig. Om slikt skjer vil risikoen øke for påslag av lakselus og infeksjon fra parasitter og virus (se Costelloe, 2009; Torrisen m.fl., 2013). I tillegg vil det også øke risikoen for at eventuell smitte fra vill fisk overføres til fiskene i anlegget.

Sjørreten i denne undersøkelsen hadde ikke noe forlenget opphold rundt Aqua Gen AS sine oppdrettslokaliteter i fjorden, og det er dermed ingen indikasjon på at de ble tiltrukket av foringen fra anleggene. Det er ikke publisert andre undersøkelser av om sjørret blir tiltrukket av oppdrettsanlegg, men det er kjent at dette er tilfellet for eksempelvis torsk, sei og makrell (Dempster m.fl., 2009; Uglen m.fl., 2014). At sjørreten ikke hadde forlenget opphold rundt anleggene kan skyldes at de svømmer i de øverste fem meter av vannkolonnen, mens spillforet finnes nærmere bunnen. Dermed er dette foret mer tilgjengelig for fisk som torsk og sei som foretrekker dypere vannlag (Uglen m.fl., 2014).

Den økologiske påvirkningen fra menneskeskapt infrastruktur i kystnære områder avhenger av typen av omkringliggende habitat (Bulleri m.fl., 2005). Kaianlegg kan ofte virke som et kunstig rev med mange påvekster. Dette kan virke tiltrekkende på fisk og det er ikke uvanlig å finne økt antall fisk langs kaianlegg. I denne undersøkelsen ble det imidlertid ikke registrert noe økt opphold eller endring i svømmedybde langs kaianlegget til silisiumfabrikken Wacker Chemicals. At sjørreten ikke ble tiltrukket av dette område kan skyldes at kaianlegget er bygget på betongpåler som gir mindre mulighet for påvekster enn trepåler, samt at kaianlegget er ganske eksponert for bølger. Til gjengjeld var det både øst og vest for kaianlegget områder med brede tangbelter og det var dermed trolig mer attraktivt for sjørreten å oppholde seg i disse områdene.

4.9 Gjenfangster

Gode rutiner for fangstrapportering er viktig for lokal fiskeforvaltning i vassdrag. Uten slike er det ofte umulig å dokumentere forskjeller i oppvandringen fra år til år, og det er dermed heller ikke mulig å iverksette tiltak basert på reell kunnskap om bestanden. Slike rutiner finnes per i dag hverken i Søavassdraget eller i Snilldalselva. I forbindelse med denne undersøkelsen har det likevel vært stor velvilje til å rapportere gjenfangst av merket fisk, og det er ingen grunn til å tro at det er underrapportering av merket fisk av betydning.

Gjenfangsten av merket fisk i perioden april 2012 - oktober 2014 var på 17 % (20 fisk) hvorav 75 % (15 fisk) ble tatt på stang og 25 % (5 fisk) på garn. Flest fisk (70 %, 14 fisk) ble fanget i Sjøavassdraget (inkl. elveos). Totalt ble 65 % (13 fisk) fanget i ferskvann, mens 35 % (7 fisk) ble fanget i sjøen. Av disse ble en sjørørret fanget på Agdenes (minimum vandringslengde 60 km) og to ble fanget i Kvernesfjorden ved Kristiansund (minimum vandring på 120 km). At enkelte sjørørreter kan vandre langt (> 50 km) er også kjent fra andre vassdrag (Svårdson & Fagerström, 1982; Pratten & Shearer, 1983b; Berg & Berg, 1987; Kallio-Nyberg m.fl., 2002).

Alle gjenfangster ble rapportert til å være i god kondisjon og uten synlige skader fra merkingen. Dette viser at sjørørret lengre enn 27 cm også på langt sikt kan klare seg utmerket tross merking med et indre akustisk merke og et lite ytre Carlinmerke.

4.10 Undersøkelse av sjørørret for BKD, PRV og PD

Det ble ikke påvist smitte av hverken BKD (Bacterial kidney disease, *Renibacterium salmoninarum*), PRV (piscine reovirus) eller PD (pancreas disease) hos 30 prøvetatte individer.

BKD er en sykdom som er svært sjelden hos oppdrettsfisk, men det er antatt at det finnes reservoarer for bakterien i villfisk (Johansen, 2013). Oppdrettsnæringen er derfor bekymret for smitte fra vill- til oppdrettsfisk. I Hemnfjorden ble det i 2008 konstatert smitte av BKD i et av anleggene til Aqua Gen AS, og det ble den gangen antatt at smitten kom fra villfisk.

PRV gir sykdommen hjerte - skjellettmuskelbetennelse (HSMB) hos oppdrettslaks. Sykdommen er ikke påvist hos villlaks, regnbueørret eller sjørørret, men det er likevel vist at også disse kan være virusbærere (Garseth m.fl., 2013). Viruset ser ut til å være svært utbredt hos laksefisk i sjøen, men sammenhengen mellom virus og sykdom er uklar. Blant annet er de fleste oppdrettslaks i sjøen bærere av viruset selv om de ikke blir syke (Palacios m.fl., 2010).

PD er forårsaket av salmonid alphavirus (SAV) (McLoughlin & Graham, 2007). Dette er også et virus som er nært knyttet til laks i oppdrettsanlegg. Viruset vil en kunne forvente å påvise hos ville laksefisk i områder hvor PD er et problem. Det er enda ikke kjent om sjørørret er mottakelig for dette viruset. Selv om ingen av de prøvetatte sjørørretene var bærere av viruset, ble virusvarianten SAV-2 påvist ved anleggene til Aqua Gen AS i Hemnfjorden i løpet av undersøkelsesperioden.

Resultatene tyder på at smittepresset mellom oppdrettslaks og sjørørret i Hemnfjorden var relativt lavt i studieperioden, selv om et større antall sjørørret bør undersøkes for å få et sikrere svar.

4.11 Forvaltningsmessige konsekvenser og veien videre

Kunnskap om sjørørretens marine vandringer og habitatbruk er viktig for å kunne vurdere eventuelle effekter av menneskeskapte påvirkninger i kystnære områder. Videre er dette essensiell kunnskap ved vurderinger av eventuelle konsekvenser ved økte havtemperaturer som en følge av klimaendringer.

Sjørørreten i Hemnfjorden og Snillfjordens hadde tre ulike strategier for overvintring, de hadde stor variasjon i vandringsavstand under den marine næringsvandringen og de vandret opp i Rovatnet i to adskilte perioder. En stor del av denne forskjellen antas å være bestandsspesifikk, selv om det ikke kan stadfestes uten å gjennomføre en bestandsgenetisk undersøkelse. Når bestandene fra Sjøavassdraget og Snilldalselva har så stor variasjon i marin vandringsatferd og habitatbruk bør de forvaltes hver for seg.

Sjørørret i Sjøavassdraget hadde en utpreget bruk av elveosen og den innerste del av Hemnfjorden i perioden april-september, mens sjørørret fra Snilldalselva oppholdt seg i elveosen og innerste del av Snillfjorden omtrent hele året. Elveosene og de innerste deler av fjorden fremstår

derfor som særlig viktige områder for sjøørreten i dette fjordsystemet. De største sjøørretene benyttet seg av ytre områder, men den marine næringsvandringen varte kortere enn for de individene som oppholdt seg i den indre del av fjorden. Da stor sjøørret har større potensiale for å bidra til kommende generasjoner vil det være viktig å få kartlagt om denne tidligere tilbakevandringen til vassdraget er naturlig eller om det er en reaksjon på ugunstige forhold i sjøen som eksempelvis høye tettheter av lakselus eller mangel på føde.

Langs kysten av Norge er det noen utfordringer knyttet til plassering av oppdrettsanlegg. Denne undersøkelsen ble gjennomført i et relativt lukket fjordsystem og resultatene kan ikke uten videre overføres til mer åpne områder langs kysten. Det anbefales derfor å gjennomføre tilsvarende undersøkelser i mer eksponerte kyststrøk.

For å kunne følge årlig oppvandring av sjøørret og iverksette lokale tiltak i år med lavt antall oppvandrende gytefisk er det nødvendig med et godt organisert opplegg for fangstregistrering. Hverken Sjøavassdraget eller Snilldalselva har et fungerende opplegg for levering av fangstoppgaver i dag.

5 Referanser

- Aarestrup, K. & Jepsen, N. 1998. Spawning migration of sea trout (*Salmo trutta* (L)) in a Danish river. – *Hydrobiologia* 371/372: 275-281.
- Anon. 2010. Status for norske laksebestander i 2010. - Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning: 1-213.
- 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. 1989. The duration of sea and freshwater residence of the sea trout, *Salmo trutta*, from the Vardenes River in northern Norway. – *Environmental Biology of Fishes* 24: 23-32.
- Berg, O. K. & Jonsson, B. 1990. Growth and survival rates of the anadrome trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River, Northern Norway. – *Environmental Biology of Fishes* 29: 145-154.
- Birkeland, K. 1996. Consequences of premature return by seas trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer): migration, growth and mortality. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 2808-2813.
- Birkeland, K. & Jakobsen, P., J. 1997. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles. – *Environmental Biology of Fishes* 49: 129-137.
- Boel, M., Aarestrup, K., Baktoft, H., Larsen, T., Madsen, S. S., Malte, H., Skov, C., Svendsen, J. C. & Koed, A. 2014. The physiological basis of the migration continuum in brown trout (*Salmo trutta*). – *Physiological and Biochemical Zoology* 87: 334-345.
- Borgstrøm, R. & Heggenes, J. 1988. Smoltification of sea trout (*Salmo trutta*) at short length as an adaptation to extremely low summer stream flow. – *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 35: 375-384.
- Bulleri, F., Chapman, M. G. & Underwood, A. J. 2005. Intertidal assemblages on seawalls and vertical rocky shores in Sydney Harbour, Australia. – *Australia Ecology* 30: 655-667.
- Clark, C. W. & Levy, D. A. 1988. Diel vertical migrations by juvenile Sockeye salmon and the antipredation window. – *American Naturalist* 131: 271-290.
- Costelloe, M. J. 2009. How sea lice from salmon farms may cause wild salmonid declines in Europe and North America and be a threat to fishes elsewhere. – *Proceedings of the Royal Society B* 276: 3385-3394.
- Dahl, J., Dannewitz, J., Karlsson, L., Petersson, E., Löf, A. & Ragnarsson, B. 2004. The timing of spawning migration: implications of environmental variation, life history and sex. – *Canadian Journal of Zoology* 82: 1864-1870.
- Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks belyst ved studier av deres skjæl. - Centraltrykkeriet, Kristiania. 60 s.
- Davidson, J. G., Sjursen, A. D. & Rønning, L. 2012. Hindres sjørretens gytevandring i Hinnåvassdraget på Smøla av gjengroing? - NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 2: 1-18.
- Davidson, J. G., Rikardsen, A. H., Halttunen, E., Mitamura, H., Thorstad, E. B., Præbel, K., Skarðhamar, J. & Næsje, T. F. 2013. Homing behaviour of Atlantic salmon during final marine phase and river entry. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 794-802.
- Davidson, J. G., Daverdin, M., Sjursen, A. D., Rønning, L., Arnekleiv, J. V. & Koksvik, J. I. 2014. Does reduced feeding prior to release improve the marine migration of hatchery brown trout *Salmo trutta* L. smolts? – *Journal of Fish Biology* (early view).
- Degerman, E., Leonardsson, K. & Lundqvist, H. 2012. Coastal migrations, temporary use of neighbouring rivers, and growth of sea trout (*Salmo trutta*) from nine northern Baltic Sea rivers. – *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 69: 971-980.
- del Villar-Guerra, D., Aarestrup, K., Skov, C. & Koed, A. 2013. Marine migrations in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). Fjord residency as a possible alternative in the continuum of migration to the open sea. – *Ecology of Freshwater Fish* 23: 594-693.
- Dempster, T., Uglem, I., Sanchez-Jerez, P., Fernandez-Jover, D., Bayle-Sempere, J., Nilsen, R. & Bjørn, P. A. 2009. Coastal salmon farms attract large and persistent aggregations of wild fish: an ecosystem effect. – *Marine Ecology Progress Series* 385: 1-14.

- Eldøy, S. H. 2014. Spatial and temporal distribution and habitat use of sea trout *Salmo trutta* in a fjord system in Central Norway. Master oppgave. NTNU Museum. 62 s.
- Elliot, J. M., Hurley, M. A. & Fryer, R. J. 1995. A new, improved growth model for brown trout, *Salmo trutta*. – Functional Ecology 9: 290-298.
- Finstad, B., Bjørn, P. A. & Nilsen, S. T. 1995. Survival of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, on Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in fresh water. – Aquaculture Research 26: 791-795.
- Finstad, B., Bjørn, P. A., Todd, C. D., Whoriskey, F., Gargan, P. G., Forde, G. & Revie, C. 2010. The effect of sea lice on Atlantic salmon and other salmonid species. i Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skuldal, J. (red.). Atlantic salmon ecology. - s. 253-276 - Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Finstad, B. & Bjørn, P. A. 2011. Present status and implications of salmon lice on wild salmonids in Norwegian coastal zones. i Beamish, R. & Jones, S. (red.). Salmon lice: An integrated approach to understanding parasite abundance and distribution. - s. 281-305 - Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Fiske, P. & Aas, Ø. 2001. Laksefiskeboka – om sammenhenger mellom beskatning, fiske og verdiskapning ved elvefiske etter laks, sjøaure og sjørøye. - NINA Temahefte: 1-100.
- Frost, W. E. & Brown, M. E. 1967. The trout. - Collins, London. 286 s.
- Fulton, T. W. 1904. The rate of growth of fishes. – Fisheries Board of Scotland Annual Report 22: 141-241.
- Garseth, Å. H., Fritsvold, C., Opheim, M., Skjerve, E. & Biering, E. 2013. Piscine reovirus (PRV) in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and sea-trout, *Salmo trutta* L., in Norway. – Journal of Fish Diseases 36: 483–493.
- Hembre, B., Arnekleiv, J. V. & L'Abée-Lund, J. H. 2001. Effects of water discharge and temperature on the seaward migration of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, smolts. – Ecol. Freshw. Fish 10: 61-64.
- Hoar, W. S. 1988. The physiology of smolting salmonids. i Hoar, W. S. & Randall, D. J. (red.). Fish Physiology, Vol. XI B. - s. 275-343 - Academic Press, New York.
- Hvidsten, N. A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, Central Norway. – Journal of Fish Biology 27: 711-718.
- 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. Water temperatures influence the marine area use of *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta*. – Journal of Fish Biology 84: 1640–1653.
- Jensen, K. W. 1968. Seatrout (*Salmo trutta* L.) of the River Istra, Western Norway. – Report of the Institute of Freshwater Research Drottningholm 48: 1187-1213.
- Johansen, R. R. (red.). 2013. Fiskehelserapporten 2012.- Veterinærinstituttet Oslo. 45 s.
- Johnsen, B. O., Lund, R. A. & Bekkby, T. 2005. Høyangeranleggene - konsekvensutredning. - Norsk Institutt for Naturforskning. Oppdragsmelding 862: 1-55.
- Jonsson, B. 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. – Transactions of the American Fisheries Society 114: 182-194.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006a. Life history of the anadromous trout *Salmo trutta*. I: Sea trout: biology, conservation and management. i Harris, G. & Milner, N. (red.). Proceedings of the First International Sea Trout Symposium, Cardiff, July 2004. - s. 196-223 - Blackwell, Oxford, UK.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006b. Life-history effects of migratory costs in anadromous brown trout. – Journal of Fish Biology 69: 860-869.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L. P. 2007. Factors affecting river entry of adult Atlantic salmon in a small river. – Journal of Fish Biology 71: 943-956.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2009a. Migratory timing, marine survival and growth of anadromous trout *Salmo trutta* in the River Imsa, Norway. – Journal of Fish Biology 74: 621-638.

- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2009b. A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. – *Journal of Fish Biology* 75: 2381-2447.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers. – *Nordic Journal of Freshwater Research* 66: 20-35.
- Jonsson, N., Jonsson, B., Hansen, L. P. & Aass, P. 1994. Effects of seawater-acclimatization and release sites on survival of hatchery-reared brown trout *Salmo trutta*. – *Journal of Fish Biology* 44: 973-981.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2002. Migration of anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian river. – *Freshwater Biology* 47: 1391-1401.
- Jutila, E., Jokikokko, E. & Julkunen, M. 2006. Long-term changes in the smolt size and age of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a northern Baltic river related to parr density, growth opportunity and postsmolt survival. – *Ecology of Freshwater Fish* 15: 321-330.
- Kaartvedt, S. 1984. Vassdragsreguleringens virkning på fjorder. – *Fisken og Havet* 3: 1-104.
- Kallio-Nyberg, I., Saura, A. & Ahlfors, P. 2002. Sea migration pattern of two sea trout (*Salmo trutta*) stocks released into the Gulf of Finland. – *Annales Zoologici Fennici* 39: 221-235.
- Kallio-Nyberg, I., Saloniemi, I. & Koljonen, M.-L. 2007. Effects of parental and smolt traits on the marine survival of released Atlantic salmon (*Salmo salar*). – *Aquaculture* 272: 254-266.
- Karppinen, P., Erkinaro, J., Niemelä, E., Moen, K. & Økland, F. 2004. Return migration of one-sea-winter Atlantic salmon in the River Tana. – *Journal of Fish Biology* 64: 1179-1192.
- 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.
- Knutsen, J. A., Knutsen, H., Gjøsæter, J. & Jonsson, B. 2001. Food of anadromous brown trout at sea. – *Journal of Fish Biology* 59: 533-543.
- Koksvik, J., Rønning, L., Arnekleiv, J. V., Brabrand, Å. & Kjærstad, G. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Rovatnet og omliggende elver, Hemne Kommune. - NTNU Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk serie: 1-77.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). – *Journal of Animal Ecology* 20: 201 - 209.
- Le Cren, E. D. 1985. The Biology of the Sea trout: Symposium: Summary of a symposium held at Plas Menai. - Atlantic Salmon Trust Ltd, Pitlochry. 46 s.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. – *Publications du Circonstance Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 53: 7-25.
- Lyse, A. A., Stefansson, S. O. & Fernö, A. 1998. Behaviour and diet of sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. – *Journal of Fish Biology* 52: 923-936.
- Marco-Rius, F., Caballero, P., Morán, P. & Garcia De Leaniz, C. 2012. And the last shall be first: heterochrony and compensatory marine growth in sea trout (*Salmo trutta*). – *Plos One* 7: 1-10.
- McLean, P. H., Smith, G. W. & Wilson, M. J. 1990. Residence time of sea louse, *Lepeophtheirus salmonis* K., on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., after immersion in fresh water. – *Journal of Fish Biology* 37: 311-314.
- McLoughlin, M. F. & Graham, D. A. 2007. Alphavirus infections in salmonids - a review. – *Journal of Fish Diseases* 30: 511-531.
- Mills, D. H. & Piggins, D. J. 1988. Proceedings of a sea trout workshop organized by the Irish National Branch of the Institute of Fisheries management. - Institute of Fisheries Management, Irish National Branch, Newport, County Mayo. 100 s.
- Nall, G. H. 1930. The life of the sea trout. - Seeley, Service and Co., London. 335 s.
- Nordeng, H. 1977. A pheromone hypothesis for homeward migration in anadrome salmonids. – *Oikos* 28: 155-159.
- Palacios, G., Lovoll, M., Tengs, T., Hornig, M., Hutchison, S., Hui, J., Kongtorp, R.-T., Savji, N., Bussetti, A. V., Solovyov, A., Kristoffersen, A. B., Celone, C., Street, C., Trifonov, V., Hirschberg, D. L., Rabadan, R., Egholm, M., Rimstad, E. & Lipkin, W. I. 2010. Heart and skeletal muscle inflammation of farmed salmon is associated with infection with a novel reovirus. – *Plos One* 5: e11487.

- Pemberton, R. 1976a. Sea trout in North Argyll sea lochs. 2. Diet. – *Journal of Fish Biology* 9: 195-208.
- Pemberton, R. 1976b. Sea trout in the North Argyll Sea lochs, population, distribution and movements. – *Journal of Fish Biology* 9: 157-179.
- Pincock, D. G. 2012. False Detections: What they are and how to remove them from detection data. - Vemco Application Note: 1-11.
- Potter, E. C. E., Solomon, D. J. & Buckley, A. A. 1992. Estuarine movements of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Christchurch Harbour, southern England. i Priede, I. G. & Swift, S. M. (red.). *Wildlife telemetry, remote monitoring and tracking of animals*. - s. 400-409 - Ellis Horwood Limited, Chichester, England.
- Pratten, D. J. & Shearer, W. M. 1983a. Sea trout of the North Esk. – *Fisheries Management* 14: 49-65.
- Pratten, D. J. & Shearer, W. M. 1983b. The Migrations of Noth Esk sea trout. – *Fisheries Management* 14: 99-113.
- 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 and sea trout, as recorded by data storage tags. – *Fisheries Oceanography* 16: 436-447.
- Salminen, M., Kuikka, S. & Erkamo, E. 1995. Annual variability in survival of sea-ranched Baltic salmon, *Salmo salar* L: significance of smolt size and marine conditions. – *Fisheries Management and Ecology* 2: 171-184.
- Smith, I. P. & Smith, G. W. 1997. Tidal and diel timing of river entry by adult Atlantic salmon returning to the Aberdeenshire Dee, Scotland. – *Journal of Fish Biology* 50: 463-474.
- Svenning, M. A. & Christensen, G. N. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser og utsetninger av røye i Bardumagasinet. - Norsk Institutt for Naturforskning. Oppdragsmelding: 1-20.
- Svärdson, G. & Fagerström, Å. 1982. Adaptive differences in the long-distance migration of some trout (*Salmo trutta* L.) stocks. – *Reports of the Institute of Freshwater Research Drottningholm* 60: 51-80.
- Taranger, G. L., Svåsand, T., Kvamme, B. O., Kristiansen, T. & Boxaspen, K. K. (red.). 2014. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013. – *Fisken og havet* 2. 156 s.
- Thomsen, D. S., Koed, A., Nielsen, C. & Madsen, S. S. 2007. Overwintering of sea trout (*Salmo trutta*) in freshwater: escaping salt and low temperature or an alternate life strategy? – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 793-802.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Johnsen, B. O. & Næsje, T. F. 2003. Return migration of adult Atlantic salmon, *Salmo salar*, in relation to water diverted through a power station. – *Fisheries Management and Ecology* 10: 13-22.
- Torrissen, O., Jones, S., Asche, F., Guttormsen, A., Skilbrei, O. T., Nilsen, F., Horsberg, T. E. & Jackson, D. 2013. Salmon lice – impact on wild salmonids and salmon aquaculture. – *Journal of Fish Diseases* 36: 171-194.
- Ugedal, O., Finstad, B., Damsgård, B. & Mortensen, A. 1998. Seawater tolerance and downstream migration in hatchery-reared and wild brown trout. – *Aquaculture* 168: 395-405.
- Uglen, I., Karlsen, Ø., Sanchez-Jerez, P. & Sæther, B.-S. 2014. Impacts of attraction of wild marine fish to open cage salmonid farms in Norway. – *Aquaculture Environmental Interactions* Accepted.
- Wysujack, K., Greenberg, L. A., Bergman, E. & Olsson, I. C. 2009. The role of the environment in partial migration: food availability affects the adoption of a migratory tactic in brown trout *Salmo trutta*. – *Ecology of Freshwater Fish* 18: 25-59.
- Östergren, J. & Rivinoja, P. 2008. Overwintering and downstream migration of sea trout (*Salmo trutta* L.) kelts under regulated flows - northern Sweden. – *River Research and Applications* 24: 551-563.

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Seksjon for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Seksjonen påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-7126-996-8
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet