

Oppvandring av laks og sjørøret i Telemarksvassdraget – radiotelemetri-undersøkelser 2019-2021

Finn Økland
Eivind Schartum
Torgeir B. Havn
Cheryl Schwert
Tom Omland
Dag Natedal
Eva B. Thorstad
Jan Heggnes





Finn Økland, Eivind Schartum, Torgeir B. Havn,
Cheryl Schwert, Tom Omland, Dag Natedal,
Eva B. Thorstad og Jan Heggenes

**Oppvandring av laks og sjøørret
i Telemarksvassdraget –
radiotelemetri-undersøkelser
2019-2021**

© 2022 Forfatterne

Universitetet i Sørøst-Norge

Bø, 2022

Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge nr. 93

ISSN: 2535-5325 (online)

ISBN: 978-82-7206-674-0 (online)



Utgivelser i publiseres som Creative Commons* og kan kopieres fritt og videreformidles til andre interesserte uten avgift. Navn på utgiver og forfatter(e) angis korrekt. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.no>

Forside: Radiopeiling av laks under Skotfoss, september 2020. Mange laks stoppet under Skotfoss 2019-2020, men ombygging av laksetrappa, basert på resultater fra radiotelemetriundersøkelsene, førte til nær full oppvandring i 2021

Sammendrag

Oppvandring av laks og sjøørret i Telemarksvassdraget ble undersøkt med radiomerking og peiling i tre sesonger fra 2019 til 2021. Tilbakevandrende laks ble fanget i øverste kammer i laksetrappa i Klosterfoss (juni-august), radiomerket (2019: 62 laks, 38 sjøørret; 2020: 85 laks, 5 sjøørret; 2021: 75 laks), og gjenutsatt oppstrøms Klosterfoss. Merket fisk ble peilet manuelt hver 2 til 4 dag på hele anadrome strekning (ca. 8 mil opp fra sjøen til hhv. Oterholtfoss i Bøelva og Omnesfoss i Heddøla og Tinfos i Tinnelva), og med automatiske loggestasjoner som registrerte når fisk passerte ved antatt kritiske punkter (nær innløp Bliva/Falkumelva i Hjellevannet, nedstrøms og oppstrøms Skotfoss, og innløp Bøelva og Sauarelva i Norsjø). Gjennom alle tre år (og over relativt ulike vannføringsforhold) gikk ca. 15 % av oppvandret laks opp i Falkumelva/Bliva. I de to første sesongene i 2019 og 2020 viste undersøkelsene at hhv. 32 og 34 % av all merket laks ble stående i elva mellom Klosterfoss og Skotfoss. En vesentlig andel av radiomerket laks, 29 % i 2019 og 21 % i 2020, ble senere ikke gjenfunnet eller registrert bare i en kort periode etter merking (merketap). Noen ble gjenfanget av sportsfiskere (2-5 %, kjent merketap), noen kan ha blitt gjenfanget uten at det er rapportert, noen sendere kan ha feilet, og noen laks kan ha vandret ut av elva.

Av radiomerket laks som vandret opp til Skotfoss klarte bare 39 og 27 % å passere laksetrappa og vandre inn i Norsjø i hhv. 2019 og 2020. Dette tilsvarer 23 og 24 % av all merket laks. Detaljerte telemetridata viste at av merket laks som ankom Skotfoss (2019: 58 %; 2020: 87 %), oppholdt 88-100 % seg nær utløpet av fisketrappa, dvs. 'fant' inngangen (ca. 70 % innen et døgn), og i 2019 forsøkte nær alle å gå inn i trappa, mens i 2020 var det mindre enn halvparten av laksen som forsøkte å gå inn i trappa. Imidlertid endte de absolutt fleste forsøkene med at fisken snudde i en av de to første trappekulpene. De fleste fiskene som klarte å passere disse to kulpene, gikk relativt raskt opp resten av trappa, som regel i løpet av noen få timer (totalt 20 kulper).

Direkte observasjoner og hydrauliske beregninger viste at disse to første kulpene var for grunne og strie. De ble derfor ombygd våren 2021, og samtidig ble det installert to omløpsrør (samlet kapasitet på inntil 90 l/s) som tok inn vann midt i trappa og dermed ga redusert vann i nedre del. Omløpsvannet munnet ut som lokkevann ved inngangen til fisketrappa. Disse tiltakene synes å fungere godt. I 2021 gikk all laks (unntatt én) som først gikk inn i trappa, opp hele trappa og opp i Norsjø. Dette utgjorde 83 % av all fisk som vandret opp til Skotfoss, og 60 % av all merket laks. Dette er en over dobbelt så høy andel som i 2019 (39 %) og mer enn tre ganger så høyt som i 2020 (27 %).

I løpet av de 38 årene det har vært tellinger av all oppvandrende fisk i laksetrappene, har det aldri blitt registrert at en så stor andel av laks som har vandret opp Klosterfoss, også har gått opp Skotfoss (ca. 70 % i 2021). Mest laks gikk opp på full vannføring i laksetrappa og med full åpning på omløpsrør og lokkevann. Det er nødvendig med oppvandringsdata over flere år for å bekrefte at laksetrappa i Skotfoss nå synes å fungere godt.

De naturlige og historisk største gyte- og oppvekstområdene for laks i Telemarksvassdraget ligger oppstrøms Norsjø (Bøelva (ca. 18 km anadrom strekning), Sauarelva (ca. 6,5 km) Heddøla (ca. 18 km),

Tinnelva (1,6 km)). Radiopeiling av oppvandret laks forbi Skotfoss, viste i alle tre år at laks brer seg ut og gyter over hele tilgjengelige anadrome strekning. Laksebestanden i vassdraget synes derfor å ha et betydelig vekstpotensial ved bedret oppgang forbi Skotfoss og utnytting av rekrutteringsområdene ovenfor. Data fra 2021 viste også at laks nå kan vandre opp Omnesfossen i Heddøla (etter sprengningsarbeider omkring 1900 gjennomført av hensyn til tømmerfløtning). Dette gjør den videre elvestrekning i Hjartdøla opp forbi Hjartsjø (ca. 18 km) tilgjengelig for rekruttering.

Det ble merket færre sjøørreter enn laks slik at datagrunnlaget er mer begrenset. Resultatene indikerte at den gjennomgående har en mer lokal utbredelse i de nedre deler av vassdraget, men det var også sjøørret som vandret opp Skotfoss og rekrutterte i de øvre deler av vassdraget. Merket sjøørret ble peilet helt opp i Sauarelva med tilløpselver.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
2.	Kort historisk bakgrunn	3
3.	Områdebeskrivelse	10
4.	Metoder og materiale	13
5.	Resultater og kommentarer	20
5.1.	Vandring og fordeling 2019-2020.....	20
5.2.	Oppvandring i fisketrapp Skotfoss 2019-2020	27
5.3.	Ombygging og oppvandring i fisketrapp Skotfoss 2021	30
5.4.	Vandring og fordeling av laks ovenfor Skotfoss i 2021	38
6.	Konklusjoner.....	42
7.	Vedlegg.....	44
8.	Litteratur	56

1. Innledning

Laks og sjøørret som vandrer inn fra sjøen til Telemarksvassdraget (Fig. 1), møter først Skiensfallene som må passeres før fisken kan vandre videre til gyte og oppvekstområder lengre opp i vassdraget. Naturlig var disse 'fallene' intet vandringshinder, men var dype strykpartier som lett kunne passeres (Fig. 2). Skiensfallene ble etter hvert utbygd, og vannkraften utnyttet i dag i flere kraftverk med damanlegg som hindrer oppvandring av laks og sjøørret. Det er flere eiere som her er representert med Skien Kraftproduksjon AS, en del av Akershus Energi AS (<https://akershusenergi.no/om-akershus-energi/konsernstruktur/>). Som et kompenserende tiltak er det bygget to fisketrapper, en ved Klosterfoss og en nyåpnet trapp (2018) ved Møllefoss. Effektiviteten til disse trappene er ukjent, men all oppvandrende fisk telles i trappene. Laks og sjøørret kan så vandre opp hovedløpet (Hellevann-Farelva) ca. 4,5 km til Skotfoss kraftverk (samme eier), den neste hindringen i vassdraget. Naturlig kunne fisk vandre opp Skotfoss, men all oppvandring ble stengt med en nåledam ca. 1872. Det er bygget fisketrapp ved Skotfoss, men denne synes ikke å fungere godt (ca. 30 % effektivitet, se nedenfor). Det har også vært stor usikkerhet knyttet til hvordan oppvandrende laks og sjøørret fordeler seg etter at de har passert Skiensfallene. Fra Hjellevannet på oversiden av Klosterfoss/Møllefoss kan laks og sjøørret vandre opp i et mindre sideløp, Falkumelva (ca. 3,5 km, deles så i Bliva (Bøelva) ca. 11 km, og Hoppestadelva 0,2 km). Hvordan de menneskeskapte hindrene i nederste del av Telemarksvassdraget påvirker oppvandringen hos laks og sjøørret, er avgjørende for artenes bruk av den videre anadrome strekning oppstrøms Skotfoss (ca. 8 mil), hvor den vesentlige del av gyte og oppvekstarealer – og dermed størsteparten av vekstpotensialet for laks og sjøørret bestandene, ligger.

Som en del av en konsesjonsprosess og et større kunnskapsgrunnlag for videre forvaltning av laks og sjøørret i Telemarksvassdraget, ønsket Skien Kraftproduksjon AS å få undersøkt oppvandring og fordeling av laks og sjøørret i de nedre deler av Telemarksvassdraget. Oppdraget ble gitt til Universitetet i Sørøst Norge og Norsk Institutt for Naturforskning som i et nært samarbeid har benyttet radiotelemetri som metode. De nærmere målsettinger var derfor å undersøke:

1. Hvordan vandrer og fordeler laks og sjøørret seg oppstrøms Klosterfoss?
2. Hvor stor andel av fisken gyter i Bliva?
3. Hvor godt fungerer fisketrappen i Skotfoss, og hvilke tiltak kan eventuelt gjøres for å forbedre oppgangen?

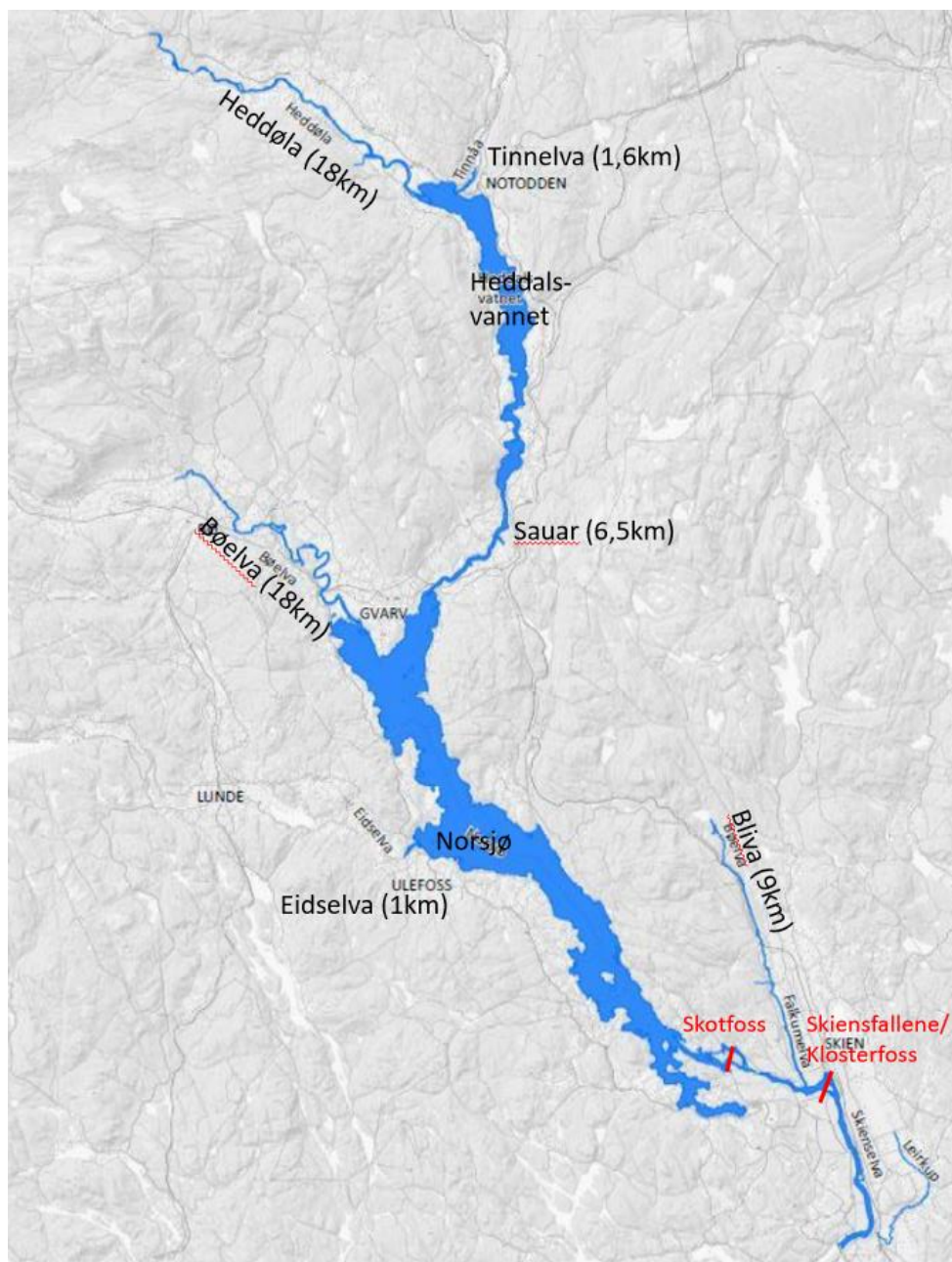
Ettersom prosjektet ville innebære en stor ressursinnsats i form av radiomerking av oppvandrende fisk i nederste del av vassdraget, ønsket oppdragstakere på eget initiativ også å undersøke:

4. Vandring og fordeling av laks og sjøørret oppstrøms Skotfoss.

Den opprinnelig avtalte prosjektperioden var 2019 og 2020. Basert på de foreløpige resultatene fra disse to sesongene, ble prosjektet forlenget ut sesongen 2021 og spisset mot laks og dens bruk av fisketrappen i Skotfoss. Her rapporteres resultater for alle målsettinger og sesonger samlet.

2. Kort historisk bakgrunn

Tidligere hadde Telemarksvassdraget (eller Skiensvassdraget) en god bestand av både laks og sjøørret. Fisk hadde naturlig fri vandringsvei fra havet og ca. 13 km opp Skienselva (også omtalt som Porsgrunnselva) til Norsjø (Fig. 1), videre ca. 29 km til nordenden av Norsjø. Sidevassdraget Eidselva kommer inn ved Ulefoss, ca. 19 km opp i Norsjø, men har bare en kort anadrom strekning, ca. 1 km, før laksen stoppes av Ulefossen. I nordenden av Norsjø deler hovedvassdraget seg i hhv. Bøelva og Sauarelva. Naturlig anadrom strekning i Bøelva er vel 18 km opp til Oterholtfoss. Det østlige hovedløpet går opp den stilleflytende Sauarelva (ca. 6,5 km) og gjennom Bråfjorden/Heddalsvatn (ca. 16 km) til den andre hovedrerkutteringselven som er Heddøla, med naturlig anadrom strekning på knapt 18 km opp til Omnesfoss. I nordenden av Heddalsvannet kommer også hovedvannføringen i Tinnelva inn, men det er her bare en kortere anadrom strekning (ca. 1,6 km) opp til Tinfos (Fig 1, 2).



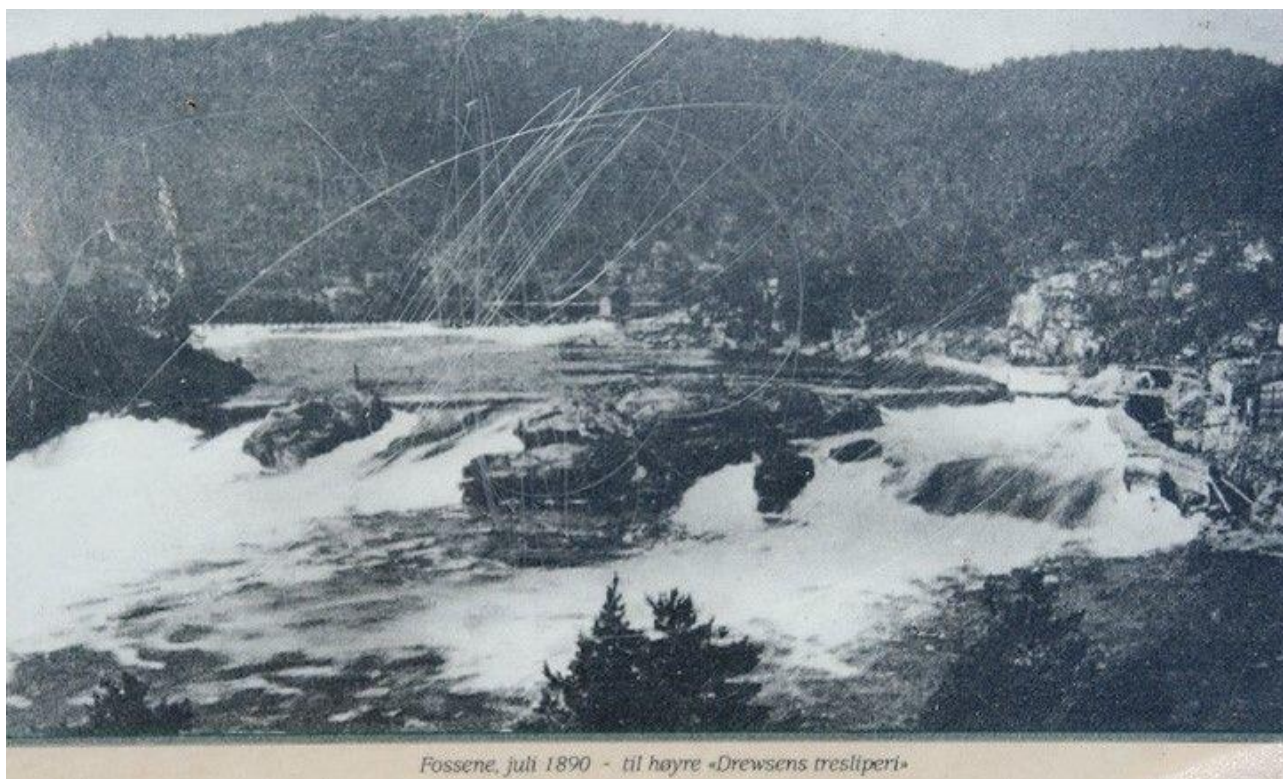
Figur 1. Kart over anadrom strekning i Telemarksvassdraget (Akershus-Energi-AS 2018). Nedre del utgjøres av Skienselva (delvis brakkvann). Eidet kraftverk og Klosterfoss kraftverk (rødt) utnytter Skiensfallene, som all oppvandrende laks og sjøørret må passere via fisketrapper i hhv. Klosterfoss og Møllefoss. Herfra kan fisk vandre opp i sidevassdraget Falkumelva/Bliva/Bøelva, mens hovedløpet går ca. 4,5 km opp til Skotfoss. Hovedrekrutteringsområdene oppstrøms Skotfoss er elvene Bøelva og Heddøla, med en kortere strekning i Tinnelva, samt Sauarelva, og en kort strekning i Eidselva.



Figur 2. I naturlig tilstand var Kloster'fossen' et stryk som man visstnok kunne ro opp på gitte vannføringer.

At laks har vært en viktig ressurs også i de øvre deler av vassdraget (oppstrøms Norsjø), fremgår av historiske kilder. Navnet på plassen Notodden er selvforklarende, og «Rundt denne odden var det fine sandgrunnar, og her var det i gamle dagar, helst om hausten i gytetida, store mengder fin aure, sik og laks som blei tatt i garn eller not.» (Notodden-Historielag 2011). På plassen Sandodden, nær Heddølas innløp i Heddalsvannet, bodde Hans Hansen (1754-1816) som omtales som en «dyktig smed og laksefisker» (Holta 1927).

Fra slutten av 1800-tallet ble imidlertid vannføringen i nedre del av vassdraget regulert, først for båttrafikk og treindustri (Klosterfoss 1854-61; Skotfoss 1854-61, nåledam 1872), og deretter for kraftproduksjon (Klosterfoss 1883-93; Skotfoss 1950). Reguleringene stanset laks og sjøørret sine gytevandringar fra havet. Særlig dramatisk var sannsynligvis byggingen av en nåledam for sagbruksformål tvers over Skotfoss ca. 1872 (Fig. 3). Denne blokkerte all oppvandrings av fisk slik at laks og sjøørret forsvant fra de øvre deler av vassdraget i nær hundre år (Carm & Langkaas 1993).



Figur 3. Nåledam over Skotfoss 1890. Denne stengte all oppvandring av fisk fra ca. 1872, og laks og sjøørret forsvant i nær hundre år fra de øvre deler av vassdraget. Et målrettet arbeid for å reetablere laks og sjøørret i øvre deler av vassdraget, startet først i 1980 (Carm & Langkaas 1993). Kilde: Dag Natedal.

Fiskebestandene ble følgelig sterkt påvirket av inngrepene i vassdraget. Som kompensasjon ble det etter hvert bygget fisketrapper og gjennomført utsetninger av laks og sjøørret. Begge deler har en lang og til dels kronglete historie som bare er delvis dokumentert. I Vedlegg 1 og 2 har vi gitt en historisk oversikt over hhv. bygging av fisketrapper og utsetninger av laks og ørret, så langt vi har vært i stand til å spore kildene.

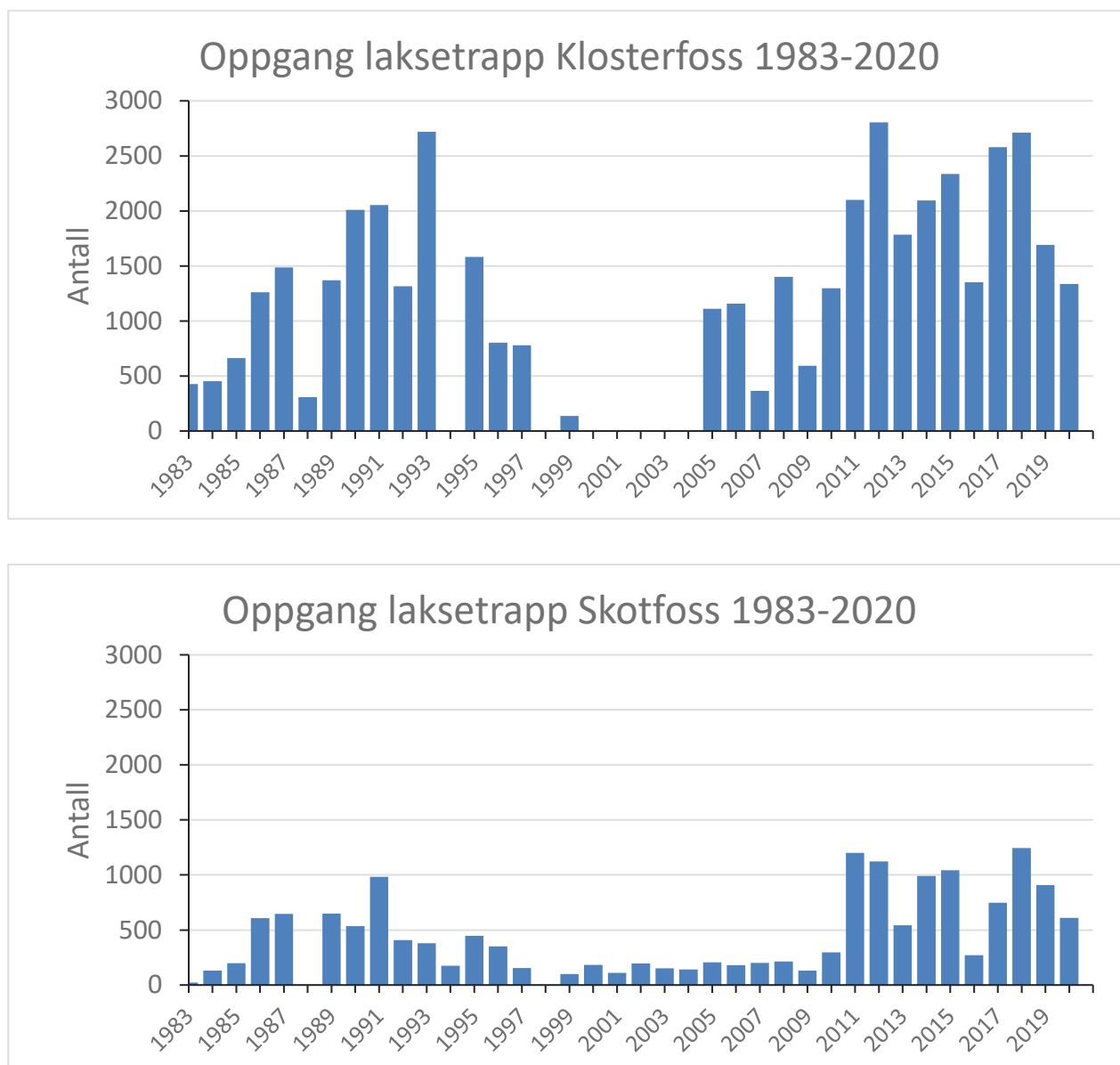
De første trappene (i tre) ble bygget i 1886 i Klosterfoss, noe som ga tilgang til de nederste delene av hovedelva og sidevassdraget Bliva (Fig. 1, Vedlegg 1). Effektiviteten til denne og følgende trapper er ikke kjent, men kan neppe antas å ha vært god. Først i 1939, 70 år etter at oppvandringen ble stengt, ble det bygget fisketrapp i Skotfoss (Vedlegg 1), slik at laks og sjøørret også kunne komme opp til Norsjø, og til de langt større gyte- og oppvekstområdene i de store tilløpselvene til Norsjø (Eidselva, Bøelva, Sauarelva, Heddøla, Tinnelva). Laksetrappene har til dels fungert mindre godt, særlig i Skotfoss, og er blitt bygget om flere ganger.

Som videre kompenserende tiltak er regulantene siden 1980 også pålagt betydelige utsetninger av laks og ørret. Før denne tid ble det også satt ut noe laks og ørret, men i svært varierende antall og hovedsakelig ved frivillig innsats i de nedre deler av vassdraget (Vedlegg 2). Siden 1980 har det pågått systematisk utsetting av laks og ørret i de øvre deler av vassdraget (Norsjø med tilløpselver). I 1988 kom det et ikke tidsbegrenset pålegg fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (i dag Miljødirektoratet) til regulantene om årlige utsetninger av laks og ørret i Bøelva, Heddøla, Tinnelva

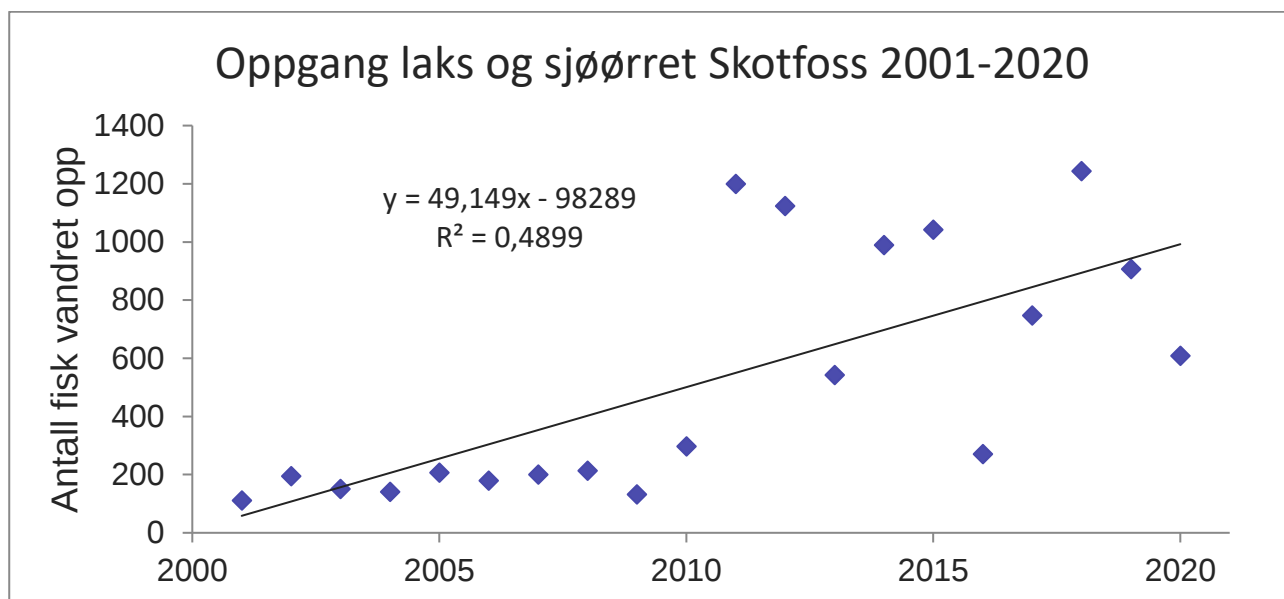
og Norsjø-bekkene (Carm og Langkaas 1993, Heggenes & Dokk 1995, Grenland Sportsfiskere ved Tor Askjem, pers. med.). I dag settes det hvert år ut ca. 10 000 fettfinneklippet sommergammel laks både i Heddøla (siden 1998) og Bøelva (siden 2015) på det som før reguleringene var naturlige gytestrekninger for anadrome bestander (Vedlegg 2). For å vurdere effekten av utsettingene er all én-somrig settefisk (0+) pålagt fettfinneklipping, slik at utsatt fisk kan skilles fra naturlig produsert fisk. Det settes også ca. 30 000 én-somrig ørret i Heddøla/Norsjø (Vedlegg 2). Mulige hovedeffekter av disse tiltakene har blitt fulgt opp med årlige rekrutteringsundersøkelser (smoltfeller og bestandsberegninger/elektrofiske) i Bøelva og Heddøla. Undersøkelsene dokumenterer betydelig naturlig rekruttering av laks i disse elvene, og en fortsatt, men langt mer beskjeden direkte effekt av utsettinger (Hvidsten 2010; Schartum *et al.* 2020; Heggenes *et al.* 2021).

Oppgang av laks og sjøørret i de nederste trappene i vassdraget (Klosterfossen og Møllefoss) varierer i nyere tid, hvor vi har gode data. Siden 1983 viser systematiske tellinger (Grenland Sportsfiskere, Dag Natedal, pers. med.) at i perioden 1983-2010 lå antall oppvandret fisk i Klosterfoss normalt rundt 1000-1500 individer (gjennomsnitt $1109 \pm \text{SD } 657$), mens antallet i den øverste trappen i Skotfoss var betydelig mindre (gjennomsnitt $289 \pm \text{SD } 228$), bare 26 % av de som vandret opp Klosterfoss (Fig. 4, 5). Det er derfor antatt at fisketrappa i Skotfoss har fungert mindre godt tross flere ombygginger. Etter 2010 og fram til 2020 har det vært en større oppgang av laks og sjøørret i vassdraget (Klosterfoss: gjennomsnitt $2079 \pm \text{SD } 533$; Skotfoss: gjennomsnitt $868 \pm \text{SD } 318$), og en større andel av de som har passert Klosterfoss har gått opp trappen i Skotfoss (42 %). Fisketrapp i Skotfoss er dimensjonert for en vannføring på ca. $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Siden ca. 2014 har regulanten i tillegg avgitt lokkevann fra en luke i Skotfossdammen, noe som sannsynligvis delvis forklarer den forbedrede oppgangen i senere år. Tidligere var eventuelt lokkevann avhengig av tilstrekkelig overskuddsvannføring (mer enn slukeevne i Skotfoss = $280 \text{ m}^3/\text{s}$). Andre faktorer som trolig har bidratt til større oppgang i senere år, er Grenland Sportsfiskere sine utsettinger av smolt nedstrøms Klosterfoss (inntil 50 000, Vedlegg 2), og redusert fiskestrekning/lavere fangstandel nedstrøms Klosterfoss (D. Natedal, pers. med.).

Vi har til nå ikke hatt noe kunnskap om hva som skjer med laks og sjøørret som har gått opp og forbi Skotfoss. Det har ikke vært kjent hvordan fisken fordeler seg i øvre del av vassdraget, og hvor mange oppvandrende laks og sjøørret som kommer til og gyter på de tidligere hovedområdene for gyting (særlig i Bøelva og Heddøla, men også Sauarelva), og i hvilken grad disse områdene har bidratt til naturlig reproduksjon, oppvekst og utvandring av smolt.



Figur 4. Oppvandring av laks i Klosterfoss (øverst) og Skotfoss 1983-2020 (kilde: GS/Dag Natedal).

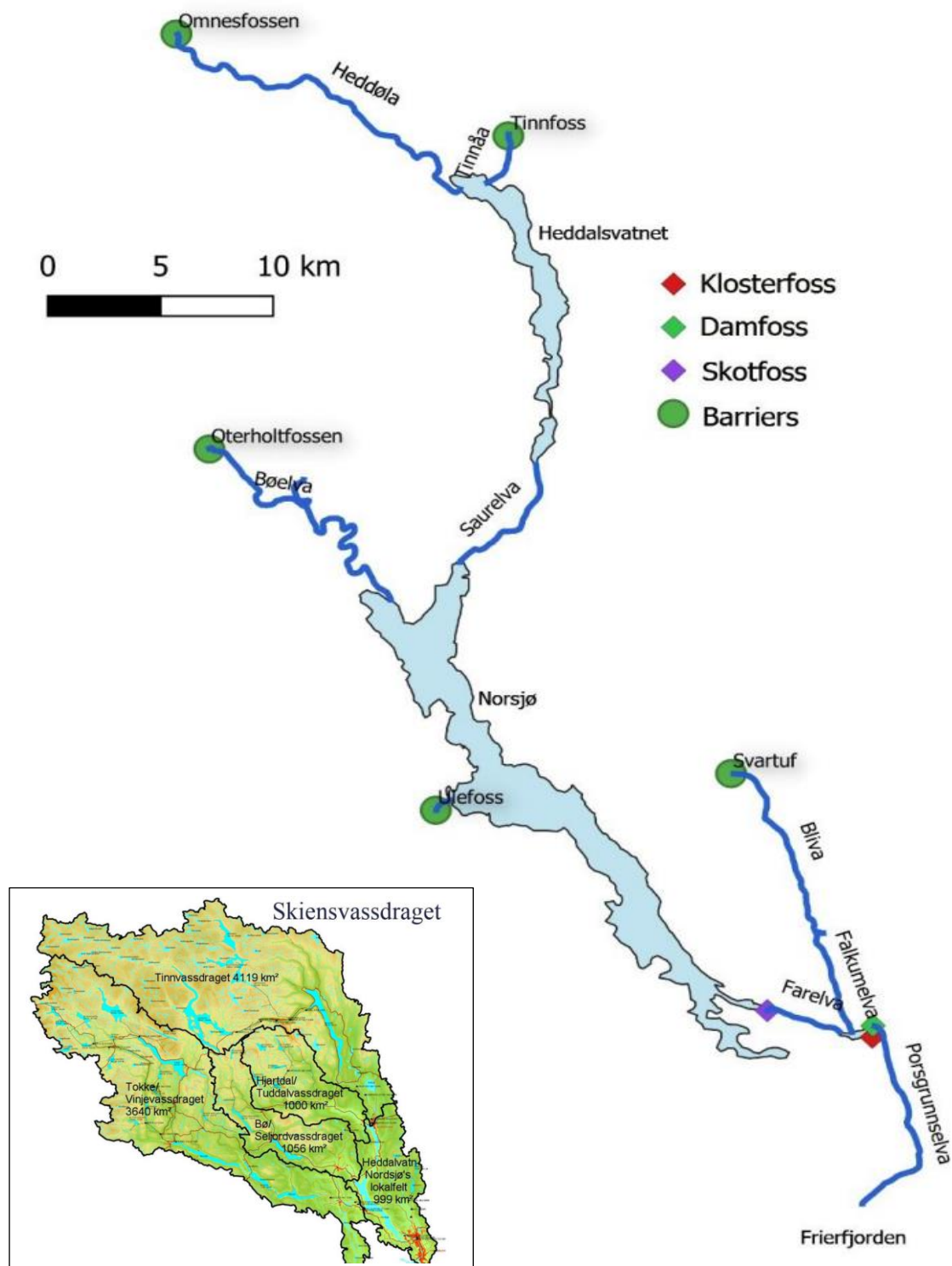


Figur 5. Etter 2010 har oppgangen av laks og sjøørret i Telemarksvassdraget og i Skotfoss økt.

3. Områdebeskrivelse

Telemarksvassdraget er Sør-Norges tredje største vassdrag med et nedbørfelt på 10 808 km² fra Kvenna på Hardangervidda til utløp i sjøen ved Gunneklev-/Frierfjorden (Fig. 6, <https://nevina.nve.no/>). Fra fjorden er det fri vandringsvei nær uten fall ca. 8 km opp til Skiensfallene/Klosterfoss (fall 5 m, middelvannføring Klosterfoss 307 m³/s, slukeevne Klosterfoss kraftverk 240 m³/s; <https://akershusenergi.no/kraftverk/klosterfoss/>). Her må anadrome arter vandre opp en ca. 20 m lang Denil fisketrapp i Klosterfoss. Trappa er stri, og det er derfor bare laks og sjøørret som kan vandre opp denne trappa (digital teller og video siden 2018). Det er bygget en ny rørgate (2020) for nedvandring av ål og smolt. Alternativt kan fisk vandre opp den ca. 65 m lange kulpe-fisketrappa i Møllefoss som ble ombygget og nyåpnet i 2018. Trappa er lett å vandre opp, og alle aktuelle anadrome arter (laks, sjøørret, pukcellaks, ål, niøye) er registrert i trappa (digital teller og video) (Fig. 6).

Oppstrøms Skiensfallene (Fig. 7, øverst) kommer anadrom fisk opp i ferskvann i Hjellevannet. Herfra kan fisk følge hovedløpet Farelva ca. 4,5 km opp til Skotfoss (Fig. 6, nedbørfelt 10 300 km², middelvannføring 294 m³/s, fall 10 m, slukeevne Skotfoss kraftverk 280 m³/s) (<https://akershusenergi.no/kraftverk/skotfoss/>). Dersom anadrom fisk vandrer opp fisketrappa i Skotfoss (Fig. 7, nederst; kulpetrapp med vertikale spalter, 20 kulper, ca. 55 m lang), har de videre fri vandringsvei gjennom Norsjø (Fig. 6; 55,12 km², 15.3 moh, midlere dyp 87 m) og får tilgang til de langt større rekrutteringsområdene i øvre deler (Fig. 6). I tillegg til flere små bekker og vassdrag og den korte strekningen i Eidselva (1 km, middelvannføring 107 m³/s), kan anadrom fisk vandre gjennom Norsjø og opp i større elver som Bøelva (omtrent 18 km anadrom strekning og middelvannføring på 23,5 m³/s), Sauarelva (6,5 km, ca. 140 m³/s), Tinnelva (1,6 km, 110 m³/s) og Heddøla (18 km, 24 m³/s). Til sammen utgjør dette mer enn 44 km med anadrom strekning ovenfor Skotfoss. Alternativt kan fisk som kommer opp Skiensfallene vandre opp i det mindre sidevassdraget Falkumelva (nedbørfelt 305 km², middelvannføring ca. 8 m³/s, <https://nevina.nve.no/>). Ved Fossum, ca. 5 km oppstrøms fra Hjellevannet (Fig. 6), deler Falkumelva seg i to tilløpselver. Videre oppvandring i det østlige løpet, Hoppestadelva, er stengt etter ca. 200 m av en kraftverksdam. Det vestlige løpet, Bliva (nedbørfelt ca. 83,5 km², middelvannføring ca. 1,2 m³/s) har derimot fri vandringsvei ca. 11 km, opp til Svartufs-fallet oppstrøms Røye vannet (Fig. 6).



Figur 6. Anadrom strekning og oppvandringsveier for fisk i Telemarksvassdraget (Schwert 2020). Ved Skien må all oppvandrende fisk passere Skiensfallene via fisketrapper i Klosterfoss og Møllefoss opp til Hjellevannet. Fra Hjellevannet kan anadrom fisk vandre videre i hovedløpet Farelva opp til Skotfoss, eller alternativt vandre opp i sidevassdraget Falkumelva/Bliva. Innsett: oversikt over Telemarksvassdraget (Akershus-Energi-AS 2018).



Figur 7. Øverst: Skiensfallene med Klosterfoss og Eidet kraftverk og fisketrapper i Klosterfoss og Møllefoss hvor fisk kan vandre opp fra brakkvann i Bryggevatnet og opp i Hjellevannet. Nederst: Skotfoss kraftverk og fisketrapp. De to nedre innløpene ved undervann Skotfoss kraftverk er ikke i bruk i dag.

4. Metoder og materiale

Fangst og merking

Vill, oppvandrende laks og sjøørret ble fanget ved å stenge øverste kammer i fisketrappen i Klosterfoss 1-2 dager før merking. Før merking ble fisken fanget med håv og overført til et oppholdskar (4x4x1 m) med sirkulerende vann (Fig. 8). Tilgang på fisk til merking var nødvendigvis bestemt av det naturlige innsiget, men innenfor denne rammen ble det gjort et utvalg av fisk til merking, bestemt av prosjektets ulike målsettinger. I 2019 og 2020 var hovedmålet å klarlegge overordnet oppvandringsmønster og identifisere mulige flaskehalser for oppvandring. Derfor ble et representativt utvalg laks og sjøørret merket i tre omganger – hhv. tidlig (juli), midt i (august), og sent (september) i sesongen (Tab. 1, Vedlegg 3) for å dekke oppvandringsmønsteret gjennom hele sesongen. I 2021 var målsettingen spisset mot å undersøke oppvandringsatferd og -suksess i laksetrappa i Skotfoss. Derfor ble all fisk merket så tidlig som mulig i sesongen, og merking startet så snart et større innsig kom i juni/juli (Tab. 1). Det ble merket 62 laks og 38 sjøørret i 2019, 85 laks og 5 sjøørret i 2020, og 75 laks i 2021 (Tab. 1, se Vedlegg 3 for detaljer).

Tabell 1. Laks og sjøørret merket ved Klosterfoss sesongene 2019-2021.

År	Dato	Art	Antall	Midlere lengde ($\pm$ SD, cm)
2019	05.07-10.09	Laks	62	63,7 $\pm$ 11,2
		Sjøørret	38	39,7 $\pm$ 6,9
2020	04.07-27.08	Laks	85	70,1 $\pm$ 12,4
		Sjøørret	5	42,0 $\pm$ 5,3
2021	24.06-15.07	Laks	81	72,5 $\pm$ 9,9

Fisk for merking ble håvet (åpning 1x1 m, gumminett) fra oppholdskaret og overført til et bedøvingskar (50-100 mg/L benzocain) inntil indikasjon på tilstrekkelig bedøvelse (tap av balanse; 1:50 – 5:00 min.). Det ble tatt foto, skjellprøver og DNA prøver av fisken under bedøvelse rett før merking, samt målt lengde og bestemt kjønn.

Fisken ble plassert med buken opp i et V-formet trau forsynt med en slange med rennende bedøvelsesvann over fiskens hode og gjeller (Fig. 8). Med en skalpell ble det gjort et 15-20 mm langt snitt inn bukhulen i bakkant av brystfinnene. En radiosender (F1910C, 7,5 g i luft, lengde 36 mm, antatt levetid batteri ca. 254 dager, Advanced Telemetry Systems, ATS, USA) ble satt inn, og antennen ledet ut gjennom et lite hull i bakkant av venstre side, laget med en kanyle. Snittet ble deretter lukket med to eller tre sting og silketråd. Radiosenderne sendte signal på frekvensene 142.242 - 142.442 Mhz. Etter merking ble all fisk overført til et oppvåkingskar, inntil indikasjon på gjenvunnet full balanse (0:40 -4:30 min.), før gjenutsetting i Hjellevann rett ovenfor kraftverksdammen.

Metode: radiotelemetry 2019-2021

Fangst i Klosterfoss,



Automatisk peiling:
Klosterfoss-Skotfoss



ut til merking



Manuell peiling:
Skotfoss og hele anadrom strekning



merking



tilbakesetting

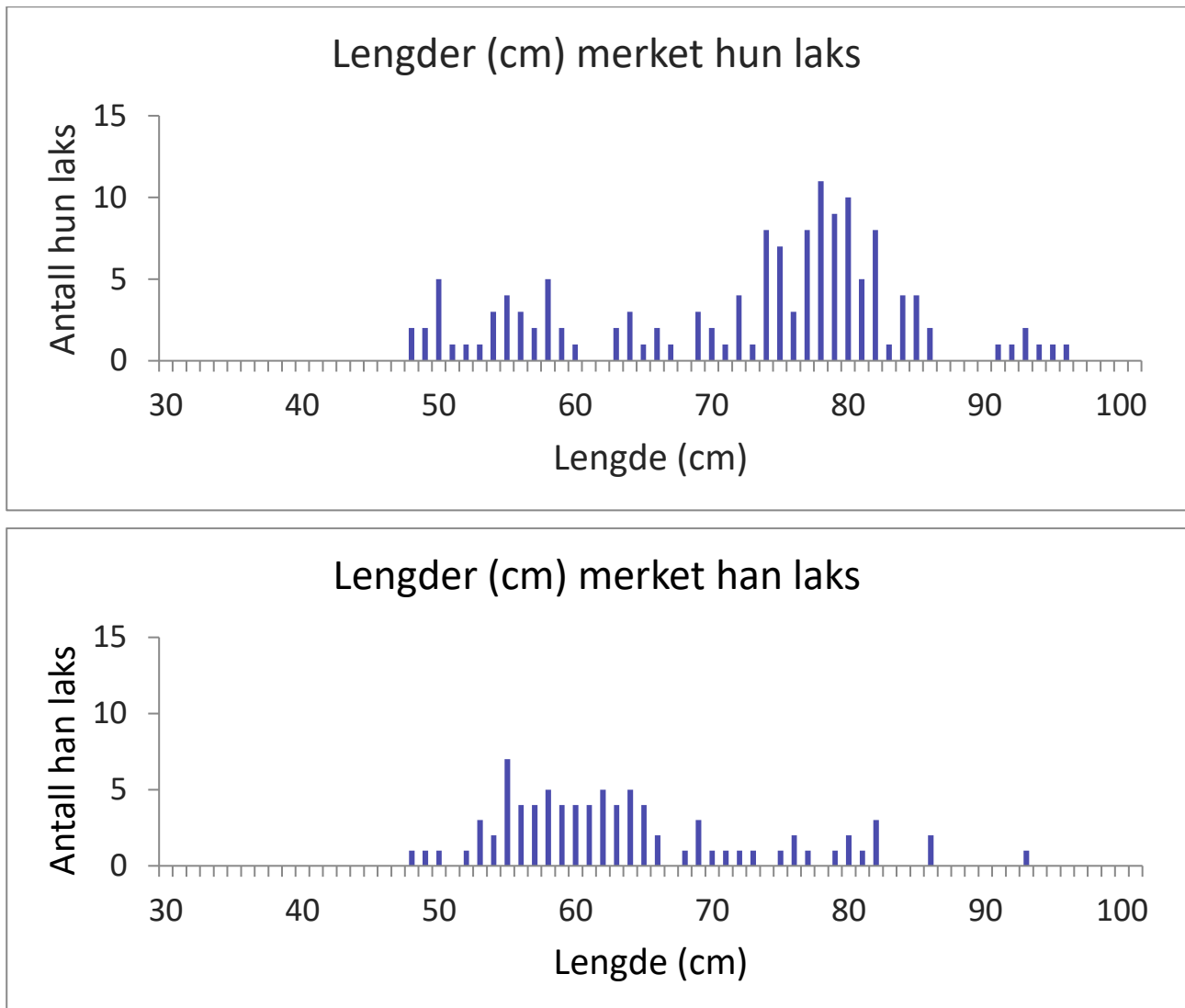


Fisk merket:

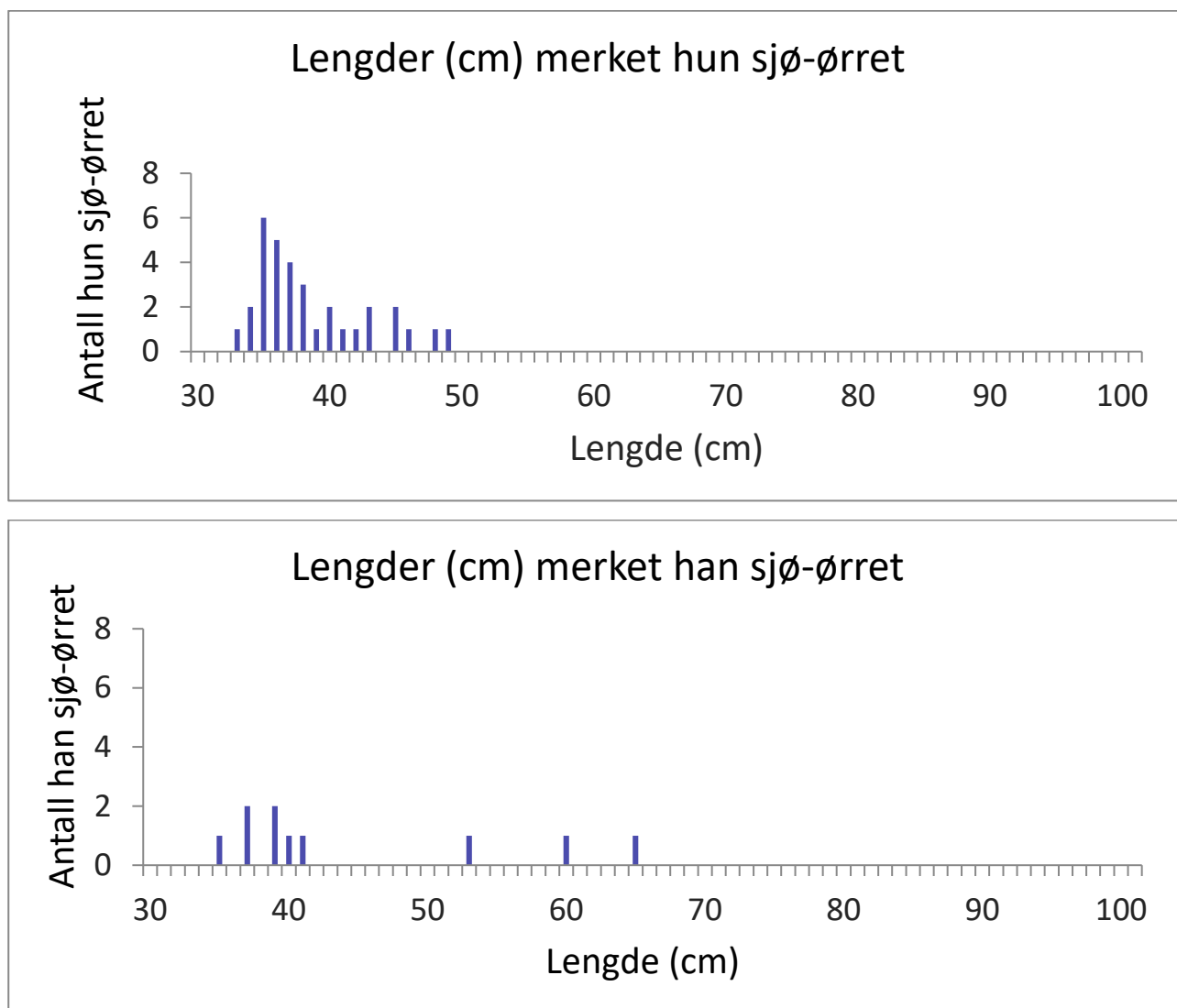
2019: 62 laks + 38 sjøørret
2020: 85 laks + 5 sjøørret
2021: 75 laks

Figur 8. Oversikt over metoder. Fisk ble fanget øverst i fisketrappa i Klosterfoss, merket på stedet, og gjenutsatt oppstrøms dammen. Hele anadrome strekning (inkl. nedstrøms Klosterfoss) ble radiopeilet manuelt hver 2-4 dag. Det var automatiske loggestasjoner ved utløp av Falkumelva (2019-2020), ved Skotfoss (2019-2021) og ved utløpet av Bøelva og Sauarelva i Norsjø

Mens det var liten forskjell i lengde på merket fisk i årene 2020 og 2021, var merket laks noe mindre i 2019 (Tabell 3, Vedlegg 3). Hunnfisk var gjennomgående større enn hannfisk. Gjennomsnittslengder for merket fisk samlet over de tre undersøkelsesårene 2019-2021 var for hunn laks 72,4 cm ($\pm$ SD 11,8, min. 48, maks. 96, n = 139), for hann laks 63,6 cm ($\pm$ SD 9,6, min. 48, maks. 93, n = 83) (Fig. 9) og for sjøørret 2019 og 2020 hhv. 38,6 cm ($\pm$ SD 4,3, min. 33, maks. 49, n = 33) og 44,1 cm ($\pm$ SD 9,9, min. 35, maks. 65, n = 12) (Fig. 10).



Figur 9. Lengdefordeling for radiomerket hun og hann laks 2019-2021 fra fisketrappa i Klosterfoss.



Figur 10. Lengdefordeling for radiomerket hunn og hann sjøørret 2019-2020 fra fisketrappa i Klosterfoss.

Peiling og registrering av radiomerket fisk

Peilinger ble gjennomført med en kombinasjon av manuelle søk (hver 2-4 dag) og fire stasjonære dataloggestasjoner som automatisk registrerte når radiomerket fisk oppholdt seg i nærheten gjennom hele prosjektperioden (modell ATS R4500C). I 2019 ble det etablert en stasjonær loggestasjon ved innløpet til Falkumelva i Hjellevannet (Båthavna; Fig. 11, 12) og en litt oppstrøms i Falkumelva (Slippen; Fig. 11, 12) for å registrere all fisk som vandret opp i Falkumelva/Bliva. Ved Skotfoss var en stasjonær stasjon plassert ved kraftverksutløpet ved Skotfoss kraftstasjon for å registrere fisk som oppholdt seg i hovedvannstrømmen på antatt leting etter en oppvandringsmulighet (Fig. 11). Den siste stasjonære loggestasjonen var plassert ved inngangen til laksetrappa (Fig. 11) for å undersøke a) hvor mange fisk som oppholdt seg i nærheten av og eventuelt fant inngangen til trappa, b) hvor mange fisk som søkte inn i trappa, og c) eventuelt hvor mange som faktisk vandret hele trappa opp til Norsjø. I 2020 ble det samme oppsettet brukt, men supplert med to loggestasjoner for å få mer detaljerte data på oppvandring i fisketrappa ved Skotfoss. I 2021 ble

de to loggerne nært utløpet av Falkumelva flyttet oppstrøms til Bøelva og Sauarelva sine innløp i Norsjø (hhv. Gvarv småbåthavn og Akkerhaugen). I alle tre årene var de stasjonære loggerne i drift fra første uke av juni og ut året. De stasjonære loggerne kunne fange opp signaler på iallfall inntil ca. 1 km avstand.

Manuell peiling posisjonerte fisk vha. triangulering (krysspeiling) og signalstyrke, og hadde en nøyaktighet på 25-400 m, avhengig av størrelse på elv og lokal topografi, signalstyrke og støy. Individ og posisjon ble omgående lagt direkte inn i en kartbasert mobilapplikasjon (Laksesporing, v. Stein-Inge Polland, <https://braathe.no/>). Manuell peiling ble gjennomført ved systematisk skanning av vassdraget ved bruk av bil og en dipol antenne med magnetfeste (142 MHz, Laird Technologies, Missouri, USA), eller til fots med en håndholdt 4-element Yagi antenne (142 MHz, Laird Technologies, Missouri, USA) koblet til en mottaker (ATS R4500C). Hele anadrome strekning oppstrøms Skotfoss ble i 2019 systematisk peilet annenhver dag, fra 21. juli til 18. desember, og i 2020 og 2021 med fire dagers intervall fra hhv. 06. juli og 26. juni til midten av desember.

Høsten 2019 ble det i tillegg gjort mer intensive peilinger i gyteperioden for å undersøke eventuelle døgnvariasjoner i bevegelser (Omland 2020; Schwert 2020). I perioden 19. oktober til 18. november, den antatt mest intensive gyteperioden, ble et artsbalansert utvalg individer (9 laks og 9 sjørørret) peilet fire ganger om dagen, hver sjette dag. Fisken ble så langt mulig posisjonert med en nøyaktighet på minst 50 m. Ettersom noen av de utvalgte laksene beveget seg ut av området, ble disse erstattet, slik at i alt 13 forskjellige lakseindivider ble peilet. Fire skift ble kategorisert som morgen (kl. 6-12), ettermiddag (kl. 12-18), kveld (kl. 18-24) og natt (kl. 24-6), hvor målet var å kvantifisere hvor mye tid fisken oppholdt seg i tilknytning til tidligere kjente gyteområder i Farelva (Grøtsund og Vadrette, (Heggenes & Dokk 1995)) og Falkumelva/Bliva (Vedlegg 2) (for detaljer se Omland 2020; Schwert 2020). De utvalgte individene i Farelva hadde oppholdt seg nær tunnelutløpet ved Skotfoss og/eller nær laksetrappa. De utvalgte individene i Falkumelva/Bliva hadde oppholdt seg nær to kjente gytesteder (Fossum og Løvenskiold; Vedlegg 2).

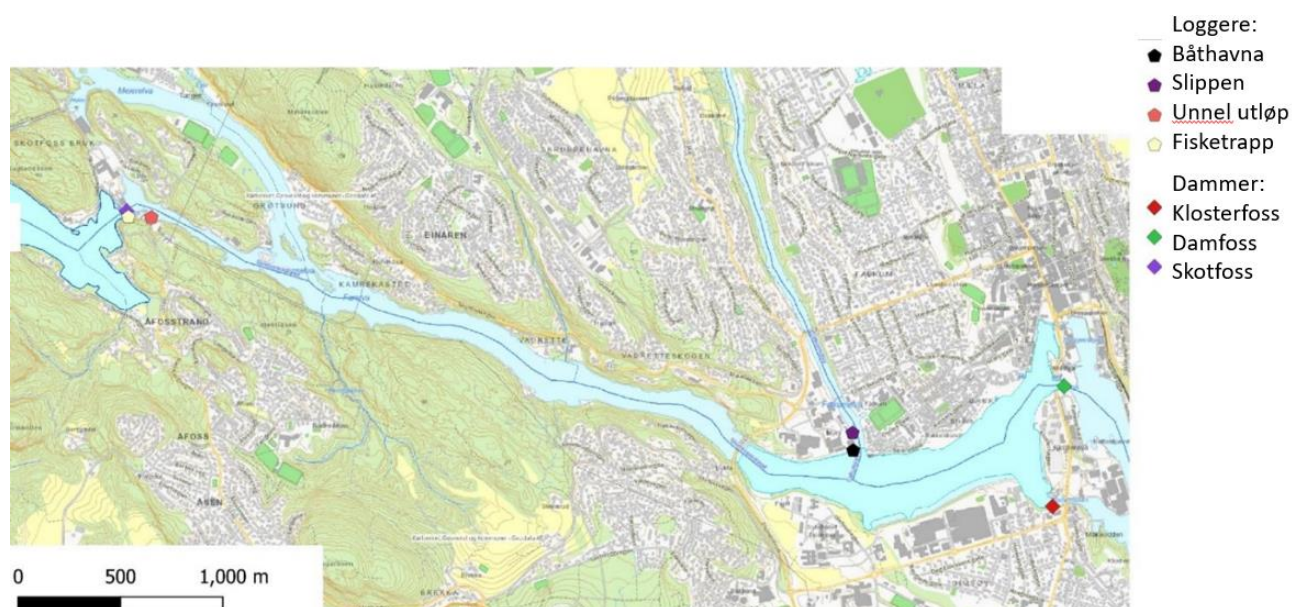
For å undersøke mulig døgnvariasjon i bevegelser, ble en periode med intensiv peiling av laks i Sauarelva omkring gytetiden (1 oktober – 30 november) gjennomført i 2021 med samme metodikk som beskrevet over. I Sauarelva ble det imidlertid brukt båt ved alle peilinger, slik at nøyaktighet var betydelig større, estimert til ca. 10 m eller bedre. I alt 6 forskjellige lakseindivider ble intensivt peilet.

Alle de merkede fiskenes vandringslengde ble målt som avstand oppstrøms fra elvemunningen langs vassdragets midtlinje. Midtlinjen ble hentet ut fra databasen NVE Elvenett (<https://gis3.nve.no/link/>). Avstandsberegningene ble gjort i programvaren Google Earth Pro (<https://www.google.com/intl/no/earth/versions/>) eller ArcMap 10.8.1. Alle data ble ordnet og sortert i Excel og klargjort for statistiske analyser. Alle statistiske tester ble gjort i R v.3.6.3 (R Core Team 2020).

Miljødata og telling av oppvandrende fisk

Fisketrappene i Klosterfoss og Skotfoss har nå begge Vaki Riverwatcher fisketellere og videokamera (<https://vakiiceland.is/counters/>) som har gitt verdifulle tilleggsdata (<https://grenland-sportsfiskere.no/laks-og-sj%C3%B8%C3%B8rret.php>) (<http://www.riverwatcherdaily.is/Migration>). Før dette ble tellinger i laksetrappene gjennomført manuelt av Grenland Sportsfiskere (siden 1983). Akershus Energi AS har sørget for data på vannføring i Skotfoss og Klosterfoss gjennom hele prosjektperioden, i tillegg til offentlige vannføringsdata fra Farelva (nedenfor). Vanntemperatur er hentet fra Akershus Energi AS, Riverwatcher (over) og fra NVE Sildre sin målestasjon i Farelva nedenfor Skotfoss (<https://sildre.nve.no/Station/16.497.0>).

I 2020 ble det forsøksvis kjørt med halvert vannføring i to-døgns perioder i fisketrappen i Skotfoss i oppvandringssesongen (fire perioder i juli, tre perioder i august) for å undersøke om det hadde effekt på oppvandring i trappa.



Figur 11. Kart over nedre del av Telemarksvassdraget fra Skotfoss til Klosterfoss/Skiensfallene som viser kraftverksdammer og stasjonære loggestasjoner i 2019.

(<https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>).



Figur 12. Antenner og datalogger utplassert ved utløpet til Falkumelva. Denne tok inn signaler fra fisk nedstrøms mot Hjellevannet og oppover mot Farelva, i tillegg til å dekke nedre del av Falkumelva.

5. Resultater og kommentarer

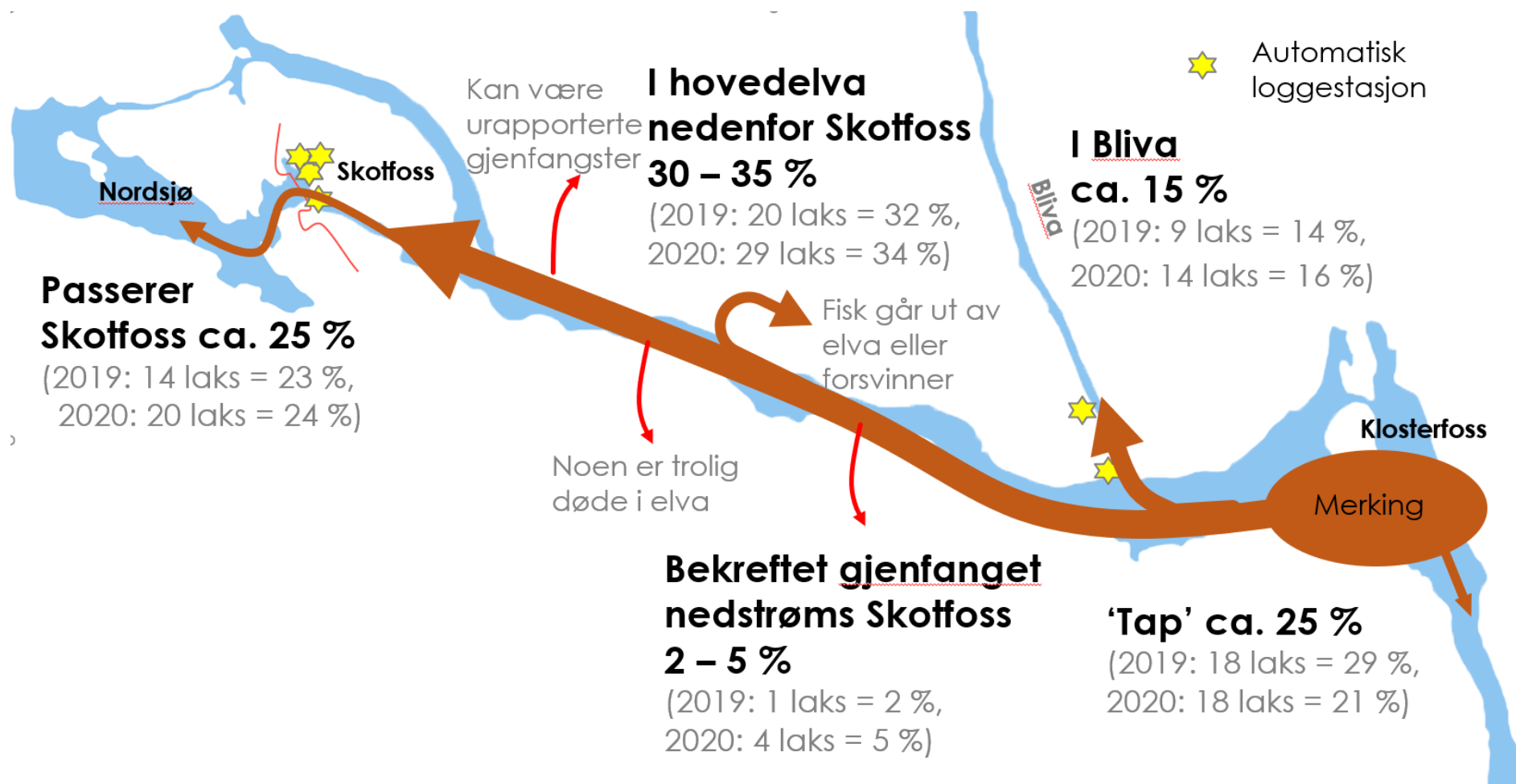
Undersøkelsene i 2019 og 2020 ble gjort etter samme metodikk for å gi et bedre grunnlag for sammenligning av resultatene over tid. Imidlertid viste resultatene i 2019 at sjøørret hadde sin hovedutbredelse i nedre del av vassdraget, mens laks vandret i større grad opp hele den tilgjengelige anadrome delen av vassdraget. Siden ett av hovedformålene med undersøkelsen var å se på oppvandring forbi Skotfoss, ble det i 2020 derfor lagt større vekt på merking av laks, hhv. 85 laks og fem sjøørret, mot 62 laks og 38 sjøørret i 2019.

5.1. Vandring og fordeling 2019-2020

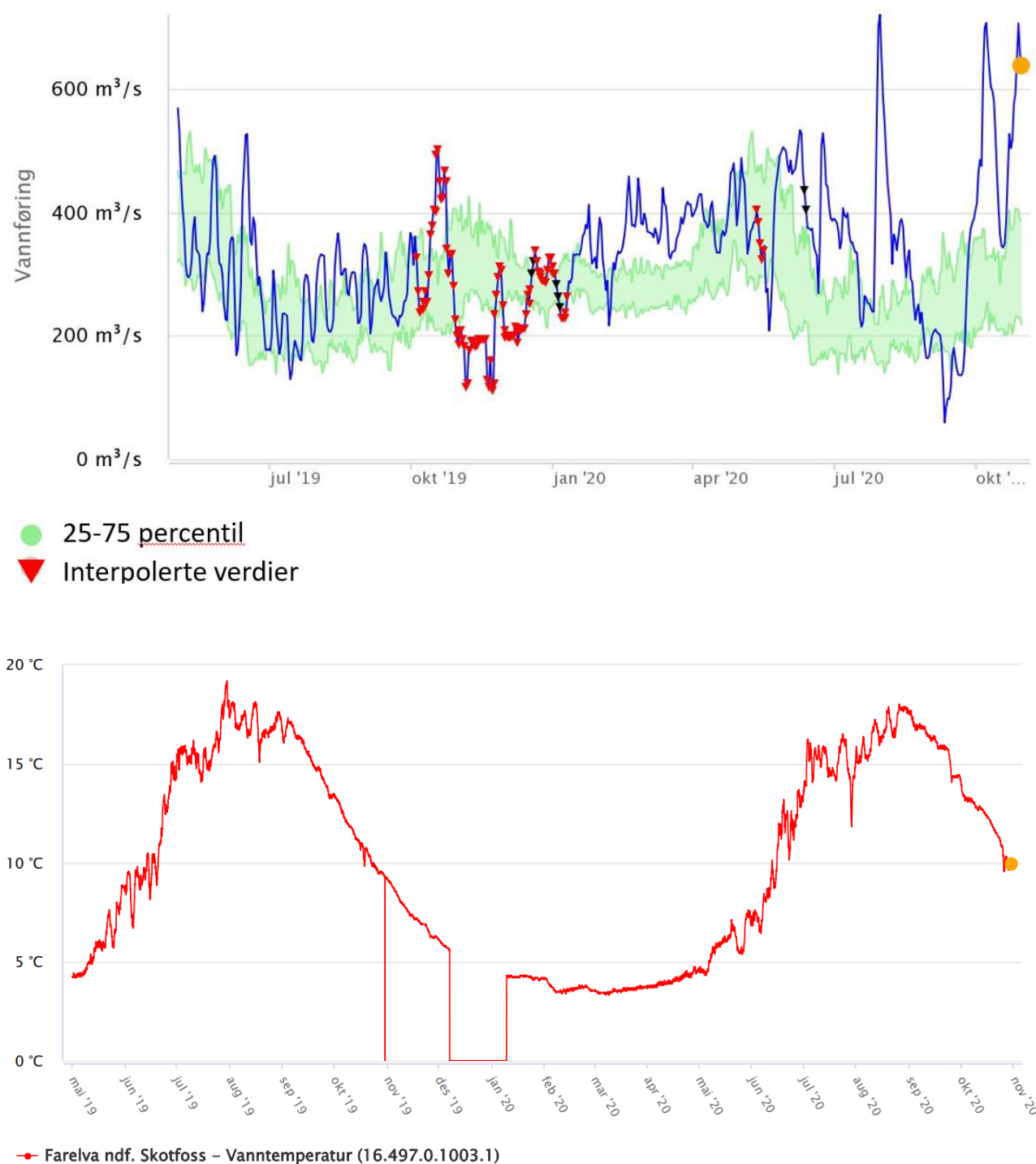
Laks

For laks viste undersøkelsene i 2019 og 2020 et ganske likt resultat mht. oppvandring og fordeling (Fig. 13), selv om vannføringsforholdene var ganske ulike mellom årene med betydelig mer vann og særlig et par større flommer i oppvandringssesongen i 2020 (Fig. 14). Vanntemperaturene var derimot ganske like i 2019 og 2020 (Fig. 14). Vi har data for to direkte sammenlignbare år (etter sesongen 2020 ble laksetrapp ombygd og oppvandringen endret, se nedenfor). Fordeling av laks i årene 2019 og 2020 viser posisjon for all merket og peilet laks nær gytetiden (Fig. 13).

Både i 2019 og 2020 ble hoveddelen av laksen som kom opp Klosterfoss og ble radiomerket, stående i Farelva (32 og 34 %). Gitt at fordelingen av radiomerket laks er representativ for all fisk som vandrer opp Klosterfoss, så er det at så mange laks blir stående i Farelva et vesentlig tap for bestanden. Det er begrensede gyteområder i Farelva (Vedlegg 4) som kan dekkes av et fåtall gytefisk. Og selv om det er store oppholdsområder lenger ut i elva, er det begrensede strandnære oppvekstområder for mindre ungfisk pga. strandsoner som i stor grad er dominert av fjell, særlig opp mot Skotfoss. Det synes derfor å være langt flere gytefisk her enn nødvendig for å dekke behovet for antall egg. Det er imidlertid så langt vi kjenner til, ennå ikke gjennomført noen systematisk kartlegging av mulige oppvekstområder på denne elvestrekningen.



Figur 13. Fordeling av radiomerket laks fra merkested Klosterfoss og opp til Skotfoss 2019-2020.



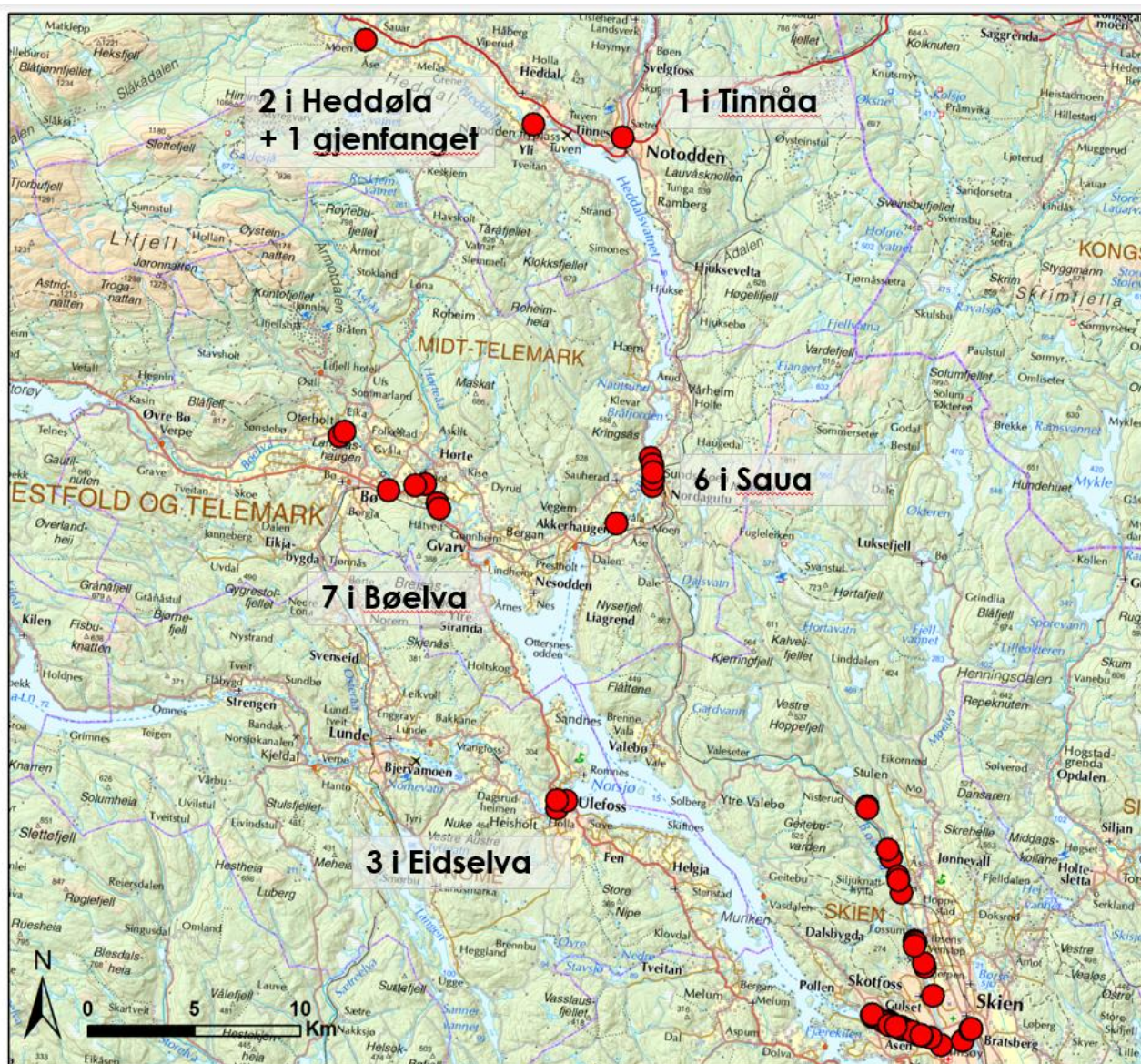
Figur 14. Vannføringer og temperaturer i Farelva ved Skotfoss fra 1 mai 2019 - 30 oktober 2020 (<https://sildre.nve.no/Station/16.497.0>).

En annen vesentlig andel av radiomerket laks, 29 % i 2019 og 21 % i 2020, gytt sannsynligvis ikke i Skiensvassdraget. Disse er angitt med samlebetegnelsen 'tap' i Fig. 13. Dette 'tapet' har flere årsaker. Etter merking vandret en del av disse ned Klosterfoss till brakkvann hvor radiosignaler ikke kan registreres. Noen av disse har sannsynligvis vært feilvandrerne som har vandret ut av vassdraget etter merking. Telemetriundersøkelser i Otra, Orkla og Nidelva (i Trondheim) viste at 8-29 % av

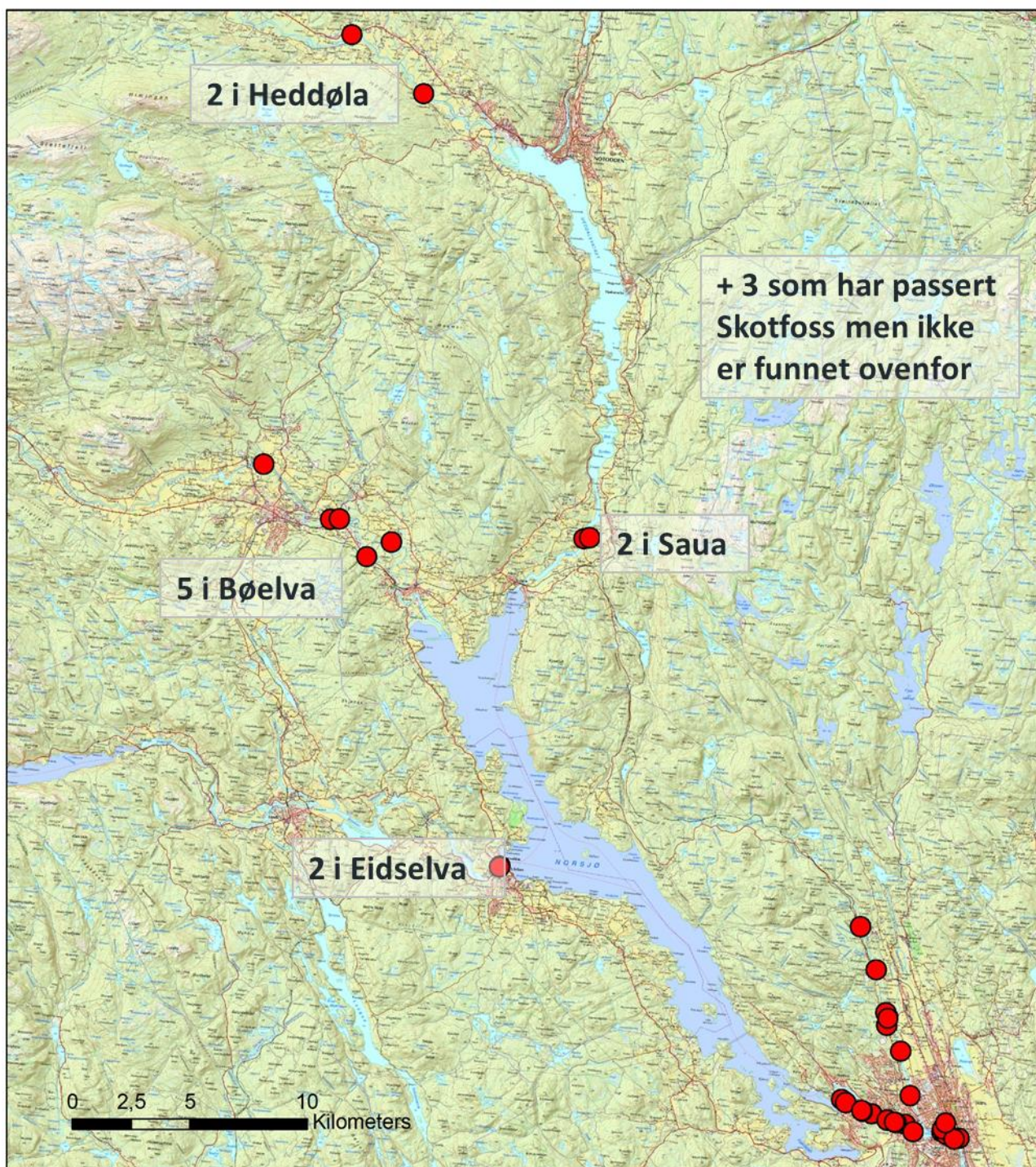
oppvandrende laks gikk ut av elvene før gytingen (Havn *et al.* 2015) (T. B Havn og E. M. Ulvan pers. med.). En høy andel av disse ble senere gjenfunnet i andre elver og bekker i samme fjordsystem. Den observerte utvandringen er trolig normal for flere elver og kan tyde på at en del laks feilvandrer før de finner elven de skal gyte. Samtidig med våre undersøkelser i Telemarksvassdraget, pågår det også radiomerking av laks i Numedalslågen. Vi har i våre undersøkelser registrert en håndfull laks oppvandret i Telemarksvassdraget, men som opprinnelig er merket i Numedalslågen. Av radiomerket laks som ikke ble gjenfunnet senere (mot gytetid) i Skiensvassdraget, ble også noen dokumentert gjenfanget og avlivet av sportsfiskere (2 og 5 % i hhv. 2019 og 2020). Denne andelen er sannsynligvis underrapportert. Noen laks kan ha dødd eller mistet radiosenderen i elva. For noen kan radiosenderne ha sviktet, men det forekommer relativt sjelden.

En mindre, men svært viktig andel av radiomerket laks på ca. 15 %, vandret opp i sidevassdraget Falkumelva/Bliva hvor de trolig gyttet. Selv om vassdraget er lite med en relativt kort anadrom strekning (Fig. 6), er det produktivt med relativt høye tettheter av ungfisk (Hvidsten 2010). Produksjonspotensialet kan være utnyttet med det antall gytere som vandrer opp i elva per i dag, men dette bør undersøkes nærmere (nye ungfiskundersøkelser, beregne bestandsmål). I det lange tidsrommet med oppvandringsproblemer i Skotfoss og ingen eller liten lakserekruttering i øvre del av vassdraget oppstrøms Norsjø, har dette systemet hatt en nøkkelrolle i å opprettholde laksebestanden i vassdraget.

Omtrent en fjerdedel av all radiomerket laks (23 og 24 % i 2019 og 2020), vandret videre opp fisketrappa i Skotfoss og til de øvre anadrome strekningene i vassdraget. Manuell radiopeiling viste at disse fordelte seg på alle større innløpselver til Norsjø, helt opp til de naturlige vandringshindre i hovedtilløpselvene Bøelva (Oterholtfoss) og Heddøla (Omnesfoss) (Fig. 15 a, b). Mer detaljert dokumentasjon om vandringslengder og -mønster oppstrøms Skotfoss finnes i Omland (2020), Schwert (2020), og Agerbo (2022). I tillegg til hovedvassdragene, er det en rekke mindre elver og større bekker i øvre del av vassdraget. Eventuell oppvandring og gyting i disse er av kapasitetsgrunner ikke undersøkt systematisk ennå. Men uavhengige undersøkelser viser at disse kan være rekrutteringsområder for laks, f.eks. Åsdalsåa som munner ut i Sauarelva (Fig. 15) (Schartum og Heggenes 2022).



Figur 15 a. Laks som vandrer opp fisketrappa i Skotfoss fordeler seg og utnytter alle større innløpselver til Norsjø i øvre del av vassdraget. I 2020 vandret 19 radiomerkede laks opp Skotfoss. Disse laksene fordelte seg med 7 individer i Bøelva, 6 i Sauarelva, 3 i Heddøla, 1 i Tinnåa og 3 i Eidselva. Figuren viser posisjonene til laks nær gytetid.



Figur 15 b. Laks som vandrer opp fisketrappa i Skotfoss fordeler seg og utnytter alle alle større innløpselver til Norsjø i øvre del av vassdraget. I 2019 vandret 14 radiomerkede laks opp Skotfoss. Disse laksene fordelte seg med 5 individer i Bøelva, 2 i Sauarelva, 2 i Heddøla og 2 i Eidselva. Tre laks som passerte Skotfoss ble ikke gjenfunnet ovenfor. Figuren viser posisjonene til laks nær gytetid.

Sjøørret

Sjøørret hadde gjennomgående kortere vandringer enn laks, og benyttet i større grad de nedre deler av vassdraget, selv om det var stor individuell variasjon i totale vandringsslengder. Av fisk som oppholdt seg i vassdraget i gyteperioden i 2019 (15. oktober), ble laks peilet fra 8,5 til 80,3 km

(gjennomsnitt $20,7 \pm 16,3$ SD km, $n=45$) i avstand oppstrøms fra elvemunningen, mens avstanden for sjøørret var fra 9,6-51 km (gjennomsnitt $16,5 \pm 7,6$ km $n=28$). I 2019, som var året med flest merkede sjøørret (38 individer, i 2020: 5 individer), vandret 14 (37 %) opp i Falkumelva/Bliva og ble peilet i nærheten av påviste gyteområder i gyteperioden (Vedlegg 4). En litt lavere andel, 11 sjøørreter (29 %), vandret opp i hovedelva nedstrøms Skotfoss (Farelva), og forble der enten på eller i nærheten av påviste gyteområder under gyteperioden (Fig. 12). Ytterligere fire sjøørreter (11 %) ble peilet i Hjellevannet i gytetiden. Fire sjøørreter (11 %) ble ikke peilet i vassdraget under eller i god tid før gyteperioden, etter at de senest ble peilet i området rundt Klosterfoss. De må derfor antas å ha forlatt/forsvunnet fra elva før gytetiden. En sjøørret ble rapportert gjenfanget og avlivet i sportsfisket. En sjøørret ble av ukjent grunn ikke peilet etter merking.

Selv om 14 sjøørret ble peilet ved Skotfoss og i nærheten av fisketrappa, var det bare tre (8 %) som vandret opp fisketrappa og passerte Skotfoss, dvs. en vesentlig lavere andel enn for laks (Fig. 13). To av disse sjøørretene ble ikke senere registrert ved peilinger. Det kan skyldes at de forble i selve Norsjø slik at signalene ble for svake, og/eller at de vandret opp i mindre sidebekker for å gyte. Imidlertid viste én sjøørret (3 %) en svært interessant og betydningsfull atferd. Den ble registrert ved peiling i elvene ovenfor Skotfoss, nærmere bestemt i Sauarelva, hvor den vandret opp i sideløpet Åsdalsåa for å gyte. Dette dokumenterer at også sjøørret kan vandre langt opp i den anadrome delen av vassdraget. Slike vandringar vil kunne binde sammen bestandene i de forskjellige elvene. Dette kan forklare den relativt beskjedne genetiske variasjonen som er funnet for ørret på de anadrome strekningene (Heggenes & Wollebaek 2020). Det kan selvsagt også være at det i tillegg er betydelig vandring av innsjø/elve-ørret i systemet. Dette er ikke undersøkt.

Atferd i gytetiden

Intensiv peiling gjennom gyteperioden 2019 (19. oktober til 18. november), viste relativt liten forskjell i vandringsaktivitet over døgnet for laks. De undersøkte laksene forflyttet seg i gjennomsnitt 91,5 meter ($\pm 148,5$ SD, variasjonsbredde 0-843) på morgenen (fra kl. 06:00 til 12:00), 88,3 meter ($\pm 133,9$ SD, variasjonsbredde 0-713) på ettermiddagen (12:00-18:00), 90,9 meter ($\pm 104,7$ SD, variasjonsbredde 0-419) på kvelden (18:00-00:00) og 114,3 ($\pm 226,7$, variasjonsbredde 0-679) meter på natten (00:00-06:00). Dette var annerledes for sjøørreten som beveget seg mer på kvelden og mindre på natten. De undersøkte sjøørretene hadde en gjennomsnittlig forflytning på 80,1 meter ($\pm 100,2$ SD, variasjonsbredde 0-403) om morgenen, 91,6 meter ($\pm 136,4$ SD, variasjonsbredde 0-669) på ettermiddagen, 352,9 meter ($\pm 1272,7$ SD, variasjonsbredde 0-7590) på kvelden, 52,9 meter ($\pm 102,3$ SD, variasjonsbredde 0-442) på natten. Den store individuelle variasjonen og relativt få individer gjorde likevel at det ikke ble funnet noen signifikant forskjell i forflytning mellom de ulike periodene for sjøørret (Kruskal Wallis test, $H = 5,56$, $p = 0,14$), og som forventet ikke for laks ($H = 1,69$, $p = 0,64$). Det var heller ingen signifikant forskjell mellom artene i total vandringslengde over døgnet (Wilcoxon rank sum tests, $p > 0,44$). Mer detaljert dokumentasjon om vandringslengder og -mønster finnes i Omland (2020) og Schwert (2020).

Sjøørret er gjennomgående av mindre størrelse enn laks i vassdraget. Det var ingen signifikante forskjeller i kroppslengde hos fisk som oppholdt seg i de forskjellige delvassdragene (elver oppstrøms Skotfoss, Falkumelva, Farelva) i gyteperioden i 2019, verken for laks (Kruskal Wallis test, $H = 2,32$, $p = 0,31$ $n=45$) eller for sjøørret ($H = 5,22$, $p = 0,07$, $n=28$). Med andre ord ser det ikke ut til at det var en seleksjon for spesifikk kroppslengde innenfor undersøkelsesområdet

5.2. Oppvandring i fisketrapp Skotfoss 2019-2020

Av all laks som ble merket, passerte 23 og 24 % trappa i Skotfoss og gikk inn i Norsjø i hhv. 2019 og 2020. For sjøørret var tilsvarende tall 8 % i 2019. Imidlertid var det en ulik andel av fisken som ble merket som vandret helt opp til Skotfoss i de to årene, med 58 % (36 av 62) i 2019 og 87 % (74 av 85) i 2020 (Tab. 2). Av sjøørret ankom 53 % (20 av 38) Skotfoss i 2019. Median oppvandringstid fra merking ved Klosterfoss til ankomst Skotfoss for laks var 5,9 døgn i 2020 (Fig. 16; min. 6 timer, maks. 82 døgn) og 2,1 døgn i 2019 (min. 4 timer, maks. 67 døgn). Det var ulike andeler med fisk som kan betegnes som oppvandringssuksessfulle og som forsøkte å passere Skotfoss i de to årene. Derfor gir det et mer korrekt bilde av oppvandringssuksessen forbi fisketrappa å sammenligne hvor mange av de som faktisk ankom Skotfoss som klarte å passere fisketrappa, i motsetning til å sammenligne hvor mange av all laks som ble merket som klarte å passere.

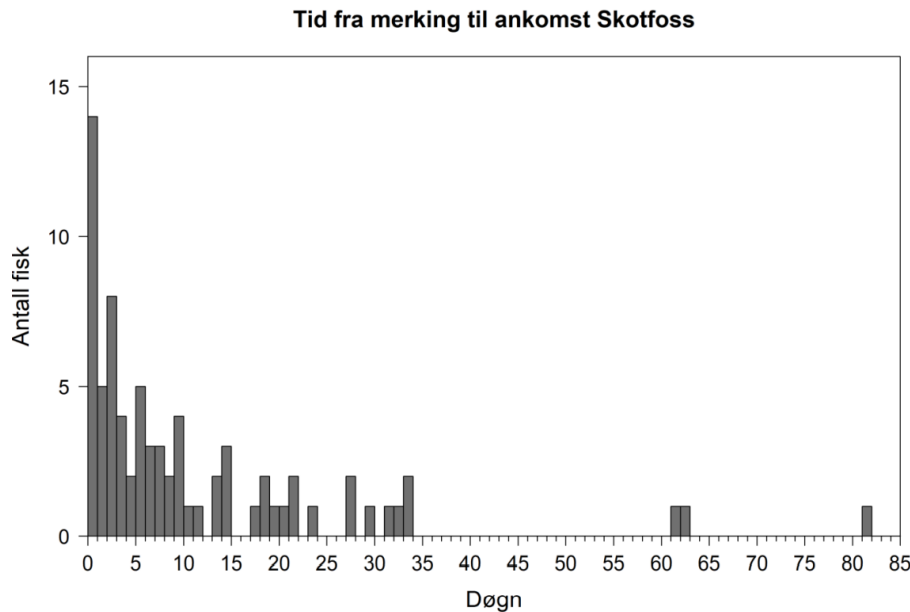
Av laks som ankom Skotfoss klarte 39 % (14 av 36) å passere fisketrappa i 2019 og 27 % (20 av 74) i 2020 (Tab. 2). En lavere andel sjøørret passerte trappa, bare 3 av 20 (15 %) som ankom Skotfoss i 2019. Den ene sjøørreten som ble merket i 2020 og ankom Skotfoss, forsøkte ikke å gå opp fisketrappa.

Det var altså en begrenset oppvandringssuksess, til tross for at mesteparten av laksen som kom til Skotfoss «fant» (ble registrert i nærheten av) inngangen til fisketrappa (100 % i 2019 og 88 % i 2020, Tab. 2). De fleste (2020: 65 %; 2019: 73 %) ble registrert ved fisketrappa innen ett døgn etter ankomsten på Skotfoss (2020: median 7,7 timer; 2019: median 4,5 timer). I 2019 forsøkte også de aller fleste laksene som ankom Skotfoss å gå inn i selve trappa (92 %), mens en lavere andel gjorde dette i 2020 (37 %, Tab. 2). De fleste forsøkene endte i enten den første eller den andre kulpen i fisketrappa, før laksen snudde og gikk tilbake.

I 2019 gjorde laks median 10 forsøk (min. 1, maks. 65) på å passere trappa før de enten ga opp eller lyktes. De 14 laksene som faktisk passerte trappa brukte mange forsøk (median 23, min. 3, maks. 65) og lang tid fra de ankom trappa til de passerte den (median 19 døgn, min. 1, maks. 60).

Tabell 2. Andel merket fisk i 2019 og 2020 som ankom Skotfoss, og andel av de som ankom Skotfoss som 'fant' inngangen til fisketrappa, forsøkte å passere, og som greide å passere.

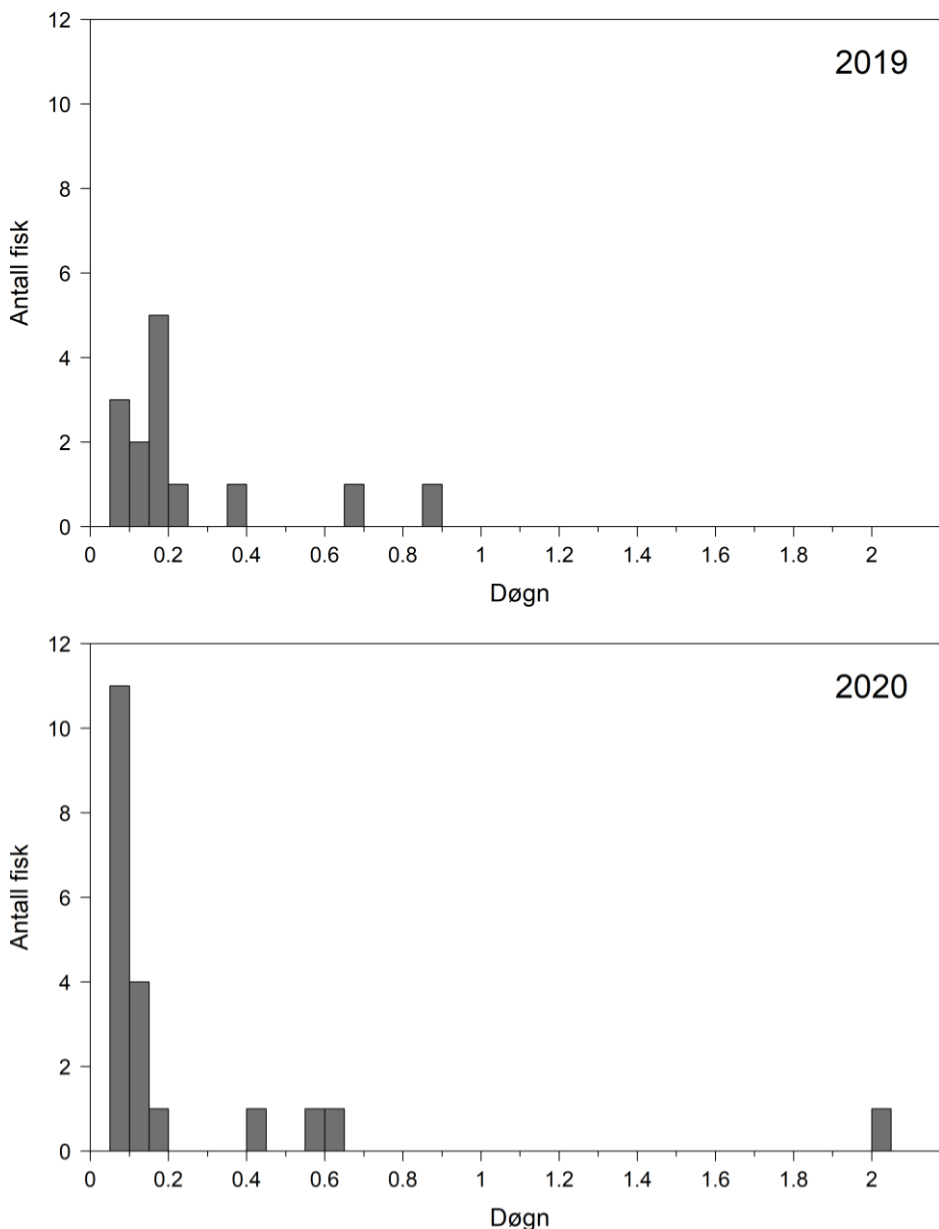
	2019 sjø-ørret	2019 laks % (antall/totalt merket)	2020 laks % (antall/totalt merket)
Ankom Skotfoss	53 % (20/38)	58 % (36/62)	87 % (74/85)
'Fant' fisketrappa	80 % (16/20)	100 % (36/36)	88 % (65/74)
Gikk inn i fisketrappa	65 % (13/20)	92 % (33/36)	37 % (28/74)
Passerte fisketrappa	15 % (3/20)	39 % (14/36)	27 % (20/74)



Figur 16. Oppvandringstid for merket laks fra Klosterfoss til undervann Skotfoss kraftstasjon i 2020.

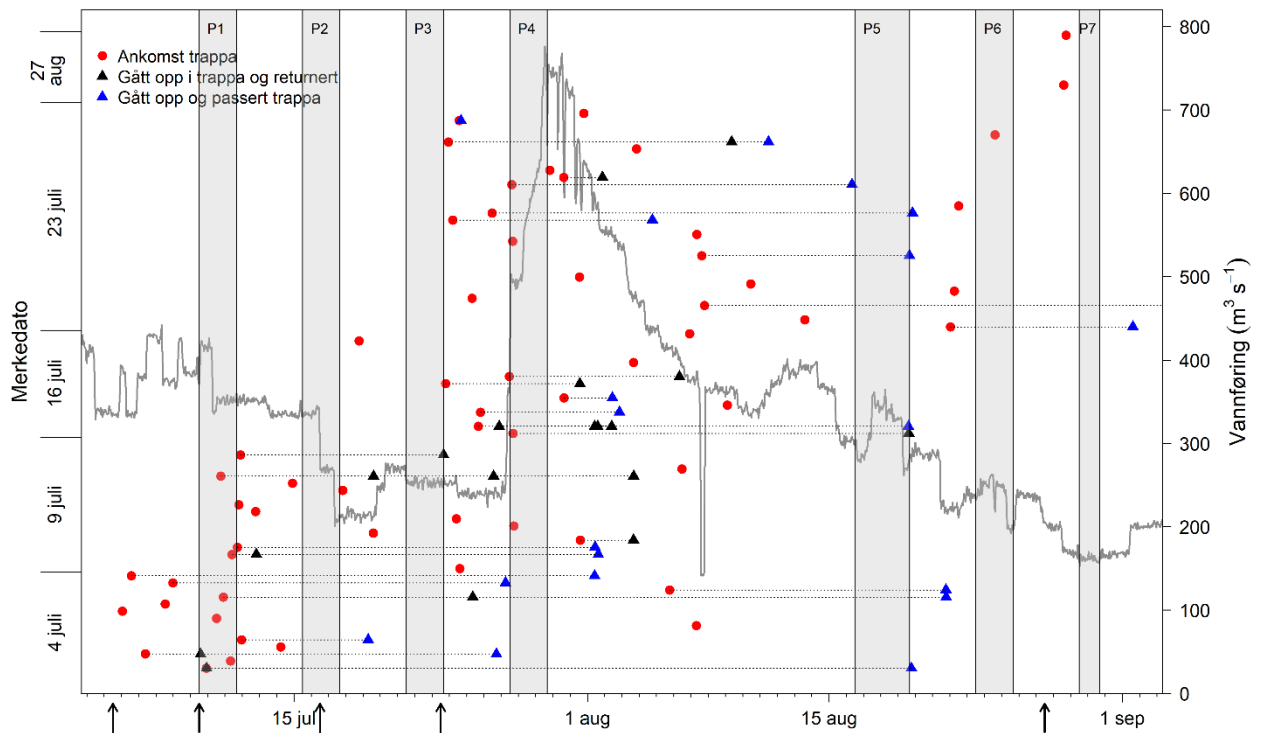
Selve passeringen gikk imidlertid raskt, på median 3 timer og 52 minutter (Fig. 17). Laks som ikke lyktes med å passere, gjorde færre forsøk (median 5, min. 1, maks. 65), men brukte lengre tid i området rundt trappa enn laks som klarte å passere (median 30 døgn, min. 19, maks. 68). Laks som passerte i 2020 ($n = 20$) brukte omtrent like lang tid som passerende laks i 2019 fra de ankom fisketrappa til de hadde passert (median 19,6 døgn, min. 5 timer, maks. 56 døgn), men kortere tid fra de gikk inn i fisketrappa for siste gang til de gikk ut i Norsjø (median 2 timer og 20 minutter, Fig. 17).

To av de tre sjøørretene som passerte trappa i 2019 gjorde det på første forsøk, mens den siste måtte forsøke seks ganger før den lyktes. Tidsbruk fra de ankom trappa til passering var median 8 døgn (min. 4, maks. 10). De 13 sjøørretene som prøvde å passere trappa uten å lykkes, prøvde median 5 ganger (min. 1, maks. 24) og brukte median 6 døgn fra ankomst til siste forsøk i trappa (min. 27 min., maks. 75).



Figur 17. Tidsbruk for laks på passering av fisketrappa i Skotfoss i 2019 ($n = 14$, øverst) og 2020 ($n = 20$, nederst). Figurene viser kun tidsbruk på selve passeringene, og ikke tid fra ankomst til trappa til de passerte.

Perioder med redusert vannføring i 2020 i fisketrappa ved Skotfoss resulterte i null oppgang av radiomerket fisk, og det var få forsøk på å gå opp i trappa (Fig. 18), men muligens noe økt oppvandring av umerka fisk i forbindelse med selve vannføringsendringen (jfr. periode 5 i Fig. 18). Konsekvensene av slik redusert vannføring i fisketrappa er imidlertid vanskelige å vurdere, ettersom resultatene også i stor grad var preget av naturlige vannførings- og temperaturendringer og ulike mengder av oppvandrende fisk i området nedenfor trappa over tid. Derimot virket det som nedbør og en naturlig vannføringsøkning og -reduksjon i begynnelsen av august førte til flere vellykkede oppvandringforsøk i trappa (Fig. 18).

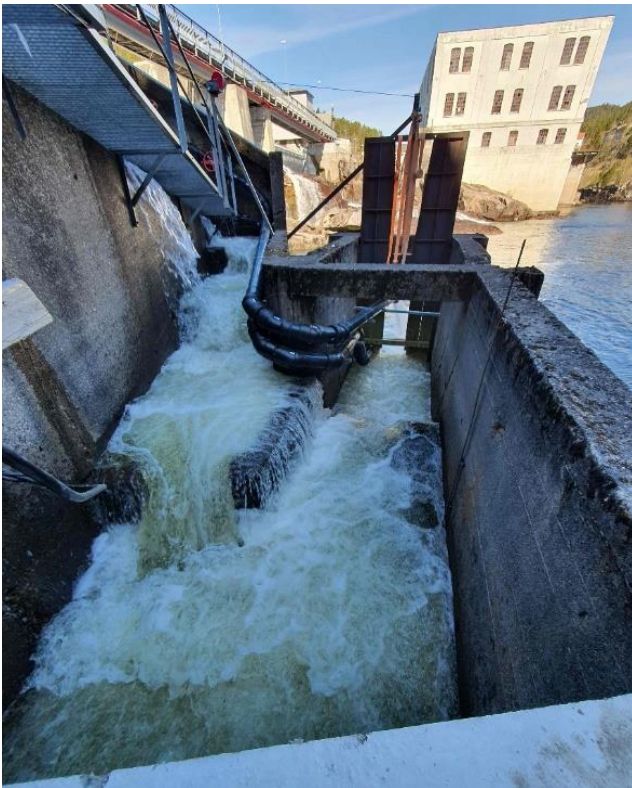


Figur 18. Oppgang av fisk i fisketrapp Skotfoss i 2020 sammenholdt med perioder med redusert vannføring i fisketrappa (grå søyler) og vannføring i Farelva. Stiplet linje viser tidsbruk mellom ankomst til trappa (rødt punkt) til fisken har gått opp i trappa og returnert (svart trekant) eller til den har gått opp og passert trappa (blå trekant). Piler på x-aksen viser merketidspunkt for grupper med fisk.

Resultatene viste derfor at funksjonaliteten til fisketrappen i Skotfoss var begrenset, og at de to nederste kulpene synes å være en flaksehals for oppvandring. Disse to kulpene ble derfor ombygd våren 2021, og merkeforsøket i 2021 ble spisset mot å undersøke effekten av dette.

5.3. Ombygging og oppvandring i fisketrapp Skotfoss 2021

Direkte observasjoner indikerte at de to nederste kulpene i trappa i Skotfoss var særlig strie og grunne, og derfor sannsynligvis de kulpene fisk ville møte størst vandringsmotstand i form av høye vannhastigheter. Det ble derfor gjort systematiske hydrauliske beregninger (Stranzl 2020). Disse viste at de to nederste kulpene var grunnere (hhv. 0,7 og 1,05 m) enn de andre kulpene i trappa og hadde til dels svært høy energitetthet, særlig i første kulp (955 W/m^3) (fullt åpen inntaksluke, vannføring ca. $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$) (Fig. 19). Dette er betydelig over anbefalt standard (Fjeldstad, Pulg & Forseth 2018). På bakgrunn av dette og radiotelemetriundersøkelsene som viste at de to kulpene hindret oppvandring, og fisketrappa ble derfor ombygd våren 2021.

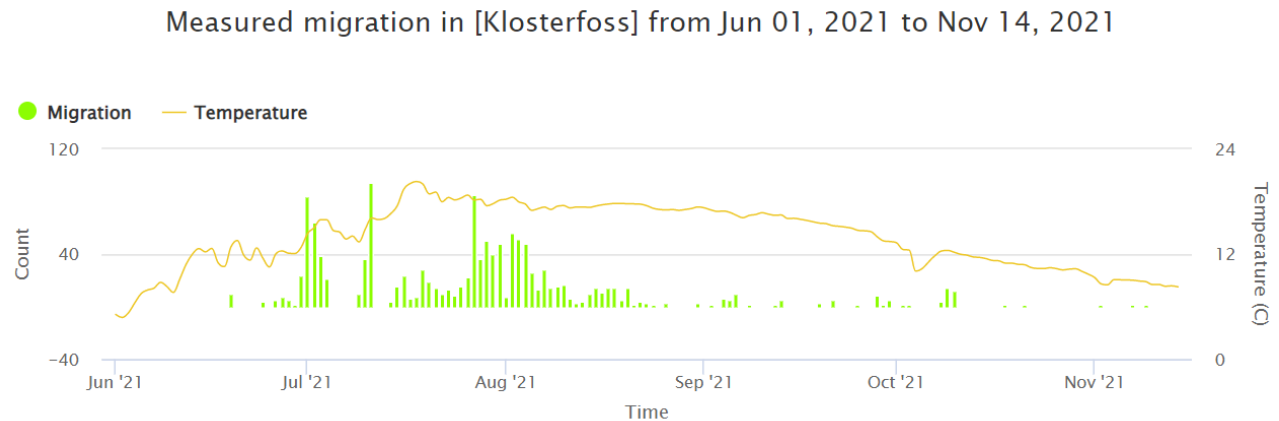


Figur 19. Fisketrapp i Skotfoss (øverst) (foto Stranzl 2020), med særlig høy energitetthet i de to første kulpene (nederst).

For å senke energitettheten i de to nederste kulpene, ble spaltene gjort permanent smalere (5 cm på hver side) og tersklenes sidevanger 5 cm høyere (Fig. 20). For å redusere vannføringen i den nederste del av trappa ble det laget to uavhengige omløpsrør (diam. 160 mm, kapasitet på 45 l/s hver) som tok ut vann fra kulp 11 og 17. Vannet fra omløpsrørene ble brukt som lokkevann ved inngangen til trappa ved å la det ene røret løpe ut litt over vannflaten og det andre ca. 1 m over vannflaten for å lage lokkevann'støy' (Fig. 20). Dette ga sammen med den manøvrerbare inntaksluken øverst (Fig. 20), en fleksibel mulighet til å forsøksvis undersøke betydningen av ulike vannføringer i fisketrappa. Senere i oppvandringssesongen 2021 ble derfor fire kombinasjoner av ulike vannføringer kjørt systematisk i firedagers-perioder: hhv. inntaksluke full og halvt åpen, og omløpsrør fullt åpne eller stengt. For å få mest mulig data på oppvandring i fisketrappen ved Skotfoss i 2021, ble laks merket så tidlig som mulig i sesongen. Den 24. juni, 8. juli og 15. juli ble til sammen 75 laks radiomerket (Fig. 21, Vedlegg 3). Vannføringene i oppvandringsperioden i 2021 var ganske 'normale' og lik sesongen 2019 (Vedlegg 5).



Figur 20. Ved ombygging av fisketrappen i Skotfoss våren 2021, ble spalteåpningene i de to nederste kulpene gjort smalere og terskel litt høyere for å redusere energitettheten. Samtidig ble det lagt inn to omløpsrør som tok ut vann fra hhv. kulp 11 og 17 (venstre bilde, røde punkter) og dermed reduserte vannføringen i nedre del av trappa. Dette vannet ble ført til inngangen og brukt som lokkevann (høyre bilde).



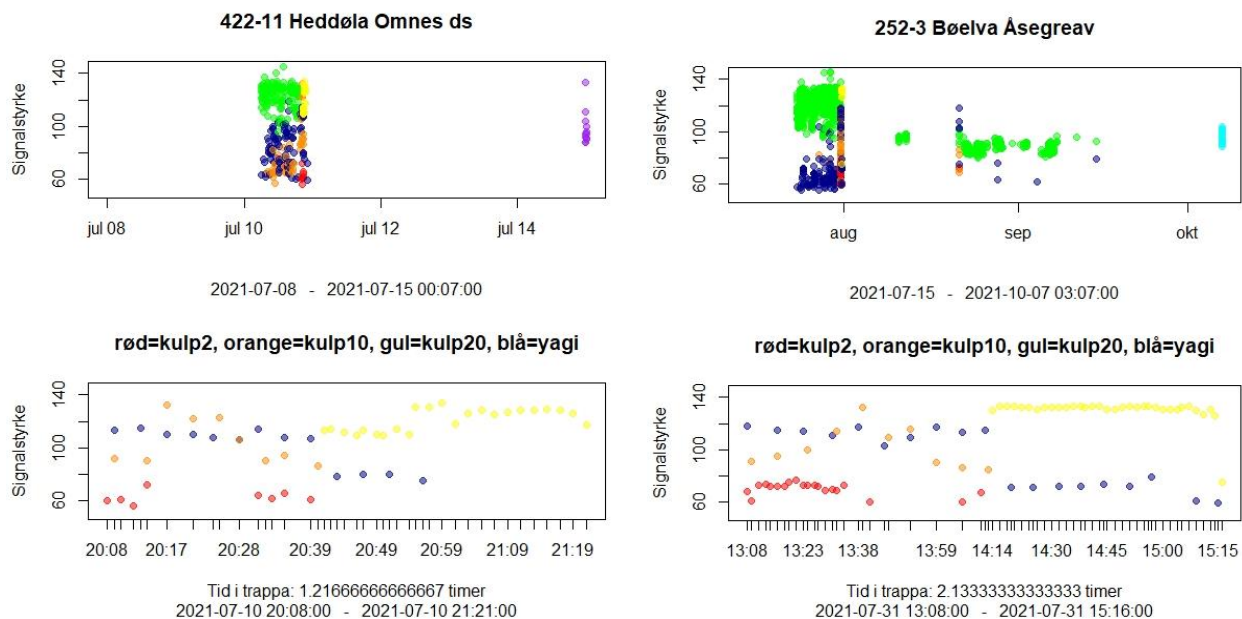
Figur 21. Oppvandring av laks i Klosterfoss 2021 begynte i månedsskiftet juni/juli og 75 laks ble radiomerket først i sesongen, fram til 15 juli. (<http://www.riverwatcherdaily.is/Migration>).

Resultatene viste en entydig klart forbedret oppvandring i fisketrappa i Skotfoss. Av radiomerket fisk som ankom Skotfoss (72 % av all radiomerket laks) passerte hele 83 % (45 laks) fisketrappa og vandret inn i Norsjø (Tab. 3). Dette er en over dobbelt så høy andel som i 2019 (39 %) og mer enn tre ganger så høyt som i 2020 (27 %, Tab. 3).

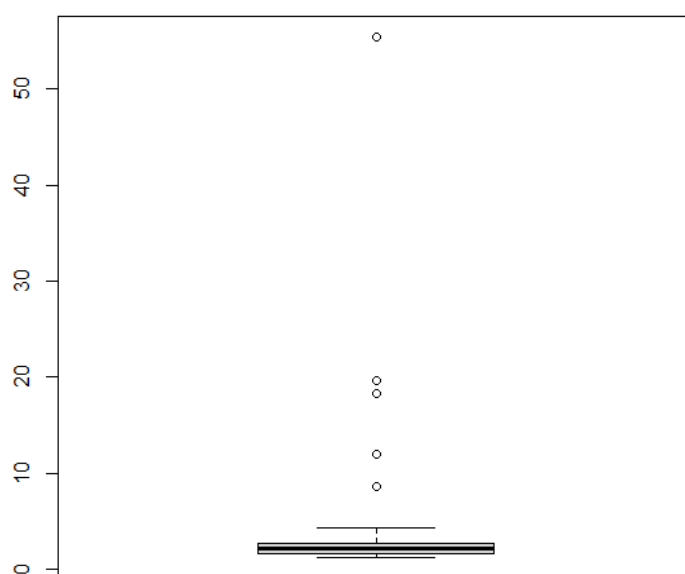
Som i tidligere år ble de fleste av laksene som vandret opp til Skotfoss registrert i nærheten av fisketrappa (100, 88 og 100 % i hhv. 2019, 2020 og 2021), dvs. 'fant' fisketrappa, og de fleste forsøkte også å gå inn i trappa i 2021 (85 %, Tab. 3). Den viktigste forbedringen i forhold til tidligere år var at nær alle radiomerkede laks som gikk inn i trappa, også kom seg forbi de nederste kulpene og gikk opp hele trappa til Norsjø, og det stort sett på første forsøk (ca. 90 %, 40 av 45 laks) og på kort tid (Fig. 22). Median oppvandringstid i 2021 var 2,1 timer og raskeste var 1,2 timer (Fig. 23). Bare fem individer brukte mer enn 5 timer. Forsøkene med ulike vannføringer i fisketrappa, viste at flest fisk gikk opp med full lukeåpning og åpne omløpsrør/fullt lokkevann (Fig. 24; Fisher's Exact test, $p < 0,001$).

Tabell 3. Andel merket laks 2019, 2020 og 2021 som ankom Skotfoss, 'fant' inngang til fisketrappa, forsøkte å passere, og som greide å passere.

	2019 % (antall/totalt merket)	2020 laks % (antall/totalt merket)	2021 laks % (antall/totalt merket)
Ankom Skotfoss	58 % (36/62)	87 % (74/85)	72 % (54/75)
'Fant' fisketrappa	100 % (36/36)	88 % (65/74)	100 % (54/54)
Gikk inn i fisketrappa	92 % (33/36)	37 % (28/74)	85 % (46/54)
Passerte fisketrappa	39 % (14/36)	27 % (20/74)	83 % (45/54)



Figur 22. To typiske eksempler på den raske oppvandringen i fisketrappa i Skotfoss 2021. X-akse angir tid (døgn øvre paneler, minutter nedre paneler) og Y-akse signalstyrke. Ulike farger angir signal oppfanget på ulike loggere. Laks 422-11 (venstre paneler) vandret opp til Heddøla: Omnesfossen. Den ankom Skotfoss på ettermiddagen 10. juli (automatiske peilinger er punktsverm venstre øverst), vandret raskt opp fisketrappa (1 t 10 min., venstre nederst), og 4 døgn gjennom Norsjø til den ble manuelt peilet i Heddøla formiddag 15. juli (venstre øverst). Laks 252-3 (høyre paneler) vandret opp til Bøelva: Åsegrav. Den ankom Skotfoss midt i august (høyre øverst, automatiske peilinger er venstre punktsverm), vandret raskt opp fisketrappa (høyre nederst, 2 t 10 min.), men brukte over 2 uker i Norsjø, før den ble manuelt peilet i Bøelva i månedsskiftet august/september (høyre øverst).

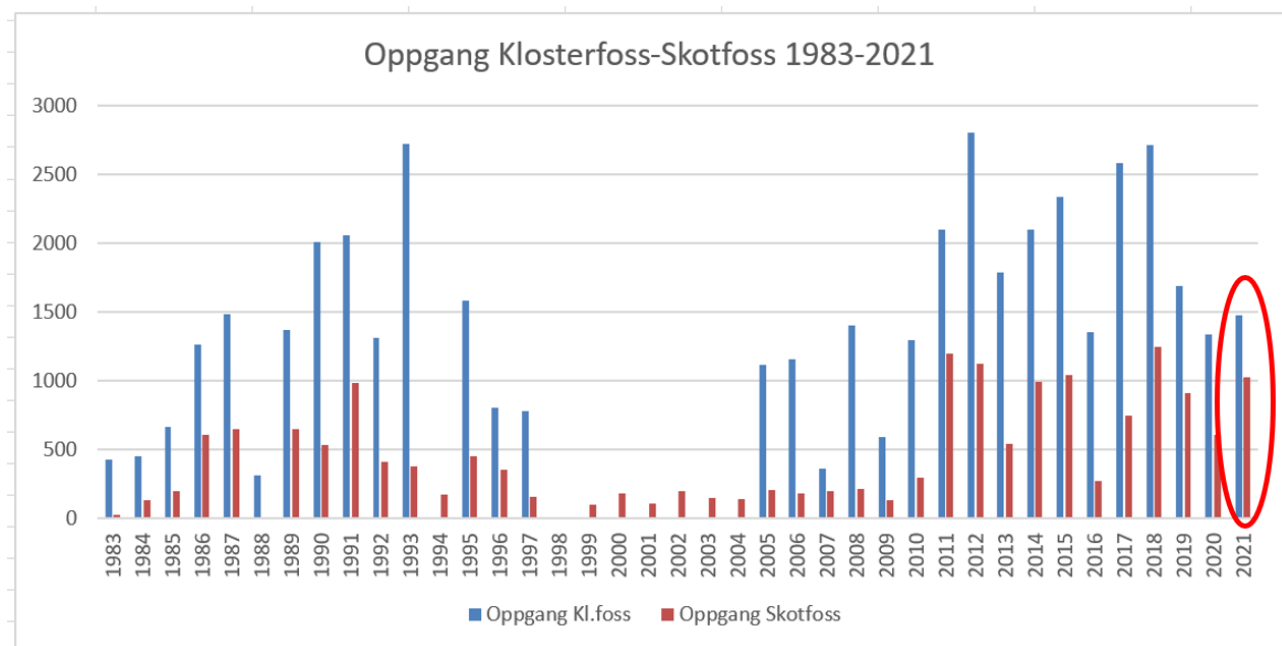


Figur 23. Oppvandringstid (timer) for 45 laks som vandret opp fisketrappa i Skotfoss i 2021.

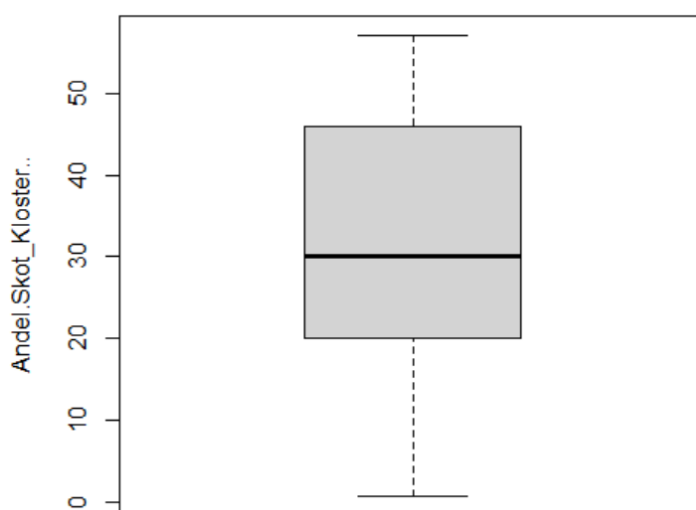


Figur 24. Flest fisk (laks = grønn, sjøørret = blå) vandret opp fisketrappa i Skotfoss i 2021 når inntaksluke var Fullt åpen (F) og begge omløpsrør var Åpne (A) dvs. med fullt lokkevann (= FA; FS = Fullt åpen inntaksluke, Stengte rør; HA = Halvåpen inntaksluke, Åpne rør; HS = Halv luke, Stengte rør). Figuren viser data for all fisk oppvandret i forsøksperioden 30.06-30.09.2021.

Ettersom oppvandringen synes særlig vellykket etter tiltakene gjennomført våren 2021 for å senke energitettheten i de to nederste kulpene i fisketrappa i Skotfoss (i praksis gjøre de dypere og litt mindre strie), er det også interessant å sammenligne året 2021 med oppvandringsdata fra tellinger i laksetrappene fra tidligere år. Dersom alle kjente telle-data for oppvandring både i Klosterfoss og Skotfoss legges til grunn, dvs. 38 år med data (1983-2021), har andelen fisk som også gikk opp Skotfoss aldri vært så høy som i 2021, ca. 70 % (Fig. 25). For alle år til og med 2020, var median andel som også vandret opp Skotfoss ca. 30 %, og maksimal andel ca. 55 % (Fig. 26). Oppvandringen i 2021 var derfor helt eksepsjonelt god, en statistisk 'uteligger' (Fig. 27). Av all radiomerket laks gikk 60 % opp fisketrappa i Skotfoss i 2021, mot 23 og 24 % i hhv. 2019 og 2020. Årsaken til at andelen av totalt antall radiomerket laks som passerte Skotfoss i 2021 var noe lavere enn resultatene fra tellinger i trappene det året (60 % mot 70 %), kan blant annet være tilfeldigheter forårsaket av en lavere utvalgsstørrelse (75 radiomerket laks mot nesten 1500 laks telt i Klosterfoss), merketidspunkt og/eller merkeeffekter.

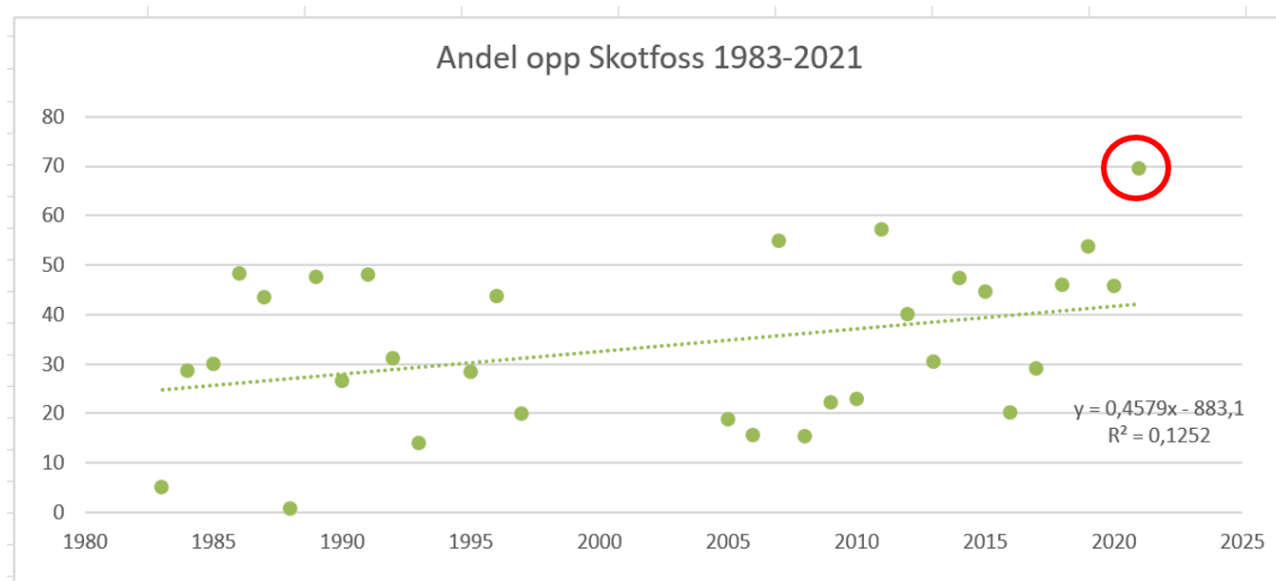


Figur 25. Fisketellinger i fisketrappene i hhv. Klosterfoss og Skotfoss siden 1983. Andelen fisk som kom opp Klosterfoss som også gikk opp Skotfoss var ca. 70 % i 2021. Det er mer enn registrert i noe tidligere år.



Figur 26. Andel fisk (%) vandret opp Klosterfoss som også har vandret opp Skotfoss i perioden 1983-2020.

Vi har bare sett den betydelig forbedrede oppvandringseffekten av tiltakene i de to nederste kulpene i fisketrappa i Skotfoss, for én sesong, dvs. 2021. Det blir spennende å se om denne effekten holder seg. Det vil vi se når vi får noen flere sesonger med fisketellinger i fisketrappene i Klosterfoss og Skotfoss.



Figur 27. Dersom 2021 tas med i dataserien, viser oppgangen en signifikant positiv trend over tid. Men vi trenger flere år for å dokumentere en varig effekt av forbedringene i fisketrappa i Skotfoss.

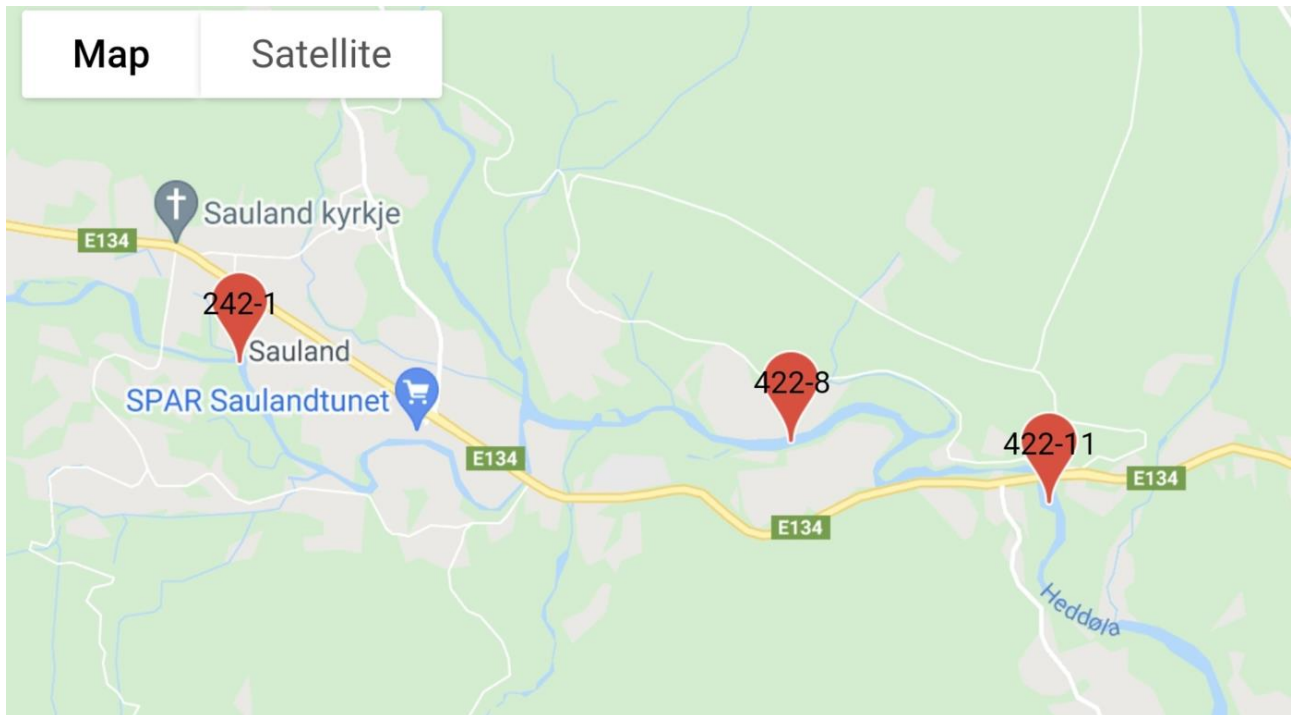
5.4. Vandring og fordeling av laks ovenfor Skotfoss i 2021

Den betydelige oppvandringen av laks i 2021 gjorde også at vi fikk svært mye bedre data på laksens bruk av anadrome strekninger i de øvre deler av vassdraget. Det er i de større innløpselvene til Norsjø - Bøelva, Sauarelva, Heddøla og Tinnelva - de store naturlige, rekrutteringsområdene for laksebestanden i Telemarksvassdraget ligger. Den korte strekningen i Eidselva opp til Ulefoss, samt mindre elver inn til Norsjø, bidrar også. Resultatene fra 2021 bekrefter de vi har sett i 2019 og 2020: laksen bruker alle de tilgjengelige elvestrekningene (Fig. 28).

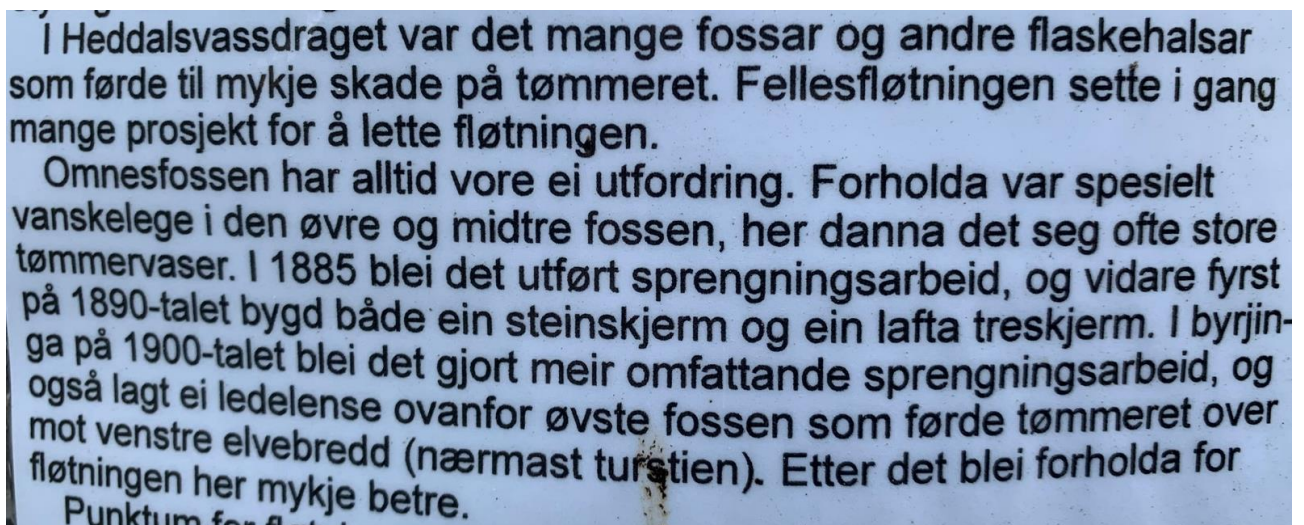


Figur 28. I 2021 ble 43 laks peilet oppstrøms Skotfoss/Nørstjø. Disse laksene fordelte seg på hele anadrom strekning i øvre del av Telemarksvassdraget omkring gyttetiden, og viser dermed samme mønster som i 2019 og 2020.

Resultatene fra de manuelle peilingene på 43 laks i 2021, ga også en stor overraskelse. Vi dokumenterte at to laks også vandret opp Omnesfossen i Heddøla, dvs. over det som til nå har blitt definert som anadrom strekning (Fig. 29). Siden siste istid har laks naturlig kunnet vandre opp til Omnesfossen, men ikke forbi. Forklaringen synes være at i den hundreårs-perioden da laks helt forsvant fra øvre del av vassdraget (siden 1870-tallet), var det fremdeles mye aktiv tømmerfløting i vassdraget. Ved en tursti langs Omnesfossen fortelles deler av fossens historie, bl.a. om sprengningsarbeider omkring år 1900 som ble gjort for å lette fløtingen (Fig. 30). Dette har sannsynligvis muliggjort oppvandring for laks, en mulighet den nå delvis gjenoppbygde bestanden kan bruke. Dermed blir ytterligere 17-18 km elvestrekning iallfall opp til Hjartsjå, tilgjengelig for rekruttering. Ytterligere undersøkelser må til for å bestemme endelig vandringsstopp i vassdraget.



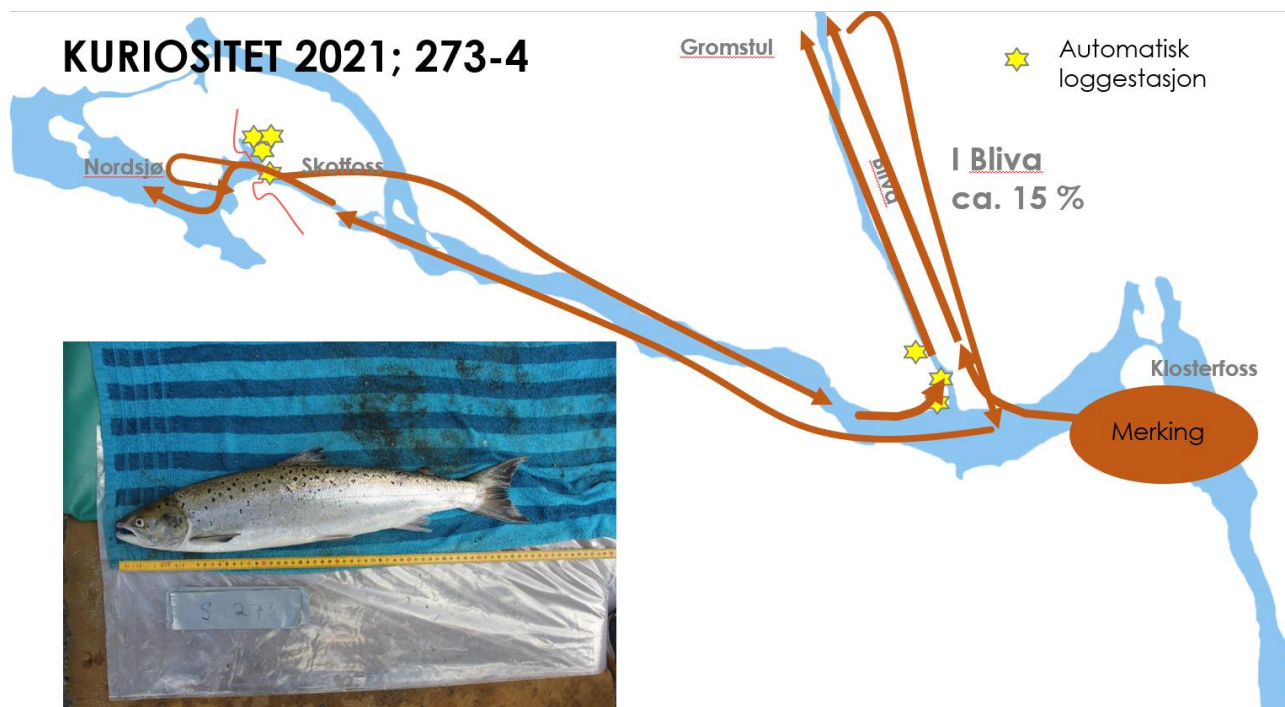
Figur 29. I 2021 vandret også to laks (242-1 og 422-8) opp og forbi Omnesfossen i Heddøla. Individ 422-11 stoppet i kulpen under Omnesfossen.



Figur 30. Informasjonsplakater langs kultursti ved Omnesfossen forteller historien, bl.a. om sprengningsarbeider som ble gjennomført rundt år 1900, en periode da det ikke fantes laks i Heddøla.

Dataene i denne rapporten fokuserer på hovedtrender i materialet samlet for fiskeoppvandring i Telemarksvassdraget i perioden 2019-2021. Det er fascinerende for oss som jobber med disse fiskene å se at de selvsagt ikke er roboter, men individer med sin egen atferd – som kan være en stor utfordring når slike undersøkelser som dette skal gjøres. Vi vil derfor gjerne til slutt vise den interessante vandringsatferden til hunnlaks 273-4 (merkenummer), på 78 cm, merket i 8. juli 2021 (Fig. 31). Hun vandret først opp i Falkumelva og Bliva (til Gromstul), men ombestemte seg og vandret

tilbake til Hjellevannet. Derfra fulgte hun hovedløpet Farelva opp til Skotfoss, og vandret opp fisketrappa til Norsjø. Etter en liten sving i Norsjø ombestemte hun seg igjen, vandret ned Skotfoss (sannsynligvis gjennom kraftstasjonen/turbinen), og tilbake til Hjellevannet og opp i Falkumelva og Bliva. Der har hun slått seg til ro og gytt i nærheten av Gromstul. Noen er mer kreative enn andre.



Figur 31. Det er viktig å huske at fisk er individer med mange individuelle variasjoner i vandringsatferd. Her en hunnlaks som absolutt valgte sine egne veier.

6. Konklusjoner

Gjennom alle tre år (og over relativt ulike vannføringsforhold) gikk ca. 15 % av laksen som ble radiomerket i sin ferd opp Klosterfoss, opp i Falkumelva/Bliva. Dette lille sidesystemet har sannsynligvis vært viktig for laksens overlevelse og kontinuitet i Telemarksvassdraget gjennom mange kritiske år med ingen eller liten rekruttering fra oppstrøms Skotfoss.

I de to første sesongene 2019-2020 viste undersøkelsene at en stor andel laks (hhv. 32 og 34 %) ble stående i elva mellom Klosterfoss og Skotfoss.

Av radiomerket laks som vandret opp til Skotfoss (58 og 87 % av all merket laks, 53 % av sjøørreten) klarte bare 39 og 27 % å passere laksetrappa og vandre inn i Norsjø i hhv. 2019 og 2020. Dette tilsvarer 23 og 24 % av all merket laks.

Detaljerte telemetridata viste at nær all radiomerket laks (88 og 100 %) og sjøørret (80 %) som ankom Skotfoss i de to første studieårene, oppholdt seg nær utløpet av fisketrappa, dvs. 'fant' inngangen (ca. 70 % innen et døgn). Over 90 % av denne laksen forsøkte å gå inn i trappa i 2019, mens under halvparten (37 %) gikk inn i trappa i 2020. De absolutt fleste forsøkene på å gå inn i fisketrappa endte med at fisken snudde i en av de to første trappekulpene, men laks som først passerte disse to kulpene, gikk relativt raskt opp resten av trappa (20 kulper).

Resultatene viste derfor at de fleste fiskene som kom til Skotfoss fant fisketrappa, men funksjonaliteten var begrenset, og at de to nederste kulpene synes å være en flaksehals for oppvandring. Direkte observasjoner og hydrauliske beregninger viste at disse to første kulpene var for grunne og strie. De ble derfor ombygd våren 2021, og samtidig ble det installert to omløpsrør (samlet kapasitet på inntil 90 l/s) som ga redusert vann i nederste del av trappa, men mer lokkevann ved inngangen.

Tiltakene i fisketrappa i Skotfoss synes å fungere godt. I 2021 gikk all laks (unntatt én) som først gikk inn i trappa, opp hele trappa og opp i Norsjø, og på første forsøk. Dette utgjorde 83 % av all fisk som vandret opp til Skotfoss, og 60 % av all merket laks. Dette er en over dobbelt så høy andel som i 2019 (39 %) og mer enn tre ganger så høyt som i 2020 (27 %).

Tellinger av all oppvandrende fisk i laksetrappene viste at i 2021 gikk ca. 70 % av laks som kom opp Klosterfoss, også opp Skotfoss. Det er tidligere aldri registrert at en så stor andel går opp Skotfoss. Mest laks gikk opp på full vannføring i laksetrappa og med full åpning på omløpsrør og lokkevann.

Det er nødvendig med oppvandringsdata over flere år for å bekrefte at ombyggingen av laksetrappa i Skotfoss har fungert og lettet oppvandringen for laks og sjøørret.

De naturlige og historisk største gyte- og oppvekstområdene for laks i Telemarksvassdraget ligger oppstrøms Norsjø (Bøelva, Sauarelva, Heddøla, Tinnelva). Radiopeiling av oppvandret laks forbi Skotfoss, viste i alle tre år at laks brer seg ut og gyter over hele tilgjengelige anadrome strekning. Laksebestanden i vassdraget synes derfor å ha betydelig vekstpotensiale.

Data fra 2021 viste også at laks kan vandre opp Omnesfossen i Heddøla (trolig etter sprengningsarbeider omkring 1900 av hensyn til tømmerfløtning). Dette gjør den videre elvestrekning i Hjartdøla opp til Hjartsjø (ca. 18 km) tilgjengelig for rekruttering.

Det ble merket færre sjøørreter enn laks slik at datagrunnlaget er noe mer begrenset, men resultatene indikerte at den gjennomgående har en mer lokal utbredelse i de nedre deler av vassdraget. Men det var også sjøørret som vandret opp Skotfoss og rekrutterte i de øvre deler av vassdraget. Merket sjøørret ble peilet helt opp i Sauarelva med tilløpselver, og kan derfor på samme måte som laksen nytte alle de anadrome strekningene også i øvre del av vassdraget.

7. Vedlegg

Vedlegg 1. Fisketrapper i Telemarksvassdraget

Sted	Naturlig tilstand	År	Hindring	År	Tiltak	Effekt	Merknad
Klosterfoss	Fri vandring; 4 stryk/fosser, hovedløp Klosterfoss, dels kunne ros m båt	1854-61	Kanal Norsjø-Skien m sluser og oppdemming (nåledam) av Hjellevannet reduserer fiskens frie gang (Langefoss? bygges om til sluser)				
		1883-1893	Kraftstasjoner (dammer?)	1886	Laksetrapp, tre	Ukjent	
				1962	Ny laksetrapp		Revet 1968
		1968	Dam, kraftverk	1968	Laksetrapp,		
				1976	Laksetrapp, betong, denil		Denil konstruksjon lar svømmesterk fisk passere
				2018	VAKI fisketeller med video		
Skotfoss	Fri vandring, delt i to fosser/stryk	1854-61	Norsjø-Skien kanalen med sluser og oppdemming reduserer fiskens frie gang til Norsjø				??
		1872	Nåledam, tresliperi				Stopper all oppvandring av laks og sjøørret

				1939	Laksetrapp, tre	Fungert e ikke	Bygget av Telemark Jeger og Fiskerforening. Revet 1950 i forbindelse med Unions nye kraftverksdam
		1950	Dam, kraftverk				
				1952	Laksetrapp, betong, tre strømbrytere, kulp/Denil (inngang og øvre del)	Ubrukelig (ikke lokkeva nn)	Ny kraftstasjon (195?) med undervann 180 m nedstrøms. Laksetrapp erklært ubrukelig.
				1977	Laksetrapp ombygd og forlenget, betong, kulper (33)		Inngang under dam, og andre inngang ned mot undervann kraftstasjon
				2014	Ombygd laksetrapp		Forlenget. Ny nedre inngang ved undervann kraftverk, synes fungere dårlig.
Ulefoss	Fri vandring, stryk	1500-tallet	Dam				Stopper all oppvandring av laks og sjøørret
Mølla	Oppvandring ikke mulig			1978	Laksetrapp, betong, kulper		Laks lokkes hit av undervann kraftstasjon Eidet 1 (1969). Trapp revet 2017
				2019	Laksetrapp, betong, kulper. VAKI fisketeller med video		Lettere å passere enn Klosterfoss-trappa

Vedlegg 2. Fiskeutsetninger (laks/ørret) i Telemarksvassdraget

År	Art	Stadium	Antall	Opprinnelse	Utsettings-sted	Merknad
1939*	Laks	Yngel	10 000	Herreelva(?)	Bliva	Notkast, mest sjøørret
1949*	Sjøørret	?	5 000	Herregårdsbekken(?) Herreelva(?)	Norsjø	
1952*	Laks	Yngel	3 500	Otra(?)	Bliva	2,84 liter lakserogn fra Kristiansand
1953*	Laks	Yngel	3 500	Herreelva(?)	Bliva	
1954*	Laks	Yngel	10 000	Otra(?)	Hjartdøla oppstrøms Hjartsjå	
	Laks	Yngel	2 000	Otra(?)	Norsjø	
1956*	Laks	Yngel	3 000	Herreelva	Bliva (?)	1955: 7 l lakserogn fra Herreelva
	Laks	Yngel	11 100(?)	Herreelva	Norsjø bekkene	
1959*	Laks	Settefisk	840	Herregårdsbekken	Bliva	1957/1958: 1,3/1,25 l lakserogn fra Herregårdsbekken
		Yngel	???	Herregårdsbekken	Bliva	
1965*	Laks	Yngel	7-800(?)	Herregårdsbekken	Bliva	
1966*	Laks	Yngel	1000	Herregårdsbekken	Bliva	
1962-1967	Laks (?)	Yngel og settefisk	50 000	??Sandvikselva??	Bøelva (?)	Frivillig, Bø og Nes Jakt og Fiskerlag
1967*	Sjøørret	Yngel	10 000	Herregårdsbekken	Bliva	
1969*	Laks	Yngel	3 000	Herregårdsbekken(?)	Bliva (delt med Herregårdsbekken)	1968: 0,45 l lakserogn (Herregårdsbekken?)
	Sjøørret	Yngel	5000	Herregårdsbekken(?)	Bliva (delt med Herregårdsbekken)	
1970*	Laks	Yngel	3-4 000(?)	Herregårdsbekken(?)	Bliva	1969: 2,0 l lakserogn (Herregårdsbekken?)

1971*	Laks	Yngel	2 000(?)	Herregårdsbekken(?)	Bliva	1970/1971: 3,0/9,0 l lakserogn (1971: Herregårdsbekken og litt fra Skienselva)
1972*	Laks	Yngel	5 000(?)	Herregårdsbekken/ Skienselva	Bliva	1972: 6,4 l lakserogn fra Herregårdsbekken
1973*	Laks og sjøørret	Yngel og settefisk	35 000(?)	Drammen (DOFA)	Bliva	1973: 1,4 l lakserogn fra Herregården. Lite til klekking.
1974*	Laks og sjøørret	Yngel og settefisk	20 000(?)	Drammen (DOFA)	Bliva	1974: Lagt inn 2 l lakserogn
1975*	Laks	Yngel	???	Bliva(?)	Bliva	1975: Lagt inn 2 l lakserogn
1976*	Laks	Settefisk	3 000	Bliva(?)	Bliva(?)	1976: Lagt inn 5 l lakserogn
1977	Laks	Yngel	30 000	Sandvikselva	Bøelva, Heddøla	1977/1978/1978: Lagt inn 1,9/4/8 l lakserogn (1978: 2 l fra genbank Sunndalsøra)
	Sjøørret					
1978	Laks (?)	Yngel	500 000 (?)	??	Bøelva (?)	
1979	Laks (?)	En-somrig	10 000	Bliva	??	Penger innvilget til Telemark laksestyre GS leverte 10 000 laks settefisk til Telemark laksestyre
	Sjø-ørret?	?		Herregårdsbekken (Eidangerfjorden)		
1980	Laks	Yngel	30 000	Bliva, Herreelva (hvilke år og hvor mange?),	Bøelva, Heddøla??, 'overskudd' i Bliva	Pålegg fra DVF til Sundsbarm/ Hjartdøla. GS leverte 14 000 yngel av laks og sjøørret (fra Bliva?) til Telemark laksestyre 1980: La inn 13,8 l lakserogn, 5,5 l fra Sunndalsøra

	Sjøørret	Yngel	40 000	?	Bøelva, Heddøla?	
1981-1983 årlig	Laks (?)	Yngel	200 000	Bliva Herreelva Namsen (kun 1983; ca. 40 000?)	Bøelva, Heddøla?	Pålegg fra DVF til Sundsbarm/Hjartdøla 1981: Levert av GS 200 000 yngel laks og sjøørret til Telemark laksestyre 1982: GS leverte 200 000 yngel laks og sjøørret og 1000 settefisk laks til Telemark laksestyre 1983: GS leverte 175 000 laks og 25 000 sjøørret til Telemark laksestyre* 1981: Lagt inn 58,8 l lakserogn, 2 l levert til Sunndalsøra 1982: Lagt inn 59,2 l lakserogn, 11,8 l fra Namsen (vill), resten Herregården, Åbyelv, pluss bekker i Bamble, langangen, Herreelva, Mørje, Bliva(?* 1983: Lagt inn 85,7 l lakserogn, mye fra Herreelva
	Sjøørret?			Bliva Herreelva?		
1984-1987 årlig	Laks (?)	Yngel	300 000	Bliva Herreelva 'Risør' (kun 1985, ca. 100 000?)	Bøelva, Heddøla??	Pålegg fra DVF til Sundsbarm/Hjartdøla 1984: GS leverte 300 000 yngel og 20 000 settefisk av laks* 1985: GS leverte 300 000 yngel laks* 1986: GS leverte 250 000 yngel av laks og 50 000 sjøørret* 1987: GS leverte 300 000 yngel av laks*

						1984: La inn 55,9 l lakserogn, 20 l fra Risør, resten Herreelva/Bliva/Skien* 1985: La inn 63,5 l lakserogn 1986: La inn 119,8 l lakserogn 1987: La inn 149,7 l lakserogn*
1987*	Laks	Settefisk	115 000	Bliva, Herrelva, Skien	Bliva oppstrøms	
1988-1998 årlig	Laks	Yngel	200 000	Til 1995: Bliva, Herreelva Fra 1996-97: nedstrøms Klosterfossen/Mølla/ noe Skotfoss	Bøelva, Heddøla, Tinnelva	Pålegg fra DVF, ikke tidsbegrenset, til Sundbarm/Hjartdøla/ØTB/ Statkraft 1988: GS leverte 300 000 yngel laks* 1989: GS leverte 270 000 yngel laks og sjøørret* 1990: GS leverte 275 000 yngel laks* 1991: GS leverte 200 000 yngel laks, 40 000 sjøørret, 30 000 ørret* 1992-97: GS leverte 200 000 yngel laks og 70 000 ørret*
	Ørret	Yngel	70 000	Norsjø/Heddalsvann	Bøelva, Heddøla, Tinnelva, Norsjø-bekkene	
1993*	Laks	Yngel	???	Skien	Bliva	GS eget utsett, antall ikke oppgitt*
1995*	Laks	Yngel	85 000	Skien/Bliva	Bliva	GS eget utsett
1996*	Laks	Yngel	100 000	Bliva	Bliva	GS eget utsett
1998-2015 årlig	Laks	En-somrig	9 175/ 10 000	Klosterfoss/Skien	Heddøla	Pålegg endret til sommergammel fisk som fettfinneklippes
		Yngel	70 000		Bøelva	Ikke satt ut fisk i Tinnelva etter ca. år 2000
	Ørret	En-somrig	27 525	Norsjøbekkene	Norsjø (ca. 18 000)/Heddøla (ca. 10 000)	1998: GS leverte 90 000 yngel laks Bø og 31 200 settefisk ørret (25 000 laks til smoltoppforing*)

						1999: GS leverte 68 800 yngel laks Bø, 10 000 settefisk laks Heddøla, og 40 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (25 000 laks til smoltoppforing)* 2000: GS leverte 76 000 yngel laks Bø og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (30 000 laks til smoltoppforing)* 2001: GS leverte 80 000 yngel laks Bø og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (20 000 laks til smoltoppforing)* 2002: GS leverte 70 000 yngel laks Bø og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (25 000 laks smoltoppforing)* 2003: GS leverte 76 900 yngel laks Bø og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (30 700 laks smoltoppforing)* 2004: GS leverte 80 000 yngel laks Bø og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (36 000 laks til smoltoppforing)* 2005-6: GS leverte 75 000 yngel laks og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (32 000/54 000 laks til smoltoppforing)*
--	--	--	--	--	--	---

						2007-09: GS leverte 70 000 yngel laks og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (32 000/54 000/28 000/50 000/66 400 laks til smoltoppforing)* 2010: GS leverte 80 000 yngel laks og 10 000 settefisk laks Heddøla, 30 000 settefisk ørret Norsjø/Heddøla (79 000/54 000/28 000/50 000/66 400 laks til smoltoppforing)*
2001*	Laks	Yngel	55 000	Klosterfoss/Skien	Bliva?	GS eget utsett
2003*	Laks	Yngel	15 000	Klosterfoss/Skien	Bliva?	GS eget utsett
2004*	Laks	Yngel	40 000	Klosterfoss/Skien	Bliva?	GS eget utsett
2007*	Laks	Yngel	40 000	Klosterfoss/Skien	Bliva?	GS eget utsett
2008*	Laks	Yngel	70 000	Klosterfoss/Skien	Bliva?	GS eget utsett
2009*	Laks	Yngel	63 000	Klosterfoss/Skien	Bliva?	GS eget utsett
2016-2021 årlig	Laks	En-somrig	10 000		Heddøla	Pålegg videreføres
		En-somrig	10 000		Bøelva	Pålegg endret til sommergammel fisk som fettfinneklippes
	Ørret	En-somrig	27 525		Norsjø (ca. 18 000)/Heddøla (ca. 10 000)	Pålegg videreføres

*fra Grenland Sportsfiskeres arkiv ved Tor Askjem og Dag Natedal

Kilder:

(Wille 1786; Carm & Langkaas 1993)

<https://www.grenland-sportsfiskere.no/>

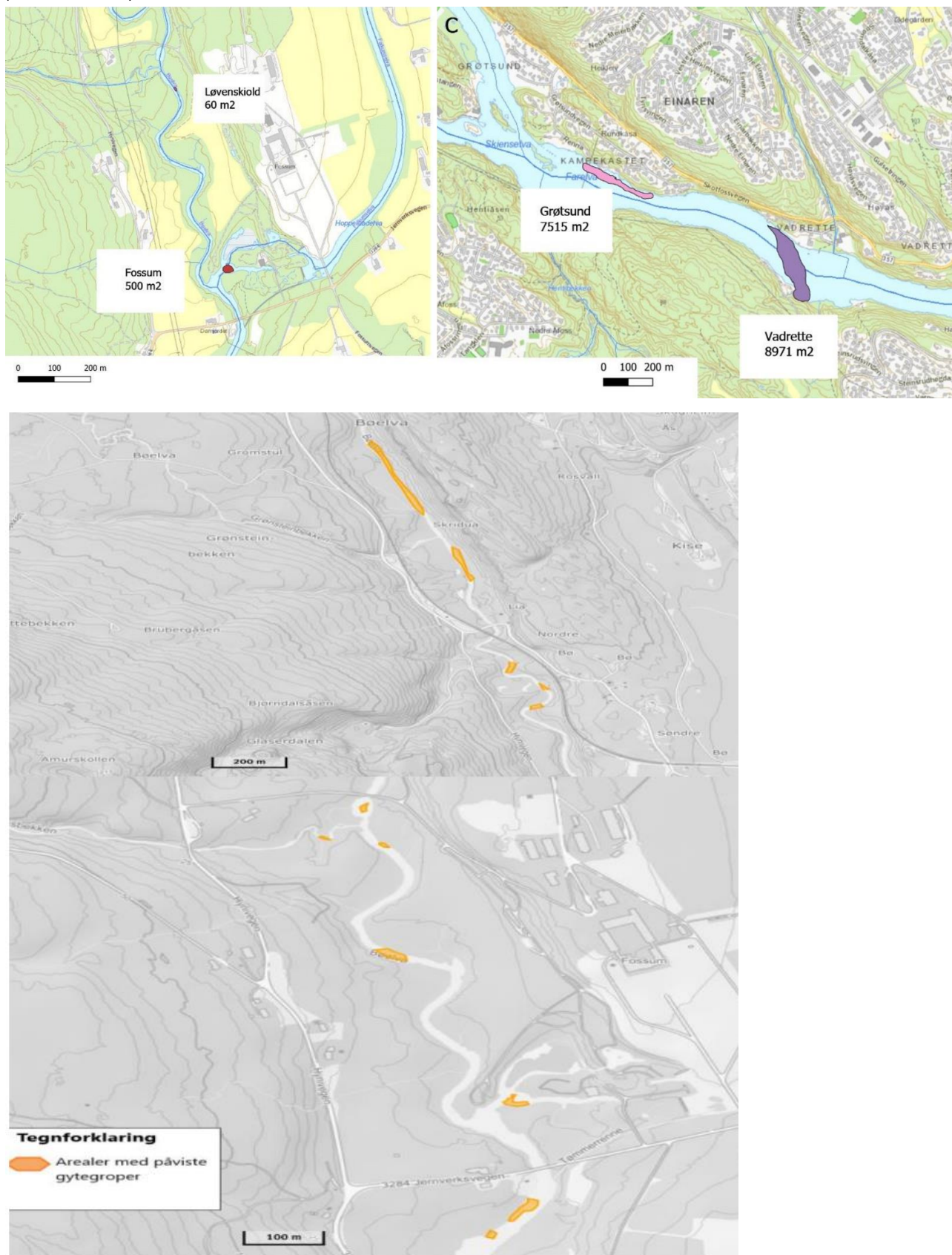
<http://www.skienselva.no/index.php/om-vassdraget>

Vedlegg 3. Dato, kjønn antall og lengder for laks og sjøørret merket ved Klosterfoss sesongene 2019-2021.

År	Dato	Art	Kjønn	Antall	Midlere lengde (±SD, cm)
2019	05.07.	Laks	Hunn	6	72,7 ± 10,4
			Hann	3	74,3 ± 16,4
		Sjøørret	Hunn	11	37,0 ± 3,8
			Hann	2	38,0 ± 1,4
	08-09.07.	Laks	Hunn	5	68,4 ± 15,2
			Hann	6	57,0 ± 3,9
		Sjøørret	Hunn	10	38,0 ± 2,5
	.		Hann	5	42,6 ± 10,0
	13.08.	Laks	Hunn	7	67,1 ± 13,1
			Hann	4	60,0 ± 9,2
	08.08.	Sjøørret	Hunn	3	37,3 ± 2,5
	13.08.			1	49
			Hann	1	65
	16.08.	Laks	Hunn	2	52,5 ± 12,5
			Hann	1	58
		Sjøørret	Hunn		
			Hann		
	25.08.	Laks	Hunn	3	63,0 ± 16,1
			Hann	10	57,9 ± 6,1
		Sjøørret	Hunn	3	38,7 ± 5,5
			Hann	1	39
	10.09.	Laks	Hunn		
			Hann	9	58,2 ± 6,8
		Sjøørret	Hunn		
			Hann		
2020	04.07.	Laks	Hunn	12	77,9 ± 14,6
			Hann	2	70,5 ± 21,5
		Sjøørret	Hunn		
			Hann		
	09.07.	Laks	Hunn	14	72,4 ± 14,7
			Hann	2	70,5 ± 7,8
		Sjøørret	Hunn	3	42,3 ± 6,0
			Hann		45,5 ± 14,4
	16.07.	Laks	Hunn	12	75,5 ± 8,2

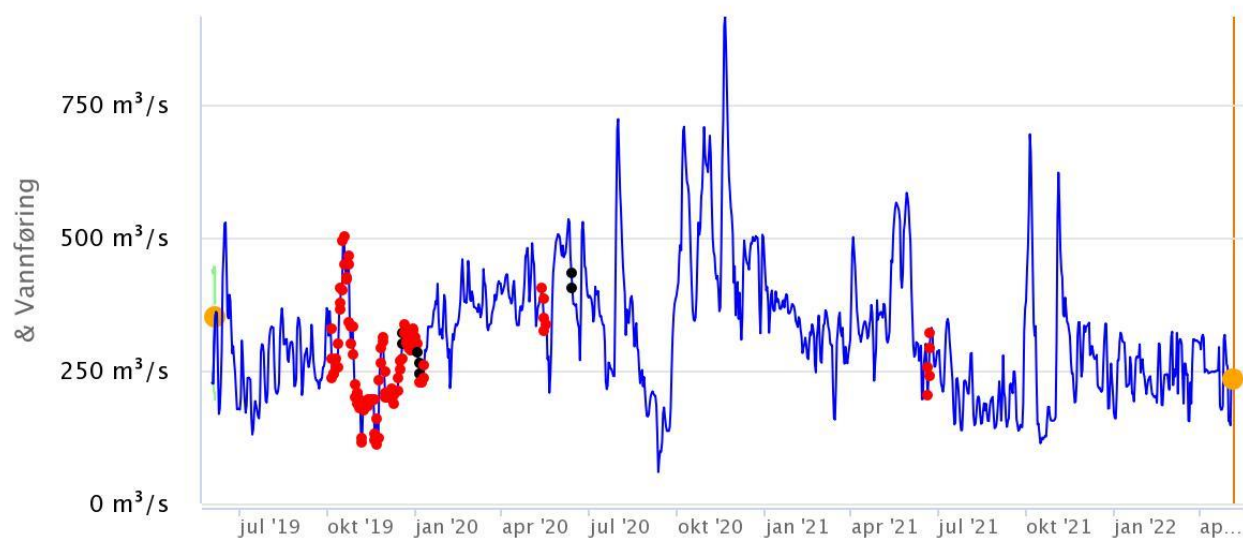
			Hann	2	70,0 ± 14,1
		Sjøørret	Hunn	1	46
			Hann		45,5 ± 14,4
	23.07.	Laks	Hunn	15	64,0 ± 12,7
			Hann	16	64,4 ± 8,4
		Sjøørret	Hunn	1	37
			Hann		45,5 ± 14,4
	27.08.	Laks	Hunn	3	76,3 ± 5,1
			Hann	7	67,0 ± 9,4
		Sjøørret	Hunn		72,7 ± 10,4
			Hann		45,5 ± 14,4
2021	24.06.	Laks	Hunn	13	81,1 ± 5,6
			Hann		
	08.07.	Laks	Hunn	27	75,9 ± 7,4
			Hann	9	69,3 ± 12,9
	15.07.	Laks	Hunn	14	67,1 ± 9,4
			Hann	12	64,3 ± 12,6

Vedlegg 4. Øverst: Kjente hovedgyteområder i Falkumelva/Bliva (venstre, påviste gytegroper i dette prosjektet) og i Farelva (høyre) (Heggenes & Dokk 1995). Nederst: Detaljkart over påviste gytegroper i Falkumelva/Bliva (Omeland 2020).



Vedlegg 5. Vannføringer i Farelva i undersøkelsesårene 2019-2021.

<https://sildre.nve.no/Station/16.497.0?16.497.0.1001&16.497.0.1001>



● 25 – 75 persentil

● Kulminert middelflom

● Kulminert 5 års flom

● Kulminert 50 års flom

— Farelva ndf. Skotfoss – Vannføring (16.497.0.1001.2)

— Farelva ndf. Skotfoss – Vannføring (16.497.0.1001.99)

8. Litteratur

- Akershus-Energi-AS (2018) Konesjonssøknad Skotfoss Kraftverk, Skien kommune, Telemark fylke. (ed. A.E. AS), pp. 84. Akershus Energi AS, Akershus-Energi-AS.
- Carm, K. & Langkaas, O. (1993) Laks i Skiensvassdraget 1992 -Telemark Laksestyres virksomhet 1967-1992. *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, pp. 17. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Fjeldstad, H.-P., Pulg, U. & Forseth, T. (2018) Sikker toveis fiskevandring forbi vannkraftverk: kunnskapsoppdatering og mønsterpraksis. *SINTEF Rapport* (ed. S.E. AS), pp. 72. SINTEF Energi AS, Trondheim, Norway.
- Havn, T.B., Uglem, I., Solem, Ø., Cooke, S.J., Whoriskey, F.G. & Thorstad, E.B. (2015) The effect of catch-and-release angling at high water temperatures on behaviour and survival of Atlantic salmon *Salmo salar* during spawning migration. *Journal of Fish Biology*, **87**, 342-359.
- Heggenes, J., Bui, D.T., Ahrabi, S., Aune, T.C.E. & Sørvik, H.E.G. (2021) Dronevideo registreringer i Bøelva høst/vinter 2019/2020: fysisk tilstand, gyteproper og substratforhold. *USN Skrift* (ed. U.i.S. Norge), pp. 32. Universitetet i Sørøst Norge, Universitetet i Sørøst Norge, Bø.
- Heggenes, J. & Dokk, J.G. (1995) Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark, høsten 1994. *Rapport Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)*, pp. 25. Universitetet i Oslo, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Heggenes, J. & Wollebaek, J. (2020) Genetisk struktur til ørret i Norsjø med tilløpselver *NHM Rapport* (ed. N.m.U.i. Oslo), pp. 32. Naturhistorisk museum Universitetet i Oslo, Naturhistorisk museum Universitetet i Oslo.
- Holta, O.H. (1927) *Hitterdalsboken Gaarde og slechter*. Forfatterens forlag og Lokalhistorisk Forlag, Forfatterens forlag og Lokalhistorisk Forlag.
- Hvidsten, N.A. (2010) Smolt og unfiskundersøkelser I Skiensvassdraget – Smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. *NINA rapport*, pp. 31. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Notodden-Historielag (2011) *Husmannsplassar i Notodden kommune Bind 1*. Notodden Historielag, Notodden.
- Omland, T.K. (2020) Gytevandring til Atlantisk laks (*Salmo salar*) og sjøørret (*Salmo trutta*): en sammenlignende radiotelemetristudie fra Skiensvassdraget. University of South-Eastern Norway.
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2014 URL <https://www.R-project.org/>.
- Schartum, E., Pavels, H., Saltveit, S.J. & Heggenes, J. (2020) Naturlig rekruttering og utvandring av smolt i elver til Norsjø. Årsrapport for 2019. *NHM Notat* (ed. U.i.O. Naturhistorisk Museum), pp. 54. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.
- Schwert, S.L. (2020) Adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawning migration and behaviour in the lower Skienselva. An investigation into the behavior of Atlantic salmon below the Skotfoss hydropower plant. University of South-Eastern Norway.
- Stranzl, S. (2020) Fiskepassasje Skotfoss - Vurderinger og anbefalinger. *NORCE Notat* (ed. N.N.R.C. AS), pp. 18. NORCE Norwegian Research Centre AS, Bergen, Norway.
- Wille, H.J. (1786) *Beskrivelse over Sillejords præstegjeld i Øvre-Tellemarken i Norge*. Gyldendals forlag/J.R. Thiel, København.

Skriftserien nr 93
2022

—
**Oppvandring av laks og sjørret i
Telemarksvassdraget –
radiotelemetry-undersøkelser 2019-2021**
—

Finn Økland
Eivind Schartum
Torgeir B. Havn
Cheryl Schwert
Tom Omland
Dag Natedal
Eva B. Thorstad
Jan Heggnes
—

ISBN: 978-82-7206-674-0
ISSN: 2535-5325

—
usn.no

