



134 | 2025 | ISSN 1891-8050 | ISBN 978-82-7970-165-1

Naturlig rekruttering og utvandring av smolt fra elver til Norsjø. Sluttrapport for undersøkelser fra 2016 til 2023

Eivind Schartum, Henning Pavels,
Svein Jakob Saltveit og Jan Heggenes

Rapport utgitt av

Naturhistorisk museum
Postboks 1172 Blindern
0318 Oslo
www.nhm.uio.no

Forfattere

Eivind Schartum, Henning Pavels,
Svein Jakob Saltveit og Jan
Heggenes

Tittel

Naturlig rekruttering og utvandring
av smolt fra elver til Norsjø.
Sluttrapport for undersøkelser i 2016
til 2023

Sitering

Schartum, E., Pavels, H., Saltveit,
S.J. og Heggenes, J. 2024. Naturlig
rekruttering og utvandring av smolt i
elver til Norsjø. Sluttrapport 2016-
2023. Naturhistorisk museum,
Universitetet i Oslo, Rapport nr. 134,
69s + vedlegg.

Foto

Forsidebilde: Bøelva nedenfor Grivøya i
2022.
Foto: Svein Jakob Saltveit

ISSN

ISSN nr. 1891-8050

ISBN

ISBN nr. 978-82-7970-165-1

Publiseringsform

Elektronisk (pdf)

Gradering

Åpen

Dato

10.4.2025

Prosjektleder

Svein Jakob Saltveit

Prosjektnummer

101693001

Oppdragsgiver

Øst-Telemarkens
Brukseierforening

Oppdragsgivers ref.

[Tekst]

Naturlig rekruttering og utvandring av smolt fra elver til Norsjø. Sluttrapport 2016-2023

Eivind Schartum, Henning Pavels,
Svein Jakob Saltveit og Jan Heggenes

Forord

Etter oppdrag fra Øst-Telemarkens Brukseierforening er det i perioden 2016-2023 utført årlige undersøkelser av laks- og ørretbestandene i hoved tilløpselvene til Norsjø. Undersøkelsene omfatter naturlig rekruttering, studier av smoltutvandring og genetiske undersøkelser av ørret- og laksebestandene. Elektrofiske lot seg ikke gjennomføre i 2017 og 2023 pga. høye vannføringer, men er gjennomført i alle øvrige år. Smoltfangster er gjennomført i alle år, men fanget ikke effektivt i Heddøla 2022 pga. uvanlig lave vannføringer. Materialet for genetiske undersøkelser ble innsamlet 2016-2019, og avsluttet og rapportert i 2020 (Heggenes & Wollebæk 2020).

Oslo 2025-04-10

Svein Jakob Saltveit

Sammendrag

Etter oppdrag fra Øst-Telemarkens Brukseierforening er det siden 2016 utført årlige undersøkelser av laks- og ørretbestandene i hoved tilløpselvene til Norsjø. Undersøkelsene har omfattet naturlig rekruttering, studier av smoltutvandring og genetiske undersøkelser av ørret- og laksebestandene. Målet er å få en oversikt over rekruttering og vilkår for rekruttering i Bøelva og Heddøla, de to viktigste elvene for rekruttering av laks i vassdraget, for å få et bedre bilde av naturlig rekruttering og forholdet til utsetting.

Undersøkelsen har omfattet systematisk elektrofiske for beregning av tettheter av utsatt og naturlig rekruttert laks og ørret i Bøelva og Heddøla, samt Sauarelva, klarlegging av tidsperiode og fordeling av smoltutvandring fra Bøelva og Heddøla og vurdering av oppvandring i laksetrappene Klosterfoss/Møllefoss og Skotfoss basert på data fra Grenlands Sportsfiskere.

Til innsamling av fisk ble benyttet bærbart elektrisk fiskeapparat. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm i felt. Stasjonene ble overfisket tre ganger på et oppmålt areal, og tetthet av laks og ørret ble beregnet ut fra avtak i fangst. I beregningene av tetthet er det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Det er fisket på 7 stasjoner i Bøelva, 6 stasjoner i Heddøla og 2 stasjoner i Sauarelva. For å undersøke smoltutvandring ble smoltskrue (Rotary Fish Screw, RFS) benyttet. Studiene omfatter arts- og størrelsessammensetning av fangstene, beregning av tettheter, nedvandringstidspunkt, antall og størrelse på smolt, og om smolt var fra vill eller utsatt fisk. For å kunne vurdere sannsynlige faktorer som påvirker tidspunkt og antall utvandrende smolt, ble også vannføring, vanntemperatur og lysintensitet registrert.

Store variasjoner i fisketettheter, både mellom arter, størrelsesklasser, stasjoner og år (2016-2022) tilsier at undersøkelser må gjøres for lengre tidsserier. Heddøla har generelt sett de høyeste tetthetene av laks $\geq 1+$, med unntak av i 2018. Bøelva har, med unntak av i 2018 og 2021, hatt høyere tettheter av årsunger enn Heddøla. I de årene Sauarelva er undersøkt (2021-2022), har tettheten av årsunger (0+) vært høyere enn i de to andre elvene. I 2021 ble det beregnet lave tettheter av 0+ både i Bøelva og Heddøla, og dette er sannsynlig årsak til lave tettheter av eldre laksunger i 2022. I Bøelva og i Heddøla er tettheten av 0+ ørret lavere enn for laks, spesielt i Bøelva. I 2020 var det derimot høyere tettheter av 0+ ørret enn øvrige år både i Bøelva og Heddøla. Tettheten av eldre ørret, ørret $\geq 1+$, må for alle tre elvene karakteriseres som relativt lav.

Det fanges beskjedent med utsatt (fettfinneklippet) fisk og naturlig reproduksjon dominerer. I 2016 ble det fanget én utsatt ørret i Bøelva. Alle laks- og ørretunger fanget i Bøelva etter 2016 stammer fra naturlig reproduksjon. I Heddøla utgjorde årlig utsatte laksunger ca. 10 % av fangstene først i perioden, men med en avtagende andel over tid og lavest i 2022 med 0,8 %. Et unntak var 2019 med 30 % utsatt laks, men dette skyldes sannsynligvis uvanlig nærhet i tid og rom til utsatt fisk. For ørret fanges lite utsatt fisk i Heddøla og i noen år ingen. Andelen var 3,3 % i 2019 og 2 % i 2020. Det er derfor en klart overveiende naturlig reproduksjon av laks i begge elvene, og for ørret nesten bare naturlig reproduksjon. Fangster av utsatt fisk vil imidlertid også påvirkes av fordelingen av el-fiske stasjonene i forhold til hvor og når laks og ørretunger settes ut hvert år.

Utvandring av smolt i Bøelva og Heddøla synes å sammenfalle med flommer, særlig når vannføringen øker kraftig i starten av en flom. Temperatur og tid på døgnet ser ut til å være underordnede faktorer, men den naturlige sammenhengen mellom økende temperaturer og vannføring er selvsagt vanskelig å skille.

Samlet for årene 2016 til 2023 tar utvandringen til i slutten av april, er halvveis med en topp omkring 15. mai, og går mot slutten i mai/juni.. For alle årene er smolten 12-15 cm lang når den vandrer ut, og Bøelva har noe større smolt enn Heddøla. Lengdene kan variere mellom år. Medianlengden i Bøelva var størst i 2020 (139 mm) og minst i 2018/2021 (129 mm). Smolten i Heddøla var også størst i 2020, 132 mm, og minst i 2021 (120 mm).

I fellefangstene viser utsatt (fettfinneklippet) laks et omvendt mønster av elektrofiske fangstene i Bøelva. Mens det nesten ikke fanges utsatt, fettfinneklippet smolt ved elektrofiske, fanges det et betydelig antall fettfinneklippet smolt i smoltfella. I 2021 var 43 % av smolt fanget i Bøelva fettfinneklippet, mens 12 % av smolten i 2019 stammet fra utsettinger. Utsatt laks vandrer ut senere enn naturlig rekruttert smolt i Bøelva. De fleste utsatte smolt vandret ut mot slutten av sesongen i juni, når vårfloppen normalt er over. Det er derfor mulig at utsatt laksesmolt da fanges mer effektivt. I Heddøla fanges færre utsatt smolt. Andelen utsatt smolt har variert mellom 17% (2021) og 0% i 2020.

Innhold

1	INNLEDNING	8
1.1	Laksen i Skiensvassdraget	8
1.2	Prosjektmål	9
1.3	Bakgrunn	10
2	MATERIALE OG METODER	12
2.1	Områdebeskrivelse	12
	Bøelva	12
	Heddøla	15
	Sauarelva	18
2.2	Rekruttering på elv – Elektrofiske	19
2.3	Smoltutvandring	20
	2.3.1 Forsøk med merking og gjenfangst av vill fisk for å kalibrere smoltskrue	22
3	RESULTATER OG KOMMENTARER	24
3.1	Rekruttering på elv.	24
	3.1.1 Bøelva	24
	3.1.2 Heddøla	32
	3.1.3 Sauarelva	39
	3.1.4 Tetthet over år	44
	3.1.5 Naturlig rekruttering og utsatt fisk	46
4	SMOLTUTVANDRING	46
4.1	Resultater og kommentarer	46
	4.1.1 Gjenfangster i kalibreringsforsøk	46
	4.1.2 Fellefangster og vannføring	47
	4.1.3 Drift av fellene	48
	4.1.4 Årlige fangster i fellene	49
	4.1.5 Lengdefordeling smolt	51
	4.1.6 Gjenfangst av naturlig rekruttert og utsatt fettfinneklippet fisk	53
	4.1.7 Utvandringsperiode og -fordeling	54
	4.1.8 Vannføring og utvandring	57
	4.1.9 Temperatur	61
5	KONKLUSJONER	66
6	LITTERATUR	67
	6.1.1 Vedlegg 1 – Smoltindeks	69

1 INNLEDNING

1.1 LAKSEN I SKIENSVASSDRAGET

Historisk har Skiensvassdraget (også kalt Telemarksvassdraget) hatt en god bestand av laks (Christensen 1978). Fra midten og fram til slutten av 1800-tallet ble nedre del av vassdraget regulert og industrialisert. Inngrep, både ved Klosterfoss og Skotfoss, hindret laksens gyteoppvandring fra havet (Frierfjorden). I 1886 ble det bygget en laksetrapp i tre Klosterfoss (funksjon ukjent). I teorien ga det laksen tilgang til de to mindre sidevassdragene Falkumelva og Bøelva/Bliva (fra Luksefjell). All videre oppvandring i hovedvassdraget stanset imidlertid ved Skotfoss. I 1939 ble en første laksetrapp i tre også bygget i Skotfoss, slik at laks kunne komme opp til Norsjø og de større gyte/oppvekstelvne der (se under). Laksetrappene, særlig i Skotfoss, har fungert mindre godt, og er blitt bygget om flere ganger. I perioden 2005-2009 passerte årlig ca. 175 laks forbi Skotfoss (Hvidsten 2010), men oppgangen har vært større i de senere år, særlig etter 2011. I 2021, 2022 og 2023 passerte hhv. 1033, 888 og 559 laks (D. Natedal, pers. med.). I 2019 ble en ny laksetrapp åpnet i Møllefossen, i tillegg til hovedtrappa i Klosterfoss.

De lakseførende strekningene fra Norsjø fordeler seg på hovedelvene Bøelva (ca. 18 km opp til Oterholtfoss), Heddøla (ca. 18 km opp til Omnesfoss), Tinnåa (1,6 km opp til Tinfos), samt en kort elvelignende øvre strekning (ca. 2 km) i den ellers stilleflytende Sauarelva, mellom Heddalsvannet/Bråfjorden og Norsjø (Fig. 1). Innløpet av Eidselva til Norsjø (ca. 0,5 km opp til kraftverks dam) kan også gi gytemuligheter for laks. I Heddøla ble det i 2022 dokumentert at laks nå kan vandre forbi Omnesfoss og allerede har kolonisert Hjartdøla ca. 7,5 km opp til Hanfoss (Heggenes 2023). Det er i tillegg flere mindre tilløpselver/-bekker både til Norsjø og Heddalsvannet som har rekrutteringsmuligheter for laks. Til tross for at det i øvre del av vassdraget finnes mange gode lokaliteter for gyting og oppvekstområder for laks, har både gytebestanden og rekrutteringen i de øvre delene vært til dels meget lav pga. oppvandring av for få gytefisk (Hvidsten 2010).

Siden 1980 har det vært systematiske utsettinger av laks i de øvre deler av Skiensvassdraget (oppstrøms Skotfoss), og etter 1988 har regulantene vært pålagt årlige utsettinger av både laks og ørret (Heggenes & Dokk 1995). I dag settes det hvert år ut ca. 10 000 fettfinneklippet sommergammel laks både i Heddøla og Bøelva (reguleringskonsesjon av 31/5 1957 punkt 14, og 5/7 1963 punkt 15, se detaljer under).

Produksjon og tetthet både av utsatt og naturlig rekruttert laks i elvene har bare sporadisk blitt undersøkt (Hvidsten 2010) og var derfor lite kjent, bortsett fra årlige undersøkelser i Tinnelva (Notodden Jeger og fiskeforening 2022). Total årlig utvandring av laksesmolt fra Skiensvassdraget er usikker, men de fleste som når havet har sannsynligvis tidligere kommet fra Bøelva/Bliva (Luksefjell), dvs. nedstrøms Norsjø og Skotfoss, og eventuelt noen fra områdene i hovedelva mellom Skotfoss og Klosterfoss (Farelva). I 2008 og 2009 ble smoltutvandringen ved Skotfoss forsøkt kartlagt vha. en smoltfelle (stasjonær 5,6 m lang notpose), montert i innløpet til kraftverket i Skotfoss. I 2008 ble det ikke fanget en eneste smolt. I 2009 ble 26 smolt registrert utvandrende i perioden 18 mai – 8 juni, med en topp rundt 29. mai (Hvidsten 2010). Ellers vites lite om årlig smoltproduksjon og tid og miljøforhold for utvandring fra elvene rundt Norsjø, dvs. oppstrøms Skotfoss. Her ligger hovedrekrutteringsområdene for laks i Skiensvassdraget.

Vellykket rekruttering og utvandring av smolt er like viktig som oppvandring av gytefisk for å ivareta en bæredyktig bestand. I dag tapes trolig en stor andel av smolten på vei gjennom innsjøene og i turbinene når den skal vandre forbi Skotfoss. Turbindødelighet her er anslagsvis 20-25 % eller mer (Skåre et al. 2006). Tekniske tiltak for å lede smolt forbi vanninntak til turbinene (Forseth et al. 2007, Kraabøl 2011), f.eks. i omløpskanaler og ved plassering av gitter, har vært forsøkt i andre elver (Økland 2014). I Klosterfoss er en slik omløpsvei/rør nå bygget og satt i drift. I Skotfoss vil det i 2024 bli

nærmere undersøkt om smolt vandrer over dammen når det er overløp. Slike tiltak krever slipp av vann forbi kraftverkene, noe som også kan medføre en økonomisk kostnad. Av den grunn er det viktig å vite hvor mange, når og hvordan smolten vandrer, slik at biologisk målrettede tiltak kan settes inn til rett tid, og dermed også minimere økonomiske tap. Rekruttering på elvene og antall, tidsperiode og fordeling av utvandrende smolt fra Bøelva og Heddøla, de to hovedelvene oppstrøms Norsjø, har tidligere ikke vært kjent. Det har heller ikke vært kjent hvor lang tid smolten bruker på å vandre ned gjennom Heddalsvannet og Norsjø og hva tapet kan være. Det er nå under utredning i et eget prosjekt.

1.2 PROSJEKTMÅL

Øst-Telemarkens Brukseierforening (ØTB) har ønsket å undersøke naturlig rekruttering av laks og ørret i elver og bekker som renner inn i Norsjø i Telemark. Regulantene i vassdraget er pålagt betydelige utsetninger som et kompensierende tiltak. Effekten av utsettingene er imidlertid dårlig dokumentert. Merking av utsatt fisk kombinert med undersøkelser av bestandstettheter og - sammensetning og genetiske analyser er gjennomført 2016-2023 som grunnlag til å vurdere betydning og effekter av utsettingene.

Det geografiske undersøkelsesområdet er avgrenset til naturlige anadrome strekninger i de største tilførselvene til Norsjø som har eller har hatt utsetninger; Bøelva, Heddøla og Tinnelva (Fig. 1.1). Når praktiske forhold har tillatt det (vannføringer, tidsbruk), har i tillegg også Sauarelva blitt undersøkt, uten at dette har vært en ordinær del av prosjektet.



Figur 1.1. Det aktuelle utsettings og undersøkelsesområdet i midtre og nedre Telemark.

En forutsetning for å kunne vurdere effektene av utsettingene er at all utsatt fisk fettfinneklippes. Dette var ved prosjektets oppstart i 2016 tilfelle for utsatt sommergammel laks og ørret i Heddøla og Norsjø, mens det i Bøelva ble satt ut umerket yngel av laks på våren. I en dialog mellom oppdragstager, lokal

fiskeforening og Fylkesmannen i Telemark ble derfor utsettingspålegget for Bøelva endret f.o.m. 2017 til ca. 10 000 fettfinneklippete én-somrig laks.

Undersøkelsenes innhold, metode og omfang for prosjektperioden er:

- *Rekruttering.* Systematisk elektrofiske for beregning av artssammensetning og tettheter av utsatt og naturlig rekruttert fisk i Bøelva, Heddøla, Tinnelva og Sauarelva. Dette er viktig for å kunne vurdere effekter av utsettinger. Tinnelva er et eget prosjekt i regi av Notodden Jeger- og Fiskeforening.
- *Smoltutvandring.* Skrufeller (RST) er benyttet for å klarlegge tidsperiode og fordeling av utvandring fra Bøelva og Heddøla, eventuelle sammenhenger mellom vannføring og temperatur, og for å vurdere overlevelse og bidraget til smoltproduksjon fra hhv. utsettinger og naturlig rekruttering.
- *Oppvandring.* Vurdering av oppvandring i laksetrappene Klosterfoss/Møllefoss og Skotfoss er basert på data fra Grenlands Sportsfiskere.
- *Genetikk.* Genetiske studier av ørret for analyse av nåværende genetisk struktur og sporing av utsatt fisk. Disse undersøkelsene ble avsluttet med egen rapport i 2020 (Heggenes og Wollebæk 2020). Resultatene og viser at det er relativt beskjedne genetiske forskjeller.

I 2016 var det et mål å få en oversikt over rekruttering og vilkår for rekruttering i Bøelva, Heddøla og Tinnelva, for å få et bedre bilde av forholdet mellom naturlig rekruttering og utsetting. Undersøkelsene av bestandstettheter kunne ikke gjennomføres i 2017 pga. høye vannføringer, men er gjennomført i 2016 og 2018-2022. I 2016 omfattet også undersøkelsen en pilot telling av smolt og tidspunkt for smoltutvandring i Bøelva. Systematisk registrering av smoltutvandring, både fra Bøelva og Heddøla, kom i gang i 2017, og er gjennomført årlig til og med 2023. Høye vannføringer og høy vannstand både i Norsjø og Heddalsvannet, gjorde at bare en av stasjonene i Sauarelva lot seg elektrofiske i 2022.

Prosjektet har ikke omfattet gytebestander, gyting eller gyteforhold. Dykking kombinert med drone/overflate observasjon av gytefisk og gytegroper på utvalgte viktige gyteplasser vil kunne danne grunnlag for vurdering av områder og areal egnet for gyting (men se Heggenes et al. 2021 for Bøelva), samt andelen naturlige gytere i forhold til utsatt fisk. Dette må også være en del av kunnskapsgrunnlaget for tiltak som bedrer naturlig rekruttering. I 2019-2021 ble det gjennomført et eget prosjekt på radio-merking av oppvandrende laks og sjøørret i Klosterfoss/Skotfoss (Økland et al. 2022). Prosjektet er videreført i 2022-2023 med radiomerking av nedvandrende smolt, og avsluttes i 2024. Et viktig tema som foreløpig ikke er undersøkt er akustisk merking av vinterstøinger for å undersøke nedvandringsveier og overlevelse i særlig i nedre del av vassdraget fra Skotfoss.

1.3 BAKGRUNN

Ørret er den mest utbredte fiskearten i Skiensvassdraget (Fig. 1.1), og har naturlige bestander i hele vassdraget. Bestandene er imidlertid stedvis sterkt påvirket av vassdragsreguleringer, særlig gjennom de siste hundre år. Laks var tidligere også vidt utbredt i Skiensvassdraget, men forsvant omkring slutten av 1800-tallet som en følge av industrialisering og reguleringer i nedre deler av vassdraget (Carm & Langkaas 1993). Siden 1980 har det vært en stor innsats for å reetablere laks i vassdraget fra Norsjø og oppstrøms. Foreliggende prosjekt har derfor særlig søkelys på laks, men omhandler også ørret og aktuelle tiltak. For opp- og nedvandring er dessuten ål og niøye viktige arter, men ikke en del av dette prosjektet.

Som et kompenserende tiltak er regulantene bl.a. pålagt betydelige utsettinger (Tabell 1.1) (Carm & Langkaas 1993, Solhøy 1994, Hvidsten 2010). Fra 1980 er det satt ut laks og sjøørret i Norsjø og oppover i tilløpselvene Bøelva, Heddøla og Tinnelva på det som inntil sent på 1800-tallet var naturlige anadrome gytestrekninger (Fig. 1.1). Etter 1988 var vassdragsregulantene pålagt årlige utsettinger av 270 000 yngel (ca. 200 000 laks og 70 000 ørret) (Carm & Langkaas 1993). I 1998 ble dette pålegget

endret til 9 175 fettfinneklippte én-somrig settefisk av laks i Heddøla og 27 525 fettfinneklippte én-somrig settefisk av ørret i Norsjø/Heddalsvann (inkl. Heddøla). All utsatt én-somrig settefisk (0+) er pålagt fettfinneklipping som merking. Fram til 2016 ble det satt ut 68 800 umerket yngel (ikke fettfinneklippet) av laks i Bøelva. Som en følge av foreliggende prosjekt, ble dette pålegget endret (2016) og f.o.m. 2017 settes 9 175 fettfinneklippte én-somrig laks også i Bøelva. Fra 2017 er derfor all utsatt laks og ørret merket med fettfinneklipping. Hensikten med finneklipping er å kunne spore all utsatt fisk, og kunne skille den fra all naturlig reprodusert laks og ørret. Siden ca. år 2000 har det ikke blitt satt ut fisk i Tinnelva.

Tabell 1.1. Oversikt over aktuelle utsetninger (Fra kontrakt nr. 4500008571 for 2014; N. Østhus og T. Aschjem, pers. med.).

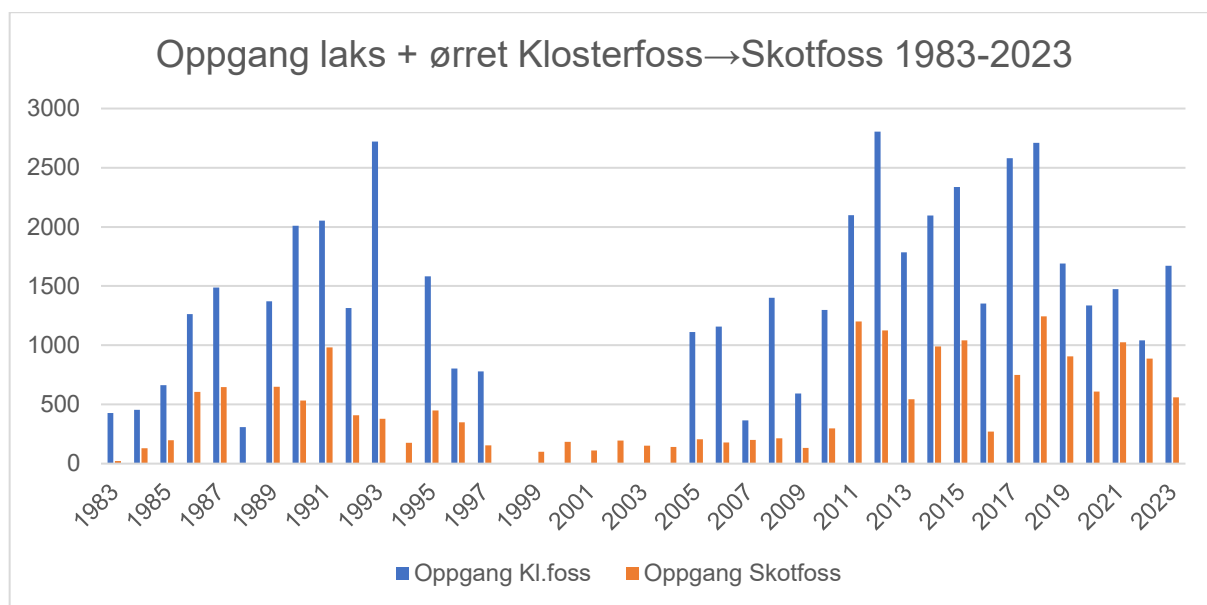
Magasin/elv	Antall totalt	Andel (%)	Antall levert	Type	Art	Stamme	Regulant
Bøelva	68800 ^a	61	41968	Yngel	L	Klosterfoss Skotfoss	Skagerak
Bøelva		24	16512	Yngel	L	Klosterfoss Skotfoss	ØTB
Bøelva		15	10320	Yngel	L	Klosterfoss Skotfoss	Statkraft
Nordsjø/Heddalsvann	27525 ^b	61	16790	1-somrig	Ø	Valebø	Skagerak
Nordsjø/Heddalsvann		24	66060	1-somrig	Ø	Valebø	ØTB
Nordsjø/Heddalsvann		15	4129	1-somrig	Ø	Valebø	Statkraft
Heddøla	9175 ^c	61	5597	1-somrig	L	Klosterfoss Skotfoss	Skagerak
Heddøla		24	2202	1-somrig	L	Klosterfoss Skotfoss	ØTB
Heddøla		15	1376	1-somrig	L	Klosterfoss Skotfoss	Statkraft

a: settes oppstrøms Oterholtfoss siden ca. 2005 (Alf Hvitsand, pers. med.)

b: 6000 settes direkte i strandsonen i Nedre Norsjø. Helgen/Holla grunneierlag tildeles 3500, Valebø 3000, Sauar-elva/Heddalsvann 6000, og Heddøla grunneierlag 9025 i Heddøla nedstrøms Melås bru, i henhold til driftsplan for Norsjø.

c: settes i hovedsak oppstrøms Melås bru fordelt på 4 steder; siden 2010 2-3000 1-somrig laks også nedstrøms Melås bru ved Heddøla grunneierlag.

Til tross for betydelige utsetninger over flere år, er effekten av utsettingsinnsatsen relativt dårlig dokumentert gjennom systematiske undersøkelser. Tetthet av ungfisk er tidligere undersøkt med ujevne mellomrom i Bøelva, Heddøla, Tinnelva og Falkumelva/Bøelva/Bliva på et til dels varierende utvalg av stasjoner (Solhøi 1992, Halari, Olsen et al. 2005, Hvidsten 2010, Bendixby & Sandem 2014). Noen få undersøkelser av gytebestander og gyteplasser er også gjennomført (Heggenes & Dokk 1995, Heggenes et al. 1998, Wollebæk et al. 2003). For å danne grunnlaget for en bedre kunnskapsbasert forvaltning, må imidlertid slike undersøkelser gjennomføres systematisk og over tid. Kontinuerlig overvåking av totale bestandstettheter gjøres per i dag kun i Tinnelva (Notodden Jeger og fiskeforening 2023). Andre typer undersøkelser som kan gi mer målrettet og spesifikk kunnskap om effektene av utsettingene i forhold til naturlig rekruttering, om utvandring og overlevelse av smolt, og om genetisk struktur hos ørret og laks, er tidligere ikke gjennomført.



Figur 1.2. Antall laks og sjørørret observert i laksetrappene i Klosterfoss (blå søyler) og i Skotfoss (røde søyler) 1983-2023 (D. Natedal, pers. med.).

Det foreligger gode data om oppvandring av fisk i fisketrappene nederst i vassdraget. Total oppgang av laks og sjørørret i de nederste trappene (Klosterfossen og Mølla; Fig. 1) har normalt vært rundt 1000-1500 individer (Klosterfossen 1983-2016: gjennomsnitt 1325 fisk/år $\pm$ SD 739 (data fra 7 årganger mangler); Mølla 2006-2016: 156 fisk $\pm$ 101) (data fra Dag Natedal pers. med., Fig. 1.2). Tidligere gikk bare 200-300 fisk normalt opp trappa i Skotfoss (Fig. 1.2), selv om dette har variert svært mye mellom år (1983-2011: 289 fisk $\pm$ 228, min. 2 fisk i 1988, maks. 983 i 1991). Trappa har derfor ikke fungert så godt som ønskelig. Laks kan likevel forekomme i Bøelva, Heddøla, Tinnelva og Sauarelva. I 2011 og 2012 var oppgangen av fisk uvanlig stor, med hhv. 2414 og 2860 fisk i Klosterfossen/Mølla og 1200 (eller mer) og 1124 laks og sjørørret i laksetrappa ved Skotfoss (Fig. 1.2). I 2013 ble laksetrappa i Skotfoss ombygd for å lette oppgangen, men ombyggingen var ikke vellykket og brukes ikke. Total oppgang var 543 i 2013, herav 485 laks og 58 sjørørret, og så minst 990 i 2014 og 1042 i 2015, til tross for at trappa hadde mindre vann enn forutsatt (Dag Natedal, pers. med.). I 2016 var oppgangen liten med 271 fisk (Fig. 2). I 2017 økte oppgangen i Skotfosstrappa igjen betydelig til 748 laks, og har i perioden 2018-2022 vært 609 - 1244 laks. Men i 2023 førte uvanlig mye vann til beskjeden oppgang i Skotfoss (295 laks, 106 sjørørret) til tross for høy oppgang i Klosterfoss (Fig. 1.2). Den nybygde kulpe-trappa i Mølla kom i full drift i 2018.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 OMRÅDEBESKRIVELSE

Bøelva har sitt utspring i Seljordsvatnet, og har en anadrom strekning på ca. 18,2 km med et totalareal på ca. 0,94 km² i hovedløpet (Fig. 2.1). Mer detaljerte anslag antar et produktivt, anadromt egnet oppvekstareal i hovedløpet på ca. 0,65 km². Vannføringen er regulert med middelvannføring på litt over 23 m³s⁻¹ og minstevannføring 4,5 m³s⁻¹. Påviste fiskearter er ørret, laks, ørekyt, trepigget stingsild, niøye, gjedde, krøkle, sik, abbor og ål (e.g. Hvidsten 2010). Utsettingssteder for laks er jevnt fordelt i Bøelva på ikke-anadrom strekning (siden ca. 2005) oppstrøms Oterholtfoss og opp til Herrefoss (ca. 12,6 km) (Fig. 2.1).

Det ble fisket på syv stasjoner på en strekning fra nedenfor Oterholt til rett oppstrøm Gvarv (Tabell 2.1 og Fig 2.1). Dette er de samme stasjoner som ble undersøkt av Hvidsten (2010).

Nytt kart og vi bør vel ha med bilder).



Figur 2.1. Bøelva med undersøkte stasjoner; st 1- st 7.

Tabell 2.1. Koordinater (UTM 32) for stasjoner for innsamling av fisk i Bøelva. Stasjonene er angitt geografisk rekkefølge som vist på Fig. 3.

	UTM 32 N	UTM 32 Ø
Stasjon 1	6587347	504276
Stasjon 2	6586243	505361
Stasjon 3	6586035	506552
Stasjon 4	6585802	507201
Stasjon 5	6586012	507367
Stasjon 6	6584544	508007
Stasjon 7	6585136	509120

Stasjon 1



Stasjon 2



Stasjon 3



Stasjon 4



Stasjon 5



Stasjon 6





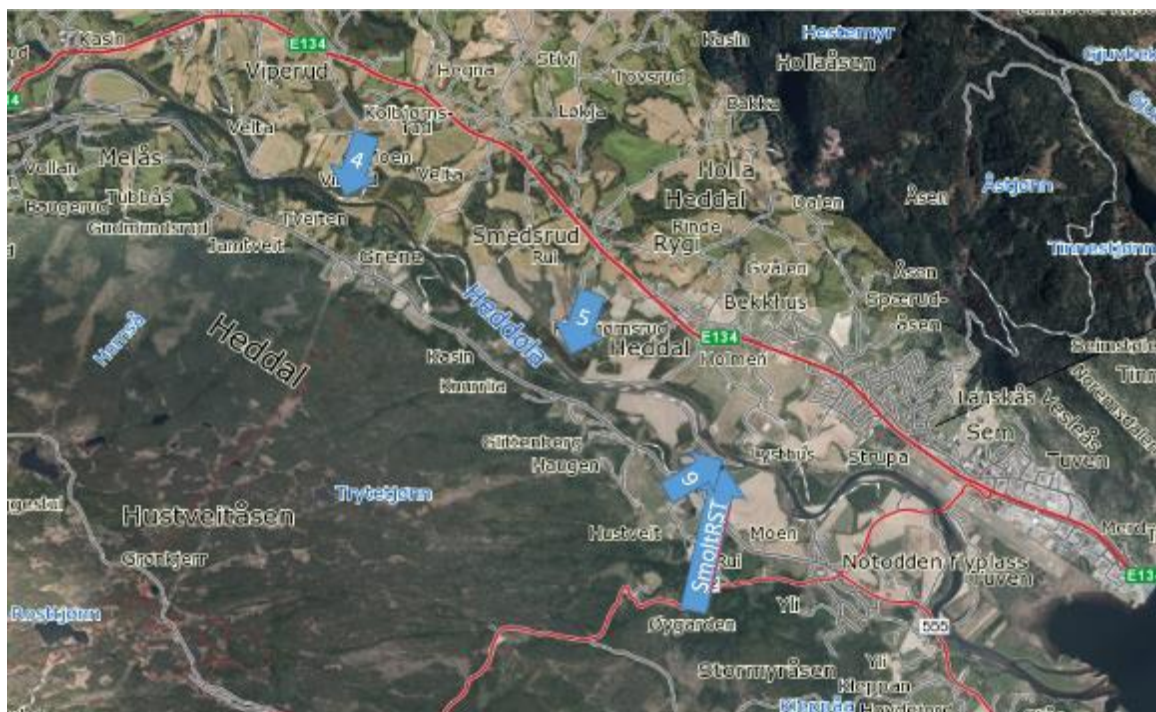
Bilder av de undersøkte stasjoner i Bøelva.

Heddøla har en omtrent samme lengde og areal som Bøelva, med en anadrom strekning på ca. 17,9 km med et totalareal på ca. 0,99 km² i hovedløpet (Fig. 2b, 3a, b). Mer detaljerte anslag er ikke gjennomført. Middelvannføringen er ca. 23 m³s⁻¹, delvis regulert av Hjartdøla kraftverk (midlere vannføring utløp Hjartsjø 4,5 m³s⁻¹), men også sterkt preget av uregulert restfelt fra Lifjell som gir varierende, nedbørsavhengige vannføringer. Selvpålagte minstevannføring er 1 m³s⁻¹ om vinteren og 2,5 m³s⁻¹ om sommeren. Påviste fiskearter er også de samme som i Bøelva: ørret, laks, ørekyt, trepigget stingsild, niøye, gjedde, krøkle, sik, abbor, ål og bekkeniøye (e.g. Hvidsten 2010). Utsettingssteder for laks er jevnt fordelt i Heddøla nedstrøms Melås bru til Heddalsvannet (ca. 11km; Leif Yli pers. med.)

Det ble fisket på seks stasjoner på en strekning fra Melås bru til noe oppstrøm Heddalsvatnet (Fig 2.2 og Tabell 2.2). Dette er de samme stasjoner som ble undersøkt av Hvidsten (2010).

Tabell 2.2. Koordinater (UTM 32) for stasjoner for innsamling av fisk i Heddøla. Stasjonene er angitt geografisk rekkefølge som vist på Fig. 2.2.

	UTM 32 N	UTM 32 Ø
Stasjon 1	6607742	499797
Stasjon 2	6607345	500425
Stasjon 3	6605946	504304
Stasjon 4	6605139	507888
Stasjon 5	6604194	508920
Stasjon 6	6603499	510067



Figur 2.2. Heddøla med undersøkte stasjoner; st 1- st 6.



Bilder av de undersøkte stasjoner i Heddøla.

Sauarelva renner fra Heddalvann/Bråfjorden ca. 7 km til Norsjø. De nederste 5 km er innsjølignende, mens de øvre ca. 1-2 km fra utløp Bråfjorden (‘Blodpreng’) har en jevn svak strøm med steinsubstrat egnet for gyting/oppvekst av laks og ørret. Det ble fisket på to lokaliteter, Fig. 2.3 og Tabell 2.3.



Figur 2.3. Sauarelva med undersøkte stasjoner; st 1 og 2.

Bilder av de undersøkte stasjoner i Sauarelva.

Tabell 2.3. Koordinater (UTM 32) for stasjoner for innsamling av fisk i Sauarelva. Stasjonene er angitt geografisk rekkefølge som vist på Fig. 2.3.

	UTM 32 N	UTM 32 Ø
Stasjon 1	6588250	517456
Stasjon 2	6588138	517562

2.2 REKRUTTERING PÅ ELV – ELEKTROFISKE

Til registrering og innsamling av fisk ble benyttet standard metodikk for undersøkelser med elektrisk fiskeapparat (Norsk Standard NS-EN 14011). Det ble fisket med et elektrisk fiskeapparat konstruert av Terik Technology, med maksimum spenning 1600 V og pulsfrekvens 80 Hz. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Stasjonene ble overfisket tre ganger på et oppmålt areal og tettheten av fisk ble beregnet ut fra avtak i fangst (successive removal) (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). For ørekyt er tetthet beregnet basert på fangbarhet. Benyttet fangbarhet er 0,5671.

For å sikre at det samme arealet ble fisket hver omgang, ble arealet på uoversiktlige stasjoner avmerket med en snor lagt på bunnen, men ellers ble siktlinjer, f.eks. mellom større stein, benyttet. I beregningene av tetthet av ørret og laks er det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$), mens det for ørekyt ikke er skilt på årsklasser. Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m² og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for alle stasjoner samlet. Størrelsen på avfisket areal og antall fisk fanget de ulike år er vist i Tabell 2.4. Undersøkelsene gir data og kunnskap om artssammensetning, vill eller utsatt fisk (fettfinneklippet), bestandstettheter og størrelsesfordeling i de ulike bestandene og stasjonene.

Tabell 2.4. Antall laks og ørret som ligger til grunn for beregninger, antall lokaliteter undersøkt og samlet størrelse på det avfiskede elvearealet ulike år i Bøelva, Heddøla og Sauarelva. Sauarelva ble ikke undersøkt i 2016 og 2020.

ÅR	Antall fisk LAKS	ØRRET	Antall lokaliteter	Areal (m ²)	Periode for innsamling
BØELVA					
2016	149	169	7	719	19.-21.09
2018	56	75	7	696	03.10.
2019	138	57	7	654	03.10.
2020	595	141	7	604	27.08; 01.09.
2021	71	86	7	593	27.08; 01.09
2022	294	28	6	547	08.09
HEDDØLA					
2016	179	204	6	850	16.-19.08
2018	69	134	6	900	21.08
2019	169	109	6	825	21.08
2020	441	324	6	740	21.-28.08
2021	268	135	6	638	21-28.08
2022	331	111	6	685	30.08; 01-02.09; 07.09
SAUARELVA					
2016					.
2018	30	191	2	154	31.08; 06.09.
2019	132	180	2	400	31.08; 06.09.
2020					
2021	111	149	2	188	31.08
2022	14	52	1	100	31.08

Det er fisket på til sammen 7 stasjoner i Bøelva og 6 stasjoner i Heddøla (Fig. 3-6). Stasjonene ble valgt ut for å representere ulike habitat typer, representere ulike delstrekninger av elva, og være mest mulig nær og sammenlignbare med stasjoner undersøkt tidligere. I Sauarelva ble det fisket på fire stasjoner i 2016, men bare 2 av disse hadde vesentlige tettheter av ørret og laks og ørret, og ble etablert for videre undersøkelser (Fig 5). Sauarelva ble ikke undersøkt i 2020 og 2023 på grunn av mye vann hele høsten. I 2022 ble bare en stasjon undersøkt her; den andre kunne først ikke avfiskes grunnet høy temperatur, så

høy vannføring. Feltarbeidet er over årene 2016-2022 gjennomført 27. august og 1. september i Bøelva, 21.-28. august i Heddøla og i Sauarelva 31. august.

I Tinnelva ble de samme stasjoner som i tidligere år elektrofisket. Resultatene blir dokumentert i egen rapport fra Notodden Jeger og fiskeforening. Stasjonene i Heddøla, Sauarelva og Tinnelva var alle 50 m lange, men med varierende bredde, fra 1,5 til 4 m, avhengig av strandsonens dyp. I Bøelva varierer areal, innmålt i felt ved aktuell vannføring.

Stasjon 4-6 i Heddøla samt de to stasjonene i Sauarelva, er kontrollstasjoner uten nærliggende utsetting av laks eller ørret. Stasjon 1 i Heddøla ligger også mer enn 500 m oppstrøms øverste utsettingsområde.

2.3 SMOLTUTVANDRING

For å kartlegge tidsfordeling og start/slutt for smoltutvandring, ble en fiskefelle av type smoltskrue (Rotary Fish Screw, RFS eller Rotary Fish Trap. RST) benyttet (Tattam et al. 2013) både i Bøelva (siden 2016) og Heddøla (siden 2017). Smoltskruen er en flytende, roterende skrue-sil som avsiler en del av vannvolumet i elva. Fella består av en trommel med skovler (Fig. 2.4 og 2.5). Skovlene gjør at vannstrømmen får trommelen til å rotere, med typiske hastigheter på 4 – 10 omdreininger per minutt. Dersom vannhastigheten er så liten at trommelen roterer saktere enn 4 omdreininger per minutt, vil smolten kunne slippe unna. Smolten som fanges i åpningen, føres skånsomt bakover gjennom et rør til en oppsamlingstank. Tanken tømmes ved behov, stort sett hver dag eller morgen og kveld, avhengig av antall smolt som vandrer ut. Fella står på samme sted i elva gjennom hele smolt utvandringsperioden, og tømmes og kontrolleres ved at den trekkes inn til land. Fella i Heddøla var fortøyd til land oppstrøms, og ble skjøvet ut i hovedstrømmen med en bom/bjelke som var festet til fortøyingstauet (Fig. 2.4). Fella i Bøelva var fortøyd i en yttersving i elva, slik at strømmen dro fella ut fra land. Et tau fra fella og rett inn til land gjorde det mulig å dra fella inn til bredden (Fig. 2.5). Åpningen på skrufella ble senket slik at den silte 0,90 kvadratmeter av elvetverrsnittet, mens avsilt vannvolum nødvendigvis vil variere med vannføring/vannhastigheter (Fig. 2.4 og 2.5).



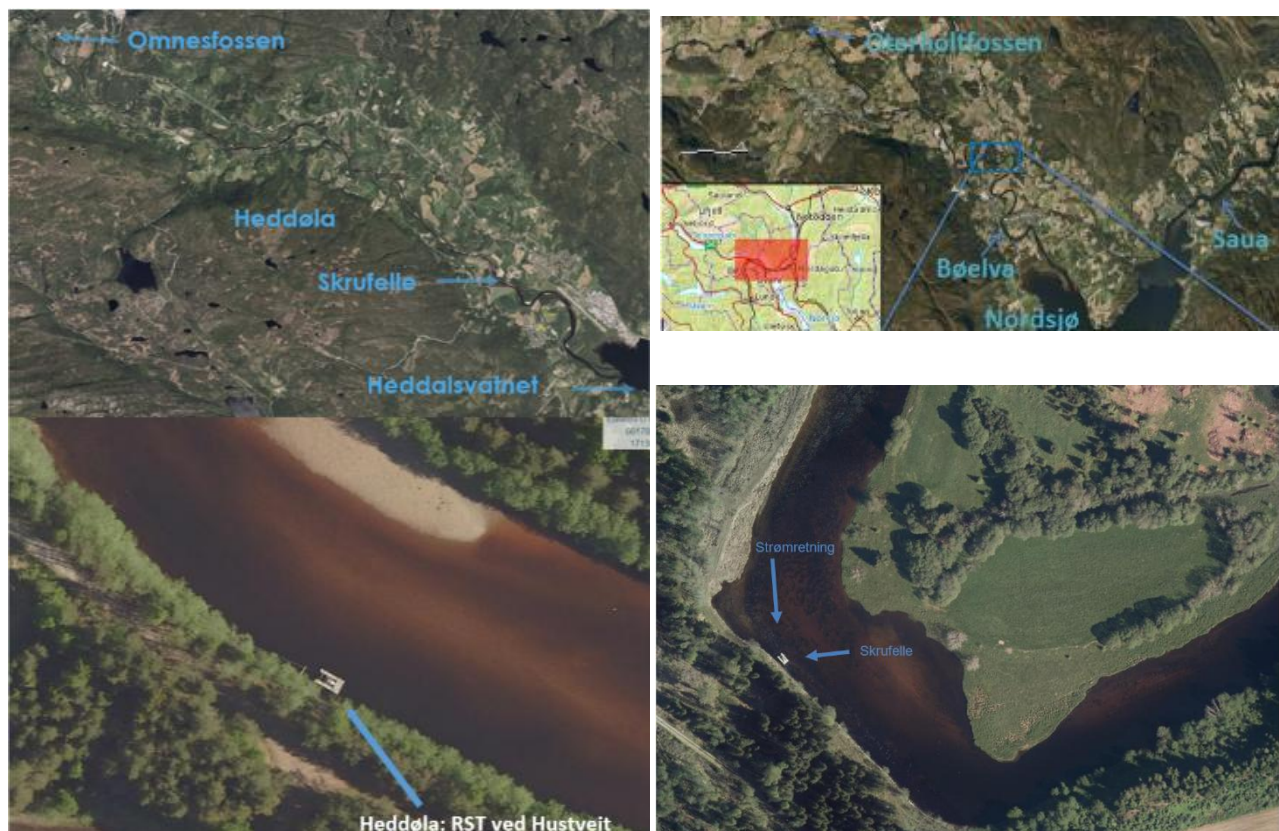
Figur 2.4. Plasseringen av skrufella i Heddøla ved Hustveit (Fellesfjøset) i 2017, på en dag med normal vannføring.



Figur 2.5. Skrufella i Bøelva i 2016, på en dag med stor vannføring.

Studien omfattet art, antall og lengde av fangsten, nedvandringstidspunkt, smoltifiseringsgrad, om fanget smolt var fra vill eller utsatt fisk (fettfinneklippet), samt rotasjonshastighet. Ved skrufella ble det plassert loggere (HOBO Pendant Temperature/Light 64K) som registrerte vanntemperatur og lysintensitet. Data for vannføring er hentet fra NVE (sildre.nve.no) og stasjon Omnesfoss 16.10.0 i Heddøla, og Hagadrag 16.51.0 kombinert med Hørte 16.193.0 i Bøelva. Hydrofysiske data er innsamlet for å kunne vurdere faktorer som påvirker fordeling og eventuelle endringer i smoltutvandring.

Skrufella i Heddøla ble plassert ved Hustveithølen (Fellesfjøset) og i Bøelva ved Østtveit (Fig. 2.6). Plasseringene var en avveining mellom flere kriterier: 1) å få størst mulig lakseproduserende habitat areal oppstrøms fellene, 2) plassering slik at gradienten gir sterk nok strøm til at fella roterer med tilfredsstillende hastighet (mer enn 4 rotasjoner per minutt) på alle vannføringer, og 3) minst mulig bredde på elva og en klart definert og strømssterk dypål, slik at smolten blir konsentrert og fangbarheten av smolt maksimeres. Smolten er antatt å bevege seg hovedsakelig nær overflaten. Dessuten ble det tilstrebt å legge fellene nært land, med fortøyning bare på den ene elvebredden. Dette fordi det er enklere å røkte en felle som er plassert i en hovedstrøm som går langs land, fremfor å måtte feste fella i en stålwire spent tvers over elva. En slik stålwire kan også være en risikofaktor for andre aktiviteter på elva (båt, kajakk og kano). I Bøelva ble fella i 2016 plassert i elvens aller nederste sterke stryk, i en yttersving med en markert dypål nært land (Fig. 2.6). Ettersom fella på lav vannføring i 2016 roterte for langsomt til å være fangsteffektiv, ble den fra og med sesongen 2017 flyttet ca. 150 m oppstrøms på samme side. Her er det en markert djupål i en yttersving som har nok vannhastighet til å drive smoltskruen rundt selv på lave vannføringer. Siden 2017 observerte vi at ved vannføringer ca. 20 – 40 m³/s ble vannstrømmen konsentrert inn mot smoltskruen. Skruen silte derfor da av en relativt større andel av hele vannvolumet som passerte og fungerte da særlig effektivt. Ved større vannføringer over ca. 100 m³/s blir elva bred og relativt stilleflytende, også fordi vannstanden i Norsjø stiger slik at det blir oppstuvning. I Heddøla ble fella utplassert (første år 2017) nedstrøms elvas nederste stryk, i en djupål nært land på sørsiden av elva på en rett strekning ved Hustveit (Fellesfjøset). Dermed var den også oppstrøms de nederste delene av elva der den blir svært stilleflytende. Elvetverrsnittet ved felle plasseringen i Heddøla var jevnere og bredere enn i Bøelva, elveløpet var rettere, og djupålen mindre markert. Siden 2017 observerte vi at ved lavere vannføringer, under ca. 10 m³/s, ble vannstrømmen for liten inn mot smoltskruen til å drive den rundt med høy nok hastighet til å fange effektivt (ca. 4 rpm.). Gjennom utvandringssesongen 2022 var vannføringene uvanlig lave, og smoltfella i Heddøla fungerte derfor ikke.



Figur 2.6. Skrufella Heddøla og Bøelva ble plassert på nederste egnede stryk, og begge er synlig på flyfoto fra 2017.

All fisk som ble fanget i fellene ble artsbestemt og lengdemålt (mm). Eventuell merking/fettfinneklipping ble registrert. I tillegg ble morfologisk smoltindeks (SI) bestemt for laks og ørret (Vedlegg 1). SI ble beregnet utfra kriteriene a) sølvfarge, b) fravær av parmerker og c) pigmentering av halefinne. Hvert kriterium fikk en verdi fra 1 til 4, og SI ble beregnet som summen av disse. Laks med SI >3 og lengde over 100 mm ble regnet som smolt (Johnston & Eales, 1970).

2.3.1 Forsøk med merking og gjenfangst av vill fisk for å kalibrere smoltskrue

I årene 2017 til 2022 ble mesteparten av smolten (etter fangst i fella) merket fortløpende ved lufttrykk-injisering (Pantet inoculator) med et blått fargestoff (Alcian blue) i den ene brystfinnen (Bridcut (Bridcut 1993). (Fig. 2.7) Deretter ble de transportert i bøtter oppstrøms og gjenutsatt ca. 300 m oppstrøms skrufella innen ca. 30 minutter. Grunnen til bruk av fargemerking med Panjet, var at all utsatt fisk er merket fra klekkeriet med fettfinneklipping (Bøelva fettfinneklippet fra og med 2016). Denne merkingen/gjenutsettingen med blåfarge ble gjort for å kalibrere fella, dvs. få et estimat på hvor stor andel av all nedvandrende fisk fella fanger.



Figur 2.7. Merking av smolt med Panjett og fargestoffet Alcian blue.

For å kunne beregne fangbarheten til fellene, ble det i perioden 2017-2021 i tillegg også gjennomført egne merkeforsøk med utsatt smolt. Utvandringssklar smolt fra Telemark Settefisk AS ble satt ut i Bøelva og Heddøla. Smolten ble kjørt i en 1000 liters tank med lufttilførsel, talt og satt ut med håv og bømme, hhv. ca. 3 km (Bøelva) og 1 km (Heddøla) oppstrøms smoltskruen. Denne utsatte smolten ble ikke merket spesielt, men kunne lett skilles fra vill smolt på slitasje av finnene. Antall utsatt smolt som ble fanget i skrufellene ble registrert, slik at andelen utsatt og gjenfanget smolt kunne gi et enkelt estimat på skrufellenes fangbarhet. Fangst av vill laksesmolt til radiomerking og undersøkelse av nedvandring

I 2022 og 2023 ble fangsttinnssatsen for smoltfellene konsentrert om å fange vill laksesmolt til radiomerking (Fig. 2.8; Lotek Nanotag NTF-2-1, 0,30 g, 9,6x5x3 mm <https://www.lotek.com/products/freshwater-nanotag-series/>). Målet var å undersøke nedvandringssruter i øvre del av Skiensvassdraget (oppstrøms Skotfoss) fra rekrutteringselvene Heddøla og Bøelva, gjennom Heddalsvannet og Norsjø, og ned til Skotfoss. Viktige resultater ville også være tidsbruk og gjenfangst/overlevelse ned til Skotfoss (Heggenes et al., in prep). I 2022 ble 61 vill smolt radiomerket i Bøelva, ingen i Heddøla. I 2023 ble 67 vill smolt merket i Bøelva, og 115 i Heddøla. Fangsten i Heddøla i 2023 overgikk forventninger, og skyldes trolig en jevn og stabil vannføring, i kontrast til tidligere år. Masseuttak fra elva oppstrøms fangstfella vinteren 2022-2023 kan også ha konsentrert vannstrømmen mer mot fella.



Figur 2.8. Radiomerking av vill laksesmolt i Heddøla, mai 2023.

3 RESULTATER OG KOMMENTARER

3.1 REKRUTTERING PÅ ELV.

3.1.1 Bøelva

Det er til sammen fanget seks fiskearter i Bøelva: laks, ørret, ørekyt, tre- og nipigget stingsild og niøye. Dominerende arter var laks og ørret, og ørekyt på enkelte stasjoner. Undersøkelsen dekker årene 2016 og 2018 til 2022.

2016

Det ble fanget ørret på alle lokaliteter, mens laks ikke ble påvist på stasjon 2, mens ørekyt manglet på stasjon 1. I tillegg ble tre- og nipigget stingsild påvist. Bestanden av både laks og ørret var dominert av årsunger (0+). Årsungene til laks var mellom 52 og 75 mm, mens 0+ ørret var mellom 48 og 78 mm (Fig. 3.1). Gjennomsnittslengdene til 0+ var $61,7 \pm 0,9$ mm for laks og $63,9 \pm 1,3$ mm for ørret (Tabell 3.1). Det var ikke overlap i størrelse mellom 0+ og eldre verken for laks eller ørret. Total tetthet var den samme for laks og ørret. Imidlertid hadde de to øverste lokalitetene de høyeste tettheter av ørret, mens det her nærmest ikke ble påvist laksunger. De høyeste tettheter av laks ble beregnet på de nederste stasjoner. Det ble fanget en ørret på stasjon 1 som var fettfinneklippet, altså utsatt. Denne var 124 mm.

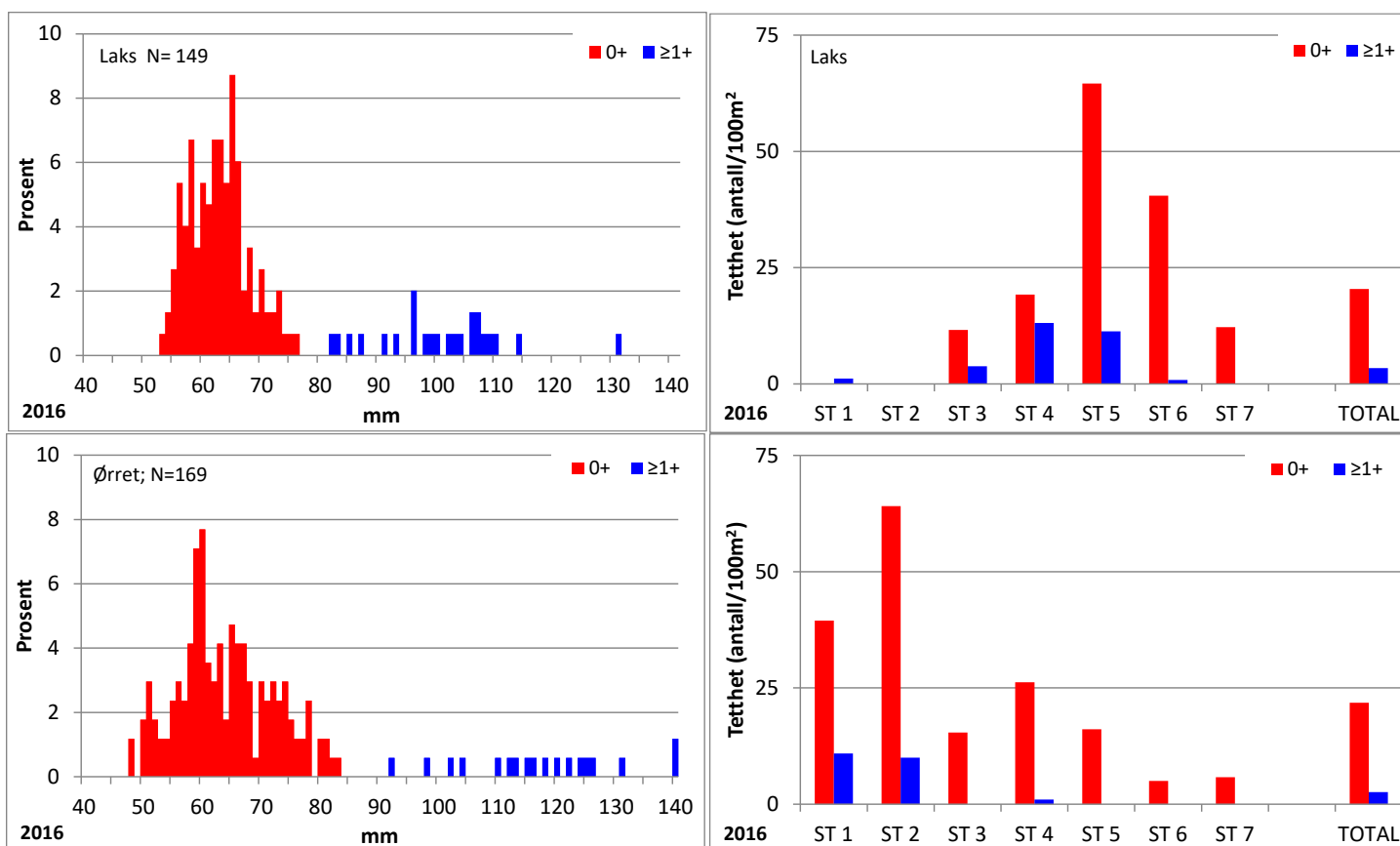


Fig. 3.1. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Bøelva i september 2016.

2018

Laks ble ikke påvist på stasjon 3, mens ørret ikke ble fanget på stasjon 6. Ørekyt ble funnet på alle stasjoner bortsett fra på stasjon 3, mens det var trepigget stingsild på stasjon 1 og 4 og niøye på stasjon 4. Det ble ikke fanget fettfinneklippet laks eller ørret, så all fisk regnes som naturlig reproduisert. Det ble fanget til sammen 56 laksunger. Disse var mellom 50 og 140 mm (Fig. 3.2). Det var ikke overlapp i lengdefordelingen mellom 0+ og eldre laksunger i lengdefordelingen. Største årsunge (0+) var 71 mm, mens minste laks $\geq 1+$ var 79 mm. Antall ørret var også lite. Til sammen ble det fanget 75 ørret.

Årsungene (0+) var her mellom 48 og 69 mm, og det var heller ikke her overlapp mellom 0+ og eldre fisk i lengdefordelingen (Fig. 3.2). Den største ørreten målte 213 mm. Denne og to andre, 166 og 171 mm, er satt til 140 mm i Fig. 3.2. Gjennomsnittslengdene til 0+ var $61,7 \pm 0,9$ mm for laks og $63,9 \pm 1,3$ mm for ørret (Tabell 3.1).

Beregnet tetthet var svært lav både for laks og ørret i 2018. Beregnet for alle stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ laks 2,3 fisk pr. 100 m², mens den for laks $\geq 1+$ var 6,5 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.2). Det var årsunger (0+) på fem av stasjonene og høyest tetthet ble beregnet på stasjon 4; 9,5 fisk pr. 100 m². Laks $\geq 1+$ (eldre) ble funnet på fire stasjoner og i høyest tetthet på stasjon 1; 24,4 fisk pr. 100 m². Beregnet tetthet for ørret var noe høyere enn den beregnet for laks (Fig. 3.2). Beregnet for alle stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ 4,3 fisk pr. 100 m², mens den for ørret $\geq 1+$ var 7,2 fisk pr. 100 m². Årsunger (0+) var tilstede på seks av stasjonene og høyest tetthet ble beregnet på stasjon 1, 13,3 fisk pr. 100 m². Ørret $\geq 1+$ (eldre) ble funnet på fire stasjoner og i høyest tetthet var også her på stasjon 1, 34,4 fisk pr. 100 m².

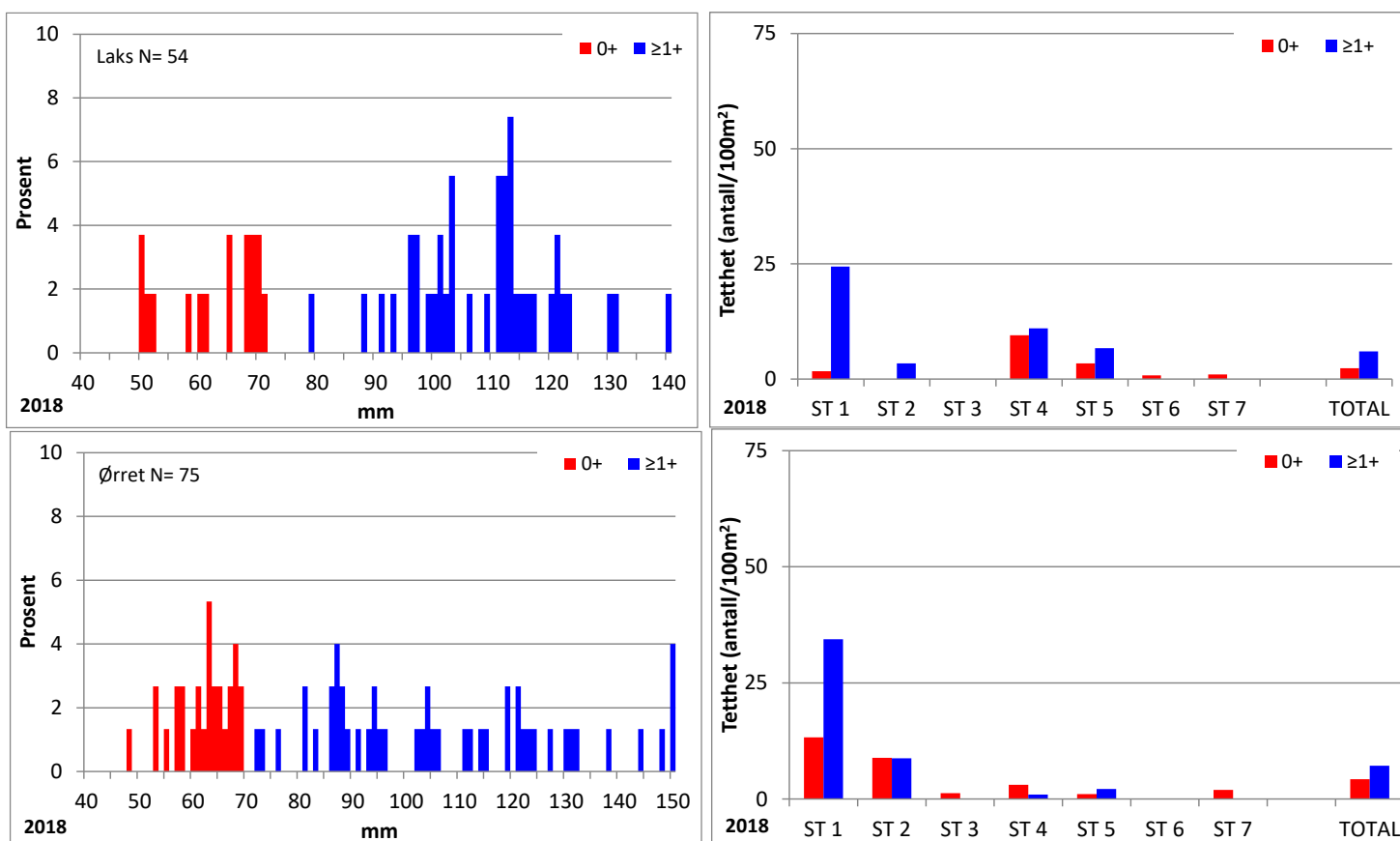


Fig. 3.2. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Bøelva i oktober 2018.

2019

Det ble til sammen fanget fire fiskearter, laks, ørret, ørekyt og niøye. Laks ble funnet på alle syv stasjoner, ørret ble bare fanget på de to øverste stasjonene. Ørekyt ble funnet på stasjon 1, 2 og 5, mens det var niøye på stasjon 4. Det ble ikke fanget fettfinneklippet laks eller ørret, så all fisk regnes som naturlig reproduisert.

Det ble fanget til sammen 138 laksunger. Årsunger (0+) dominerte bestanden av laks. Disse var mellom 49 og 73 mm (Fig. 3.3). Det var ikke overlapp mellom 0+ og laksunger eldre enn 0+ i lengdefordelingen. Minste laks $\geq 1+$ var 97 mm, mens den største var 140 mm. Det ble fanget til sammen 57 ørretunger. Årsunger (0+) var mellom 44 og 77 mm (Fig.). Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre ørret i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 103 mm, mens den største ørreten målte 173 mm (Fig. 3.3).

Beregnet tetthet av laks var relativt høy i 2019. For alle stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ laks 18,4 fisk pr. 100 m², mens den for laks $\geq 1+$ var 4,2 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.3). Det var årsunger (0+) på alle syv stasjoner og absolutt høyest tetthet ble beregnet på stasjon 5 med hele 55,5 fisk pr. 100 m². Laks $\geq 1+$ (eldre) ble ikke funnet på stasjon 7. Her ble høyest tetthet beregnet på stasjon 4; 10,1 fisk pr. 100 m². Beregnet tetthet av ørret var svært lav, noe som skyldes at ørret bare ble funnet på de to øverste stasjonene (Fig. 3.3). Her ble den høyeste tetthet beregnet på stasjon 2 og dominert av 0+. Beregnet for alle stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ 5,5 fisk pr. 100 m², mens den for ørret $\geq 1+$ var 3,9 fisk pr. 100 m². 13,3 fisk pr. 100 m².

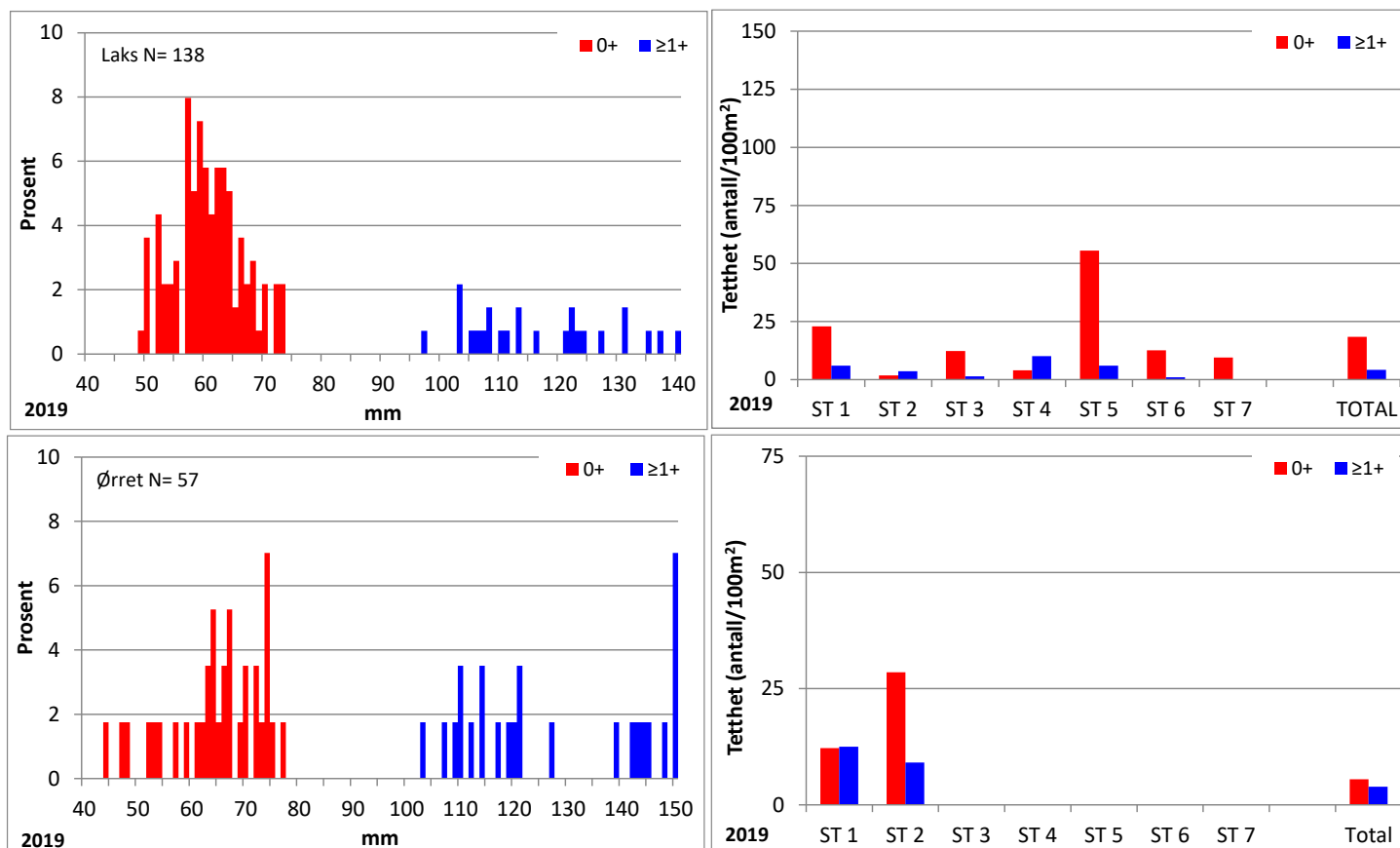


Fig. 3.3. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Bøelva i september 2019.

Tabell 3.1. Gjennomsnittslengde i mm til årsunger (0+) av laks og ørret (ikke utsatt) ulike år i Bøelva. Variasjon er oppgitt som 95 % K.I. N= antall fisk.

Årsunger 0+	Laks		Ørret	
	Lengde ± 95% K.I	N	Lengde 95% K.I	N
ELV/ÅR				
2016	61,7 ± 0,9	125	63,9 ± 1,3	151
2018	62,6 ± 4,0	16	61,9 ± 2,0	29
2019	60,5 ± 1,1	111	64,5 ± 3,0	33
2020	53,0 ± 0,4	490	54,5 ± 1,1	123
2021	63,3 ± 2,9	10	60,0 ± 1,6	43
2022	59,5 ± 0,6	257	54,9 ± 1,3	70

2020

Det ble fanget tre fiskearter i 2020, laks, ørret og ørekyt. Det ble også påvist niøye. Laks og ørret ble funnet på alle syv stasjoner, mens det var ørekyt på stasjon 3, 5 og 7. Det ble ikke fanget fettfinneklippet laks eller ørret, så all fisk regnes som naturlig reproduisert.

Det ble fanget til sammen 595 laksunger og 141 ørretunger i 2020. Årsunger (0+) dominerte bestanden av laks. Disse var mellom 39 og 69 mm (Fig. 3.4). Det var ikke overlapp mellom 0+ og laksunger eldre enn 0+ i lengdefordelingen. Minste laks $\geq 1+$ var 74 mm, mens den største var 140 mm. Det ble fanget ørret på alle stasjoner med unntak av på stasjon 7. Årsunger dominerte og utgjorde 88 % av bestanden. Ørret $\geq 1+$ ble bare funnet på stasjon 1 og 2. Dette kan forklares med at det i 2019 kun var årsunger på disse to stasjonene, se Fig. 3.3. Årsunger (0+) var mellom 39 og 71 mm i 2020 (Fig. 3.4). Det var heller ikke her overlapp mellom 0+ og eldre ørret i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 76 mm, mens den største ørreten målte 142 mm (Fig. 3.4).

Beregnet tetthet av laks var høy. For alle stasjoner sett under ett, var tettheten av årsunger (0+) 92,6 fisk pr. 100 m², mens den for laks $\geq 1+$ var 18,5 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.4). Det var årsunger (0+) på alle syv stasjoner og absolutt høyest tetthet ble beregnet på stasjon 4 med hele 268 fisk pr. 100 m². Det var også flere enn 100 0+ pr. 100m² på stasjon 1, 5 og 6. Lavest tetthet av årsunger beregnes på stasjon 7. Laks $\geq 1+$ ble også funnet på alle stasjoner og på noen i relativt høye tettheter. Stasjon 7 hadde også de laveste tettheter av laks $\geq 1+$. Høyest tetthet her ble beregnet på stasjon 4; 54 fisk pr. 100 m², og på 2 og 3, begge 25,5 fisk pr. 100 m² (Fig.). Beregnet tetthet av ørret alle stasjoner sett under ett var for 0+ 27,6 fisk pr. 100 m², mens den for ørret $\geq 1+$ var 3,9 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.4). Den høyeste tettheten av 0+ beregnes på stasjon 4 med 64 fisk pr. 100 m², men tettheten av 0+ var også relativt høy på stasjon 1, 2 og 5. Tettheten av ørret $\geq 1+$ på stasjon 1 og 2 var 9 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.4).

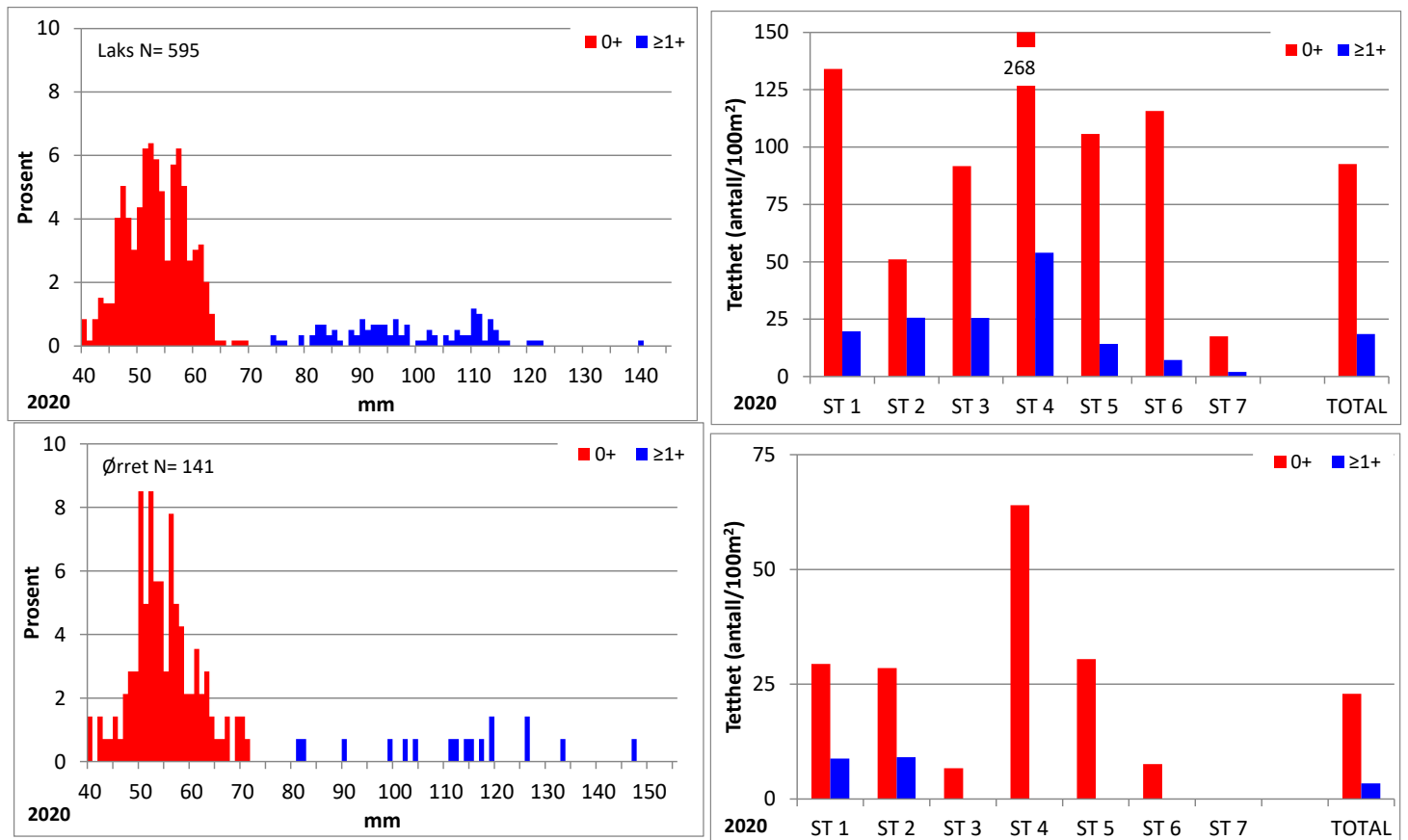


Fig.3.4. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Bøelva i august 2020.

2021

Det ble fanget tre fiskearter, laks, ørret og ørekyt. Ingen arter ble funnet på alle syv stasjoner. Laks ble ikke funnet på stasjon 3 og 7, mens ørret ikke ble påvist på stasjon 5 og 7. Ørekyt var eneste art på stasjon 7 i 2021, men ble ikke funnet på stasjon 4 og 6. Det ble ikke fanget fettfinneklippet laks eller ørret.

Det ble bare fanget 71 laksunger i 2021. Årsunger (0+) utgjorde en relativt liten andel av laksungene og var mellom 57 og 71 mm (Fig. 3.5). Det var ikke overlapp mellom 0+ og laksunger eldre enn 0+ i lengdefordelingen. Minste laks $\geq 1+$ var 78 mm, mens den største var 132 mm. Beregnet tetthet var svært lav. Beregnet for alle stasjoner sett under ett, var tettheten av årsunger (0+) laks bare 1,7 fisk pr. 100 m², mens den for laks $\geq 1+$ var 11,9 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.5). Årsunger (0+) ble bare funnet på fire av stasjonene og på alle i svært lav tetthet. Laks $\geq 1+$ (eldre) ble funnet på fem stasjoner og på noen i relativt høy tetthet.

Det ble fanget til sammen 86 ørretunger i 2021. Det ble ikke fanget ørret på stasjon 5 og 7. Ørret $\geq 1+$ ble bare funnet på stasjon 1, 2 og 4. Årsunger (0+) og ørret $\geq 1+$ utgjorde i antall en like stor andel av ørretbestanden. Årsunger (0+) var mellom 50 og 72 mm (Fig. 3.5). Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre ørret i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 78 mm, mens den største ørreten målte 200 mm. Fire ørret var større enn 150 mm. Beregnet tetthet for alle stasjoner sett under ett var for 0+ 9,6 fisk pr. 100 m², mens tettheten for ørret $\geq 1+$ var 7,6 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.5). Den høyeste tettheten av 0+ beregnes på stasjon 2 med 49,6 fisk pr. 100 m², men tettheten av 0+ var også relativt høy på stasjon 1. Det var bare ørret $\geq 1+$ på stasjon 1, 2 og 4. Tettheten av ørret $\geq 1+$ på stasjon 1 og 2 var henholdsvis 30 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.5).

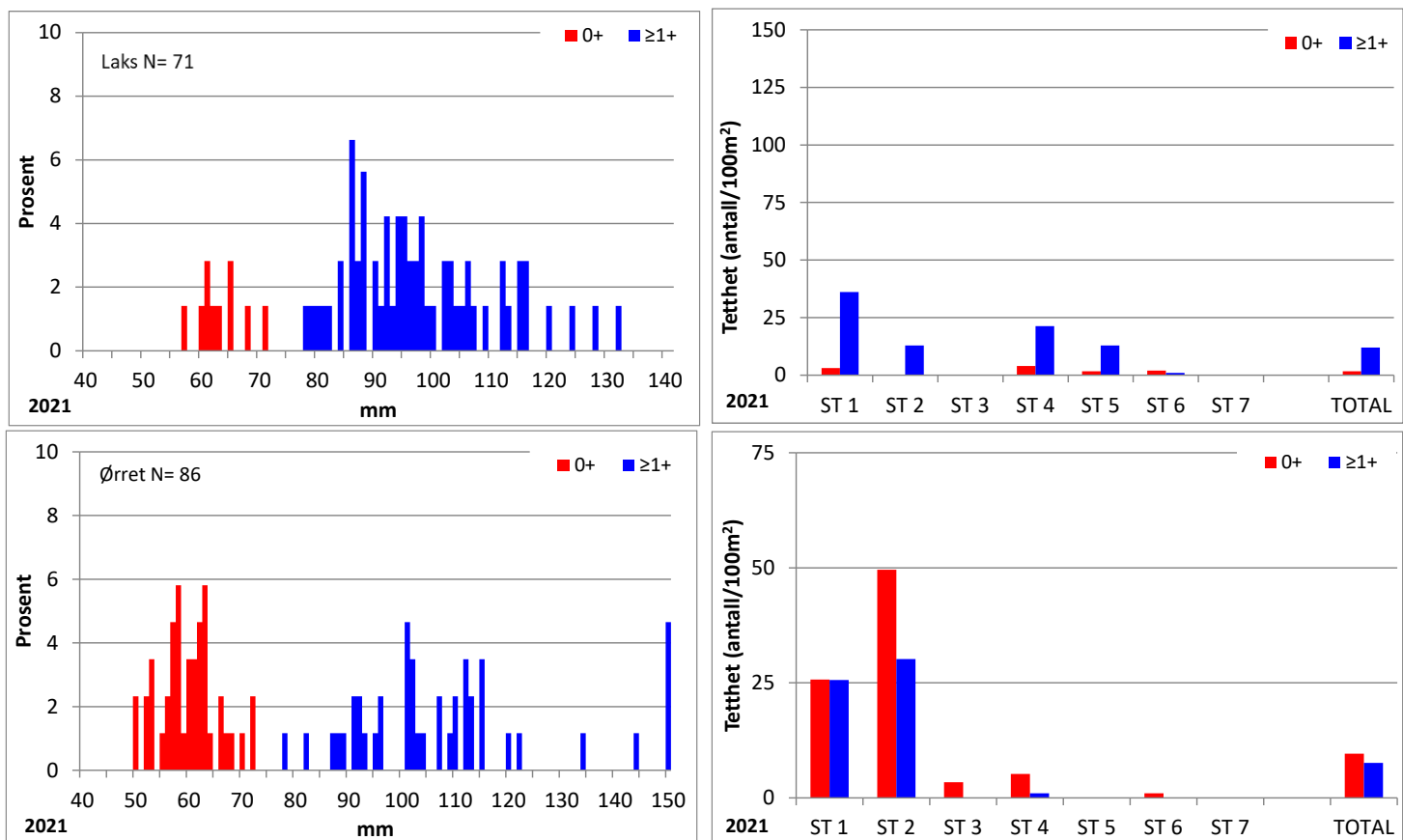


Fig. 3.5. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Bøelva i september 2021.

2022

Det ble fanget tre fiskearter, laks, ørret og ørekyt. Ingen arter ble funnet på alle syv stasjoner. I 2022 var det laks på alle stasjoner, mens ørret ikke ble funnet på stasjon 6 og 7. Det var ikke ørekyt på stasjon 4, 6 og 7. i 2021 eller 2022. All fanget laks og ørret i 2022 regnes som naturlig reprodusert, siden det ikke ble funnet fettfinne klippet fisk.

I 2022 ble det fanget hele 294 laksunger i Bøelva. Eldre laksunger utgjorde en svært liten andel av fangsten. Årsungene var mellom 45 og 76 mm, de fleste mellom 50 og 70 mm (Fig 3.6). Minste laks $\geq 1+$ målte 83 mm, mens den største var 140 mm. Det var altså ikke overlapp mellom 0+ og eldre laksunger. Tettheten av årsunger (0+) laks var høy i 2022 (Fig. 3.6). For alle stasjoner sett under ett ble tettheten beregnet til 51,8 fisk pr. 100 m². Høyest tetthet av 0+ ble beregnet på stasjon 3 og 5 og var henholdsvis 131, 5 og 114 fisk pr. 100 m². Tettheten var svært lav på stasjon 4, mens det på stasjon 2 ikke ble funnet årsunger av laks. Tettheten av eldre laks var imidlertid svært lav i 2022, beregnet til kun 7 fisk pr. 100 m². Lav tetthet av eldre laksunger skyldes trolig lite 0+ i 2021, se ovenfor. Høyest tetthet av laks $\geq 1+$ ble beregnet på stasjon 3; 18,9 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.6).

Antall ørret fanget i Bøelva i 2022 var lavt. Til sammen ble det bare fanget 28 individer, og av disse var årsungene i flertall. Årsungene målte fra 50 til 75 mm, mens ørret $\geq 1+$ var mellom 85 og 104 mm (Fig. 3.6). For 0+ ble den for stasjonene samlet beregnet til 6,6 fisk pr. 100 m²; for eldre individer til 3,2 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.6). Ørret $\geq 1+$ ble imidlertid bare funnet på stasjon 2, der tettheten var 16,6 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.6).

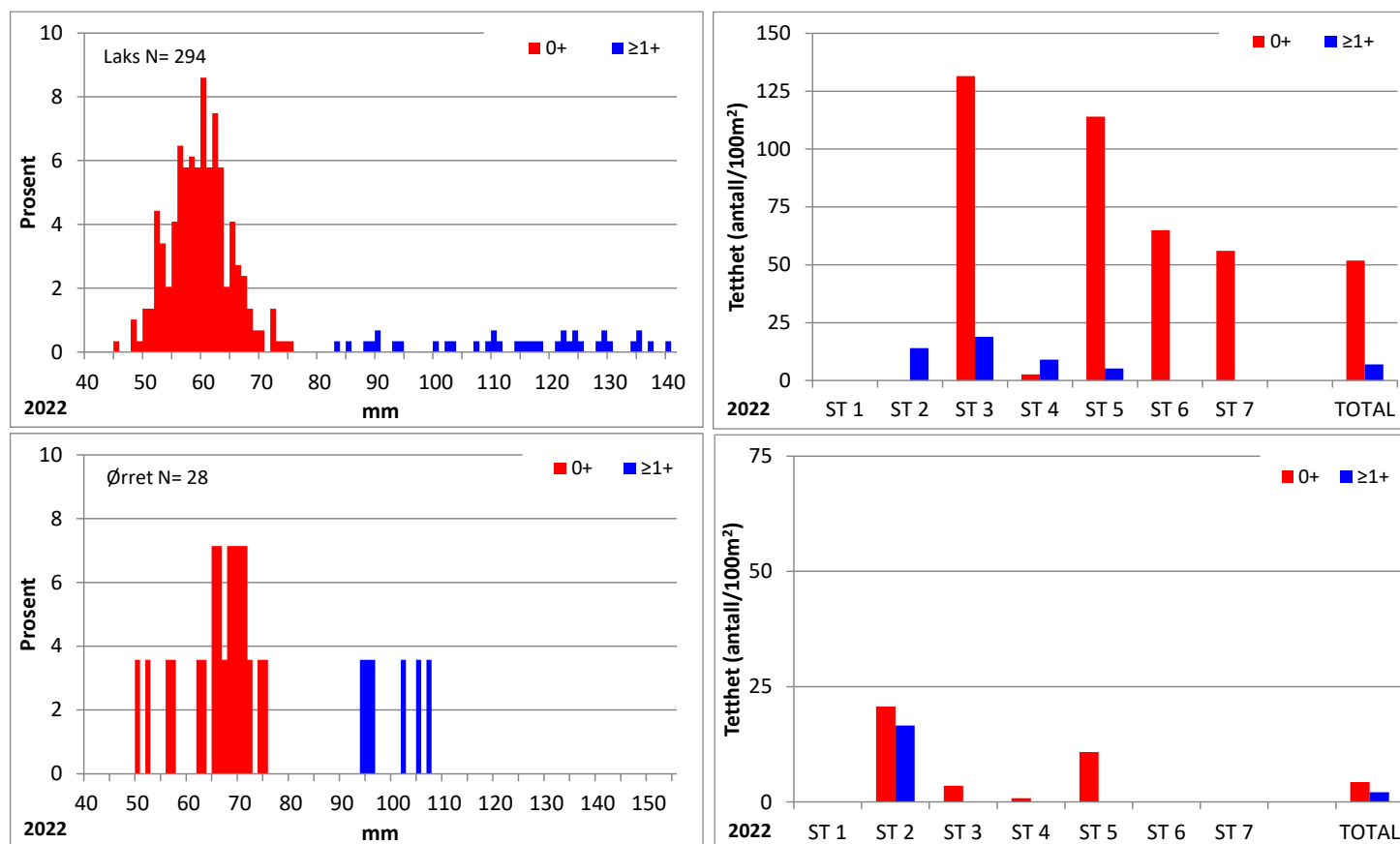


Fig. 3.6. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Bøelva i september 2022.

3.1.1.1 ØREKYT

Tettheten av ørekyt varierte mye mellom stasjoner og år. De absolutt høyeste tetthetene beregnes på stasjon 6 i 2016 og i 2018 (Fig. 3.7). Stasjon 4 hadde også relativt høye tettheter av ørekyt disse to årene. Spesielt i 2016, da tettheten ble anslått til flere hundre pr. 100 m². I påfølgende år er det imidlertid ikke påvist ørekyt på disse to stasjonene. Andre år med høye tettheter er 2022, men da bare på stasjon 2, 3 og 5. Tettheten på stasjon 3, 127,4 ørekyt pr. 100 m², er den høyeste som er beregnet av ørekyt siden 2016 og 2018 på stasjon 6. Det ble ikke fanget ørekyt på stasjon 4 og 6 i 2021, og tettheten var lav der ørekyt var tilstede. Den høyeste tettheten i 2021 beregnes på stasjon 5 og 7 (Fig. 3.7).

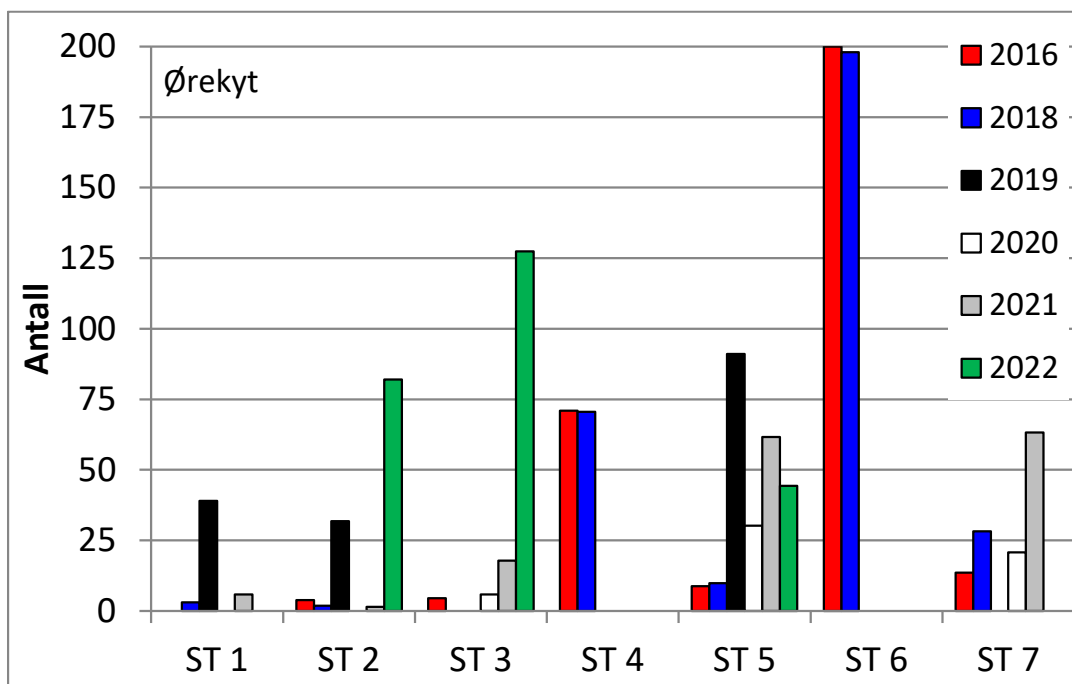


Fig. 3.7. Beregnet tetthet av ørekyt i Bøelva i 2016 og i 2018 til 2022.



Bøelva ved Roteberg; september 2021.

3.1.2 Heddøla

Det er til sammen fanget fem fiskearter i Heddøla, laks, ørret, ørekyt, niøye og gjedde. Dominerende arter var laks og ørret, og ørekyt på enkelte stasjoner og år. Undersøkelsen dekker årene 2016 og 2018 til 2022. Alle år er det gjenfangst av utsatt fisk, hovedsakelig laks. De største gjenfangstene kom i 2019, men generelt er gjenfangstene lave og begrenset til noen få lokaliteter.

2016

Det ble fanget ørret på alle lokaliteter, mens laks ikke ble påvist på stasjon 6 (Fig. 3.8). Ørekyt manglet på stasjon 2. I tillegg ble niøye påvist på stasjon 5, mens det ble fanget en gjedde på stasjon 6.

Bestanden av ørret var dominert av årsunger (0+), mens det var en noe større andel eldre laksunger.

Årsungene til laks var mellom 43 og 65 mm, mens 0+ ørret var mellom 41 og 63 mm. Gjennomsnittslengdene til 0+ var $51,6 \pm 1,0$ mm for laks og $51,2 \pm 0,7$ mm for ørret (Tabell 3.2). Det var ikke overlap i størrelse mellom 0+ og eldre verken for laks eller ørret. Total tetthet var den samme for laks og ørret, men for ørret var tettheten av 0+ langt høyere enn for eldre ørretunger (Fig. 3.8). Årsunger til ørret dominerte også tetthetene på alle lokaliteter med unntak av de to nederste. Årsunger av ørret ble ikke påvist på stasjon 6. Hos laks ble de absolutt høyeste tettheten beregnet på stasjon 1 og 2, der eldre dominerte tettheten på stasjon 1 og 0+ tettheten på stasjon 2. Utsatt laks ble funnet på de tre øverste stasjonene i lave tettheter. Utsatt ørret ble ikke påvist.

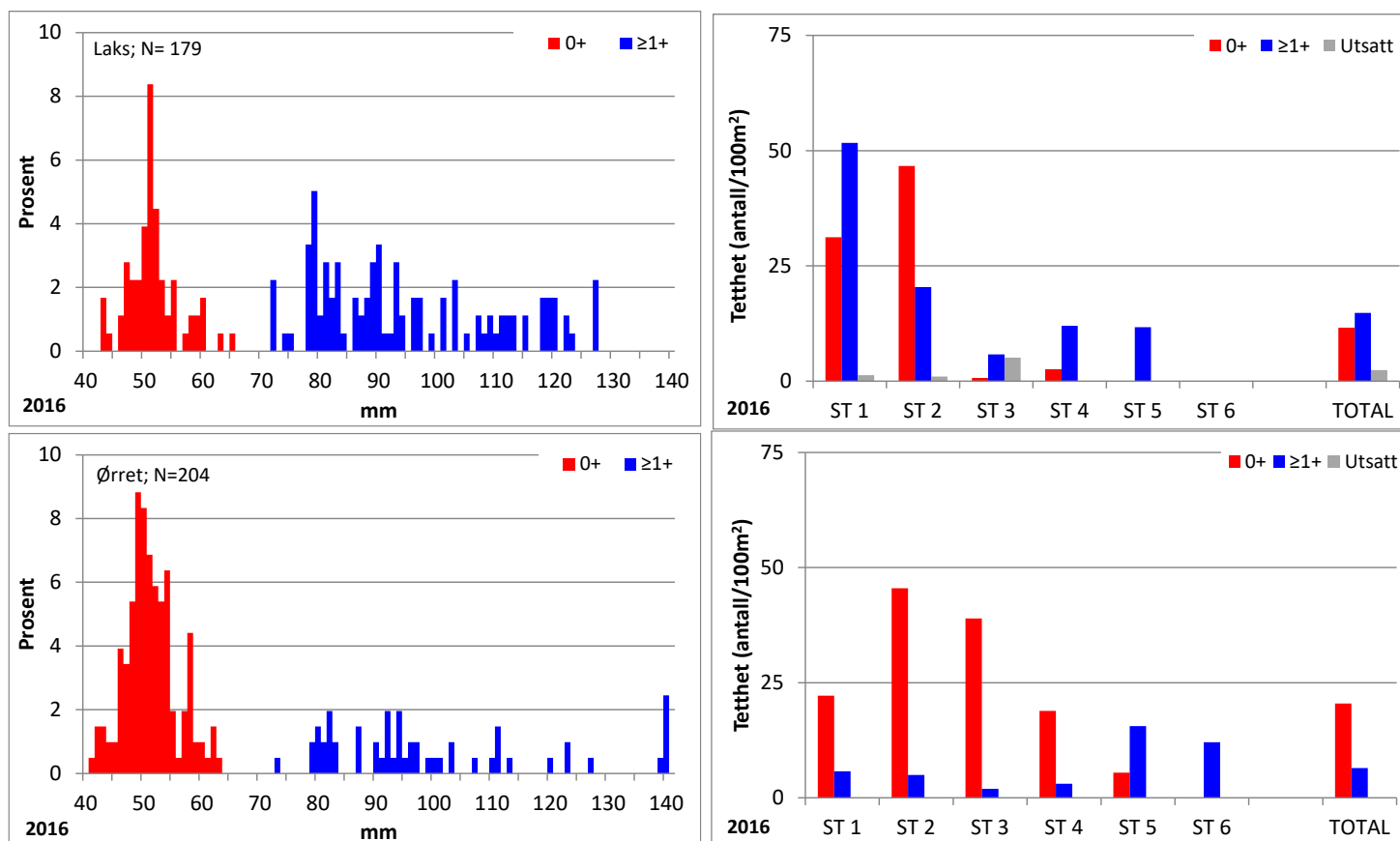


Fig.3.8. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Heddøla i august 2016. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reprodusert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

2018

Av de fire fiskeartene påvist, var laks, ørret og ørekyt tilstede på alle seks lokalitetene, mens niøye ble funnet på stasjon 5. Det ble fanget fettfinneklippet ørret på stasjon 1 (ett ind.) og på stasjon 6 (to ind.). Utsatt laks (fettfinneklippet) ble funnet på stasjon 3 (fem ind.), på stasjon 4 (ett ind.) og på stasjon 5 (ett ind.).

Det ble fanget til sammen kun 74 laksunger i Heddøla i 2018. Årsungene (0+) var i hovedsak mellom 54 og 64 mm (Fig. 3.9), og gjennomsnittslengden var $57,8 \pm 1,6$ mm (Tabell 3.2). Eldre laksunger, dvs. fisk $\geq 1+$, var mellom 73 og 130 mm, der de fleste var større enn 95 mm. Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre laksunger i lengdefordelingen. De fettfinneklippede laksungene var mellom 97 og 122 mm.

Beregnet tetthet av laks var svært lav i Heddøla. Beregnet for alle stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ 3,6 fisk pr. 100 m², mens den for laks $\geq 1+$ var 5,5 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.9). Det var årsunger (0+) på de tre øverste stasjonene og her var tettheten høyest på stasjon 3; 10,4 fisk pr. 100 m² og på stasjon 1; 8,4 fisk pr. 100 m². Laks $\geq 1+$ (eldre) ble funnet på alle stasjoner med høyest tetthet på stasjon 5; 11,7 fisk pr. 100 m². Tetthet av utsatt laks var svært lav (Fig. 3.9).

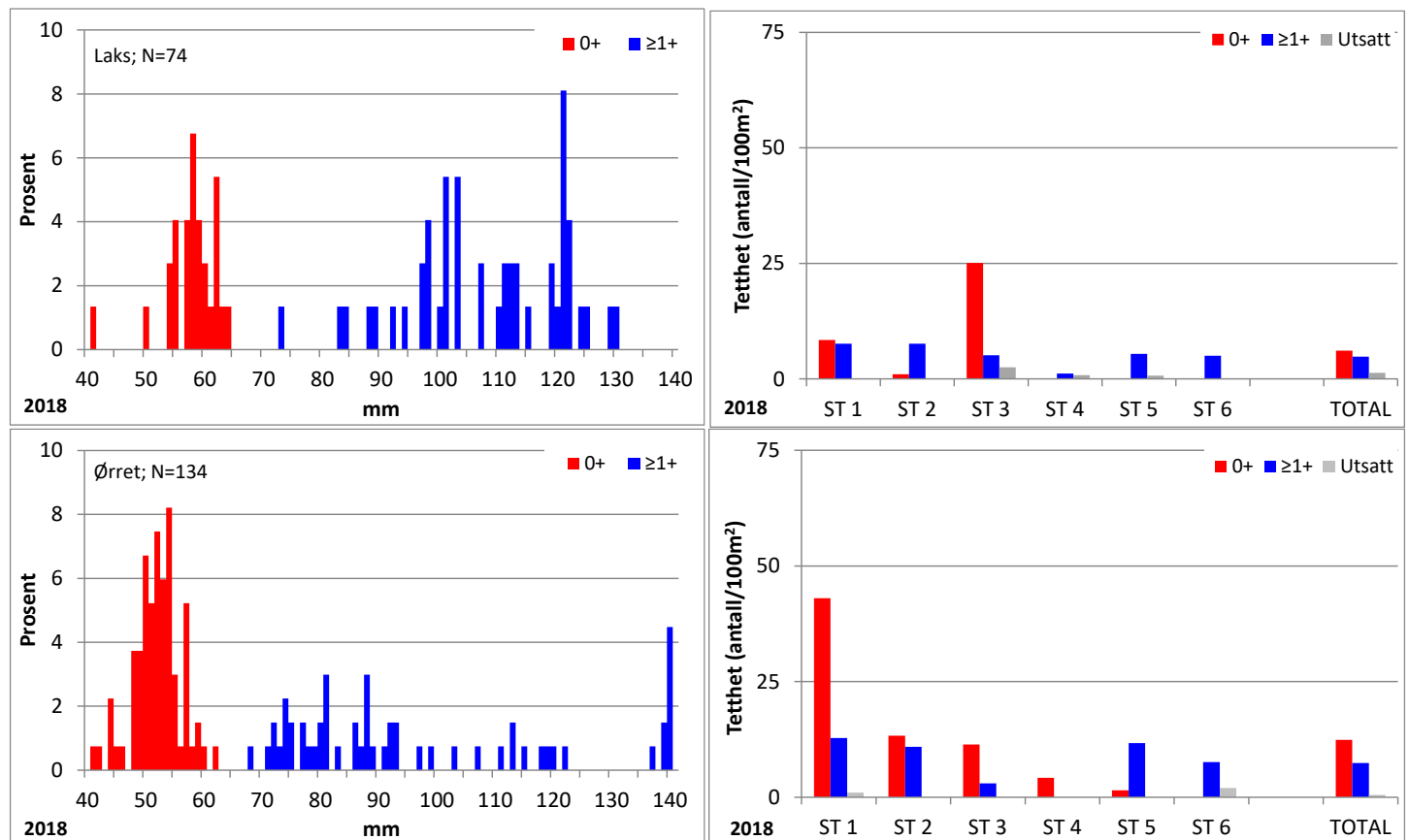


Fig. 3.9. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Heddøla i august 2018. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reprodusert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

Tabell 3.2. Gjennomsnittslengde i mm til årsunger (0+) av laks og ørret (ikke utsatt) ulike år i Heddøla. Avvik fra middelet er oppgitt som 95 % K.I. N= antall fisk.

Årsunger 0+	Laks		Ørret	
ÅR	Lengde $\pm$ 95% K.I	N	Lengde 95% K.I	N
2016	$51,6 \pm 1,0$	69	$51,2 \pm 0,7$	149
2018	$57,8 \pm 1,6$	27	$52,0 \pm 0,9$	79
2019	$63,4 \pm 1,1$	46	$58,8 \pm 1,1$	83
2020	$50,8 \pm 0,6$	230	$50,8 \pm 0,5$	287
2021	$56,3 \pm 1,7$	20	$53,6 \pm 0,7$	101
2022	$58,9 \pm 0,6$	224	$54,9 \pm 1,3$	70

Det ble fanget til sammen 134 ørret i Heddøla. Årsunger (0+) dominerte i bestanden og disse var mellom 41 og 62 mm (Fig. 3.9), med en gjennomsnittslengde på $52,0 \pm 0,9$ mm (Tabell 3.2). Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre ørret i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 68 mm, mens den største ørreten målte 191 mm. Denne og fem andre ørret mellom 146 og 186 mm er satt til 140 mm i Fig. 3.9. Tre fettfinneklippet ørret var henholdsvis 91, 111 og 113 mm, ble funnet på stasjon 1 og 6.

Det ble ikke funnet årsunger på stasjon 6, mens ørret $\geq 1+$ ikke ble funnet på stasjon 4. Beregnet tetthet var også for ørret generelt lav i 2018, bortsett fra på stasjon 1, der tettheten av årsunger (0+) var høy; 43 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.9). Beregnet for alle stasjoner sett under ett var tettheten lav, henholdsvis for 0+ 12,4 og for eldre 7,8 fisk pr. 100 m². Der ørret $\geq 1+$ (eldre) ble funnet var tetthet lavest på stasjon 3; 3,0 fisk pr. 100 m².

2019

Av de fire fiskeartene som ble påvist, var laks, ørret og ørekyt tilstede på alle seks lokalitetene. Niøye ble funnet på stasjon 4. Det ble fanget både vill (naturlig reproduisert) og utsatt (fettfinneklippet) laks og ørret. På noen stasjoner var antall utsatt laks høyt, se nedenfor.

Det ble fanget til sammen 169 laksunger, både vill og utsatt laks. Årsungene (0+) var i hovedsak mellom 57 og 74 mm (Fig. 3.10). Gjennomsnittslengden var $63,4 \pm 1,1$ mm (Tabell 3.2). Eldre laksunger, dvs. fisk $\geq 1+$, var mellom 77 og 139 mm, der de fleste var fra 90 til 110 mm. Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre laksunger i lengdefordelingen. Utsatt laks var mellom 60 og 119 mm.

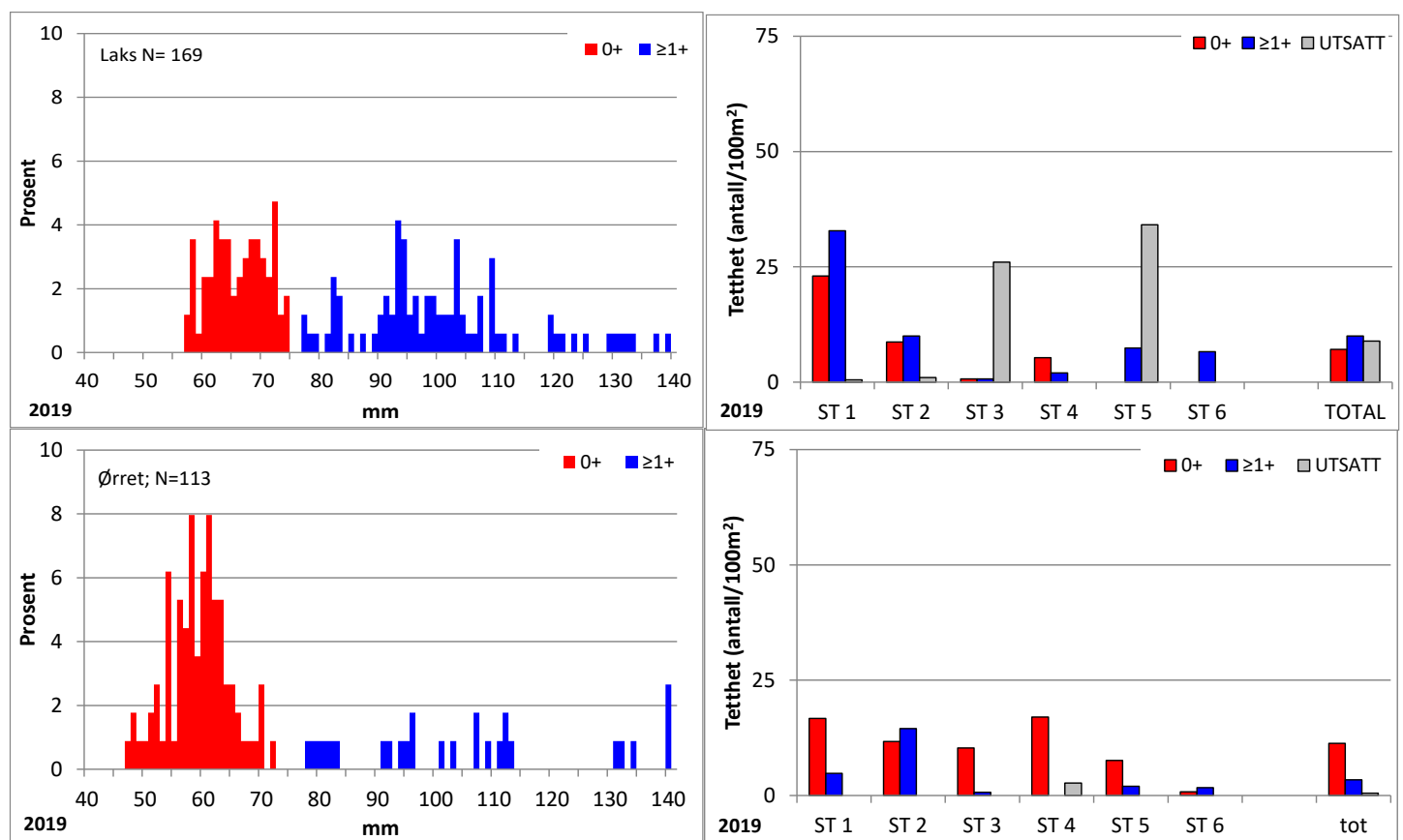


Fig. 3.10. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Heddøla i august 2019. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reproduisert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

Sett under ett var beregnet tetthet av laks relativt lav i Heddøla, men det var store forskjeller mellom stasjonene. Beregnet for alle stasjoner sett under ett, var tettheten av vill 0+ laks 7,1 fisk pr. 100 m², mens den for vill laks $\geq 1+$ var 10 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.10). Tilsvarende var beregnet tetthet for utsatt laks (fettfinneklippet), 8,9 fisk pr. 100 m².

Det ble ikke funnet naturlig reproduserte årsunger (0+) på stasjon 5 og 6. Tettheten av 0+ naturlig laks var høyest på stasjon 1 med 23 fisk pr. 100 m². Stasjon 1 hadde også de høyeste tetthetene av naturlige laksunger $\geq 1+$; 32,8 fisk pr. 100 m². På de øvrige stasjonene var tettheten av naturlig reprodusert laks relativt lave, og svært lav på stasjon 3. Utsatt laks ble derimot funnet i svært høye tettheter på stasjon 3 og 5, med henholdsvis 26 og 34 fisk pr. 100 m². Utsatt laks ble også funnet på stasjon 2 og 3, men da i svært lave tettheter (Fig. 3.10).

Det ble fanget til sammen 115 ørret i Heddøla i 2019. Årsunger (0+) dominerte i bestanden og disse var mellom 47 og 74 mm (Fig. 3.10), med en gjennomsnittslengde på $58,8 \pm 1,1$ mm. Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre ørret i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 78 mm, mens den største ørreten målte 196 mm. Denne og to andre ørret på henholdsvis 141 og 184 mm er satt til 140 mm i Fig. 3.10. Fire fettfinneklippede ørret, altså utsatt, var henholdsvis 63, 70, 73 og 78 mm.

Det ble funnet årsunger av ørret på alle stasjoner, mens ørret $\geq 1+$ ikke ble funnet på stasjon 4. Beregnet tetthet var for ørret generelt lav. Tettheten av årsunger var nær den samme på de fire øverste stasjonene, mellom 17,0 (st. 4) og 10,3 (st. 3) fisk pr. 100 m². Høyest tetthet av eldre ørret ble beregnet på stasjon 2, 14,5 fisk pr. 100 m². Tettheten av eldre ørret var ellers lav (Fig. 3.10). Beregnet for alle stasjoner sett under ett var tettheten for 0+ 11,3 og for eldre 3,4 fisk pr. 100 m². Utsatt ørret ble bare funnet på stasjon 4 og tettheten ble beregnet til 2,7 fisk pr. 100 m².

2020

Av de tre fiskeartene som ble påvist, var laks og ørret til stede på alle seks lokalitetene, mens ørekyt ikke ble funnet på stasjon 1 og 6. Det ble fanget vill (naturlig reprodusert) og utsatt (fettfinneklippet) laks og ørret.

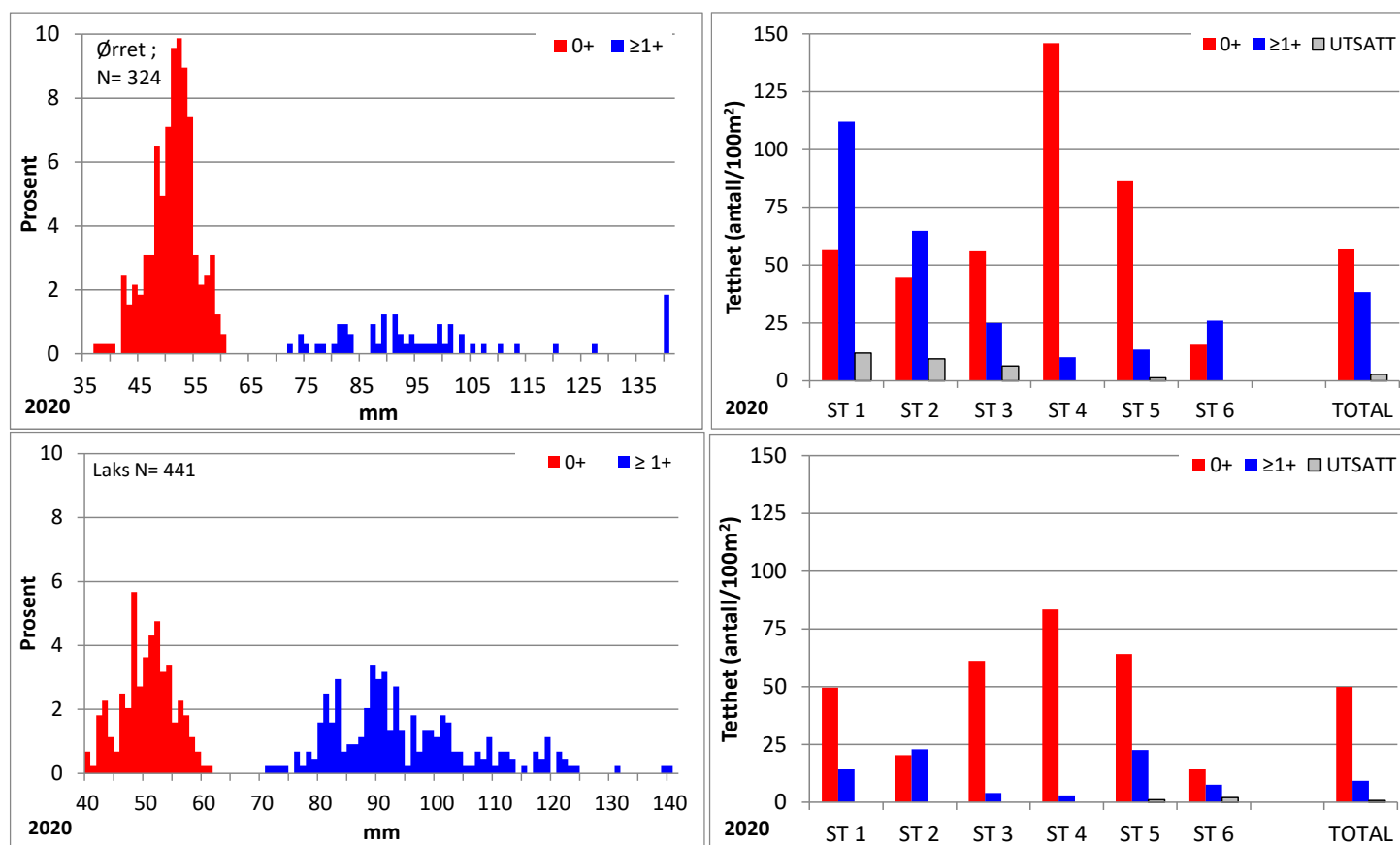


Fig. 3.11. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Heddøla i august 2020. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reprodusert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

Det ble fanget til sammen 441 laksunger, vill og utsatt samlet. Årsungene (0+) var mellom 35 og 61 mm, med en gjennomsnittslengde på $50,8 \pm 0,6$ mm (Tabell 3.2). Det var ikke overlapp mellom 0+ og laksunger $\geq 1+$ i lengdefordelingen. Eldre laksunger målte fra 71 og 159 mm, de fleste var mellom 80 og 105 mm (Fig. 3.11). Bestanden av laks i Heddøla besto av en relativt stor andel laksunger $\geq 1+$, og var på de to øverste stasjoner dominerende. De fettfinneklippede laksungene var mellom 82 og 121 mm.

Sett alle stasjoner under ett og i forhold til tidligere år var beregnet tetthet av ikke utsatt laks svært høy i 2020. Det var imidlertid store forskjeller mellom stasjonene. De høyeste tetthetene av laksunger beregnes på de to øverste stasjonene og laks $\geq 1+$ dominerte. Tettheten av laks $\geq 1+$ var på stasjon 1 112 individer pr. 100 m², mens den på stasjon 2 var 65 ind. pr. 100 m². Eldre laksunger dominerer også på stasjon 6, men tettheten her var langt lavere enn på stasjonene lenger opp; 26 fisk pr. 100 m². Årsunger (0+) dominerte på stasjon 3, 4 og 5, der stasjon 3 og 5 hadde de høyeste tetthetene med henholdsvis 146 og 86,2 ind. pr 100 m² (Fig. 3.11).

Utsatt laks ble funnet i svært lave tettheter. Høyest tetthet ble beregnet på stasjon 2; 13 fisk pr. 100 m². Det ble ikke funnet utsatt laks på stasjon 4 og 6 (Fig. 3.11).

Det ble fanget 324 ørret i Heddøla i 2020; vill og utsatt. Årsunger (0+) dominerte fullstendig i bestanden og disse var i hovedsak mellom 42 og 60 mm (Fig. 3.11), med en gjennomsnittslengde på $50,8 \pm 0,5$ mm, altså tilsvarende den for laks. Det var ikke overlapp mellom 0+ og ørret $\geq 1+$ i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 78 mm, mens den største ørreten målte 203 mm. Denne og fem andre ørret større enn 140 mm er satt til 140 mm i Fig. 3.11. Tre fettfinneklippede ørret, altså utsatt, var henholdsvis 96, 101 og 103 mm.

Det ble funnet årsunger (0+) og ørret $\geq 1+$ på alle stasjoner. Tettheten var imidlertid dominert av årsunger, og den må generelt karakteriseres som relativt høy (Fig. 3.11). Absolutt høyest tetthet av 0+ ørret ble beregnet på stasjon 4; 83,4 fisk pr. 100 m². Tettheten av årsunger var også relativt høy på stasjon 5, 3 og 1, henholdsvis, 64,1, 61,2 og 49,6 fisk pr. 100 m². Tettheten av ørret $\geq 1+$ var generelt sett lav, med unntak av på stasjon 2 og 5 der tettheten ble beregnet til 23 ind. pr 100 m² (Fig. 3.11). Beregnet for alle stasjoner sett under ett var tettheten for 0+ 49,9 og for eldre 9,3 fisk pr. 100 m². Utsatt ørret ble bare funnet på stasjon 5 og 6, men tettheten var svært lav (Fig.3.11).

2021

Fire fiskearter ble påvist; laks, ørret, ørekyt og abbor. Av disse var laks og ørret til stede på alle seks lokalitetene; ørekyt ble ikke funnet på stasjon 1, mens det var en liten abbor på stasjon 6. Det ble fanget vill (naturlig reproduert) og utsatt (fettfinneklippet) laks. Utsatt, fettfinneklippet ørret ble ikke funnet. Antall utsatt laks var lavt og ble bare funnet på stasjon 1, 3 og 4.

Det ble fanget til sammen 268 laksunger, både vill og utsatt (Fig. 3.12). Årsungene (0+) var mellom 50 og 62 mm, med en gjennomsnittslengde på $56,3 \pm 1,7$ mm (Tabell 3.2). Det var ikke overlapp mellom 0+ og eldre laksunger, dvs. fisk $\geq 1+$, i lengdefordelingen. Eldre laksunger målte fra 68 til 128 mm, de fleste var mellom 70 og 85 mm (Fig. 3.12). Årsungene utgjorde, som i Bøelva dette året, en liten del av bestanden av laks i Heddøla 2021. Andel 0+ var bare 7,5 %. De fettfinneklippede laksungene var mellom 71 og 128 mm.

Det ble fanget 135 ørret i Heddøla i 2021. Hos ørret dominerte årsunger (0+) fullstendig, i det de utgjorde 75% av bestanden. Årsungene var i hovedsak mellom 50 og 60 mm (Fig.3.12). Det var ikke overlapp mellom 0+ og ørret $\geq 1+$ i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 70 mm, mens den største ørreten målte 169 mm. Denne er satt til 140 mm i Fig. 3.12. Det ble funnet årsunger (0+) og ørret $\geq 1+$ på alle stasjoner.

Beregnet tetthet av årsunger (0+) til laks var lav, mens tettheten beregnet for laks $\geq 1+$ var høy (Fig. 3.12). Totalt, dvs. alle stasjoner samlet, ble det for årsunger (0+) beregnet kun 3,4 fisk pr. 100 m². Tettheten av laks $\geq 1+$ var 48,1 fisk pr. 100 m². Det var imidlertid store forskjeller mellom stasjonene

hva angår tetthet av laks $\geq 1+$. De absolutt høyeste tetthetene beregnes på stasjonen 1, der tettheten var hele 169 fisk pr. 100 m². Lavest tetthet hadde stasjon 4 med 18,5 fisk pr. 100 m². Utsatt laks ble funnet i svært lave tettheter på de tre stasjonene de ble påvist. Høyest tetthet hadde stasjon 3; 5,6 fisk pr. 100 m². Totalt sett var tettheten 4,5 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.12). Tettheten av ørret må karakteriseres som lav og dominert av årsunger (Fig. 14). På stasjon 5 var imidlertid mesteparten ørret $\geq 1+$. Høyest tetthet av 0+ ørret ble beregnet på stasjon 4; 38 fisk pr. 100 m². Tettheten av årsunger var på de øvrige stasjonene mindre enn 25 fisk pr. 100 m². Tettheten av ørret $\geq 1+$ var generelt sett svært lav, med unntak av på stasjon 5 der tettheten ble beregnet til 22,9 ind. pr 100 m² (Fig. 3.12). Beregnet for alle stasjoner sett under ett var tettheten for 0+ 19,4 og for eldre 6 fisk pr. 100 m².

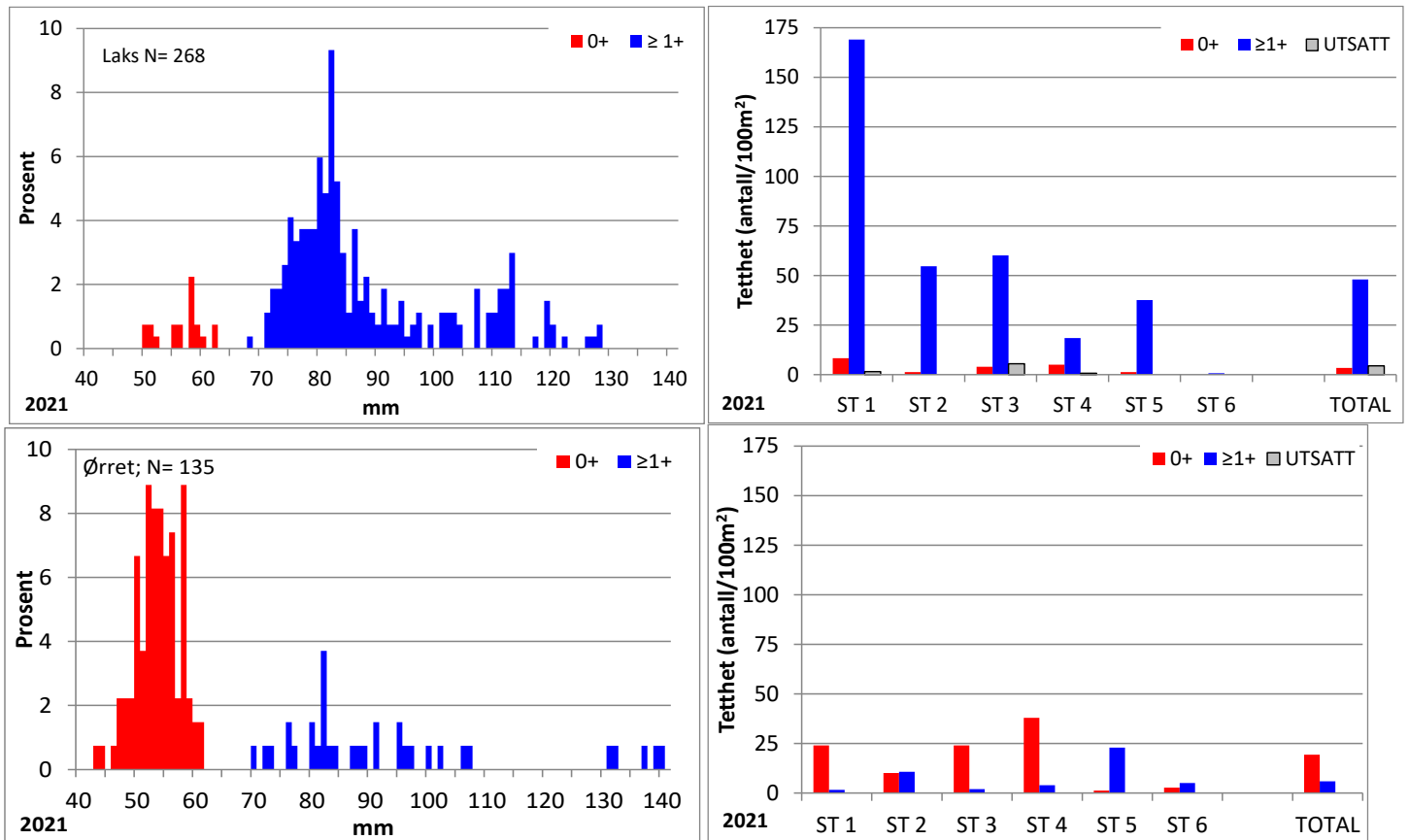


Fig. 3.12. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Heddøla i august 2021. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reproduisert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

2022

Tre fiskearter ble påvist; laks, ørret, ørekyt. Det ble fanget vill (naturlig reproduert) og utsatt (fettfinneklippet) laks. Utsatt, fettfinneklippet, ørret ble ikke funnet. Utsatt laks ble bare funnet på stasjon 1, se nedenfor.

Antall laks fanget i 2022 var noe høyere enn i 2021 og i motsetning til i 2021 var årsunger helt dominerende. Av til sammen 331 laksunger utgjorde 0+ nær 70 %. Årsungene var mellom 46 og 69 mm, med en gjennomsnittslengde på $58,9 \pm 06$ mm (Fig. 3.13). Det var ikke overlap mellom 0+ og eldre laksunger i lengdefordelingen, idet minste laks $\geq 1+$ målte 72 mm. Den største var 138 mm. I 2022 ble det fanget 111 ørret i Heddøla. Årsunger (0+) dominerte og utgjorde 63% av bestanden. Årsungene var i hovedsak mellom 50 og 65 mm (Fig.3.13). Gjennomsnittslengden var $54,9 \pm 1,3$ mm (Tabell 3.2). Det var ikke overlap mellom 0+ og ørret $\geq 1+$ i lengdefordelingen. Minste ørret $\geq 1+$ var 78 mm, mens den største ørreten målte 161 mm. Tre ørret var større enn 140 mm. Det ble ikke fanget utsatt ørret.

Tetthet av årsunger (0+) laks i 2022 ble beregnet til 42 fisk pr. 100 m² (Fig.3.13). Det var relativt stor variasjon i tetthet av 0+ mellom stasjonene. Tettheten var svært høy på stasjon 1 og 3, beregnet til

henholdsvis 129,5 og 77 fisk pr. 100 m². Av de øvrige stasjonene hadde spesielt stasjon 6 lav tetthet. Tettheten som beregnes for laks $\geq 1+$ var lav (Fig. 3.13). Totalt, dvs. alle stasjoner samlet, ble den beregnet til 17 fisk pr. 100 m². Det var imidlertid også for laks $\geq 1+$ store forskjeller mellom stasjonene hva angår tetthet. Den høyeste tettheten beregnes på stasjonen 1, der tettheten var 46,5 fisk pr. 100 m². Lavest tetthet hadde stasjon 4 med bare 2,5 fisk pr. 100 m².

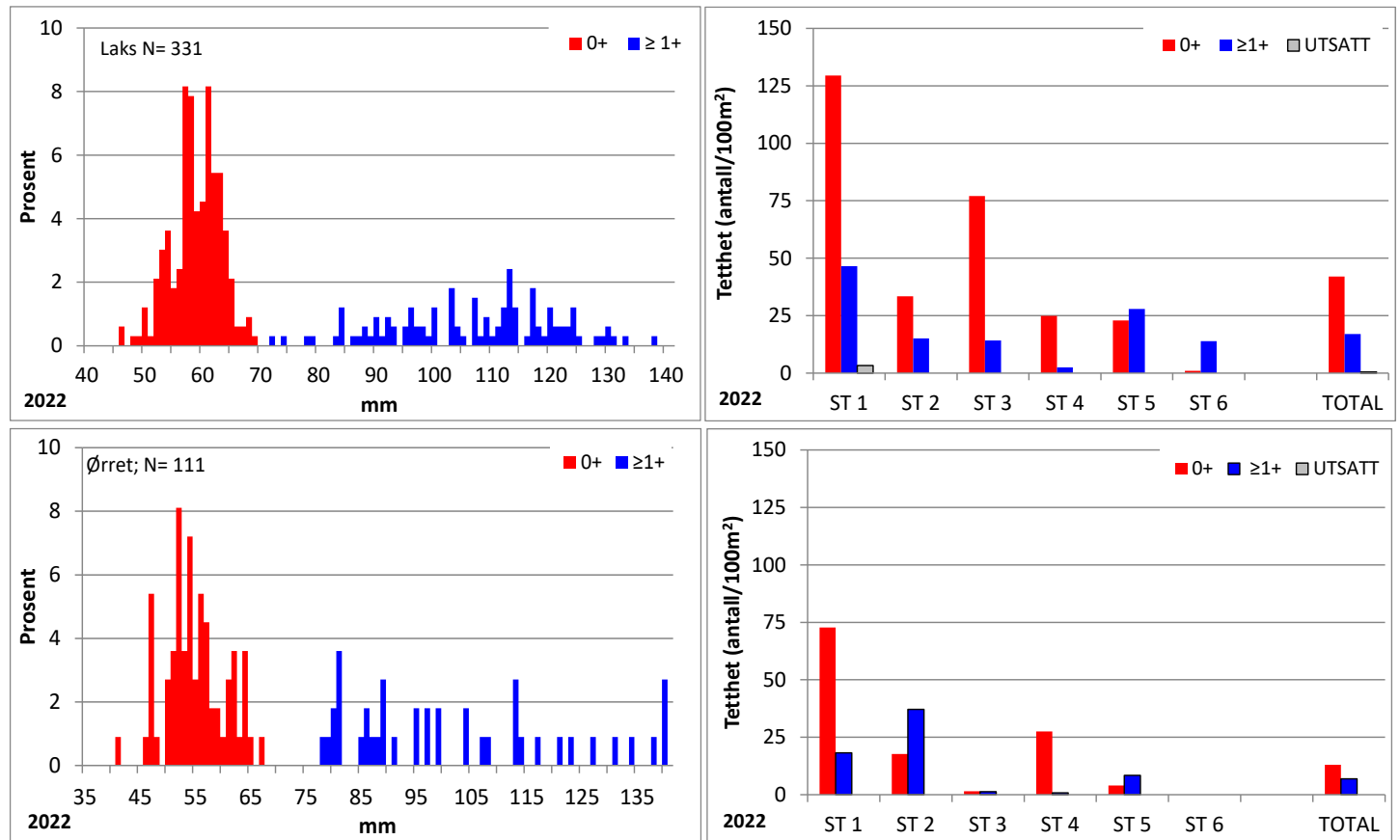


Fig. 13. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laksunger (øverst) og ørretunger (nederst) i Heddøla i august 2022. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reprodusert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

Det ble ikke funnet ørret på stasjon 6 i 2022 (Fig. 3.13). Ellers var det både årsunger (0+) og ørret $\geq 1+$ på de øvrige stasjoner. Tettheten av 0+ var høy på stasjon 1, 72,8 fisk pr. 100 m², mens stasjon 2 hadde en relativt høy tetthet av ørret $\geq 1+$, 37,1 fisk pr. 100 m². Ellers må tettheten karakteriseres som lav. Beregnet for alle stasjoner sett under ett var tettheten for 0+ 15,2 og for eldre 8,1 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.13).

Utsatt laks ble bare funnet på stasjon 1 i svært lav tetthet; 3,3 fisk pr. 100 m² (Fig.3.13).

I 2023 kunne ikke planlagt elektrofiske gjennomføres pga. vedvarende høye vannføringer.

3.1.2.1 ØREKYT

De høyeste tetthetene av ørekyt beregnes alle år på stasjon 6 nederst i elva, med unntak av i 2022 og i 2021, da ørekyt ikke ble funnet her (Fig. 3.14). I 2022 beregnes de høyeste tettheter på stasjon 4. Stasjon 3 og 5 har alle år lave tettheter av ørekyt, noe som også gjelder stasjon 1 og 2 med unntak av i 2022. Ørekyt ble ikke funnet på stasjon 1 i 2021 og på stasjon 2 i 2016 og 2018. Det eneste året ørekyt var til stede på samtlige stasjoner var i 2022, mens det på stasjon 4 ble funnet ørekyt alle år.

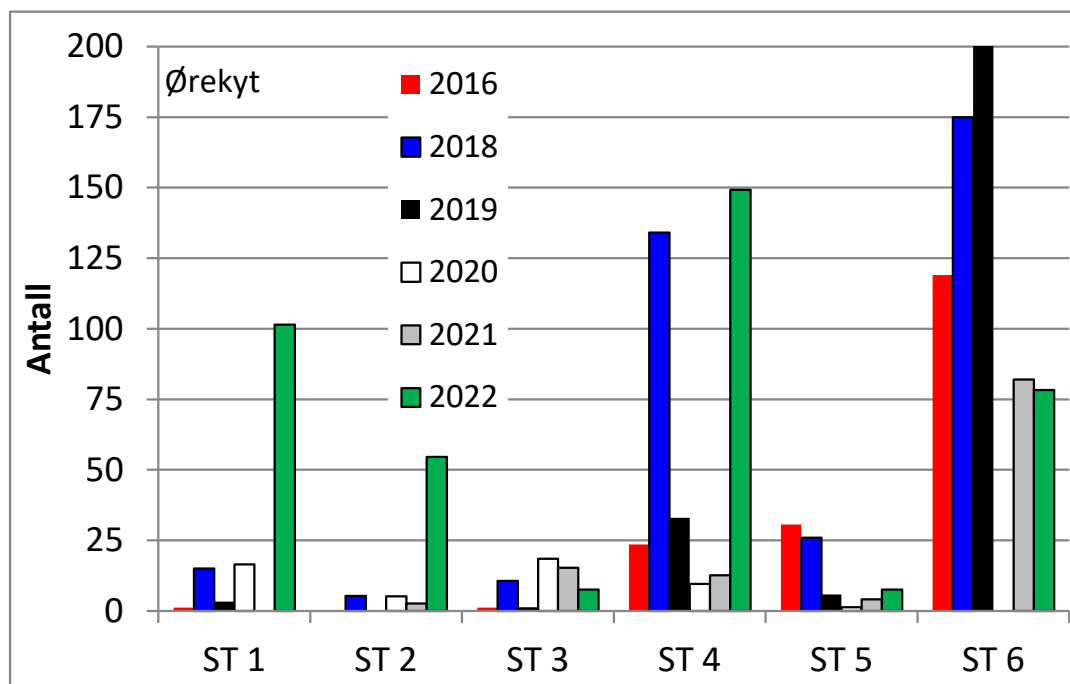


Fig. 3.14. Beregnet tetthet, antall pr. 100 m² av ørekyt i Heddøla i 2016 og 2018 til 2022.

3.1.3 Sauarelva

2018

Fire fiskearter, laks, ørret, ørekyt og tre-pigget stingsild ble påvist. Stingsild ble bare funnet på stasjon 1. Det ble ikke funnet fettfinneklippet laks eller ørret, dvs. at all fanget fisk stammet fra naturlig reproduksjon.

Det ble fanget til sammen 30 laksunger, og i all hovedsak var dette årsungene (0+) mellom 41 og 60 mm (Fig. 3.15), med en gjennomsnittslengde på XX mm (Tabell 3.3). To eldre laksunger, dvs. fisk $\geq 1+$, var henholdsvis 77 og 93 mm. Beregnet tetthet av årsunger var høy på stasjon 1, der tettheten ble beregnet til 35,5 fisk pr. 100 m², mens den på stasjon 2 var langt lavere, 9,3 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.15). Laks $\geq 1+$ (eldre) ble funnet på begge stasjoner, men tettheten var svært lav.

Ørret var dominerende laksefisk i Sauarelva, men som hos laks dominerte årsunger bestands sammensetningen (Fig. 3.15). Årsungene var i hovedsak mellom 40 og 60 mm. Gjennomsnittslengden var XX mm (Tabell 3.3). Av til sammen 187 ørret var bare fem ørret $\geq 1+$. Beregnet tetthet var for ørret 0+ var svært høy i 2018, og langt høyere enn den beregnet for laks (Fig. 3.15). Tettheten var høyest på stasjon 1; 232 fisk pr. 100 m², mens den på stasjon 2 beregnes til 175 fisk pr. 100 m². Beregnet for begge stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ 168 fisk pr. 100 m². Eldre ørret (fisk $\geq 1+$ ble bare funnet på stasjon 2 i svært lav tetthet; 12 fisk pr. 100 m².

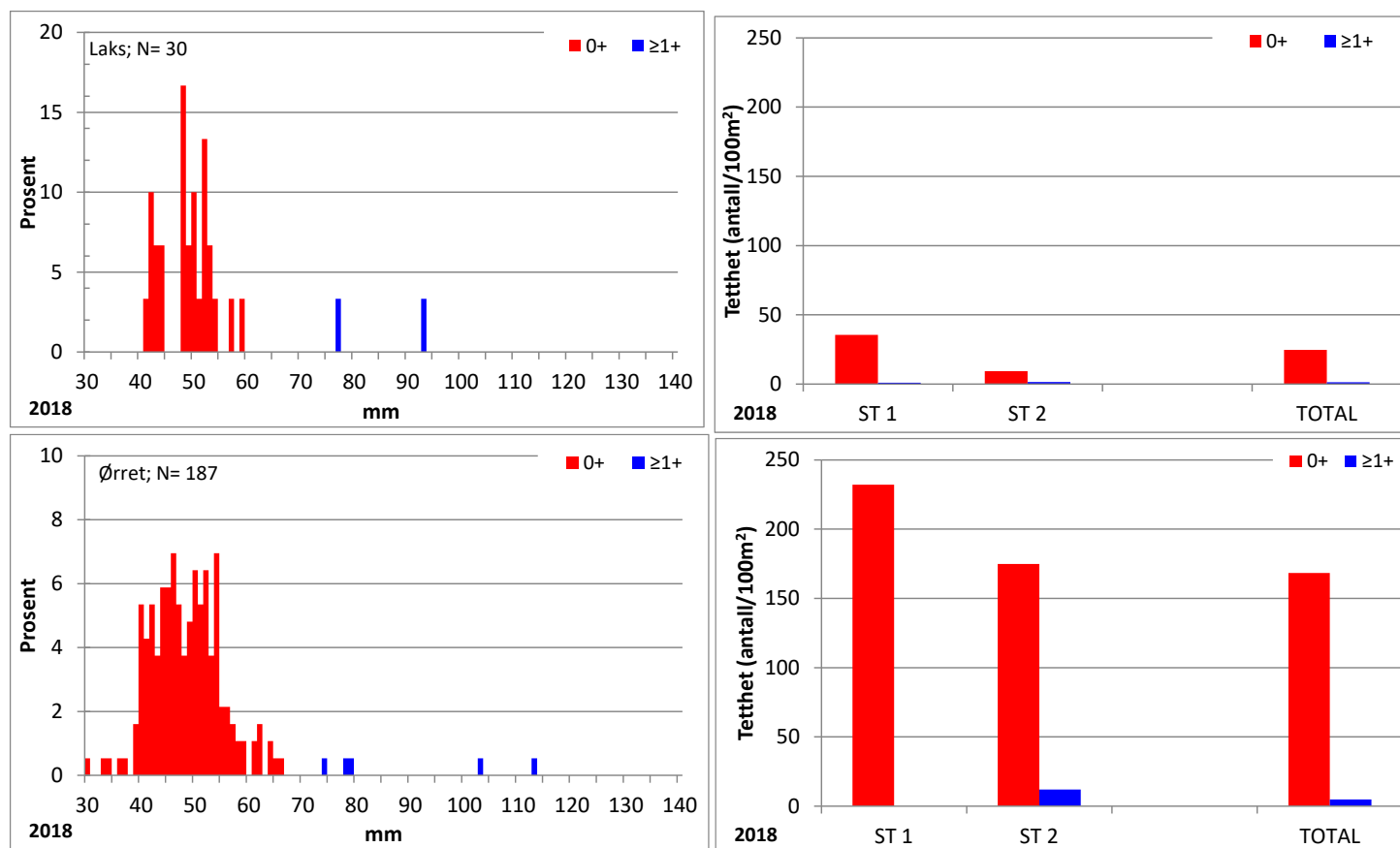


Fig.3.15. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Sauarelva høsten 2018. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reprodusert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

2019

Tre fiskearter, laks, ørret og ørekyt, ble påvist. Det ble ikke funnet fettfinneklippet laks eller ørret, dvs. at all fanget fisk stammet fra naturlig reproduksjon.

Det ble fanget til sammen 132 laksunger i Sauarelva i 2019, og i all hovedsak var dette årsunger (0+) mellom 35 og 54 mm (Fig. 3.16) med en gjennomsnittslengde på $43,2 \pm 0,8$ mm. Eldre laksunger, dvs. fisk $\geq 1+$, var mellom 95 og 120 mm, men utgjorde en liten andel av bestanden. Ørret var som i 2018 også i 2019 dominerende laksefisk i Sauarelva. Som hos laks dominerte årsunger bestands sammensetningen (Fig. 3.16). Av til sammen 180 fanget ørret var bare ti ørret $\geq 1+$. Årsungene var 34 og 58 mm, og målte i gjennomsnitt $44,9 \pm 0,8$ mm (Tabell 3.3). Minste ørret eldre enn 0+ var 74 mm og største 127 mm.

Beregnet tetthet av 0+ laks ble beregnet til 46,7 og 35 fisk pr. 100 m² på henholdsvis stasjon 1 og stasjon 2. Laks $\geq 1+$ (eldre) ble ikke funnet på stasjon 1, mens tettheten på stasjon 2 var lav, 9,9 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.16). Beregnet tetthet for ørret 0+ var høy i 2019, og langt høyere enn den beregnet for laks (Fig. 14). Det var ikke stor forskjell i tetthet mellom de to stasjonene. Tettheten var noe høyere på stasjon 2; 91,2 fisk pr. 100 m², mens den på stasjon 1 beregnes til 80 fisk pr. 100 m². Beregnet for begge stasjoner sett under ett, var tettheten av 0+ ørret 85 fisk pr. 100 m². Eldre ørret (fisk ≥ 1) ble bare funnet på stasjon 2 i svært lav tetthet; 13,8 fisk pr. 100 m².

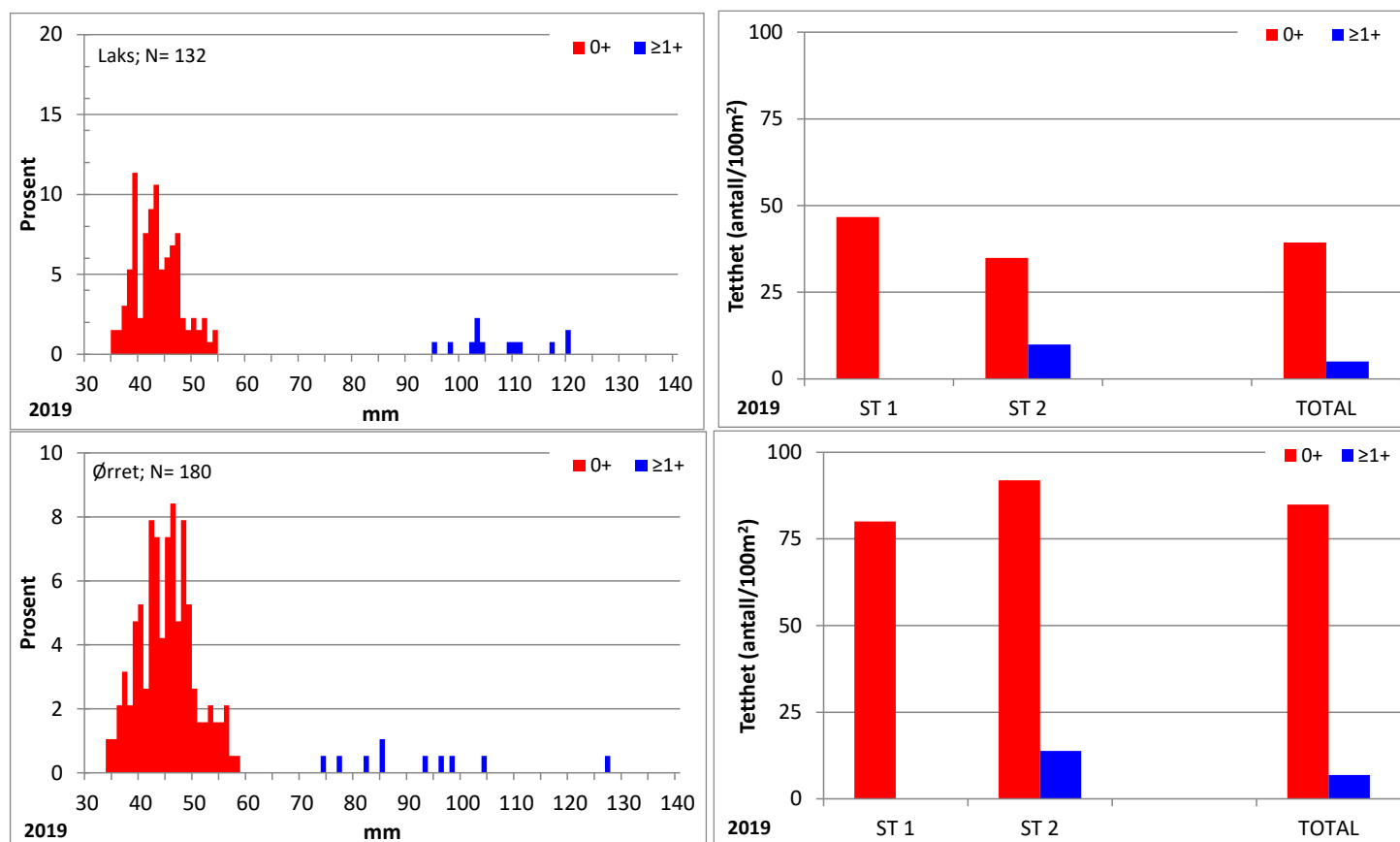


Fig. 3.16. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Sauarelva høsten 2019. Det er for tetthet skilt mellom naturlig reprodusert fisk (0+; eldre $\geq 1+$) og utsatt fisk.

Tabell 3.3. Gjennomsnittslengde i mm til årsunger (0+) av laks og ørret (ikke utsatt) ulike år i Sauarelva. Avvik fra middelet er oppgitt som 95 % K.I. N= antall fisk.

Årsunger 0+	Laks		Ørret	
ELV/ÅR	Lengde $\pm$ 95% K.I	N	Lengde 95% K.I	N
SAUARELVA				
2018	48,7 $\pm$ 1,8	28	48,5 $\pm$ 0,9	185
2019	43,2 $\pm$ 0,8	119	44,9 $\pm$ 0,8	170
2021	41,6 $\pm$ 0,9	107	44,9 $\pm$ 0,8	138
2022	45,2 $\pm$ 6,5	5	49,8 $\pm$ 2,5	39

2021

Tre fiskearter, laks, ørret og ørekyt, ble påvist. Det ble ikke funnet fettfinneklippet laks eller ørret, dvs. at all fanget fisk stammet fra naturlig reproduksjon.

Det ble fanget til sammen 111 laksunger i Sauarelva i 2021. I all hovedsak var dette årsungene (0+) mellom 32 og 52 mm (Fig. 3.17), med en gjennomsnittslengde på XX mm (Tabell 3.3). Bare fire individer var eldre laksunger, fisk $\geq 1+$, og disse var mellom 83 og 132 mm. Som hos laks dominerte årsunger bestandssammensetningen av ørret i 2021 (Fig. 3.17). Av til sammen 149 fanget ørret var bare 11 ørret $\geq 1+$. Årsungene var 33 og 58 mm og målte i gjennomsnitt XX mm (Tabell 3.3). Minste ørret eldre enn 0+ var 71 mm og største 121 mm.

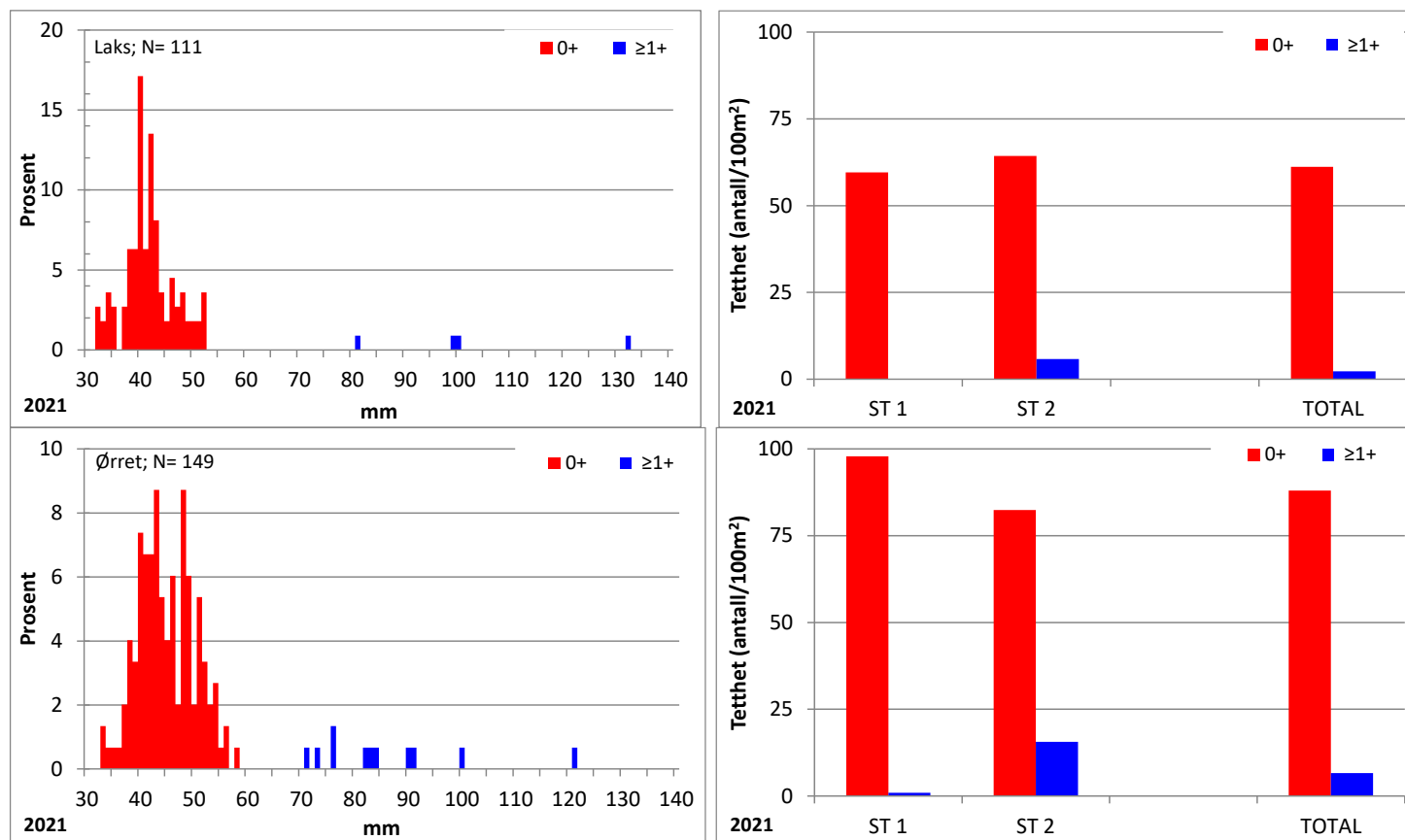


Fig. 3.17. Prosentvis lengdefordeling og beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Sauarelva i august 2021.

Beregnet tetthet av laks årsunger (0+) var høy på begge stasjoner, og tettheten ble beregnet til 59,6 og 64,3 fisk pr. 100 m² på henholdsvis stasjon 1 og stasjon 2. Laks ≥1+ (eldre) ble ikke funnet på stasjon 1, mens tettheten på stasjon 2 var lav; 5,8 fisk pr. 100 m² (Fig. 3.17). Beregnet for begge stasjoner var tettheten for 0+ 61,2 og for eldre 2,3 fisk pr. 100 m².

Beregnet tetthet for ørret 0+ var høy i 2021, og langt høyere enn den beregnet for laks (Fig. 3.17). Beregnet tetthet for begge stasjoner under ett var for 0+ 88 og for eldre 6,6 fisk pr. 100 m². Det var noe forskjell i tetthet mellom de to stasjonene. Tettheten var høyere på stasjon 1; 97,2 fisk pr. 100 m², mens den på stasjon 2 beregnes til 82,4 fisk pr. 100 m². Eldre ørret (fisk ≥1+) ble funnet på begge stasjoner, men tettheten var svært lav på stasjon 1; 0,9 fisk pr. 100 m². På stasjon 2 ble tettheten av ørret ≥1+ beregnet til 15,6 fisk pr. 100 m².

2022

I 2022 ble det bare fisket på stasjon 1 og det ble her fanget få laksunger; 14 individer (Fig. 3.18). Tettheten av 0+ og fisk ≥1+ beregnes til henholdsvis 5 og 10,2 fisk pr. 100 m². Det ble fanget langt flere ørret enn laks på den ene stasjonen fisket i 2022 og årsunger dominerte bestandssammensetningen (Fig. 3.18). Av til sammen 52 ørret var bare 13 ørret ≥1+. Årsungene var 34 og 62 mm, mens minste ørret eldre enn 0+ var 84 mm og største 107 mm.

Beregnet tetthet av ørret var lav i 2022 på den ene stasjonen fisket, men langt høyere enn den beregnet for laks, og for ørret ≥1+ høyere enn beregnet i 2021 (Fig. 3.18). Beregnet tetthet var for 0+ og ørret ≥1+ på stasjon 1 henholdsvis 42,2 og 13,5 fisk pr. 100 m².

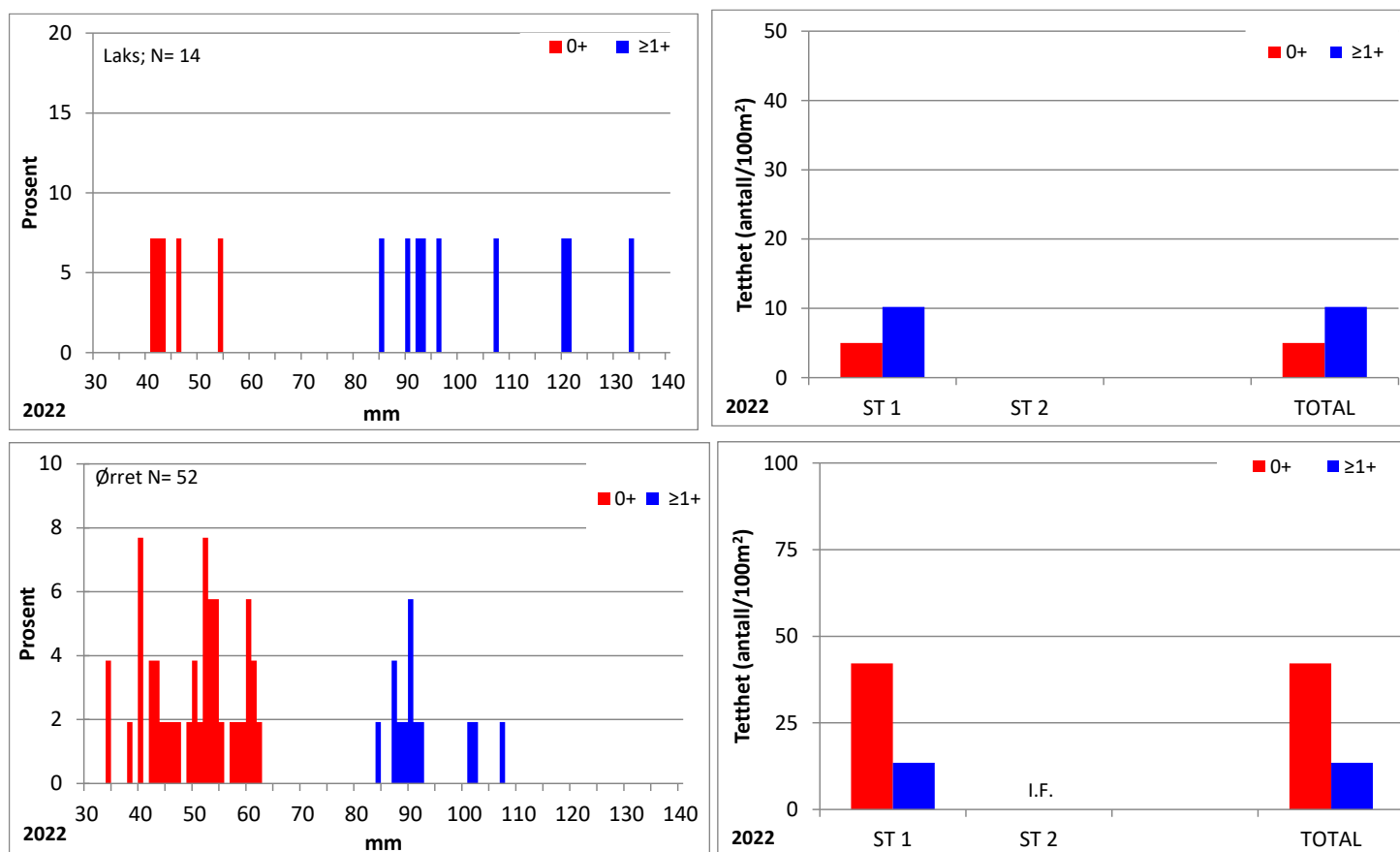


Fig. 3.18. Prosentvis lengdefordeling (øverst) og beregnet tetthet av laksunger i Sauarelva i august 2022.

3.1.3.1 ØREKYT

Tettheten var spesielt lav i 2021 og 2022 på begge stasjoner og på stasjon 1 i 2019 (Fig. 3.19) Både 2018 og 2019 hadde imidlertid langt lavere tetthet av ørekyt enn funnet på enkelte av stasjonene i de to andre elvene.

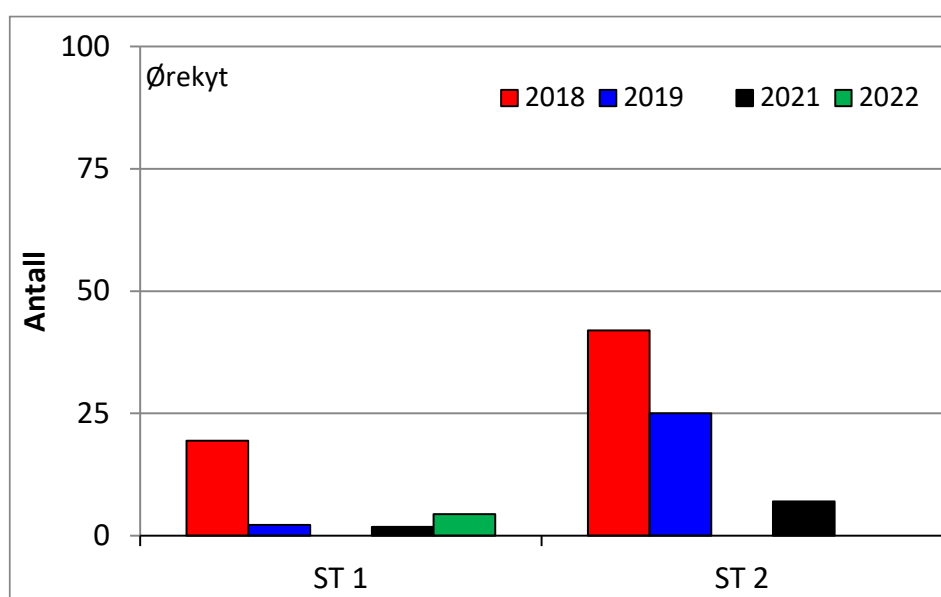


Fig. 3.19. Beregnet tetthet av ørekyt i Sauarelva i 2018, 2019, 2021 og 2022.

3.1.4 Tetthet over år

Det er stor variasjon i fisketettheter, både mellom elver, arter, størrelsesklasser, stasjoner og år. Laks og ørret er vanlige i alle tre elver, og til dels med (svak) dominans av laks, særlig for 0+ i Bøelva og 1+ i Heddøla. Innen elver dominerer laks på stasjonene med habitater formet av høyere gradient, høyere vannhastigheter og grovere substrat. Dette er et typisk mønster hvor laks og ørret forekommer sammen (Heggenes, Bagliniere et al. 1999, Armstrong, Kemp et al. 2003).

3.1.4.1 LAKS

Det er relativt store forskjeller i tetthet av laks- og ørretunger i de tre elvene, og innen elvene også mellom år (Fig 3.20 og 3.21). I 2021 var det lave tettheter av årsunger av laks (0+) både i Bøelva og i Heddøla. Imidlertid var tetthetene av 0+ ikke lavere enn tettheter beregnet i disse to elvene i 2018 (Fig. 3.20). I 2020 ble det beregnet høye tetthet av laksunger, både 0+ og eldre, og for 0+ langt høyere sammenlignet med tidligere år og 2021. Spesielt var tettheten for 0+ i Bøelva da svært høy og den høyeste beregnet. Tettheten av 0+ i Bøelva og Heddøla i 2022 var også høy, og i Heddøla den høyeste beregnet og i Bøelva den nest høyeste. Bøelva, med unntak av i 2018 og 2021, har i øvrige år hatt høyere

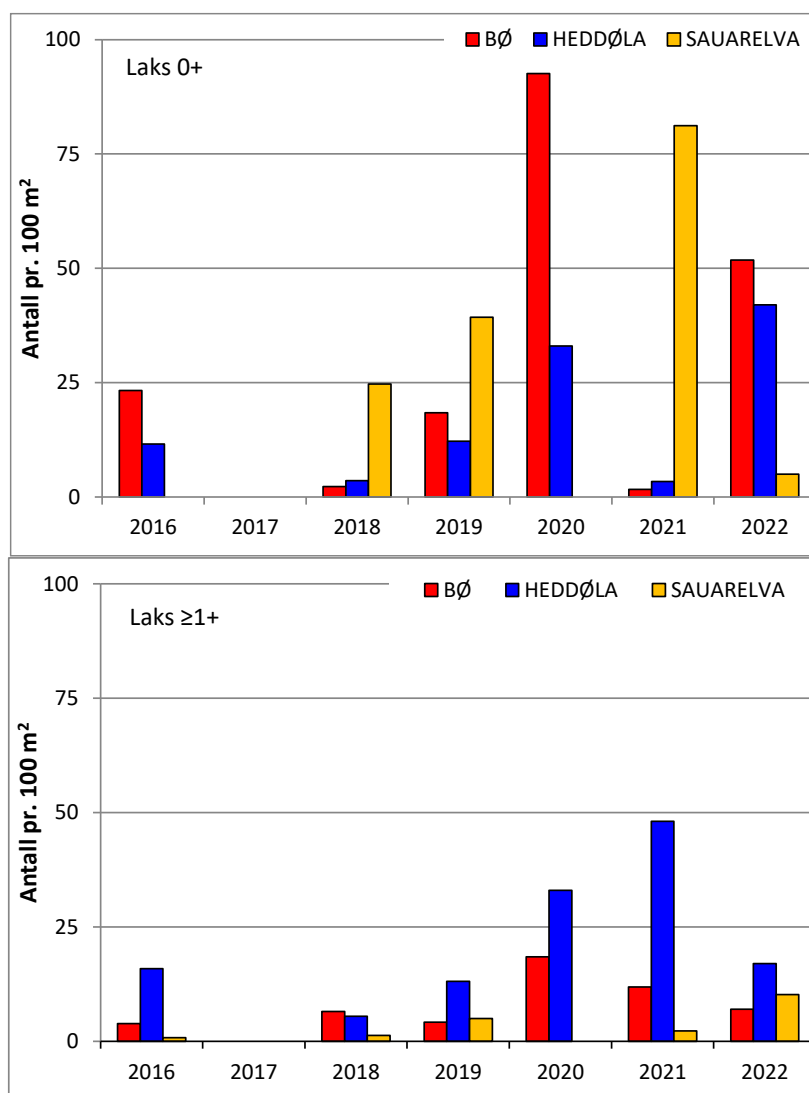


Fig. 3.20. Beregnet tetthet, antall pr. 100 m², av laks 0+ og eldre i Bøelva, Heddøla og Sauarelva i 2016, 2018-2022.

tettheter av årsunger enn Heddøla. Heddøla har generelt sett de høyeste tetthetene av større laksunger; laks ≥1+, og med unntak av i 2018 alltid høyere enn i de to andre elvene. Tetthetene av laks ≥1+ var

spesielt høye her i 2020 og i 2021 (Fig. 3.20). I de årene Sauarelva er undersøkt, har tettheten av årsunger (0+) alltid vært høyere enn i de to andre elvene, spesielt i 2021 da tettheten av årsunger i Sauarelva var svært høy. I 2022 ble imidlertid de laveste 0+ tetthetene dette året beregnet i Sauarelva. Årsunger (0+) ble ikke funnet i Sauarelva i 2016, mens elva ikke ble undersøkt i 2020 og bare en stasjon i 2022.

I 2021 ble det beregnet lave tettheter av 0+ både i Bøelva og Heddøla, og dette er en sannsynlig årsak til lavere tettheter av eldre laksunger i 2022. I Sauarelva synes høy tetthet av 0+ i 2021 å gi høy tetthet av eldre i 2022 (Fig.22).

De høyere tettheter av eldre laksunger i Heddøla skyldes enkelte år i stor grad utsatt fisk, se senere.

3.1.4.2 ØRRET

I 2016 var tettheten av 0+ ørret i de tre elvene lave og ikke forskjellige (Fig. 3.21). Etter det har tetthetene av 0+ ørret i Sauarelva vært høy, og i alle år betydelig høyere enn i de to andre elvene (Fig.3.21). I Bøelva og i Heddøla er tettheten av 0+ ørret beskjedne, spesielt i Bøelva. I 2020 beregnes det imidlertid høyere tettheter av 0+ ørret enn øvrige år både i Bøelva og Heddøla (Sauarelva ikke undersøkt). Tettheten av eldre ørret, ørret $\geq 1+$, må for alle tre elvene karakteriseres som stabil og beskjedne sammenlignet med ørret (Fig.3.21. 3.20), også i Sauarelva til tross for høy tetthet av 0+. Det er små forskjeller i

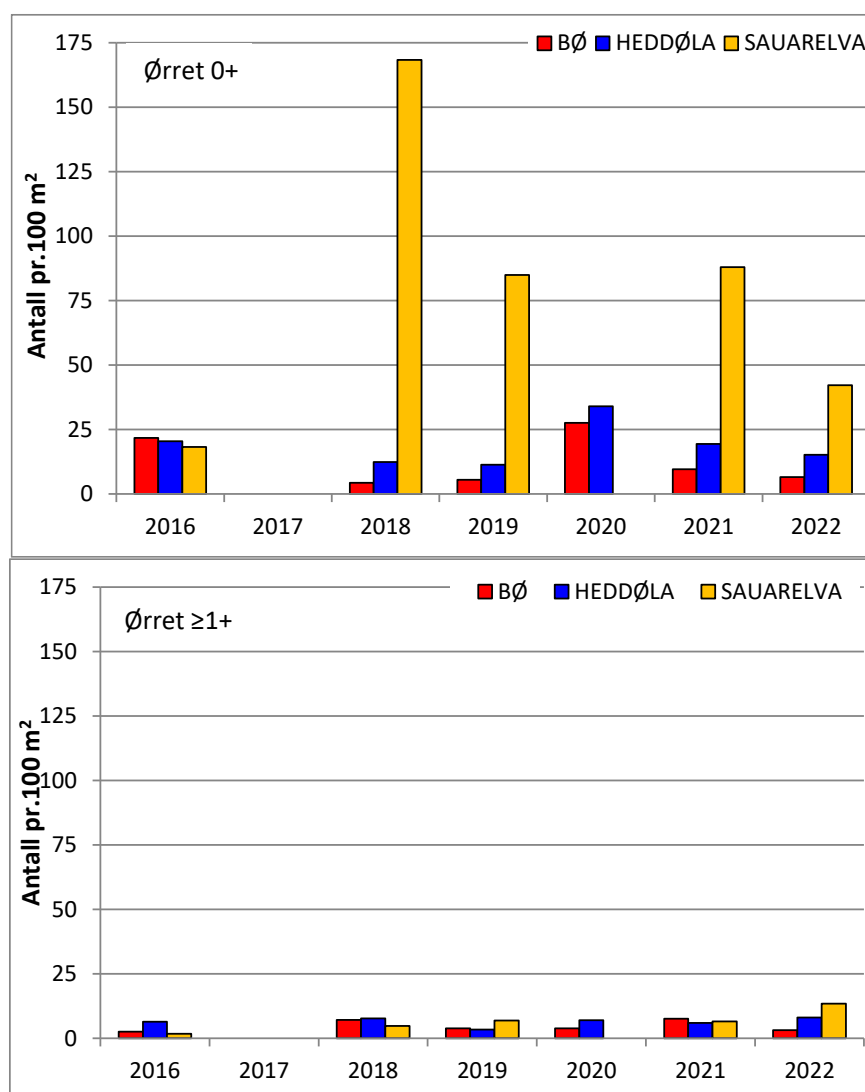


Fig. 3.21. Beregnet tetthet, antall pr. 100 m², av ørret 0+ og eldre i Bøelva, Heddøla og Sauarelva i 2016 og 2018 til 2022.

tetthet mellom år. Årsak til lave tettheter av eldre ørret i Sauarelvva er trolig mangel på egnet substrat, mens særlig lave tettheter av eldre i de to andre speiler lav tetthet av 0+ året før. I 2019 er det en reduksjon i tetthet i Bøelva og Heddøla og en økning i Sauarelvva sammenlignet med 2018. I 2020 er tettheten av eldre ørret i Bøelva på samme nivå som i 2019 og i Heddøla som i 2018. I 2021 er tettheten av ørret $\geq 1+$ også lav og på samme nivå i alle tre elvene, mens den i 2022 er høyere i Sauarelvva enn i de to andre elvene (Fig. 3.21).

3.1.5 Naturlig rekruttering og utsatt fisk

I 2016 ble det fanget en fettfinneklippet ørret på stasjon 1 i Bøelva. Etter det er det ikke fanget utsatt laks- eller ørretunger i Bøelva. I Sauarelvva er ikke fanget noen utsatt fisk. I disse to elvene stammer derfor alle laks- og ørretunger fanget i alle år etter 2016 fra naturlig reproduksjon.

I Heddøla var det i 2016 utsatt laks på stasjon 1, stasjon 2 og stasjon 3, henholdsvis to, ett og 7 individer. Dette tilsvarer en andel utsatt laks $\geq 1+$ på 9 % i 2016. I Heddøla utgjorde utsatt laks 15,5 % og utsatt ørret 5,3 % av laks og ørret $\geq 1+$ i 2018. I 2019 utgjorde utsatt laks en større andel av fangstene enn tidligere år i Heddøla. Det ble fanget til sammen 51 utsatte laksunger, noe som tilsvarer 30,2 % utsatt fisk (se Schartum et al. 2020). Ut fra størrelse ble flere av disse klassifisert som årsunger. Resultatene i Heddøla i 2019 var imidlertid sterkt påvirket av at utsettingene ble gjennomført ganske nær i forkant av elektrofisket. Resultatene er derfor ikke representative. Utsatt fettfinneklippet fisk er sannsynligvis betydelig overrepresentert i resultatene fra 2019. I 2020 var alle utsatte laks som ble fanget større enn årsunger og andel utsatt laks $\geq 1+$ i Heddøla i 2020 var 8 %, dvs. mye lavere enn i 2019. Av total fangst var andelen utsatt laks 4 %. Utsatt laks ble funnet på fire av seks stasjoner undersøkt. I 2021 ble utsatt laks funnet i lave tettheter på tre av stasjonene og utgjorde bare 8 % av ungfiskbestanden dette året. En ytterligere reduksjon i andel utsatt laks finner sted i 2022. Det ble da funnet kun to utsatte laksunger på stasjon 1, begge $\geq 1+$. Disse utgjorde bare 0,8 % av bestanden. Det har derfor vært en nedgang i antall fanget utsatt laks gjennom undersøkelsesperioden.

Utsatt ørret ble i 2020 bare funnet i Heddøla på stasjon 5 og 6, og utgjorde da bare 2 % av alle ørretungene fanget. Det tilsvarende tall i 2019 var 3,3 %, og utsatt ørret ble da bare funnet på stasjon 4. I 2021 og 2022 ble utsatt ørret ikke påvist i Heddøla.

4 SMOLTUTVANDRING

4.1 RESULTATER OG KOMMENTARER

4.1.1 Gjenfangster i kalibreringsforsøk

Bøelva

I 2016 var det ingen gjenfangster av i alt 37 merket og gjenutsatt vill laksesmolt som ble fanget i smoltfella. I 2017 i Bøelva var gjenfangsten 3 av 39 vill laksesmolt, dvs. 7,7 %. Det ble i 2017 også kjørt et forsøk med utsetting av 150 laksesmolt fra klekkeri. Her var gjenfangsten 6 % (9 av 150), dvs. ganske lik gjenfangst som for merket vill fisk. I 2018 var gjenfangsten fra et tilsvarende forsøk med 400 utsatt laksesmolt fra klekkeri, lavere, 2,8 % (11 av 400) (Tabell 4.1). For vill fisk fanget i fella samme året var andelen gjenfangster også lavere: 3,2 % (2 av 63). I 2019 ble ikke settefisk brukt for kalibrering, men vill laksesmolt ble merket, og ga en gjenfangst på 4,1 % (3 av 74 merket smolt). I 2020 var gjenfangsten av vill laksesmolt lavere, 1,4 % (1 av 69 merket smolt), og igjen i samme størrelsesorden som gjenfangsten av utsatt laksesmolt fra klekkeri, som var 1,0 % i Bøelva (2 av 208). I 2021 var gjenfangsten av vill laksesmolt 3,1 % (4 av 127 merket smolt). I 2022 var gjenfangsten av vill smolt 0,6 % (1 av 170 merket smolt). Det ble ikke brukt settefisk i 2021 eller 2022. I 2023 ble ikke vill smolt merket for gjenfangst, fordi radiomerking ble prioritert. Radiomerkede smolt fra 2022 og 2023 ble satt ut nedstrøms fella, og inngår derfor ikke her. Dersom hele tallmaterialet behandles samlet, har skrufella i Bøelva en

fangbarhet på 2,7 % (95 % CI 1,9 % til 3,7 %) av all nedvandrende fisk. Det har vært variasjoner mellom år, men relativt sammenfallende resultater per år for merket villfisk og utsatt smolt (Tabell 4.1).

Tabell 4.1. Antall og type fisk fanget i skrufella, merket og gjenutsatt oppstrøms i 2016 - 2022, i Bøelva og Heddøla.

Stasjon	Type	Merket	Gjenfangst	Fangbarhet	RPM
B16V	Vill	37	0	0,0 %	
B17V	Vill	39	3	7,7 %	
B17S	Settefisk	150	9	6,0 %	5–7
B18V	Vill	63	2	3,2 %	
B18S	Settefisk	400	11	2,8 %	4–5
B19V	Vill	74	3	4,1 %	
B20V	Vill	69	1	1,4 %	
B20S	Settefisk	208	2	1,0 %	7–8
B21V	Vill	127	4	3,1 %	
B22V	Vill	170	1	0,6 %	
Alle år Bøelva		1337	36	2,7 %	
H17V	Vill	31	0	0,0 %	
H17S	Settefisk	154	3	2,0 %	2–4
H18V	Vill	46	1	2,2 %	
H19V	Vill	17	0	0,0 %	
H20V	Vill	3	0	0,0 %	
H20S	Settefisk	207	1	0,5 %	4,5–8,5
H21S	Settefisk	400	3	0,7 %	
Alle år Heddøla		858	8	0,9 %	

Heddøla

I Heddøla 2017 var det ingen gjenfangster av vill laksesmolt fanget i felle, merket og gjenutsatt oppstrøms (0 av 31), mens for utsatt smolt fra klekkeri var fangsteffektiviteten 2,0 % (3 av 154) (Tabell 4.1). I 2018 var det kun én gjenfangst fra i alt 46 vill laksesmolt som ble fanget i skrufella, merket med Panjet og gjenutsatt oppstrøms. I 2019 ble ingen av 17 merket vill smolt gjenfanget. I disse to årene ble det ikke gjort forsøk med utsatt smolt. Settefisken er klar for utsetting i siste halvdel av mai-måned, og da var vannføringen i Heddøla ofte så liten at fella ikke roterte. Merking og utsetting ble derfor ikke gjennomført. I 2020 ble kun tre vill smolt merket, og ingen gjenfanget. Gjenfangst av settefisk var 0,5 % (1 av 207) samme år. I 2021 var gjenfangsten av settefisk 0,7 % (3 av 400), og vill laksesmolt ble ikke merket. I 2022 var det unormalt lave vannføringer og det ble derfor ikke fanget noen ville smolt, og det ble heller ikke satt ut settefisk. Samlet sett for årene 2017-2020 har skrufella i Heddøla hatt en gjennomgående lav fangbarhet, i gjennomsnitt 0,9 % (95 % CI 0,4% til 1,8 %, Tabell 2).

4.1.2 Fellefangster og vannføring

Særlig nedbør/vannføring og temperatur er faktorer som kan utløse og øke utvandringen av laksesmolt, men relativ betydning av disse faktorene synes variere mye mellom vassdrag og være vassdragspesifikke (Whalen, Parrish et al. 1999, Thorstad, Whoriskey et al. 2012, Persson, Kagervall et al. 2019). Sosiale forhold, at andre smolt vandrer, og fysiologiske forhold (Na^+ , K^+ -ATPase aktivitet) påvirker også utvandring. Kanskje kan turbiditet/lys også ha betydning (Høgåsen 1999). Forklaringen er trolig i hovedsak redusert risiko for predasjon, særlig ved elvemunningen, som følge av større vannvolum, høyere fart, lavere sikt og større individuell aktivitet. Til sammen gir dette et komplekst og dynamisk samspill som må undersøkes i hver elv over tid.

Både i Heddøla og Bøelva er snøsmelting/nedbør/vannføring en vesentlig faktor både for utvandring av smolt og for effektiviteten til fellene. På flommer vil fangsteffektiviteten være sterkt redusert pga. relativt mindre avsilet vannvolum, og sannsynligvis også pga. et større og mer fragmentert strømningsbilde som gjør at den antatte hovedstrømmen mot fangstfellen (på normal vannføring, se Metoder) er

mindre definert. Samtidig kan også en vesentlig del av smolten vandre ut på stigende vannføring (se under).

4.1.3 Drift av fellene

I 2016 var skrufella i Bøelva i drift i 57 dager, fra 21. april til 16. juni. Pga. tilstopping med kvist og stokker var fella ute av drift 2. og 23. mai. Mot slutten av perioden fungerte fella dårlig, dvs. hadde lav rotasjonshastighet, pga. for lav vannføring (9.-15. juni) (Fig. 4.1). Det var ingen smoltfelle i Heddøla i 2016 (Fig. 4.1).

I 2017 var skrufellene i Bøelva og Heddøla forsøkt holdt i drift fra 18. og 24. april til 12. juni, i hhv. 56 og 50 døgn. Sesongen var preget av snøvær den 10. mai, og to store flommer 18.-20. mai og 10-12 juni. Flommene gjorde at fellene sto stille pga. tilstopping av kvist og stokker under selve flommen, og at fella i Bøelva ble kastet opp på land. I Bøelva i perioden 10. til 12. mai gjorde tilgroing av rotoren, kombinert med liten vannføring, at fella hadde en lav rotasjonshastighet (<5 RPM). Til tross for at det ble jobbet iherdig for å holde fellene i drift, sto fella i Bøelva stille i flomperiodene 18. til 19. mai og 10. til 12. juni. I Heddøla var fella ute av drift pga. flom 18. til 20. mai og 10. til 12. juni. Den var også delvis ute av drift pga. liten vannføring og lav rotasjonshastighet (<3,5 RPM) i perioden 28. mai til 5. juni, og ute av drift pga. tekniske problemer med fella 11. til 13. mai (Fig. 4.1).

I 2018 var fellene i Bøelva og Heddøla i drift fra 16. og 18. april til 22. og 19. juni, altså hhv. 67 og 62 døgn. Sesongen forløp relativt problemfritt, med enkelte stokker i rotoren og et tilløp til havari som vi fikk avverget. Mot slutten av sesongen var vannføringen for lav til at fellene virket godt: fra 30. mai i Bøelva og fra 19. mai i Heddøla var rotasjonshastigheten under 4 RPM. Det betyr at fella fanger mindre effektivt, fordi smolten kan snu og svømme ut av fella.

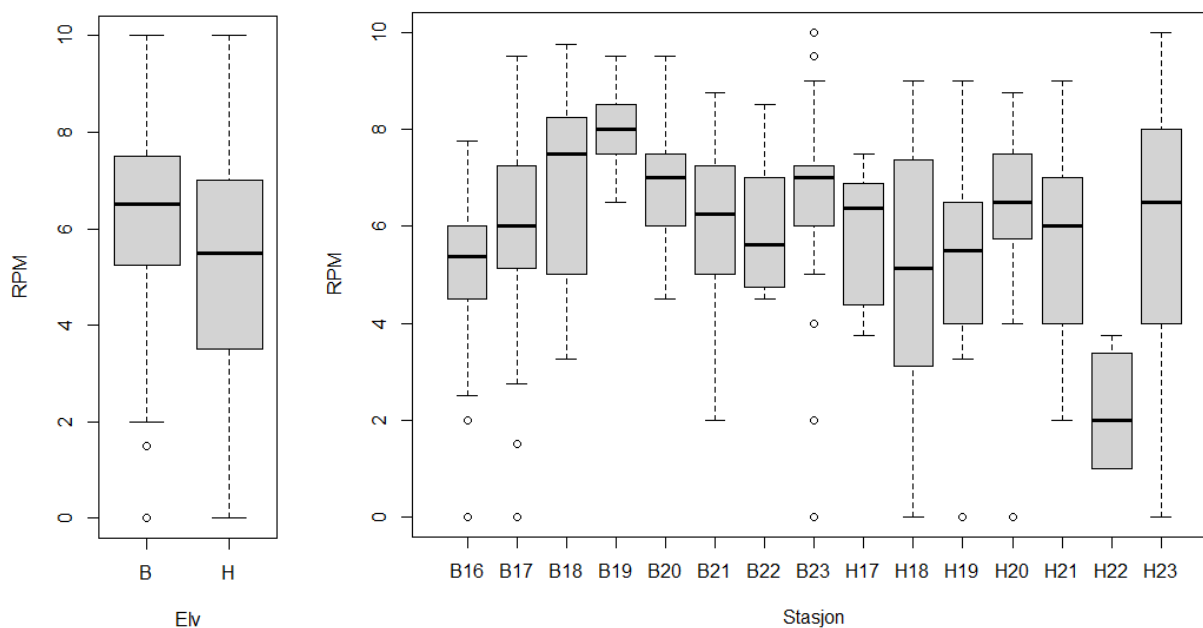
I 2019 var fellene i Bøelva og Heddøla i drift fra hhv. 16. og 20. april, og til 17. juni, altså i 62 og 58 dager. En stor flom gjorde at både fella i Bøelva og Heddøla var delvis ute av drift fra 27. – 29. april. Under flommen satte en stor stakk seg fast i rotoren til fella i Heddøla, og påførte fella skader. Et feste av aluminium revnet, og akslingen på rotoren knakk delvis. Skadene gjorde at fella ikke fungerte optimalt fra ca. 17. mai og ut sesongen, pga. dunkelyder fra rotoren.

I 2020 var fellene i Bøelva og Heddøla i drift fra hhv. 16. og 20. april til 12. juni, altså i hhv. 57 og 53 dager. Det var snø og nattefrost i perioden 10.-11. mai. Under en mindre flom ble fellene lagt inntil land og trommelen hevet for å unngå havari, men bare i de få timene flomtoppen varte fra kl. 14 den 5. juni til kl. 9 den 6. juni. Sesongen forløp ellers uten større problemer.

I 2021 ble fella i Bøelva satt i gang ekstra tidlig, 6. april, for å sjekke tilstanden i elva tidlig på våren, og var i drift til 30. juni (85 dager). Den lange sesongen skyldtes at det kom smolt så seint som 23. juni. Vannføringen var stabilt høy, med en mindre flom ($107 \text{ m}^3/\text{s}$) 16. mai. I Heddøla 2021 ble fella satt i gang 16. april, og ble tatt opp 28. juni (73 dager). Det var en flom 14. til 17. mai ($118 \text{ m}^3/\text{s}$), og det var noe mekaniske problemer.

I 2022 var fella i Bøelva i drift fra 19. april til 30. juni (72 dager), og Heddøla fra 20. april til 10. juni (70 dager). Siste smolten kom så seint som 15. juni. Vannføringen var lav hele våren, og vårflommen uteble. I Bøelva ga dette gode forhold for smoltskruen, fordi vannstrømmen blir konsentrert inn mot skruen på lavere vannføringer. I Heddøla stoppet derimot fella helt opp, fordi det var for liten vannføring til å drive skruen rundt. 2022 var et "ekstremår" med lave vannføringer (Fig. 4.2).

I 2023 var vannføringsforholdene nær omvendt, med jevnt høy vannføring gjennom hele smolt utvandringsperioden. For Heddøla førte det til den mest effektive fangsts sesongen sammenlignet med alle tidligere undersøkte år. I 2023 var fella i Bøelva i drift fra 17. april til 22. juni (66 dager), og Heddøla fra 17. april til 28. juni (72 dager). De første laksesmoltene kom i Heddøla 27. april og de siste kom 10. juni.



Figur 4.1. Rotasjonshastigheter over år for smoltfellene i Bøelva (B) og Heddøla (H).

4.1.4 Årlige fangster i fellene

I 2016 var smoltfella i drift i Bøelva. Totalt ble det fanget 111 laks og 1 ørret smolt (Tabell 4.2). Fangsten av laksesmolt hadde to tydelige topper, hhv 4. og 12. mai. Mesteparten av smolten (80 %) gikk mellom 30.april og 18. mai, og tiden fra 25 % til 75 % persentilen var 8 dager (Fig. 4.2).

I Bøelva 2017 ble det fanget 39 smolt av laks (Tabell 3), og 6 blanke ørret. Laksesmolten hadde utvandringstopper rundt 7. og 17. mai, mens ørretsmolten hadde en 'topp' rundt 28. mai. I Heddøla 2017 ble det fanget 31 smolt av laks og 3 blanke ørret (Tabell 4.2). Laksesmolten hadde en sen utvandringstopp 17. mai, mens ørretsmolten gikk ut i perioden 15. til 25. Mai (Fig. 4.1).

I Bøelva 2018 ble det fanget 121 smolt av laks og 20 blanke ørret (Tabell 4.1). Utvandringstoppen var noe forskjøvet til tredje uke i mai, dvs. etter 15 mai (Fig. 4.1). I Heddøla 2018 ble det fanget 53 smolt av laks og 4 blanke ørret i en sesong uten utpregede utvandringstopper.

I Bøelva 2019 ble det fanget 95 smolt av laks (Tabell 4.2). Utvandringen begynte midt i april, og med flere og mindre markerte topper, før avslutning midt i juni (Fig. 4.1). I Heddøla 2019 ble det kun fanget 25 smolt av laks og en smolt av ørret. Utvandringen forløp tidsmessig 'normalt', dvs. midten av april til midten av juni, men totalfangsten av smolt var uvanlig lav. Det skyldtes trolig at fella ble satt ut av drift under en større flom 27. – 29. april, og fikk redusert fangbarhet i ettertid som følge av skadene den fikk.

I Bøelva ble det i 2020 fanget 84 smolt av laks og én blank ørret (Tabell 3). Toppen i utvandringen var i perioden 20. til 23. mai (Fig. 4.1). I Heddøla ble det fanget 19 smolt av laks og 2 blanke ørret, med en topp i utvandring 21. mai. Utvandringsmønsteret synes dermed å være ganske likt i de to elvene. Antall smolt i Bøelva i 2020 var lavere enn i 2016 og 2018-2019, mens det i 2017 var et enda lavere antall (Tabell 4.2). Antall smolt av ørret er generelt lavt, men sett i forhold til øvrige år høyt i 2018 og 2019. Antall laksesmolt ut av Heddøla i 2020 var det laveste hittil, med bare 19 smolt fanget i fella (Tabell 3). Fleret laksesmolt ble fanget i Heddøla i 2018 med 53 smolt (Tabell 4.2). Kun få smolt av ørret er fanget i Heddøla, 1-4 individer over år. Av andre arter er ørekyt tallrik i smoltfellene, spesielt i Bøelva. I 2020 var imidlertid ørekyt ikke like tallrik som tidligere år (Tabell 4.2).

I Bøelva ble det i 2021 fanget hele 185 smolt av laks og syv blanke ørreter (Tabell 4.2). Sesongen hadde to topper i utvandringen; 11. mai og 9. juni, hvorav den siste toppen var klart dominert av fettfinneklippet smolt (Fig. 4.1). I Heddøla ble det fanget 46 smolt av laks og én blank ørret, med en topp i utvandring 11. til 14. mai, også her kom det mange fettfinneklippede smolt mot slutten av sesongen. Utvandringsmønsteret var betydelig større enn tidligere år, trolig fordi vannføringen mesteparten av tiden så innenfor det smolthjulene klarer (Tabell 4.2). Antall smolt av ørret avviker ikke mye fra tidligere år. Kun få smolt av ørret er fanget i Heddøla, 1-4 individer over år. Av andre arter er ørekyt tallrik i Bøelva når temperaturen begynner å stige.

I 2022, med lave vannføringer (Fig. 4.2, 4.3), økte fangsten av vill laksesmolt i Bøelva ytterligere til 252 individer (Tabell 4.2). I Heddøla førte de unormalt lave vannføringene til at trommelen roterte for sakte eller stoppet, og det ble ikke fanget fisk.

Tabell 4.2. Antall arter fanget i skruvella 2016 - 2023, i Bøelva (**B**) og Heddøla (**H**).

Stasjon	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23
Smolt laks	111	39	121	95	84	185	252	101
Smolt ørret	1	6	20	12	1	7	4	4
Parr laks	6	32	10	6	11	14	6	6
Parr ørret	7	11	11	5	0	3	1	0
Brunørret	5	0	0	3	1	1	1	0
Ørekyt	97	609	172	70	23	166	71	282
TP Stingsild	1	1	2	0	1	0	0	0
Gjedde	5	12	1	1	0	3	2	0
Niøye juv	2	1	2	0	2	4	0	0
Niøye adult	0	4	2	23	1	8	1	2
Frosk/padde	NA	21	73	12	10	23	19	3
Små-salamander	0	0	0	1	0	0	0	0

Stasjon		H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23
Smolt laks		31	53	25	19	46	0	133
Smolt ørret		3	4	1	2	1	0	3
Parr laks		0	1	0	0	0	0	0
Parr ørret		0	2	1	1	0	0	0
Brunørret		4	0	0	1	4	0	1
Ørekyt		117	0	5	1	2	0	9
TP Stingsild		0	0	0	0	0	0	0
Gjedde		2	0	1	2	0	0	0
Niøye juv		0	0	0	2	2	0	0
Niøye adult		2	0	1	0	0	0	2
Frosk/padde		7	21	2	11	14	0	13

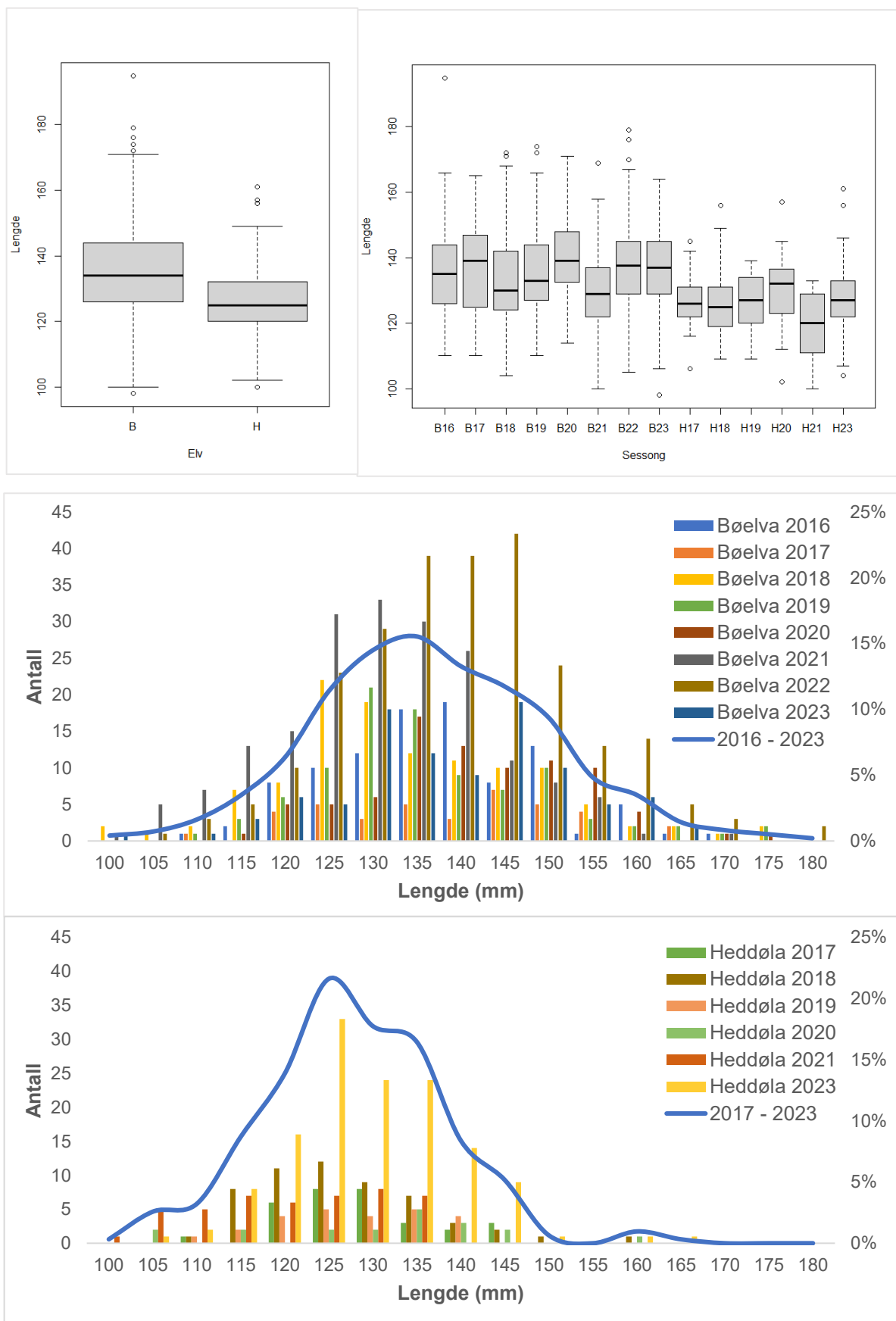
I 2023, med mer normale vannføringer (Fig. 4.2, 4.3), var fangsten av vill laksesmolt i Bøelva mer som forventet med 101 individer (Tabell 4.2) og uten utpregede utvandringstopper (Fig. 4.2). I Heddøla førte relativt høye vannføringer gjennom smoltutvandringssperioden til at smoltfella fungerte effektivt og fangsten var den høyest registrerte i Heddøla med 133 laksesmolt (Tabell 4.2). Det var en utpreget utvandringstopp midt i mai og en mindre topp første uke i juni (Fig. 4.2). Sommer og høst 2022 ble det også tatt ut elvegrus oppstrøms smoltfella, og dette kan ha bidratt til å endre strømningsmønsteret i elva noe, med mer markert strøm inn mot smoltfella.

4.1.5 Lengdefordeling smolt

For alle årene har Bøelva litt større smolt enn Heddøla (hhv. total gjennomsnittslengde 135,1 mm $\pm$ 7,6 mm (95% CI) og 126,0 mm $\pm$ 10,7 mm (95% CI)) ($t=11,276$, $df = 1286$, $p<0,0001$) (Fig. 4.2). Medianlengden i Bøelva (total 134 mm) var størst i 2020 (139 mm) og minst i 2018/2021 (129 mm). Smolten i Heddøla var størst i 2020 med en medianlengde på 132 mm, og betydelig mindre i 2021 (120 mm). Lengdefordelingen til smolten i Bøelva og Heddøla er noe positivt skjev-fordelt (skew hhv. 0,32 og 0,16) (Fig. 4.2), og tenderer enkelte år mot en svakt bimodal fordeling. (Tabell 4.3), noe som er kjent fra naturlige populasjoner av laks (Metcalf, Huntingford et al. 1988, Nicieza, Reyes-Gavilán et al. 1994).

Tabell 4.3. Deskriptiv statistikk om lengdefordelingen til smolt gruppert etter elv og år. Tallene er produsert i R med pakken *psych()* og formelen *describeBy()*. N= antall; sd= standard avvik; se= standard feil.

	N	Snitt	median	sd	Skew	kurtosis	se
Bøelva 2016-2023	979	135,12	134	13,05	0,32	0,38	0,42
Heddøla 2017-2023	309	125,97	125	10,27	0,16	0,35	0,58
Bøelva 2016	99	135,78	135	11,69	0,28	-0,30	1,18
Bøelva 2017	39	137,18	138	13,13	-0,02	-0,85	2,10
Heddøla 2017	31	126,87	126	9,18	0,21	-0,36	1,65
Bøelva 2018	118	131,64	129	15,20	0,13	0,30	1,40
Heddøla 2018	55	125,05	125	9,79	0,82	0,69	1,32
Bøelva 2019	95	135,31	133	12,97	0,77	0,46	1,33
Heddøla 2019	25	126,28	127	8,42	-0,17	-1,08	1,68
Bøelva 2020	84	139,62	139	11,82	0,08	-0,21	1,29
Heddøla 2020	19	129,37	132	14,17	-0,37	-0,41	3,25
Bøelva 2021	188	128,81	129	12,13	0,05	0,13	0,88
Heddøla 2021	46	119,09	120	10,11	-0,19	-1,33	1,49
Bøelva 2022	252	137,70	138	12,80	0,23	0,18	0,81
Heddøla 2022	0	0	0	0	0	0	0
Bøelva 2023	97	136,71	137	12,61	-0,26	0,01	1,28
Heddøla 2023	134	127,87	127	9,51	0,38	0,57	0,82

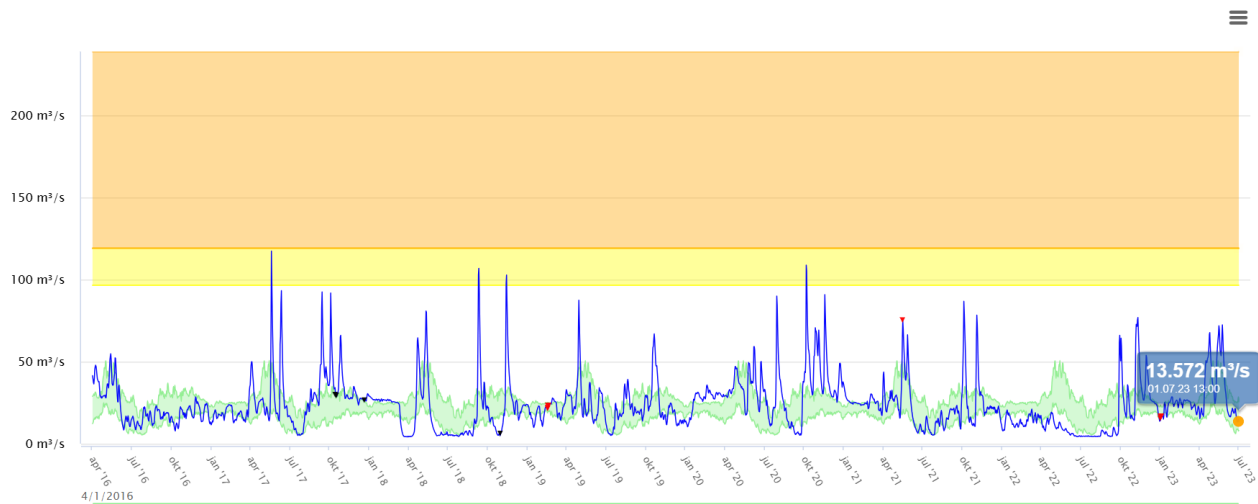


Figur 4.2. Lengdefordeling for fanget smolt. Øverst venstre: Boksplott per elv for alle år samlet. Øverst høyre: Boksplott per år og elv. Midten: Lengde-frekvensdiagram Bøelva 2016 til 2023. Nederst: Lengde-frekvensdiagram Heddøla 2017 til 2023.

4.1.6 Gjenfangst av naturlig rekruttert og utsatt fettfinneklippet fisk

I Heddøla er all settefisk fettfinneklippet. Det er derfor lett å skille naturlig rekruttert fra utsatt fisk. I Bøelva var 2017 første år at fettfinneklippet 0+ ble satt ut på etter-sommeren. Derfor kan vi forutsette at all utsatt fisk i Bøelva er fettfinneklippet fra og med 2020 sesongen, da 18 % av fanget laksesmolt var fettfinneklippet. I 2021 var det et uvanlig år ved at hele 43 % av kontrollert smolt var fettfinneklippet, betydelig flere enn i noe annet år. Det var her spesielt interessant at de vandret ut seint. De fleste kom i juni, mot slutten av utvandringssesongen og normalt i etterkant av vårflommen (Fig. 4.3).

Vannføring, versjon 1 01.04.2016-01.07.2023 Døgn



Figur 4.3. Vannføringer i Bøelva for undersøkelsesperioden 01.04.2016-01.07.2023 (fra sildre.no, målepunkt Hagadrag).

Også i Heddøla har det blitt fanget noen fettfinneklippede smolt i de fleste år (0 - 17 %), også her kom de mot slutten av sesongen. Det samme mønsteret med sein utvandring av fettfinneklippet smolt gjentok seg i Bøelva 2022 og 2023, men da var andelen mer lik tidligere år, dvs. 12 – 18 %. I Heddøla 2022 ble det ikke fanget smolt fordi det var for lite vann til at fella gikk rundt. I 2023 var andelen fettfinneklippet smolt i Heddøla kun 4 % (Tabell 4.4).

Tabell 4.4. Antall og andel fettfinneklippet laksesmolt i Bøelva og Heddøla 2016 til 2022. Settefisk ble ikke fettfinneklippet i Bøelva før 2017.

Sesong	Fettfinneklippet laksesmolt	Laksesmolt undersøkt	Andel fettfinneklippet
B16	0	111	0 %
B17	0	39	0 %
B18	1	121	1 %
B19	11	95	12 %
B20	15	84	18 %
B21	80	185	43 %
B22	34	252	13 %
B23	2	101	2 %
H17	1	31	3 %
H18	6	53	11 %
H19	3	25	12 %
H20	0	19	0 %
H21	8	46	17 %
H22	0	0	
H23	5	133	4 %

4.1.7 Utvandningsperiode og -fordeling

I 2016 hadde fangsten av laksesmolt i Bøelva to tydelige topper, den 4. og 12. mai, med siste smolt ut 11. juni (Fig. 4.4).

I 2017 hadde også Bøelva to tydelige topper, den 7. og 17. mai, og Heddøla hadde én topp den 17. mai. Heddøla 2017 hadde en sein utvandring, så en stor topp, og en tidlig slutt (Fig. 4.4).

I 2018 var utvandringstoppen forskjøvet ca. 1 uke senere i Bøelva, mens Heddøla hadde en lang sesong uten utpregede topper.

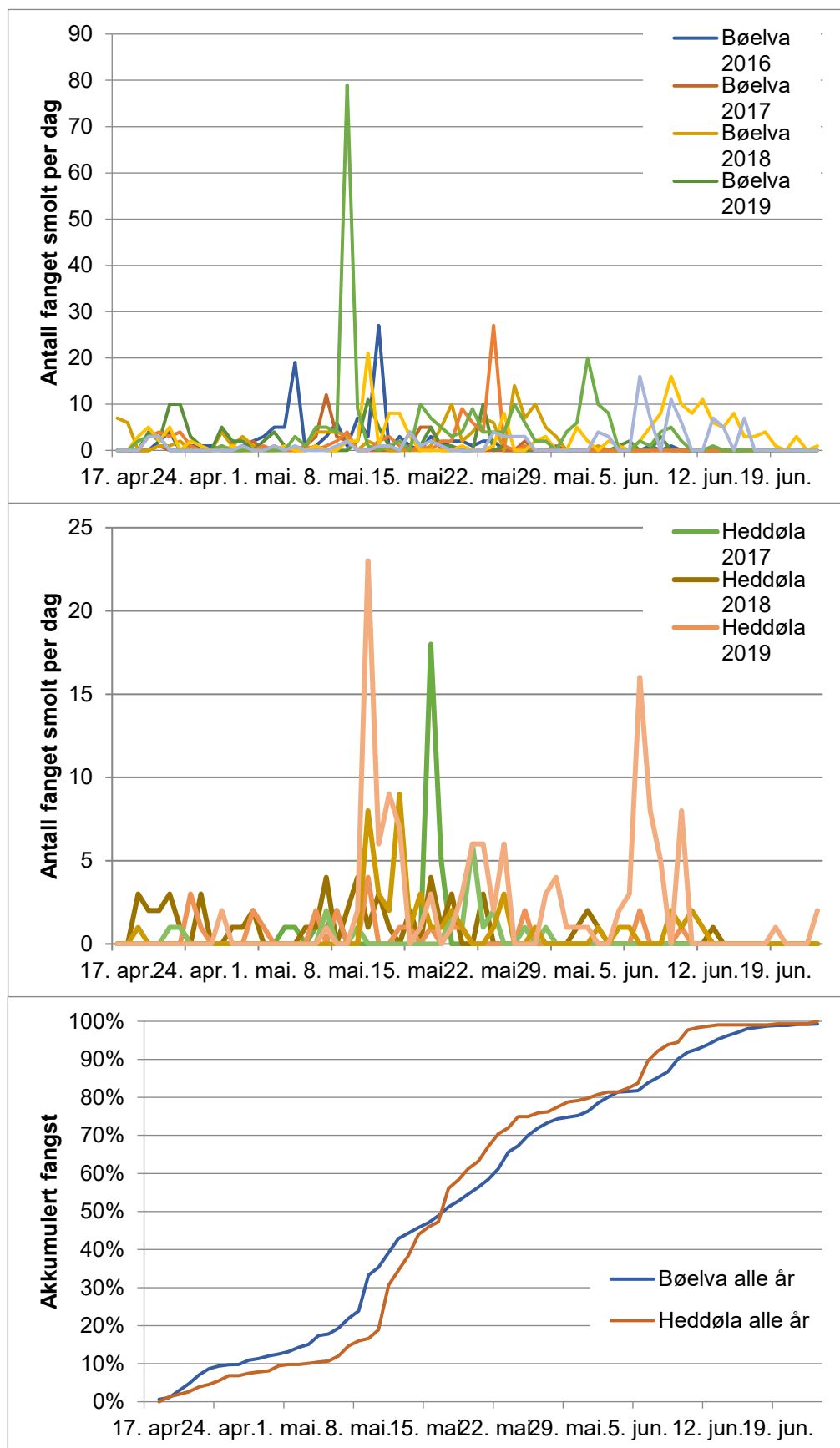
I 2019 var Bøelva tidlig ute, men forløp så normalt. Heddøla 2019 forløp tidsmessig normalt, men totalfangsten av smolt var uvanlig lav (25 smolt) (Fig. 4.4).

I Bøelva 2020 begynte smoltutvandringen 20. april, med en liten topp i utvandring 21. – 23. april. Utvandringen var ellers liten fram til utvandringstoppen som inntraff 20. – 23. mai. Deretter stoppet utvandringen opp, og siste smolt ble fanget 24. mai (Fig. 4.4). Utvandringen fra Heddøla fulgte samme mønster som i Bøelva, men med et generelt mye lavere antall smolt. Utvandringen var sen i begge elvene idet 50 % av smolten først hadde vandret ut innen 20. (Bøelva). og 21. (Heddøla) mai (Fig. 4.4) (Tabell 4.3).

I Bøelva 2021 begynte smoltutvandringen 19. april, med en topp i utvandring 11. mai og 9. juni (Fig. 4.4). Utvandringen fra Heddøla fulgte samme mønster som i Bøelva, men med et generelt mye lavere antall smolt. Utvandringen var uvanlig sen i Bøelva idet 50 % av smolten først hadde vandret ut innen 6. juni, mot normalt (2016 - 2022) 15. mai i begge elvene (Tabell 4.3).

I Bøelva 2022 var det en klar topp 9. mai med hele 79 smolt, og en topp 1. juni, der 50 % hadde gått ut 16. mai. I Heddøla kom det ingen smolt i 2022 (Fig. 4.4).

I Bøelva 2023 var det en jevn utvandring uten utpregede topper. I Heddøla var det en utpreget topp midt i mai og første uke av juni (Fig. 4.4).



Figur 4.4. Daglig og kumulativ fangst av smolt i Bøelva og Heddøla. I Heddøla 2022 kom det ingen smolt.

Samlet for årene 2016 til 2023 tar utvandringen til 24. april, og varer til hhv. 9. juni og 27. mai. Størst er utvandringen hhv. 18 og 11 dager fra den 8. mai (Tabell 4.5). Halvparten av smolten har vandret ut

innen 15. mai. Det er likevel en del variasjon mellom år. Utvandringen var usedvanlig kortvarig i Bøelva 2017 (15 dager for 10-90 %), og usedvanlig langvarig i 2021 (51 dager). Utvandringen var usedvanlig kortvarig i Heddøla 2017 (11 dager for 10-90 %), og usedvanlig langvarig i 2019 (43 dager). Tallene for alle årene samlet er vektet med hensyn på hver enkelt smolt, slik at år med stor utvandring har tilsvarende stor innvirkning på gjennomsnittet.

Tabell 4.5. Merkedatoer for utvandring av laksesmolt. I tabellen er «tidlig» merket i rødt, og «seint» er merket i grønt. Samlet for årene 2016 til 2023 tar utvandringen til omkring 25. april (Bøelva) og 1. mai (Heddøla), er halvveis 17. mai, og går mot slutten etter 45 dager (Bøelva) og 36 dager (Heddøla).

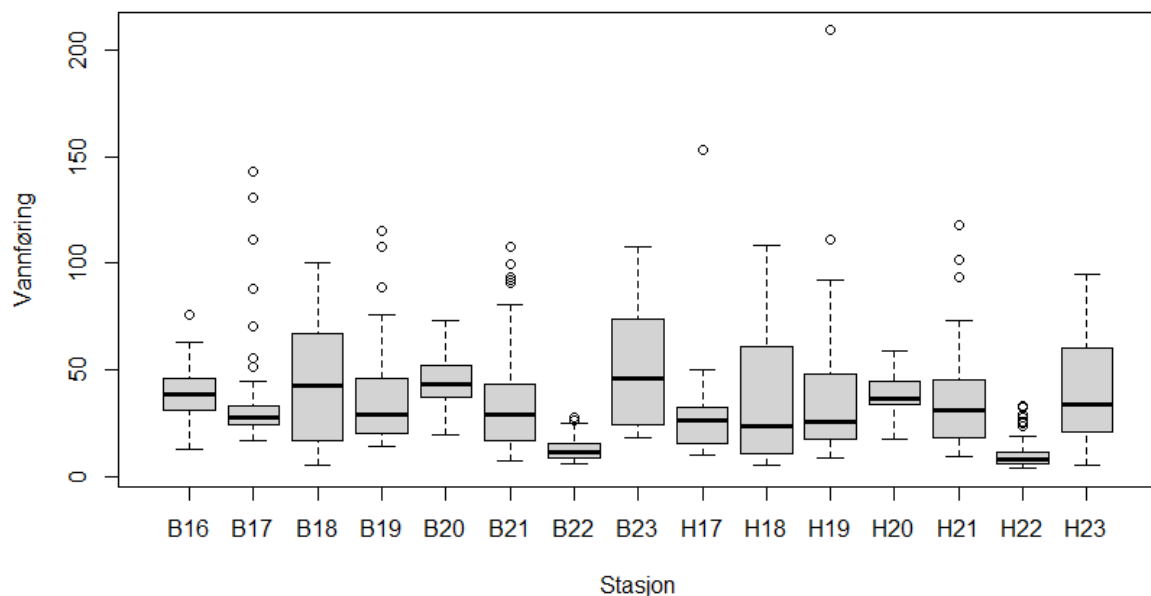
Persentiler	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	25-75 %	10-90 %
Bøelva 2016	30.apr	04.mai	09.mai	12.mai	17.mai	8 dager	17 dager
Bøelva 2017	03.mai	07.mai	07.mai	16.mai	18.mai	9 dager	15 dager
Bøelva 2018	18.apr	06.mai	19.mai	25.mai	27.mai	19 dager	39 dager
Bøelva 2019	22.apr	23.apr	10.mai	16.mai	22.mai	23 dager	30 dager
Bøelva 2020	22.apr	08.mai	20.mai	23.mai	23.mai	15 dager	31 dager
Bøelva 2021	25.apr	11.mai	06.jun	11.jun	15.jun	31 dager	51 dager
Bøelva 2022	08.mai	09.mai	16.mai	28.mai	02.jun	19 dager	25 dager
Bøelva 2023	08.mai	23.mai	06.jun	09.jun	14.jun	17 dager	37 dager
Bøelva 2016-2023	25.apr	09.mai	17.mai	29.mai	09.jun	20 dager	45 dager

Persentiler	10 %	25 %	50 %	75 %	90 %	25-75 %	10-90 %
Heddøla 2017	06.mai	15.mai	17.mai	17.mai	17.mai	2 dager	11 dager
Heddøla 2018	21.apr	25.apr	10.mai	17.mai	22.mai	22 dager	31 dager
Heddøla 2019	24.apr	01.mai	11.mai	19.mai	06.jun	18 dager	43 dager
Heddøla 2020	23.apr	10.mai	21.mai	22.mai	26.mai	12 dager	33 dager
Heddøla 2021	11.mai	12.mai	14.mai	24.mai	09.jun	12 dager	29 dager
Heddøla 2022	0	0	0	0	0	0	0
Heddøla 2023	11.mai	12.mai	22.mai	06.jun	08.jun	25 dager	28 dager
Heddøla 2017-2023	01.mai	11.mai	17.mai	25.mai	06.jun	14 dager	36 dager

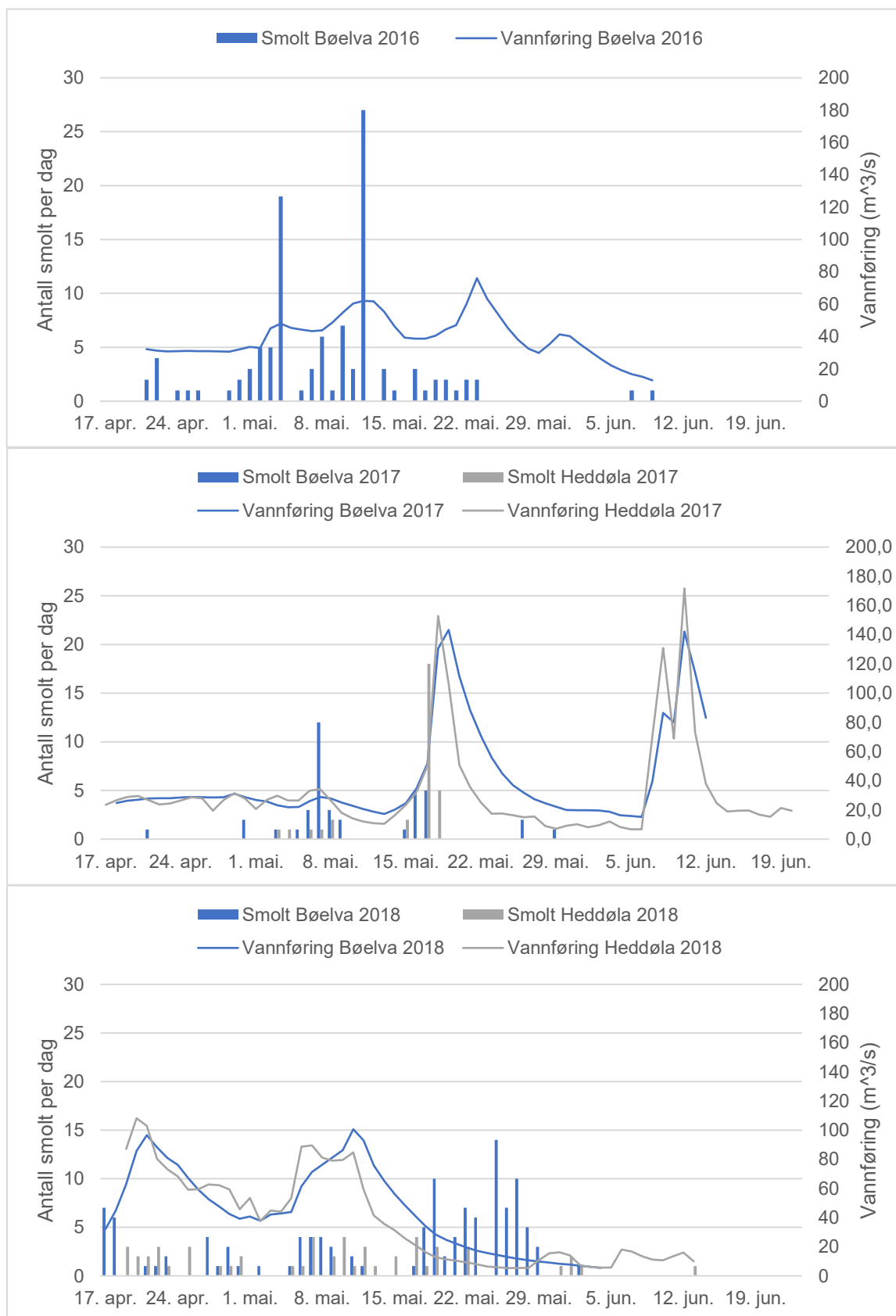
4.1.8 Vannføring og utvandring

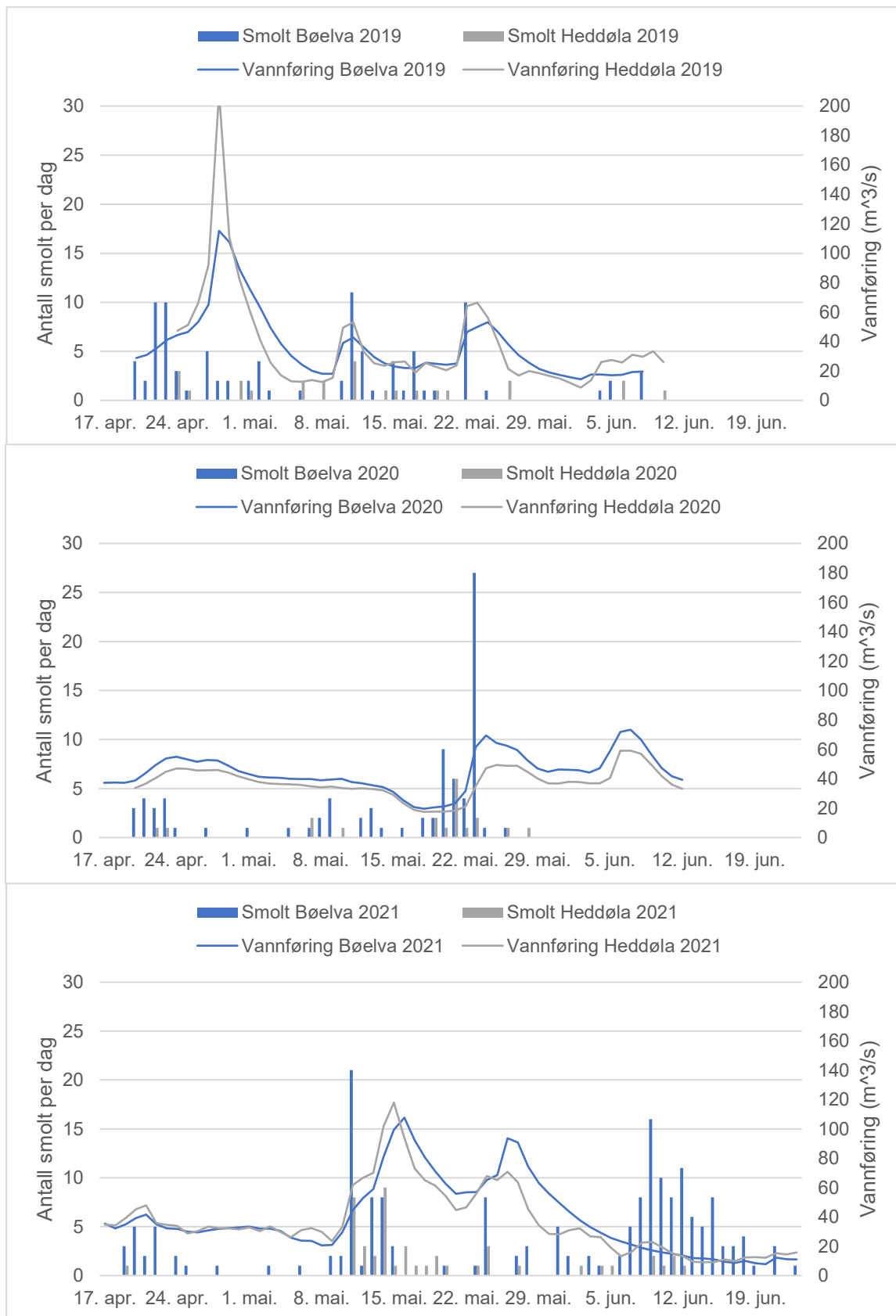
Utvandring av smolt i Bøelva og Heddøla synes å sammenfalle med stigende vannføringer og flommer, særlig når vannføringen øker kraftig i starten av en flom og særlig tidlig i sesongen (Fig. 4.3 – 4.6). Den relative, økende vannføringen er viktig, mens den absolutte størrelsen på flommen synes ha liten betydning. Dette mønsteret blir antagelig underestimert ved at vi til dels ikke har klart å holde smoltfellene i drift gjennom hele og alle flommene, og at fangbarheten reduseres ved stor vannføring (avsilt volum delt på vannføring). Mot slutten av sesongen er flommer av mindre betydning, rimeligvis fordi det da ikke finnes mange smolt igjen i elva. Fravær av flommer mot slutten av sesongen synes å 'presse' gjenværende smolt til å gå på lave vannføringer, eksempelvis 2018 og 2021.

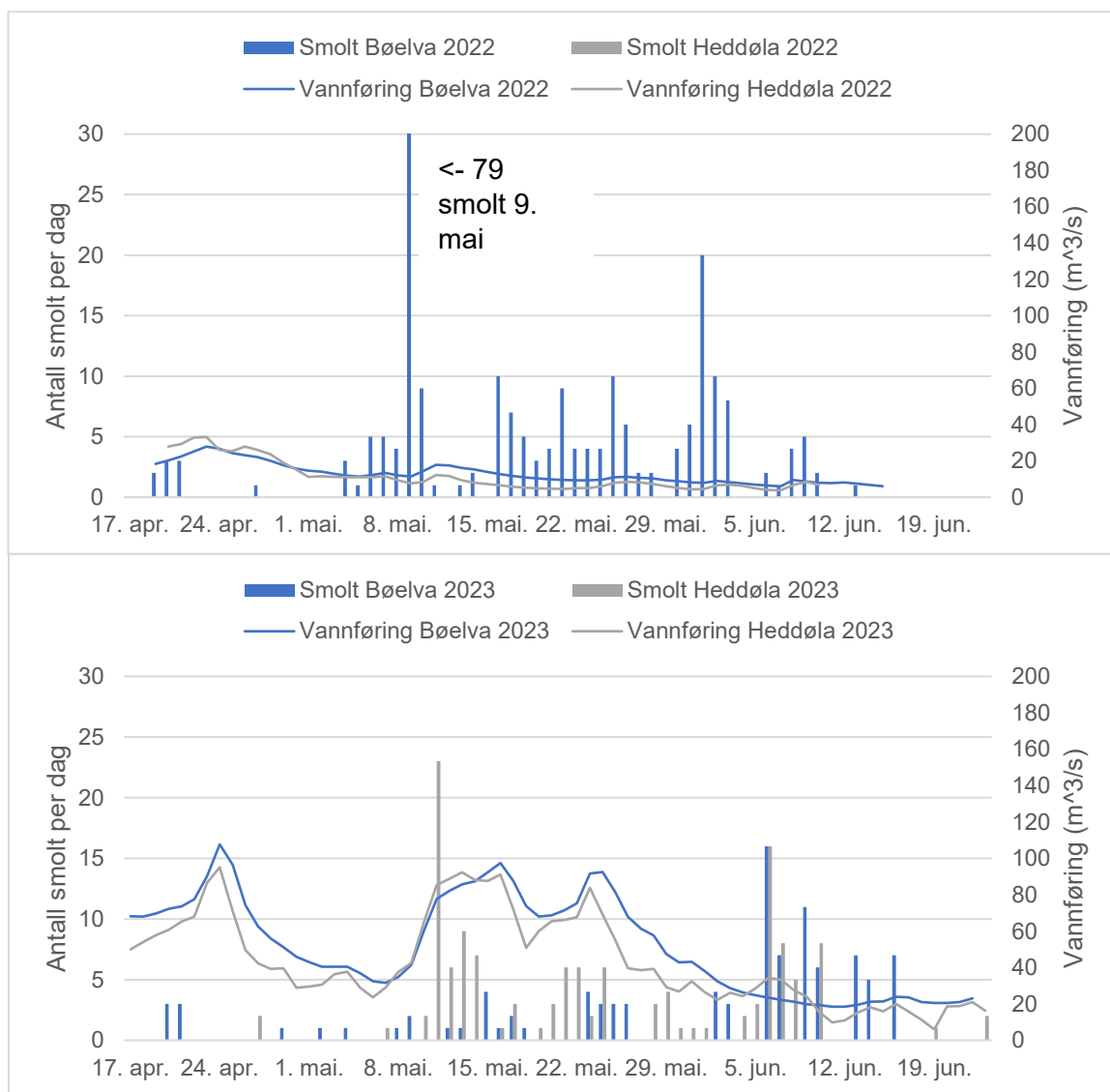
Når vannføringen kommer mye over 100 m³/s havarerer fellene, og vi har derfor ikke pålitelige data fra perioder med stor flom. Ved lave vannføringer roterer fella i Heddøla for sakte til å fange smolt effektivt, fordi hastigheten på vannet blir for liten. Smolten kan snu og svømme ut av fella igjen. Vannføringen i Heddøla er også kjent for å være nedbørsavhengig og gå fort opp og ned. Typiske kan slike 'flashy' elver ha et uregulert nedbørsfelt uten mye bufferkapasitet (som f.eks. innsjøer, myr og jordsmonn). I Bøelva utjevnes vannføringen i større grad av det ovenforliggende Seljordsvatnet. Bøelva 2018 hadde flere utvandringar på lav vannføring, mens Bøelva 2019 generelt hadde utvandringar på høyere vannføring (Fig. 4.3 – 4.6).



Figur 4.5. Vannføringer i Bøelva og Heddøla gjennom undersøkelsesperioden 2016.2023. Kilde: NVE Sildre



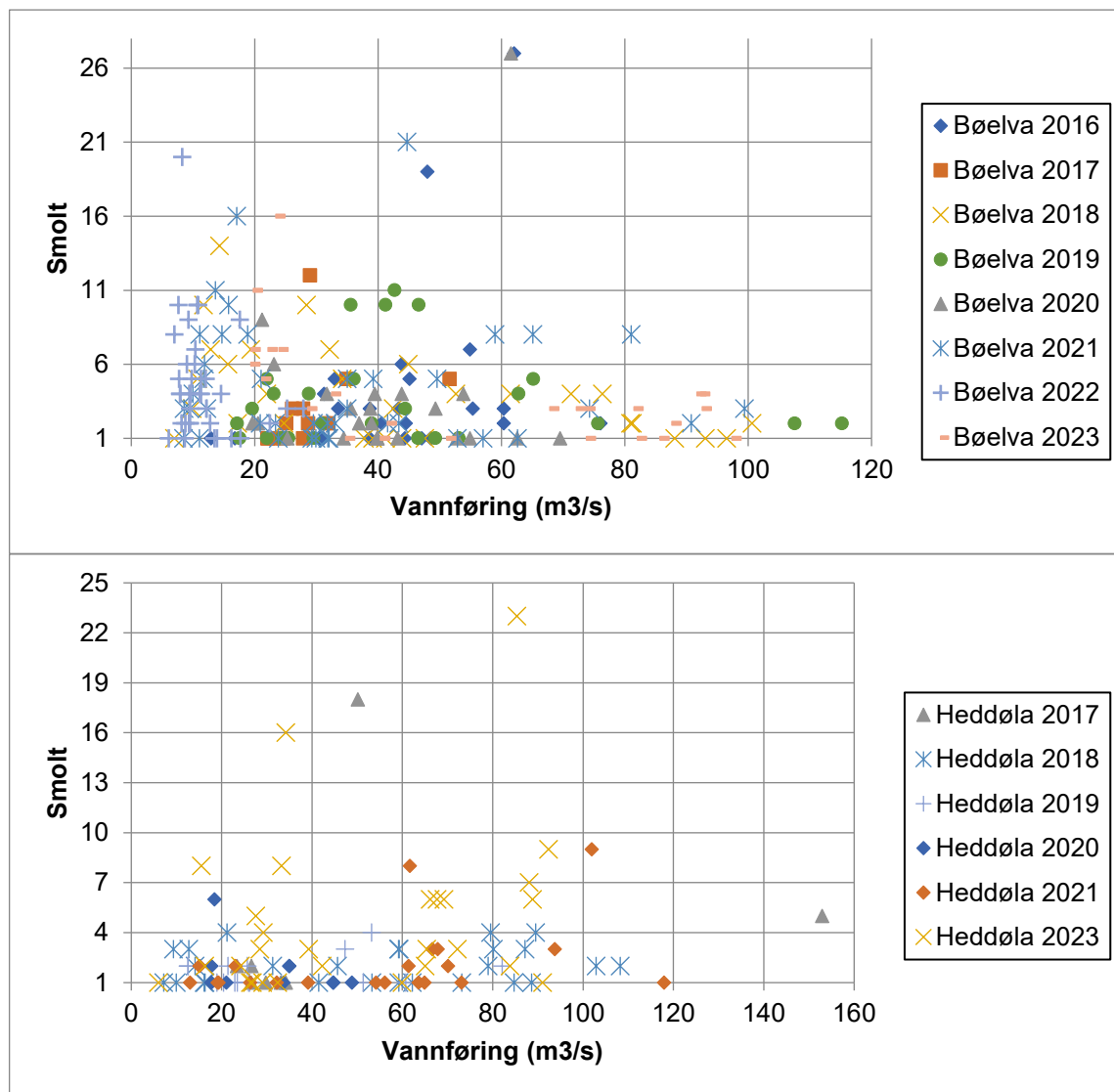




Figur 4.6. Vannføring (hele linjer) og smoltutvandring (stolper) for alle år i Bøelva og Heddøla. Merk at antall smolt 9. mai 2022, 79 stk, ligger utenfor y-aksen.

Starten på utvandringen i Bøelva i 2021 sammenfaller med en svak økning i vannføring 20. april. Topp i utvandring kom 11. mai, samtidig med økt vannføring, etter lengre tids svakt avtagende vannføring. En ny topp 9. juni synes ikke å være utløst av økt vannføring. Heddøla følger samme mønster, men mye færre smolt. I 2022 kom toppen også 11. mai, og var kanskje utløst av en ubetydelig økning i vannføring etter lengre tids avtagende vannføring. En senere topp 3. juni kommer uten endring i vannføring. Sesongen 2022 hadde uvanlig lav vannføring. I 2023 var vannføringsmønsteret nær omvendt (Fig. 4.5, 4.6). Gjennomgående høye vannføringer i Heddøla ga større fellefangst av smolt enn i noe tidligere år.

Sammenhenger mellom smoltutvandring og vannføring er godt dokumentert (Hvidsten, Jensen et al. 1995, Whalen, Parrish et al. 1999, Jonsson & Jonsson 2009, Persson, Kagervall et al. 2019). Det er imidlertid mye variasjon i utvandringen og ingen entydig sammenheng mellom vannføring og utvandring i Bøelva og Heddøla (Fig. 4.6, 4.7). Andre viktige miljøfaktorer kan påvirke utvandring, særlig fotoperiode og temperatur, noe som observeres i de fleste elver. I Bøelva og Heddøla har vi også undersøkt temperatur.

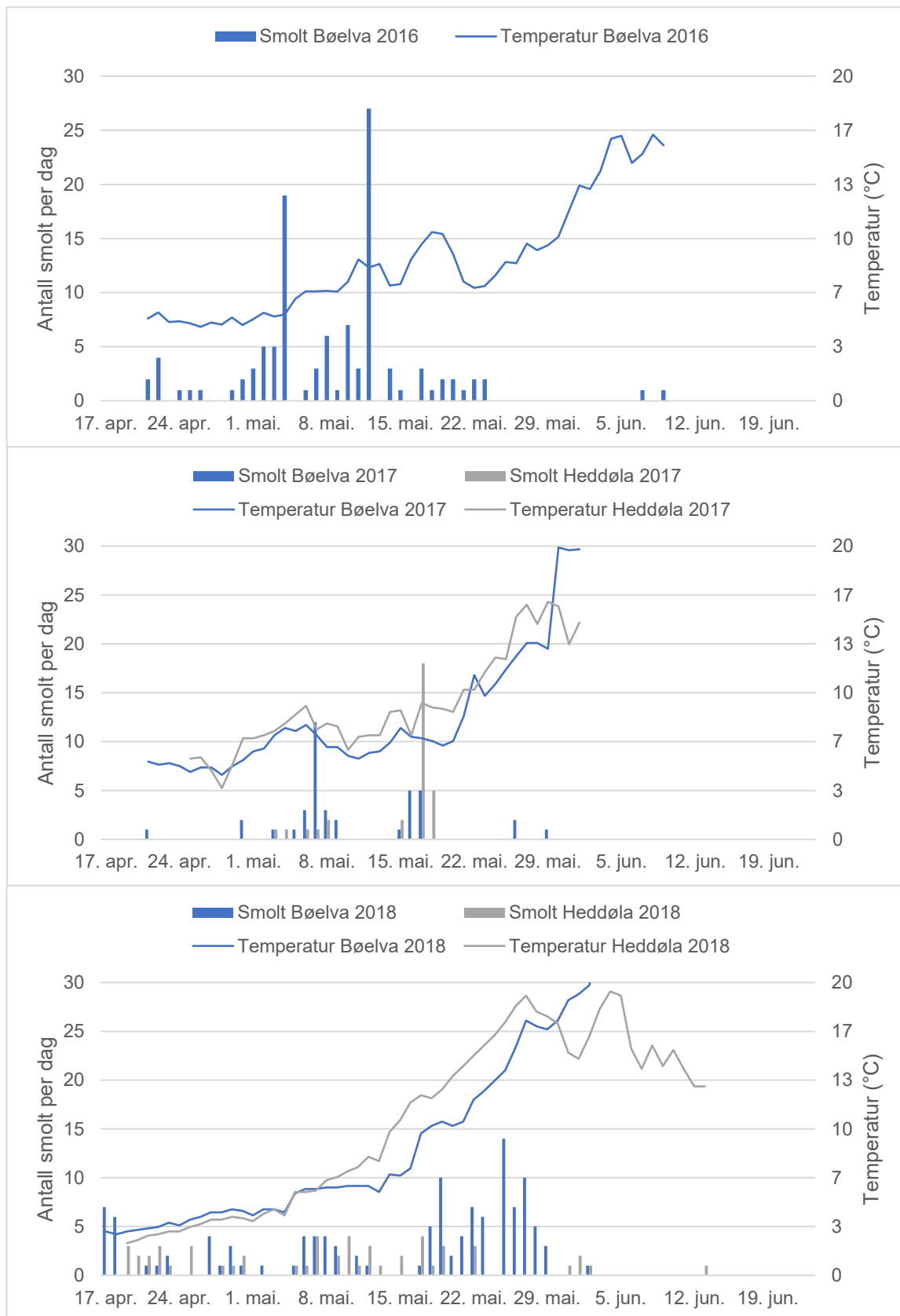


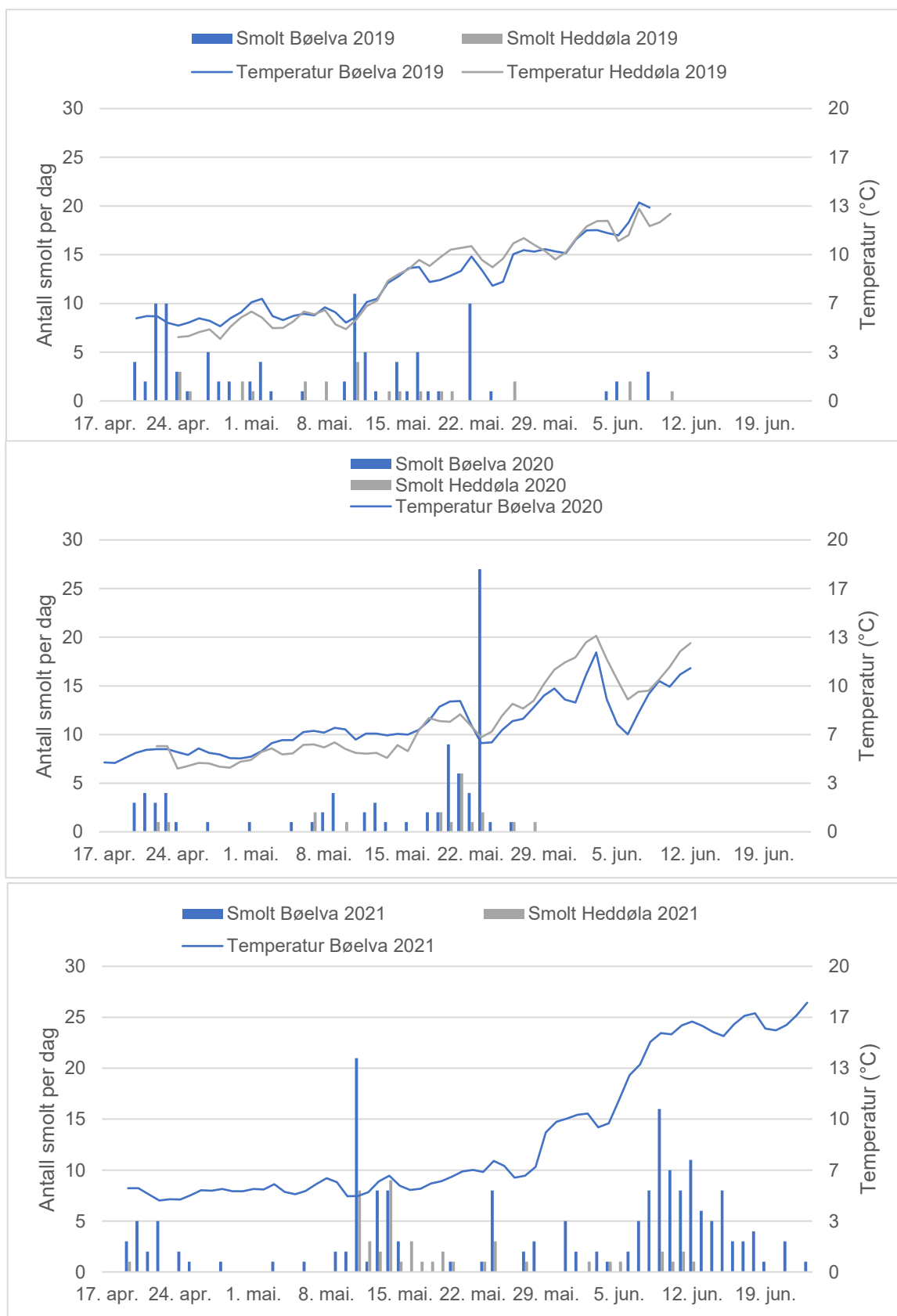
Figur 4.7. Vannføringer (øverst) og sammenheng mellom vannføring og utvandring av smolt (nederst). En ekstremverdi er utelatt; Bøelva 2022 9. mai med 79 smolt. Utover en overordnet sammenheng med utvandring på stigende vannføring særlig tidlig i sesongen, er det ingen entydig sammenheng mellom vannføring og smoltutvandring.

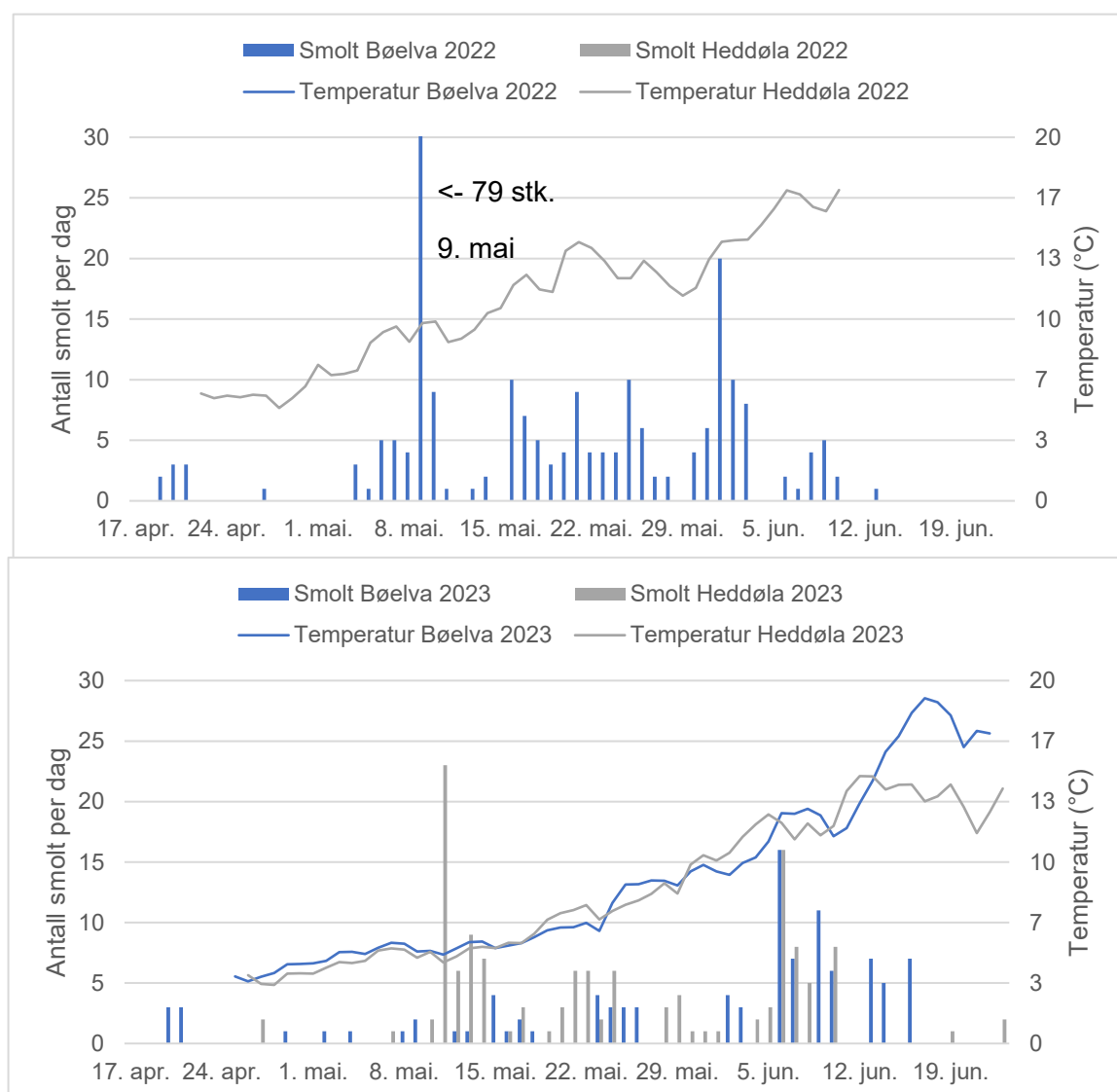
4.1.9 Temperatur

Vanntemperatur er målt hver time i sesongene 2016-2023 i Bøelva og 2017-2023 i Heddøla. Temperaturen følger i hovedtrekk det samme mønsteret mellom år (Fig. 4.8) med rask oppvarming særlig i andre halvdel av mai. Temperaturen stiger i begge elver og alle sesonger fra 2,0 til 6,5°C i slutten av april, når også fellene blir satt ut. Temperaturen stiger til 10°C eller mer i løpet av mai, og er høyere og langt mer varierende (10-21°C) i begynnelsen av juni når smoltutvandringen er over (Fig. 37. 38). Utover enkelte episoder, synes det ikke være noen gjennomgående klar sammenheng mellom smoltutvandring og temperatur. Slike sammenhenger synes ofte variere med elv og påvirke utvandring i et samspill med vannføring (Hvidsten, Jensen et al. 1995, Jonsson & Jonsson 2009, Aldvén, Degerman et al. 2015, Stich, Kinnison et al. 2015), noe som gjør det vanskelig å identifisere klare mønstre. Vedvarende kaldt vår-vann kan kanskje forsinke utvandringen, men i 2018 gikk det smolt i slutten april selv på 5°C.

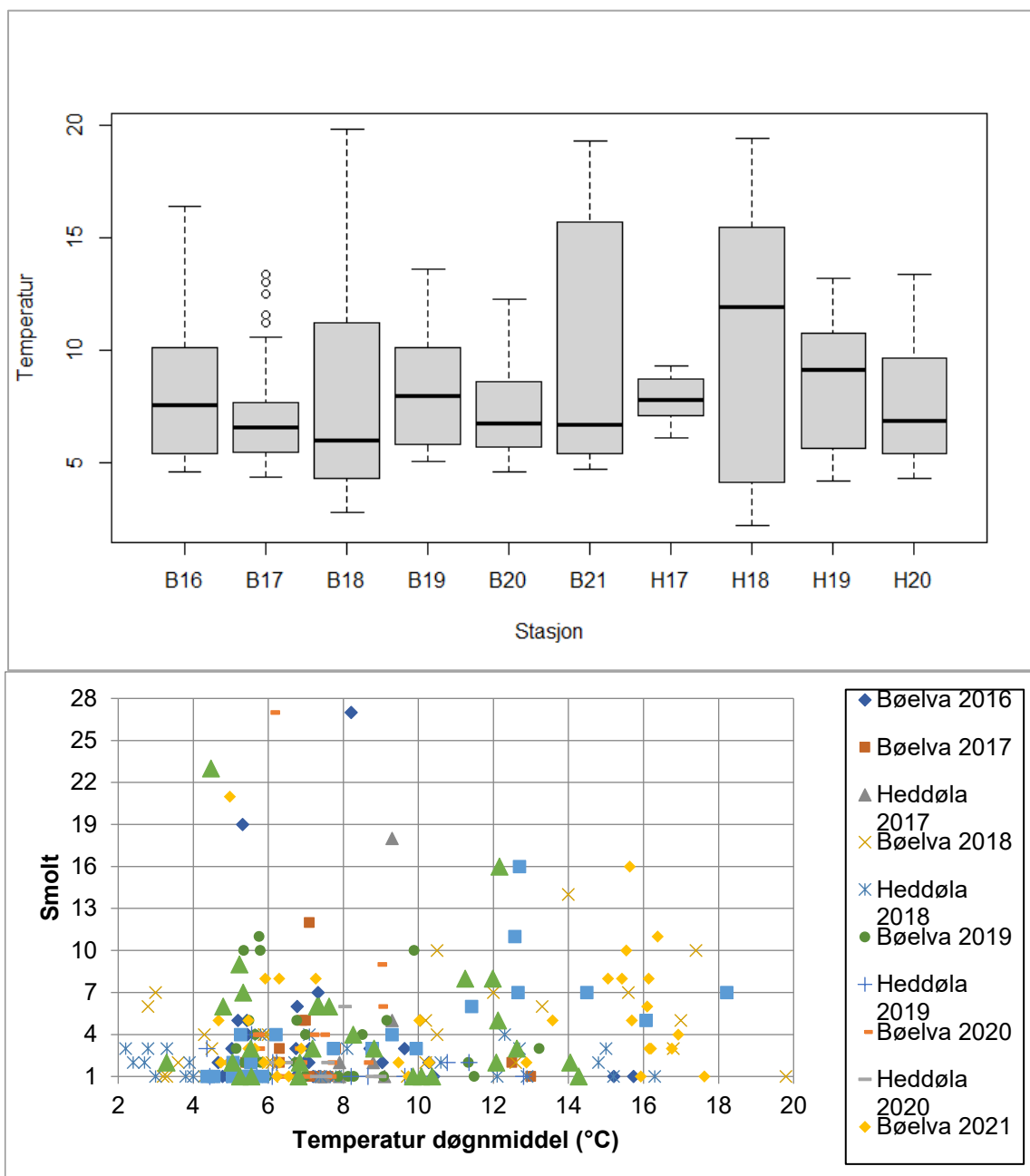
I Bøelva 2021 har toppen 9. juni en klar sammenheng med økende temperatur og redusert vannføring. Derimot skjer toppen 11. mai på uendret og lav temperatur, og er heller trolig flomutløst (Fig. 4.8, 4.9). For Heddøla 2021 og begge elver 2022 foreligger det ikke temperaturdata.







Figur 4.8. Vanntemperaturer (daglig gjennomsnitt) sammen med smoltutvandring for alle undersøkelsesår 2016-2023 i Bøelva og Heddøla. Temperatur for Heddøla 2021 og Bøelva 2022 mangler.



Figur 4.9. Temperaturer (øverst) og sammenheng mellom temperaturer og utvandring av smolt (nederst). Smolten vandrer ut over et bredt spekter av temperaturer.

5 KONKLUSJONER

El-fiske og tetthetsberegninger for perioden 2016-2022 i Bøelva (7 stasjoner), Heddøla (6 stasjoner) og Sauarelva (2 stasjoner) dokumenterer at de dominerende artene er laks og ørret, og ørekyt er også vanlig. Det er store variasjoner i fisketettheter, både mellom arter, størrelsesklasser, stasjoner og år. Dette viser at undersøkelser må gjøres for lengre tidsserier.

Laks er den vanligste arten fanget. Heddøla har gjennomgående de høyeste tetthetene av laksunger $\geq 1+$ (unntatt i 2018). Bøelva har, med unntak av i 2018 og 2021, hatt høyere tettheter av årsunger (0+) enn Heddøla. I de årene Sauarelva er undersøkt (2021-2022), har tettheten av årsunger (0+) vært høyere enn i de to andre elvene. Etter en lang periode med fravær pga. utbygginger i nedre del av Skiensvassdraget (kanalisering, dammer, siden ca. 1870), så en lang innsats med utsetting av laks (siden 1980), viser undersøkelsene at laks nå har reetablert seg som naturlig art i elvene.

Undersøkelsene viser for ørret at tettheter av 0+ ørret i Bøelva og Heddøla gjennomgående er mer beskjeden, spesielt i Bøelva. Men dette kan variere betydelig med år. I 2020 var det høyere tettheter av 0+ ørret enn øvrige år både i Bøelva og Heddøla. Tettheten av eldre ørret, ørret $\geq 1+$ er lavere og mer stabil enn for laks i både Bøelva og Heddøla. I Sauarelva ble det fanget få eldre laks og ørretunger, men dette skyldte mangel på egnet habitat for større unger (grovere substrat med større hulrom).

Det er naturlig reproduksjon både av laks og ørret som klart dominerer i alle tre elvene. Det fanges beskjedent med utsatt (fettfinneklippet) fisk. I Sauarelva er ingen utsatt fisk påvist verken av laks eller ørret. I Bøelva i 2016 ble det fanget én utsatt ørret. Alle laks- og ørretunger fanget i Bøelva etter 2016 stammer ellers fra naturlig reproduksjon. I Heddøla utgjorde årlig utsatte laksunger ca. 10 % av fangstene først i perioden, men med en avtagende andel over tid og lavest i 2022 med 0,8 %. Et unntak var 2019 med 30 % utsatt laks, men dette skyldes sannsynligvis uvanlig nærhet i tid og rom til utsatt fisk. For ørret fanges lite utsatt fisk i Heddøla (3,3 % i 2019 og 2 % i 2020) og i noen år ingen. Det er derfor en klart overveiende naturlig reproduksjon av laks i både Bøelva og Heddøla, og for ørret nesten bare naturlig reproduksjon.

Utvandring av smolt i Bøelva og Heddøla synes å sammenfalle med flommer, særlig når vannføringen øker kraftig i starten av en flom. Temperatur og tid på døgnet ser ut til å være underordnede faktorer, men den naturlige sammenhengen mellom økende temperaturer og vannføring gjør disse to faktorene vanskelige å skille.

Smoltutvandringen har et nokså likt tidsforløp på våren i Bøelva og Heddøla. Den tar til i slutten av april, når en topp omkring 15. mai, og går mot slutten i mai/juni. Både før og etter dette hovedmønsteret kan enkelte smolt vandre ut. For alle årene er smolten 12-15 cm lang når den vandrer ut. Smolten er noe større i Bøelva enn i Heddøla. Lengdene kan variere mellom år. Medianlengden i Bøelva var størst i 2020 (139 mm) og minst i 2018/2021 (129 mm). Smolten i Heddøla var også størst i 2020, 132 mm, og minst i 2021 (120 mm).

Mens det nesten ikke ble fanget utsatt, fettfinneklippet laksunger ved el-fiske i Bøelva, ble det enkelte år fanget et betydelig antall fettfinneklippet smolt i smoltfella. I 2021 var det særlig mange, da 43 % av smolten fanget i Bøelva var fettfinneklippet, mens 12 % av smolten i 2019 var fra utsetninger. Fangstene viser at utsatt laks vandrer ut senere enn naturlig rekruttert smolt i Bøelva. De fleste utsatte smolt vandret ut helt mot slutten av sesongen i juni, når vårflommen normalt er over. Det er derfor mulig at utsatt laksesmolt da fanges mer effektivt og blir overrepresentert i smoltfelle fangstene. I Heddøla fanges færre utsatt smolt. Andelen utsatt smolt har variert mellom 17% (2021) og 0% i 2020.

6 LITTERATUR

- Akaike, H. 1974. A new look at statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* **19**, 716–723.
- Bendixby, L. & Sandem, K. 2014. Nye Oterholt kraftverk - Konsekvensutredning for fisk og ferskvannsansorganismer. Rapport Norconsult, Oslo, 63 s.
- Bridcut E.E 1993. A Coded Alcian Blue Marking Technique for the Identification of Individual Brown Trout, *Salmo trutta* L.: An Evaluation of Its Use in Fish Biology. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 93B, 107-110.
- Carm K, & Langkaas O. 1993. Laks i Skiensvassdraget 1992 -Telemark Laksestyres virksomhet 1967-1992. In: *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, p. 17. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Christensen, T. 1978. Gjerpen Bygds Historie II Bygdehistorie fra omkring 1700 til 1964. Skien kommune, Skien. Link: <http://www.skienselva.no/index.php/component/content/article/17-historiske-artikler/42-laksefiske-gjennom-1000-ar>
- Davidson, J., M.-A. Svenning, P. Orell, N. Yoccoz, J. B. Dempson, E. Niemelä, A. Klemetsen, A. Lamberg & J. Erkinaro. 2005. Spatial and temporal migration of wild Atlantic salmon smolts determined from a video camera array in the sub-Arctic River Tana. *Fisheries Research* **74**(1–3): 210-222.
- Forseth, T., Bremset, G., Lamberg, A., Fiske, P., Wibe, H. & Øksenberg, S. 2009. Evaluering av metoder for estimat av smoltproduksjon i laks og sjøarebestander - NINA Rapport 489. 23 s.
- Forseth, T., Fjeldstad, H-P. & Skåre, P.E. 2007. Smoltutvandring forbi Skotfoss kraftverk – vurdering av foreslåtte tiltak for å bedre situasjonen. NINA Minirapport 181: 1-6.
- Greenstreet, S.P.R. 1992. Migration of hatcheryreared juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts down a release ladder. 1. Environmental effects on migratory activity. *J. Fish Biol.* **40**: 655-666.
- Halari, M., Olsen, D. A. & Sydtveit, H. 2005. Fish recruits in Bøelva, Telemark. Assignment 4311 Methods in Fish and Wildlife Biology, Telemark University College-AF, Bø, 41 s.
- Hesthagen, T. (Ed.). 2010. Etablering av nye laksestammer på Sørlandet. Erfaringer fra arbeidet i Mandalselva og Tovdalselva etter kalking. *Norwegian Directorate for Nature Management Report 7-2010* (in Norwegian).
- Heggberget, T.G., Johnsen, B.O., Hindar, K., Jonsson, B., Hansen, L.P., & Jensen, A.J. 1993. Interactions between wild and cultured Atlantic salmon: a review of the Norwegian experience. *Fish. Res.* **18**: 123–146.
- Heggenes, J. & Dokk, G. 1995. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark høsten 1994. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 156, 25 s.
- Heggenes, J., Pedersen, K., Thue, R. E., Lewis, G. & Øksenberg, S. 1998. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark 1997. Rapport Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske 181, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, 21 s.
- Heggenes, J. & Wollebæk, J. 2020. Genetisk struktur til ørret i Norsjø med tilløpselver. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 91, 32 s. + Vedlegg
- Heggenes, J., Bui, D. T., Ahrabi, S., Eng Aune, T. C. & Gjølsten Sørvik, H. E. 2021. Dronevideo registreringer i Bøelva høst/vinter 2019/2020: fysisk tilstand, gytegrøper og substratforhold. USN Skrift 69, Universitetet i Sørøst Norge, Bø i Telemark, 29 s.
- Hindar, K., Gallagher, P. & Wood, L. 2003. Wild Atlantic salmon in Europe: status and perspectives. In: *Proceedings from the World Summit on Salmon* (Gallagher, P. & Wood, L., eds), pp. 47–52. Vancouver, BC: Simon Fraser University.
- Hvidsten, N.A., Kroglund, F., Holst, J.Ch. & Johnsen, B.O. 2002. Undersøkelser av smoltøkologi i Mandalselva. NINA Oppdragsmelding 730: 1-23.
- Hvidsten, N. A., Jensen, A. J., Vivås, H., Bakke, Ø. & Heggberget, T. G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. *Nordic Journal of Freshwater Research* **70**, 38 - 48.
- Hvidsten, N. A. 2010. Smolt- og ungfiskundersøkelser i Skiensvassdraget, smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnå og Bliva. NINA Rapport 556. 31 s.
- Høgåsen, H.R. 1998. Physiological Changes Associated with the Diadromous Migration of Salmonids. *Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci.* **127**. 128 p.
- Jonsson, B. & Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **43**, 593-595.
- Johnston, C. E. & Eales, J. G. 1970. Influence of body size on silvering of Atlantic salmon (*Salmo salar*) during parr - smolt transformation. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **24**, 955–964.

- Jonsson, B. & Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **43**, 593–595.
- Kråbøl, M. 2011. Modernisering av Klosterfoss kraftverk i Skien. Tiltak for å opprettholde nedvandringsmuligheter for fisk forbi kraftverket. NINA Rapport 771, 26 s.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. 1989. *Generalized Linear Models*. London: Chapman & Hall.
- Moore, A., Potter, E. C. E., Milner, N. J. & Bamber, S. 1995. The migratory behaviour of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the estuary of the River Conwy, North Wales. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **52**, 1923–1935.
- Moore, A., Lacroix, G. L. & Sturlaugsson, J. 2000. Tracking Atlantic salmon postsmolts in the sea. In *The Ocean Life of Atlantic Salmon: Environmental and Biological Factors Influencing Survival* (Mills, D. D., ed.), pp. 49–64. Oxford: Fishing News Books.
- Music, P. A., J. P. Hawkes & M. S. Cooperman. 2010. Magnitude and Causes of Smolt Mortality in Rotary Screw Traps: An Atlantic Salmon Case Study. *North American Journal of Fisheries Management* 30(3): 713–722.
- Notodden Jeger og fiskeforening 2022. Undersøkelser av ungfisk til ørret og laks i Tinnelva ved Tinfos, Telemark, høst 2021 og høst 2022. USN Skrift 120, Universitetet i Sørøst Norge, Bø i Telemark, 40 s.
- Olsen, K. H., Petersson, E., Ragnarsson, B., Lundqvist, H. & Järvi, T. 2004. Downstream migration in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt sibling groups. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **61**, 328–331. doi: 10.1139/F04-067
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Riley, W. D., Moore, A., Russell, I. C., Davidson, I. C., Cove, R. J. & Ives, M. J. 2007. Impact of trapping and tagging on the timing of continued seaward migration of wild Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. *Fisheries Management and Ecology* **14**, 287–290. doi: 10.1111/j.1365-2400.2006.00542.x
- Rivinoja, P. 2005. Migration problems of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in flow regulated rivers. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Science, Department of Aquaculture, Umeå, Sweden.
- Solhøi, H. 1992. Tettheten av laks og ørret i Bøelva og Heddøla. Rapport 12/92, Fylkesmannen i Telemark Miljøvernavdelingen, Skien, 26 s.
- Solhøi H. 1992. Tettheter av laks og ørret i Bøelva og Heddøla. *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, p. 22.
- Solhøi H. 1994. Vassdragsreguleringer i Telemark - En oversikt over anlegg, konsesjoner, pålegg og fiskeundersøkelser. *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, p. 74.
- Strand, R., & Heggberget, T. 1994. Growth and sex distribution in an anadromous population of Arctic char in Northern Norway. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123: 377–384.
- Skåre, P.E., Hvidsten, N.A., Forseth, T. & Fjeldstad, H.-P. 2006. Smoltutvandring forbi Skotfoss kraftverk i Skiensvassdraget ved bygging av et nytt flomkraftverk. NINA rapport 193: 1:21.
- Smith, R.J.F. 1985. The control of fish migration. Springer-Verlag, Berlin. 243 pp.
- Ian A. Tattam, James R. Ruzycki, Peter B. Bayley, Hiram W. Li & Guillermo R. Giannico. 2013. The Influence of Release Strategy and Migration History on Capture Rate of *Oncorhynchus mykiss* in a Rotary Screw Trap, *North American Journal of Fisheries Management*, 33:2, 237–244.
DOI: [10.1080/02755947.2012.758202](https://doi.org/10.1080/02755947.2012.758202)
- Thedinga, J. F., Murphy, M. L., Johnsen, S. W., Lorenz, J. M. & Koski, K. W. 1994. Determination of salmonid smolt yield with rotary-screw traps in the Situk River Alaska, to predict effects of glacial flooding. *North American Journal of Fisheries Management* **14**, 837–851. doi: 10.1577/1548-8675
- Urke, H. A. Kristensen, T., Alfredsen, K.T., Daae, K. L.D. & Alfredsen, J.A. 2010. Utvandringstidspunkt og marin åtferd hjå smolt frå Lærdalselva. NIVA rapport. 6033-2010 48 s.
- Ward, J. V. 1989. The 4-dimensional nature of lotic systems. *Journal of North American Benthological Society* **8**, 2–8.
- Whalen, K. G., Parrish, D. L. & McCormick, S. D. 1999. Migration timing of Atlantic salmon smolts relative to environmental and physiological factors. *Transactions of the American Fisheries Society* **128**, 289–301.
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. 2003. Valg av gyteplasser og karakterisering av gytegrøper til storørret på elv - kvantitativ modellering av gytehabitat.. Rapport Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) 224, Universitetet i Oslo, Oslo, 49 s.
- Økland, F., Schartum, E., Havn, T. B., Schwert, C., Omland, T., Natedal, D., Thorstad, E. B. & Heggenes, J. 2022. Oppvandring av laks og sjørørret i Telemarksvassdraget – radiotelemetri-undersøkelser 2019-2021. USN Skrift 93, Universitetet i Sørøst Norge, Bø i Telemark, 63 s.

6.1.1 Vedlegg 1 – Smoltindeks

Vurdering av smoltindeks

Smoltindeks tas på fisk som går på ferskt eller svakt brakt vann for å visuelt vurdere synlige morfologiske (utseendemessige) smoltifiseringstegn.

Vurderingen gjøres på bedøvd fisk umiddelbart etter at den er tatt ut av bedøvelsesbadet og før andre registreringer /prøveuttak gjennomføres.

Smoltindeks kriterier

Sølvfarge				
INDEX	Ingen	Svak	Synlig	Sølvfarget
Poeng	1	2	3	4

Parrmerker				
INDEX	Sterk	Synlig	Svake	Ingen
Poeng	1	2	3	4

Finnekanter (mørk kant på finner)				
INDEX	Ingen	Svake	Synlig	Svarte kanter
Poeng	1	2	3	4

Parr → Smolt

Beregning av smoltindeks: Hver fisk vurderes for sølvfarge, parrmerker og finnekanter. Summen av verdien for de tre faktorene deles på 3 = smoltindeks

