



Jan Heggnes

Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

Skriftserien fra Universitetet i
Sørøst-Norge nr. 141
2024

Jan Heggenes

Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

© Jan Heggnes, 2024
Universitetet i Sørøst-Norge
Bø

Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge nr. 141

ISBN 2535-5325

ISSN 978-82-7206-833-1



Denne publikasjonen er lisensiert med en Creative Commons lisens. Du kan kopiere, distribuere og spre verket i hvilket som helst format eller medium. Du må oppgi korrekt kreditering, oppgi

en lenke til lisensen, og indikere om endringer er blitt gjort.

Se fullstendige lisensbetingelser på <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.no>

Sammendrag

Vallaråi ble undersøkt med elektrofiske og bestandsberegninger på utvalgte stasjoner årlig 2021-2023. Her rapporteres resultatene for 2023 som pga. høye vannføringer ble innsamlet senere på høsten og ved lavere temperaturer (sent oktober) enn i 2021-2022 (august/september). Tetthet av ørret (totalt 69,4/100m²) var som i tidligere år. Forekomst av ørekyte (24 individer) var lavere i 2023 enn i tidligere år.

I Vallaråi viste elektrofiske på 7-8 stasjoner (50 m lange, til sammen ca. 800-1000 m²) i årene 2008-2010, 2014-2017 og 2021 at ørret er den dominerende art (79 %), med en vesentlig andel ørekyte (17 %). I 2022 ble det imidlertid fanget mest ørekyte. Høsten 2023 med kaldere vann og senere på høsten skilte seg fra de andre årene ved at det nesten ikke ble fanget ørekyte. Bekkeniøye og trepigget stingsild forekommer beskjedent i alle år. Størrelsesfordelingen til ørretbestanden i Vallaråi var den samme i 2023 som i tidligere år. Den domineres i alle år av ungfisk med årsklasse 0+ (40-69 mm) og 1+ (ca. 70-110 mm). En del større ørretunger fanges også (opp til 200 mm). De fleste ørret større enn ca. 15-20 cm har sannsynligvis vandret ut til Seljordsvatnet. Noen kan også forbli på elva og stå på dypere områder lenger ut i Vallaråi. De vil derfor i liten grad fanges på elektrofisket.

Gjennomsnittlig tetthet av 0+ ørret i tidligere år er 32 ørret/100m² ±SD 29 over stasjoner og år, og for eldre ørret 25 ±SD 19. Tetthet varierer mellom år (varierende rekruttering) og stasjoner (ulike habitatforhold), særlig for 0+. Gjennomsnittlig tetthet av 0+ per år varierte fra 14 ±SD16/100m² i 2009 til 58 ±SD23/100m² i 2021, og var i 2023 litt over gjennomsnittet med 47 ±SD 34/100 m². Tetthet av 1+ og større ørretunger varierte fra gjennomsnittlig tetthet på 12 ±SD9/100m² i 2010 til 40 ±SD22/100m² i 2015, og uten noen trend over tid. Dette er tettheter i samme størrelsesorden som andre større og systematisk undersøkte elver i regionen.

I Vallaråi er det gjennomført habitatforbedrende tiltak i form av tre elvebreddskiler. Disse gir betydelig høyere tetthet av eldre ørretrekrutter, mens tetthet av 0+ ørret er lavere. Kiler gir derfor bedre leveområder for eldre rekrutter av ørret. Tettheten av ørekyte var omtrent den samme som utenfor kilene.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
2.	Kort biologisk bakgrunn	3
3.	Områdebeskrivelse	4
3.1.	Inngrep og tiltak i Vallaråi.....	5
4.	Metoder	8
5.	Resultater og kommentarer	15
5.1.	Fangst og artssammensetning.....	15
5.2.	Lengdefordeling ørret	15
5.3.	Lengde ørret mellom år.....	17
5.4.	Lengde ørret mellom stasjoner	19
5.5.	Bestandstettheter av ørret mellom år.....	20
5.6.	Bestandstettheter av ørret mellom stasjoner	22
5.7.	Spesielt om stasjon 5 med kiler (inkl. stasjon 5b og 5c): tettheter og størrelser i og utenfor kiler.....	25
5.8.	Ørekyte.....	28
5.9.	Vannføringer og vanntemperaturer	32
6.	Konklusjoner.....	35
7.	Vedlegg 1-6.....	36
8.	Litteratur	55

1. Innledning

Vallaråi i Seljord kommune er hoved-tilløpet til Seljordsvatnet (Fig. 1). Elva er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF), som reguleres av Sundsbarm kraftverk (hovedeier Skagerak Kraft AS), som i hovedsak ble bygd i 1969-1970 (se f.eks. Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Vallaråi renner over en naturlig elveslette og er derfor historisk påvirket av elveforbygninger for å verne dyrket mark mot flom. Dette har sannsynligvis skjedd gradvis over tid. Ved Sundsbarm reguleringen i 1969-1970 ble selve elveleiet fysisk endret ved kanalisering på en ca. 0,75 km lang strekning nedstrøms tunnelutløp fra kraftverket, mens elveleiet lenger nedstrøms ca. 0,9 km til innløp Seljordsvatnet, ikke ble nevneverdig endret fysisk. Senere (1985) ble en strekning på ca. 0,3 km midtveis i elva flyttet 5-6 m vestover i forbindelse med utbedring og omlegging av E134 (Heggenes *et al.* 2012). Da ble også de nederste ca. 0,4 km av østre elvebredd forbygd med sprengstein.

Driften av Sundsbarm kraftverk medfører et endret hydraulisk regime i elva med utjevnet vannføring og vanntemperatur over året nedstrøms tunnel fra kraftverket. I tillegg resulterer effektkjøring av kraftverket i flere hyppige og hurtige endringer både i vannføring og temperatur over døgnet (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Ettersom Vallaråi er et viktig gyte- og oppvekstområde for ørret (*Salmo trutta*), har reguleringen virkninger på ørretbestanden, sannsynligvis mht. gyting (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Roed & Torp 2017), overlevelse (Saltveit *et al.* 2001; Halleraker *et al.* 2003; Irvine *et al.* 2009; Nagrodski *et al.* 2012) og vekst (Elliott 2009; Elliott & Elliott 2010; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Roed & Torp 2017). I Vallaråi forekommer nå også den innførte arten ørekyte (*Phoxinus phoxinus*), som sannsynligvis ble innført til Vallaråi og Seljordsvatnet på 1970-tallet (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Ørekyte reduserer trolig rekrutteringen av ørret, da artene konkurrerer om mat og plass, selv om ørekyte gjerne foretrekker noe varmere vann og lavere vannhastigheter (Museth *et al.* 2007; Museth, Borgstrom & Brittain 2010). Seljordsvatnet har i tillegg til 'vanlig ørret', også en betydelig bestand av stor ørret som bruker Vallaråi som gyte- og oppvekstområde (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Museth *et al.* 2018). Storørret betegner vanligvis en fiskespisende og derfor storvokst økotype av ørret, og ofte med lengre vandringer (Museth *et al.* 2018). På grunn av bekymring og tilsynelatende tilbakegang av storørretbestanden i Seljordsvatn/Vallaråi, kom Fylkesmannen i Telemark og Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) i 2008 med pålegg om fiskebiologiske undersøkelser og fysiske tiltak i Vallaråi. Dette var primært motivert av et ønske om å bedre gyte- og oppvekstforholdene til (stor)ørret i elva. En viktig del av disse undersøkelsene er å benytte elektrofiske til å undersøke artssammensetning,

ungfisk/rekruttering, bestandsstruktur og bestandstettheter på representative stasjoner i elva. For å gi kontinuitet og sammenlignbare data, er elektrofiske-metodikk og stasjonsvalg fra de tidligere undersøkelsene, lagt til grunn også i foreliggende undersøkelser. Resultater fra tidligere undersøkelser i perioden 2008-2017 i Vallaråi er utførlig sammenfattet i Heggenes, Roed and Torp (2018) og undersøkelsene i Vallaråi og Kivleåi 2020-2022 i Guggedal (2022) og Heggenes (2023a).

Planlagte undersøkelser i Vallaråi kunne ikke gjennomføres høsten 2020 pga. høye vannføringer. De ble derfor forskjøvet ett år. Høsten 2023 var det også høye vannføringer, og elektrofisket lot seg først gjennomføre i slutten av oktober, dvs. senere på høsten og ved lavere vanntemperaturer enn i tidligere år. Resultatene fra 2023 rapporteres her. For øvrige resultater henvises til Heggenes (2023a) som grunnlag for foreliggende rapport.

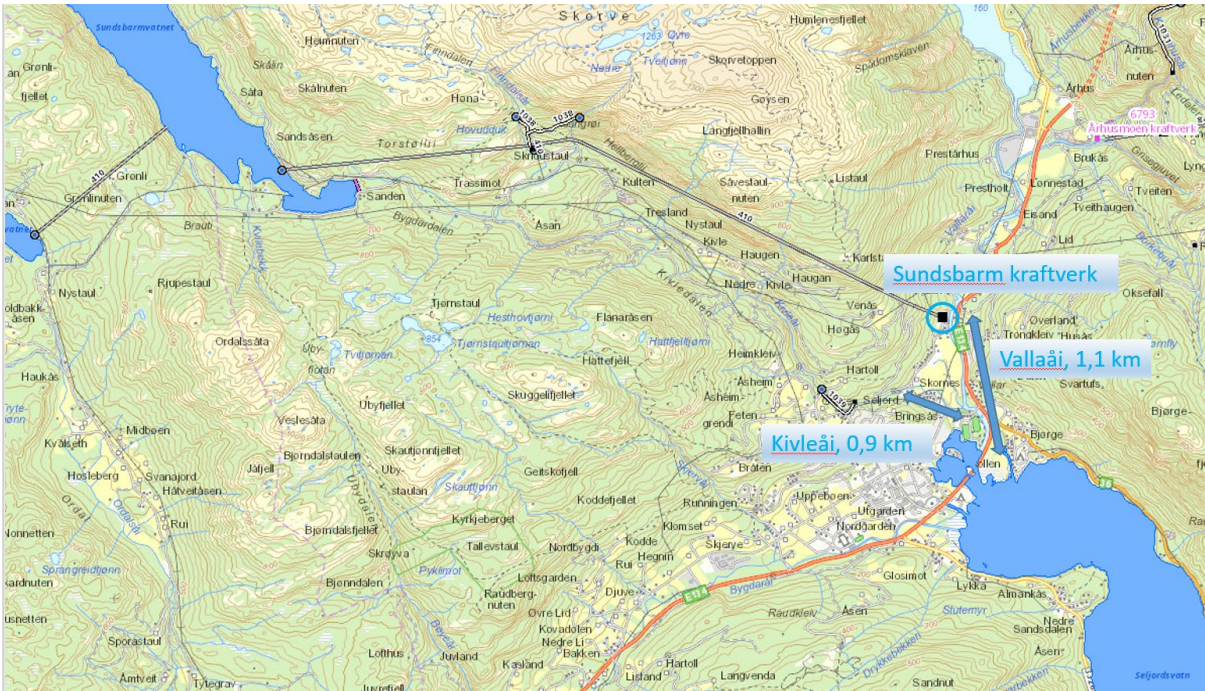
2. Kort biologisk bakgrunn

Det er gjort betydelige undersøkelser i Vallaråi i nyere tid. Det viktigste faglige grunnlaget per i dag er en tre-åring undersøkelse (ungfisk tettheter, gytefisk tellinger storørret) gjennomført av Høgskolen i Telemark 2008-2010 (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). I etterkant av disse undersøkelsene ble det laget en tiltaksplan og gjennomført tre typer fysiske tiltak; et pilotprosjekt med bygging av tre elvebreddskiler, utlegging av stor stein på en lokalitet, og delvis senkning av bunnområder for å unngå tørrlegging ved lavvann (Heggenes *et al.* 2012; Kildal 2013). Potensielle effekter av tiltakene er delvis fulgt opp med videre ungfiskundersøkelser som antyder positive effekter av kilene for større ørretunger (større enn 0+) (Heggenes, Roed & Torp 2018). Samme undersøkelsesmetodikk og elektrofiske-stasjoner ble benyttet i disse undersøkelsene. Samme metodikk er videreført i foreliggende undersøkelser, for å gi mer kunnskap om artssammensetning, rekruttering, bestandsstruktur, bestandstetthet og vekst til fisk i Vallaråi, og da spesielt som følge av en del gjennomførte habitat tiltak i elva (Heggenes, Roed & Torp 2018).

De tidligere elektrofiske undersøkelsene (2008-2010 og 2014-2017) viste at ørret er dominerende fiskeart (hhv. 73 og 81 %), men med betydelig innslag av ørekyte (hhv. 24 og 13 %) (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Heggenes, Roed & Torp 2018). Tre-pigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og bekkeniøye (*Lampetra planeri*) forekommer i lavere antall. Det er store forskjeller i fisketetthet på undersøkte elvestrekning, i hovedsak pga. ulike habitatforhold, og også betydelige forskjeller i fisketetthet mellom år (hhv. 1 – 131 og 0 – 150 ørret mellom stasjoner og år). Gjennomgående viste bestandsestimatene en moderat, men varierende tetthet av ørret unger. I perioden 2008-2010 var den årlige totale tettheten av 0+ ørret (mindre enn 7 cm) på undersøkte strekning i Vallaråi 25 0+ ørret per 100 m² (±SD 28,7). Tettheten av 0+ ørret var noe større i perioden 2014-2017 med 29 0+ ørret per 100 m² (±SD 27,5). Over alle år var 0+ gjennomsnittlig tetthet 28,3 per 100 m² (±SD 27,8). For 1+ og eldre ørret økte den totale tettheten, fra hhv. 19 eldre ørret per 100 m² (±SD 12,8) til 28 eldre ørret per 100 m² (±SD 18,9). Over alle år var gjennomsnittlig tetthet av eldre ørret 23,8 per 100 m² (±SD 16,9). Ørret på 4-6 og 9–12 cm dominerer i fangstene, og dette er hhv. sommergammer og 1-2 år gammel ørret, dvs. ungfisk. Veksten til ørreten på elv er moderat og trolig redusert pga. kaldere vann som følge av reguleringen. Det er ingen indikasjoner på rekrutteringsvikt for ørret, men rekrutteringen kan være redusert som følge av økt dødelighet pga. effektkjøringen og mulig økt konkurranse med ørekyte. Dessverre foreligger det ikke sammenlignbare data fra før regulering.

3. Områdebeskrivelse

Vallaråi er en sterkt modifisert vannforekomst (016-2557-R, Vallaråi nedre) som tilhører Skiensvassdraget og går under midtre Telemark vannområde og Vestfold og Telemark vannregion (<https://vannnett.no/portal/#/waterbody/016-2557-R>). Elva er den største tilløpselva i Seljordsvatnet (016-11-2-L; 116 moh., areal 14,51 km², oppstrøms areal 724,64 km²) og har utspring fra Flatsjø i Flatdal (016-24-L; 160 moh., middeldyp 16,2 m, areal 0,69 km², oppstrøms areal 420,24 km²). Undervann Sundbarm kraftverk renner ut i Vallaråi ca. 1,6 km oppstrøms innløpet til Seljordsvatnet (Fig. 1). Årlig middelproduksjon er 439 GWh med en middelvassføring nedstrøms utløp Sundsbarm kraftverk på 19,34 m³s⁻¹. Av dette kommer i gjennomsnitt 7,73 m³s⁻¹ fra restnedbørfeltet (ca. 245 km²), mens 11,61 26 m³s⁻¹ kommer fra kraftverket (nedbørfelt ca. 413 km²; data fra Skagerak Kraft AS). Kraftverket utnytter fallressursene i Flatdalsvassdraget (delnedbørfelt 171 km²; 016-693-R Åmotsdalsåi og 0-16-690-R Flatdøla), Morgedalsvassdraget (0-16-1632-R) og Dalaåi (0-16-2906-R; totalt delnedbørfelt 180 km²). Vannet samles i reguleringsmagasinet Sundsbarmvatnet (574-612 moh.) og utnyttes videre i Sundsbarm kraftverk (brutto fallhøyde ca. 480 m, maksimal slukeevne 26 m³s⁻¹, installasjon 103 MW) (Fig. 1) (for mer detaljer se Heggenes, Roed & Torp 2018).



Figur 1. Vallaråi med utløp i Seljordsvatnet, og Sundsbarm kraftverk (■) ca. 1,7 km oppstrøms, som utnytter bunnvann fra hovedmagasinet i Sundsbarmsvatnet, og med den uregulerte sideelva Kivleåi (Modifisert fra <https://temakart.nve.no/tema/vannkraft>).

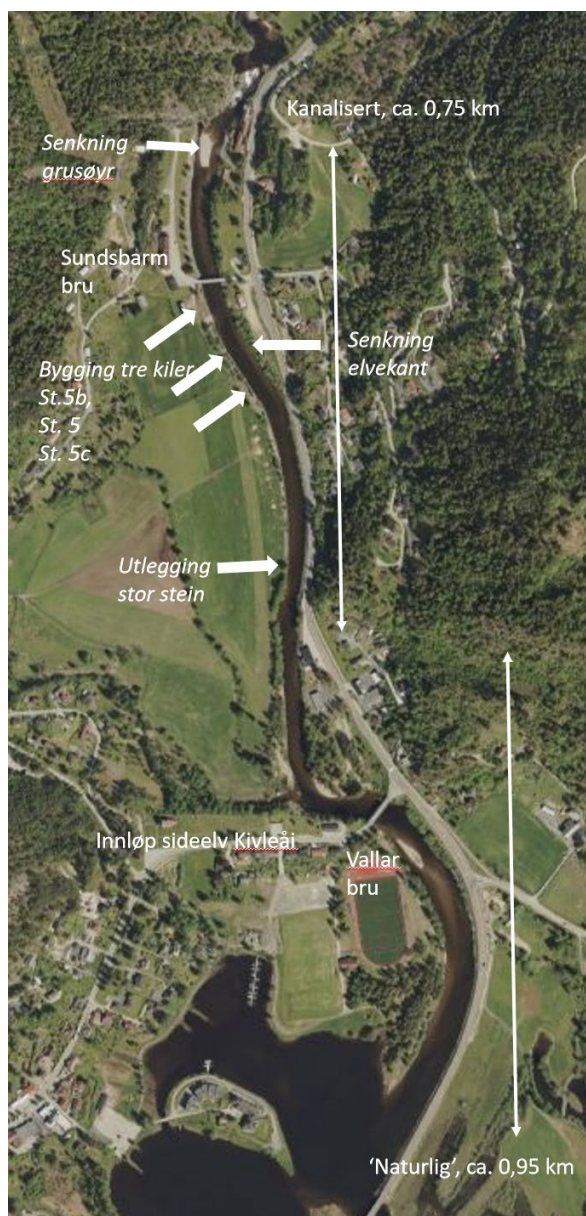
3.1. Inngrep og tiltak i Vallaråi

I forbindelse med byggingen av Sundsbarm kraftverk førte kanaliseringen av Vallaråi (1969 – 1970, se Innledning) (Fig. 2) til redusert strukturelt mangfold mht. leveområder for ørret (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Heggenes *et al.* 2012). Deler av Vallaråi ble også fysisk endret i forbindelse med utbedring og omlegging av E134 i 1985 (Fig. 2).

Før reguleringen av Vallaråi var midlere årsvannføring ca. $16-17 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, mens årlig regulert middelvannføring er økt til ca. $19-20 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Årlig normalvannføring fra restfeltet er $7,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Flommer er sjeldnere og vannføringen utjevnet over året (Heggenes *et al.* 2012). På vinteren (november-april) er vannføringen normalt $20-25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ når kraftverket går, mens i sommerhalvåret kan det forekomme vannføringsvariasjoner mellom 3 og $30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ eller mer, avhengig av restvannføring og kjøring av kraftverket (opp til $25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ kjørevann). Sundsbarm kraftverk nyttes til effektkjøring. Dette medfører nødvendigvis også betydelige variasjoner i de økologiske forholdene nedstrøms kraftverket (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Heggenes, Roed & Torp 2018). I tillegg til vannføringen, endrer reguleringen og effektkjøringsregimet også temperaturforholdene i Vallaråi. Vann til kraftverket tappes fra bunnlagene i reguleringsmagasinet Sundsbarmsvatnet på kote 568 (Fig. 1). Vanntemperaturer i elva er derfor ofte lavere enn naturlig gjennom sommeren, noe som fører til redusert tilvekst for ørret. Om vinteren er vannet varmere, noe som fører til redusert eller ingen dannelse av overflate-is (for mer detaljer se Heggenes, Roed & Torp 2018; Gjestvang & Solheim 2022; Heggenes 2023b).

I 2012/2013 gjennomførte regulanten fire typer fysiske tiltak i den øvre kanaliserte delen av Vallaråi: 1) senkning av grusøyr utenfor avløpstunnelen til kraftstasjonen (anslagsvis 1100 m³ fjernet), 2) senkning av elvekantareal nedstrøms bro til kraftverket med ca. 20 cm, for å unngå stranding av fisk ved effektkjøring, 3) utplassering av store steinblokker i elveløpet langs E134, og 4) spesielt utformede elvebreddskiler for å søke å redusere negative effekter av effektkjøring (Fig. 2) (for mer detaljer se Heggenes, Roed & Torp 2018).

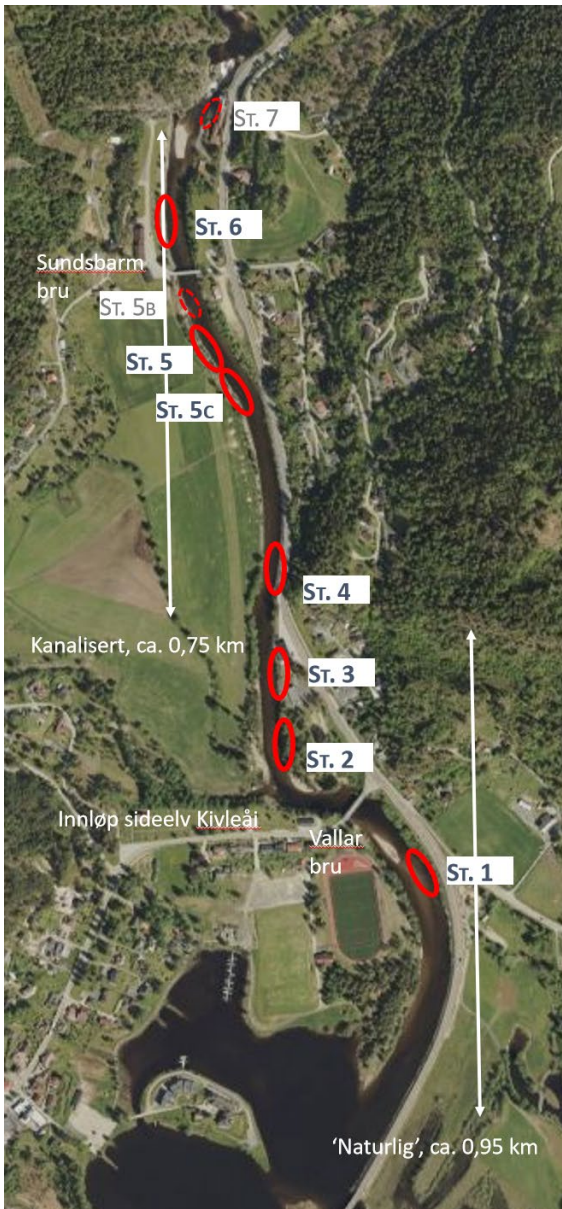
I 2023 ble et gammelt verksted ved Vallar revet og byggegrunnen fylt ut for nye formål. Utfylling med steinblokk er dessverre utvidet og går nå ut i Vallaråi slik at habitatforholdene på Stasjon 3 nå er endret. Etersom data derfor ikke lenger er sammenlignbare med tidligere år, må derfor stasjonen utgå.



Figur 2. Den undersøkte elvestrekningen av Vallaråi (med innløp Kivleåi) som viser plassering av alle habitattiltak som ble gjennomført mellom 2012 og 2013. Alle tiltakene ble utført i den øvre kanaliserte delen av elva.

4. Metoder

Den primære metodikken er elektrofiske og bestandsberegninger på utvalgte stasjoner (Fig. 2-3, Bilde 1-7). Stasjonene er valgt (stratifisert) for å representere tilgjengelige habitattyper og for å gi geografiske spredning langs undersøkte del av elva. Samme metodikk og stasjoner er benyttet i Vallaråi både i perioden 2008-2010 (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011), og ved de oppfølgende undersøkelsene 2014-2017 (Heggenes, Roed & Torp 2018), men med noen nødvendige stasjonsendringer pga. restaureringstiltakene 2012-2013 (Bilde 1-7). I perioden 2008-2010 ble syv stasjoner avfisket (Vedlegg 2). Så ble habitatet endret på den øverste stasjon 7 pga. gravearbeider og massetransport (Fig. 3). Ettersom data ikke lenger var sammenlignbare, ble stasjonen ikke tatt med i de videre undersøkelser. Isteden ble det for undersøkelsene 2014-2017 lagt inn to nye 'kontroll'stasjoner ved to nybygde elvbreddskiler (Fig. 3; St. 5b og 5c), mens den opprinnelige St. 5 dekket den midtre kilen, dvs. totalt 8 stasjoner. Dessverre ble den øverste kilen (på St. 5b) ødelagt av gravearbeider i etterkant, og er derfor ikke med i undersøkelsene fra 2021. Det kan bli aktuelt å bygge en ny kile her.



Figur 3. Undersøkte elvestrekning i Vallaråi (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Heggenes, Roed & Torp 2018) som viser tidligere el-fiske stasjoner (røde ringer; prikkede stasjoner St. 5B og St. 7 ble endret pga. gravearbeider og ikke videreført) samt plassering av gjennomførte habitattiltak (Kildal 2012; Kildal 2013).



Bilde 1. St. 1 i Vallaråi.



Bilde 2. St. 2 i Vallaråi.



Bilde 3a. St. 3 i Vallaråi inntil 2023.



Bilde 3b. St. 3 i Vallaråi etter utfylling 2023



Bilde 4. St. 4 i Vallaråi.



Bilde 5. St. 5c i Vallaråi.



Bilde 6. St. 5 i Vallaråi.



Bilde 7. St. 6 i Vallaråi.

Standard metode for slike undersøkelser er (håndholdt) elektrofiske med utfangstmetoden, dvs. samme arealet avfiskes i tre (eller to) omganger (Bohlin *et al.* 1989; Forseth & Forsgren 2011). Nedgangen i fangst mellom omganger brukes til å beregne antall fisk som sannsynligvis er til stede i stasjonsarealet. Strømstyrke tilpasses etter rådende forhold på undersøkelsesdagen. Metoden er godt dokumentert og standardisert internasjonalt og etter Norsk Standard som legges til grunn her (Norsk Standard NS-EN 14011, NS 9455). Elektrofisket ble gjennomført på høsten, slik at 0+ ørret var utvokst til fangbar størrelse ($\geq 4-5$ cm).

Stasjonene var alle 50 m lange, men med noe varierende bredde, fra 1 til 4 m, avhengig av habitatforholdene, dvs. hvor bred og (brå)dyp Vallaråi er (se Bilde 1-7). Stasjonene er alle merket i felt, og avfisket areal innmålt ved aktuell vannføring. For å kunne beregne fisketetthet ble hver stasjon avfisket flere påfølgende ganger. Pga. lave temperaturer senhøsten 2023, ble de fleste stasjonene avfisket to ganger, og som i tidligere år med et bærbart elektrisk fiskeapparat fra Terik Technology AS (<https://terik.no/>), konstruert av ingeniør Paulsen, Trondheim. Det leverer kondensatorpulser med spenning på ca. 1600 V og frekvens 80 Hz. Bestandsestimat med \pm SE, 95% konfidensintervall og fangbarhet ble i 2020-2023 estimert med programmet 'MicroFish 3.0' (Van Deventer 1989). Dersom det er lave fangster og forutsetningen om avtagende fangst ikke er oppfylt, setter programmet estimatet lik total fangst. Dersom forutsetningen om avtagende fangst ikke er oppfylt ved høyere fangster, og maximum likelihood estimatet når 5 ganger fangst, settes estimatet vilkårlig til 1,5 ganger fangst.

All fanget fisk ble artsbestemt og lengdemålt (mm) før gjenutsetting.

På grunnlag av lengdefrekvens fordeling (Borgstrøm & Hansen 1987) ble materialet brukt til mer detaljerte analyser, dvs. inndelt i årsyngel (0+) og eldre fisk ($>1+$). Alderssammensetning og vekst hos ungfisk av ørret på elv ble dokumentert gjennom frekvensfordeling av størrelsesklasser for den yngste årsklassen.

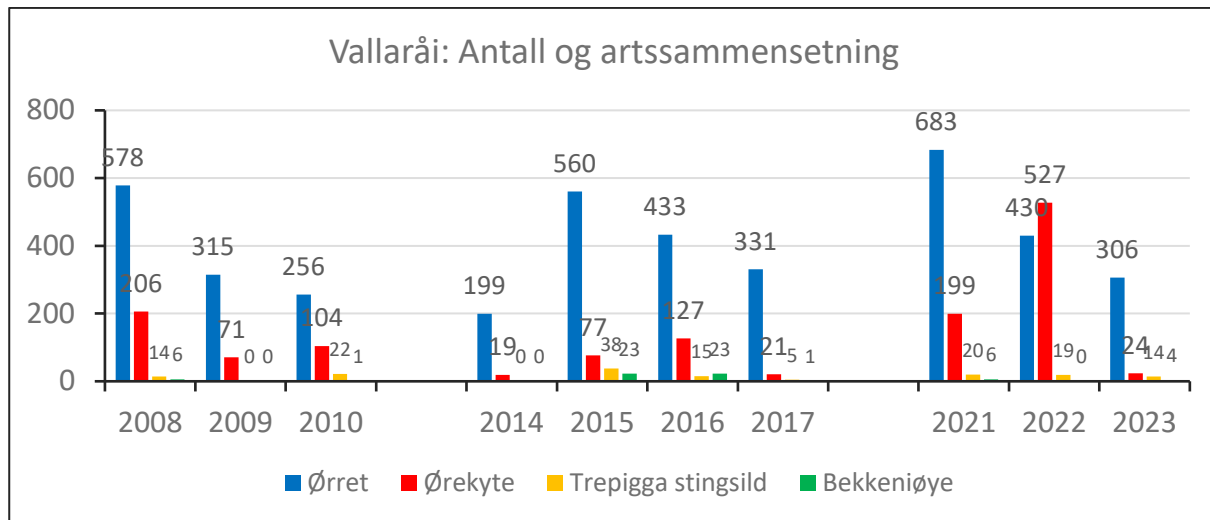
Mye nedbør og høye vannføringer tidligere på høsten, samt manøvrering av kraftverket, førte til at feltarbeidet i 2023 ikke lot seg gjennomføre før på restvannføringer 19-21 oktober med vanntemperaturer 3,1-5,6°C, spesifikk ledningsevne 20 - 31 μSm^{-1} . Lave temperaturer medførte også at ikke alle stasjoner lot seg avfiske tre ganger. To gangers avfisking medfører noe større usikkerhet i estimatene (Vedlegg 2).

Alle statistiske analyser og grafer er gjort i Excel og R v. 4.2.3 (Venables & Smith 2012).

5. Resultater og kommentarer

5.1. Fangst og artssammensetning

Ørret dominerte fangstene i 2023 (306 ørret), mens det ble fanget relativt få ørekyte (24 ørekyte). Trepigget stingsild og bekkeniøye forekommer sporadisk, og svært varierende for bekkeniøye pga. artens særegne biologi.



Figur 4. Artssammensetning i fangstene fra elektrofisket i Vallaråi 2008-2010, 2014-2017 og 2021-2023. I 2014 ble kun 4 stasjoner (3, 5, 5b, 6) avfisket. Ørret er dominerende art, unntatt i 2022 da ørekyte dominerte. I 2023 måtte stasjon 3 utelates.

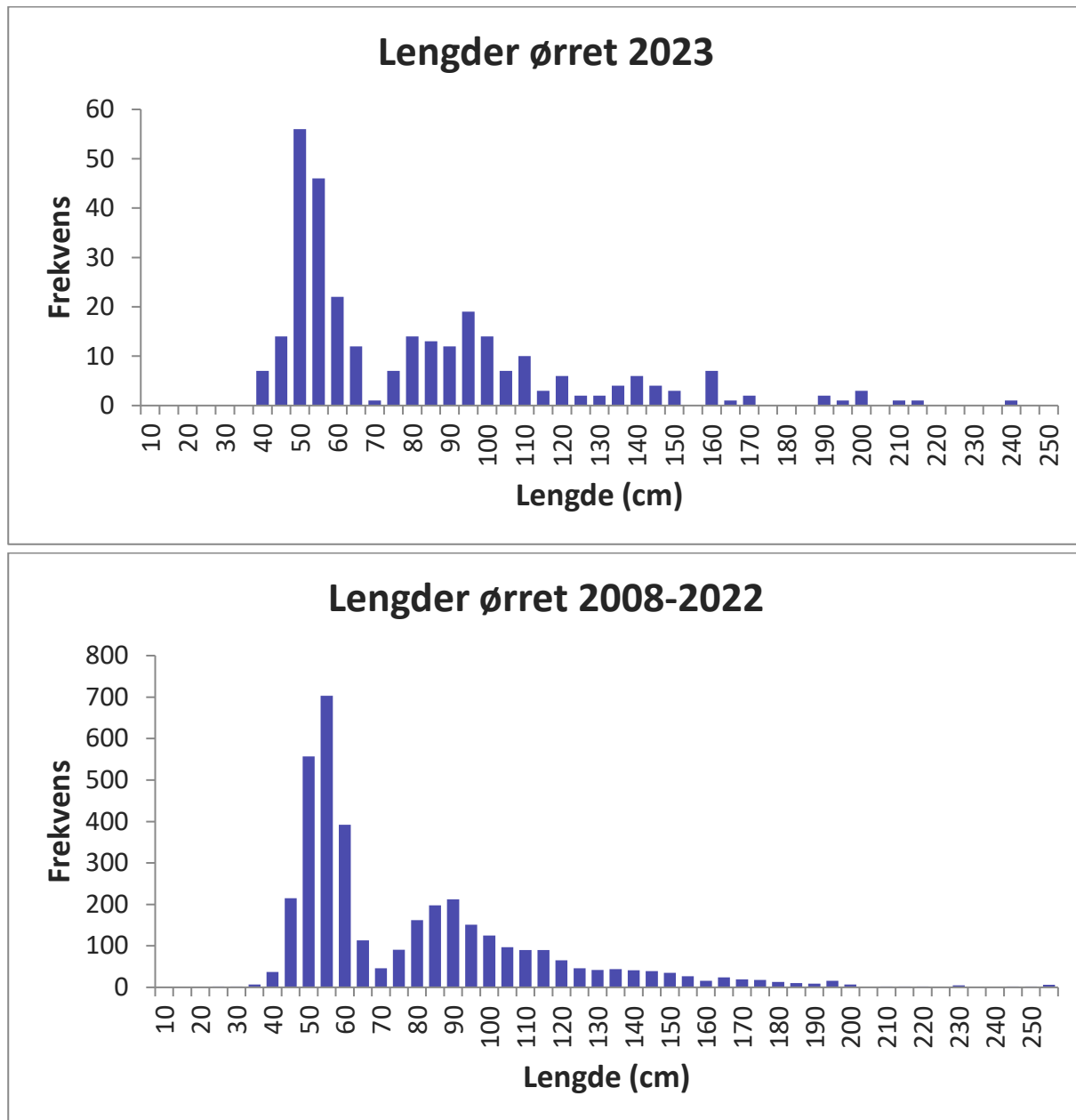
Totalt antall fanget ørret per år har variert mellom år fra 199 til 683 individer, med et gjennomsnitt på 409 individer (\pm SD 157). Merk at antall stasjoner ikke har vært det samme gjennom alle år (se over). Store årlige variasjoner i rekruttering av ørret blir ofte observert, og er oftest forårsaket av miljøfaktorer og/eller interaksjoner mellom miljøfaktorer og gytebestand (se f.eks. Lobon-Cervia 2009; Elliott 2015).

De årlige fangstene av ørekyte, den nest vanligste arten, var gjennomgående betydelig mindre og mer variable, fra 19 til 206 individer mellom årene 2008-2023, med et gjennomsnitt på 103 individer (\pm SD 72) (Fig. 4). Unntaket var 2022, da ørekyte dominerte i fangstene. Dette kan ha sammenheng med uvanlig lave vannføringer og høye temperaturer sommeren 2022 (se under).

5.2. Lengdefordeling ørret

Ungfisk på 40-150 mm dominerer i fangstene i 2023 og dette samsvarer med tidligere års fangster (Fig. 5) (Heggenes 2023a). Lengdefordelingen til ørret gjenspeiler årsklassefordelingen for de yngste årsklassene. Den første lengdefrekvens toppen som tilsvarer årets sommergamle ørret (0+), viser at 0+ ørretrekrutter vokser inntil 50-60 mm første sommer, med et klart skille ved 70 mm. Dette skillet

gjenspeiler overgangen til neste årsklasse, to-somrig ungfisk (1+). Det er en mer glidende overgang til fisk større enn ca. 110 mm som tilsvarer eldre ørret (>1+). Her kan ikke lengde-frekvens fordelingen skille flere årsklasser som overlapper i størrelse. Et skille på 0+ og eldre årsklasser ved 70 mm er lagt til grunn i de videre analysene.

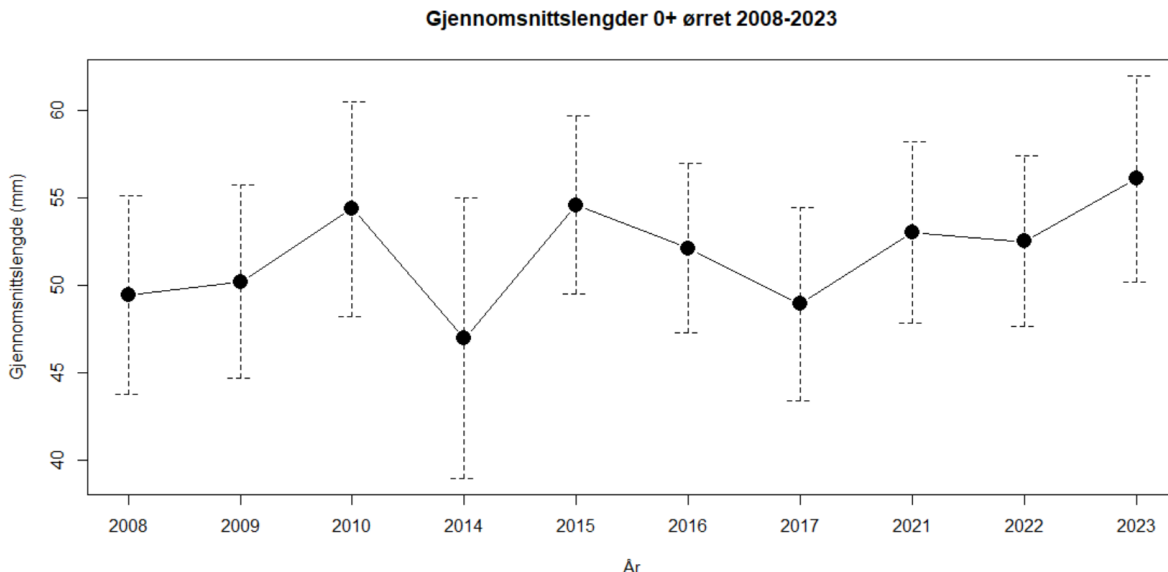


Figur 5. Lengdefordeling for fanget ørret ved elektrofiske på alle stasjoner i Vallaråi høsten 2023 (øverst) sammenlignet med samlet materiale fra høst tidligere år 2008-2022.

Det er få individer større enn ca. 200 mm (Fig. 5). Dette skyldes trolig av at ørretrekrutter som vokser opp i Vallaråi vandrer ut i Seljordsvatnet når de er tilstrekkelig store (typisk trolig 150-200 mm) (Klemetsen *et al.* 2003; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). I noen grad blir også antall større ørret underestimert ved at det nødvendigvis er elvekantene som avfiskes ved elektrofiske. Større individer trenger mer plass og større hulrom og vil gjerne trekke ut på dypere vann og grovere substrat (Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Heggenes 2002; Armstrong *et al.* 2003).

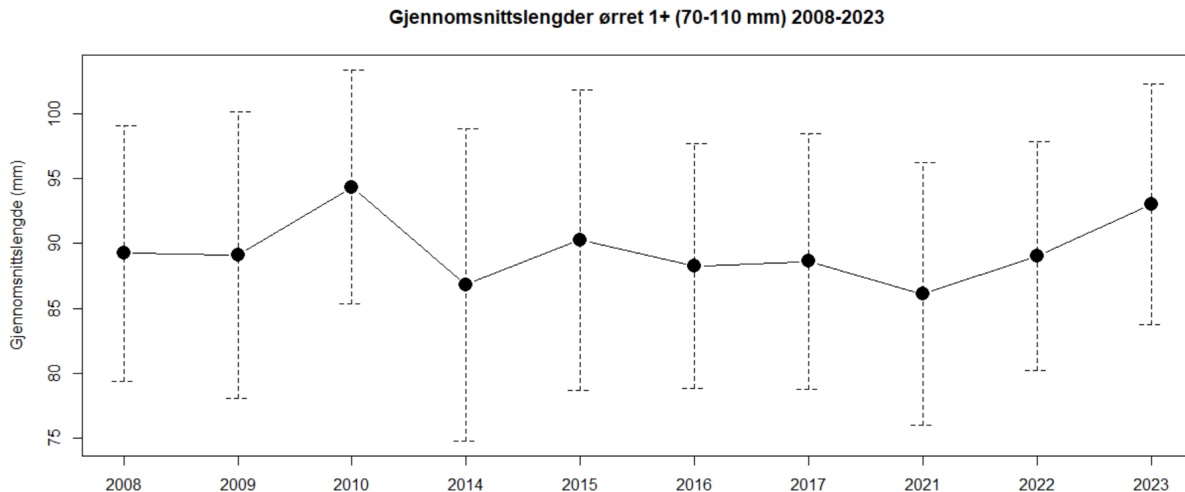
5.3. Lengde ørret mellom år

Dette hovedmønsteret i lengde-frekvensfordelingen for ørret i Vallaråi er det samme mellom år (Vedlegg 1), men lengdeveksten særlig for 0+ kan variere mellom år (Fig. 6). En noe større gjennomsnittslengde i 2023 kan knyttes til at fangbarhet på mindre ørret kan ha vært lavere ved lav temperatur. El-fisket ble også gjennomført senere på høsten enn i tidligere år. Dette kan muligens også kan ha bidratt til noe større gjennomsnittslengder, dvs. lengre vekstsesong, selv om ev. kompensatorisk vekst i høstvarm regulert elv er usikker (Elliott & Elliott 2010; Heggenes 2023b).



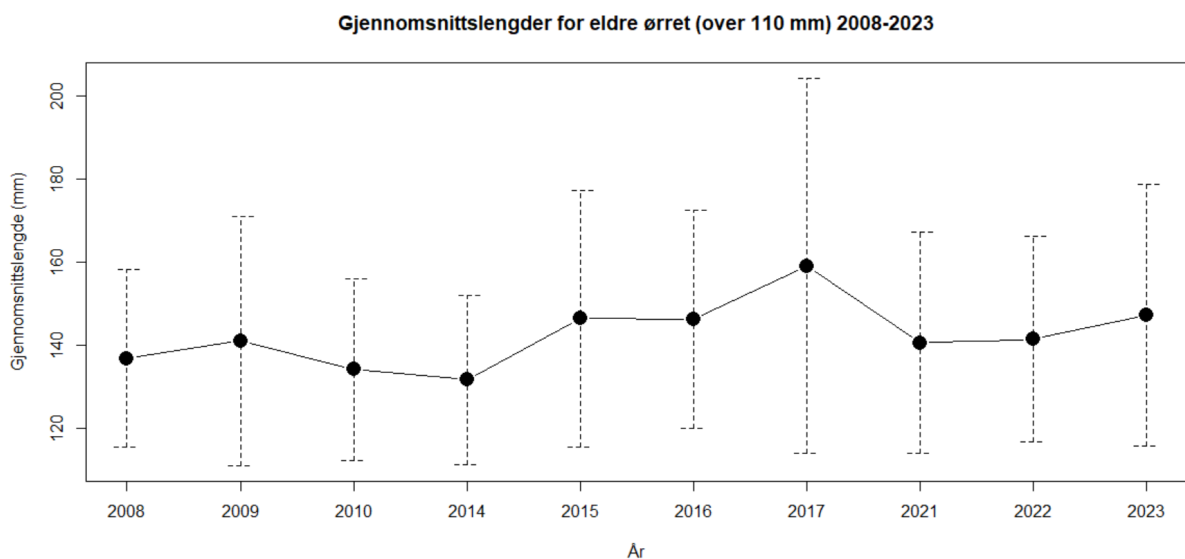
Figur 6. Gjennomsnittslengder (mm) for fanget 0+ ørret i Vallaråi 2008-2010, 2015-2017 og 2021-2023. Error bars viser SD.

Over tid, mellom årene med undersøkelser, varierte gjennomsnittslengder av 0+ ørret fra 48,9 mm \pm SD5,5 i 2017 til 54,6 mm \pm SD5,1 i 2015 og 56,1 mm \pm SD5,9 i 2023. Gjennomsnitt over alle år var 52,2 mm \pm SD 6,0 (Fig. 6). Denne variasjonen mellom år var beskjeden, men det store antallet observasjoner hvert år gjør den likevel signifikant (enveis ANOVA, $F=43,84$, $P<0,0001$). Det var derimot ingen trend over tid 2008-2023 i gjennomsnittslengder (lineær regresjon, justert $R^2=0,04$). Gjennomsnittslengder til 1+ ørret (70-110 mm) varierte med bare 6 mm, fra 88,3 mm \pm SD9,4 i 2016 til 94,3 mm \pm SD9,0 i 2010, og med et totalt gjennomsnitt på 89,1 mm \pm SD 10,3 (Fig. 7). Det store antallet observasjoner viste at den beskjedne variasjonen i lengde mellom år var signifikant (ANOVA, $F=5,229$, $P<0,0001$). Det var imidlertid ingen trend i gjennomsnittlig lengde på 1+ ørret over år (lineær regresjon; justert $R^2<0,001$).



Figur 7. Gjennomsnittslengder (mm) for fanget 1+ ørret (70-110mm) i Vallaråi 2008-2010, 2015-2017 og 2021-2023. Error bars viser SD.

Gjennomsnittslengder av eldre ørretrekrutter (>1+) varierte fra 134,2 mm \pm SD 21,9 i 2010 (litt mindre i 2014, men ikke alle stasjoner avfisket) til 159,0 mm \pm SD 45,2 i 2017, og med et totalt gjennomsnitt på 143,9 mm \pm SD 30,5 (Fig. 8). Det var igjen signifikante forskjeller i lengde på ørret 2+ og eldre mellom år (enveis ANOVA, $F=4,145$, $P<0,0001$), men ingen klar trend over tid (lineær regresjon, justert $R^2=0,004$, $F=3,846$, $P=0,0503$).



Figur 8. Gjennomsnittslengder (mm) for fanget eldre ørret (større enn 110mm) i Vallaråi 2008-2010, 2015-2017 og 2021-2023. Error bars viser SD.

Variasjon i lengdevekst mellom år særlig for 0+ ørret, gjenspeiler årlige variasjoner i vekstforhold, og er oftest knyttet til varierende vanntemperaturer over sommeren (Elliott & Hurley 2001; Elliott 2009; Elliott & Elliott 2010). I Vallaråi kan temperaturregimet variere betydelig mellom år, særlig avhengig av manøvreringen av Sundsbarm kraftverk (Heggenes 2023b). I Vallaråi kan sommerveksten særlig til 0+ synes noe beskjeden, f.eks. sammenlignet med nærliggende Kivleåi og Bygdaråi som begge har

naturlige, høyere sommertemperaturer (upubl. data Bygdaråi) (Heggenes 2023b; Heggenes 2023a). Vekst hos ørret kan også i mindre grad påvirkes av fisketetthet og konkurranse, med økt vekst ved lave tettheter (Bohlin *et al.* 2002; Lobón-Cervía 2007; Kaspersson & Höjesjö 2009). Variasjon i lengde på fanget ørret i Vallaråi kan i noen grad også skyldes metode, e.g., at elektrofisket i elva var bestemt av vannføringer, og derfor ikke skjedde til akkurat samme tid hvert år (og dermed ulike lange vekstsesonger) (Elliott & Elliott 2010; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Forskjellene mellom år var imidlertid uansett relativt beskjedne, i forhold til det samme overordnede mønsteret for lengdefordeling for ørret som var omtrent det samme gjennom alle år (Fig. 5, Vedlegg 1).

5.4. Lengde ørret mellom stasjoner

I Vallaråi er det betydelige forskjeller i gjennomsnittslengden og dermed lengdefordelingen til ørret mellom stasjoner (Fig. 9). Dette gjenspeiler ulike habitat forhold (Bilde 1-7), og da særlig tilgang på skjul for større ørretunger i form av større hulrom mellom grovere substrat (Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Heggenes 2002; Armstrong *et al.* 2003). Grovere substrat gir flere større ørret.

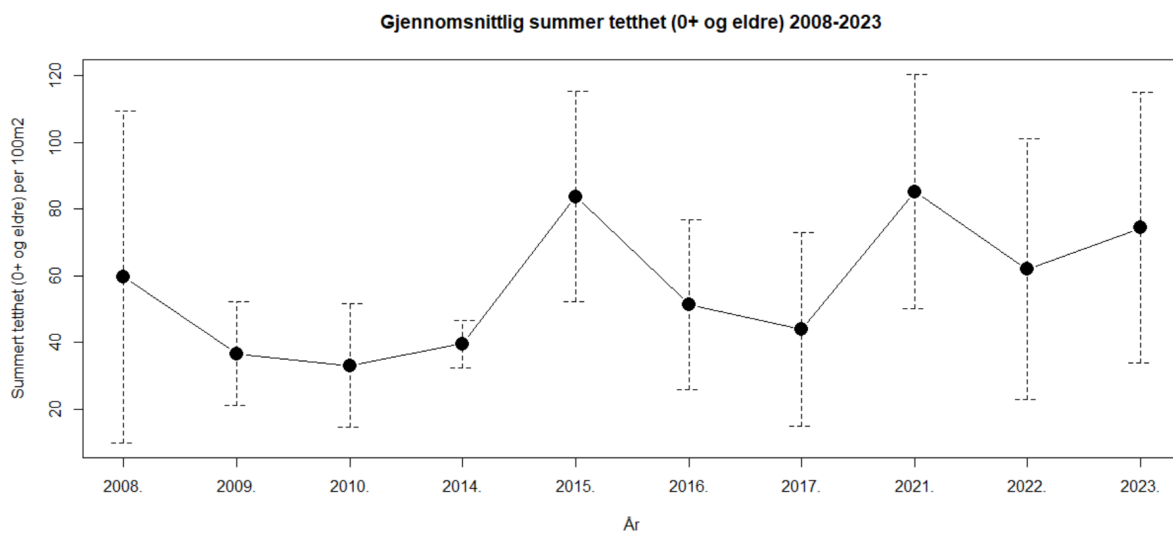


Figur 9. Gjennomsnittslengder (mm) for fanget ørret Vallaråi på de forskjellige stasjoner. Error bars viser SD.

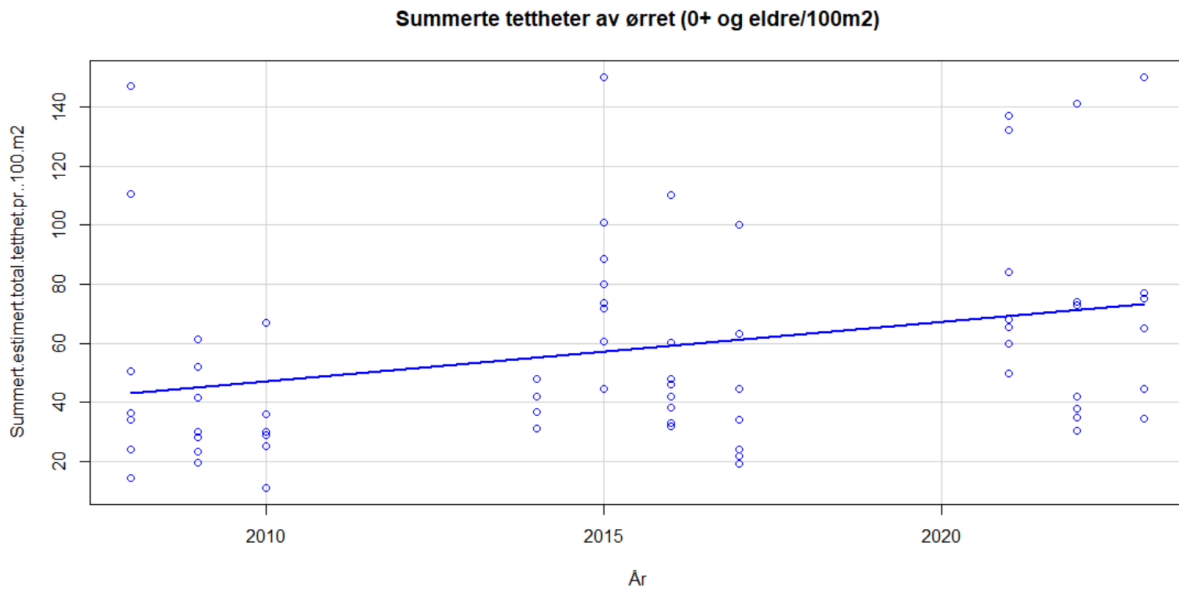
Gjennomsnittslengder av fanget ørret i hele materialet var 77,8 mm \pm SD 35,6, men varierte mye mellom stasjoner, fra 57,3 mm \pm SD 15,7 på St. 7 som hadde nesten bare 0+, til 112,5 mm \pm SD 54,7 på St. 4. Denne stasjonen skiller seg ut ved at den er forbygd med stor sprengstein (Fig. 9, Bilde 4) og har større hulrom gunstige for større ørretrekrutter. Det var signifikante forskjeller i lengde på ørret mellom stasjoner (enveis ANOVA, $F=101,4$, $P<0,0001$).

5.5. Bestandstettheter av ørret mellom år

Gjennomsnittlig total tetthet av ørret (summert 0+ og eldre og over alle undersøkte stasjoner) i Vallaråi var i 2021 82,2 ind./100 m² ±SD 49,7, lavere i 2022 og høyere igjen i 2023 med hhv. 58,0 ind./100 m² ±SD 39,2 og 69,4 ind./100 m² ±SD 40,7 (Fig. 10, 11). Over alle år og stasjoner var summert total tetthet 58,1 ind./100m², men tettheter av ørret varierer mye mellom år med 2-3-dobling av tetthet fra lavest til høyest. Lavest tetthet ble registrert i 2010 med 33 ind./100 m² ±SD 19 og de høyeste registrerte tetthetene var i 2015 (83,7 ind./100 m² ±SD 31,7) og 2021 (over; Fig. 10). Det synes å være en svak trend mot økende tetthet av ørret i de senere år (lineær regresjon, F=6,126, P=0,015) (Fig. 11), men variasjonen mellom år og mellom stasjoner er stor og regresjonen forklarer lite av denne (justert R² = 0,07).

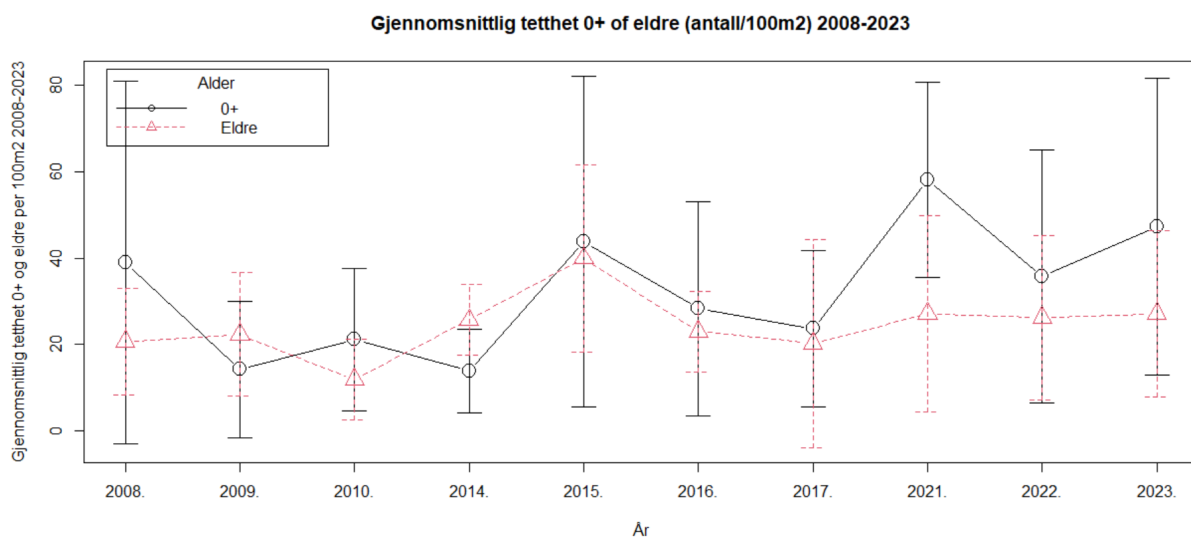


Figur 10. Gjennomsnittlig summert tetthet av ørret (0+ og eldre/100m² tilsammen) for elektrofiskede stasjoner i Vallaråi 2008-2010, 2014-2017 og 2021-2023. Error bars viser SD.



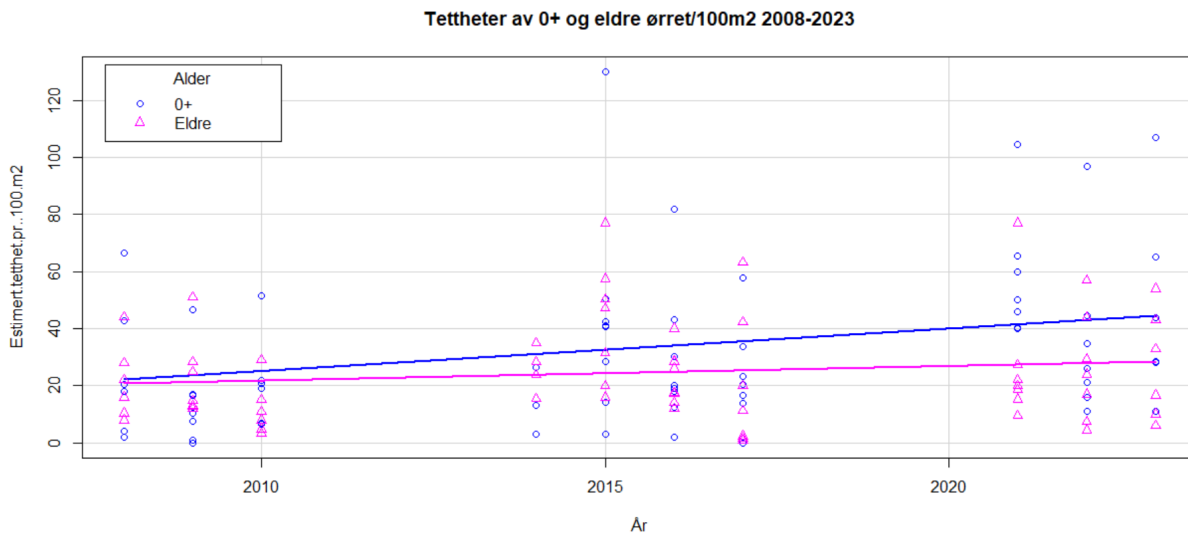
Figur 11. Summerte tettheter av ørret (0+ og eldre/100m²tilsammen) for elektrofiskede år og stasjoner i Vallaråi 2008-2010, 2014-2017 og 2021-2023. Linje viser lineær regresjon.

Det følger at det også har vært stor variasjon i tetthet over tid for de ulike aldersklassene til ørret og særlig for 0+ (Fig. 12, Vedlegg 2). Gjennomsnittlige estimerte tettheter av 0+ ørret i Vallaråi over alle stasjoner var i 2021 58,1 ind./100 m² ±SD 22,6, lavere i 2022 med 35,8 ind./100 m² ±SD 29,3, og høyere igjen i 2023 med 47,3 ind./100 m² ±SD 34,4 (Fig.11, Vedlegg 2)). Total gjennomsnittlig tetthet av 0+ ørret varierte fra 14 til 58 individer/100 m² mellom årene 2008-2023 (Fig. 12), og høyest tetthet i 2021. For eldre ørret var variasjonen mellom år mindre med gjennomsnittlige tettheter over alle stasjoner i 2021 på 27,1 ind./100 m² ±SD 22,7, omtrent det samme i 2022 med 26,2 ind./100 m² ±SD 19,1 og 2023 med 27,1 ind./100 m² ±SD 19,3 (Fig. 12, Vedlegg 2). Over tid har gjennomsnittlig årlig tetthet av eldre ørret varierte fra 12 (2010) til 27 (2023) individer/100 m² (Fig. 12, 13, Vedlegg 2).



Figur 12. Gjennomsnittlig 0+ og eldre tettheter (antall ørret/100m²) for elektrofiskede stasjoner i Vallaråi 2008-2010, 2014,2017 og 2021-2023. Error bars viser SD.

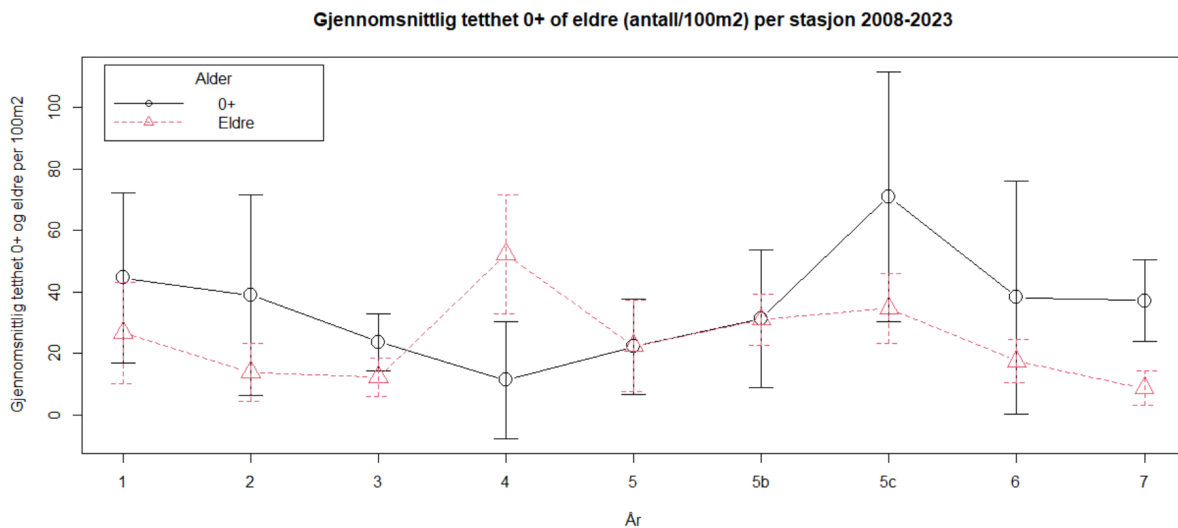
Betydelig variasjon i tettheter mellom år og stasjoner gjør det vanskelig å se noen trend over tid (Fig. 13). For 0+ var det en svak trend mot økende total tetthet i de senere år (lineær regresjon, $F=4,846$, $P=0,0313$), men den forklarer lite av variasjonen (justert $R^2 = 0,055$; Fig. 13). For eldre ørret var variasjonen i tetthet mellom år og stasjoner mindre enn for 0+, og uten trend over tid (lineær regresjon, $F=1,465$, $P=0,2305$, justert $R^2 = 0,007$; Fig. 13).



Figur 13. Endringer over tid i tetthet (ørret/100m²) for 0+ (blå punkter) og eldre (røde trekkanter) ørret for elektrofiskede stasjoner i Vallaråi 2008-2010, 2014-2017 og 2021-2023. Linjer viser lineære regresjoner.

5.6. Bestandstettheter av ørret mellom stasjoner

Gjennom alle undersøkelses år har tettheter særlig av 0+ ørret variert mye mellom stasjonene, fra 0 til 130 individer/100 m² med totalt gjennomsnitt på 33,4 (Vedlegg 2). Tettheter av 0+ ørret var høye i 2008 på stasjon 1 (66 ind./100 m²) og 2 (119 ind./100 m²), i 2015 på stasjon 6 (130 ind./100 m²), i 2016 på stasjon 5c (82 ind./100 m²) og i 2021 på stasjon 5c og stasjon 6 (hhv. 105 og 66 ind./100 m²). Over stasjoner har stasjon 4 hatt laveste tettheter av 0+ ørret mellom årene (gjennomsnittlig 11,3 ind./100 m² ±SD19,0), og tetthetene synes også lavere på stasjon 3 og 5 og med mindre variasjon over tid (hhv. gjennomsnittlig 23,7 ind./100 m² ±SD9,3 og 22,6 ind./100 m² ±SD15,5, Fig. 14). Det er en svak tendens til at det er forskjeller mellom stasjonene i hele materialet samlet (0+ tetthet; ANOVA, $F=2,625$, $P=0,0159$), men det er gjennomgående mye overlapping i variasjon i tetthet av 0+ over de øvrige stasjoner.



Figur 14. Estimert gjennomsnittlig tetthet (antall individer/100 m²) av 0+ og eldre ørret per stasjon fra 2008–2010, 2014–2017 og 2021–2023 i Vallaråi. Error bars angir SD.

Det er også variasjon i tettheter av 1+ og eldre ørret mellom stasjonene (Fig. 14; 0-77 ind./100 m², totalt gjennomsnitt på 24,7 ind./100 m²), men variasjonen i tetthet er mindre enn for 0+ og mønsteret mellom stasjoner tydeligere for hele materialet over tid (Fig. 13, 14) (ANOVA, F=8,672, P<0,0001). Tettheter av 1+ og eldre ørret er gjennomgående høyest på stasjon 4 (gjennomsnittlig 52,3 ind./100 m² ±SD19,3, høyest i 2015 og 2021: maks. 77 ind./100 m²). Denne høyere tettheten av eldre rekrutter skyldes habitatforholdene på stasjon 4, hvor grov stein/blokk langs elvebredden gir mer hulrom og skjul for eldre/større ørretunger (e.g., Heggenes 2002; Armstrong *et al.* 2003). Det antyder at større tilgang på grovere substrat og vanddyp nær elvekanten, kan gi større tettheter av eldre ørretunger (se mer om kiler under).

Den store variasjonen i tettheter av 0+ og eldre ørret mellom stasjoner og år i Vallaråi gjør direkte sammenligninger med andre elver usikker, ettersom tid og valg av stasjoner i andre elver vesentlig kan påvirke slike sammenligninger. I Vallaråi er stasjonene systematisk valgt ut for å representere tilgjengelig rekrutterings-habitat på undersøkte strekning og for å dekke hele elvestrekningen. Estimerte tettheter for 0+ i Vallaråi over år varierte fra 14 til 58 per 100 m² med et gjennomsnitt 33,4 ±SD29,3 og for eldre ørret en noe mindre variasjon fra 12 til 40 per 100 m² med et gjennomsnitt 24,7 ±SD17,6. Dette er i samme størrelsesorden for tetthet av ørret som i andre større og systematisk undersøkte elver i regionen (Tab. 2). For alle disse elver og undersøkelser gjelder også - liksom i Vallaråi - at det er store variasjoner mellom stasjoner innen elv, og mellom år. I Bøelva og Heddøla forekommer også laks. Sammenlignet med totale tettheter summert for laks og ørret i disse to elvene, ligger Vallaråi noe lavere. En kompliserende faktor er at alle større elver i Telemark er påvirket av vassdragsreguleringer, men i varierende grad. Undersøkte strekninger i Bøelva og Heddøla ligger nedstrøms vann (hhv. Seljordsvatnet og Hjartsjø) som vil ha en dempende effekt på vannføringsvariasjoner, ettersom undervann fra oppstrøms kraftstasjon går inn i vannet. Tokkeåi er på undersøkte strekning (Lio-Bandak) direkte påvirket av regulering og varierende vannføringer pga.

undervann fra Lio kraftstasjon, dvs. mer lik Vallaråi. Ettersom negative effekter av varierende vannføringer kan være knyttet til rask nedtrapping og stranding av fisk (over), vil også lokal bathymetri være viktig. Smale og bratte elvekanter vil sannsynligvis gi lite stranding av fisk sammenlignet med grunne, brede og grovsteinede elvekanter.

Elektrofiske i større elver avfisker bare i kantsonen langs land, noe som mer generelt kan underestimere tettheter av fisk, særlig for eldre/større rekrutter, pga. «fright bias», dvs. at noen rekrutter i utkanten av det elektriske feltet vil unnsnippe ut i elven, og større fisk vil velge de dypere habitatene lenger ut i elven (e.g., Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Armstrong *et al.* 2003; Forseth & Forsgren 2011).

Tabell 2. Tettheter per 100 m² av ungfisk fra Måna (14 stasjoner), Tokkeåi (7 stasjoner), Vallaråi (7 stasjoner), Tinnelva (7 stasjoner), Bøelva (gjennomsnitt av 4 stasjoner, 7 stasjoner siden 2016) og Heddøla (gjennomsnitt av 4 stasjoner, 6 stasjoner siden 2016).

Elv <i>Referanse</i>	Tid	Vann- føring m ³ s ⁻¹	Ørret 0+ Tetthet/ 100 m ² (min- max)	Ørret >0+ Tetthet/ 100 m ² (min- max)	Ørret totalt gj.snitt (variasjon/år) (variasjon/ stasjoner)	Laks 0+	Laks >0+
Måna (Heggenes, Kløcker & Støylen 2000)	1994- 1998 sept.	>0,5 m ³ s ⁻¹			36,8 ±SD17,1 (13,7-76,6)		
Tokkeåi (Kraabøl <i>et al.</i> 2015)	2010- 2013 sept-okt.	8-18 m ³ s ⁻¹	28,3 (24,6- 32,4)	12,4 (10,0- 14,1)	40,7 (37,8-46,5) (9,1-104,1)		
Saltveit <i>et al.</i> in press	2011- 2022	~ 12 m ³ s ⁻¹	18,1 (8,5- 26,8)	13,6 (4,5- 25,6)	31,6 (19,2-48,4)		
Vallaråi (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Heggenes, Roed & Torp 2018; Heggenes 2023a)	2008- 2010, 2014- 2017 2021- 2022 aug-okt	>4 m ³ s ⁻¹			56,5 ±SD34,6 (33-85) (11-147)		
Tinnelva (Heggenes 2019)	2001- 2018 sept-okt.	>45 m ³ s ⁻¹			41,5 ±SD25,3 (17-102) (0 - 172)	0-3	0-3
Bøelva (Solhøy 1992) (Halari, Olsen & Sydtveit 2005)* (Hvidsten 2010)	1992, juni 2005, sept. 2010, sept.	4,6-4,9 6 21**	51 - 18	18 18 2	69 18 20	63 - 24	16 14 13
(Schartum <i>et al.</i> 2022)	2016- 2021		5-26	3-8		2-94	4-18
Heddøla							

(Solhøi 1992)	1992, juni	2,3-3,3	6	3	9	19	21
(Hvidsten 2010)	2009, sept.	5,1	36	8	44	20	10
(Schartum <i>et al.</i> 2022)	2016-2021		11-35	4-8		3-29	6-48

*omregnet areal til 100 m² og 0+ tatt ut av materialet

5.7. Spesielt om stasjon 5 med kiler (inkl. stasjon 5b og 5c): tettheter og størrelser i og utenfor kiler

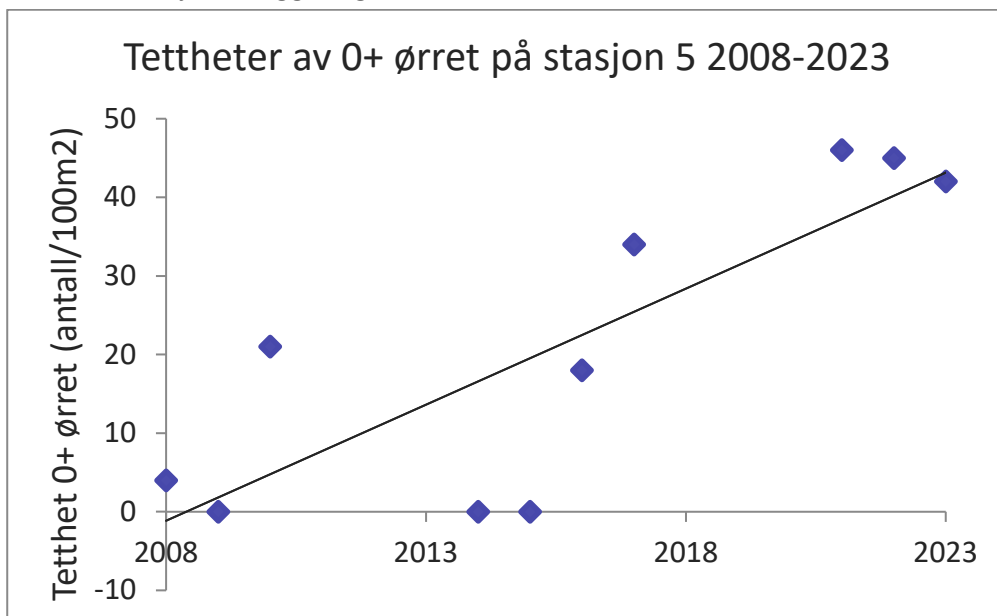
Stasjon 5 var i utgangspunktet lagt til den øvre, kanaliserte og dermed mest ensartede strekningen nedstrøms undervann kraftverket (Fig. 2, 3). Her ble det i 2012-13 gjennomført habitatforbedrende tiltak i form av bygging av en elvbreddkile, en dypere kile inn i elvbredden (Fig. 15). Denne kilen på st. 5 utgjorde ca. 25% av hele stasjonens lengde og ca. 30% av stasjonens areal (transekt 18-23 av i alt 1-25 transekter) (se Heggenes, Roed & Torp 2018 for detaljer). Hensikten med kilen var å lage habitat som var mindre sårbart for raske vannstandsendringer, og en kile vil være særlig gunstig for eldre ørretrekrutter pga. dypere vann med større stein/hulrom.

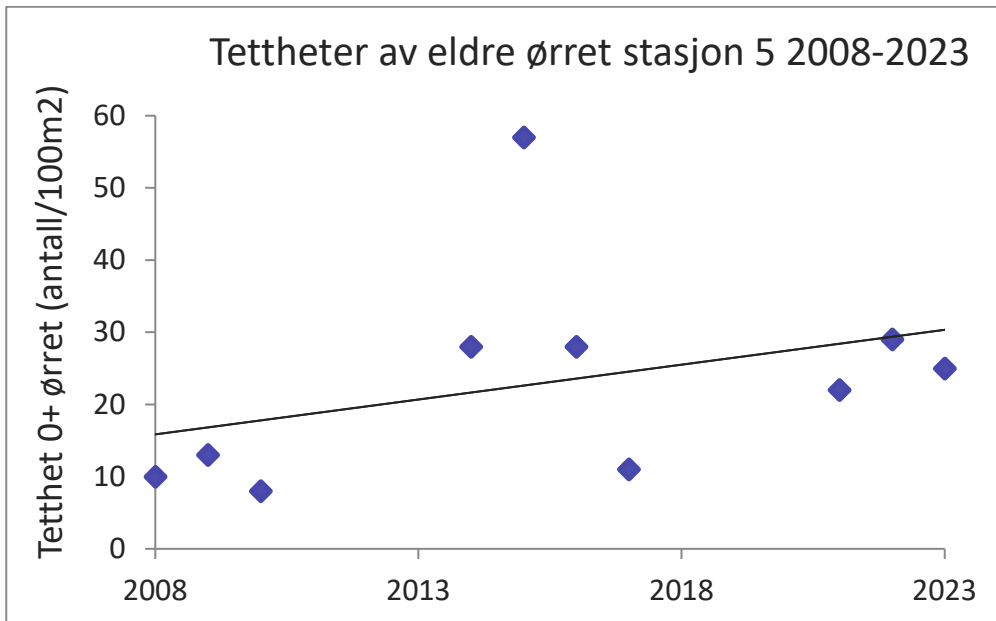


Figur 15. Elvbreddskile på stasjon 5 i Vallaråi.

Stasjonene 5b og 5c ble nyetablert rundt to kiler til, en oppstrøms og en nedstrøms stasjon 5 (Fig. 2, 3) (5b: kile transekt 11-15; 5c: kile transekt 6-12), for å ha tre replikater å sammenligne. Dessverre ble stasjon 5b påvirket av utilsiktet graving, slik at det her er data for perioden 2014-2017 (Vedlegg 2).

Den store variasjonen i tettheter av 0+ gjør at det ikke er noen klare trender i tettheter over stasjoner eller tid (over). Men på stasjon 5 er det en økning i tettheter av 0+ etter at kilen ble bygd (Fig. 16, $R_s^2=0,76$, $P<0,05$). Kilen måtte forventes å favorisere eldre ørret rekrutter spesielt. På stasjon 5 varierte tettheter av 1+ og eldre ørret i forkant av restaureringen lite, med 8-13 ind./100 m² (2008-2010: gjennomsnitt 10 ind./100 m² ±SD3). Tettheter i etterkant av restaureringen er høyere, og har variert med 11-57 ind./100 m² (2014-2023: gjennomsnitt 30 ind./100 m² ±SD15) (Vedlegg 2). Den gjennomsnittlige tettheten av 1+ og eldre ørret har dermed omtrent tre-doblet seg i etterkant av restaureringen på stasjon 5, og det er en trend mot økt tetthet av eldre ørret rekrutter over tid (Fig. 16, $R_s^2=0,46$, $P<0,1$). Men igjen fører den store variasjonen til at den ikke-parametriske Spearman Rank korrelasjonen ligger i grenseområdet.

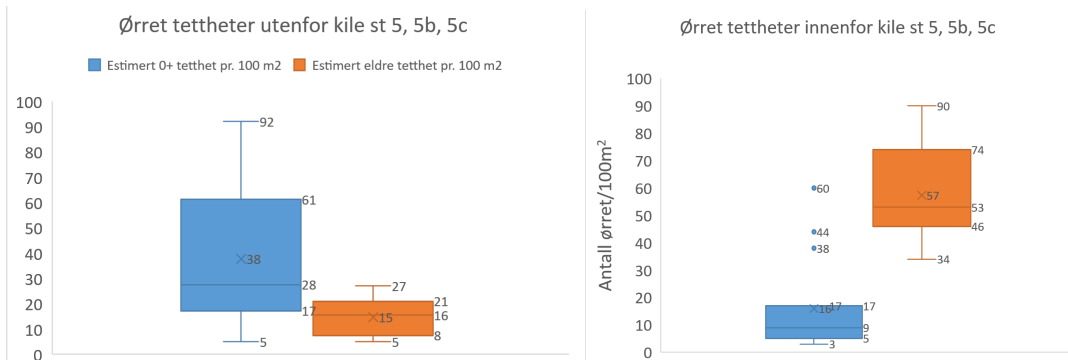




Figur 16. Estimert gjennomsnittlig tetthet (antall individer/100 m²) av eldre ørret på stasjon 5 før (2008–2010) og etter kile-tiltak (2014–2017 og 2021–2023) i Vallaråi.

På stasjon 5b (få data) og 5c har tettheter av 1+ og eldre ørret i perioden 2014–2023 også vært relativt høye (Fig. 14, Vedlegg 2) og i samme størrelsesorden eller litt høyere enn på stasjon 5. Tetthet har variert med 24–55 ind./100 m² (gjennomsnitt 41,9 ind./100 m² ±SD 13,3; Vedlegg 2).

Ørreten fordeler seg imidlertid svært ulikt i og utenfor kile på stasjonene 5, 5b og 5c mht. størrelse og antall. Studiedesignen med ca. 2/3 av arealet utenfor (dvs. på kanalisert elvekant) og ca. 1/3 innenfor kile (dvs. habitatforbedrende tiltak) og tre stasjoner (pseudoreplikater), tillater en direkte sammenligning mellom tettheter på stasjonens kileareal og utenfor (på kanalisert elvekantareal) innen hver stasjon (Fig. 17, Vedlegg 3). Utenom kilene er tettheter av 0+ (gjennomsnitt 37,8 0+/100m²) og eldre rekrutter (gjennomsnitt 16,0 0+/100m²) i samme størrelsesorden som på de øvrige stasjoner i Vallaråi (Fig. 17, jfr. Fig. 14). Innenfor selve kilene skiller imidlertid tettheter og størrelsessammensetning på ørreten seg markert ut. I kilene er tetthetene av 0+ gjennomgående lavere (gjennomsnitt 14,8 0+/100m²) enn utenfor kilene (Fig. 17). Denne forskjellen er signifikant til tross for den store variasjonen i 0+ tettheter over år (Welch t-test (ulike varianser), $t=2,6688$, $fg=25$, $P=0,0132$). Tettheten av 1+ og eldre ørret i kilene er derimot betydelig høyere i kilene enn utenfor (Fig. 17; gjennomsnitt hhv. 57,3 og 16,0 1+ og eldre/100m²). Høyere tetthet innenfor kilene er klart signifikant (Welch t-test (ulike varianser), $t=8,5208$, $fg=25$, $P<0,0001$). Dominans av større ørret i kilene er til forskjell fra alle andre stasjoner i Vallaråi som alle domineres av 0+. Unntaket er stasjon 4 som er den eneste av de øvrige stasjoner som skiller seg ut med høyere tettheter av større rekrutter, mer lik kilene. Denne stasjonen domineres av grov blokk (veiforbygning langs E-134, se Bilde 4) med store hulrom for større rekrutter.

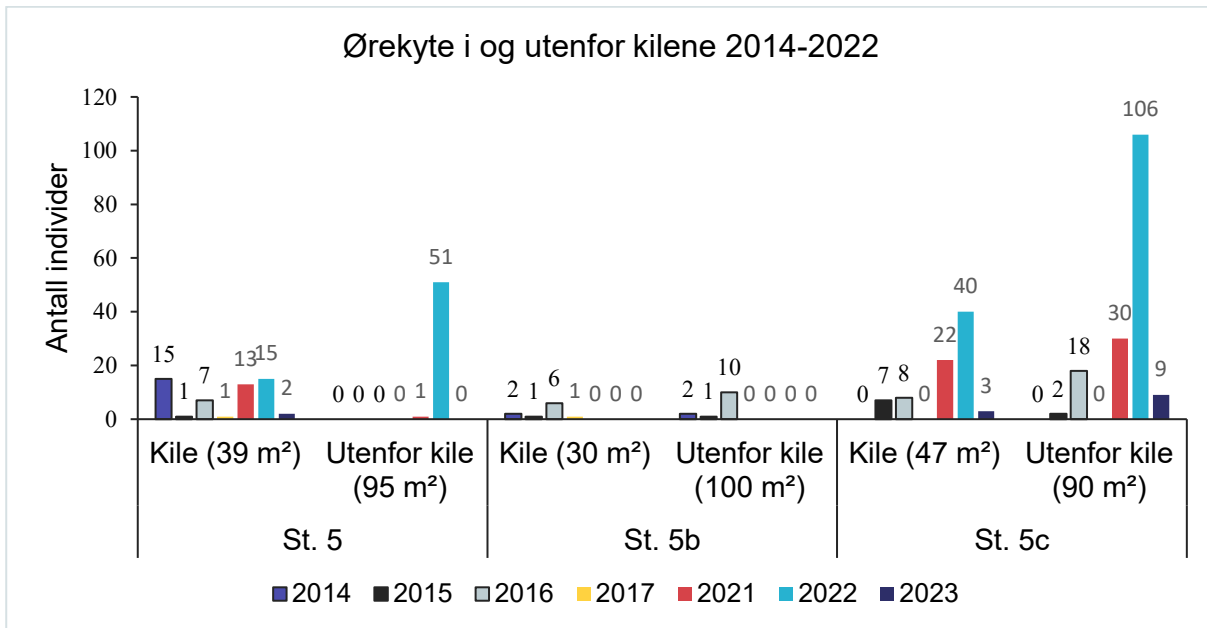


Figur 17. Estimert gjennomsnittlig tetthet (antall individer/100 m²) av 0+ og eldre ørret for alle data på stasjon 5, 5b og 5c utenfor kilene (venstre) og innenfor kilene (høyre).

Disse forhold gjenspeiler seg i lengdefordelinger på fanget ørret 1+ og eldre (større enn 70mm, se Fig. 5). På kanaliserte øvre strekning før tiltak (årene 2008-2010) var gjennomsnittslengde til eldre ørretrekrutter fanget på stasjon 5 92mm ±SD15 (n=33). Gjennomsnittslengden på stasjon 5 økte til 119mm ±SD37 etter kilebygging (2014-2022, n=107) (Welch t-test (ubalanserte data), $t=7,233$, $df=108$, $p<0,0001$). Effekten av tiltaket med kiler er klar, men uten videre data, må det utvises forsiktighet mht. årsakene. Mer og bedre habitat for større ørretunger kan gi større overlevelse og rekruttering. Men mer gunstig habitat vil også ha en 'magnet' effekt og trekke til seg eldre ørretunger fra mindre gunstig habitat i andre deler av elva. Det kan også føre til at flere større ørretunger velger å forbli i elva istedenfor å vandre ut, eller vandre ut litt senere når de er blitt større.

5.8. Ørekyte

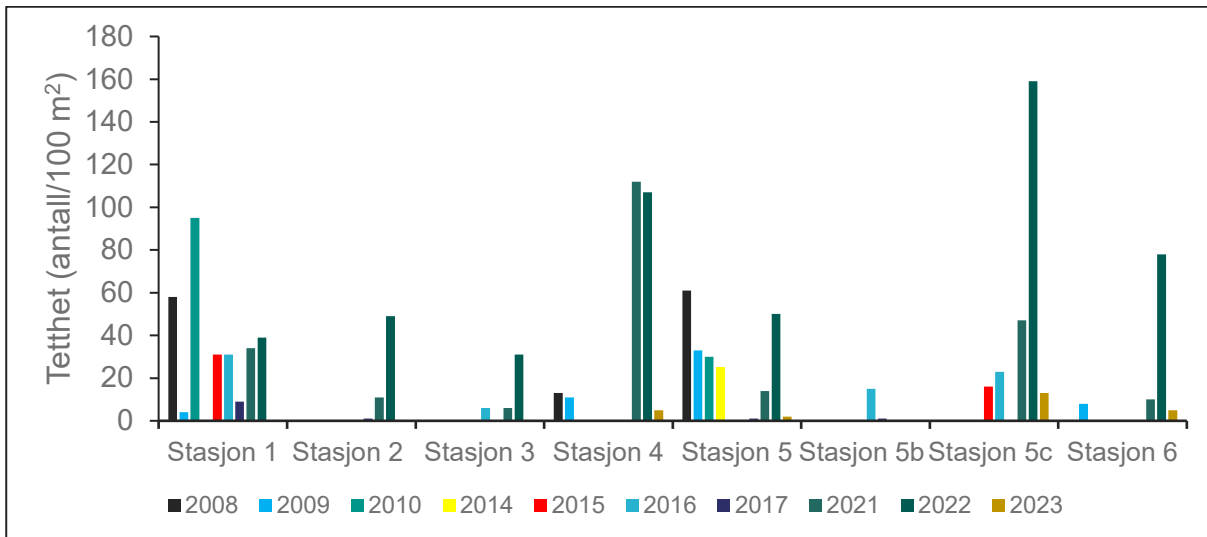
Ørret er den dominerende arten i Vallaråi (Fig. 4), men ørekyte ble også fanget både innenfor og utenfor kilene (Fig. 18). Ørekyte har tidligere vært fåtallige. Det var mer ørekyte i 2021 og mye høyere tettheter i 2022 enn i noe tidligere år. Men i 2023 ble det fanget relativt lite ørekyte (Fig. 4, 18). På grunn av gjennomgående lav fangst av ørekyte, kan tettheter ikke estimeres innenfor og utenfor kilene. Så langt er det større ørret som blir favorisert i kilene, og det fanges lite ørekyte, unntatt i 2022. Situasjonen mht. ev. endringer i bestanden av ørekyte bør likevel overvåkes.



Figur 18. Antall fanget ørekyte innenfor og utenfor kilene på stasjon 5, 5b og 5c i Vallaråi 2014-2023 (se Vedlegg 4 for detaljer).

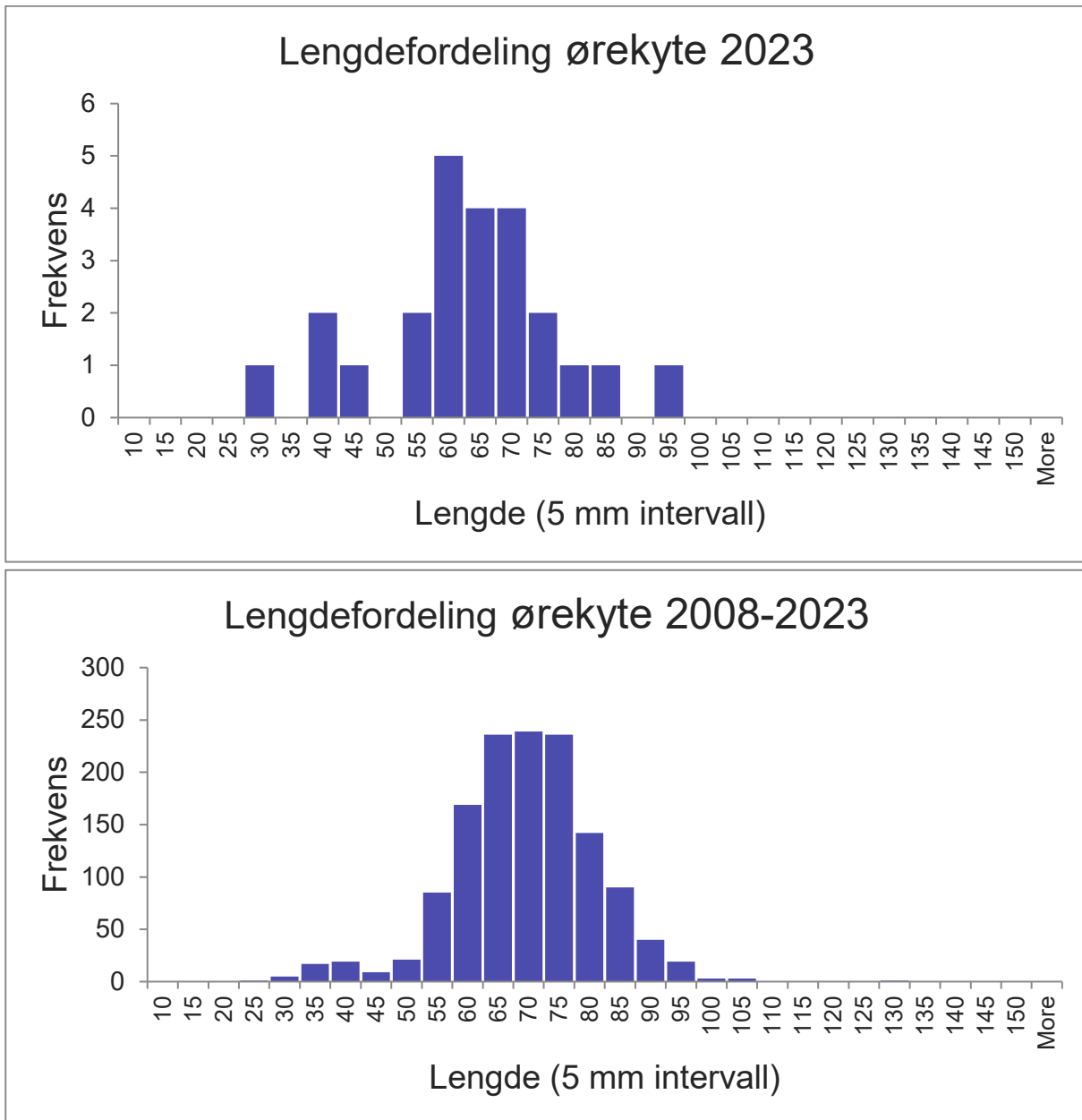
Ørekyte blir fanget på alle stasjoner i Vallaråi. Totale fangstall gir en indikasjon på forholdet mellom artene, og viser at ørekyte har vært fåtallig i Vallaråi. Det var en økning i antall ørekyte i 2021 og særlig i 2022, da det totalt ble fanget mer ørekyte enn ørret (Fig. 4). I 2023 ble det igjen fanget lite ørekyte. Dette kan dels skyldes at el-fisket i 2022 var etter en sommersesong med relativt høye temperaturer og lave vannføringer som vil være gunstig for ørekyte (Museth *et al.* 2007; Borgstrom, Museth & Brittain 2010). El-fisket i 2022 ble også gjennomført relativt tidlig på høsten og på relativt høye vanntemperaturer (nedenfor), noe som kan gi høyere el-fiske fangster av ørekyte. I 2023 kunne derimot el-fisket gjennomføres først sent på høsten med lave vanntemperaturer. Situasjonen bør overvåkes.

Ørekytas tendens til stimatferd i oversiktlige habitater og tilhold på grunnere områder nær land (Garner *et al.* 1998; Museth *et al.* 2007; Orpwood *et al.* 2008), samt at mange individer er under fangbar størrelse, gjør mer detaljerte analyser med bestandsberegninger svært usikre (se Vedlegg 3). De kommenteres derfor lite, utover at tettheter av ørekyte har variert både over årene og mellom stasjonene, og at det har gjennomgående vært lave tettheter av arten (Fig. 19). Tettheter av ørekyte har gjennomgående vært høyest på stasjon 1, 4 og 5 (Fig. 19), men i 2022 var det også høye tettheter på stasjon 5c og 6.

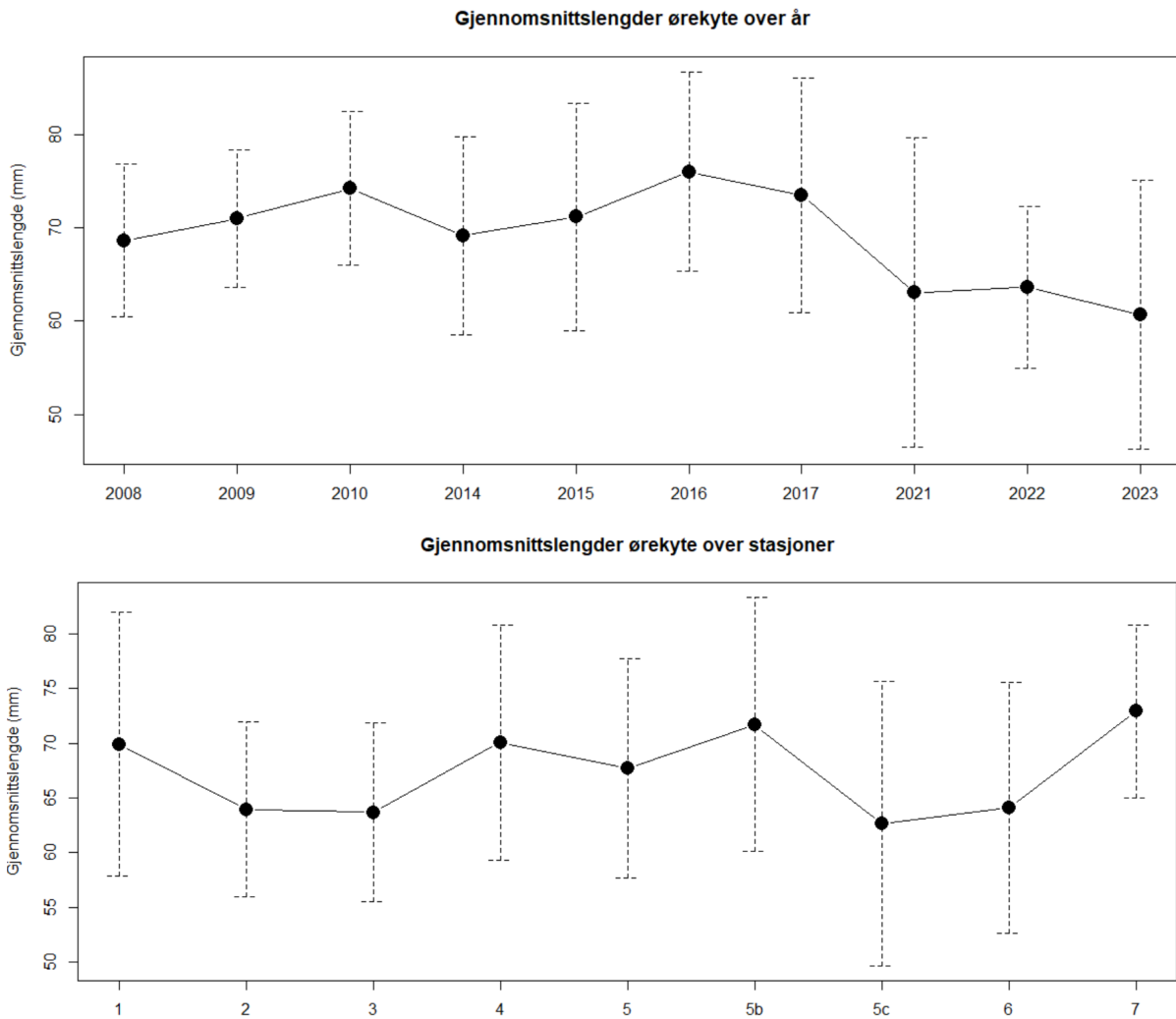


Figur 19. Estimerte tettheter (antall individer/100 m²) av fanget ørekyte pr. stasjon fra 2008–2010 og 2014–2023.

Lengdefordelingen (Fig. 20) viser en dominans av ørekyte i størrelsesorden 60-80 mm (gjennomsnittslengde 67,3 mm \pm SD 11,6, min. 25, maks. 129). Mindre ørekyte er i liten grad fangbar ved el-fiske og er derfor sterkt underrepresentert i lengdefordelingen. Lengdefordelingen viser likevel at det er mye ørekyte i samme størrelsesorden som 0+ og 1+ ørret, og som dermed konkurrerer med ørret både om næring og plass. Ørekyte blir sjelden større enn 100-110 mm (Fig. 20), og det er derfor gjennomgående mindre variasjon i lengder for ørekyte enn for ørret. Det var da også gjennomgående beskjedne forskjeller mellom lengder av ørekyte over år (Fig. 20; gjennomsnittslengder varierte fra 60,7 mm \pm SD14,4, n = 24 i 2023 til 76 mm \pm SD11, n = 199 i 2016), selv om de var signifikante med mindre lengder på ørekyte i de siste årene 2021-2023 (enveis ANOVA, F = 28,44, P < 0,0001). Det var tilsvarende små, men signifikante forskjeller mellom lengder på ørekyte over stasjoner (gjennomsnittslengder varierte fra 62,6 mm \pm SD13,0, n = 233 på stasjon 5c til 72,9 mm \pm SD7,9, n = 12 på stasjon 7; enveis ANOVA, F = 12,63, P < 0,0001).



Figur 20. Lengdefordeling for fanget ørekyte ved elektrofiske på alle stasjoner i Vallaråi høsten 2022 (øverst) og over alle år (nederst).



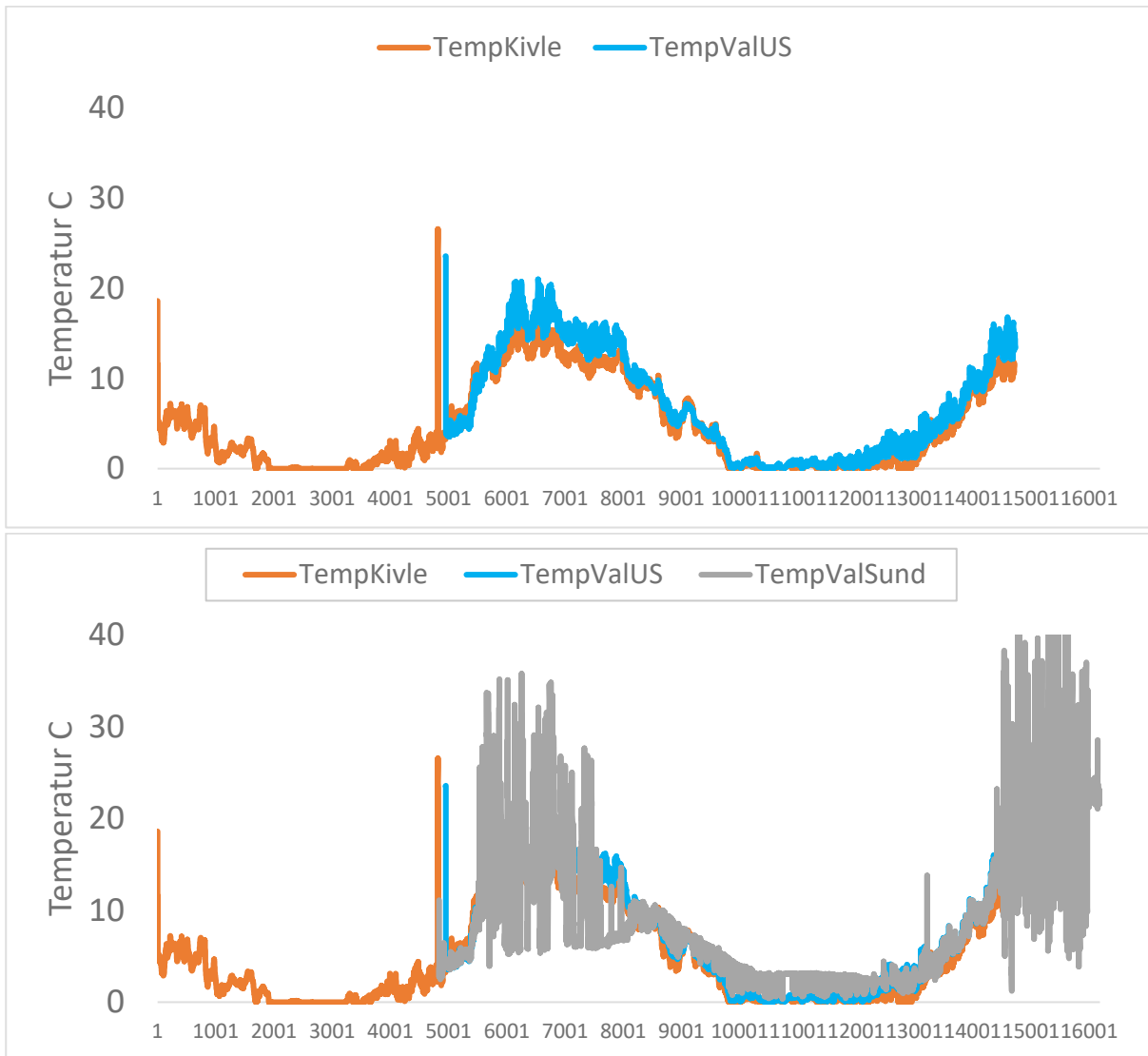
Figur 21. Gjennomsnittslengde for fanget ørekyte over år (øverst) og stasjoner (nederst) ved elektrofiske på alle stasjoner i Vallaråi. Error bars viser SD.

5.9. Vannføringer og vanntemperaturer

Elektrofisket over årene er gjennomført på nokså like restvannføringer i Vallaråi (Vedlegg 5), dvs. i perioder da driften av Sundsbarm kraftverk var stanset og elven hadde restvannføring (ca. 3-6 m³/s⁻¹). Dette var ikke mulig i 2020, og undersøkelsene måtte utsettes et år. Når på høsten elektrofisket ble gjennomført, og ved hvilke vanntemperaturer, varierer noe mellom år, avhengig av tidsrom og restvannføringer. I 2022 ble elektrofisket gjennomført sist i august og på høyere temperaturer enn tidligere år, mens elektrofisket først lot seg gjennomføre sent på høsten i 2023 og med lavere temperaturer enn i tidligere år. Vanntemperaturene varierer ikke bare med sesong, men avhenger også av hvordan kraftverket effektkjøres. Vannet som utnyttes i Sundsbarm kraftverk tappes fra dypere og dermed kaldere vannlag i Sundsbarmsvatnet. Forskjellen vil være størst tidlig på høsten. Over årene med undersøkelser har vanntemperaturene variert mellom 3 og 17°C, men i hovedsak vært omkring 10°C (Vedlegg 5).

Temperaturdata er sammenlignet for naturlige vannføring i den lille sideelven Kivleåi, naturlig restvannføring i Vallaråi oppstrøms Lakshøl og regulert vannføring nedstrøms kraftverket ved Sundbarm bru (Fig. 22). Dette viser ganske like og naturlig bestemte temperaturmønstre for Kivleåi og oppstrøms restvannføring i Vallaråi, mht. både betydelige fluktasjoner over døgnet og sesongmønstre over året. Temperaturene er også nokså like om vinteren og skuldresesongene vår og høst. Restvannføring i Vallaråi om sommeren i ørretens vekstsesong, er varmere enn i Kivleåi. Dette speiler sannsynligvis at restvann Vallaråi renner i et bredere elveleie i et betydelig mer åpent og soleksponert landskap enn Kivleåi som for en stor del renner i en dyp kløft. Temperaturer og mønstre er annerledes for regulert vannføring nedstrøms undervann Sundsbarm kraftverk. Døgn- og årsvariasjoner er bestemt av kjøringen til Sundsbarm kraftverk, med betydelig høyere vintertemperaturer. Temperaturene holder seg også betydelig høyere utover høsten (Fig. 22).

Døgnvariasjonene i sommerhalvåret synes ikke være større enn for restvannføring, men disse data er dessverre begrenset. De ekstra store fluktasjonene nedstrøms Sundsbarm både sommeren 2021 og 2022 skyldes at loggeren ble fjernet av uvedkommende og lagret på land, dvs. data er lufttemperaturer. Det har vært antatt gjennomgående lavere temperaturer gjennom sommer/vekstsesongen i regulert del av Vallaråi, noe data muligens kan antyde (Fig. 22). Dette må i så fall forventes å gi redusert fiskevekst, særlig for 0+ ørret (Elliott 2009; Elliott & Elliott 2010). Data fra både regulert vannføring og oppstrøms restvannføring viser også vesentlige døgnvariasjoner gjennom vekstsesongen. Det er usikkert hva størrelse og hyppighet til døgn fluktasjoner kan innebære mht. fiskevekst. Det er gode grunner til å undersøke disse temperaturregimene nærmere over tid, og mulige økologiske effekter (Gjestvang & Solheim 2022; Heggenes 2023b).



Figur 22. Vanntemperaturer i Kivleåi, restvannføring Vallaråi oppstrøms Lakshøl, og regulert vannføring nedstrøms Sundsbarm kraftverk. De ekstra store fluktuationene og høye temperaturene i juni-august 2021 og 2022 for logger nedstrøms Sundbarm skyldes at loggeren ble fjernet og lagret på land. Disse data gjenspeiler derfor lufttemperaturer.

6. Konklusjoner

Elektrofiske i 2021, 2022 og 2023 har vist lengdefordeling og tettheter av ørretunger i samme størrelsesorden som i tidligere år. I 2022 ble det fanget flere ørekyte enn i noe tidligere år, mens det i 2023 ble fanget lite ørekyte. Dette kan iallfall delvis forklares ved at elektrofisket i 2022 ble gjennomført på noe høyere vanntemperaturer (12,1-15,6 °C; slutten av august), mens det i 2023 ble gjennomført to måneder senere på høsten med kaldere vann (3,1-5,6°C; slutten av oktober). Tettheter av ørretunger i Vallaråi synes moderate og er i samme størrelsesorden som i andre undersøkte større elver i regionen.

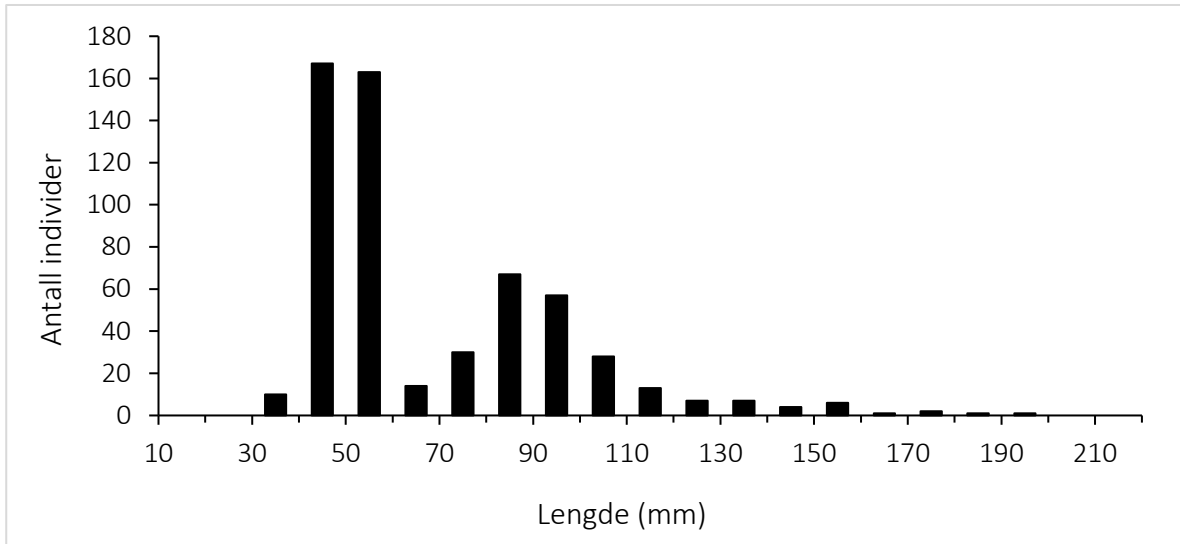
Vanntemperaturer og betydningen av vanntemperatur for vekst til særlig 0+ i Vallaråi, bør undersøkes mer systematisk og detaljert, både mht. kvantifisering av faktiske forskjeller som skyldes kjøring av kraftverket, og hvilke økologiske effekter dette kan ha mht. fiskevekst. Dette bør gjøres ved å fortsette påbegynte temperaturmålinger. Eksisterende data og foreløpige analyser tyder på at lave sommertemperaturer fører til noe redusert vekst hos 0+ ørret i Vallaråi. Det er usikkert hvordan temperaturvariasjoner og forlenget høstsesong påvirker dette (Gjestvang & Solheim 2022; Heggenes 2023b).

Elektrofisket bør utvides til å også omfatte stasjoner på restvannføring oppstrøms Lakshøl. Dette vil gi direkte sammenlignende empiriske data for vekst ved ulike temperaturregimer og for fisketettheter ved ulike vannføringsregimer.

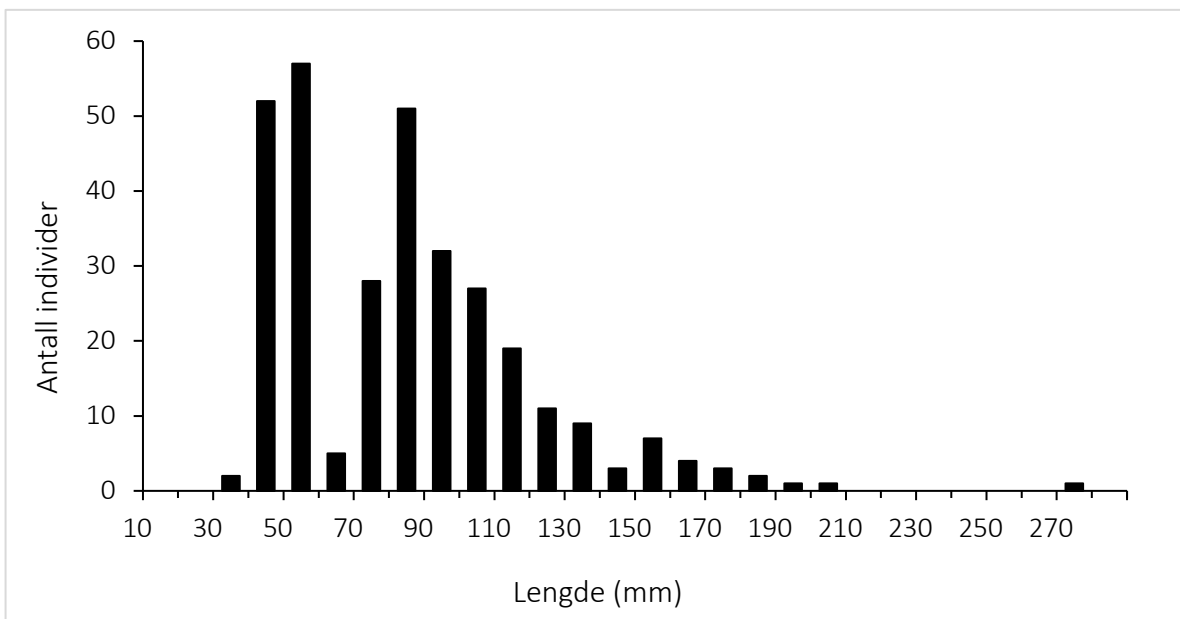
På stasjoner med elvebreddskiler (habitatforbedrende tiltak) er tettheten av 0+ lavere enn utenfor kilene, mens tetthet av eldre ørretrekrutter er betydelig høyere. Kiler gir derfor bedre leveområder for eldre rekrutter av ørret. Tettheten av ørekyte var omtrent den samme som utenfor kilene. Det bør vurderes å bygge flere slike kiler, og kontrollere for ev. 'magnet'effekter.

7. Vedlegg 1-6

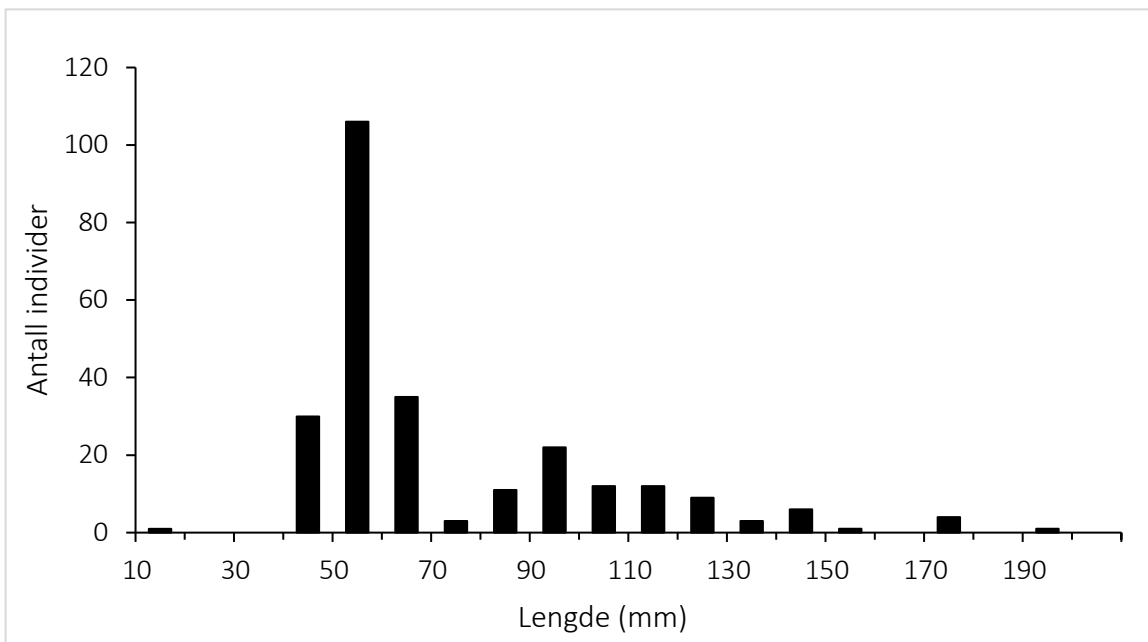
Vedlegg 1. Lengde-fordeling for ørret fra 2008-2010, 2014-2017 og 2021-2022.



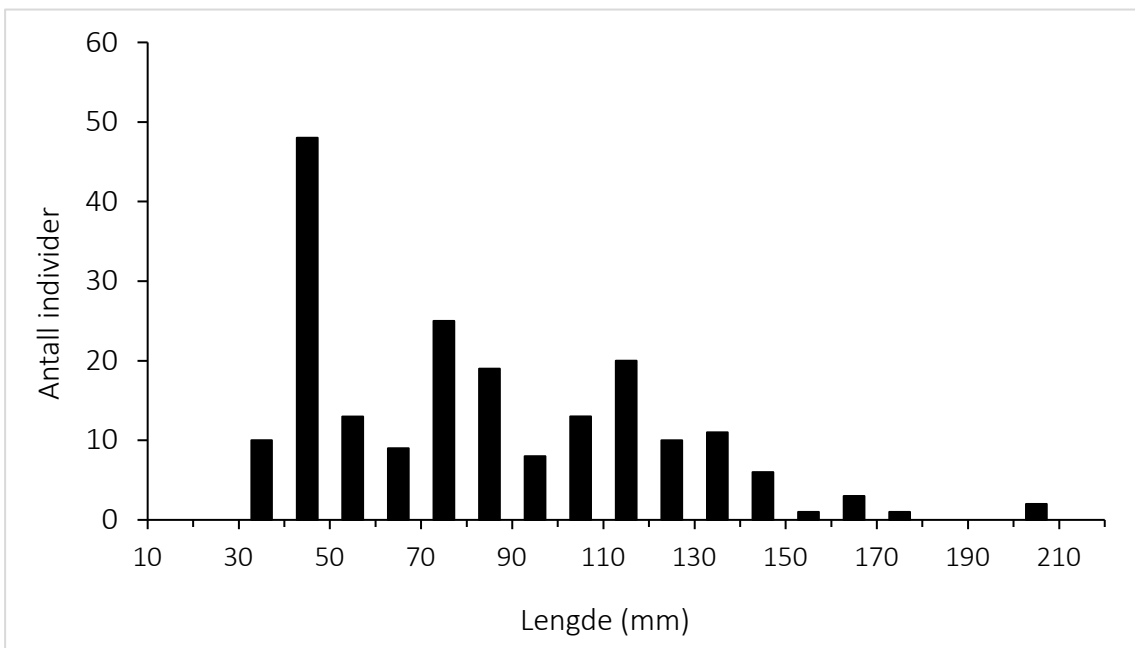
Lengdefordeling for fanget ørret på 7 stasjoner i Vallaråi i 2008.



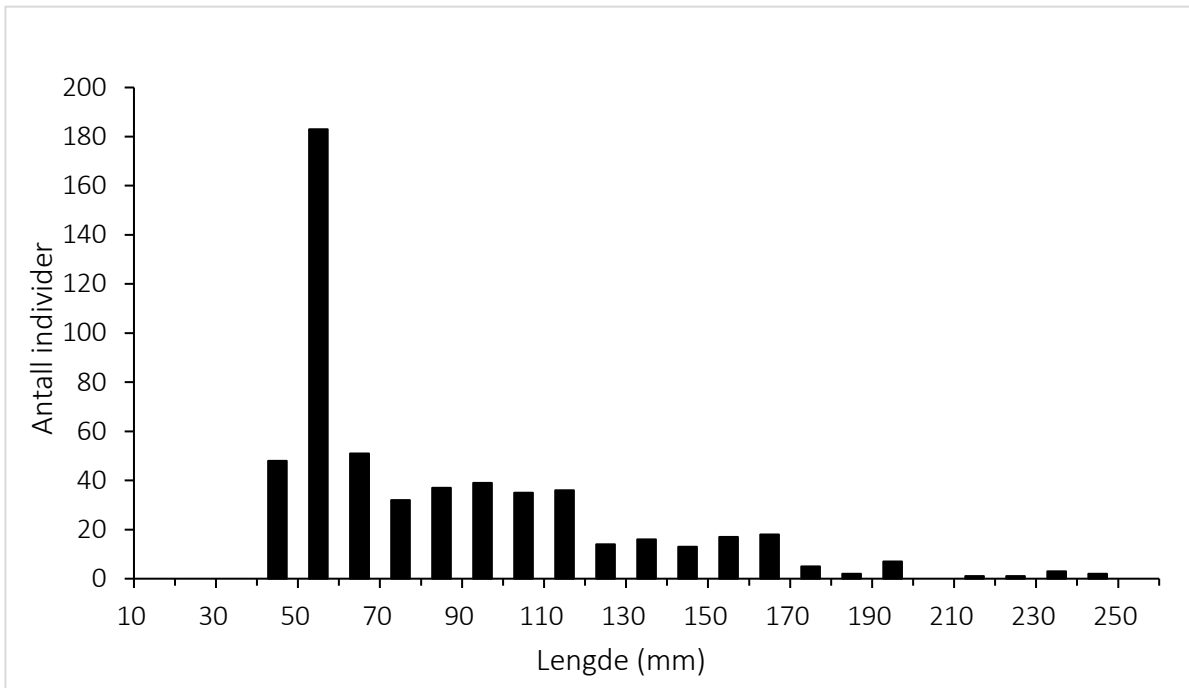
Lengdefordeling for fanget ørret på 7 stasjoner i Vallaråi i 2009.



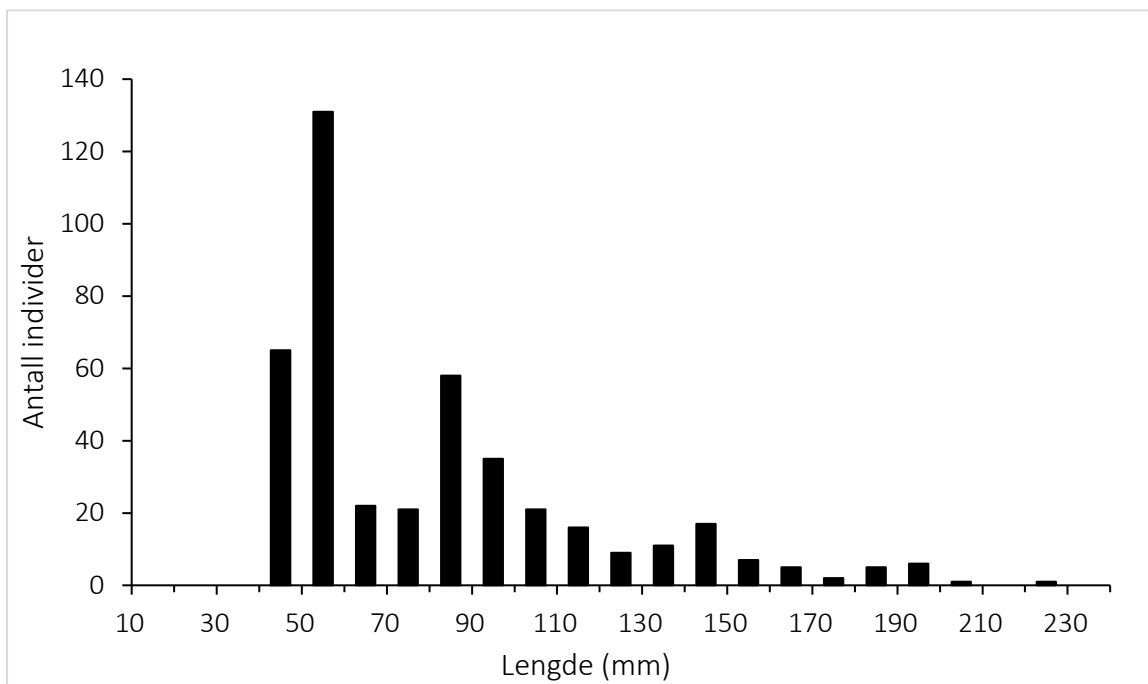
Lengdefordeling for fanget ørret på 6 stasjoner i Vallaråi i 2010. Stasjon 3 ble ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold.



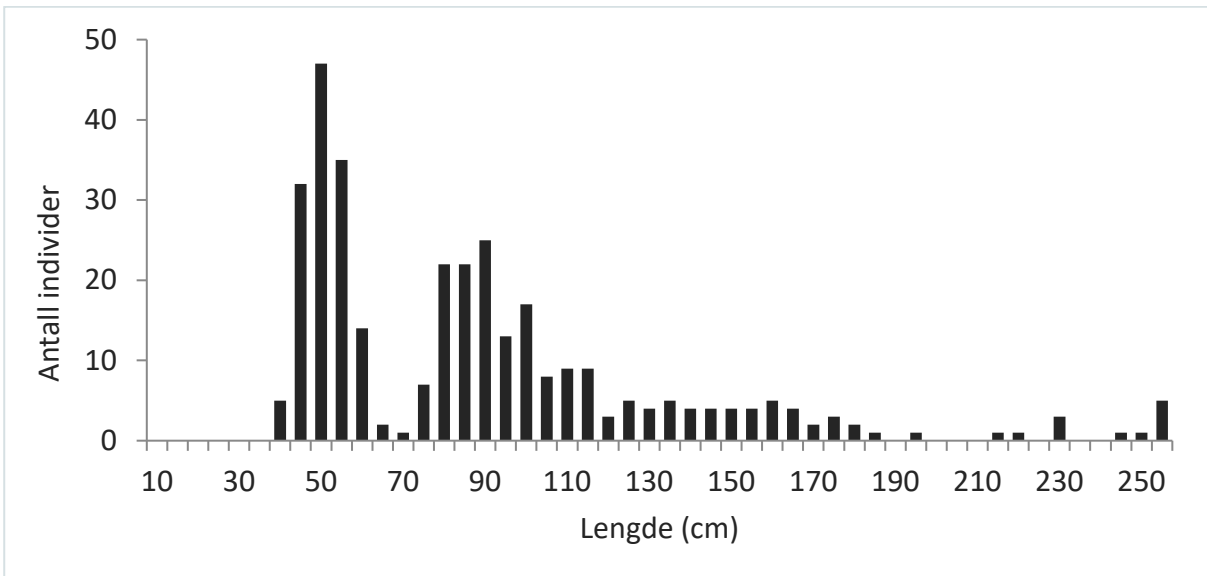
Lengdefordeling for fanget ørret på 4 stasjoner i Vallaråi i 2014. Stasjon 1, 2, 4 og 5c ble ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold.



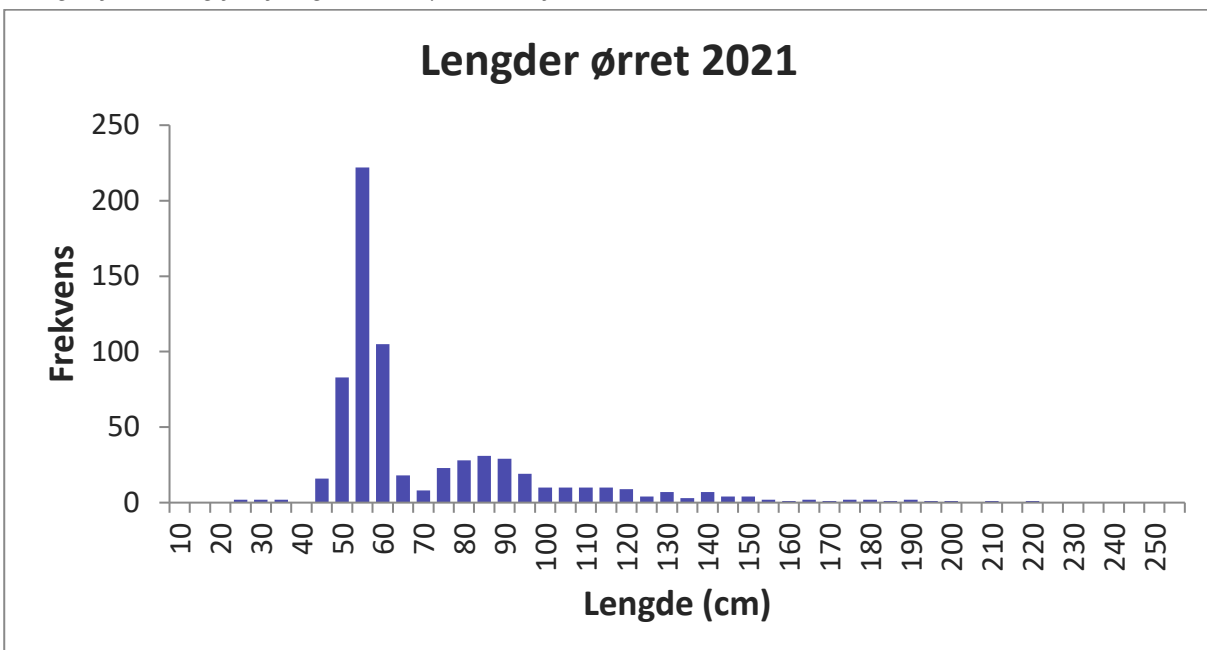
Lengdefordeling for fanget ørret på 8 stasjoner i Vallaråi i 2015.



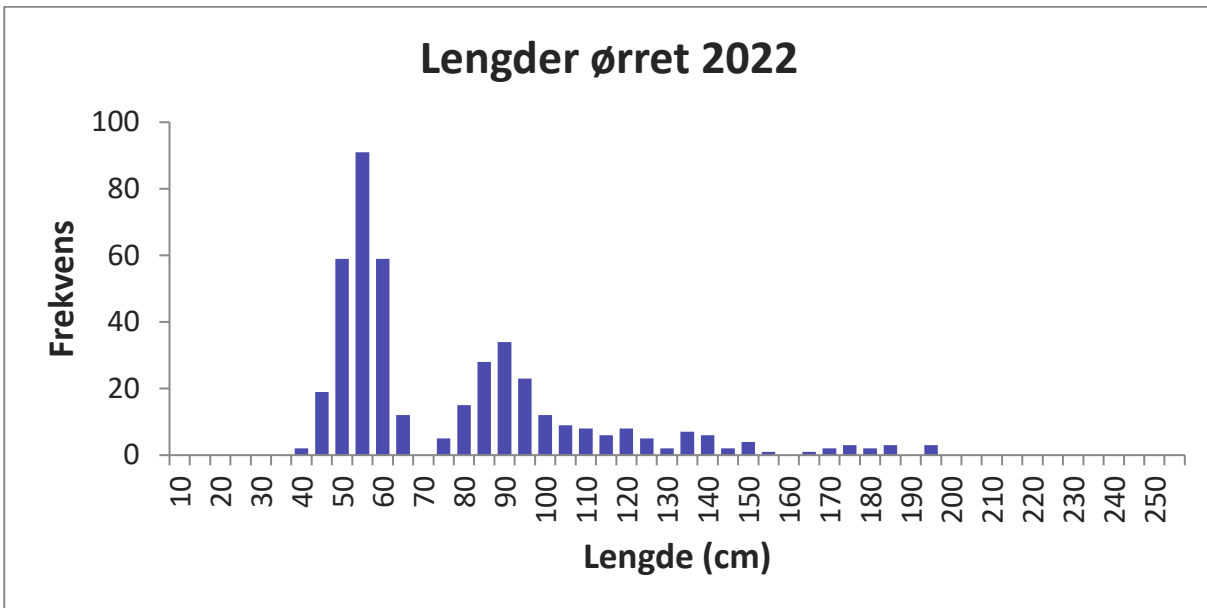
Lengdefordeling for fanget ørret på 8 stasjoner Vallaråi høsten 2016.



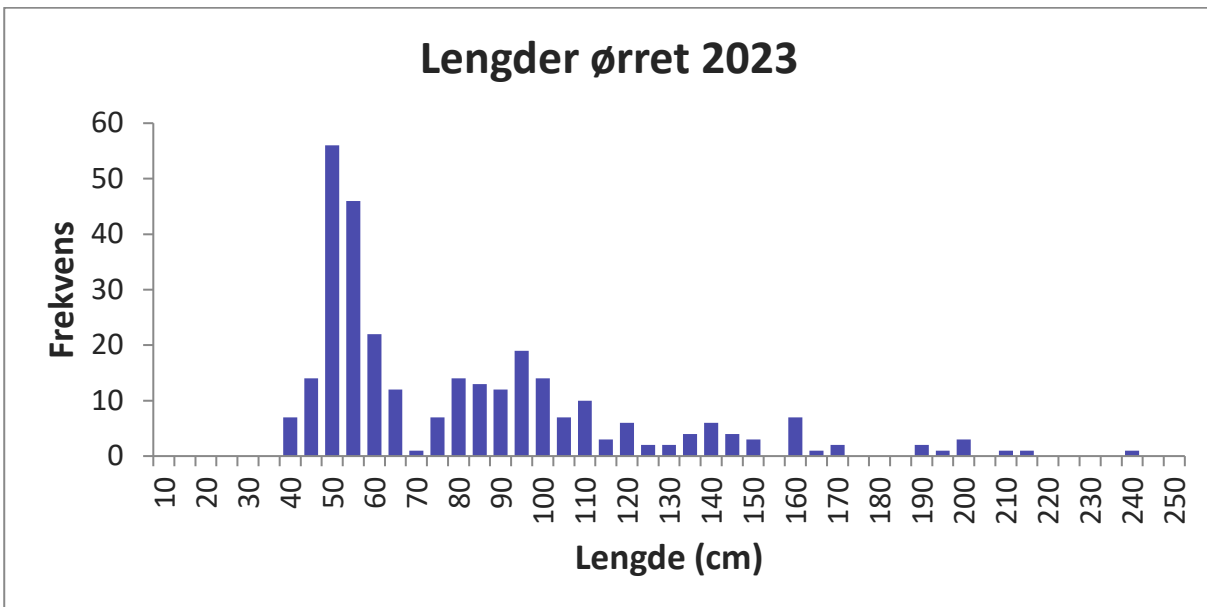
Lengdefordeling for fanget ørret på 7 stasjoner Vallaråi høsten 2017.



Lengdefordeling for fanget ørret på 7 stasjoner Vallaråi høsten 2021.



Lengdefordeling for fanget ørret på 7 stasjoner Vallaråi høsten 2022.



Lengdefordeling for fanget ørret på 6 stasjoner Vallaråi høsten 2023.

Vedlegg 2. År, stasjon, aldersgruppe, antall ørret fanget per avfisking, totalt antall ørret estimert, 95% konfidensintervall (CI), fangbarhet, areal avfisket og estimert tetthet av ørret pr. 100 m² etter tre runder med elektrofiske på stasjoner i Vallaråi fra 2008-2010, 2014-2016 og 2021-2023.

*: antall fanget fisk benyttet som absolutt minimumsestimert, ordinært estimert ikke gyldig.

Åpne celler betyr at elektrofisket ikke lot seg gjennomføre pga. vanskelige feltforhold/fysiske inngrep.

År Stasjon	Alder	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidens- intervall	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert total tetthet pr. 100 m ²
2023	Total		486			700	69,4
1	0+	14+11	44	-14-102	0,338	100	44
	Eldre	10+9	33	21-45	0,596		33
2	0+	24+10+6	43	36-50	0,563	150	29
	Eldre	7+1+1	9	8-10	0,750		6
3	0+						
	Eldre						
4	0+	6+3+2	11	8-14	0,611	100	11
	Eldre	33+10+8	54	48-60	0,593		54
5	0+	12+10	42	-28-112	0,306	150	28
	Eldre	21+4	25	23-27	0,862		17
5b	0+						
	Eldre						
5c	0+	17+16	107	-230-444	0,168	100	107
	Eldre	21+12	43	21-65	0,508		43
6	0+	13+12	65	-107-237	0,214	100	65
	Eldre	7+3	10	7-13	0,769		10
2022	Total		522			900	58,0
1	0+	36+24	97	31-163	0,38	100	97
	Eldre	28+11	44	34-54	0,65		44
2	0+	25+12+8	52	40-64	0,479	150	35
	Eldre	8+2+1	11	10-11	0,733		7
3	0+	13+11+8	52	9-98	0,269	200	26
	Eldre	5+4+0	9	7-11	0,692		4,5
4	0+	8+5+2	16	11-21	0,556	100	16
	Eldre	26+15+8	57	44-70	0,471		57
5	0+	34+17+9	67	56-78	0,517	150	45
	Eldre	24+9+7	44	36-52	0,533		29
5b	0+						
	Eldre						
5c	0+	6+5+0	11	9-13	0,688	100	11

Heggnes: Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

	Eldre	19+3+2	24	23-25	0,774		24
6	0+	11+4+4	21	15-27	0,514	100	21
	Eldre	11+3+3	17	14-20	0,654		17
2021	Total		863			1050	82,2
1	0+	39+19+12	81	66-96	0,479	200	40,5
	Eldre	9+2+5	19	9-29	0,432		9,5
2	0+	45+19	75	58-92	0,61	150	50
	Eldre	19+4	23	21-25	0,852		15
3	0+	20+11+5	40	32-48	0,522	100	40
	Eldre	9+6+3	20	13-27	0,5		20
4	0+	11+11+8	60	-25-145	0,204	100	60
	Eldre	41+17+11	77	66-88	0,523		77
5	0+*	18+29+10	69			150	46
	Eldre	12+7+6	33	14-52	0,368		22
5b	0+						
	Eldre						
5c	0+	42+35+22	157	85-229	0,281	150	105
	Eldre	26+12+2	41	38-44	0,678		27
6	0+	58+34+18	131	109-153	0,453	200	65,5
	Eldre	25+10+2	37	35-39	0,725		18,5
2017	Total		384			999	42,6
1	0+	20+10+6	42	39 - 45	0,4714	250	17
	Eldre	4+1+1	6	5-8	0,6429		2
2	0+	10+7+4	29	25 - 33	0,3493	125	23
	Eldre	1+0+0	1				1
3	0+	9+6+6	41	13 - 70	0,2105	200	21
	Eldre	1+1+1	3				2
4	0+					60	
	Eldre	17+7+7	38	19 - 57	0,3571		63
5	0+	19+10+7	45	38 - 51	0,4717	134	34
	Eldre	12+2+1	15	14 - 16	0,8023		11
5b	0+	6+3+6	75	0 - 789	0,0714	130	58
	Eldre	5+8+4	55	0 - 299	0,1163		42
5c	0+						
	Eldre						
6	0+	3+2+2	14	4-23	0,2105	100	14
	Eldre	1+2+1	20	0 - 211	0,0714		20
2016	Total		613			1176	52,1
1	0+	18+21+11	108	0 - 281	0,1876	250	43
	Eldre	25+10+5	43	41 - 45	0,5769		17
2	0+	10+5+7	38	0 - 94	0,2428	125	30
	Eldre	18+3+0	22	21 - 23	0,8178		18
3	0+	20+10+5	40	40 - 40	0,5	200	20

Heggnes: Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

	Eldre	12+4+5	24	13-119	0,4903		12
4	0+*	2+0+0	2			100	2
	Eldre	23+9+5	40	37 - 43	0,5716		40
5	0+	17+3+4	24	18 - 29	0,7091	134	18
	Eldre	16+15+1	38	12-64	0,4792		28
5b	0+	12+3+1	16	16 - 17	0,738	130	12
	Eldre	23+6+4	34	29 - 28	0,6785		26
5c	0+	10+12+8	112	0 - 418	0,0098	137	82
	Eldre	26+8+4	39	37 - 42	0,6582		28
6	0+	10+6+1	19	14 - 24	0,5459	100	19
	Eldre*	10+0+4	14				14
2015	Total		946			1176	80,4
1	0+	27+16+17	103	24 - 182	0,2508	250	41
	Eldre	23+16+16	118	31 - 205	0,1882		47
2	0+	18+14+6	51	32 - 70	0,3678	125	41
	Eldre	17+5+2	25	24 - 26	0,6879		20
3	0+	8+14+5	57	0 - 231	0,1935	200	29
	Eldre	16+6+6	32	20 - 43	0,4896		16
4	0+*	2+0+1	3			100	3
	Eldre	31+15+14	77	47 - 107	0,3915		77
5	0+*	6+5+8	19			134	14
	Eldre	27+18+11	77	72 - 81	0,3538		57
5b	0+	7+6+5	55	0 - 157	0,139	130	42
	Eldre	13+9+6	41	40 - 42	0,3174		32
5c	0+	18+13+10	69	64 - 74	0,2592	137	50
	Eldre	33+17+9	69	68 - 69	0,4806		50
6	0+	8+11+7	130	0 - 818	0,0714	100	130
	Eldre	12+4+3	20	17 - 24	0,5864		20
2014	Total		222			564	39,4
1	0+						
	Eldre						
2	0+						
	Eldre						
3	0+	21+11+9	53	39 - 67	0,3883	200	27
	Eldre	24+4+4	31	26 - 36	0,7558		16
4	0+						
	Eldre						
5	0+*	1+1+2	4	-	-	134	3
	Eldre	22+10+3	38	35 - 41	0,5858		28
5b	0+	9+4+2	17	16 - 17	0,5413	130	13
	Eldre	25+4+2	31	29 - 33	0,8097		24
5c	0+						
	Eldre						

Heggenes: Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

6	O+	6+3+2	13	12-15	0,4523	100	13
	Eldre	18+9+4	35	34 - 36	0,5158		35
2010	Total		321			850	37,8
1	O+	51+33+17	129	113-145	0,4003	250	52
	Eldre	25+7+5	38	33-43	0,6502		15
2	O+*	2+3+3	8			125	7
	Eldre	4+1+1	6	4-8	0,6429		5
3	O+						
	Eldre						
4	O+	5+1+1	7	6-8	0,7097	100	7
	Eldre	22+5+2	29	28-30	0,7504		29
5	O+	4+3+3	26	5-47	0,1487	125	21
	Eldre	4+3+0	10	6-14	0,4189		8
6	O+	7+3+4	19	3-36	0,3481	100	19
	Eldre	6+3+0	11	10-12	0,5477		11
7	O+	17+8+4	33	32-33	0,5215	150	22
	Eldre	2+1+0	5	3-8	0,3571		3
2009	Total		365			1050	34,8
1	O+	0+0+0	0	-	-	250	0
	Eldre	42+12+13	71	50-92	0,5921		28
2	O+	8+5+3	21	18-25	0,3837	125	17
	Eldre	7+4+5	31	0-74	0,2097		25
3	O+	3+7+5	15	-	-	200	9
	Eldre	13+4+5	24	14-35	0,5253		12
4	O+	1+0+0	1	-	-	100	1
	Eldre	33+12+4	51	50-52	0,6427		51
5	O+	4+6+3	13	-	-	125	10
	Eldre	9+3+3	16	11-21	0,5385		13
6	O+	10+5+0	17	15-20	0,5857	100	17
	Eldre	11+1+2	13	11-16	0,8168		13
7	O+	29+18+9	70	62-77	0,4212	150	47
	Eldre	7+5+3	22	19-25	0,3303		15
2008	Total		685			1050	65,2
1	O+	63+48+18	166	103-230	0,3969	250	66
	Eldre	77+21+10	110	103-117	0,6954		44
2	O+	56+31+25	149	112-187	0,3671	125	119
	Eldre	21+7+5	35	29-40	0,5934		28
3	O+	27+7+6	41	33-48	0,652	200	21
	Eldre	27+3+2	32	30-34	0,8553		16
4	O+	0+2+0	2	-	-	100	2
	Eldre	18+2+2	22	19-24	0,8351		22
5	O+	2+1+1	5	3-8	0,3571	125	4
	Eldre	8+3+0	13	11-14	0,634		10

Heggenes: Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

6	0+	5+3+3	18	7-29	0,2653	100	18
	Eldre	7+4+2	16	12-27	0,4516		16
7	0+	26+17+8	64	54-75	0,4129	150	43
	Eldre	7+3+0	12	9-18	0,5949		8

Vedlegg 3. År, stasjon 5, 5b og 5c utenom kile og i kile (uthevet), aldersgruppe, antall ørret fanget per avfisking, totalt antall ørret estimert, 95% konfidensintervall (CI), fangbarhet, areal avfisket og estimert tetthet av ørret pr. 100 m² etter tre runder med elektrofiske på de tre stasjoner med kiler i Vallaråi.

År	År txt	Stasjon txt	Stasjon nr	Alder	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert new	Konfidens-intervall	Fangbarhet	Fangbarhet new	Areal m ²	Estimert tetthet pr. 100 m ²
Utenfor kiler					17+10+						
2017,0	2017		5	0+	7	42	26-58	0,415		95	44
2017,0	2017		5	eldre	4+3+3	14	-4-32	0,323		95	15
2015,0	2015		5	0+	4+9+4	17	na	na		95	18
2015,0	2015		5	eldre	4+2+2	9	3-15	0,471		95	9
2016,0	2016		5	0+	8+3+4	18	8-28	0,429		95	19
2016,0	2016		5	eldre	5+1+1	7	6-8	0,7		95	7
2014,0	2014		5	0+	0+2+1	5	-22-32	0,231		95	5
2014,0	2014		5	eldre	5+0+0	5	na	1		95	5
2023,0	2023		5	0+	11+7	23	7-39	0,514		95	24
2023,0	2023		5	eldre	6+1	7	6-8	0,875		95	7
					19+16+						
2022,0	2022		5	0+	9	62	30-94	0,333		95	65
2022,0	2022		5	eldre	5+2+4	16	-5-37	0,306		95	17
					11+19+						
2021,0	2021		5	0+	10	40	na	na		95	42
2021,0	2021		5	eldre	3+3+0	6	4-8	0,667		95	6
					-63-						
2017,0	2017	5b		0+	5+3+5	31	125	0,163		100	31
2017,0	2017	5b		eldre	7+5+3	18	8-28	0,429		100	18
2016,0	2016	5b		0+	12+2+1	15	14-16	0,789		100	15
2016,0	2016	5b		eldre	13+4+4	22	18-26	0,583		100	22
2015,0	2015	5b		0+	8+6+3	20	11-29	0,447		100	20
					-52-						
2015,0	2015	5b		eldre	3+6+3	27	106	0,174		100	27
2014,0	2014	5b		0+	10+5+2	17	14-20	0,654		100	17
2014,0	2014	5b		eldre	12+0+0	12	na	1		100	12
					-50-						
2023,0	2023	5c		0+	14+12	56	162	0,265		90	62
2023,0	2023	5c		eldre	7+6	21	-13-55	0,371		90	23
2022,0	2022	5c		0+	5+1+0	6	na	0,857		90	7
2022,0	2022	5c		eldre	6+4+1	11	9-13	0,647		90	12
					36+23+						
2021,0	2021	5c		0+	11	83	64-102	0,442		90	92
2021,0	2021	5c		eldre	15+6+1	22	20-24	0,733		90	24
					14+12+						
2016,0	2016	5c		0+	8	53	12-94	0,286		90	59
2016,0	2016	5c		eldre	6+5+2	14	9-19	0,52		90	16
					22+16+						
2015,0	2015	5c		0+	12	76	31-121	0,298		90	84
2015,0	2015	5c		eldre	8+5+1	14	12-16	0,667		90	16
I kiler											
2017,0	2017		5	0+	2+0+0	2	na	1		39	5

Heggenes: Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

2017,0	2017		5	eldre	15+3+2	20	18-22	0,741	39	51
2016,0	2016		5	0+	2+0+0	2	na	1	39	5
2016,0	2016		5	eldre	8+14+0	22	na	1	39	56
2014,0	2014		5	0+	1+1+0	2	na	1	39	5
2014,0	2014		5	eldre	17+8+3	29	25-33	0,622	39	74
							-311-			
2023,0	2023		5	0+	0+3	4	341	0,1	39	10
2023,0	2023		5	eldre	15+3	18	16-20	0,857	39	46
2022,0	2022		5	0+	14+1+0	15	na	1	39	38
2022,0	2022		5	eldre	19+7+3	30	26-34	0,644	39	77
2021,0	2021		5	0+	7+10+0	17	na	1	39	44
2021,0	2021		5	eldre	9+5+5	25	8-42	0,365	39	64
2017,0	2017	5b		0+	1+0+1	2	na	na	30	7
2017,0	2017	5b		eldre	11+8+4	27	17-37	0,451	30	90
2016,0	2016	5b		0+	1+1+0	2	-3-7	0,667	30	7
2016,0	2016	5b		eldre	9+2+0	27	17-37	0,451	30	90
2015,0	2015	5b		0+	1+1+2	4	na	na	30	13
2015,0	2015	5b		eldre	8+2+3	14	9-19	0,542	30	47
2014,0	2014	5b		0+	0+0+1	1	na	na	30	3
2014,0	2014	5b		eldre	12+4+1	17	16-18	0,739	30	57
							-332-			
2023,0	2023	5c		0+	1+3	6	372	0,103	47	13
2023,0	2023	5c		eldre	14+6	22	15-29	0,667	47	47
2022,0	2022	5c		0+	1+1+0	2	na	1	47	4
2022,0	2022	5c		eldre	13+2+1	16	15-17	0,8	47	34
					6+11+1					
2021,0	2021	5c		0+	1	28	na	na	47	60
2021,0	2021	5c		eldre	11+6+1	18	16-20	0,692	47	38
2016,0	2016	5c		0+	2+1+1	4	1-7	0,571	47	9
2016,0	2016	5c		eldre	14+2+1	17	16-18	0,81	47	36
2015,0	2015	5c		0+	5+2+1	8	6-10	0,667	47	17
2015,0	2015	5c		eldre	16+7+5	25	23-27	0,694	47	53

Vedlegg 4. Stasjon, antall ørekyte fanget, totalt antall ørekyte estimert, konfidensintervall (95%), fangbarhet, areal avfisket og estimert tetthet av ørekyte pr. 100 m² etter tre runder med elektrofiske på stasjoner i Vallaråi fra 2008-2010 og 2014-2023. (* ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold).

År	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidensintervall	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet pr. 100 m ²
2023						
1	0	0		0,508	100	0,0
2	0	0		0,67	150	0,0
3	0	0		0,465	200	0,0
4	4+1	5	4-6	0,833	100	5,0
5	0+2	3	-271-291	0,1	150	2,0
5b						#DIV/0!
5c	8+4	13	7-19	0,667	100	13,0
6	4+1	5	4-6	0,833	100	5,0
2022						
1	19+11	39	18-60	0,508	100	39,0
2	52+9+10	73	68-78	0,67	150	48,7
3	26+20+7	62	48-76	0,465	200	31,0
4	40+30+14	107	80-134	0,398	100	107,0
5	39+17+11	75	63-87	0,515	150	50,0
5b						#DIV/0!
5c	85+40+19	159	144-174	0,539	100	159,0
6	46+22+6	78	71-85	0,617	100	78,0
2021						
1	11+29+3	67	21-113	0,287	200	33,5
2	15+2	17	16-18	0,895	150	11,3
3	2+1+2	6	-3-15	0,385	100	6,0
4	23+17+16	112	-2-226	0,205	100	112,0
5	5+3+6	21	-487-627	0,071	150	14,0
5b						#DIV/0!
5c	26+10+14	70	37-103	0,338	150	46,7
6	3+4+3	20	-33-73	0,2	200	10,0
2017						
1	9+7+3	22	13-31	0,463	250	8,8
2	1	1			125	0,8
3					200	0,0
4					60	0,0
5	1	1			134	0,7
5b	1	1			130	0,8
5c						#DIV/0!
6		-	-	-	100	#VERDI!

Heggenes: Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi høst 2023

2016						
1	29+24+7	77	37 - 116	0,4067	250	31,0
2	1+0+0	-	-	-	125	-
3	2+3+1	11	0 - 34	0,2368	200	6,0
4	2+4+0	-	-	-	100	-
5	4+2+1	-	-	-	134	-
5b	8+6+2	20	47088	0,4189	130	15,0
5c	13+10+3	32	19 - 46	0,4248	137	23,0
6	4+1+0	-	-	-	100	-
2015						
1	28+17+12	77	69 - 85	0,3592	250	31,0
2	0+0+0	-	-	-	125	-
3	0+1+0	-	-	-	200	-
4	4+2+1	-	-	-	100	-
5	1+0+0	-	-	-	134	-
5b	1+0+1	-	-	-	130	-
5c	3+4+2	22	0 - 75	0,1621	137	16,0
6	0+0+0	-	-	-	100	-
2014						
1*	-	-	-	-	250	-
2*	-	-	-	-	125	-
3	0+0+0	-	-	-	200	-
4*	-				100	-
5	6+5+4	33	30 - 36	0,1813	134	25,0
5b	3+0+1	-	-	-	130	-
5c*	-	-	-	-	137	-
6	0+0+0	-	-	-	100	-
2010						
1	15+16+13	238	0-724	0,0659	250	95,0
2	0+0+0	-	-	-	125	-
3*	-	-	-	-	200	-
4	6+6+7	-	-	-	100	-
5	24+9+3	38	37-39	0,634	125	30,0
6	1+1+1	-	-	-	100	-
7	0+2+0	-	-	-	150	-
2009						
1	7+1+3	11	42826	0,6316	250	4,0
2	1+1+0	-	-	-	125	-
3	0+0+0	-	-	-	200	-
4	6+3+0	11	45270	0,5476	100	11,0
5	23+8+7	41	31-52	0,5463	125	33,0
6	3+2+1	8	45176	0,3947	100	8,0
7	3+0+1	-	-	-	150	-

2008						
1	32+35+21	146	141-150	0,4242	250	58,0
2	0+0+0	-	-	-	125	-
3	1+0+0	-	-	-	200	-
4	6+3+2	13	42339	0,4524	100	13,0
5	43+18+9	76	73-79	0,5618	125	61,0
6	0+0+0	-	-	-	100	-
7	1+3+2	-	-	-	150	-

Vedlegg 5. Vannføring (m^3/s^{-1}) og vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$) ved elektrofisket i Vallaråi fra 2008-2010 og 2014-2016. (* : ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold; - : data mangler).

2023	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Stasjon 1	5	4
Stasjon 2	5	4
Stasjon 3		
Stasjon 4	5	4,5
Stasjon 5	5	4,5
Stasjon 5b		
Stasjon 5c	5	3
Stasjon 6	5	8
2022	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Stasjon 1	6	14
Stasjon 2	6	12
Stasjon 3	6	12
Stasjon 4	6	15
Stasjon 5	6	15
Stasjon 5b		
Stasjon 5c	6	14
Stasjon 6	6	14
2021	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Stasjon 1	4	7
Stasjon 2	4	10
Stasjon 3	15	10
Stasjon 4	4	9
Stasjon 5	4	6
Stasjon 5b		
Stasjon 5c	4	7
Stasjon 6	4	10
2017	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Stasjon 1	4	7
Stasjon 2	4	4
Stasjon 3	4	7
Stasjon 4	4	7
Stasjon 5	4	7
Stasjon 5b	4	4
Stasjon 5c	4	*
Stasjon 6	4	4
2016 høst	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Stasjon 1	5-6	10,8

Stasjon 2	5-6	12,0
Stasjon 3	5-6	12,2
Stasjon 4	5-6	11,9
Stasjon 5	5-6	11,7
Stasjon 5b	5-6	12,4
Stasjon 5c	5-6	11,6
Stasjon 6	5-6	11,8
2015		
Stasjon 1	3	-
Stasjon 2	3	5,3
Stasjon 3	3	-
Stasjon 4	3	-
Stasjon 5	3	4,7
Stasjon 5b	3	4,7
Stasjon 5c	3	4,7
Stasjon 6	3	4,7
2014		
Stasjon 1	*	*
Stasjon 2	*	*
Stasjon 3	lav	9,5
Stasjon 4	*	*
Stasjon 5	lav	12,2
Stasjon 5b	lav	12,2
Stasjon 5c	*	*
Stasjon 6	lav	11,1
2010		
Stasjon 1	3	-
Stasjon 2	3	3,0
Stasjon 3	*	*
Stasjon 4	3	-
Stasjon 5	3	-
Stasjon 6	3	-
Stasjon 7	3	3,0
2009		
Stasjon 1	6	9,0
Stasjon 2	6	9,0
Stasjon 3	6	9,0
Stasjon 4	6	9,0
Stasjon 5	6	9,0
Stasjon 6	6	9,0
Stasjon 7	6	9,0

2008		
Stasjon 1	-	8,0
Stasjon 2	-	8,0
Stasjon 3	-	8,0
Stasjon 4	-	-
Stasjon 5	-	-
Stasjon 6	-	9,0
Stasjon 7	-	-

Vedlegg 6. Stasjon, alder, antall ørret fanget på hver avfisket runde, totalt antall ørret estimert \pm SE, konfidensintervall (95 %), fangbarhet, areal avfisket (m^2) og estimert tetthet av ørret per 100 m^2 etter 3 gangers avfisking på 5 stasjoner i Kivleåi 2020. Spørsmålsteget angir at data er for usikre for estimering, og direkte fangst er brukt som absolutt minimum tetthet.

Stasjon	År	Alder	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidens- intervall	Fangbarhet	Areal m^2	Estimert tetthet 0+ pr. 100 m^2	Estimert tetthet eldre pr. 100 m^2	Estimert tetthet totalt pr. 100 m^2
1	2020	0+	16+20+10	102	-97 - 302	0,18	150	68,0		
1	2020	Eldre	6+6+5	74	-3 - 151	0,08	150		49,3	117,3
2	2020	0+	19+7+6	35	26 - 44	0,53	150	23,3		
2	2020	Eldre	6+4+1	13	9 - 17	0,49	150		8,7	32,0
3	2020	0+	8+4+3	18	15 - 22	0,43	150	12,0		
3	2020	Eldre	6+4+2	16	13 - 18	0,4	150		10,7	22,7
4	2020	0+	9+3+3	16	11 - 21	0,54	162	9,9		
4	2020	Eldre	10+6+5	30	22 - 39	0,32	162		18,5	28,4
5	2020	0+	17+14+8	61	38 - 85	0,29	200	30,5		
5	2020	Eldre	6+6+5	74	-3 - 151	0,08	200		37,0	67,5
1	2021	0+	14+10+5	35	22-48	0,433	50	70,0		
1	2021	Eldre	18+10+8	46	27-65	0,391	50		92,0	162,0
2	2021	0+	44+27+18	116	84-148	0,382	120	96,7		
2	2021	Eldre	33+18+11	76	63-89	0,5	120		63,3	160,0
3	2021	0+	28+8+7	46	40-52	0,581	62,5	73,6		
3	2021	Eldre	25+12+7	49	40-58	0,518	62,5		78,4	152,0
4	2021	0+	32+21+15	94	58-130	0,345	100	94,0		
4	2021	Eldre	26+13+9	57	42-72	0,453	100		57,0	151,0
5	2021	0+	49+53+38	422	-105-949	0,126	135	312,6		
5	2021	Eldre	50+34+23	151	102-200	0,335	135		111,9	424,4
1	2022	0+	38+21+16	97	69-125	0,387	100	97,0		
1	2022	Eldre	13+11+10	75	43-193	0,181	100		75,0	172,0
2	2022	0+	29+12+11	62	46-98	0,448	200	31,0		
2	2022	Eldre	3+3+2	6	3-9	0,6	200		3,0	34,0
3	2022	0+	40+19+18	71	71-131	0,377	150	47,3		
3	2022	Eldre	8+8+5	33	-1-67	0,28	150		22,0	69,3
4	2022	0+	66+36+35	206	176-236	0,304	135	152,6		
4	2022	Eldre	27+22+11	80	51-109	0,366	135		59,3	211,9
5	2022	0+	30+27+18	134	41-227	0,238	80	167,5		
5	2022	Eldre	9+6+5	27	8-46	0,351	80		33,8	201,3

8. Litteratur

- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. (2003) Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research*, **62**, 143-170.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. (1989) Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia*, **173**, 9-43.
- Bohlin, T., Sundström, L., Johnsson, J., Höjesjö, J. & Pettersson, J. (2002) Density-dependent growth in brown trout: effects of introducing wild and hatchery fish. *Journal of Animal Ecology*, **71**, 683-692.
- Borgstrom, R., Museth, J. & Brittain, J.E. (2010) The brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, vre Heimdalsvatn: long-term changes in population dynamics due to exploitation and the invasive species, European minnow (*Phoxinus phoxinus*). *Hydrobiologia*, **642**, 81-91.
- Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (1987) *Fisk i ferskvann Økologi og forvaltning*. Landbruksforlaget, Oslo.
- Elliott, J.M. (2009) Validation and implications of a growth model for brown trout, *Salmo trutta*, using long-term data from a small stream in north-west England. *Freshwater Biology*, **54**, 2263-2275.
- Elliott, J.M. (2015) Density-dependent and density-independent growth in a population of juvenile sea-trout, *Salmo trutta*, assessed using long-term data from a small stream in Northwest England. *Freshwater Biology*, **60**, 336-346.
- Elliott, J.M. & Elliott, J.A. (2010) Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology*, **77**, 1793-1817.
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. (2001) Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and energy units. *Freshwater Biology*, **46**, 679-692.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (2011) El-fiskemetodikk Gamle problemer og nye utfordringer. *NINA rapport* (ed. N.i.f.n. NINA), pp. 78. NINA, Norsk institutt for naturforskning, NINA Trondheim.
- Garner, P., Clough, S., Griffiths, S., Deans, D. & Ibbotson, A. (1998) Use of shallow marginal habitat by *Phoxinus phoxinus*: a trade-off between temperature and food? *Journal of Fish Biology*, **52**, 600-609.
- Gjestvang, A. & Solheim, K. (2022) Ørret i strømnettet: Hvordan vannkraft reduserer veksten av brunørret. Bachelor Bachelor, Universitetet i Sørøst-Norge.
- Guggedal, I.K. (2022) Endringer i elvehabitat som følge av effektkjøring: Tetthet og vekst hos ørret (*Salmo trutta*) i Vallaråi påvirket av endret temperaturgradient. Master of Science Master of Science, University of South-Eastern Norway.
- Halari, M., Olsen, D.A. & Sydtveit, H. (2005) Fish recruits in Bøelva, Telemark. *Assignment 4311 Methods in Fish and Wildlife Biology*, pp. 41. Telemark University College-AF, Telemark University College-AF, Bø.
- Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V., Fjeldstad, H.P. & Kohler, B. (2003) Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications*, **19**, 589-603.
- Heggenes, J. (2002) Flexible summer habitat selection by wild, allopatric brown trout in lotic environments. *Transactions of the American Fisheries Society*, **131**, 287-298.
- Heggenes, J. (2019) Undersøkelser av ungfisk til ørret og laks i Tinnelva ved Tinfos, Telemark, høst 2018. *USN Skrift* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 26. University of South-Eastern Norway, Bø i Telemark.
- Heggenes, J. (2023a) Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi og Kivleåi høst 2020-2022. *USN Skrift* (ed. U.i. Sørøst-Norge), pp. 69. Universitetet i Sørøst-Norge, Universitetet i Sørøst-Norge Campus Bø.
- Heggenes, J. (2023b) Vurdering av effektkjøring og endret vanntemperatur på produksjon og vekst hos ungfisk av ørret i Vallaråi. *Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge* (ed. U.i. Sørøst-Norge), pp. 50. Universitetet i Sørøst-Norge, Universitetet i Sørøst-Norge.
- Heggenes, J., Bagliniere, J.L. & Cunjak, R.A. (1999) Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S-trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish*, **8**, 1-21.
- Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. (2011) Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. *HiT skrift*, pp. 52. Telemark University College, Porsgrunn, Norway.

- Heggenes, J., Bergan, F., Lydersen, E. & Sageie, J. (2012) Rehabilitering av elvehabitat i Vallaråi, Seljord i Telemark: Forslag til tiltak. *HiT skrift*, pp. 63. Telemark University College, Porsgrunn, Norway.
- Heggenes, J., Kløcker, L. & Støylen, A. (2000) Bunndyr, bestandsstruktur, tetthet og ernæring til ørret i Måna elv, Telemark, 1994-1998. *LFI Reports* (ed. L.o.F.E.a.I.F. (LFI)). University of Oslo, Oslo.
- Heggenes, J., Roed, A. & Torp, J.D. (2018) Effekt av elvbreddskiler på tetthet og størrelse til ørret i Vallaråi, Seljord i Telemark. *USN Skriftserien* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 88. University of South-Eastern Norway, Bø i Telemark.
- Hvidsten, N.A. (2010) Smolt og ungfiskundersøkelser i Skiensvassdraget – Smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. *NINA rapport*, pp. 31. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Irvine, R.L., Oussoren, T., Baxter, J.S. & Schmidt, D.C. (2009) The effects of flow reduction rates on fish stranding in British Columbia, Canada. *River Research and Applications*, **25**, 405-415.
- Kasperson, R. & Höjesjö, J. (2009) Density-dependent growth rate in an age-structured population: a field study on stream-dwelling brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology*, **74**, 2196-2215.
- Kildal, Ø. (2012) Kildal, Ø. (2013). Miljøtiltak i Vallaråi – Sluttrapport for tiltak utført i fase 1. Sundsbarm Kraftverk. . 2012 (ed. S.E. AS), pp. 11. Skagerak Energi AS, Skien.
- Kildal, Ø. (2013) Miljøtiltak i Vallaråi – Sluttrapport for tiltak utført i fase 2. Sundsbarm Kraftverk. *Skagerak Energi AS* (ed. S.E. AS), pp. 11. Skagerak Energi AS, Skien.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. (2003) Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, **12**, 1-59.
- Kraabøl, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S.I., Pavels, H. & Saltveit, S.J. (2015) Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandaksdeltaet - Sluttrapport for perioden 2010-2013. *NINA rapport* (ed. N.i.f. naturforskning). Norsk institutt for naturforskning, NINA, Lillehammer.
- Lobon-Cervia, J. (2009) Recruitment as a driver of production dynamics in stream-resident brown trout (*Salmo trutta*). *Freshwater Biology*, **54**, 1692-1704.
- Lobón-Cervía, J. (2007) Density-dependent growth in stream-living Brown Trout *Salmo trutta* L. *Functional Ecology*, **21**, 117-124.
- Museth, J., Borgstrom, R. & Brittain, J.E. (2010) Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, vre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia*, **642**, 93-100.
- Museth, J., Dervo, B., Brabrand, Å., Heggenes, J., Karlsson, S. & Kraabøl, M. (2018) Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. *NINA rapport* (ed. N.I.f.N. (NINA)), pp. 102. Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Trondheim.
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B. & Ugedal, O. (2007) The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology*, **71**, 184-195.
- Nagrodski, A., Raby, G.D., Hasler, C.T., Taylor, M.K. & Cooke, S.J. (2012) Fish stranding in freshwater systems: Sources, consequences, and mitigation. *Journal of Environmental Management*, **103**, 133-141.
- Orpwood, J.E., Magurran, A.E., Armstrong, J.D. & Griffiths, S.W. (2008) Minnows and the selfish herd: effects of predation risk on shoaling behaviour are dependent on habitat complexity. *Animal Behaviour*, **76**, 143-152.
- Roed, A. & Torp, J.D. (2017) Elverestaurering i Vallaråi, Seljord i Telemark. Effekter av elverestaurering på tetthet og vekst av brunørret (*Salmo trutta*). Master of Science Master of Science, University College of South east Norway.
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. & Harby, A. (2001) Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers-Research & Management*, **17**, 609-622.
- Schartum, E., Pavels, H., Saltveit, S.J. & Heggenes, J. (2022) Naturlig rekruttering og utvandring av smolt i elver til Norsjø. Årsrapport for 2021. *NHM Notat* (ed. U.i.O. Naturhistorisk Museum), pp. 53. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.

- Solhøy, H. (1992) Tettheter av laks og ørret i Bøelva og Heddøla. *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, pp. 22. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Van Deventer, J.S. (1989) *Microcomputer software system for generating population statistics from electrofishing data: user's guide for Microfish 3.0*. US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Venables, V.M. & Smith, D.M. (2012) *An introduction to R. Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics Version 2.15.2*. R Core Team.

**Elektrofiske og
ungfiskundersøkelser i
Vallaråi høst 2023**
Jan Heggenes

**Skriftserien fra Universitetet i
Sørøst-Norge nr. 141**

ISSN 2535-5325
ISBN 978-82-7206-833-1

usn.no