

Ingeborg Kalbekkdalen Guggedal

Endringer i elvehabitat som følge av effektkjøring

Tetthet og vekst hos ørret (*Salmo trutta*) i Vallaråi påvirket av endret temperaturgradient



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for teknologi, naturvitenskap og maritime fag
Institutt for natur, helse og miljø
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2022 Ingeborg K. Guggedal

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

Vannkraft har blitt den viktigste kilden til norsk kraftproduksjon. Dette på grunn av at vi har svært mange vassdrag det er mulig å benytte til dette formålet. På grunn av økt etterspørsel av ren energi, benytter flere regulanter som driver magasinkraftverk seg av effektkjøring. Konsekvensene av denne metoden vil være varierende etter hvor kraftverket er plassert. Særlig dersom vannet som har gått gjennom kraftverket må gjennom en elv før det kommer til eksempelvis en innsjø. Denne metoden fører til periodevis store svingninger i vannstand nedstrøms kraftverket.

I Vallaråi, Seljord, har det foregått undersøkelser for å finne ut hvordan den fiskebiologiske tilstanden har utviklet seg siden 2008. Disse undersøkelsene er gjort ved blant annet elektrofiske. I perioden 2008-2010 ble 7 stasjoner avfisket. Disse stasjonene ble valgt med tanke på morfologi og plassering langs elvebredden. I 2012 ble det satt i gang restaureringstiltak i den øvre delen av elva, med mål om å forbedre fiskehabitat for områder som er negativt påvirket av effektkjøringen. Disse tiltakene var elvebreddskiler, steinsetting og fjerning av grusøyr/senkning av elvebunn. For å overvåke de langsiktige resultatene av tiltakene ble det opprettet to nye stasjoner. En annen stasjon ble fjernet grunnet ødeleggelse. Overvåkingen etter tiltak har foregått i perioden 2014-2017 samt feltsesongen 2021. Restaureringstiltak er et noe stadig flere benytter seg av for å bedre habitat i vassdrag som er påvirket av negative konsekvenser i forbindelse med vannkraftproduksjon. Det er likevel gjort lite forskning på området, slik at langsiktige undersøkelser som det er snakk om i denne oppgaven, er relativt sjeldne.

I 2020 ble det også startet fiskebiologiske undersøkelser i Kivleåi, som også ble fortsatt i 2021. Dette er sideelva til Vallaråi, og det vil være nyttig å sammenligne resultatene fra de to elvene. Kivleåi er ikke påvirket av menneskelige forstyrrelser i nevneverdig grad, og fungerer derfor godt som et kontrollområde.

Når en ser på temperaturer og tettheter av ørret, var det høsten 2021 en total gjennomsnittlig temperatur i Vallaråi på 8,6 °C. I Kivleåi var total gjennomsnittlig temperatur på 12,3 °C.

Tettheten av ørret var dette året ganske mye høyere i Kivleåi (77 individer/100 m² (±SD 20,9) enn i Vallaråi (55 individer/100 m² (±SD 42,2). Denne trenden ser vi også gjennom alle periodene med bestandsundersøkelser. Her er tettheten av ørret i Kivleåi også høyere (53 individer/100 m² (±SD 34,1) enn i Vallaråi (31 individer/100 m² (±SD 27,6). Temperaturene var også gjennomsnittlig høyere i Kivleåi (8,6 °C) enn i Vallaråi (9,4 °C) gjennom alle periodene med undersøkelser. Det er sannsynlig at det er temperaturmessige forskjeller som påvirker tettheten i de to elvene.

Den dominerende arten både i Kivleåi og i Vallaråi er ørret. Etter restaureringstiltakene har denne arten hatt god vekst i sistnevnte elv. Stasjon 5 er den stasjonen som dekker området med kilene best. Her var tettheten av 0+ på 12 individer/100 m² (±SD 8,6) før tiltak. Etter restaureringen er tettheten på den samme stasjonen, og samme gruppe økt til 30 individer/100 m² (±SD 31,4). Når det gjelder eldre fisk har det også her vært en økning i tetthet fra 10 individer/100 m² (±SD 2,5) til 30 individer/100 m² (±SD 16,6). Dette viser en stor oppgang i tetthet for begge størrelseskategorier der begge er mer enn doblet.

Stasjon 4 er den stasjonen som i størst grad ligger i tilknytning til det steinsatte området. For 0+ har tettheten økt fra 3 individer/100 m² (±SD 3,2), til en tetthet på 29 individer/100 m² (±SD 53,7) etter restaureringstiltak. Når det gjelder tetthet hos eldre individer var det også en økning. Denne økningen var fra 27 individer/100 m² (±SD 22,4) før restaurering, til 64 individer/100 m² (±SD 17,2) etter restaureringstiltak. Dette viser at steinsettingen sannsynligvis her en positiv effekt på ørretbestanden på dette området.

Stasjon 6 befinner seg nedstrøms det nedsenkede elvebunnsområdet. Tetthet av 0+ på stasjonen i tiden etter restaureringstiltakene har hatt en kraftig økning til 62 individer/100 m² (±SD 63,4), fra en tetthet på 18 individer/100 m² (±SD 1,0) før tiltak. Tettheten av eldre fisk på stasjonen viser også en positiv effekt etter restaureringen. Den har økt fra 13 individer/100 m² (±SD 2,5), til 26 individer/100 m² (±SD 12,1).

Ut fra nåværende resultater, ser det ut til at de kalde sommertemperaturene hindrer vekst hos fisk i Vallaråi. Situasjonen er ikke kritisk for bestanden, men en bør se videre på mulige tiltak for å jevne ut temperaturfluktuasjonene. Når det kommer til restaureringstiltakene, ser det ut til at disse derimot har en positiv effekt for fisken. Kilene er gode oppvekstområder både for små og større fisk. For å unngå at resultatene fra undersøkelsene blir påvirket av naturlige bakgrunnsvariasjoner, er det å foretrekke lengre tidsserier. Det er derfor foretrukket at undersøkelsene også fortsetter frem i tid. Dette gjelder også i Kivleåi, der undersøkelsene helst bør foregå i minst en treårsperiode for å få best mulig sammenligningsgrunnlag.

Abstract

Hydroelectric power has become the most important source of Norwegian power production because of the significant number of watercourses suitable for this purpose in this country. Due to an increasing demand for clean energy, several power production companies use the method hydropeaking. The consequences of this method will vary depending on where the hydroelectric powerplant is situated. Especially if the water passing through the powerplant must flow downstream a river before entering, say a lake. This method leads to major fluctuations in discharge and water levels.

Investigations to find how the biological status has developed in Vallaråi has been ongoing since 2008. These examinations are made, by among other things, using the method electrofishing. In the period of 2008-2010, seven stations were sampled. These stations were chosen with morphology and location along the riverbank in mind. In 2012 restoration measures were initiated in the upper part of the river with the aim of improving the fish habitat negatively influenced by hydropeaking. These measures were riverbank counter-current wedges and lowering of the riverbed. Bigger boulders were also placed in the river as a restoration measure. This was done to improve fish habitat and increase the amount of hiding places. To monitor the long-term results of the measurements two new stations were established, and one removed because of destruction. The surveillance post measurements have been ongoing in the period of 2014-2017 and in the field season of 2021. Restoration measures is something an increasing number take advantage of to improve the habitat in water streams influenced by negative consequences linked to the production of hydroelectric power. Still, little research is done in this field. Because of that, there are not so many related studies.

In 2020 biological surveys was also started in Kivleåi, continued in 2021. This is the tributary of Vallaråi, and it will be useful to compare the results from the two rivers. Kivleåi is not affected by human disturbances to any appreciable degree, and therefore functions well as a control area.

When looking at temperatures and densities of trout, in the autumn of 2021 the total

average temperature in Vallaråi was 8.6 °C. In Kivleåi, the total average temperature was 12.3 °C.

The density of trout this year was quite much higher in Kivleåi (77 individuals / 100 m² (± SD 20.9) than in Vallaråi (55 individuals / 100 m² (± SD 42.2). We also see this trend throughout all periods with biological surveys. The density of trout in Kivleåi is also higher (53 individuals / 100 m² (± SD 34.1) than in Vallaråi (31 individuals / 100 m² (± SD 27.6). The temperatures were also higher on average in Kivleåi (8, 6 °C) than in Vallaråi (9.4 °C) during all periods of surveys, it is likely that there are temperature differences that affect the difference in density in the two rivers.

The dominant species in both Kivleåi and Vallaråi is trout. Following the restoration measures, this species has had good growth in the latter river. Station 5 is the station that covers the area with the riverbank counter-current wedges best. Here, the density of 0+ was 12 individuals / 100 m² (± SD 8.6) before measures. After restoration, the density at the same station and the same group is increased to 30 individuals / 100 m² (± SD 31.4). In the case of older fish, there has also been an increase in density from 10 individuals / 100 m² (± SD 2.5) to 30 individuals / 100 m² (± SD 16.6). This shows a large increase in density for both size categories, where both are more than doubled.

Station 4 is the station that lays in the same area as the boulders where put. For 0+, the density has increased from 3 individuals / 100 m² (± SD 3.2) to a density of 29 individuals / 100 m² (± SD 53.7) after restoration measures. In terms of density in older individuals, there was also an increase. This increase was from 27 individuals / 100 m² (± SD 22.4) before restoration, to 64 individuals / 100 m² (± SD 17.2) after restoration measures. This shows that boulders in the riverbed probably has a positive effect on the trout population in this area.

Station 6 is located downstream of the submerged riverbed area. Density of 0+ at the station in the time after the restoration measures has had a sharp increase to 62 individuals / 100 m² (± SD 63.4), from a density of 18 individuals / 100 m² (± SD 1.0) before measures. The density of older fish at the station also shows a positive effect

after the restoration. It has increased from 13 individuals / 100 m² (\pm SD 2.5) to 26 individuals / 100 m² (\pm SD 12.1).

Based on current results, it appears that the cold summer temperatures are hindering the growth of fish in Vallaråi. The situation is not critical for the stock, but one should look further at possible measures to even out the temperature fluctuations. When it comes to the restoration measures, it seems that these, on the other hand, have a positive effect on the fish. The wedges are good rearing areas for both small and larger fish. To avoid that the results of the survey are affected by natural background variations, longer time series are preferable. It is therefore preferred that the investigations continue well into the future. This also applies in Kivleåi, where the surveys should preferably take place for at least a three-year period to obtain the best possible basis for comparison.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	6
Innholdsfortegnelse	9
Forord	11
1 Innledning	13
2 Material og metode	18
2.1 Områdebeskrivelse	18
2.2 Hydrofysisk tilstand i Vallaråi - inngrep og tiltak.....	19
2.3 Fiskebiologiske undersøkelser	22
2.4 Behandling av data og statistiske analyser	25
3 Resultater	27
3.1 Fangst og artssammensetning over tid: 2008-2021	27
3.2 Lengdefordeling – ørret.....	29
3.3 Tettheter – ørret.....	31
3.4 Lengdefordeling – ørekyte	33
3.5 Tetthet – ørekyte	35
3.6 Vannføringer og vanntemperaturer i Vallaråi og Kivleåi	37
4 Diskusjon	41
4.1 Begrensende faktorer for fiskebestanden	41
4.1.1 Temperatureffekter av regulering	41
4.1.2 Mulige tiltak i forbindelse med temperaturfluktuasjoner	42
4.1.3 Direkte effekter av effektkjøring	43
4.1.4 Intra- og interspesifikk konkurranse	44
4.1.5 Vannkvalitet basert på abiotiske faktorer.....	45
4.2 Kivleåi	46
4.3 Effekter av restaureringstiltak.....	48
4.3.1 Den umodifiserte delen av Vallaråi	48
4.3.2 Elvebreddskiler	49
4.3.3 Steinsetting51	
4.3.4 Senkning av grusøyr.....	51
4.4 Mulige feilkilder	52

4.4.1	Utfordringer basert på morfologi.....	52
4.4.2	Vannføring og temperatur.....	53
4.5	Forslag til videre studie på området.....	53
5	Konklusjon	55
	Referanser/litteraturliste.....	56
6	Figurer og tabeller	62
6.1	Figurer	62
6.2	Tabeller.....	62
7	Vedlegg	64
7.1	Vedlegg 1: Artssammensetning og årsklasser/lengdefordeling for ørret.....	64
7.2	Vedlegg 2. Gjennomsnittslengder for ørret og ørekyte.....	70
7.3	Vedlegg 3. Lengdefordeling per stasjon for ørret høsten 2021.....	77
7.4	Vedlegg 4. Tettheter av ørret og ørekyte	89
7.5	Vedlegg 5. Vannføring og vanntemperatur	99

Forord

Denne masteroppgaven er den avsluttende delen på mastergraden min i natur-, helse- og miljøvern ved institutt for natur-, helse- og miljø (INHM) ved Universitetet i Sørøst Norge campus Bø. Oppgaven tilsvarer i sin helhet 60 studiepoeng. Veilederen min som har hjulpet meg gjennom arbeidet med dette prosjektet er professor Jan Heggenes.

Grunnen til at jeg valgte det temaet jeg gjorde var at det virket svært spennende da jeg er oppvokst i en kommune der det produseres mye vannkraft, og jeg ønsket å finne ut mer om hvilke biologiske utfordringer vannkraftutbygging kan føre med seg. Oppgaven er en videreføring av et pågående prosjekt ved USN, og er bygget på resultat som ble innsamlet i 2021 i forbindelse med denne oppgaven samt resultater fra tidligere undersøkelser.

Jeg ønsker først og fremst å rette en stor takk til veileder Jan Heggenes for veiledning underveis i prosjektet, og regulanten Skagerak kraft AS for stopp i kraftverket under arbeidet med elektrofisket i Vallaråi. Ellers ønsker jeg også å takke masterstudent Knut Midttun som bidro på feltarbeid en av dagene og USN for lån av nødvendig utstyr. Sist men ikke minst ønsker jeg å rette en stor takk til venner, kjæreste og familie for gode råd og korrekturlesing. Bilder uten kildehenvisning er tatt av forfatter.

Universitetet i Sørøst Norge

Bø 18/05/2022

Ingeborg Kalbekkdalen Guggedal

1 Innledning

Elektrisitet har i dagens samfunn blitt en selvfølge, og noe vi har gjort oss stadig mer avhengige av i takt med den moderne samfunnsutviklingen. Dette har ført til at vannkraft gjennom de siste snart 150 årene har fått stadig større betydning for den norske verdiskapningen. Hele 25% av vannkraften som produseres i Europa blir produsert i Norge (Miljødirektoratet 2020). Vannkraft har blitt den viktigste kilden til norsk kraftproduksjon da vi i dette landet har svært mange vassdrag det er mulig å benytte til dette formålet (NVE, 2020). Totalt sett er 70% av de største vassdragene i Norge berørt av vannkraftutbygging, og 90% av den totale kraftproduksjonen i landet kommer fra nettopp vannkraft (Miljødirektoratet 2020; Statkraft 2022). I en verden som i stadig større grad retter søkelyset på en bærekraftig utvikling, er det heller ingen ulempe at vannkraft blir regnet for å være en fornybar ressurs. Det gjør at vi også i fremtiden har en grønn kilde til energi. Med dagens spådommer om klimaendringene i Norge, som sannsynligvis vil innebære mer nedbør, ser det ut som vannkraften i Norge vil fortsette å være den sentrale ressursen i den totale norske kraftproduksjonen (Koestler et al., 2019; Regjeringen 2021). Endringer vi allerede kan se antydninger til i dag, er økt nedbør i løpet av året jevnt fordelt over hele landet, noe som igjen fører til økt tilsig til vannkraftverkene. Dette viser at å utnytte vannressurser til energiformål vil fortsette å være svært viktig også i fremtiden (Koestler et al., 2019).

Selv om vannkraft er en av de reneste kildene vi har når det kommer til energiutvinning, finnes det også mindre positive sider. Konsekvenser av vannkraftutbygging vil selvsagt være av ulik art. Forskjeller på viktige parametere som landskap og strategi for hvordan kraftverkene skal kjøres vil være varierende. Vannkraftutbygging krever først og fremst større naturinngrep i oppstartsfasen (Bazilchuk 2018). Det er viktig å skille mellom to former for vannkraftverk. Den ene er elvekraftverk der kraftverket befinner seg i en elv, og utnytter vannet som renner der kontinuerlig (Bjørsvik, Nynäs & Faugli 2013). Den andre formen for vannkraftverk er kraftverk som baserer seg på magasinert vann. Magasinkraftverk vil kunne regulere mengden vann som kommer inn i kraftverket på en annen måte, og benytter seg av fallhøyde (Bjørsvik, Nynäs & Faugli 2013). Sistnevnte vil ha betydning for vannføringsregime nedstrøms kraftverket da denne formen for vannkraft benytter seg av vannmasser som blir tilført fra andre lokaliteter.

Temperaturen i elver som blir påvirket av magasinkraftverk, vil kunne bli svært annerledes enn det den naturlig ville vært. Når et kraftverk som bruker magasinerte vannmasser kjøres, vil temperaturregimet bli snudd opp ned i forhold til hvordan det naturlig ville vært. Om vinteren får vi en positiv sammenheng der økende vannføring gir høyere temperaturer og motsatt ved lavere vannføring. En vil også merke forskjell om sommeren da temperaturregimet kan sies å ha en negativ sammenheng. Det vil si at vanntemperaturene vil være lavere enn naturlig ved høy vannføring og høyere ved lav vannføring (Bakken et al., 2016).

Når det kommer til miljøkostnadene ved en kraftverksutbygging, vil disse være store. Dette gjelder selv om selve produksjonen er grønn (Peake 2018). Påvirkningen på nærområdene er stor, og en vil få oppstyking av natur blant annet på grunn av bygging av anleggsveier og kraftlinjer i forbindelse med selve kraftverket. I tillegg vil det ved vannkraft som baserer seg på magasinert vann, være tap av landareal som et resultat av neddemming av store områder (Bazilchuk 2018).

I Norge i dag styres ikke produksjonen av energi ved hjelp av vannkraft kun med tilgang på vann, men også etter etterspørsel og gunstig pris. Dette fører til at mange norske kraftverk benytter seg av effektkjøring, for at produksjonen skal være mest mulig lønnsom. Effektkjøring innebærer at vannkraftverk startes opp og produserer opp mot maksimalt, for så å kjøres ned eller stenges i løpet av kort tid, ofte over døgnet. Dette er en tilpassing til høye priser på dagen, men lavere på natten. Denne strategien gjør at vannføringen i regulerte vassdrag endres svært raskt periodevis når pris og etterspørsel er på sitt mest gunstige (Bakken et al., 2016). Slike raske og betydelige vannstandsendringer kan ha betydelige negative konsekvenser for livet nedstrøms kraftverket. Miljøkonsekvensene av effektkjøring vil uansett være betydelig større nedstrøms kraftverket i tilfeller der vannet fra kraftverket slippes ut i en elv enn dersom det slippes direkte ut i en innsjø magasin eller fjord (NVE, 2020).

De biologiske konsekvensene vil være av ulik art alt etter hvilken kraftverkstype vi ser på. Steder med elvekraftverk vil en hovedsakelig ha som utfordring at sjøørret og laks skal komme seg forbi kraftverket slik at de kommer seg opp til respektive gyteområder. (Wehus 2021). Ved magasinkraftverk vil en ha flere parametere som vil påvirke den

biologiske tilstanden. Vanlige utfordringer er økt vannføring og vanntemperatur vinterstid og motsatt sommerstid, samt færre større flommer vil påvirke leveområdene til fisk og andre organismer som lever i påvirket elv (Bakken et al. 2016). Effektkjøring av magasinkraftverk vil kunne forsterke denne effekten, og endringer i temperaturregime og strømningsforhold kan føre til langsiktige konsekvenser for det biologiske mangfoldet. Raske endringer kan føre til utvasking av strandsone samt endringer i dyp (Bakken et al. 2016). Habitatdegradering kan være en alvorlig konsekvens av langvarige endringer i vassdrag og som påvirker det biologiske mangfoldet i negativ retning, og noe en absolutt bør prøve å unngå. Det er flere ulike parametere som kan forringe kvaliteten i et vassdrag. Dersom en ikke tar nok hensyn til det biologiske mangfoldet i området, kan vassdragsregulering være en av faktorene som kan føre til dette (Bakken et al., 2016). Etersom de fleste akvatiske organismer er vekselvarme, vil endringer i temperatur også kunne ha en direkte effekt på vekst og utvikling til disse organismene (Elliott & Elliott 2010).

I vassdrag der regulanten benytter seg av effektkjøring, vil det være større sannsynlighet for at variasjonen i vannstand kan føre med seg negative effekter som stranding/tørrlegging av bunndyr og fisk, og/eller tørrlegging av gytearealer som vil være svært negativt for fiskepopulasjonen i den aktuelle elva (Harby et al. 2004; Kraabøl & Thomassen 2017). Resultater fra undersøkelser gjort i Nidelva i Trondheim viser at det ved effektkjøring ikke bare er vannstanden som vil være i rask endring. Vanntemperaturen har vist seg å endres med samme hastighet parallelt med vannstandsendingene i vassdrag som er påvirket av kraftverk som tapper fra magasin (Bakken et al., 2016). Det er generelt gjort relativt lite forskning på hva effektene av endringer i temperaturregimet som følge av effektkjøring har å si for eksempel for fiskebestandene (Kraabøl & Thomassen, 2017).

Risikoen for de største konsekvensene som følge av temperaturendringer for fisk, i norske vassdrag mest laks (*Salmo salar*) og ørret (*Salmo trutta*), som lever i et regulert og effektkjørt vassdrag, kan være størst om vinteren mht. stranding. Dette fordi lavere vanntemperatur gjør at mobiliteten til fisken vil bli lavere (NVE, 2020). Reduksjon i mobilitet kan igjen føre til stranding av fisk som er i skjul (Heggenes et al. 2016). Vinterstid er det derfor spesielt viktig for fisk i regulerte vassdrag at det er relativt god

dybde og at bunnssubstratet i elva er gunstig med tanke på mengde skjul (Bremset, 2000, Heggenes 2012).

Fisk i regulerte vassdrag vil også kunne bli påvirket av endringer i isforhold, særlig mindre eller fraværende overflateis. Dette er en faktor som kan gjøre overlevelsesgraden i løpet av vinteren lavere, fordi mangel på overflateis synes gjøre laks og ørret mer aktive og dermed føre til økt energiomsetning. Laks og ørret bruker stort sett opplagrede fettreserver i løpet av vinteren. Når energiforbruket øker, vil overlevelse bli vanskeligere, da fettreservene som blir oppspart vil være en begrensende faktor (Kraabøl & Thomassen, 2017, Heggenes et al. 2016). Endringene i isforhold kan være et resultat av temperaturendringer som følge av effektkjøring, men vassdragsutbygging generelt sett er med på å påvirke isforholdene (Kraabøl & Thomassen, 2017). Om sommeren vil temperaturendringer påvirke vekstforholdene for fisk direkte. For ørret er det etablert presise vekstmodeller som viser den nære sammenhengen mellom vekst og temperatur (Elliott, Hurley & Fryer 1995; Elliott & Elliott 2010; Hayes 2013). Effekten av temperatur og vekst er klart størst på den minste fisken, særlig på årsyngelen.

Med mer søkelys på de økologiske konsekvensene av vannkraftutbygging, er det de senere år også blitt sett en del på habitatforbedrende tiltak i elver som er påvirket av vannkraftregulering. Eksempel på tiltak kan være bygging av kiler og utlegging av store steiner (Heggenes, Torp & Røed). Det har også vært fokus på å forbedre stabiliteten i de kanaliserte elveleiene (Baldigo et al. 2010). Effekten av denne tiltak er likevel omstridt. Det er det hovedsakelig to grunner til. For det første er det vanskelig å dokumentere resultat på grunn av mye bakgrunnsvariasjon. I tillegg krever det at en har lange tidsserier med forskning, noe det er få tilfeller av (Palmer, Menninger & Bernhardt 2010). Mest forskning er det gjort på de anadrome laksefiskene, og noe på enkelte av de andre artene som ansees for å være de mest populære å fiske etter (Kraabøl & Thomassen, 2017).

I Vallaråi, Seljord i Telemark, ble det i 2012 gjennomført en ny type habitattiltak, kiler i den vestre siden av elvebredden. Disse er spesielt designet for å gi ørret stabile refugier med vanddekket areal gjennom effektkjøringssykluser. Kilene er dypere enn de

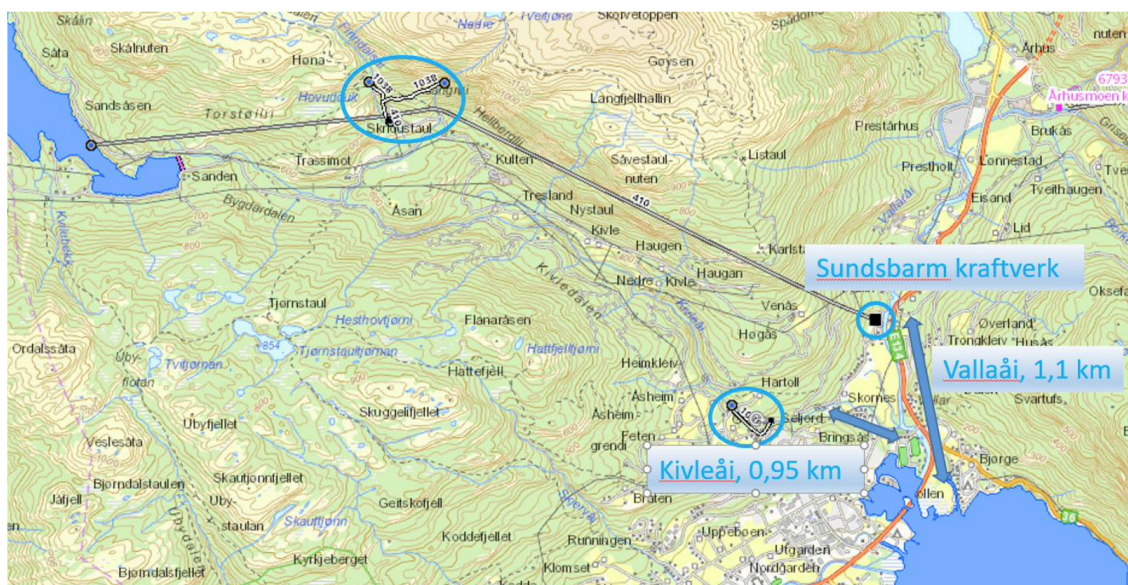
omliggende områdene for å unngå stranding. Massene i disse kilene består i stor grad av grovt substrat som er ideelt som skjul for fisk som oppholder seg her. Kilene er hovedsakelig bygget med hensikt i å øke tettheten av ørretrekrutter. Slike tiltak er ikke tidligere gjennomført og derfor ikke dokumentert (Heggenes, Røed og Torp, 2018). Denne oppgaven er en del av et oppfølgende prosjekt for å undersøke langvarige effekter av slike type habitatforbedrende tiltak.

Formålet med denne oppgaven er å undersøke om regulering og effektkjøring av et vassdrag, Vallaråi i Seljord, påvirker tetthet og vekst til fisk, spesielt ørret, og om målrettede habitattiltak har effekt. Vi bruker data som er innhentet i feltarbeid tidligere år og resultater fra egen feltsesong ved elektrofisking i Vallaråi. Disse resultatene sammenlignes også med innhentede data fra den i hovedsak uregulerte sideelva Kivleåi som vil være et slags kontrollområde. I analysene av dataene vil vi bruke studiedesignet før- og etter-tiltak, pluss kontroll. To relaterte hovedproblemstillinger jeg ønsker å finne ut av i denne masteroppgaven blir dermed: 1) Påvirker temperaturendringer som følge av effektkjøring i Vallaråi veksten på særlig sommergammel ørret, sammenlignet med Kivleåi? Hypotesen er at veksten vil være raskere i Kivleåi som ikke har kalde temperaturfluktasjoner pga. effektkjøring. 2) Har habitattiltakene i Vallaråi noen sporbar effekt på tettheten av ørret? Hypotesen er at stabile refugier i kilene vil føre til høyere tettheter av særlig større ørret.

2 Material og metode

2.1 Områdebeskrivelse

Vallaråi er ei elv som ligger i Seljord kommune og er en del av Skiensvassdraget. Elva kommer inn under vannregion Vestfold og Telemark og vannområde Midtre Telemark, og kan på grunn av vassdragsutbygging på slutten av 1960 tallet kategoriseres som en modifisert vannforekomst (Vann-nett, Heggenes 2021). Vallaråi renner fra innsjøen Flatsjø og munner ut i den nordlige delen av Seljordsvatnet, men den delen av den aktuelle elva det er snakk om i denne oppgaven er ca. 1,2 km nedstrøms Vallar bru til utløpet fra kraftverket (Heggenes et al. 2011, Kraabøl, 2016). Regulanten i Vallaråi er Sundsbarm kraftverk. Dette kraftverket er eid av Skagerak kraft AS og Vest-Telemark kraftlag AS med henholdsvis 91,5% og 8,5%, og har vært i drift fra 1970. Sundsbarm kraftverk utnytter fallhøyden på 480 m fra Sundsbarmvatn som ligger på 612 m.o.h., ned til kraftverket som produserer 430 GWh årlig (Heggenes, Røed & Torp 2018; Skagerak kraft 2021). Vannet som blir sendt i sjakt ned til kraftverket blir tatt inn på et dyp på omtrent 44-7 m hvor temperaturen ligger på omtrent 4-5 °C vil være så og si uendret større deler året (Heggenes et al. 2011).



Figur 2.1. Sundsbarmvatnet oppe til venstre. Undersøkte områder markert med blå piler. Mini kraftverk og tre mindre bekkeinntak i forbindelse med Kivleåi markert med blå ringer (Heggenes 2021).

I denne oppgaven er det relevant å sammenligne resultat fra to ulike elver med tilknytning til hverandre, men som ikke er påvirket av vannkraftutbygging og regulering i samme grad. I den modifiserte delen av Vallaråi finnes det kun en tilløpselv som kan være relevant å sammenligne med. Kivleåi er, i motsetning til Vallaråi, ikke påvirket av vannkraftutbygging i nevneverdig stor grad. Vannføringen er som regel tilnærmet naturlig, men til tider litt lavere på grunn av tre bekkeinntak og et mini kraftverk oppstrøms området som blir brukt som kontrollområde. Den aktuelle elva har heller ikke blitt undersøkt i samme grad som Vallaråi. Dette elveløpet ble kartlagt for første gang høsten 2020 (Heggenes & Hjeltnes 2021a). Kivleåi er i også i likhet med Vallaråi kategorisert som en middels, kalkfattig, klar elv (TOC2-5) noe som gjør at det vil være interessant å sammenligne de to elveløpene når en skal se på den fiskebiologiske tilstanden (Vann-nett). Området i Kivleåi som benyttes som kontrollområde er nedstrøms Prestegardsvegen til Vallaråi. Denne strekningen er på 520 m (Heggenes, 2021).

2.2 Hydrofysisk tilstand i Vallaråi - inngrep og tiltak

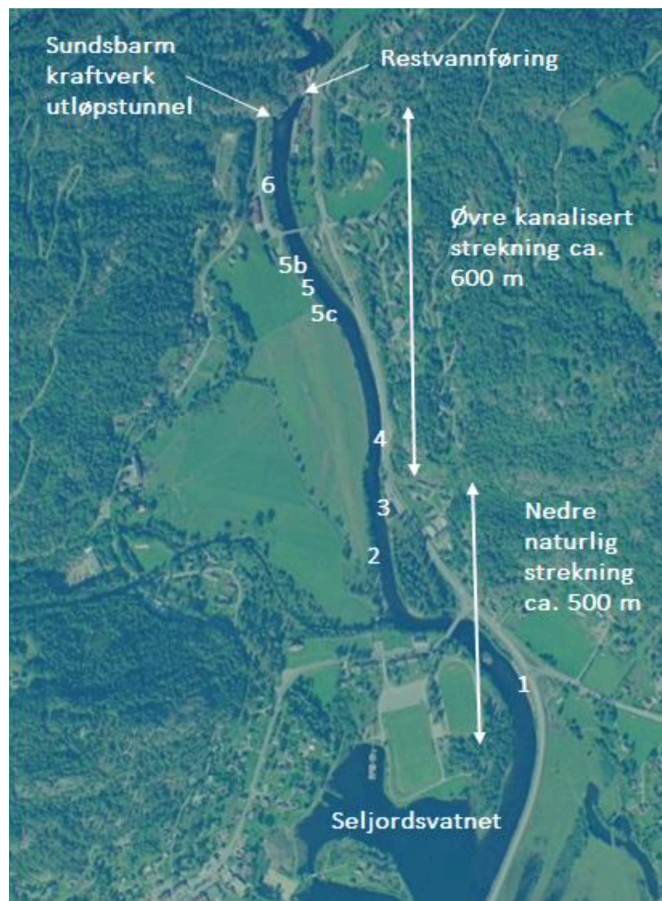
På grunn av bygging av Sundsbarm kraftverk i perioden 1969-1970, for å utnytte fall fra Sundsbarmvatnet, er det gjort drastiske endringer i den nederste delen av Vallaråi. Elva er på grunn av arbeidet utført ved bygging og vedlikehold i forbindelse med kraftverket blitt en vannforekomst som har gjennomgått en vesentlig endring i fra hvordan den opprinnelig var. På grunn av dette kan Vallaråi etter nasjonale standarder kategoriseres som en sterkt modifisert vannforekomst (SMF). Elva er kanalisert omtrent 0,7 km nedstrøms kraftverket, noe som resulterer i brattere kanter og færre ideelle leveområder for fisk nedover langs elvebredden grunnet lite strukturell variasjon (Heggenes et al. 2011a; Heggenes et al. 2012, Heggenes 2021).

Vannføringsregimet har endret seg fra ca. $16-17 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ som årlig middelvannføring før vannkraftutbygging til ca. $19-20 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ som årlig middelvannføring etter vannkraftutbygging (Heggenes 2021). På grunn av regulering har en redusert forekomster av flom, og generelt sett fått en mer stabil vannføring i løpet av året på grunn av at en har fått større lagringskapasitet i magasin enn det som forekommer naturlig (Heggenes et al. 2012, Heggenes 2021). Likevel vil vannføringen i Vallaråi kunne

ha relativt store variasjoner i løpet av kort tid, da regulanten ved Sundsbarm kraftverk benytter seg av effektkjøring. Vannføringsregimet i dag avhenger derfor mye av dette i tillegg til at vannføringen også vil bli påvirket av restvannføring som kommer som et resultat av naturlig tilsig fra andre deler av det aktuelle nedbørsfeltet. Normalt vil denne restvannføringen årlig bidra med omtrent $7,7 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ (Heggenes et al. 2018).

Sesongbaserte variasjoner i vannføring forekommer selv om vassdraget er påvirket av regulering. Vannføringsvariasjonen kan være på $20\text{-}25 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ i løpet av vinterhalvåret. Variasjonene om sommeren kan variere mellom $3\text{-}30 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ (Heggenes et al. 2018, Heggenes 2021). Disse variasjonene avhenger av i hvilken grad regulanten kjører kraftverket samt mengde restvannføring.

For å finne ut mer om de biologiske konsekvensene samt mulige forbedringstiltak i Vallaråi er det fra 2008 til i dag gjort store mengder biologiske undersøkelser i elva (Heggenes 2021). Før etableringen av Sundsbarm kraftverk ble det ikke gjort en utredning av hvilke biologiske konsekvenser en vassdragsregulering i det aktuelle vassdraget ville føre med seg. På grunn av dette har vi ikke muligheten til å sammenligne resultater fra feltarbeid som er gjort i nyere tid med data fra før utbyggingen (Heggenes et al. 2012, Heggenes et al. 2018, Heggenes 2021).



Figur 2.2 Oversikt over alle 8 oppførte stasjoner i Vallaråi. Høsten 2021 ble ikke stasjon 5b avfisket (Heggenes, Røed & Torp 2018).

For å forsøke å opprettholde Vallaråi som attraktiv gyteplass samt oppholdssted for mindre fisk er det blitt satt i gang tiltak som skal avbøte negative endringer slik at forholdene skal være mest mulig optimale for fisken som lever der. I 2012/ 2013 ble det satt i gang et prøveprosjekt for å se om elvebreddskiler, utlegging av store stein samt senkning av gyteområder kan være kan habitatforbedrende tiltak som kan bidra med en positiv effekt for fiskebestanden (Heggenes et al. 2012). Dette prosjektet ble utført i den øverste delen av det kanaliserte elveleiet (Heggenes 2021). Foreløpige resultat er dokumentert i en tidligere rapport fra USN der det konkluderes med at det trengs mer undersøkelser for å komme med en konkret konklusjon av hvilke langtidseffekter disse tiltakene fører med seg. Likevel kan en se en tendens til at restaureringstiltakene som har blitt utført har en positiv effekt (Heggenes et al. 2018).

2.3 Fiskebiologiske undersøkelser

For å kartlegge den fiskebiologiske tilstanden i Vallaråi er det gjort undersøkelser over flere perioder. Alle undersøkelsene er gjort ved hjelp av samme type elektrofiskeapparat, et bærbart elektrisk fiskeapparat fra Terik Technology AS (<https://terik.no/>), konstruert av ingeniør Paulsen, Trondheim, ble benyttet. Det leverer kondensatorpulser med spenning på ca. 1600 V og frekvens 80 Hz. Alle undersøkelsene tar utgangspunkt i Norsk Standard for el-fiske (Norsk-Standard 2003). Første periode var fra 2008-2010, deretter var neste periode 2014-2016. De tre neste årene var feltforholdene ikke gunstige, og det var derfor ikke hensiktsmessig å fortsette arbeidet. I 2020 ble det forsøkt å fortsette på prosjektet, men på grunn av vanskelige feltforhold ble kun en stasjon avfisket. Grunnet dette er dataene som ble samlet inn den gang ikke tatt med i noen analyser da de ikke er representative nok. Høsten 2021 ble feltforholdene i Vallaråi gode nok til at det var mulig å gjenoppta prosjektet. Alle avfiskingene i elva gjort på høsten. I 2016 ble det avfisket både vår og høst (Røed & Torp, 2017). Alt feltarbeid er gjort med tilnærmet samme utgangspunkt når det kommer til feltforhold. Arbeidet har ikke foregått mens kraftverket har vært i gang, men kun på restvannføringer. Vannføringen har vært på omtrent $3-6 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ under hver periode med avfisking.

Hovedmengden av all elektrofisking som ble gjennomført i Vallaråi høsten 2021 i forbindelse med denne oppgaven, ble utført 16. og 17. oktober. I tillegg er det blitt utført feltarbeid over en periode tidligere på høsten. I løpet av feltsesongen tilhørende denne oppgaven ble det elektrofisket på 7 av totalt 8 stasjoner. De samme stasjoner er i hovedsak avfisket i alle år. Stasjonene er fordelt for å representere ulikheter i habitat og geografisk plassering nedover langs elveleiet. Hver lokasjon skal være representativ for varierende habitattyper i området. Stasjon 5b ble i 2021 ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold. Denne stasjonen er en av to stasjoner som ble opprettet i forbindelse med restaureringsprosjektet som pågikk i 2012. Stasjon 5c er den andre stasjonen som ble opprettet dette året som et tiltak for å få bedre kontroll over hvilken effekt kilene som ble bygget hadde. Disse to stasjonene er derfor de eneste som ikke er blitt avfisket i Vallaråi gjennom hele prosjektet helt fra 2008 til i dag. Ellers er det blitt elektrofisket de foregående årene på alle stasjonene som er oppført med unntak av i

2010 der stasjon 3 ble utelatt på grunn av vanskelige feltforhold, og stasjon 1, 2, 4, 5 og 5c i 2014. Da prosjektet med elektrofisking i Vallaråi ble startet i 2008 ble det oppført en 7. stasjon. Denne stasjonen var kun med i prosjektet frem til 2010 på grunn av endringer i vesentlig grad etter flom (Heggenes et al. 2011, Heggenes, 2021).

Elektrofiskingen i Kivleåi har ennå ikke pågått over flere år slik som i Vallaråi. Prosjektet i Kivleåi startet i 2020, og dermed foreligger data fra feltsesongene 2020 og i 2021. I denne elva er det ikke like mye å ta hensyn til når det kommer til valg av feltperiode, da minikraftverket og bekkeinntakene ikke påvirker vannføring eller temperatur nedstrøms, hvor den aktuelle strekningen for disse undersøkelsene ligger. Denne elva er det naturlig nok ikke like mye tilgjengelig informasjon om slik som i Vallaråi. Derfor er en nødt til å ta utgangspunkt i at vannføringen er det NVE kategoriserer som alminnelig lavvannføring som er $0,03 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ (NEVINA) (<https://nevina.nve.no>).



Figur 2.3. Den øverste delen av Kivleåi som har blitt avfisket, samt utstyr som brukes ved feltarbeid (Heggenes 2021).

Hver stasjon i Vallaråi er på 50 meter langs elvebredden. Ved innsamling av data ble det elektrofisket ut 2-5 meter alt etter hva som var mulig med tanke på strømningsforhold og dybde på den aktuelle stasjonen. Her var det ulikheter mellom, men i liten grad innad i, stasjonene. Når det gjelder stasjonene i Kivleåi er også disse på 50 meter langs elvebredden. Forskjellen her blir at ettersom denne elva er mye mindre og smalere enn Vallaråi, vil bredden bli en begrensende faktor for hvor langt ut fra elvebredden en kan el. fiske. I Kivleåi ble det derfor el. fisket over hele elvetverrsnittet, 1-4 meter.



Figur 2.4. Fangstene ble oppbevart i bøtter før de ble sluppet ut etter tre runder på hver stasjon.

På hver enkelt lokasjon ble elektrofiskingen gjentatt tre ganger på samme arealet for å kunne bestandsestimere. Dette var for å forsikre seg om at en fikk med seg alt av fisk som befant seg på stasjonen på tidspunktet. Etter hver gjentakelse ble alle fangede individ systematisk artsbestemt og målt (mm). Disse individene ble oppbevart i en bøtte fram til elektrofiskingen på stasjonen var ferdig, og ble så sluppet ut ca. midt på den aktuelle stasjonen. Metoden som ble brukt er en standardisert metode etter Norsk Standard (Norsk Standard NS-EN 14011, NS 9455). Fiskeapparatet som ble brukt i

feltarbeidet er designet av ingeniør Paulsen, Trondheim, og levert av Terik Technology AS (Heggenes, 2021). Når det kommer til egenskapene til dette apparatet, har det en effekt som er på omtrent 1600 V og en frekvens på 80 Hz (Heggenes, Røed og Torp, 2018, Heggenes, 2021). Selve utførelsen av elektrofisket i løpet av feltsesongen tilhørende denne oppgaven ble utført av samme person slik at en med større sannsynlighet vil kunne unngå eventuelle feilkilder når det kommer til teknikk. På hver stasjon ble det i tillegg til el. fisket utført målinger av konduktivitet og temperatur. Dette ble målt med en konduktivitetsmåler av typen WTW tetracon 325 conductivity meter. Grunnen til at feltarbeidet foregikk på høsten var for å forsikre seg om at ørret i kategorien 0+ (årsyngel) var blitt store nok til at de hadde en fangbar størrelse på $\geq 4\text{-}5$ cm (Heggenes, 2021).

2.4 Behandling av data og statistiske analyser

Med utgangspunkt i dataene fra gjennomført feltarbeid ble resultatene punchet og analysert i Microsoft Office Excel 2016. Her ble også data fra tidligere feltarbeid i både Vallaråi og Kivleåi inkludert. Basert på sammenhengen mellom lengde og alder for de yngste årsklassene, ble fisken delt inn etter tre alderskategorier: 0+ (sommerglass) lengder mindre enn 60 mm, 1+ (ettåringer) lengde 60-110 mm, og >1+ (eldre fisk) større enn 110 mm. Ved beregning av tettheter ble ørreten delt inn i to hovedklasser, sommerglass (0+) og eldre (>0+) ørret.

Bestandsestimat med $\pm SE$, 95 % konfidensintervall og fangbarhet ble estimert med programmet «Catch-effort models for exploited populations» i Ecological Methodology v. 7.2 og en Leslie-regresjons modell (Krebs 2011; Heggenes 2021). Ettersom programmet forventer verdier større enn 0 for fangst og innsats, ble fangst satt til 1 også når det ikke ble fanget fisk på siste runde. Dette kan innebære at konfidensintervall og fangbarhet kan være svakt over eller underestimert, men avviket er ubetydelig. På stasjon 2 i Vallaråi ble det på grunn av dårlig sikt kun gjennomført to avfiskinger. Dette gjorde at en ikke fikk et gyldig resultat ved bruk av dette programmet (J. Heggenes, personlig kommunikasjon, 5. mai 2022). I stedet ble data analysert ved hjelp av programmet MicroFish 3.0 (<https://www.microfish.org/>). På stasjon 1 i Kivleåi i 2021 ble det satt et absolutt minimumsestimat for tetthet = total fangst, grunnet

stigende verdier på de siste fangstene. Dette bryter forutsetningen for modellen, og data lar seg derfor ikke modellere. Ellers er fangster fra årene 2014 og 2020 utelatt fra analysene gjort i forbindelse med denne oppgaven, da disse data ikke var fullstendige for alle relevante stasjoner, og derfor ikke kan antas å være representative.

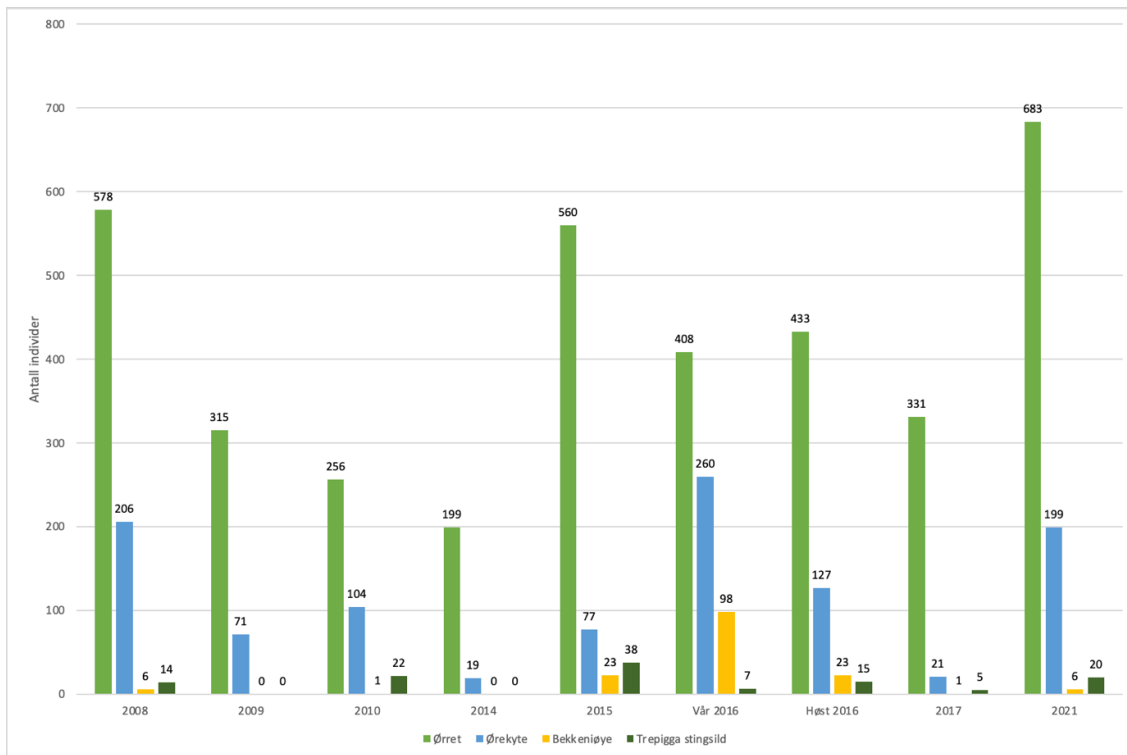
Studiedesignet som er brukt i denne undersøkelsen er en type «Before- After-Control-Impact» (BACI) design hvor Kivleåi kan sies å representere en uberørt elv, dvs. en (pseudo)kontroll, og hvordan det stod til fiskebiologisk sett før vannkraftreguleringen i Vallaråi begynte i 1970 (Skagerak kraft 2021). Da kan da få et mulig scenario på hvordan den økologiske tilstanden var og er før og etter vannkraftutbygging (Baldigo et al. 2010).

3 Resultater

3.1 Fangst og artssammensetning over tid: 2008-2021

Antall individer og artsfordeling i samlet fangst for Vallaråi 2008-2021 er vist i Figur 3.1. Elva er et område som er viktig både for gyting og oppvekst for ørret. Fangstene har gjennom årene hatt mindre variasjoner, men den arten med høyest tilstedeværelse og som absolutt er den mest dominerende arten er ørret. I 2021 utgjorde denne arten 75,2% av den totale fangsten i elva. Det totale antallet fanget ørret per år har variert mellom 199-683 individer. Gjennomsnittlig ligger antallet på 418 (\pm SD 161,5) per år. Året med høyest totalfangst var i 2021 (fig. 3.1). Dette året var dessuten året med flest fanget ørret. Av den totale fangsten i løpet av perioden 2008-2021 var andelen ørret på 73,4 %. Ørekyte er også en art med relativ høy tilstedeværelse i Vallaråi.

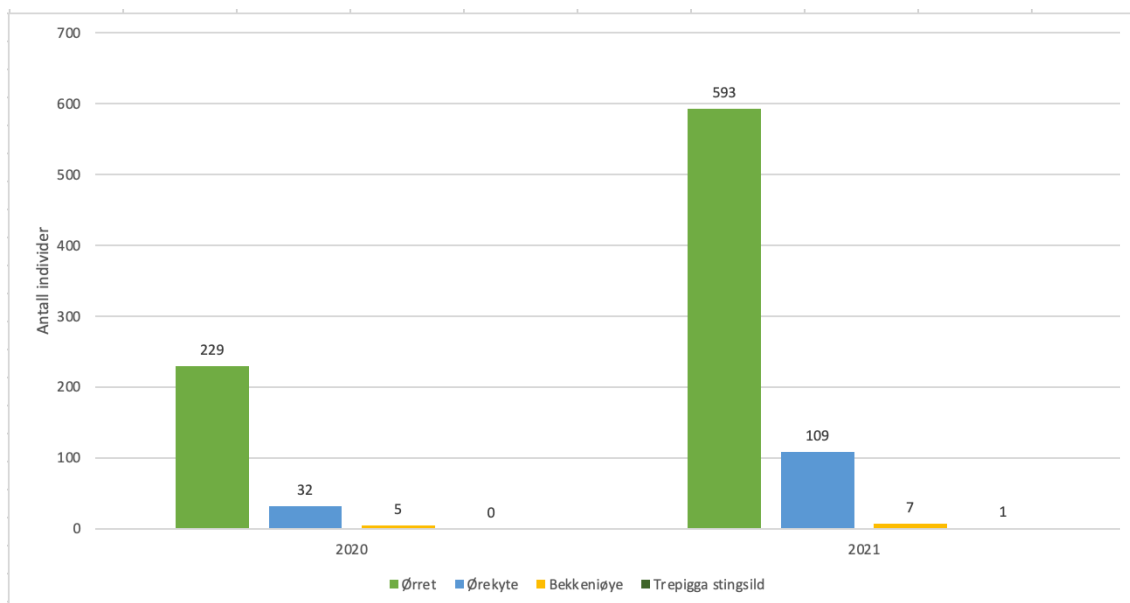
Gjennomsnittlig har det årlig blitt fanget 120 individer (\pm SD 85). Perioden med avfisking med høyest tilstedeværelse av ørret i den totale fangsten var våren 2016, da det ble fanget 260 individer. I 2021 var andelen ørekyte på 21,9 %. Av den totale fangsten i løpet av perioden 2008-2021 var andelen ørekyte til sammenligning på 21,1%. Trepigga stingsild og bekkeniøye er også arter som forekommer i Vallaråi, men disse artene er begge svært beskjedent forekommende, hhv. 2,3% og 3% i total fangst over alle år. I etterkant av restaureringstiltakene som ble satt i gang i 2012, kan en se en økning i de artene som er lavest representert i fangstene (fig. 3.1). Før disse tiltakene ble satt i gang var gjennomsnittlig fangst per år på trepigga stingsild 12 individer, sammenlignet med en gjennomsnittlig fangst på 14,2 individer etter restaureringstiltak. Denne endringen er likevel svært beskjeden. Større økning på fangstene finner vi hos bekkeniøye, der fangstene har økt fra et gjennomsnitt på 2,3 individer til 25,2 individer etter elverestaureringstiltakene.



Figur 3.1. Fangst (antall) og artssammensetning for periodene det har pågått el. fiske i Vallaråi om høsten i årene 2008 – 2021. I 2016 ble det også gjennomført el. fiske om våren.

Når det gjelder Kivleåi hvor vi foreløpig bare har data fra 2020 og 2021, viser det seg at ørret også her er den klart dominerende arten (fig. 3.2). I 2021 var 83,52 % av alle fangede individer ørret. I 2020 var andelen på 86,09 %. Gjennomsnittet fra de to periodene med avfisking i Kivleåi, er på 411 individer per år av fanget ørret (\pm SD 257,4). Også i dette elveløpet er ørekyte vanlig forekommende, men en sekundær art etter ørreten. Fangede individer av denne arten var på 109 individer i 2021, noe som utgjør 15,35% av den totale fangsten dette året. I 2020 utgjorde ørekyten en prosentandel på 12,03% med 32 individer. Gjennomsnittlig er det i de to periodene med avfisking el. fisket 70,5 individer av ørekyte (\pm SD 54,4). Året med høyest totalfangst i Kivleåi uavhengig av art, var i 2021. Dette året var det totale antallet fangede individer 710 sammenlignet med i 2020 da antallet var 266. I både Vallaråi og Kivleåi var ørret klart dominerende art (hhv 75,22 og 83,5% av total fangst), ørekyte er vanlig forekommende (hhv 21,9% og 15,3% av total fangst), mens stingsild og bekkeniøye er beskjedent

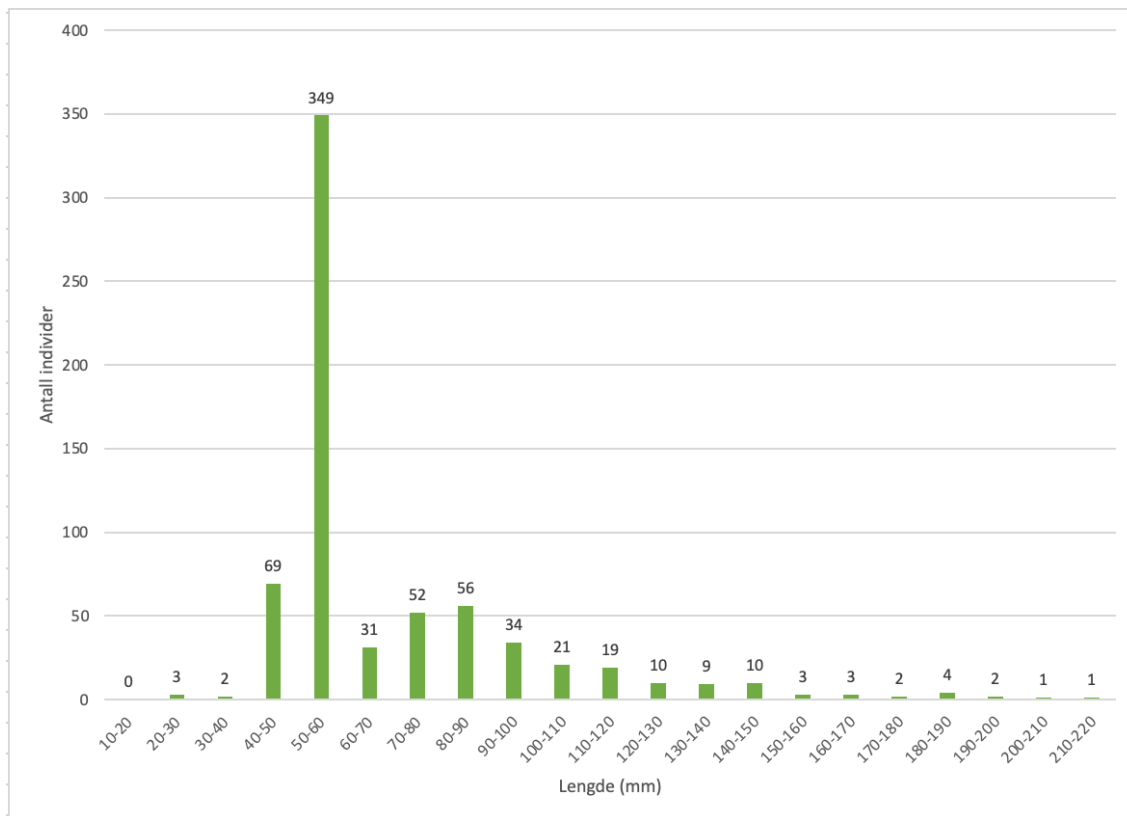
forekommende. Disse to artene utgjør til sammen 2,8% og 1,1% av de totale fangstene i henholdsvis Vallaråi og Kivleåi høsten 2021.



Figur 3.2. Fangst (antall) og artssammensetning for periodene det har pågått el. fiske i Kivleåi om høsten i årene 2020 – 2021.

3.2 Lengdefordeling – ørret

Lengdefordelingen på fanget ørret i Vallaråi i 2021 er vist i Fig. 3.3. Lengdefordelingen her viser to modes, dvs. den dominerende årsklassen 0+ og 1+, men for eldre/større fisk viskes forskjellene ut, og det er en mer overlappende lengdefordeling. Ørret i kategorien 50-60 mm (0+) er mest representert i fjorårets fangst med 51,4 % av den totale fangsten av ørret. Større fisk enn 150 mm er beskjedent representert i fjorårets fangster. For kategorien 0+, utgjorde denne størrelseskategorien 62,3% av den totale ørretfangsten i Vallaråi i 2021. 1+ utgjorde 28,5%, og eldre utgjorde 9,4%.



Figur 3.3. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørret på 7 stasjoner i Vallaråi i løpet av el. fisket 2021.

Lengdekategorien som var høyest representert i Kivleåi i 2021 var også her 50-60 mm, men både lengdekategoriene 0+ og 1+ er godt representert.

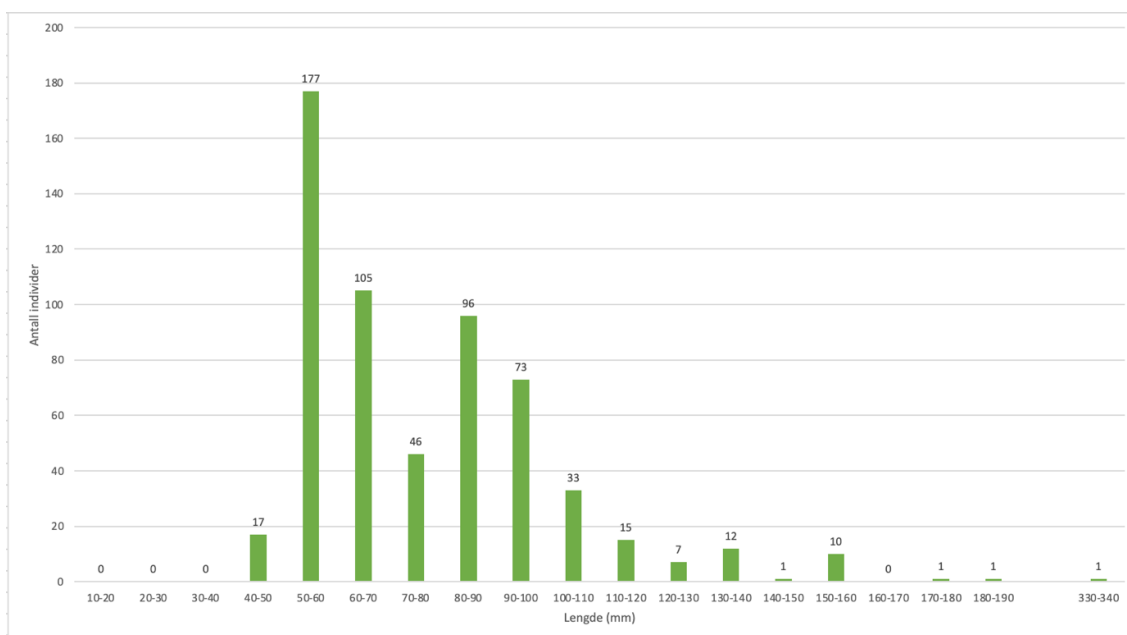


Fig 3.4. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørret på 5 stasjoner i Kivleåi i løpet av el. fisket 2021.

I Kivleåi 2020 er resultatet tilnærmet likt for kategoriene 40-50 mm og 50-60 mm, der førstnevnte kategori hadde to individer mer. Resultatene viser slik som resultatene fra 2021, også at kategoriene 0+ og 1+ er de som hovedsakelig er representert. Selv om en finner flere likheter mellom de to årene, kan en se at i 2020 var det en lavere andel individer i de største lengdeklassene enn i 2021.

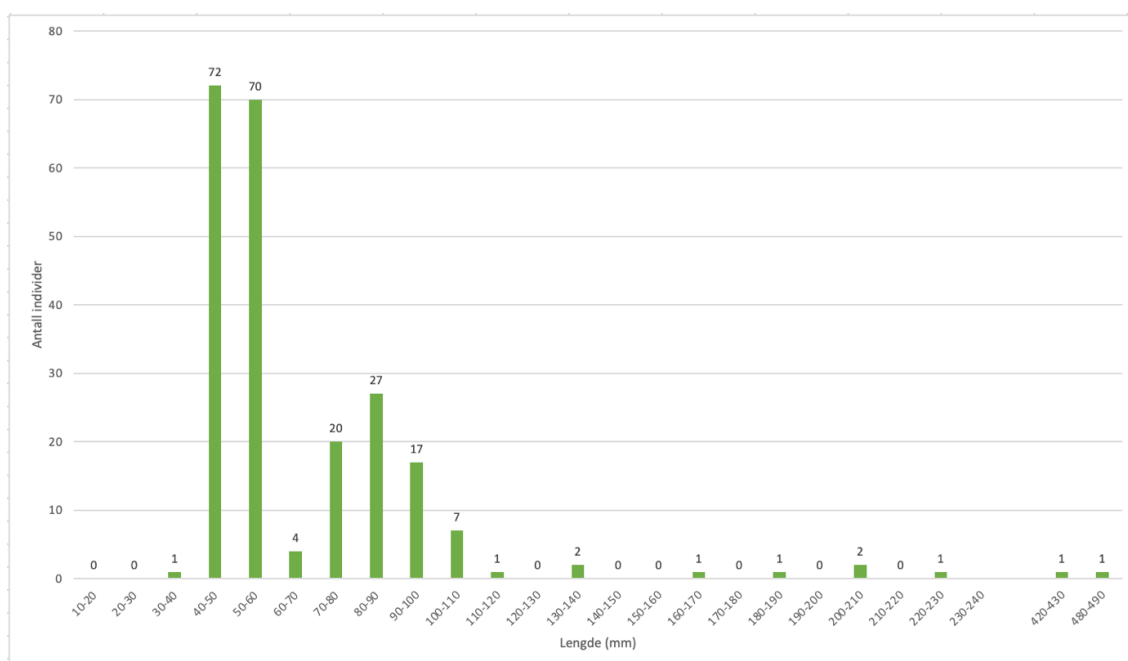
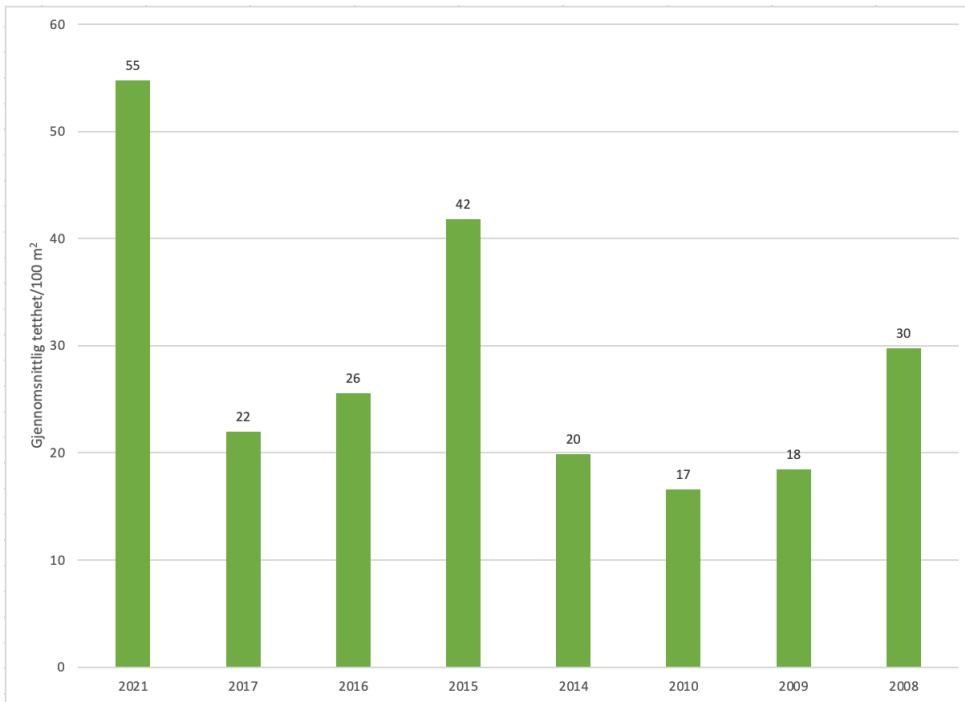


Fig. 3.5. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørret på 5 stasjoner i Kivleåi i løpet av el. fisket 2020.

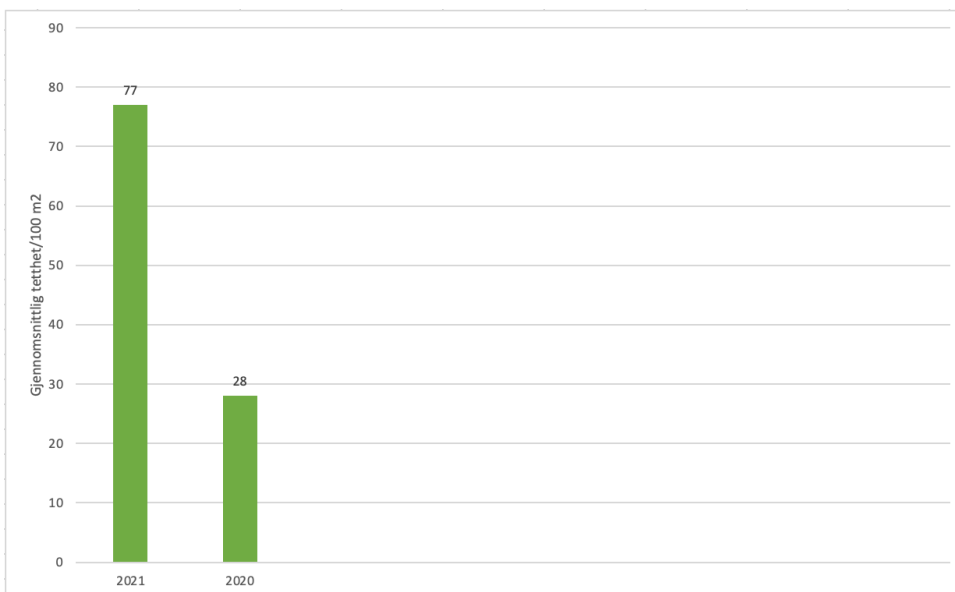
3.3 Tettheter – ørret

Gjennomsnittlig bestandstetthet av ørret på alle stasjoner høsten 2021 var på 55 individer/100 m² (\pm SD 42,2) i Vallaråi. Dette er den høyeste tettheten målt i elva. Den laveste tettheten av ørret var i 2010. Da var den totale gjennomsnittlige tettheten på 17 individer/100 m² (\pm SD 13,7). I tiden etter restaureringstiltak har det vært en økning i tettheten i ørretbestanden i elva. For perioden etter restaurering er det totale gjennomsnittet på 33 individer/100 m² (\pm SD 15,0). Dette til sammenligning med perioden før, der gjennomsnittlig total tetthet var på 22 individer/100 m² (\pm SD 7,1).



Figur 3.6. Gjennomsnittlige tettheter i ørretbestand i Vallaråi i perioden 2008-2021.

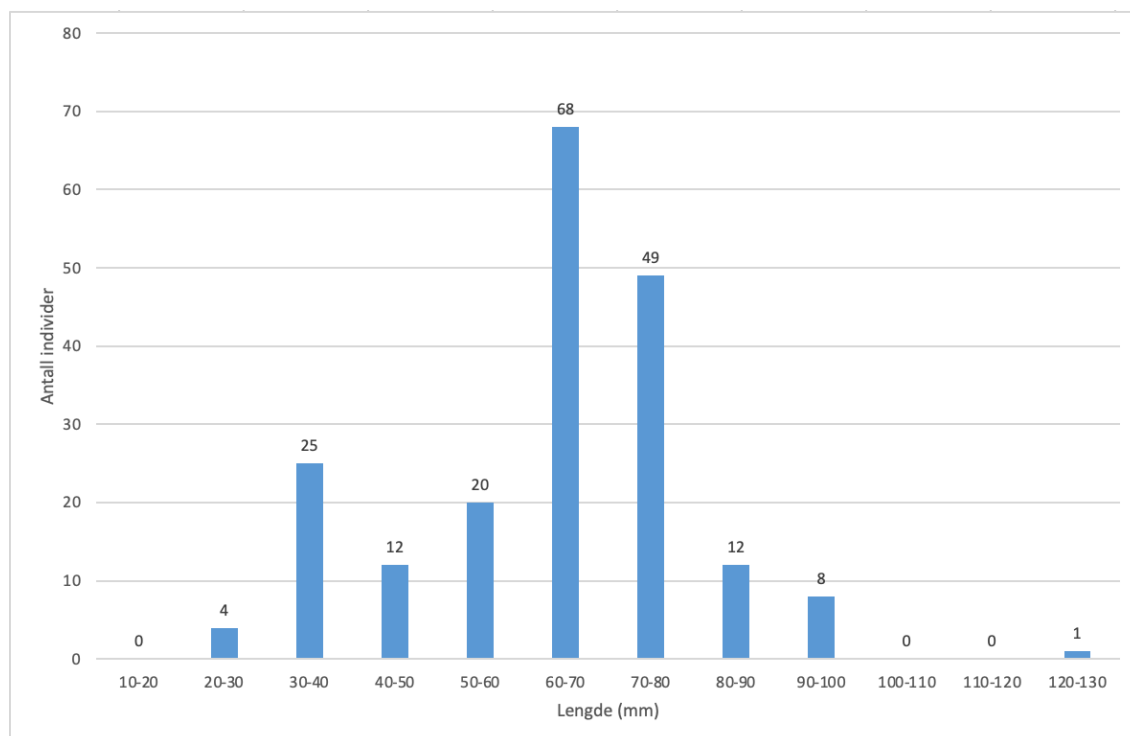
I Kivleåi var tettheten målt til å være høyere i 2021 enn i 2020. I feltsesongen i 2021 var tettheten på 77 individer/100 m² (\pm SD 20,9), noe som også er et høyere antall enn i Vallaråi i samme periode. I 2020 var den totale gjennomsnittlige tettheten av ørret i Kivleåi på 28 individer/100 m² (\pm SD 26,2).



Figur 3.7. Gjennomsnittlige tettheter i ørretbestand i Kivleåi i perioden 2020-2021.

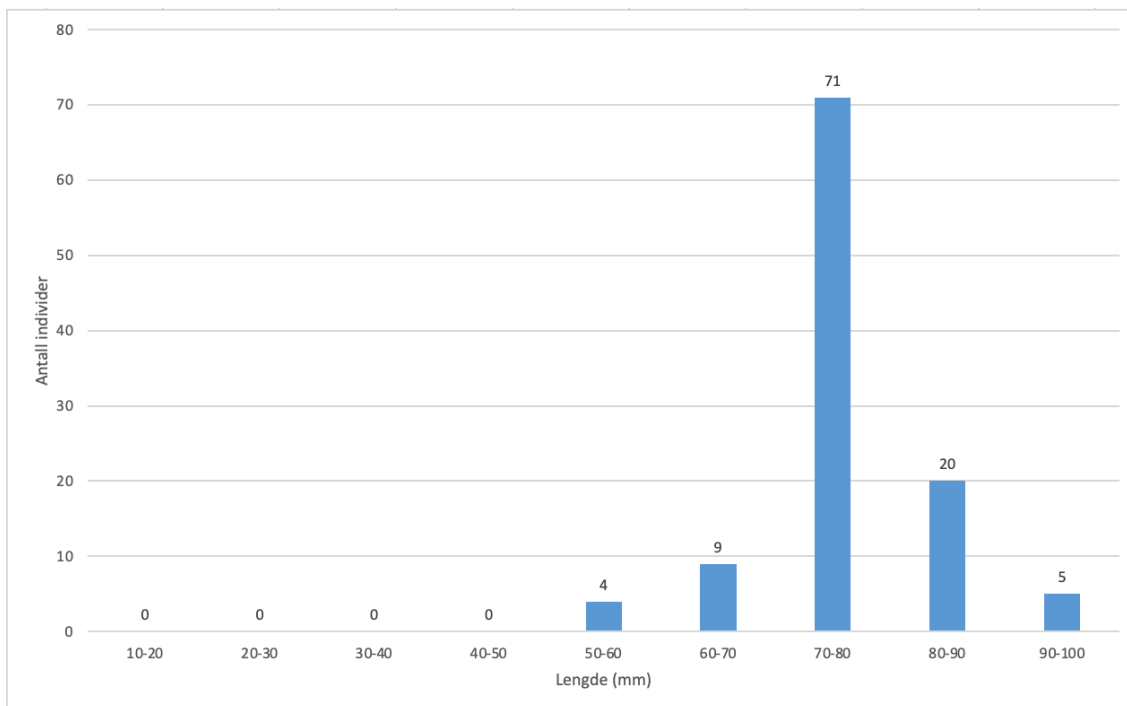
3.4 Lengdefordeling – ørekyte

I løpet av feltarbeidet høsten 2021 ble ørekyte fanget ved alle 7 stasjoner som ble avfisket i Vallaråi. Ørekyte forekom hyppigst på stasjon 4 (Vedlegg 2; tab. 7.7). Av all ørekyten som ble fanget, var kategorien 60-70 mm den som gav flest individer. Gjennomsnittslengden på ørekyten som ble fanget dette året var 63,1 mm (\pm SD 16,6) mellom alle lokalitetene. Det er et fåtall individer på de største lengdekategoriene



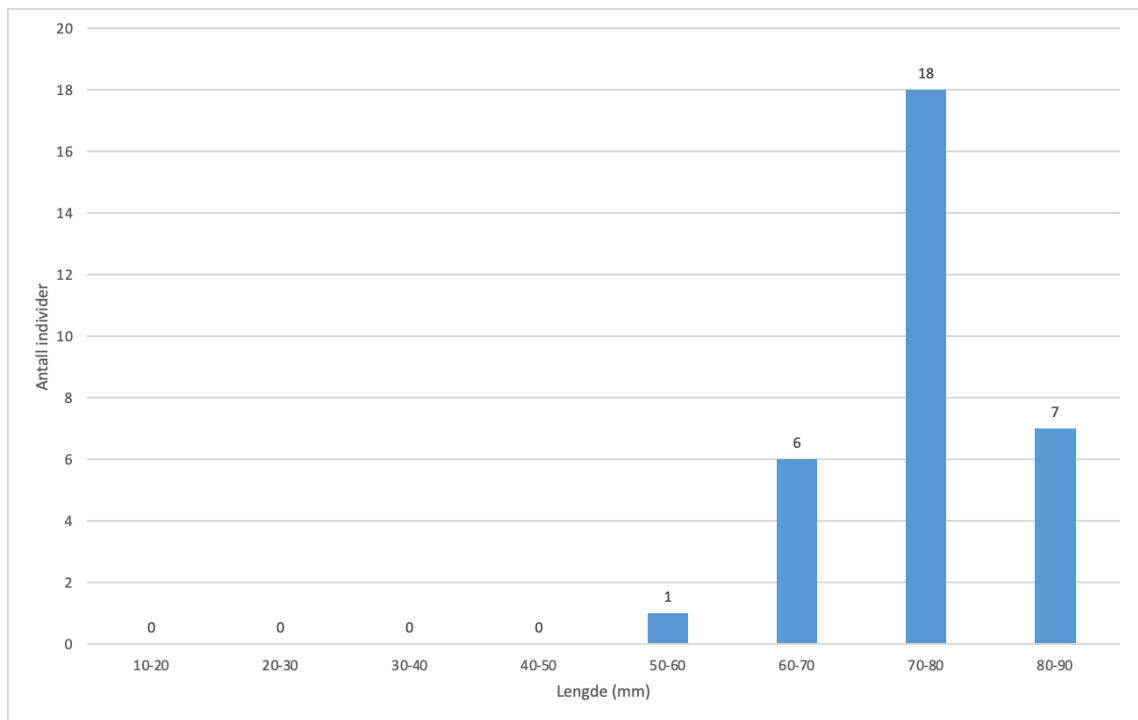
Figur 3.8. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørekyte på 7 stasjoner i Vallaråi i løpet av el. fisket 2021.

I Kivleåi ble det i 2021 fanget ørekyte på 4 av 5 stasjoner. Hyppigheten av forekomsten av arten var høyest på stasjon 1 (Vedlegg 2; Tab. 7.8). Lengdekategorien som gav den største fangsten var 70-80 mm, der det totalt sett ble fanget 71 individer. I denne elva kan en se en tendens til at det er færre individer med lengder som inngår i de laveste lengdekategoriene.



Figur 3.9.. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørekyte på 5 stasjoner i Kivleåi i løpet av el. fisket 2021.

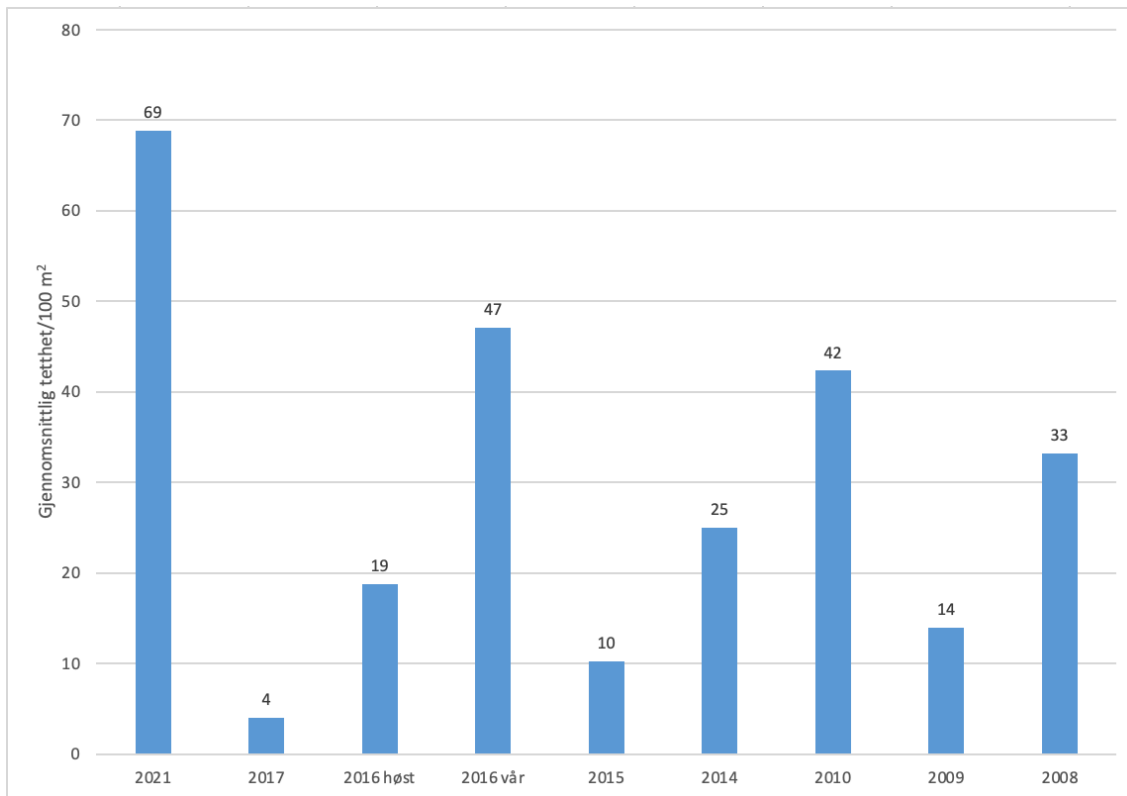
I 2020 var ørekyte kun en del av fangstene på to stasjoner. Dette var stasjon 1 og 5, hvor stasjon 1 hadde det høyeste resultatet (Vedlegg 4; Tab. 7.12). I datagrunnlaget ser en samme tendens som året etter når det kommer til hvor på skalaen de fleste individene ligger lengdemessig. Dette året ble det fanget flest individer i kategorien 70-80 mm, der det totalt sett ble fanget 18 individer.



Figur 3.10. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørekyte på 5 stasjoner i Kivleåi i løpet av el. fisket 2020.

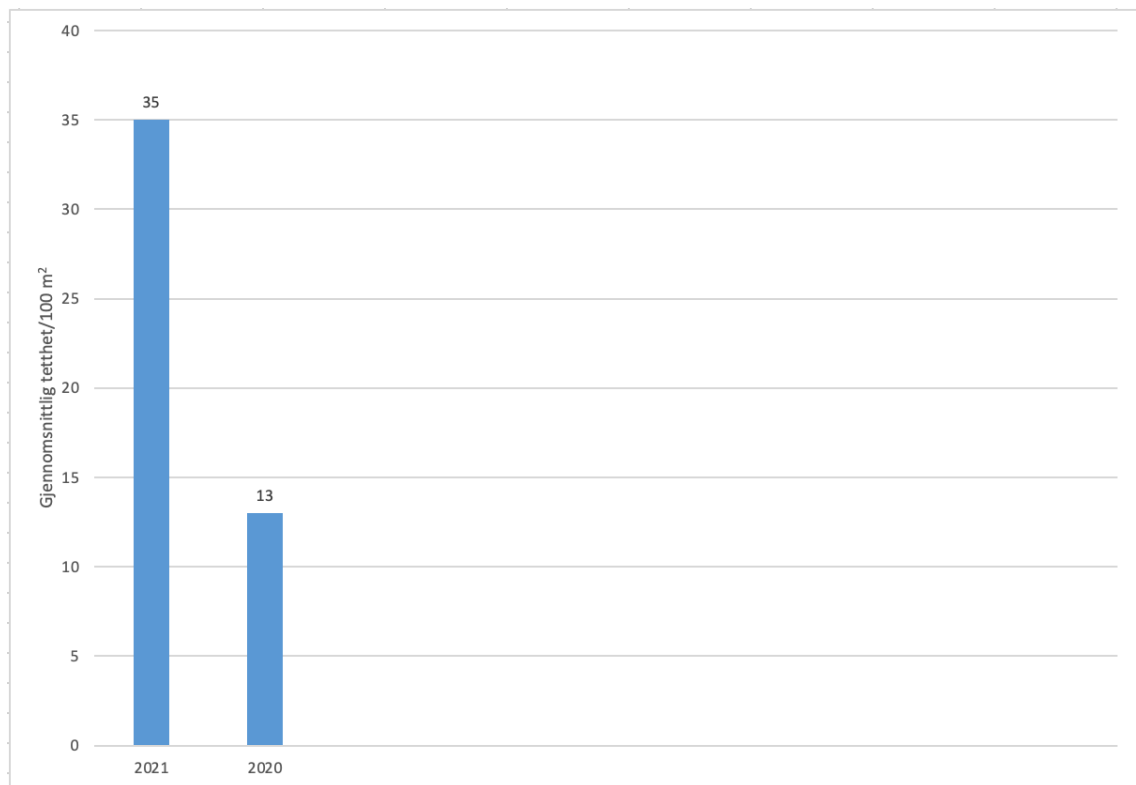
3.5 Tetthet – ørekyte

Høsten 2021 var tettheten av ørekyte i Vallaråi på 69 individer/100 m² (±SD 89,5). Dette er den høyeste tettheten i Vallaråi i løpet av undersøkelsene som har blitt gjennomført. Våren 2016, samt resultatene fra 2010 viser også relativt høye tettheter av ørekyte. Våren 2016 var tettheten på 47 individer/100 m² (±SD 31,2), og i 2010 var den på 42 individer/100 m² (±SD 47,7). Den laveste tettheten finner vi i 2017 individer/100 m² (±SD 4,0). Sammenlignet med den totale gjennomsnittlige tettheten i Vallaråi før restaureringstiltak, der tettheten var på 30 individer/100 m² (±SD 14,5), kan vi se en nedgang. Tettheten på ørekyte etter tiltak er på 29 individer/100 m² (±SD 24,6). Resultatene viser store variasjoner i fangstene mellom årene, men også mellom de ulike stasjonene (figur 3.11).



Figur 3.11. Gjennomsnittlige tettheter i ørrekytebestand i Vallaråi i perioden 2008-2021.

I Kivleåi i 2021 var den gjennomsnittlige totale tettheten på 35 individer/100 m² (\pm SD 33,0). Dette er en økning fra året før da tettheten var på 13 individer/100 m² (\pm SD 13,4). Tettheten av ørekyte i Kivleåi er lavere enn det den er i Vallaråi. Den totale tettheten i Vallaråi fra 2008-2021 viser en tetthet på 29 individer/100 m² (\pm SD 20,7). I Kivleåi er den totale tettheten i perioden 2020-2021 på 24 individer/100 m² (\pm SD 15,6).



Figur 3.12. Gjennomsnittlige tettheter i ørrekytebestand i Kivleåi i perioden 2020-2021.

3.6 Vannføringer og vanntemperaturer i Vallaråi og Kivleåi

For å være effektivt og sammenlignbart mellom år, er arbeidet med elektrofisket i Vallaråi lagt til perioder med lav restvannføring, og uten at Sundsbarm kraftverk har blitt kjørt. Vannføringen i elva har da ligget på omtrent 3-6 m³/s-1 (Tab. 3.1.). Dette gjør at vannføringene har vært relativt like gjennom alle periodene med el. fiske i Vallaråi. Vanntemperaturene har variert mer gjennom årene (Tab. 3.2.). Restvannføring og kjøring av kraftverk styrer når det er fysisk mulig å gjennomføre feltarbeidet, og vanntemperaturene vil også bli påvirket av dette, dvs. den mer variable temperaturen i restvannføringene.. Temperaturene i Vallaråi har variert fra 3,0-17,3 °C i perioden 2008 til 2021. Gjennomsnittlig har temperaturen ligget på 8,6 °C (±SD 3,6) i periodene med el. fiske. I 2021 varierte den mellom 6,6 – 10,2 °C, med et gjennomsnitt på 8,6 °C (±SD 1,6) under feltarbeidet.

Tabell 3.1. Tabellen viser alle data for vannføring (m^3/s^{-1}), vanntemperatur ($^{\circ}C$) og konduktivitet (mS/cm^{-1}) i Vallaråi i perioden 2008 – 2021. (* ikke avfisket grunnet vanskelige feltforhold) (-data mangler).

Stasjon	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemp- eratur ($^{\circ}C$)	Konduktivitet (mS/cm^{-1})
2021			
Stasjon 1	3	7,2	8,3
Stasjon 2	3	9,8	31
Stasjon 3	3	10,2	19
Stasjon 4	3	9,2	23
Stasjon 5	3	7,0	21
Stasjon 5b	*	*	*
Stasjon 5c	3	6,6	20
Stasjon 6	3	10,1	20
2017			
Stasjon 1	4	7,0	12,7
Stasjon 2	4	4,0	-
Stasjon 3	4	7,0	12,7
Stasjon 4	4	7,0	12,7
Stasjon 5	4	7,0	12,7
Stasjon 5b	4	4,0	-
Stasjon 5c	4	*	-
Stasjon 6	4	4,0	-
2016 høst			
Stasjon 1	5-6	10,8	4,5
Stasjon 2	5-6	12,0	4,7
Stasjon 3	5-6	12,2	4,7
Stasjon 4	5-6	11,9	4,7
Stasjon 5	5-6	11,7	4,8
Stasjon 5b	5-6	12,4	4,8
Stasjon 5c	5-6	11,6	4,8

Stasjon 6	5-6	11,8	4,5
2016 vår			
Stasjon 1	5-6	14,9	3,5
Stasjon 2	5-6	14,3	3,4
Stasjon 3	5-6	17,3	2,6
Stasjon 4	5-6	15,2	2,5
Stasjon 5	5-6	16,1	2,3
Stasjon 5b	5-6	14,8	2,6
Stasjon 5c	5-6	15,1	3,4
Stasjon 6	5-6	14,4	11,3
2015			
Stasjon 1	3	-	-
Stasjon 2	3	5,3	13,5
Stasjon 3	3	-	-
Stasjon 4	3	-	-
Stasjon 5	3	4,7	13,1
Stasjon 5b	3	4,7	13,1
Stasjon 5c	3	4,7	13,1
Stasjon 6	3	4,7	13,1

I Kivleåi blir vannføringen styrt av naturlige prosesser, primært avrenning pga. nedbør. Ettersom vannføringen i denne elva ikke blir overvåket på samme måte som i Vallaråi, har utgangspunkt for gjennomføring av feltarbeidet vært såkalt alminnelig lavvannføring som er på 0,03 m³/s-1 (NEVINA) (<https://nevina.nve.no/>). Temperaturen under el. fisket i 2021 varierte mellom 10,5 – 13,5 °C, og med et gjennomsnitt på 12,3 °C (±SD 1,3). Året før, i 2020, varierte temperaturene mellom 4,4 – 5,3 °C, og med et gjennomsnitt på 4,8 °C (±SD 0,3). Denne temperaturen var relativ lav, og skyltes for høye vannføringer tidligere på høsten slik at el. fisket måtte utsettes (Heggenes 2021).

Tabell 3.2. Tabellen viser alle data for vannføring (m^3/s^{-1}), vanntemperatur ($^{\circ}C$) og konduktivitet (mS/cm^{-1}) i Kivleåi feltperioden 2020 og 2021 (* ikke avfisket grunnet vanskelige feltforhold) (-data mangler).

Stasjon	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemp- eratur ($^{\circ}C$)	Konduktivitet (mS/cm^{-1})
2021			
Stasjon 1	0,03	13,5	9,7
Stasjon 2	0,03	11,5	9,7
Stasjon 3	0,03	13,4	24
Stasjon 4	0,03	12,5	24
Stasjon 5	0,03	10,5	24
2020			
Stasjon 1	0,03	5,3	9,7
Stasjon 2	0,03	4,4	9,3
Stasjon 3	0,03	4,8	9,2
Stasjon 4	0,03	4,8	9,5
Stasjon 5	0,03	4,8	9,5

4 Diskusjon

4.1 Begrensende faktorer for fiskebestanden

Viktigheten av god kvalitet på habitat spiller en stor rolle for hvordan ørretpopulasjoner utvikler seg (Heggenes et al. 2018). Skjul, dyp og vannhastighet er tre spesielt viktige faktorer (Heggenes & Sageie 2011b). I løpet av årene med fiskebiologiske utredninger i Vallaråi har en kunnet sett en variasjon i både tetthet og størrelse. Variasjoner i resultat, både mellom år og stasjoner, kan skyldes tetthetsuavhengige forhold da feltarbeidet har blitt gjennomført. Eksempel på dette kan blant annet være ulike vanntemperaturer (Heggenes et al. 2011; Saltveit & Bremnes 2004).

4.1.1 Temperatureffekter av regulering

En kan si at det er en tett forbindelse mellom vanntemperatur og vekst hos fisk i løpet av vekstsesongen (Saltveit & Bremnes 2004). Miljøpåvirkningen temperatur har på fisk kan sies å være betydelig, og gi konsekvenser langt fram i tid (Heggenes et al. 2021b). Sårbarheten er størst i de tidligste stadiene hos fisken, noe som fører til at egg og yngel er svært utsatt for påvirkning (Elliott & Elliott 2010). Særlig lave temperaturer vil påvirke vekst og naturlig seleksjon av fisk (Elliott & Elliott 2010; Heggenes et al. 2021b). Lave vanntemperaturer om våren er kritisk i forhold til overlevelse hos ørret i kategoriene 0+ og 1+ (Saltveit 1995). Best mulig utgangspunkt for vekst for ørretrekrutter får en ved temperaturer rundt 13-14 °C, og dårligst ved 3 °C (Heggenes et al. 2018). Lave temperaturer fører som tidligere nevnt til dårligere mobilitet. Dette gjør at ørreten vil bli mer passiv, og denne passiviteten vil kunne føre til påvirkning på både intra og interspesifikk konkurranse (Heggenes et al. 2018; NVE, 2020). Dessuten vil lave temperaturer føre til at vannet får lavere viskositet, og det vil derfor kreve mer energi, spesielt for mindre fisk å forflytte seg (Jensen et al. 2002). For høye vanntemperaturer kan også være et problem for fisk. Høye temperaturer vil være et større problem i elver enn i innsjøer. Dette på grunn av at fisk i en innsjø har muligheten til å forflytte seg til områder med lavere temperaturer. I en elv vil vannmassene blandes sammen på en annen måte, og det vil da være få eller ingen steder for fisken å rømme med lavere temperatur (Jensen et al. 2002). Temperaturer mellom 20- 25 °C kan potensielt være dødelige for fisk (Elliott & Elliott 2010; Heggenes et al. 2018).

I Vallaråi endres temperaturene raskt, og temperaturregimet kan sies å være betydelig påvirket av vassdragsreguleringen. Temperaturen i elva ligger svært stabilt i løpet av året på omtrent 3-5 °C (Heggenes et al. 2012). Særlig sommertemperaturene vil dermed være annerledes enn de naturlig ville hvert. Disse vanntemperaturene ligger på mellom 5–10 °C kaldere enn naturlig, og vil være en faktor som fører til redusert vekst (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2018). Vintertemperaturene vil selvsagt også være påvirket av vassdragsreguleringen. Her ser vi en økning på mellom 3-4 °C vinterstid (Heggenes et al. 2018). Resultater av dette kan være for eksempel være endringer i utvikling av egg, samt endring av gytetidspunkt (Elliott & Elliott 2010). Dessuten vil temperaturendringer vinterstid som tidligere nevnt kunne føre til reduksjon i islegging (Kraabøl & Thomassen, 2017).

I perioden med feltarbeid utført høsten 2021 var total gjennomsnittlig temperatur i Vallaråi på 8,6 °C. I Kivleåi var total gjennomsnittlig temperatur på 12,3 °C. Gjennom hele perioden med undersøkelser er total gjennomsnittlig temperatur 9,4 °C. I Vallaråi er total gjennomsnittlig temperatur for de to årene med undersøkelser på 8,6 °C. Sammenligningsgrunnlaget vil være best det året undersøkelser ble gjennomført i begge elvene, altså i 2021. Spesielt ettersom Kivleåi kun er undersøkt i to år. Her kan vi se at tettheten av ørret er ganske mye høyere i Kivleåi (77 individer/100 m² (±SD 20,9) enn i Vallaråi (55 individer/100 m² (±SD 42,2)). Det er sannsynlig at det er temperaturmessige forskjeller som påvirker tettheten i de to elvene. Dessuten viser total gjennomsnittlig tetthet dessuten høyere tettheter av ørret i Kivleåi (53 individer/100 m² (±SD 34,1) enn i Vallaråi (31 individer/100 m² (±SD 27,6)).

4.1.2 Mulige tiltak i forbindelse med temperaturfluktuasjoner

Mulige tiltak i forbindelse med magasinkraftverk, for å hindre effekter av voldsomme temperaturendringer, kan være å benytte seg av temperaturstratifisering i innsjømagasin. Dette kan gjøres for å selektivt tappe vann med ønskelig temperatur, i stedet for å tappe fra bunnområdene (hypolimnion) der vannet er kaldere (slik som i Vallaråi). Dette kan gjøre at temperaturen kan heves om sommeren da den typisk vil bli kaldere enn naturlig, og er også en metode som kan benyttes vinterstid (Pulg et al.

2018). Denne metoden stiller krav til at det er fysisk mulig å tappe fra ulike nivåer. I enkelte magasinerte innsjøer finnes det allerede inntak på flere nivåer slik at en kan tappe etter hvor det er mest gunstig. Dette er mulig i for eksempel Alta kraftverk (Ugedal et al. 2007, Pulg et al. 2018). Andre steder der dette ikke er fysisk mulig kan det likevel installeres ulike mekanismer og installasjoner slik at en fortsatt har den samme muligheten til å variere temperaturene. Magasinet Grosse Dhuenn som befinner seg i Tyskland benytter seg av et tappetårn for å få samme effekt. Denne metoden har vist seg å være svært vellykket, og en har sett en økning i fiskearter i det berørte vassdraget (Pulg et al. 2018). Andre muligheter for å tilpasse temperaturfluktuasjonene er å tappe vann fra flere ulike magasiner samtidig. Dette gjør at en kan redusere det totale bidraget av vann fra kalde bunnområder, og heller slippe mer temperert vann fra andre nærliggende magasiner sommerstid (Skoglund et al. 2017, Pulg et al. 2018). Vinterstid vil det være mer gunstig å tappe mer fra kaldere strata og eventuelt supplere litt med mindre mengder vann fra områder der vannet er mer temperert. Dette krever selvsagt at det er flere magasiner i området som det er fysisk mulig å sammenkoble. Dette er blant annet gjort i Eidfjordvassdraget (Skoglund et al. 2017).

4.1.3 Direkte effekter av effektkjøring

Mengden vanndekket areal vil være svært varierende ved effektkjøring. Når en i tillegg vil få et endret vannførings og temperaturregime vil dette få konsekvenser for fisken. Stranding er et av hovedproblemene i forbindelse med effektkjøring. Endringer i vannføring på mer enn 10 cm pr. time kvalifiseres som hurtige endringer (Heggenes et al. 2018). Det er spesielt mindre fisk som for eksempel 0+, som er mest utsatt for stranding. Fisk innen denne størrelseskategorien holder seg generelt sett nærmere elvebredden og i grunnere områder på grunn av større behov for skjul. Det er nettopp disse områdene en vil merke de største forskjellene ved hurtig endring i vannføring (Armstrong et al. 2003). Stranding forekommer som oftest i dagslys vinterstid. Ungfisk gjemmer seg ofte i substrat nær elvebredden vinterstid (Bakken et al. 2016). Lave temperaturer fører til dårligere mobilitet som gjør at fisken som i utgangspunktet holder seg i ro, får problemer med å rømme ut i dypere områder, og vil dermed også være mer utsatt for predasjon på grunn av lysforhold (NVE, 2020; Harby 2015).

Et annet problem som kommer som et resultat av effektkjøring er driv av yngel. Økte vannføringer vil kunne forstørre denne problematikken. Størrelsen på selve drivet vil bestemmes ut fra den totale andelen yngel i område (Saltveit & Bremnes 2004). I kanaliserte elveleier vil en kunne få høyere vannhastigheter, og elvene vil da være passende for gytefisk, men vil være problematisk for mindre fisk (Heggenes et al. 2018).

Utvasking kan også komme et resultat av effektkjøring, og vil kunne forringe kvaliteten på habitat. Dette i sammenheng med kvalitet og mengde på skjul for mindre fisk (Kraabøl & Thomassen, 2017). Dette vil gjøre tilgjengeligheten på skjul vanskeligere for spesielt ungfisk.

I Vallaråi vil variasjonene i vannføring være svært store på sommerhalvåret. Variasjonene vil i denne perioden ligge på mellom 3-30 m³s⁻¹ (Heggenes et al. 2018). I perioder der vannføringen har vært relativt stabil, vil plutselige endringer i vannføring føre med seg betydelige negative konsekvenser for fisken. Dødeligheten vil da trolig øke, noe som kan være kritisk for bestanden med tanke på at dødeligheten blant ungfisk allerede ligger på 80-90% når det gjelder ørret (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2018). Vallaråi ble først kanalisert i forbindelse med vannkraftutbyggingen i 1969-1970, for så å bli ytterligere endret i 1985 i forbindelse med utbedring av europavei 134 (Heggenes et al. 2018). Denne kanaliseringen i tillegg til effektkjøring kan være med på å hindre vekst i populasjon da strømningsforholdene vil være endret, og føre til økt yngeldriv (Heggenes et al. 2018; Saltveit & Bremnes 2004).

4.1.4 Intra- og interspesifikk konkurranse

Intra- og inter spesifikk konkurranse kan også være med på å påvirke artssammensetning og populasjonsstørrelser (Holthe 2002). Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*), som er en invaderende art, har samme preferanser både når det kommer til mat og skjulesteder. Denne konkurransen har flere steder ført til en reduksjon i ørretbestanden (Heggenes et al. 2011; Holthe 2002). Det er også funnet en indirekte sammenheng mellom økende andel av ørekyte og nedgang i bestander av for eksempel

Daphnia longispina. Dette på grunn av at ørekyte predaterer på de minste individene, noe som igjen minsker rekrutteringen i bestanden (Holthe 2002). Det er uvisst når ørekyte først kom til Vallaråi, men arten ble observert for første gang i Seljordsvatnet på 80-tallet (Heggenes 2011). Til nå har en ikke sett en særlig stor bestand av ørekyte verken i Vallaråi eller Kivleåi. Unntaket er ved el. fisket våren i 2016. Grunnen til at ørekyte utgjorde en større andel av den totale fangsten skyldes sannsynligvis at arten gyter på denne tiden av året. I tillegg øker aktiviteten til ørekyte i takt med stigende temperaturer (Heggenes et al. 2018). Det er dessuten et fåtall individer på de største lengdekategoriene hos ørekyte, noe som naturlig nok kommer av at veksten hos ørekyte stagnerer tidligere enn hos for eksempel ørret. Veksten stagnerer når fisken er omtrent 100-110 mm (Heggenes et al. 2018). Dette kommer godt frem i statistikken for fangst fra 2021 der kun ett individ er i en lengdekategori høyere.

Når det gjelder intraspesifikk konkurranse som nevnt også en faktor som påvirker tetthet og vekst. Denne typen konkurranse går ut på at de eldre årsklassene beskatter på de yngste (Langeland 1976). Høy bestandstetthet vil kunne forsterke denne effekten (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2018). I Vallaråi vil sannsynligvis ikke dette være et problem av spesiell betydning, da fisken vandrer ut i Seljordsvatnet når den når en viss størrelse (Heggenes et al. 2011).

4.1.5 Vannkvalitet basert på abiotiske faktorer

Abiotiske faktorer som forurensning kan også spille en rolle for de biologiske forholdene. Vallaråi legger tett opp mot E134, og vil til en viss grad påvirkes av dette. Udetonerte rester av sprengstoff i sprengstein kan finnes i masser brukt til veibygging, eller til plastring slik som i Vallaråi. Dette kan føre til avrenning av nitrat. Mye tilførsel av næringsstoffer som nitrat kan føre til eutrofiering (NVE 2022). Fyllinger laget av sprengstein med avrenning av nitrat vil likevel ha liten betydning for vassdrag over tid (NVE 2022). Vassdrag i nær tilknytning til veier kan også slite med avrenning som følge av salting. I tillegg kan utslipp av mikroplast fra bildekk være et problem. I verste fall kan mikroplast bli tatt opp av fisken, og kunne påvirke bevegelsesmønster samt metabolisme (Mattson et al. 2017). Likevel kan ikke Vallaråi sies å være nevneverdig

påvirket av utslipp i forbindelse med E 134 (Heggenes et al. 2018). Ellers ligger den aktuelle elva nært landbruksområder og tettsted, og en vil kunne forvente en viss avrenning herifra. Dette er også en faktor som i verste fall kan føre til eutrofiering av vassdraget og som igjen kan lede til fiskedød grunnet oksygenmangel (Artsdatabanken 2017; Brandrud & Aagaard 1997).



Figur 4.1. Bilde tatt fra den østre elvebredden som viser plastring i forbindelse med E134 (Kraabøl 2016).

4.2 Kivleåi

Kivleåi er som tidligere nevnt den eneste sideelva til Vallaråi. Her forekommer de samme fiskeartene som i Vallaråi. I tillegg kategoriseres den som en middels, kalkfattig, klar elv (TOC2-5) slik som Vallaråi. Dette gjør at det foreligger et godt sammenligningsgrunnlag med tanke på den fiskebiologiske tilstanden (Vann-nett). Total gjennomsnittlig tetthet i av ørret Kivleåi høsten 2021 var på 77 individer/100 m² (\pm SD 20,9). Året før var den på 28 individer/100 m² (\pm SD 26,2), noe som tilsier at det har vært stor vekst i den totale ørretbestanden i elva. Den totale gjennomsnittlige tettheten av ørret var større i denne elva høsten 2021 enn det den var i Vallaråi, der den var på 55 individer/100 m² (\pm SD 42,2). Den gjennomsnittlige tetthet for 0+ i Kivleåi er 55

individer/100 m² (\pm SD 36,0). Gjennomsnittlig tetthet for eldre fisk er relativt lik, og er på 50 individer/100 m² (\pm SD 33,7). Når det kommer til ørekyte var den totale gjennomsnittlige tettheten på 35 individer/100 m² (\pm SD 33,0). Dette er en oppgang fra året før, da den var på 13 individer/100 m² (\pm SD 13,4).



Figur 4.2. Kartlagt strekning i Kivleåi (Heggenes 2021).

Stasjonen med de høyeste fangstene uavhengig av art og størrelse er stasjon 1. Fangstene på denne stasjonen utgjorde høsten 2021 20,1% av den totale fangsten i elva. Denne stasjonen ligger øverst på den habitatkartlagte strekningen, og består av en utgravd kulp. Her er strømningsforholdene svært svake (Heggenes 2021). Det ble fanget betydelig færre større fisk enn 1+ i Kivleåi enn i Vallaråi. Dette har sannsynligvis sammenheng med elvene ulike størrelse og dermed lite større/dype habitater i Kivleåi. Fordelingen i Kivleåi byr på mindre variasjoner enn Vallaråi, noe som er å forvente i en mindre elv; større ørret trenger større plass, men i lille Kivleåi er det ingen store kulper eller større/dypere midtpart som er egnet habitat for litt større rekrutter. De vandrer derfor antagelig ut av Kivleåi ved mindre størrelse enn i Vallaråi.

Overvåkingen startet i 2020, og en vil foreløpig dermed ha et begrenset datagrunnlag å sammenligne med. For å få best mulig datagrunnlag å sammenligne med bør en helst ha minst tre undersøkelsesperioder (Heggenes et al. 2018).

4.3 Effekter av restaureringstiltak

4.3.1 Den umodifiserte delen av Vallaråi

Etter vannkraftutbyggingen i Vallaråi er de største problemene i forbindelse med gyting detektert til å være i den kanaliserte øvre delen av elva. Tiltakene som har blitt gjennomført for å forbedre fiskehabitat er derfor rettet inn mot dette området (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2012; Heggenes et al. 2018). Den nederste delen av elva, som inkluderer stasjon 1, 2 og 3 er uberørt av direkte inngripelser (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2012).

Stasjon 1 har lave vannføringer, og består av et grunt parti (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2018). Fangstene på denne stasjonen bestod høsten 2021 i stor grad av 0+ og ørekyte (Vedlegg 4; fig. 7.9). Dette har vært en gjenganger over flere år, og kommer mest sannsynlig som et resultat av strømningsforhold og dybde. Resultatene for tetthet for ørret har likevel hatt en nedgang etter restaureringstiltakene ble satt i gang. Dette gjelder både 0+ og eldre fisk. Før restaureringstiltakene var tettheten på 0+ 39 individer/100 m² (±SD 34,8). I årene etter tiltakene er tettheten på 30 individer/100 m² (±SD 14,5). Når det kommer til kategorien eldre fisk ser vi en nedgang fra 29 individer/100 m² (±SD 14,5), til 20 (individer/100 m² ±SD 19,4). Ørekyte har også hatt en nedgang fra 52 individer/100 m² (±SD 45,8) før restaureringstiltakene ble satt i gang, til 27 individer/100 m² (±SD 11,0) etter (Vedlegg 4; fig. 7.11).

På stasjon 2 var tettheten av ørret i størrelseskategorien 0+ på 48 individer/100 m² (±SD 62,0) før tiltak. I årene etter her det vært en nedgang, og tettheten ligger på 38 individer/100 m² (±SD 14,4) etter. Når det kommer til eldre størrelseskategorier har det også vært en nedgang fra 19 individer/100 m² (±SD 12,5) til 15,5 individer/100 m² (±SD 9,9). Større mengder av mosebegrøing gjør at denne stasjonen egner seg dårligere for større fisk med tanke på tilgjengelige skjul (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2018).

Når det kommer til ørekyte, var det ikke fangst av arten i det hele i perioden 2008-2010. I tiden etter restaureringstiltakene har tettheten økt til 11 individer/100 m² (±SD 8,9). Likevel ser vi at denne artens utbredelse på denne stasjonen ikke er særlig stor.

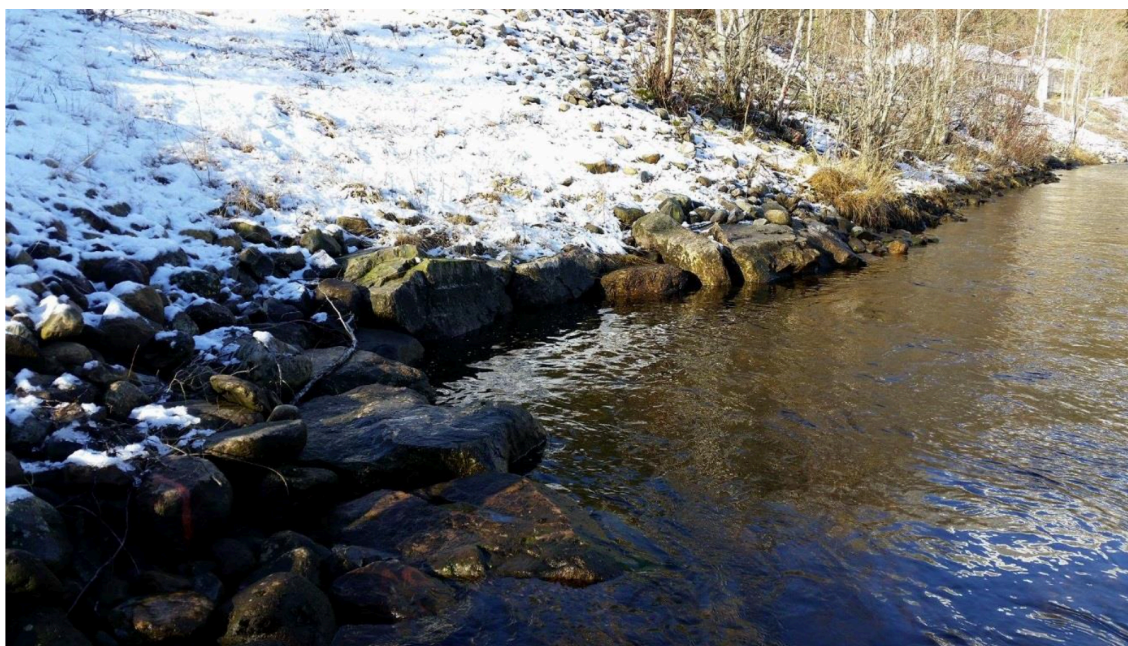
På stasjon 3 har tettheten for 0+ endret seg fra 15 individer/100 m² (±SD 8,5) før restaureringen, til 23 individer/100 m² (±SD 5,0). Oppgangen kan blant annet skyldes dårligere datagrunnlag fra den første perioden da stasjon 3 ikke ble avfisket i 2010. For eldre fisk kan vi se en svak nedgang. Tettheten var på 14 individer/100 m² (±SD 2,8) før tiltak, og 12 individer/100 m² (±SD 6,1) etter. Sammenligningsgrunnlaget for ørekyte er dårligere. Etter restaureringstiltakene ligger tettheten på 15 individer/100 m² (±SD 16,4). Før tiltakene ble det kun fanget ett individ.

4.3.2 Elvebreddskiler

Målet med elvebreddskilene var å skape bedre vilkår for ørrettyngel med tanke på refugier og strømningsforhold (Heggenes et al. 2012). Under prosessen med utarbeidelse av mulige tiltak var det viktig at endringene som skulle gjennomføres først og fremst kom ørreten til gode. Områder med lite dyp, og sakteflytende vann ville både kunne gi ørekyte et fortrinn når det kommer til interspesifikk konkurranse, og øke faren for stranding ved vannstandsendringer som et resultat av effektkjøring (Heggenes et al. 2012). Restaureringsprosjektet er et forsøksprosjekt, og det finnes svært få sammenlignbare prosjekter andre steder. En har likevel kunnskap om at dyp og grad av strømning er viktige faktorer for fiskens oppvekstforhold og konkurranse (Palm et al. 2010).

Kilene ble bygget innover i den vestre siden av elvebredden. I byggingen ble det tatt hensyn til vannstandsendringene i elva, slik at en kunne unngå at fisk ble fanget ved plutselige nedgang i vannstand (Heggenes et al. 2012; Heggenes et al. 2018). Kilene ble bygget med større steiner for å øke andel hulrom som kunne bli brukt som skjul (Heggenes et al. 2018). For å øke strømningsforholdene i kilene ble det bygget buner slik at vannmasser fra lenger ut i elva ble ført inn i kilene (Heggenes 2012).

På stasjon 5 før restaureringsprosjektet var tettheten av 0+ på 12 individer/100 m² (\pm SD 8,6) Etter restaureringen er tettheten på den samme stasjonen, og samme gruppe økt til 30 individer/100 m² (\pm SD 31,4). Når det gjelder eldre fisk har det også her vært en økning i tetthet fra 10 individer/100 m² (\pm SD 2,5) til 30 individer/100 m² (\pm SD 16,6). Dette viser en stor oppgang i tetthet for begge størrelseskategorier der begge er mer enn doblet. Gjennomsnittlig tetthet for begge kategoriene er lik, noe som viser at kilen på stasjon 5 også tilbyr gode leveområder større fisk.



Figur 4.3. Kile på stasjon 5 vinteren 2017 (Heggenes et al. 2018).

Stasjon 5b og 5c var som tidligere nevnt ikke med i undersøkelsene de første årene. Her kan vi dermed kun se tettheten etter tiltakene ble satt i gang. Høsten 2021 ble det ikke foretatt undersøkelser på stasjon 5b. Totalt gjennomsnittlig tetthet av 0+ på denne stasjonen i årene etter at den ble opprettet er på 31 individer/100 m² (\pm SD 22,6). Tetthet av eldre fisk på denne stasjonen er også på 31 individer/100 m² (\pm SD 8,1). Når det gjelder stasjon 5c, var tettheten av 0+ høsten 2021 på 83 individer/100 m². Av eldre fisk var det samme høst 28 individer/100 m². Total gjennomsnittlig tetthet av 0+ etter at denne stasjonen ble opprettet er 85 individer/100 m² (\pm SD 36,1). Tetthet av eldre fisk er en del lavere, og er på 37 individer/100 m² (\pm SD 11,5).

4.3.3 Steinsetting

For å øke kompleksiteten i elvehabitatet i Vallaråi er det også blitt lagt ut større stein i den midtre delen av elva. Størrelsen på disse var på omtrent 1 m³. Også dette tiltaket ble utført med håp om å øke mengde skjul i området (Heggenes et al. 2012; Heggenes et al 2018). Denne metoden er svært utbredt, og kan sies å være en av de vanligste tiltakene for å forbedre habitat i kanaliserte elveløp. Dette tiltaket har også vist seg å være effektivt i flere tilfeller når det gjelder sommergammel ørret (Palm et al. 2010). I Vallaråi var området sterkt preget av kanaliseringen, og området var stort sett uegnet for 0+ ørret. Dette blant annet på grunn av dybdeforhold i tillegg til bratte kanter grunnet kanaliseringen. Grunnet effektkjøring ville det ikke være gunstig å endre på kantene, da dette fort ville kunne føre til økt grad av stranding, og fokuset ble i stedet kun lagt på å endre dybdeforholdene ved hjelp av steinsetting (Heggenes et al. 2012)

Stasjon 4 er den stasjonen som i størst grad ligger i tilknytning til dette området.

For 0+ har tettheten økt fra 3 individer/100 m² (\pm SD 3,2), til en tetthet på 29 individer/100 m² (\pm SD 53,7) etter restaureringstiltak. Når det gjelder tetthet hos eldre individer var det også en økning. Denne økningen var fra 27 individer/100 m² (\pm SD 22,4) før restaurering, til 64 individer/100 m² (\pm SD 17,2) etter restaureringstiltak. Dette viser at steinsettingen sannsynligvis her en positiv effekt på ørretbestanden på dette området.

4.3.4 Senkning av grusøyr

I forbindelse med restaureringstiltakene som ble gjort i 2012, ble også elvebunnen senket utfor tunellen som går ut fra kraftverket, der det tidligere lå en grusøyr. Dette området ble senket ytterligere i 2018. (Heggenes et al. 2018). Dette området er brukt som gyteplass for fisk som svømmer opp fra Seljordsvatnet for å gyte (Heggenes et al. 2011a). For å forsikre seg om at senkningen ble utført på forsvarlig vis ble området nøye vurdert (Heggenes et al. 2012). Konsekvenser av senkning av elvebunn kan medføre dårligere permeabilitet i bunnsubstrat. Dette kan få konsekvenser for fiskebestanden i form av at en kan risikere å få en lavere andel rogn som klekkes (Kraabøl 2016). I tillegg er ørret svært selektive når det kommer til valg av gyteområder, og forstyrrelser kan

dermed føre til færre gyteplasser (Forseth & Harby 2014; Heggenes et al. 2018).

Endringer i bunnsstrat kan også føre til dårligere stabilitet i elvebunnen, noe som kan gjøre overlevelsesgraden lavere for rogn og yngel (Forseth & Harby 2014; Heggenes et al. 2018).

Stasjon 6 ligger i det berørte området, og befinner seg nedstrøms det nedsenkede området. Tetthet av 0+ på stasjonen i tiden etter restaureringstiltakene har hatt en kraftig økning til 62 individer/100 m² (\pm SD 63,4), fra en tetthet på 18 individer/100 m² (\pm SD 1,0) før tiltak. Tettheten av eldre fisk på stasjonen viser også en positiv effekt etter restaureringen. Den har økt fra 13 individer/100 m² (\pm SD 2,5), til 26 individer/100 m² (\pm SD 12,1).

4.4 Mulige feilkilder

Som nevnt er ørret i kategorien 50-60 den kategorien som er mest representert i fjorårets fangst i Vallaråi, med 51,4 %. Dette kan skyldes at ørretrekruttene som vokser opp i elva etter hvert vandrer ut i Seljordsvatnet, og dermed ikke blir en del av tellingene (Heggenes et al. 2011; Heggenes et al. 2018). Dessuten har større fisk muligheten til å rømme ut mot den midtre delen av elva når det gjennomføres el. fiske, og dermed heller ikke bli en del av statistikken.

4.4.1 Utfordringer basert på morfologi

Det finnes flere variabler som kan påvirke resultatene fra el. fisket både i Vallaråi og Kivleåi. Først og fremst kan en støte på utfordringer med tanke på morfologi i feltarbeidet. En kan tenke seg at det kan være et mulig svakt underestimat i Vallaråi kontra Kivleåi ettersom tettheten av ørret er større i Kivleåi. Hele tverrsnittet er med i stasjonene i elektrofisket i Kivleåi i motsetning til i Vallaråi der fisken i stedet kan gå lenger ut mot midtre deler og dermed unngå å bli en del av den totale fangsten (Heggenes 2021). På grunn av at tverrsnittet i Kivleåi er såpass smalt som det er enkelte steder vil vegetasjon spille en rolle når det kommer til mattilgang for fisken som lever her. Økt kantvegetasjon fører til at flere insekter oppholder seg i området, og fører igjen til at insekter vil være lettere tilgjengelig for fisken. Hele 70% av den totale næringen fiskeyngel trenger kan komme fra kantvegetasjonen rundt elva den lever i

(Fylkesmannen i Trøndelag 2018; Staubo, Carm, Høegh, LÁbée-Lund & Solheim 2019).

4.4.2 Vannføring og temperatur

Vannføring i elva er også en faktor som spiller inn på fangstene. I løpet av den tiden det er gjort biologiske undersøkelser i Vallaråi har vannføringen som tidligere nevnt vært på omtrent samme nivå. Dette gjør at en minker sjansene for et for lavt estimat (Heggenes, Røed & Torp 2018). Underestimering er en konsekvens som kan oppstå dersom vannføringen er relativ høy. Dersom vannstanden er på et unormalt høyt nivå vil få økt vanddekket areal, og sjansene for feilkilder i forbindelse med elektrofiske vil øke (Heggenes 2021).

Lave vanntemperaturer kan også forårsake lavere fangbarhet, og kan spille en rolle for hvordan den totale fangsten blir. Ved lavere temperaturer har fisken mindre mobilitet, og vil være vanskeligere å fange (Forseth & Forsgren 2011; Heggenes 2021).

4.5 Forslag til videre studie på området

For å få et riktig bilde på situasjonen, og for å unngå at resultatene påvirkes av naturlige bakgrunnsvariasjoner som kan endre totalinntrykket, vil det være gunstig å fortsette det pågående prosjektet i Vallaråi. Til nå har undersøkelser blitt gjennomført i 8 sesonger, men jo lenger tidsintervaller en har, jo lettere vil det være å se et tydeligere bilde på situasjonen i elva. Undersøkelsene som ble gjennomført før restaureringstiltakene varte kun i tre sesonger. På grunn av dette er det gunstig å fortsette undersøkelsene i Kivleåi, slik at en kan sammenligne resultatene i Vallaråi, med resultater fra det som kan kategoriseres som et tilnærmet uberørt elveløp. Sammenligningsgrunnlaget mellom de to elvene kan være et viktig ledd for å forstå de langsiktige konsekvensene vassdragsutbyggingen i Vallaråi har ført til. Overvåkning bør skje over helst en treårsperiode eller lenger, slik at en får et riktig bilde på utviklingen (Heggenes et al. 2018).

Resultatene fra el. fisket viser generelt sett en økning i fiskebestanden i Vallaråi. Det kan være flere grunner til dette, men resultatene tilsier at bygging av kiler har hatt en

positiv effekt. Et tiltak som kan være nyttig i fortsettelsen på dette studiet kan derfor være å etablere flere kiler langs elveleiet. Likevel kan bedringen av oppvekstforholdene for ørret ha gjort at oppvoksede fisk i Vallaråi også blir værende her lenger på grunn av gunstig habitat.

Et annet tiltak som kan benyttes kan være å tilpasse temperaturfluktuasjonene ved hjelp av tappetårn, eller å selektivt tappe fra ønskelige sjikter i vannmassene i Sundsbarmvatnet (epilimnion eller metalimnion). Dette vil gjøre oppvekstvilkårene til ørret bedre, da det tidligere er konkludert med at temperaturendringene i Vallaråi er med på å redusere vekst (Heggenes et al. 2011). Tiltakene det er snakk om er som tidligere nevnt vært svært vellykket andre steder.

5 Konklusjon

I dette prosjektet for å kartlegge de biologiske konsekvensene i Vallaråi er det brukt to typer studiedesign. De to typene er behandlet-kontroll design og før- etterkontroll. En har sett på resultatene av restaureringsprosjektet, og sammenlignet med resultat fra de samme områdene før disse tiltakene ble satt i gang i 2012. I før- etterkontroll delen kan en også si at Kivleåi blir et slags «før» område. Dette på grunn av de svært like forutsetningene, og svært få endringer i forbindelse med denne elva.

I Vallaråi ser en ikke noen alvorlig svikt i populasjonsvekst hos fisk. Likevel ser det ut til at de kalde temperaturene i vekstsasjonen grunnet effektkjøring er med på å redusere rekrutteringen. På grunn av dette er det å anbefale å se mer på muligheter for å minske temperaturfluktuationene i elva.

I de innsamlede dataene kan en se en økning i tettheter i de områdene der det har blitt foretatt elverestaureringstiltak. Det er derfor grunn til å tro at tiltakene bedrer habitat både for større og mindre fisk, og at de spiller en positiv rolle i populasjonsutviklingen på sikt. Både tetthet og størrelse er for eksempel større i de oppførte kilene. I den delen av Vallaråi som ansees for å være umodifisert er det grunn til å anta at restaureringstiltakene oppstrøms ikke gir noen særlig stor effekt for fiskebestanden.

Abiotiske faktorer kan spille en stor rolle i vassdrag. I Vallaråi ser en ikke store endringer i vannkvalitet grunnet ytre påvirkning, og vannkvaliteten her er kan sies å være god.

De fiskebiologiske undersøkelsene, samt tiltakene i Vallaråi er blitt dokumentert godt opp gjennom årene. Dette gjør at en i denne elva har gode muligheter til å følge opp tiltakene som er gjort, slik at en etter hvert vil se de langsiktige konsekvensene.

Referanser/litteraturliste

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*. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783602001601>

Artsdatabanken (2017, 22. januar) *Eutrofieringstilstand*. Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/Pages/137946/Eutrofieringstilstand>

Bakken, T. H., Forseth, T. & Harby, A. (2016) *Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri* (NINA Temahefte 62) Hentet fra <https://brage.nina.no/ninaxmlui/bitstream/handle/11250/2391709/ninatemahefte62.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Baldigo, B.P., Ernst, A.G., Warren, D.R. & Miller, S.J. (2010). *Variable Responses of Fish Assemblages, Habitat, and Stability to Natural-Channel-Design Restoration in Catskill Mountain Streams*. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/240765624_Variable_Responses_of_Fish_Assemblages_Habitat_and_Stability_to_Natural-Channel-Design_Restoration_in_Catskill_Mountain_Streams

Bazilchuk, N. (2018,1. juni) *Mer vannkraft gir miljøkostnader*. Gemini

Bjørsvik, E., Nynäs, H. & Faugli, P.E. (2013) *Kulturminner i norsk kraftproduksjon*. (NVE 52-2013) Norges vassdrags og energidirektorat

Brandrud, T. E. & Aagaard, K. (red.) (1997) *Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. En kunnskapsstatus*. (NINA temahefte 13) Norsk institutt for naturforskning

Bremset, G. (2000) *Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta**. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/226628385_Seasonal_and_Diel_Changes_in

_Behaviour_Microhabitat_use_and_Preferences_by_Young_Pool-dwelling_Atlantic_Salmon_Salmo_salar_and_Brown_Trout_Salmo_trutta

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(8), 1793-1817.

Forseth, T. & Forsgren, E. (2011) *El-fiskemetodikk Gamle problemer og nye utfordringer*. (NINA rapport nr. 488) Hentet fra

<https://www.nina.no/archive/nina/pppbasepdf/rapport/2009/488.pdf>

Forseth, T. & Harby, A. (2014) *Handbook for environmental design in regulated salmon rivers*. (NINA Special Report nr 53). Hentet fra

<https://www.nina.no/archive/nina/pppbasepdf/temahefte/053.pdf>

Fylkesmannen i Trøndelag (2018) *Kantskog – Noe av det viktigste for livet i vann står på land!* Trondheim: Fylkesmannen i Trøndelag

Haraldstad, T. (2021) *Evaluation of mitigation measures for Atlantic salmon and brown trout at hydropower plants and their prospect as selective agents*. (PhD Thesis)

Universitetet i Agder

Harby, A., Alfredsen, K., Arnekleiv, J. V., Flodmark, L.E.V., Halleraker, J.H., Johansen, S., Saltveit, S.J. (2004) *Sluttrapport fra forskningsprosjektet «Konsekvenser av effektkjøring på økosystemer i rennende vann»* (Sintef rapport TR A5932) Hentet fra

<https://www.sintef.no/globalassets/project/vannforing/tr-a59321.pdf>

Harby, A. (2015, 16. juli) *Miljøvirkninger av effektkjøring – EnviPEAK*. Sintef. Hentet fra <https://www.sintef.no/prosjekter/2009/effekter-av-raske-og-hyppige-flytendringer-envipea/>

Heggenes, J. (2021) *Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi og Kivleåi høsten 2020*. (USN skrift 75/2021) Universitetet i Sørøst-Norge

Heggenes, J. (2012) *Forslag til tiltak for å bedre elvehabitat i Mykleelva, Siljan i Telemark*. (HiT-skrift 8/2012) Høgskolen i Telemark

Heggenes, J., Alfredsen, K., Bustos, A.A. & Huusko, A. (2016) *Be cool: hydro-physical changes and fish responses in winter in hydropower-regulated northern streams*. Hentet fra

https://openarchive.usn.no/usnxmlui/bitstream/handle/11250/2439222/HSN_skrift_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. (2011a). *Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark*. (HiT skrift nr 4/2011) Høgskolen i Telemark

Heggenes, J., Bergan, F., Lydersen, E. & Sageie, J. (2012) *Rehabilitering av elvehabitat i Vallaråi, Seljord i Telemark: Forslag til tiltak*. (HiT-skrift 10/2012) Høgskolen i Telemark

Heggenes, J. & Hjeltnes, A. W. (2021a) *Habitatkartlegging og gytereregistreringer i Kivleåi, høsten 2020*. (USN-skrift 78/2021) Universitetet i Sørøst-Norge

Heggenes, J., Røed, A. & Torp, J.D. (2018) *Effekt av elvebreddskiler på tetthet og størrelse til ørret i Vallaråi, Seljord i Telemark*. (USN skrift 8/2018) Universitetet i Sørøst-Norge

Heggenes, J. & Sageie, J. (2011b). *Habitat og fiskebiologiske undersøkelser i Skarelva, Sør-Skjomen, Narvik kommune*. (Rapport nr. 5) Hentet fra <https://docplayer.me/27048914-Habitat-og-fiskebiologiske-undersokelser-i-skarelva-sor-skjomen-narvik-kommune.html>

Heggenes, J., Stickler, M., Alfredsen, K., Brittain, J.E, Adeva-Bustos, A. & Huusko, A. (2021b) *Hydropower-driven thermal changes, biological responses and mitigating measures in northern river systems*. Hentet fra: https://nve.brage.unit.no/nve-xmlui/bitstream/handle/11250/2734381/Heggenes_eta._rra.3788.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Holthe, E., Lund, E. & Finstad, B. (2002) Tiltak for å hindre spredning av ørekyt og for å sikre ørretungenes oppvekstområder (NINA oppdragsmelding nr. 735)

Jensen, C.S., Gravem, F.R & Poléo, A.B.S (2002) *Laks og temperatur – en litteraturgjennomgang* (Miljørapport nr. 13) Statkraft

Koestler, V., Østenby, A., Birkeland C., Arnesen, F., Haddeland I. (2019) *Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig* (NVE 50-2019) Hentet fra: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2019/rapport2019_50.pdf

Kraabøl, M. (2016). *Kunnskapsstatus og forslag til ferskvannsøkologisk undersøkelsesprogram i Vallaråi i Telemark* (Nina Rapport 1233) Norsk institutt for naturforskning

Kraabøl, M. & Thomassen, G. (2017) *Miljøkonsekvenser av effektkjøring i regulerte vassdrag – en kunnskapsoppsummering* (Dokumentkode 130980-RIM-RAP-02) Multiconsult

Langeland, A. (1976) *Fiskebiologiske undersøkelser i Selbusjøen 1973-75*. (NTNU). Hentet fra https://www.ntnu.no/c/document_library/get_file?uuid=44ab49af-567d-4478-a55f-77db97b5a3a5&groupId=10476

Mattson, K., Johnson, E.V., Malmendal, A., Linse, S., Hansson, L.A. & Cedervall, T. (2017) *Brain damage and behavioural disorders in fish induced by plastic nanoparticles delivered through the food chain*. Hentet fra <https://www.nature.com/articles/s41598-017-10813-0>

Miljødirektoratet (2020, 25. september) *Vassdragsregulering*. Hentet fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/ferskvann/vassdragsutbygging/>.

NVE (2020) *Elektrisitetens forvaltningshistorie 1877-1921* (NVE Rapport nr. 12/2020) Hentet fra: https://publikasjoner.nve.no/rapport/2020/rapport2020_12.pdf

NVE (2022, 31. mars) *Vassdrag*. Hentet fra

<https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/vassdrag/>

Palmer, M.A., Menninger, H.L. & Bernhardt, E. (2010) *River restoration, habitat*

heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? Hentet fra

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2427.2009.02372.x>

Peake, S. (Red.) (2018) *Renewable energy. Power for a sustainable future* (4. utg.).

Oxford University Press

Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.E., Stranzl, S., Espedal, E.O.,

Lehmann, G.B., Wiers, T., Skår, B., Normann, Eirik., Fjeldstad, H.P. & Kroglund, F. (2018)

Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker (LFI rapport nr. 296) Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske

Regjeringen (2021, 22. oktober) *Slik kan vi tilpasse oss klimaendringene*. Klima- og miljødepartementet.

Saltveit, S.J. & Bremnes, T. (2004) *Effekter på bunndyr og fisk av ulike*

vannføringsregimer i Suldalslågen. Sluttrapport. (Miljørapport nr. 42) Statkraft. Hentet

fra [https://www.statkraft.com/globalassets/old-contains-the-old-folder-](https://www.statkraft.com/globalassets/old-contains-the-old-folder-structure/documents/no/42---effekt-pa-bunndyr-og-fisk-av-ulike-vannforingsregimer-i-suldalslagen_tcm10-4177.pdf)

[structure/documents/no/42---effekt-pa-bunndyr-og-fisk-av-ulike-vannforingsregimer-i-suldalslagen_tcm10-4177.pdf](https://www.statkraft.com/globalassets/old-contains-the-old-folder-structure/documents/no/42---effekt-pa-bunndyr-og-fisk-av-ulike-vannforingsregimer-i-suldalslagen_tcm10-4177.pdf)

Saltveit, S.J., Bremnes, T. & Lindaas, O.R. (1995) *Effect of sudden increase in discharge in*

*a large river on newly emerged Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo**

trutta) fry. Hentet fra [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0633.1995.tb00029.x)

[0633.1995.tb00029.x](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0633.1995.tb00029.x)

Skagerak kraft. (2021) *Sundsbar*. Hentet 28.01.22 fra

<https://www.skagerakkraft.no/sundsbar/category1386.html>

Skoglund, H., Skår, B., Gabrielsen, S.E. & Halvorsen, G.A. (2017) *Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget* (Rapport 337) Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske

Statkraft (2022) *Vannkraft*. Hentet fra <https://www.statkraft.no/var-virksomhet/vannkraft/>

Staubo, I., Carm, K., Høegh, B.Å., LÁbée-Lund & J.H., Solheim, S.Å. (2019) *Kantvegetasjon langs vassdrag* (Veileder nr. 2/2019) Norges vassdrags og energidirektorat

Ugedal, O., Thorstad, E.B., Saksgård, L. & Næsje, T.F. (2008) *Fiskebiologiske undersøkelser i Altaelva 2007*. (NINA rapport 370) Norsk institutt for naturforskning

Vann-nett, <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/016-2557-R>

Vannforekomst: 016-2557-R. (28.01.22)

Vann-nett, <https://www.vann-nett.no/portal/#/waterbody/016-2905-R>

Vannforekomst: 016-2905-R. (28.01.22)

6 Figurer og tabeller

6.1 Figurer

Figur 2.1. Kart over Sundsbarmvatnet, Vallaråi og Kivleåi.

Figur 2.2 Oversikt over alle 8 oppførte stasjoner i Vallaråi.

Figur 2.3. Den øverste delen av kontrollområdet i Kivleåi samt feltutstyr.

Figur 2.4. Fangstene oppbevart i bøtter.

Figur 3.1. Artssammensetning for fangstene i Vallaråi (2008-2021).

Figur 3.2. Artssammensetning for fangstene i Kivleåi (2008-2021).

Figur 3.3. Samlet lengdefordelingsresultat for ørret på 7 stasjoner i Vallaråi (2021).

Fig 3.4. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørret på 5 stasjoner i Kivleåi (2021).

Fig. 3.5. Samlet lengdefordelingsresultat for fanget ørret på 5 stasjoner i Kivleåi (2020).

Figur 3.6. Gjennomsnittlige tettheter i ørretbestand i Vallaråi (2008-2021).

Figur 3.7. Gjennomsnittlige tettheter i ørretbestand i Kivleåi (2020-2021).

Figur 3.8. Lengdefordeling for fanget ørekyte på 7 stasjoner i Vallaråi (2021).

Figur 3.9. Lengdefordeling for fanget ørekyte på 5 stasjoner i Kivleåi (2021).

Figur 3.10. Lengdefordeling for fanget ørekyte på 5 stasjoner i Kivleåi (2020).

Figur 3.11. Gjennomsnittlige tettheter i ørrekytebestand i Vallaråi (2008-2021).

Figur 3.12. Gjennomsnittlige tettheter i ørrekytebestand i Kivleåi (2020-2021).

Figur 4.1. Plastring i forbindelse med E134.

Figur 4.2. Kartlagt strekning i Kivleåi.

Figur 4.3. Kile på stasjon 5 (vinteren 2017).

6.2 Tabeller

Tabell 3.1. Alle data for vannføring (m^3/s^{-1}), vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$) og konduktivitet (mS/cm^{-1}) i Vallaråi (2008 – 2021).

Tabell 3.2. Alle data for vannføring (m^3/s^{-1}), vanntemperatur ($^{\circ}\text{C}$) og konduktivitet (mS/cm^{-1}) i Kivleåi (2020 og 2021)

7 Vedlegg

7.1 Vedlegg 1: Artssammensetning og årsklasser/lengdefordeling for ørret

Tabell 7.1. Antall fangede individer innen hver art i perioden 2008 -2021 i Vallaråi.

År	Ørret	Ørekyte	Bekkeniøye	Trepigga stingsild
2008	578	206	6	14
2009	315	71	0	0
2010	256	104	1	22
2014	199	19	0	0
2015	560	77	23	38
Vår 2016	408	260	98	7
Høst 2016	433	127	23	15
2017	331	21	1	5
2021	683	199	6	20
Sum:	3763	1084	158	121

Tabell 7.2. Antall fangede individer innen hver art i perioden 2020-2021 Kivleåi.

År	Ørret	Ørekyte	Bekkeniøye	Trepigga stingsild
2020	229	32	5	0
2021	593	109	7	1
Sum:	822	141	12	1

Tabell 7.3. Lengder (mm) og hvilken årsklasse de tilhører i Vallaråi 2008 – 2021.

År	0+ (mm)	1+ (mm)	1++ eldre (mm)
2020	<60	60-110	>110
2021	<70	70-110	>110

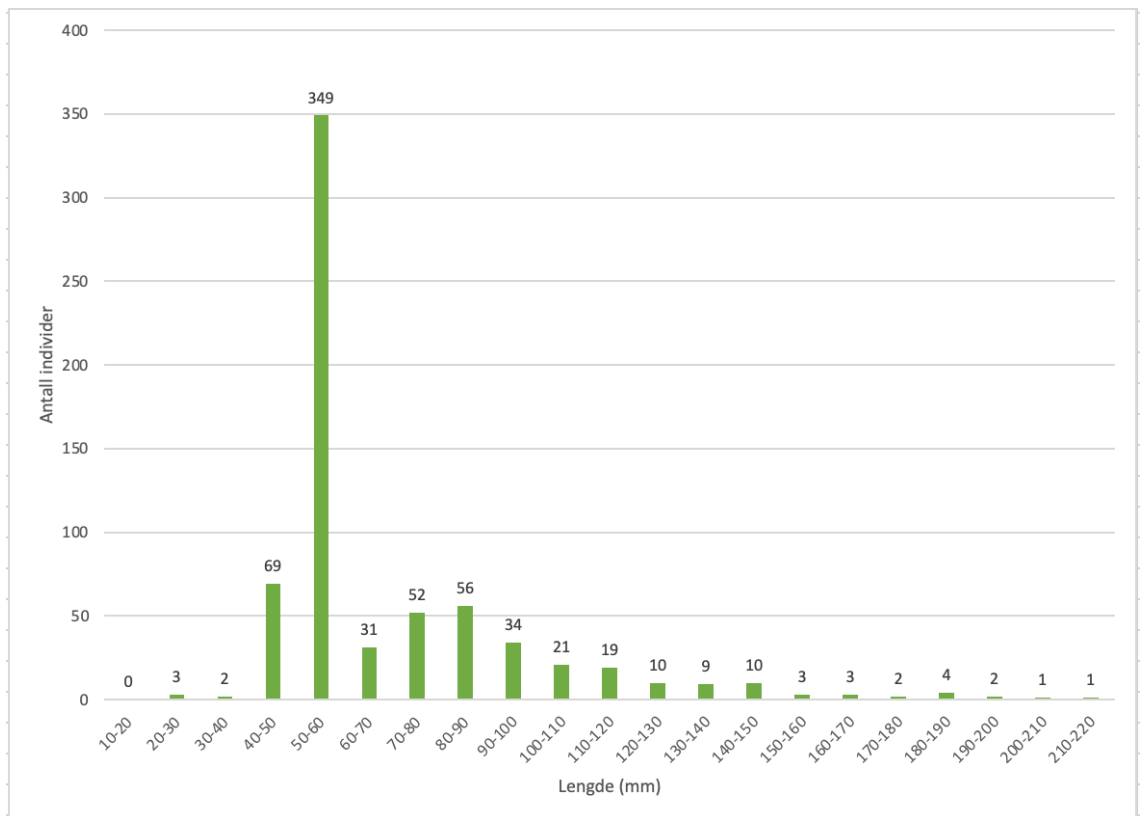


Fig. 7.1. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi 2021.

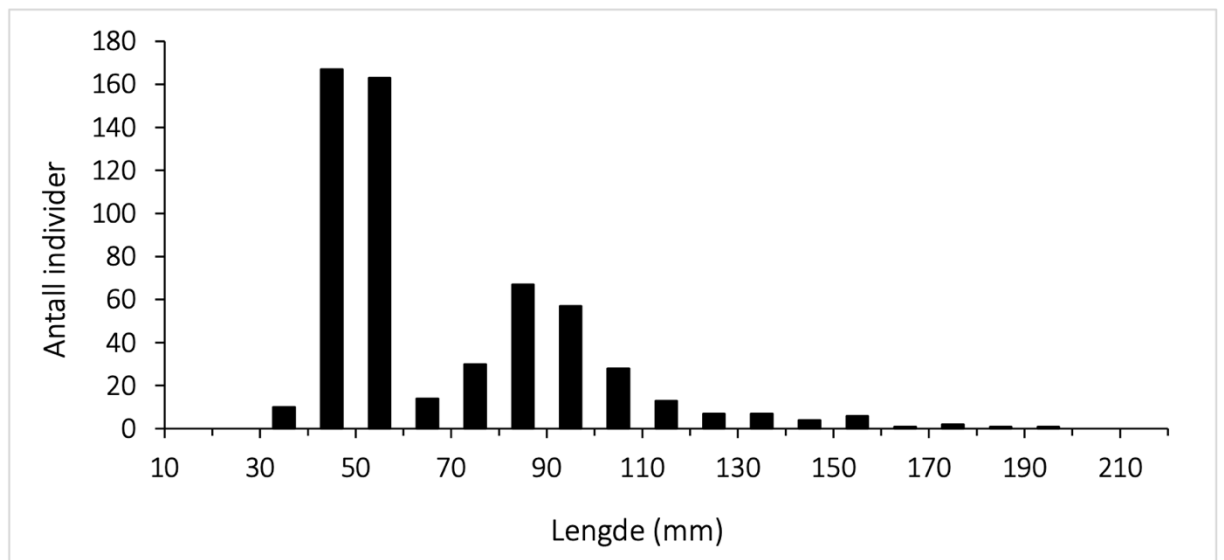


Fig. 7.2. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi 2008 (Heggenes et al. 2018).

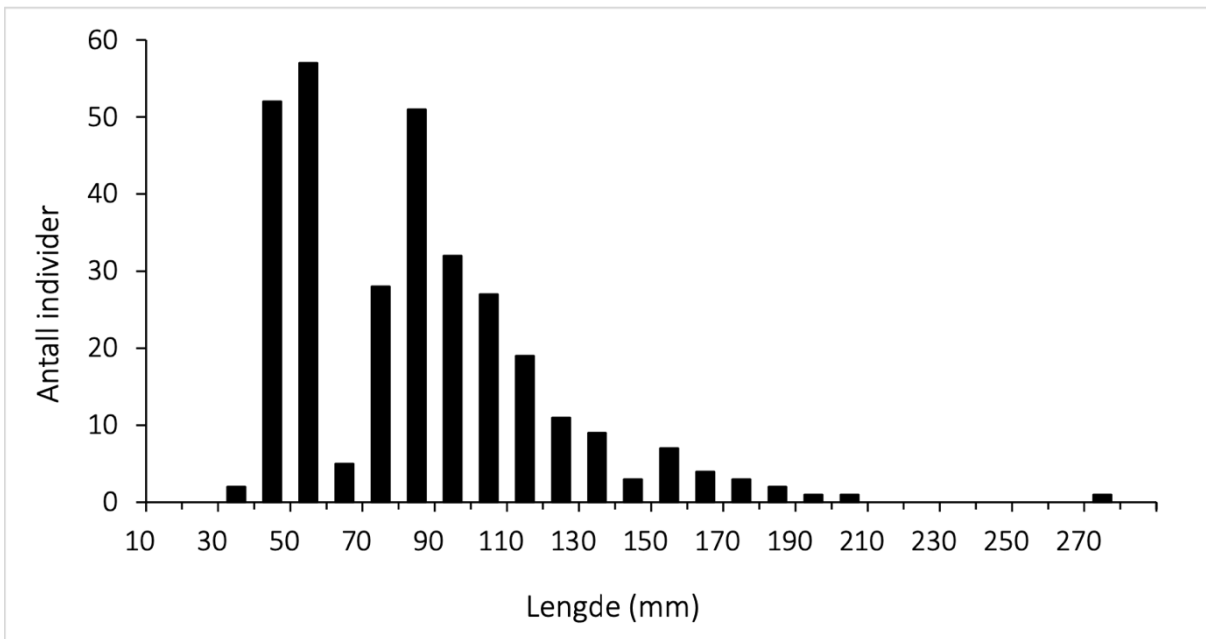


Fig. 7.3. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi 2009 (Heggenes et al. 2018).

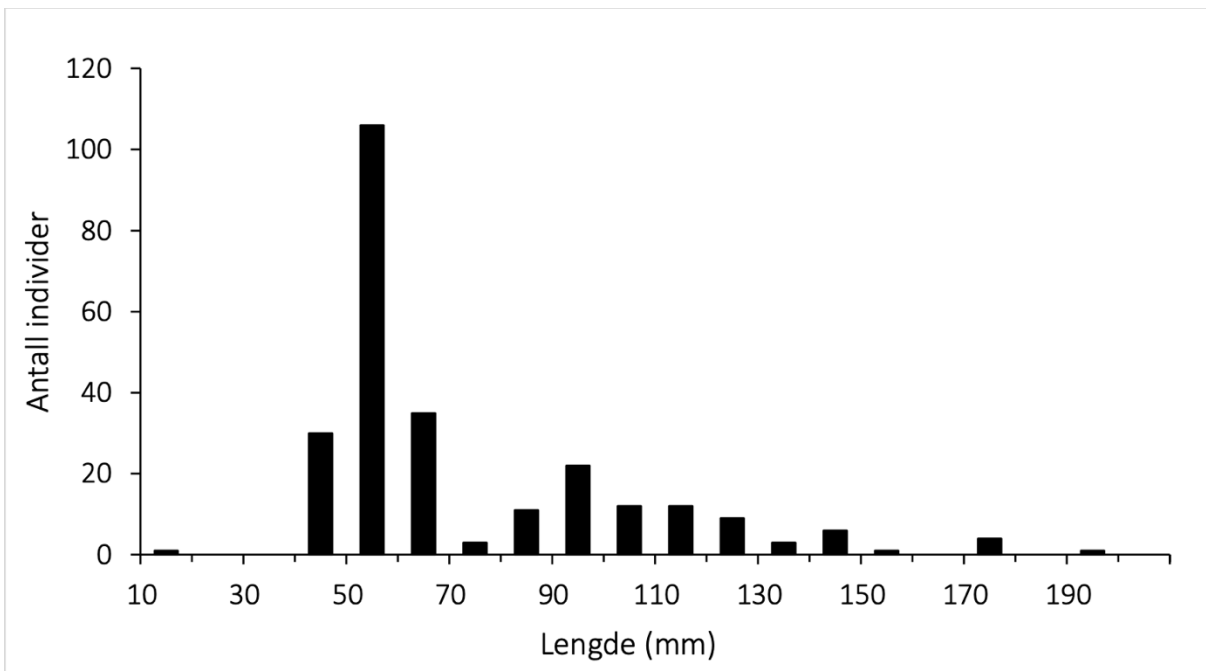


Fig. 7.4. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi 2010 (Heggenes et al. 2018).

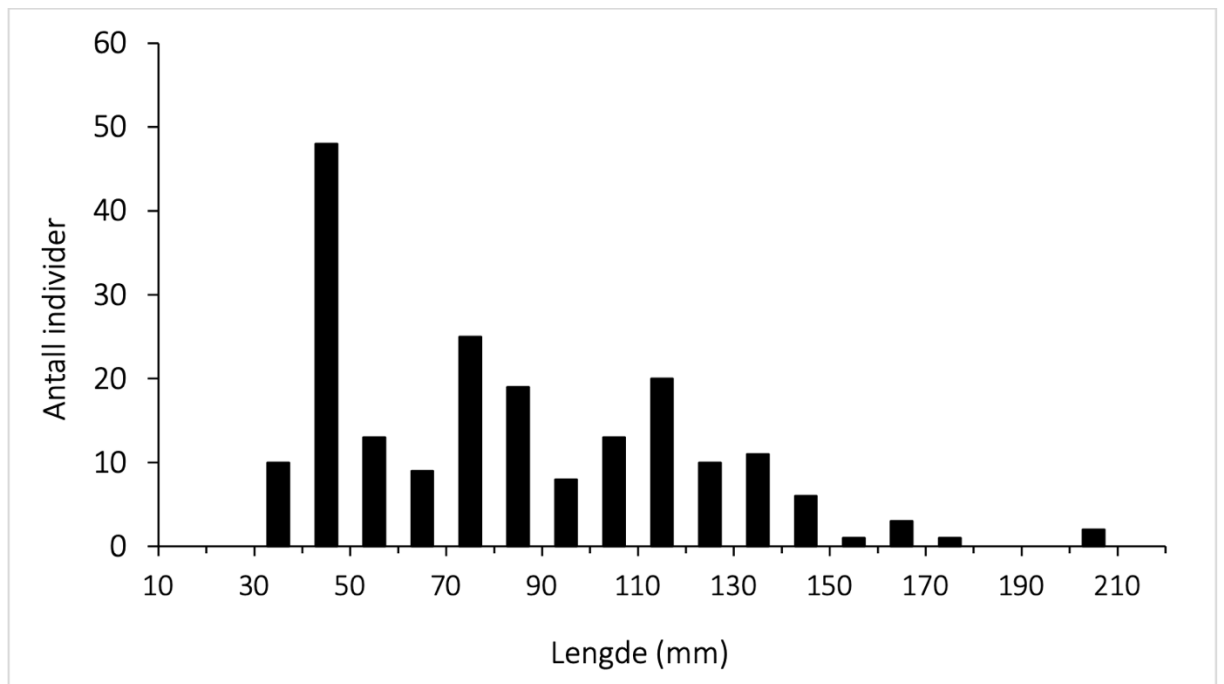


Fig. 7.5. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi 2014 (Heggenes et al. 2018).

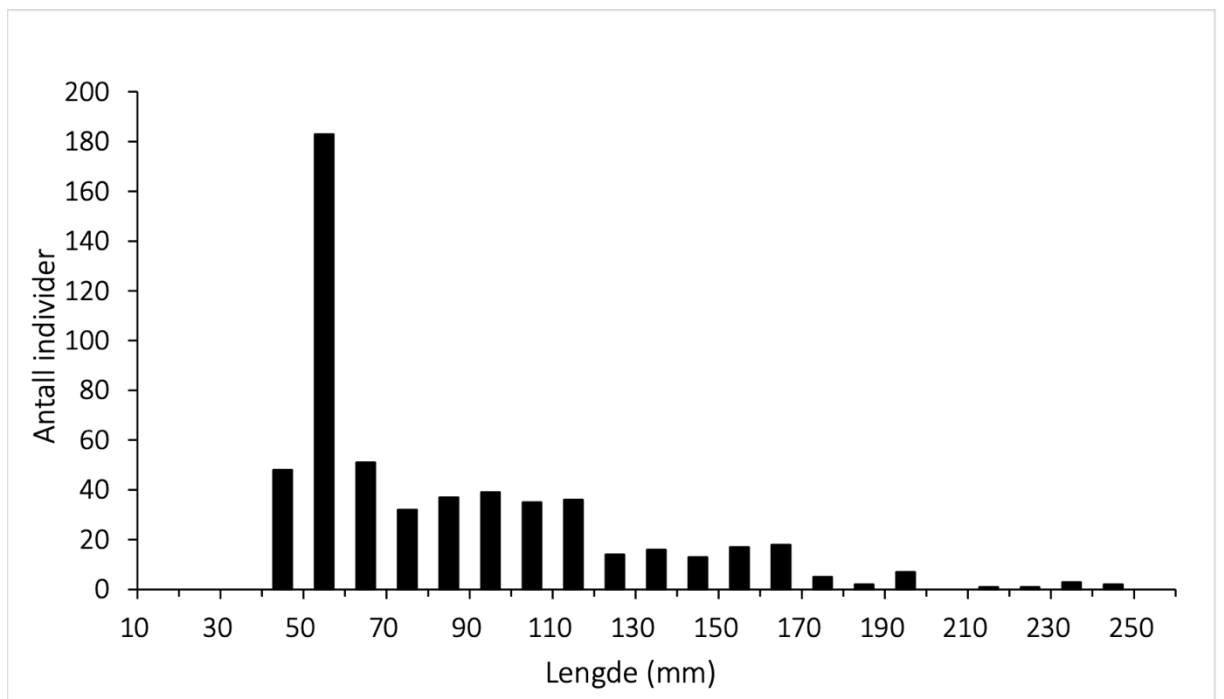


Fig. 7.6. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi 2015 (Heggenes et al. 2018).

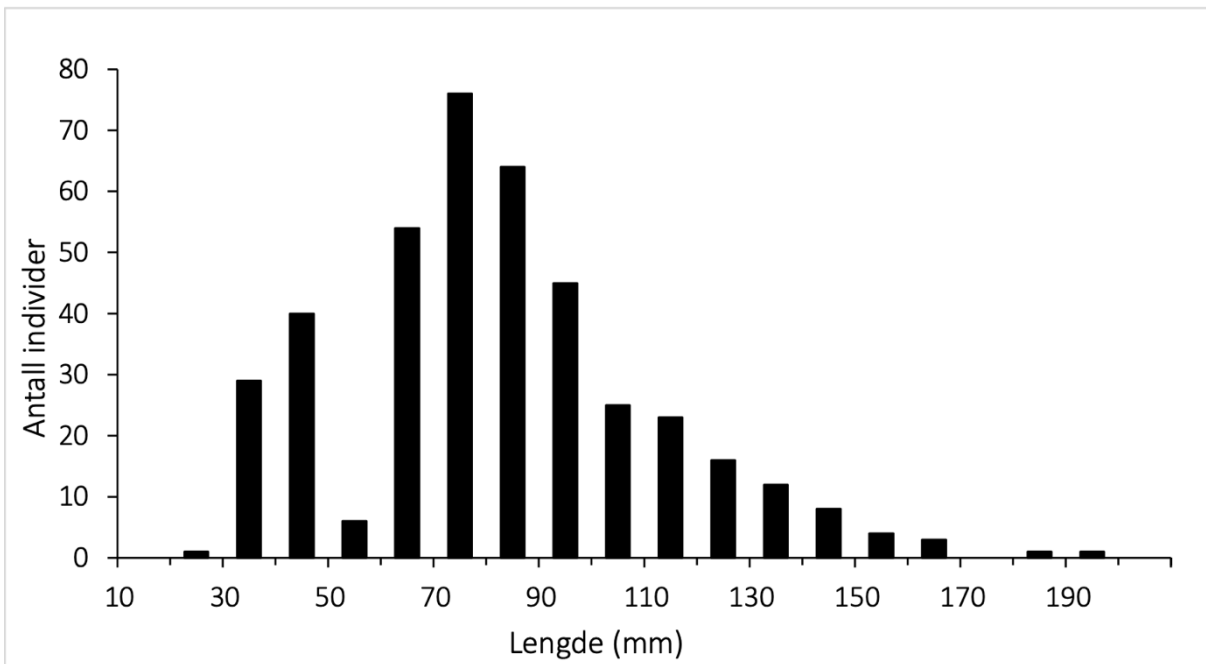


Fig. 7.7. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi våren 2016 (Heggenes et al. 2018).

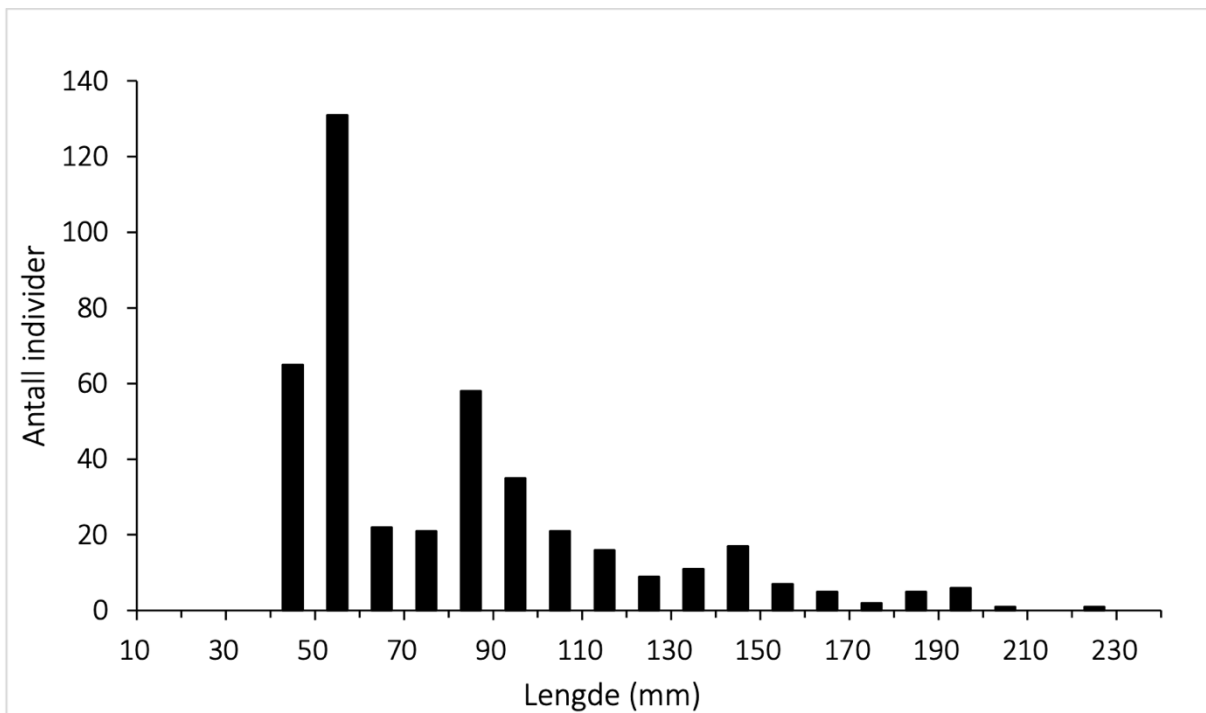


Fig. 7.8. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi høsten 2016 (Heggenes et al. 2018).

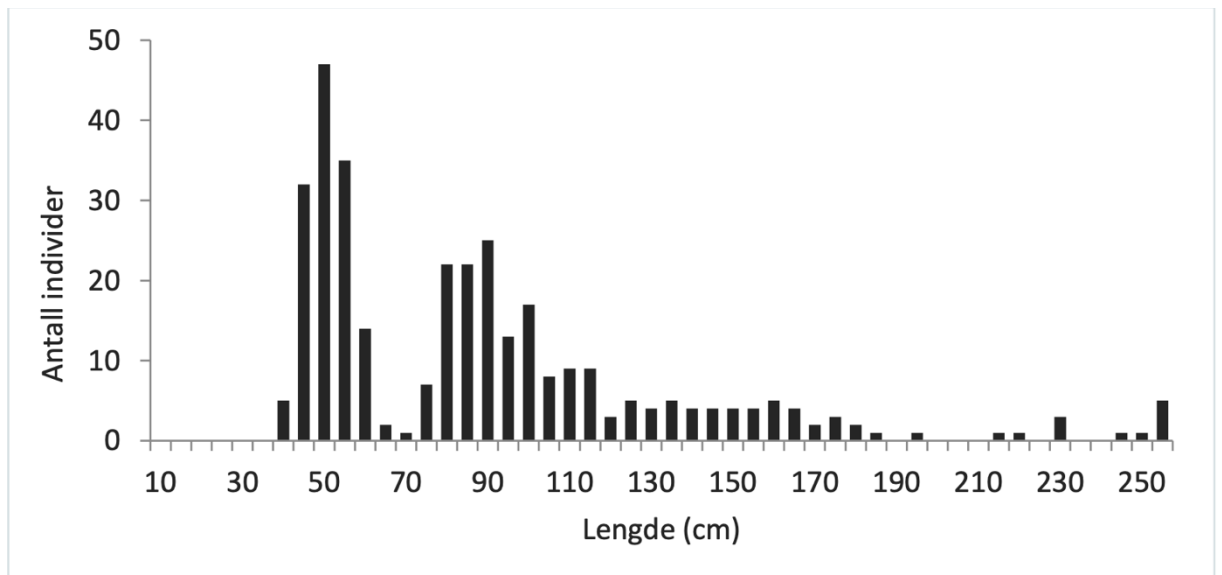


Fig. 7.9. Lengdefordeling av fanget ørret i Vallaråi høsten 2017 (Heggenes et al. 2018).

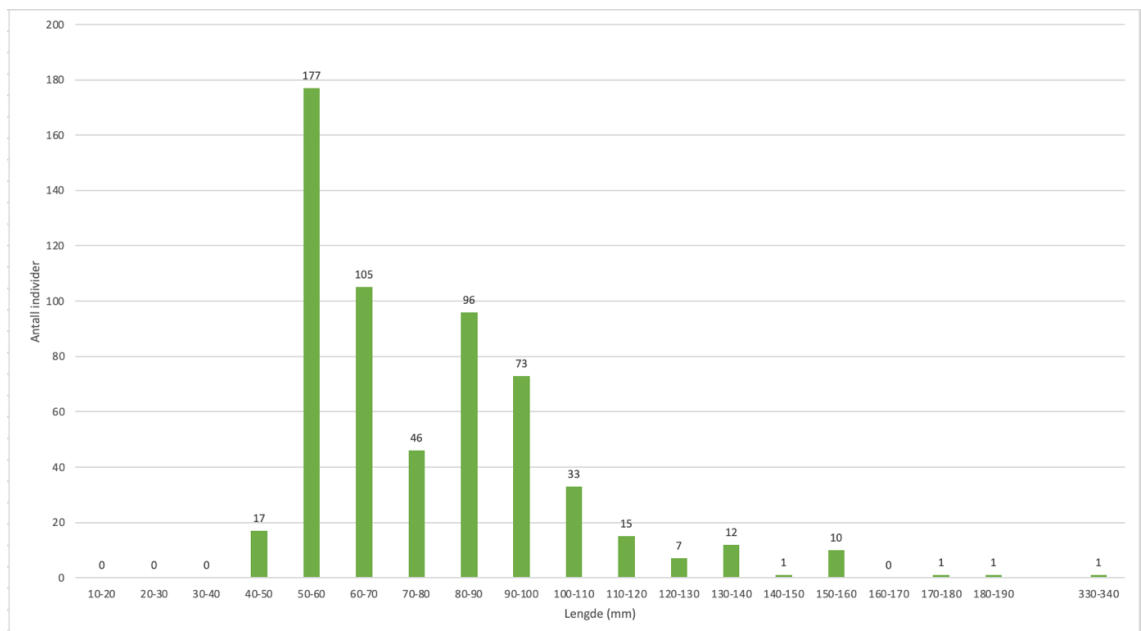


Fig 7.10. Lengdefordeling av fanget ørret Kivleåi 2021.

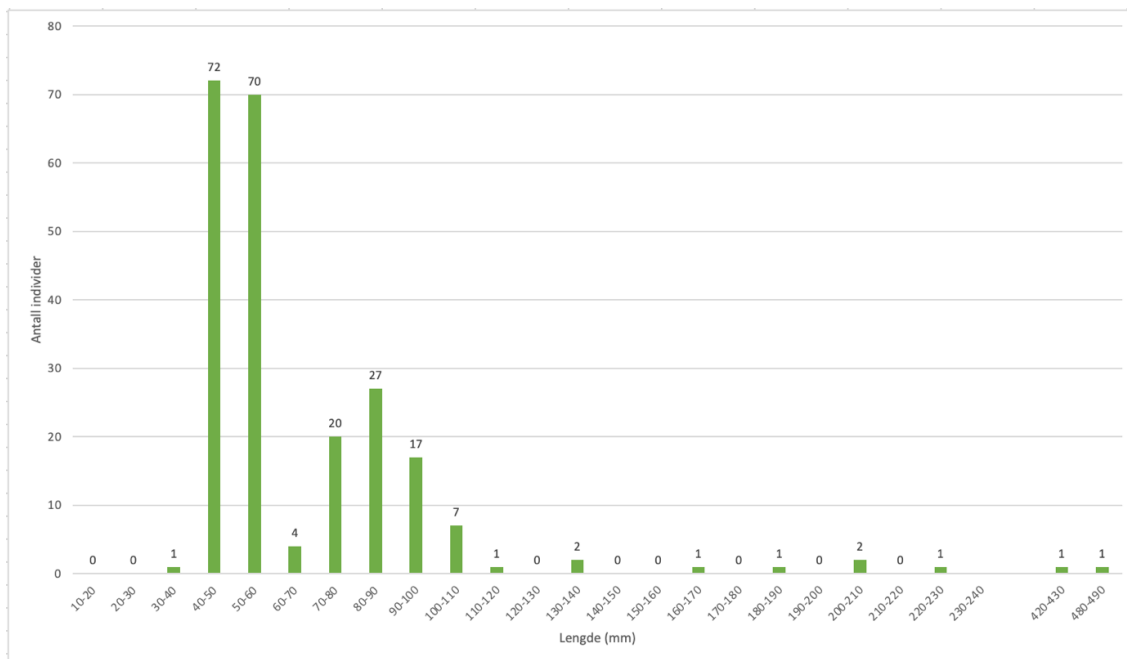


Fig. 7.11. Lengdefordeling av fanget ørret Kivleåi 2020.

7.2 Vedlegg 2. Gjennomsnittslengder for ørret og ørekyte

Tabell 7.5. Oversikt over stasjon, antall (n), gjennomsnittslengde (L mm) og standardavvik (\pm SD) for sommer gammel (0+), to-somrig (1+) og eldre ørret elektrofisket i Vallaråi fra 2008-2021. (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (Felt merket med - = data mangler).

Stasjon	0+			1+			Eldre		
	2021	N	L mm	\pm SD	N	L mm	\pm SD	N	L mm
1	48	48,7	8,6	25	77,1	15	2	133,0	17,0
2	58	54,0	2,8	25	76,7	9,8	4	129,8	13,3
3	30	52,6	3,0	18	74,2	10,7	6	121,8	12,5
4	29	53,7	3,4	45	87,7	9,6	24	142,2	27,1
5	55	52,2	3,9	18	86,2	15,5	9	165,0	34,0
5b	97	52,4	3,8	27	86,6	13,4	15	139,7	23,3
5c	*	-	-	*	-	-	*	-	-
6	106	52,7	3,7	36	82,2	10,6	5	125,0	9,7
2017	N	L mm	\pm SD	N	L mm	\pm SD	N	L mm	\pm SD

1	36	50,1	5,9	31	90,3	10,2	6	140,3	11,3
2	21	44,9	3,4	15	85,1	9,0	1	114,0	-
3	20	47,3	4,3	14	85,4	11,2	3	131,3	19,9
4	0	-	-	8	94,0	10,4	29	175,6	53,4
5	36	48,2	4,2	16	89,8	8,5	14	147,4	31,4
5b	16	52,0	6,8	23	89,1	9,1	16	161,4	44,3
5c	*	-	-	*	-	-	*	-	-
6	7	56,3	3,0	16	86,8	10,1	3	120,0	11,5
Høst									
2016	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	50	51,6	3,4	32	84,8	13,0	8	130,4	15,4
2	22	49,9	3,7	18	84,8	13,1	3	131,0	19,0
3	35	51,2	4,2	16	81,0	12,6	6	138,3	30,0
4	2	50,0	0,0	15	88,0	8,7	22	146,6	29,3
5	24	50,5	4,2	22	84,3	12,8	10	142,8	31,2
5b	16	50,4	4,3	24	85,4	11,0	9	149,2	23,1
5c	30	50,6	3,4	18	78,3	16,5	20	155,9	23,9
6	17	52,7	3,5	12	88,3	6,6	2	121,0	2,8
Vår									
2016	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	28	36,3	13,2	49	78,1	13,2	5	127,8	11,1
2	22	38,7	11,5	19	75,0	14,1	1	118,0	-
3	11	34,7	9,9	23	76,3	13,7	3	130,0	10,0
4	2	33,5	12,0	33	87,7	10,3	14	123,6	10,6
5	24	42,5	13,3	21	76,9	13,2	8	135,0	22,6
5b	10	36,5	10,9	30	78,8	12,7	4	118,2	7,4
5c	8	39,0	14,0	9	69,7	10,3	5	146,6	25,9
6	25	46,9	14,1	50	72,3	11,8	4	121,0	5,8
2015	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	59	54,5	3,3	47	81,3	15,7	8	145,1	26,9
2	38	50,6	3,8	20	81,5	15,4	4	138,0	17,3

3	27	51,6	4,3	19	82,9	14,1	9	132,7	17,6
4	3	46,6	4,5	27	93,3	9,3	33	140,4	31,3
5	19	55,1	2,9	25	85,4	17,4	31	158,0	34,4
5b	18	54,7	3,7	15	81,5	14,3	13	140,7	28,8
5c	41	53,0	3,9	31	72,8	14,3	28	147,7	29,9
6	26	51,9	3,1	10	85,9	17,8	9	137,7	38,0
2014	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	41	46,7	4,2	22	81,0	13,0	9	124,5	10,4
4*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	4	37,5	5,2	7	81,0	12,4	28	127,8	24,2
5b	15	40,2	6,1	16	80,8	14,0	15	129,9	24,1
5c*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	11	47,0	4,3	22	83,2	11,2	9	128,3	15,3
2010	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	102	55,5	5,1	20	89,6	7,4	15	122,3	17,3
2	8	54,0	5,0	5	89,4	4,9	1	100,0	-
3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	7	51,4	6,7	4	87,0	4,1	24	132,0	26,1
5	10	57,3	6,2	1	68,0	-	6	110,3	16,7
6	14	55,0	3,6	2	89,5	2,1	4	111,5	21,1
7	29	50,5	5,6	1	91,0	-	2	105,5	14,9
2009	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	0	-	-	38	82,8	9,3	30	117,7	10,1
2	17	45,2	4,7	10	82,5	5,1	4	108,5	1,3
3	15	50,8	4,0	22	89,1	8,3	0	-	-
4	1	47,0	-	7	82,3	6,6	42	141,3	37,2
5	14	49,5	4,9	13	89,2	9,5	2	110,0	1,4
6	10	49,0	4,6	15	83,8	8,8	4	135,8	15,8
7	56	51,1	4,4	15	86,7	10,7	0	-	-

2008	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	131	48,3	6,6	89	89,1	9,5	19	141,9	26,7
2	111	49,1	4,4	26	83,1	7,2	7	119,3	10,6
3	40	50,1	4,3	24	92,7	10,4	8	126,1	12,2
4	2	48,0	8,5	15	90,9	11,1	7	140,1	15,3
5	4	49,3	2,8	11	80,9	6,4	1	110,0	-
6	12	54,0	5,7	10	85,7	9,2	2	125,5	23,3
7	52	51,0	5,0	9	90,6	8,3	0	-	-

Tabell 7.6. Oversikt over stasjon, antall (n), gjennomsnittslengde (L mm) og standardavvik (±SD) for sommergammel (0+), to-somrig (1+) og eldre ørret elektrofisket i Kivleåi 2020 – 2021 (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (Felt merket med - = data mangler).

Stasjon	0+			1+			Eldre		
	2021	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm
1	36	60,6	4,2	42	90,1	9,8	9	137,3	21,3
2	101	57,5	4,1	58	85,2	8,3	5	125,6	12,4
3	44	56,4	4,8	40	84,9	9,6	4	131,3	18,7
4	69	57,3	5,1	39	87,3	6,1	11	148,2	61,6
5	48	54,7	5,2	69	90,3	10,0	18	134,4	21,1
2020	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD	N	L mm	±SD
1	43	50,3	5,0	21	83,8	13,3	-	-	-
2	32	48,3	4,8	10	83,8	11,0	1	200,0	-
3	15	49,5	5,3	11	85,6	8,6	1	200,0	-
4	14	48,6	3,0	19	84,1	9,8	3	171,3	45,4
5	39	49,00	5,3	15	88,0	7,5	5	266,4	172,8

Tabell 7.7. Stasjon, antall (n), gjennomsnittslengde (L mm) og standardavvik (\pm SD) for ørekyte fanget ved elektrofiske i Vallaråi i perioden 2008-2021 (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (felt merket med - = data mangler).

Stasjon			
2021	N	L mm	\pm SD
1	51	67,4	21,4
2	18	67,3	5,4
3	5	68,8	2,4
4	56	71,8	7,5
5	14	51,0	14,6
5b	*	-	-
5c	52	53,6	18,9
6	10	56,9	18,2
2017	N	L mm	\pm SD
1	18	73,9	13,3
2	1	62,0	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	1	72,0	-
5b	1	78,0	-
5c	*	-	-
6	-	-	-
2016	N	L mm	\pm SD
1	60	76,4	12,6
2	1	83,0	-
3	6	72,5	3,8
4	6	80,8	6,1
5	7	72,7	12,4
5b	16	75,2	11,1
5c	26	75,0	7,1
6	5	78,8	8,0

2015	N	L mm	±SD
1	57	71,2	12,0
2	0	-	-
3	1	76,0	-
4	7	73,8	11,8
5	1	67,0	-
5b	2	87,6	4,9
5c	9	65,1	12,9
6	0	-	-
2014	N	L mm	±SD
1*	-	-	-
2*	-	-	-
3	0	-	-
4*	-	-	-
5	14	69,0	10,9
5b	4	69,5	10,7
5c*	-	-	-
6	0	-	-
2010	N	L mm	±SD
1	44	72,3	8,8
2	0	-	-
3*	-	-	-
4	19	77,3	7,3
5	36	74,8	7,9
6	3	74,7	0,6
7	2	77,5	12,0
2009	N	L mm	±SD
1	11	68,7	4,8
2	2	58,5	21,9
3	0	-	-
4	9	74,7	4,5

5	38	70,5	5,3
6	7	73,7	13,9
7	4	76,3	5,9
2008	N	L mm	±SD
1	118	68,3	8,3
2	0	-	-
3	1	70,0	-
4	11	75,0	7,3
5	70	68,1	8,0
6	6	69,2	7,3
7	6	69,2	7,3

Tabell 7.8. Stasjon, antall (n), gjennomsnittslengde (L mm) og standardavvik (±SD) for ørekyte elektrofisket i Kivleåi i perioden 2020 - 2021. (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (Felt merket med - = data mangler).

Stasjon			
2021	N	L mm	±SD
1	48	74,3	8,4
2	26	72,7	5,5
3	-	-	-
4	17	77,1	4,3
5	18	77,9	7,1
2020	N	L mm	±SD
1	27	80,7	25,9
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	4	73,8	5,3

7.3 Vedlegg 3. Lengdefordeling per stasjon for ørret høsten 2021

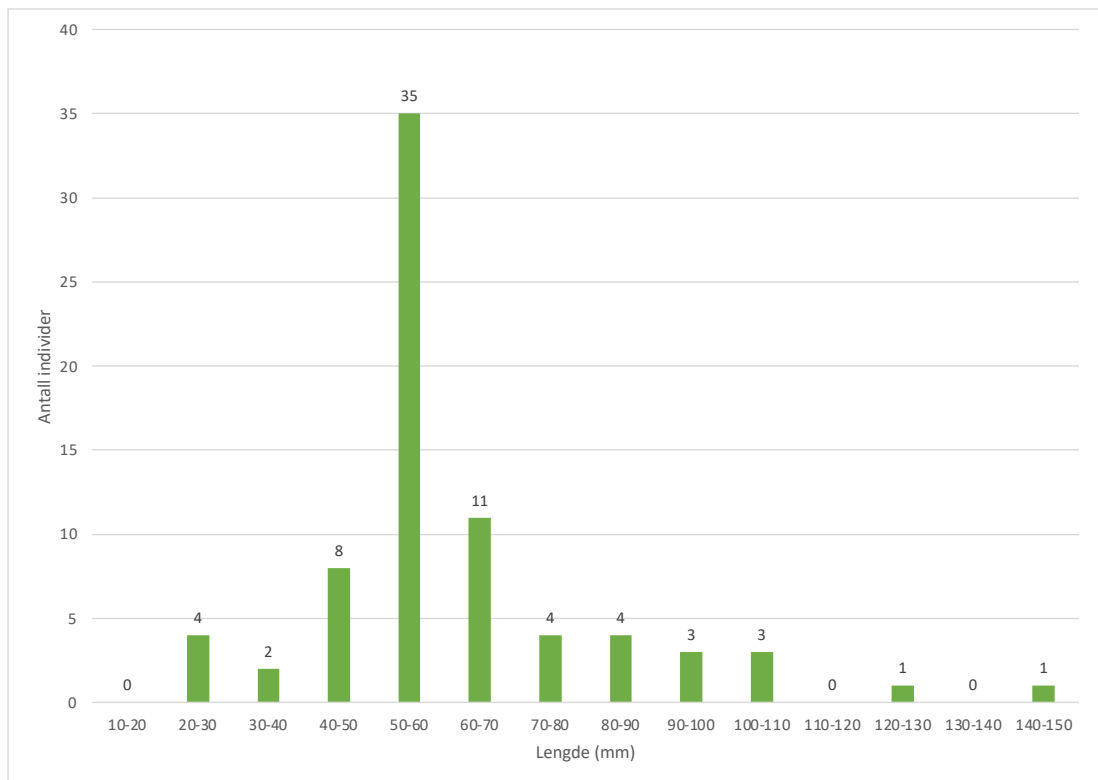


Fig. 7.12. Lengdefordeling ørret stasjon 1 Vallaråi 2021.

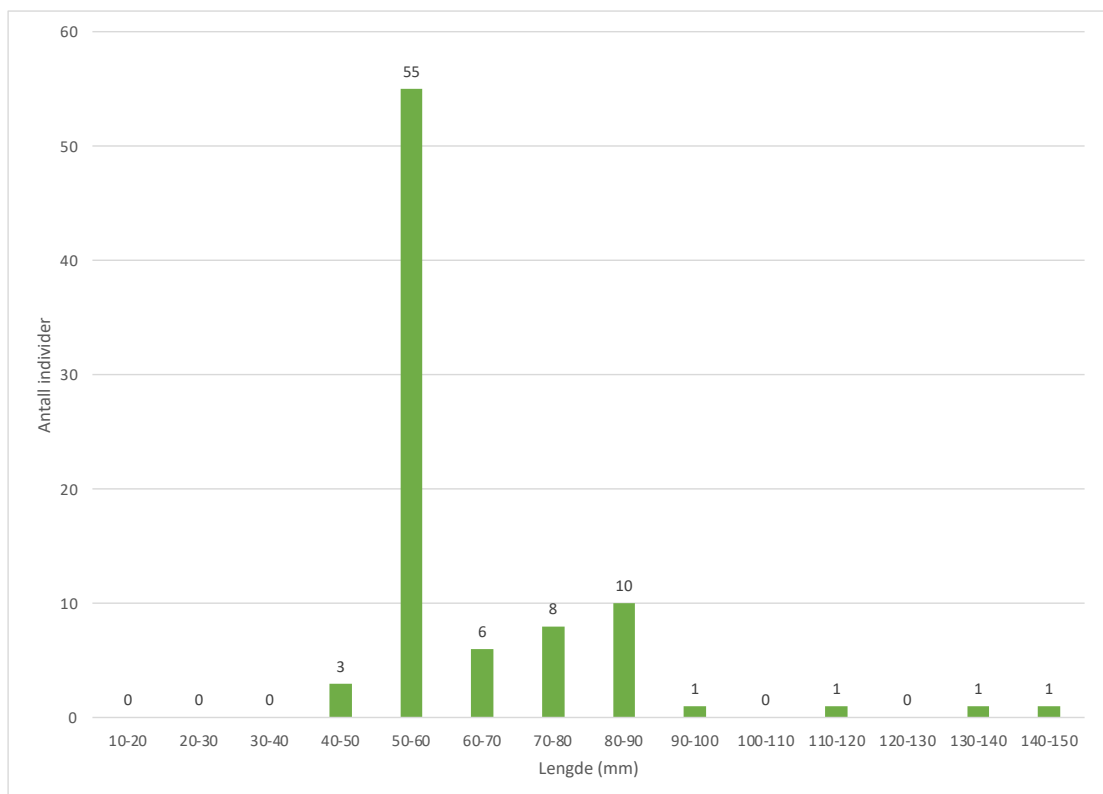


Fig. 7.13. Lengdefordeling ørret stasjon 2 Vallaråi 2021.

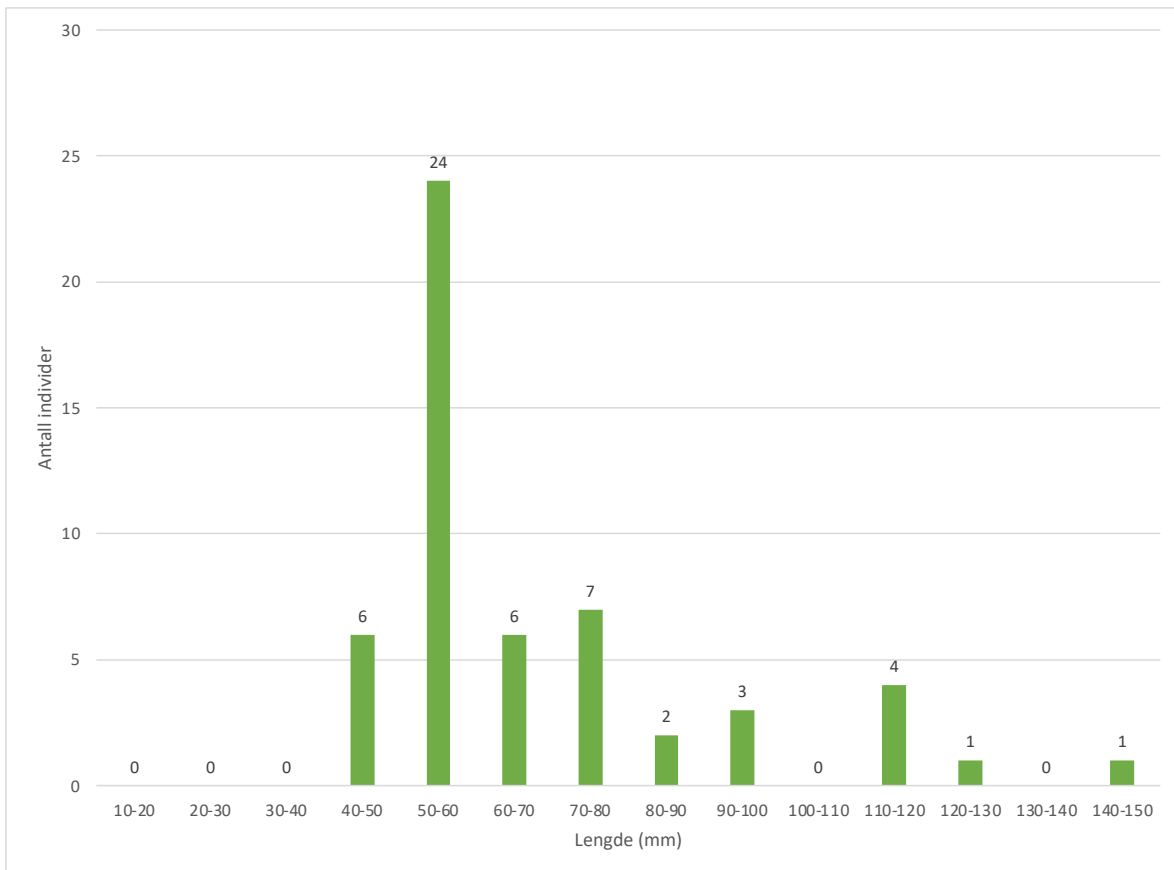


Fig. 7.14. Lengdefordeling ørret stasjon 3 Vallaråi 2021.

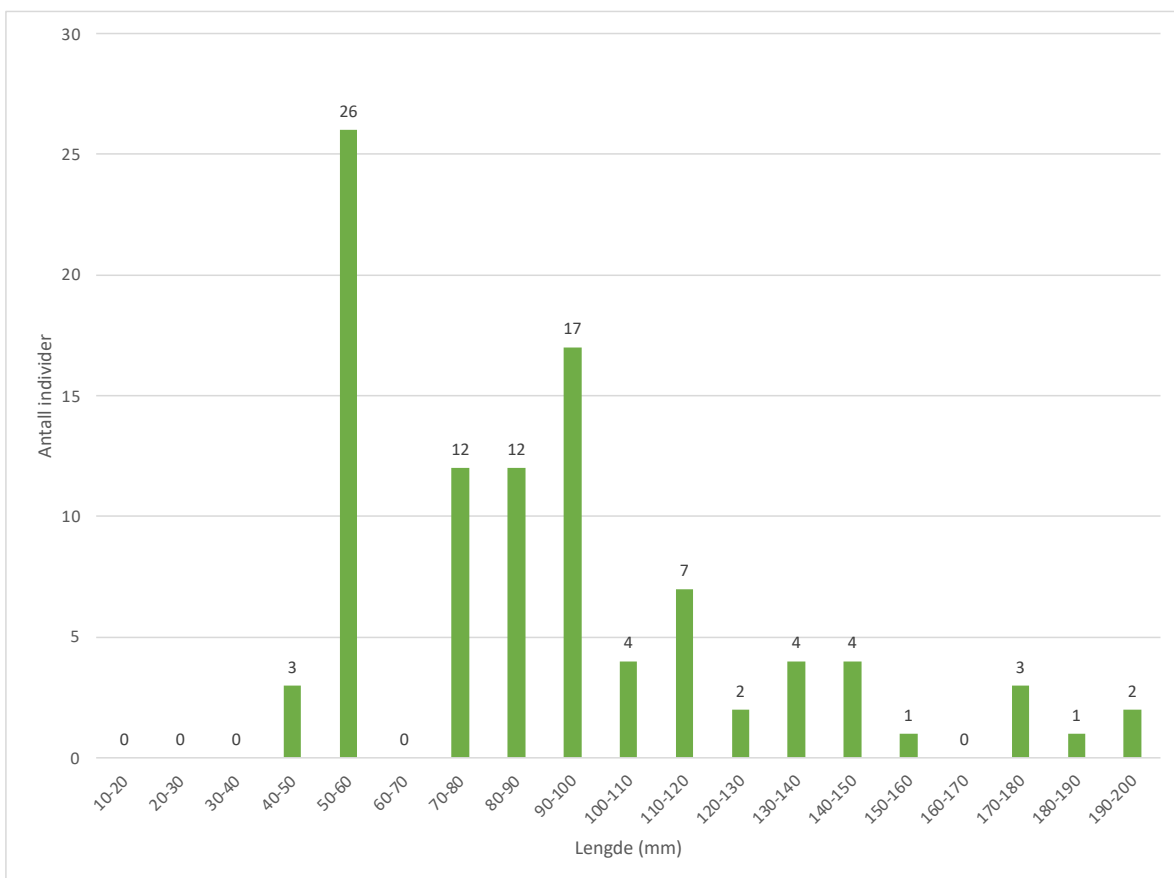


Fig. 7.15. Lengdefordeling ørret stasjon 4 Vallaråi 2021.

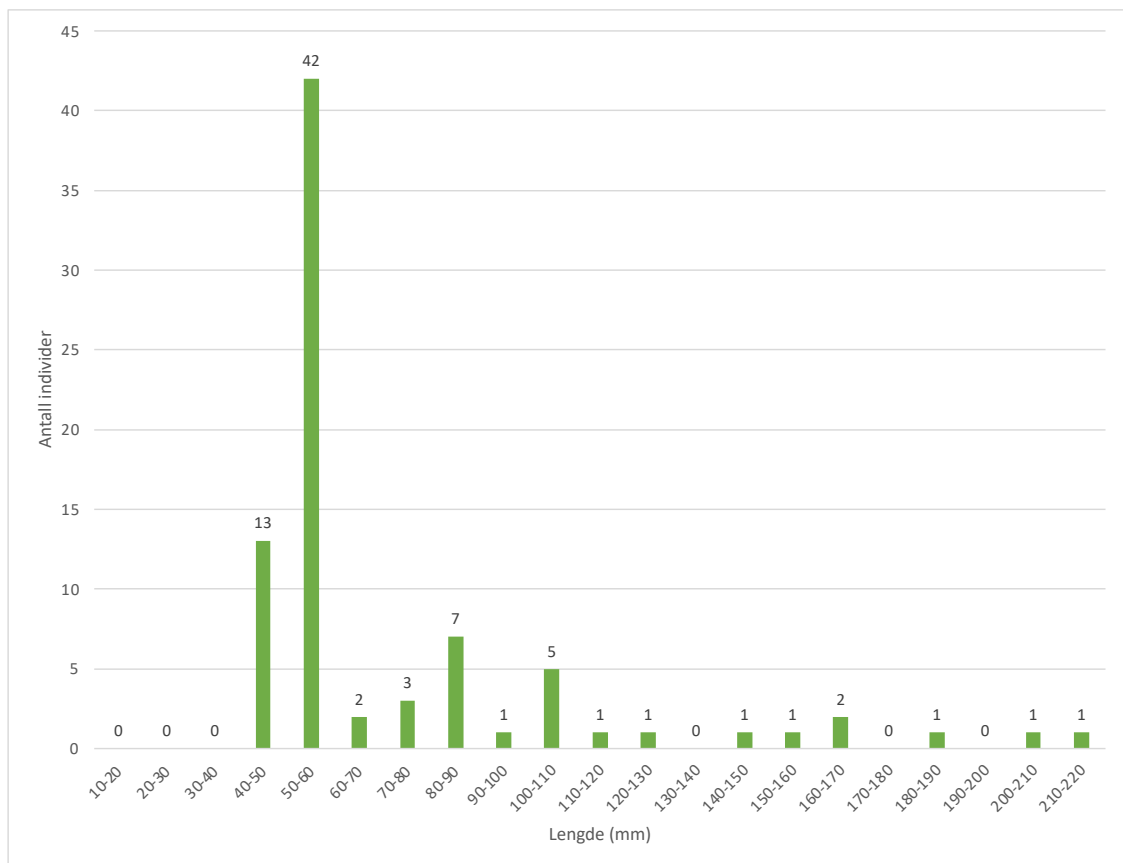


Fig 7.16. Lengdefordeling ørret stasjon 5 Vallaråi 2021.

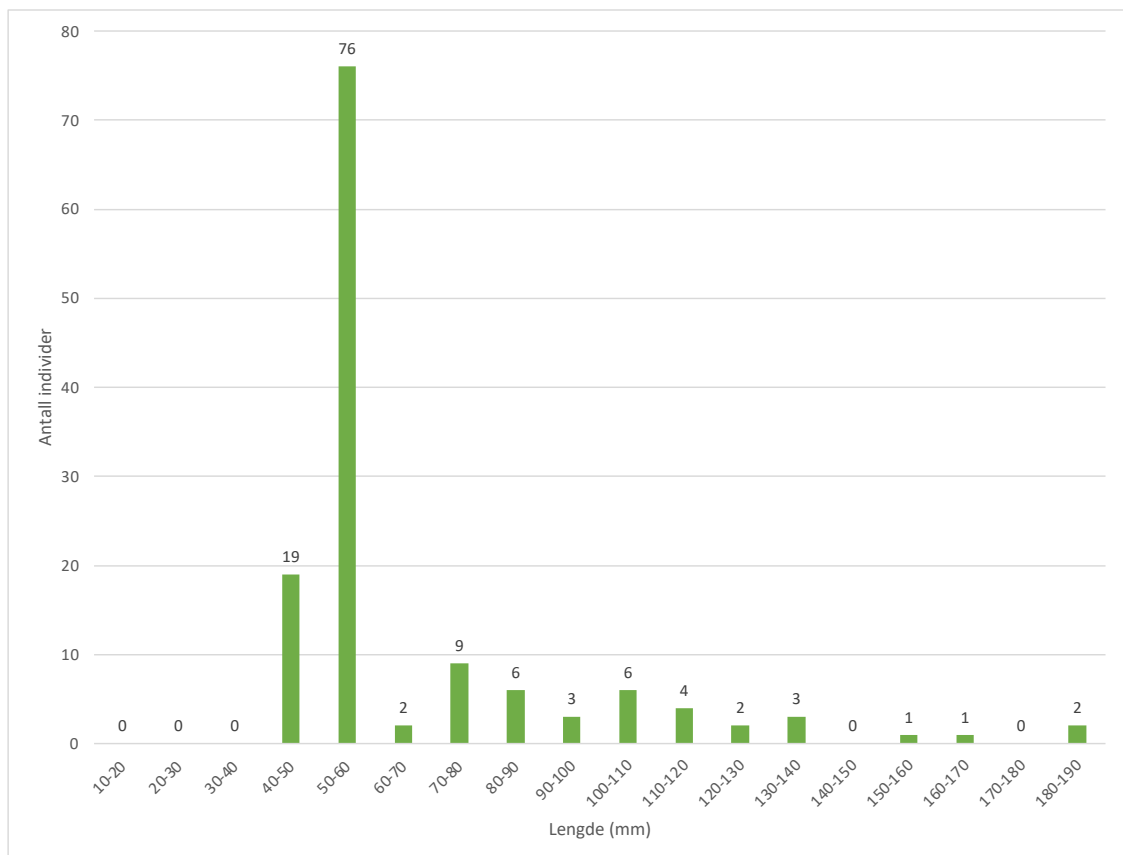


Fig. 7.17. Lengdefordeling ørret stasjon 5c Vallaråi 2021.

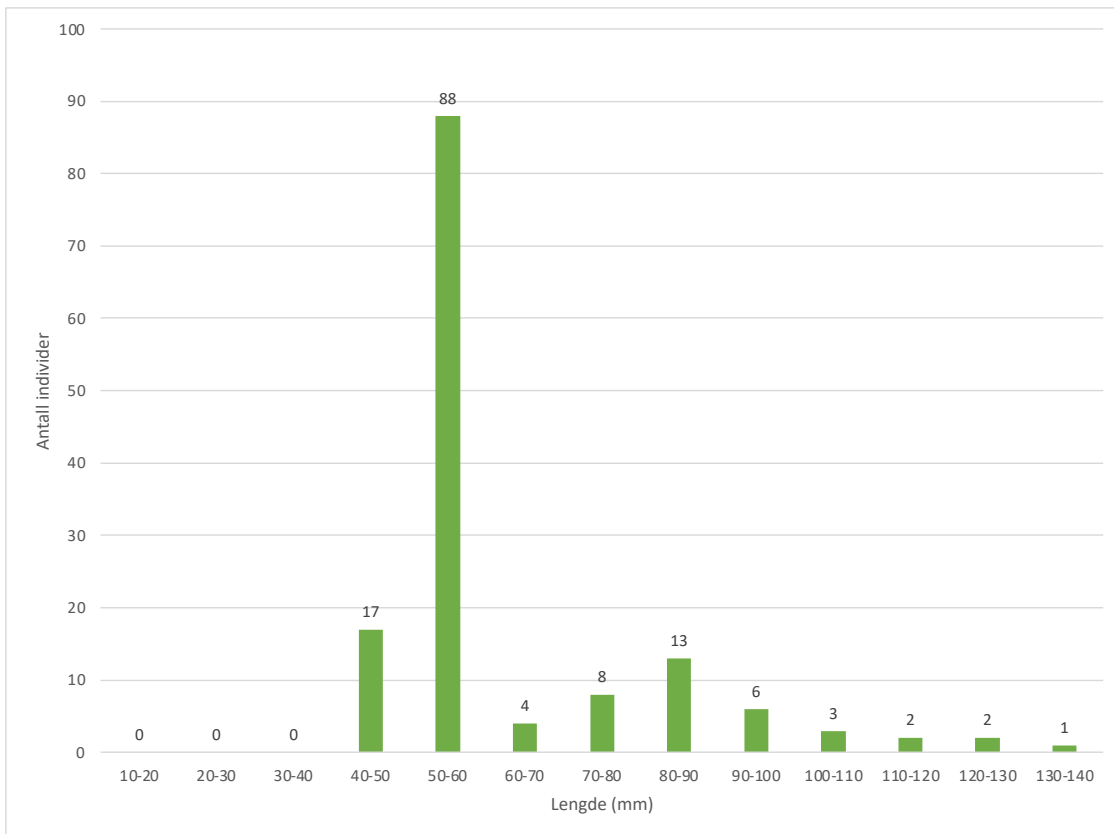


Fig. 7.18. Lengdefordeling ørret stasjon 6 Vallaråi 2021.

Kivleåi 2021

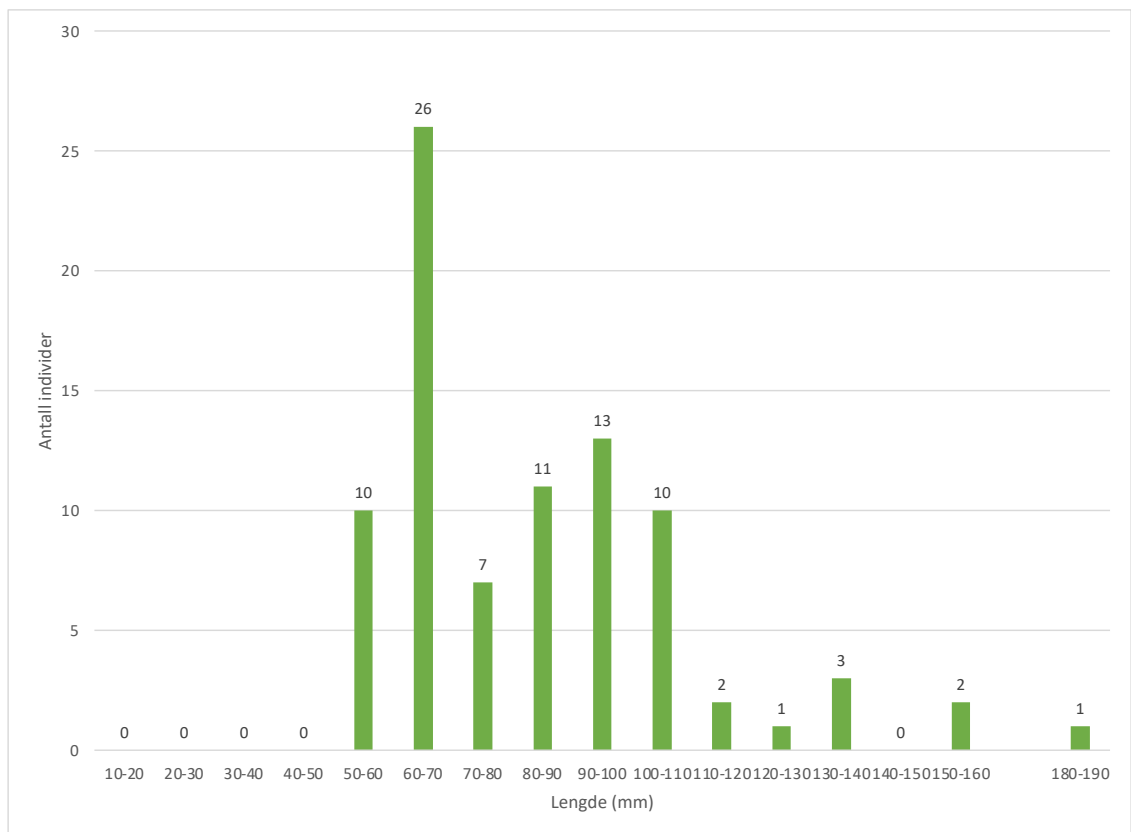


Fig. 7.19 Lengdefordeling ørret stasjon 1 Kivleåi 2021

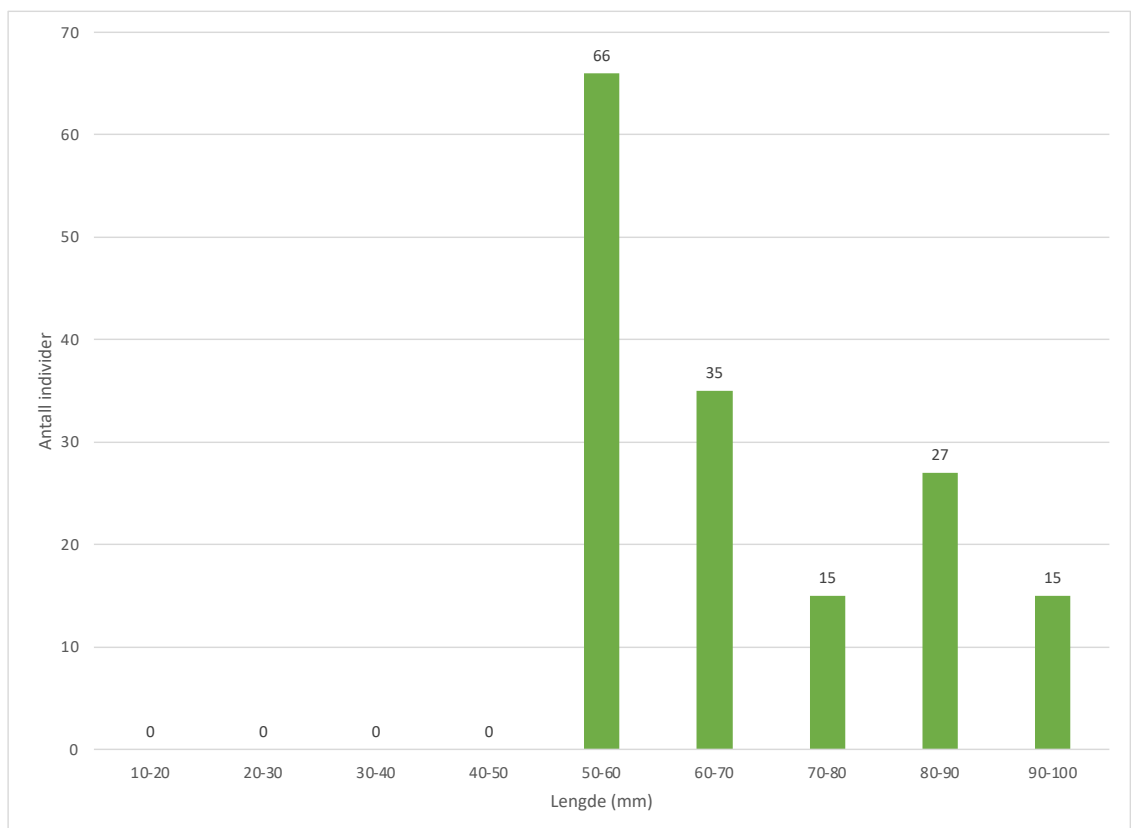


Fig. 7.20. Lengdefordeling ørret stasjon 2 Kivleåi 2021.

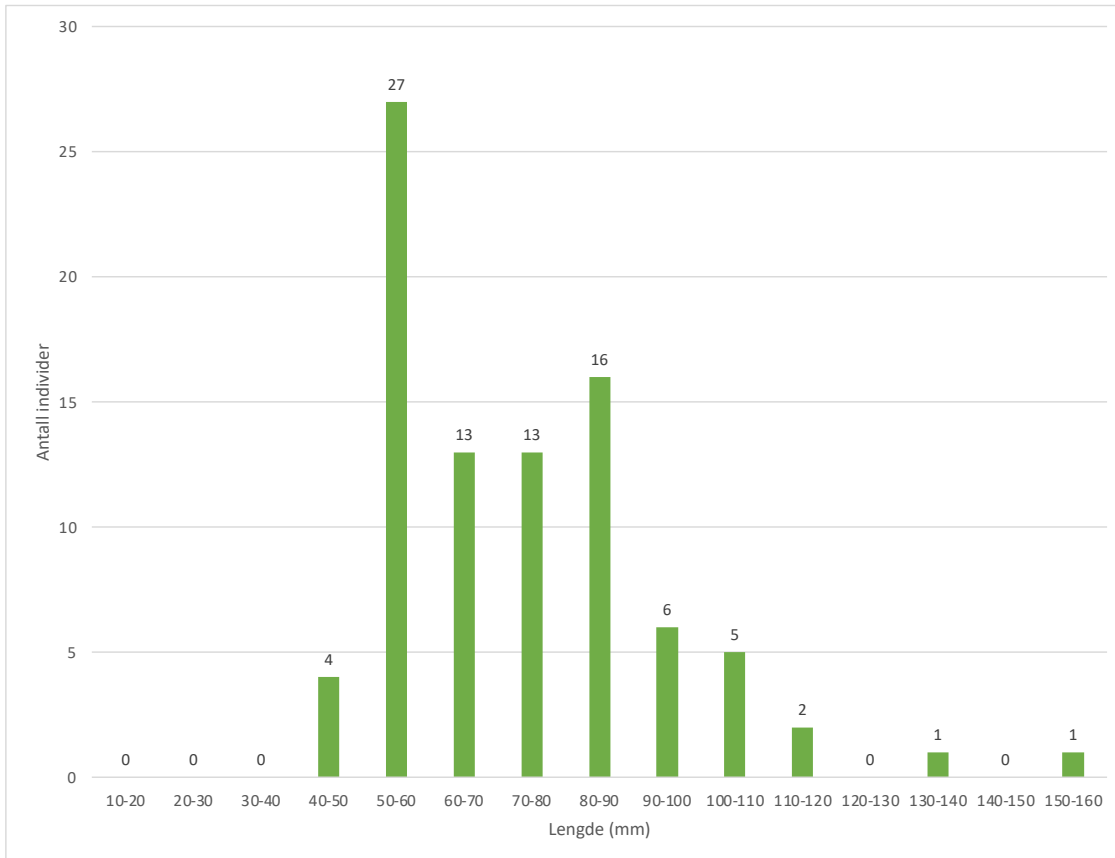


Fig. 7.21. Lengdefordeling ørret stasjon 3 Kivleåi 2021.

Kivleåi 2020

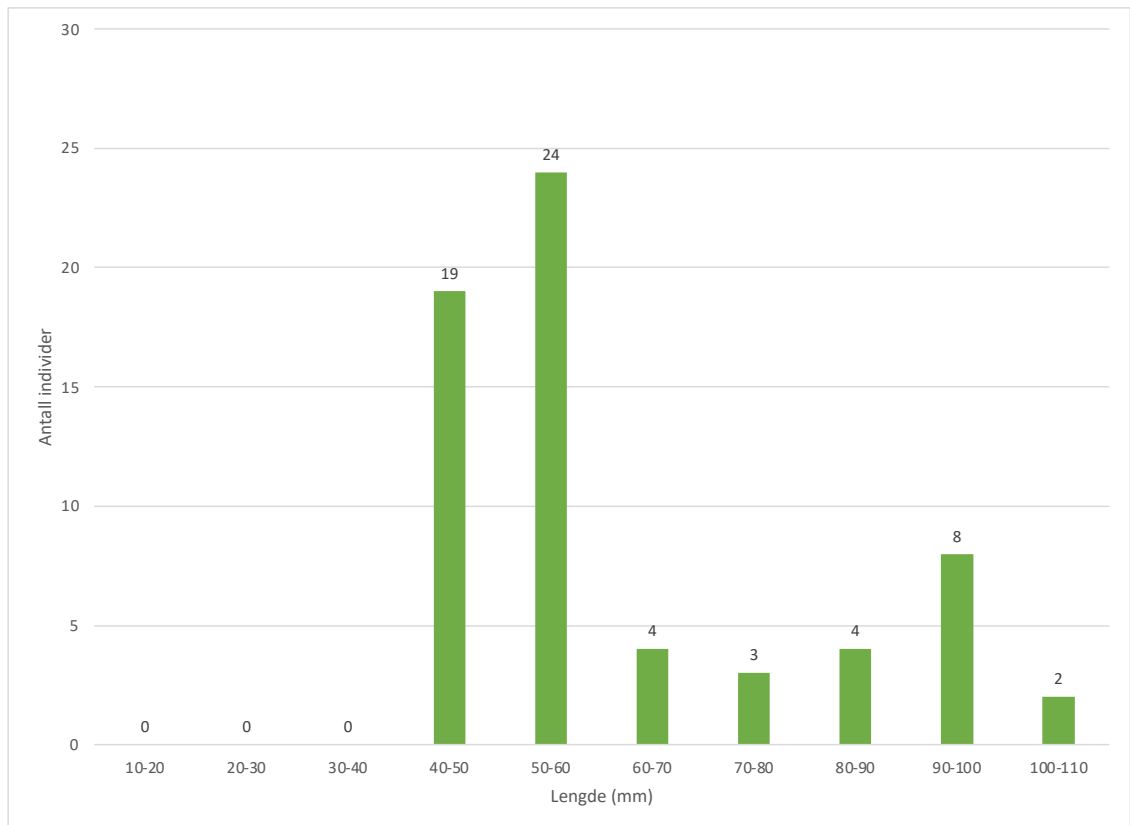


Fig. 7.24. Lengdefordeling ørret stasjon 1 Kivleåi 2020.

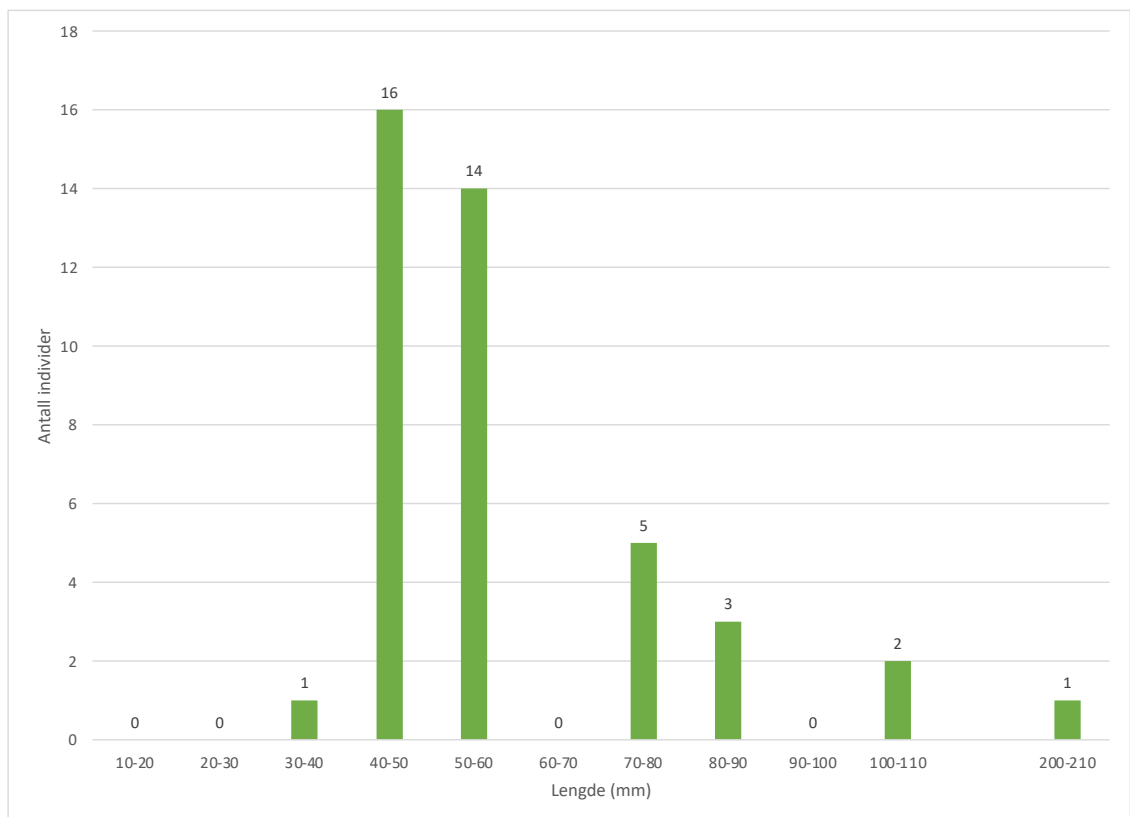


Fig. 7.25. Lengdefordeling ørret stasjon 2 Kivleåi 2020.

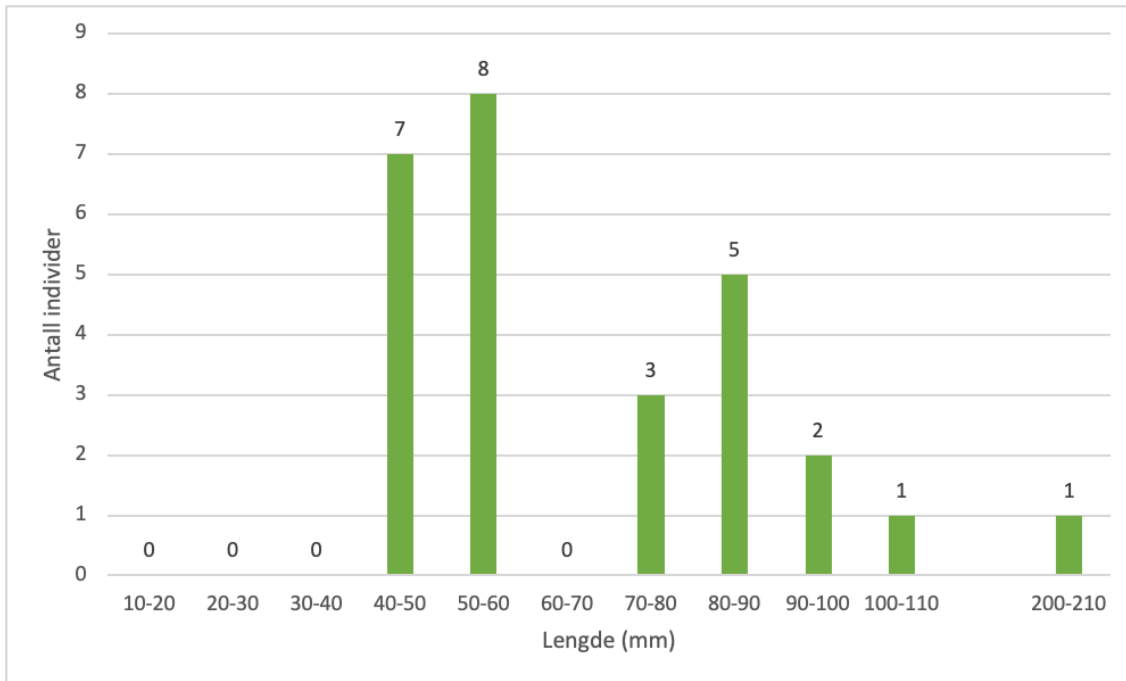


Fig. 7.26. Lengdefordeling ørret stasjon 3 Kivleåi 2020.

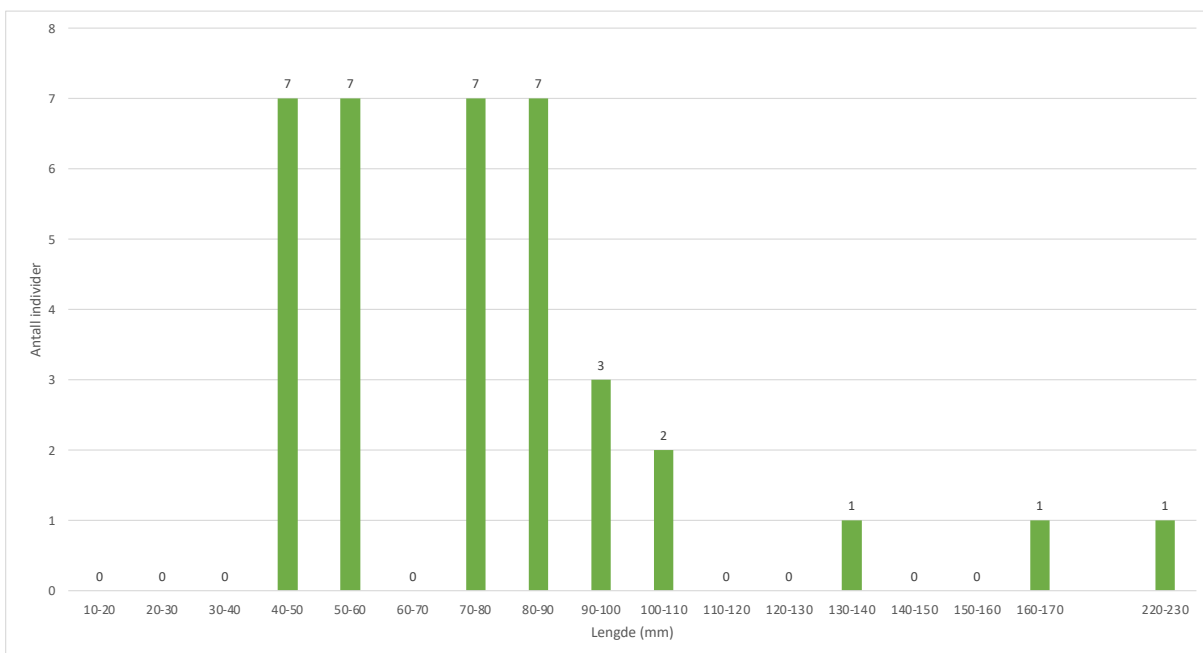


Fig. 7.27. Lengdefordeling ørret stasjon 4 Kivleåi 2020.

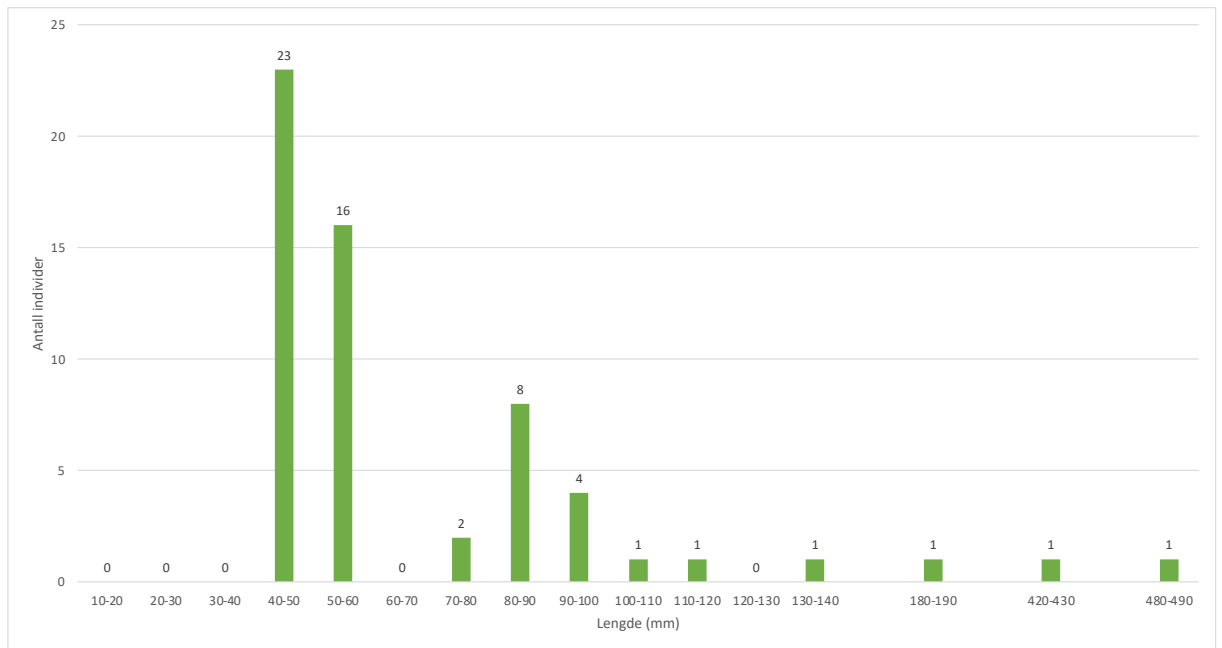


Fig. 7.28. Lengdefordeling ørret stasjon 5 Kivleåi 2020.

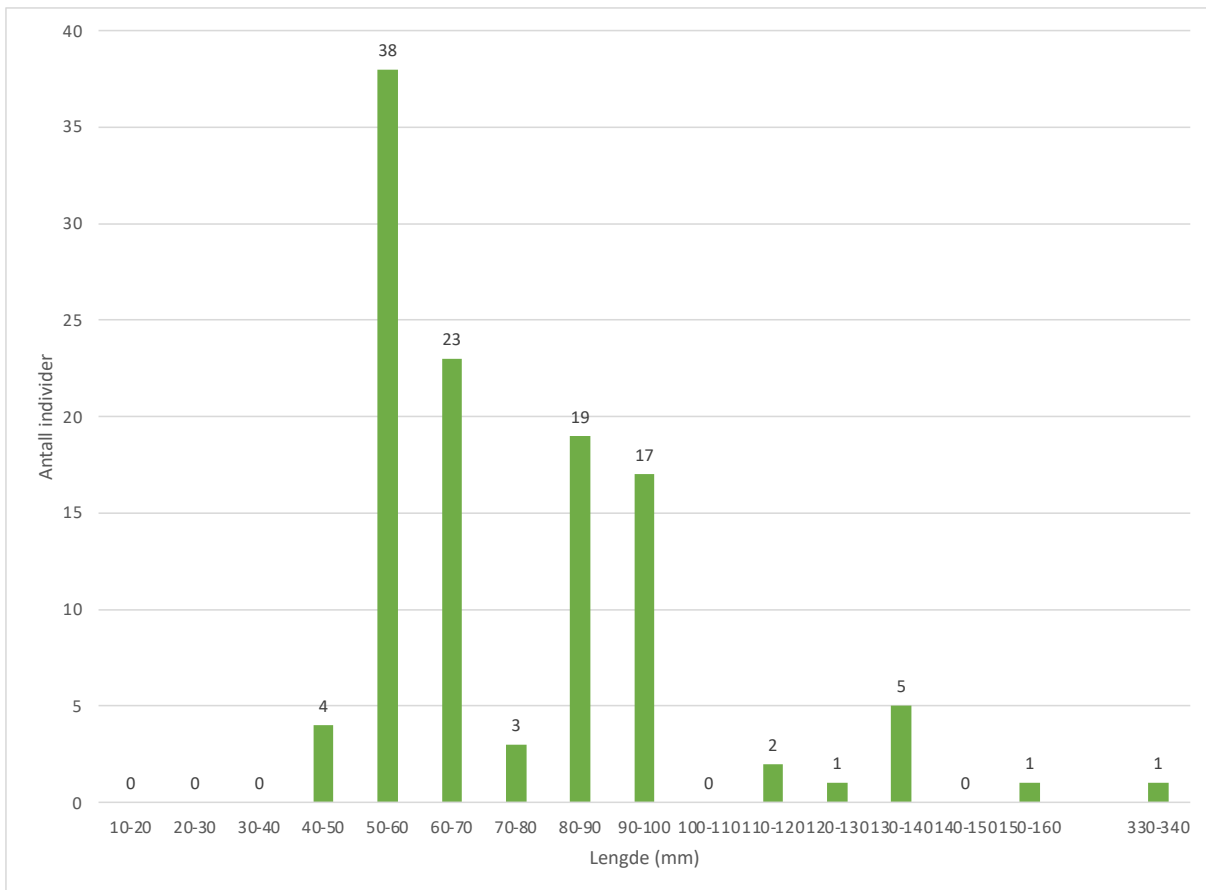


Fig. 7.22. Lengdefordeling ørret stasjon 4 Kivleåi 2021.

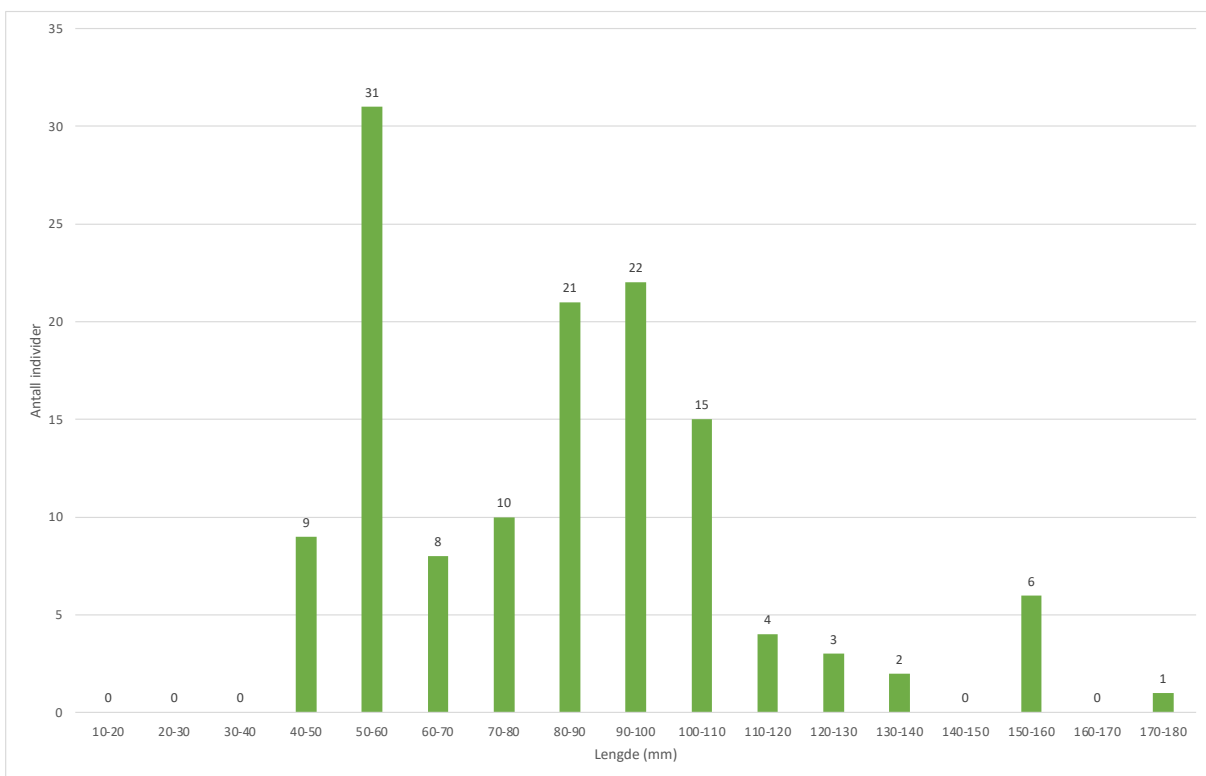


Fig. 7.23. Lengdefordeling ørret stasjon 5 Kivleåi 2021.

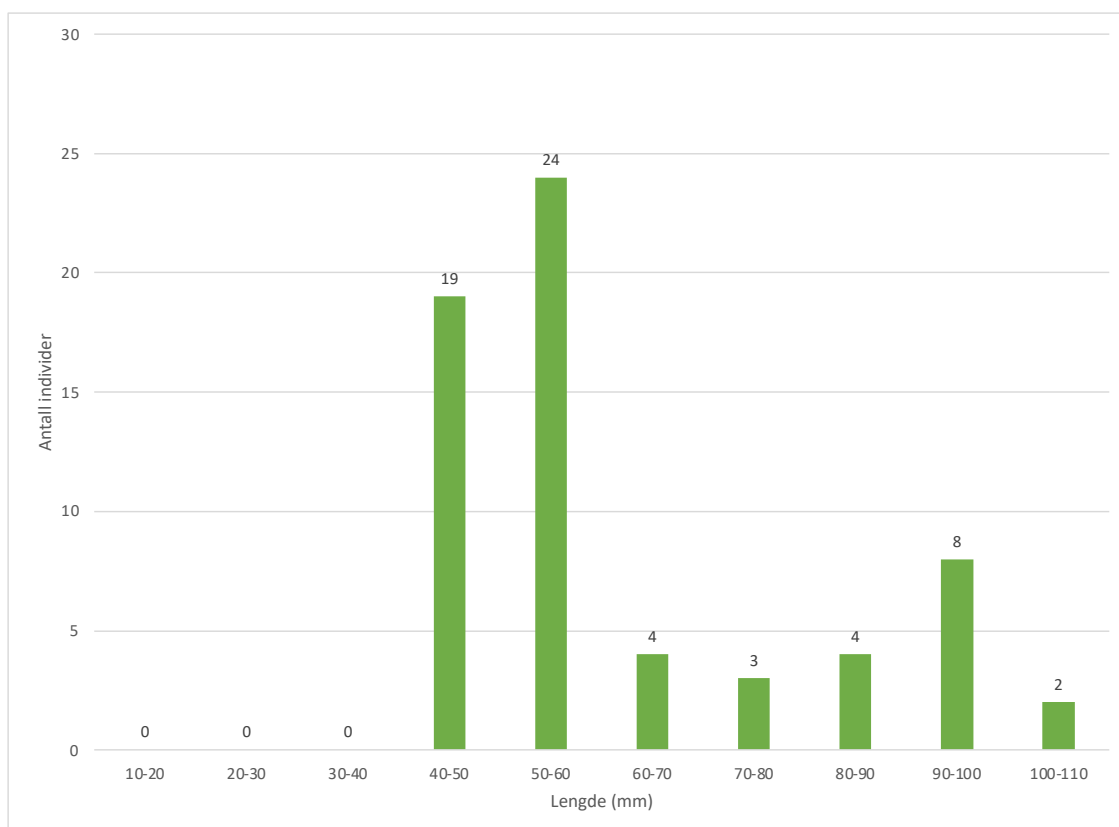


Fig. 7.24. Lengdefordeling ørret stasjon 1 Kivleåi 2020.

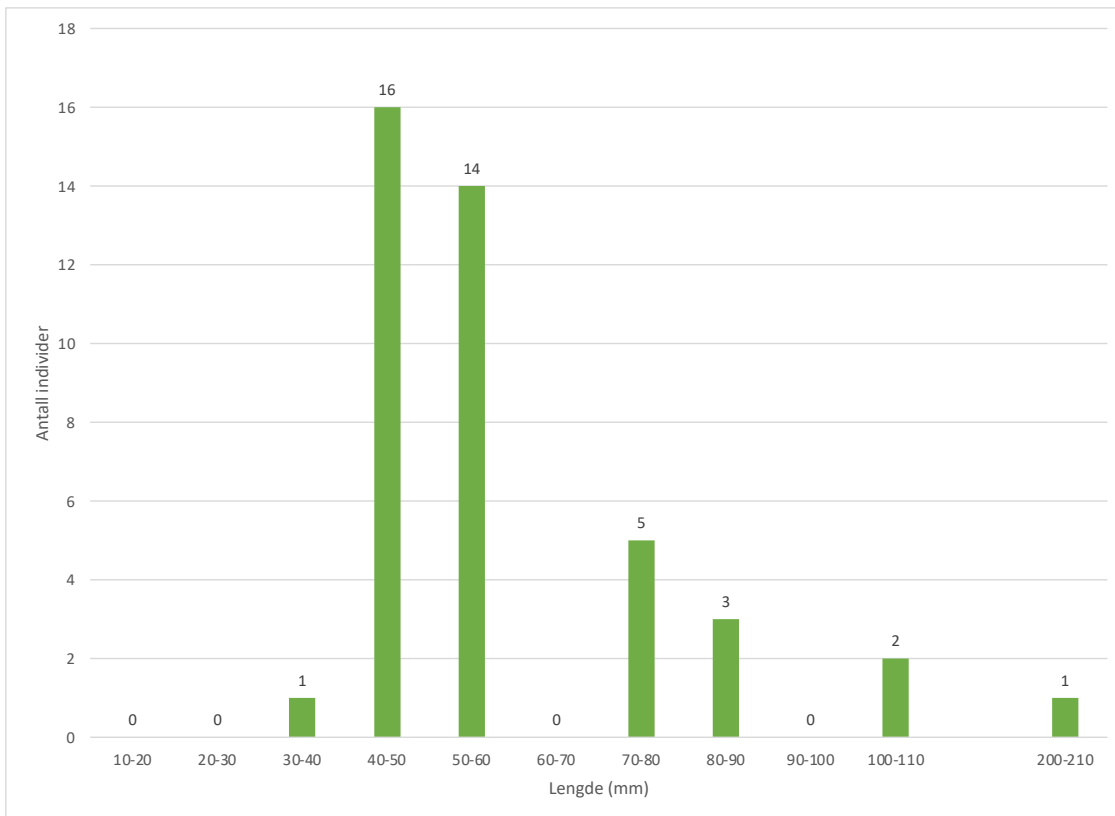


Fig. 7.25. Lengdefordeling ørret stasjon 2 Kivleåi 2020.

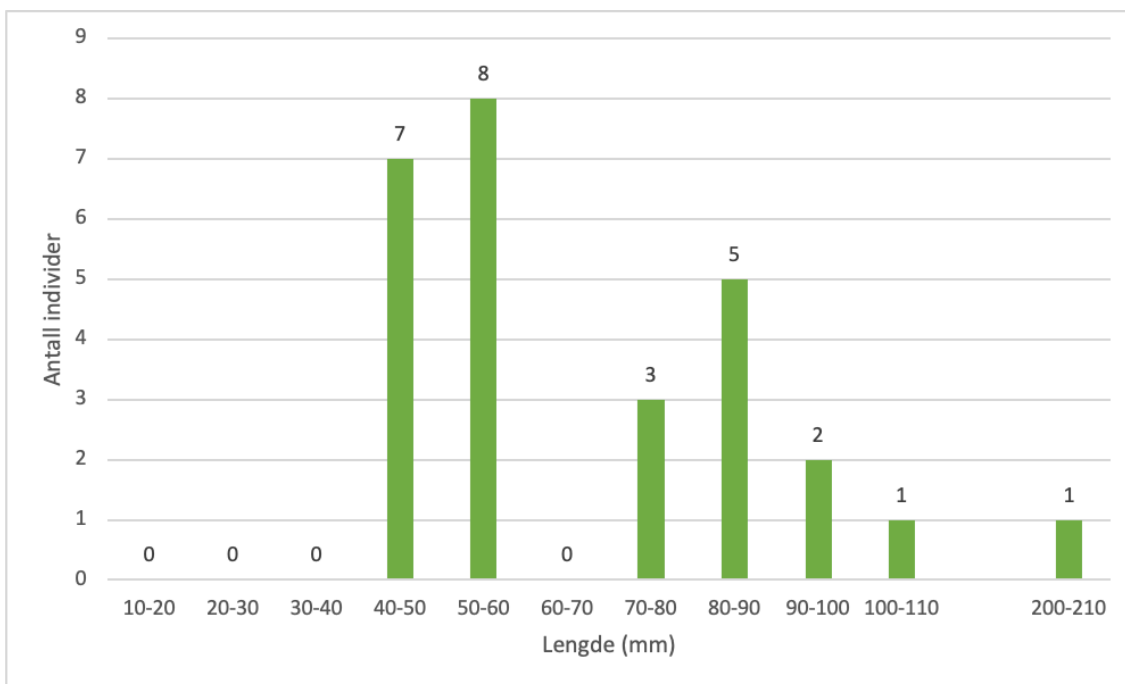


Fig. 7.26. Lengdefordeling ørret stasjon 3 Kivleåi 2020.

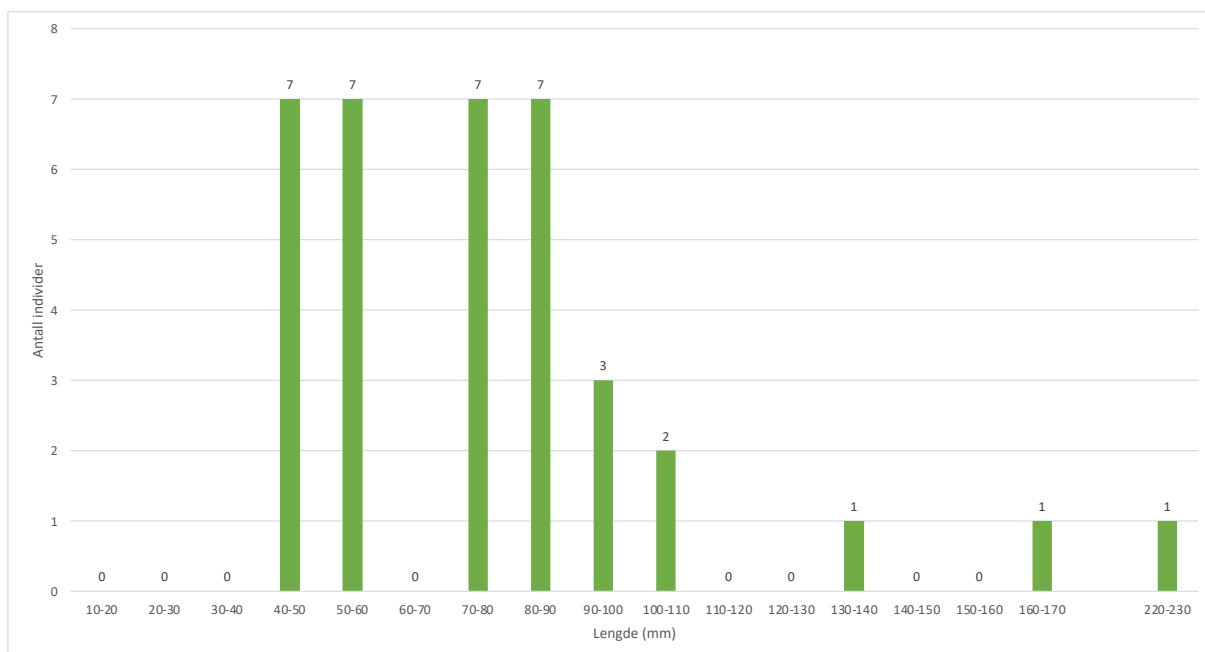


Fig. 7.27. Lengdefordeling ørret stasjon 4 Kivleåi 2020.

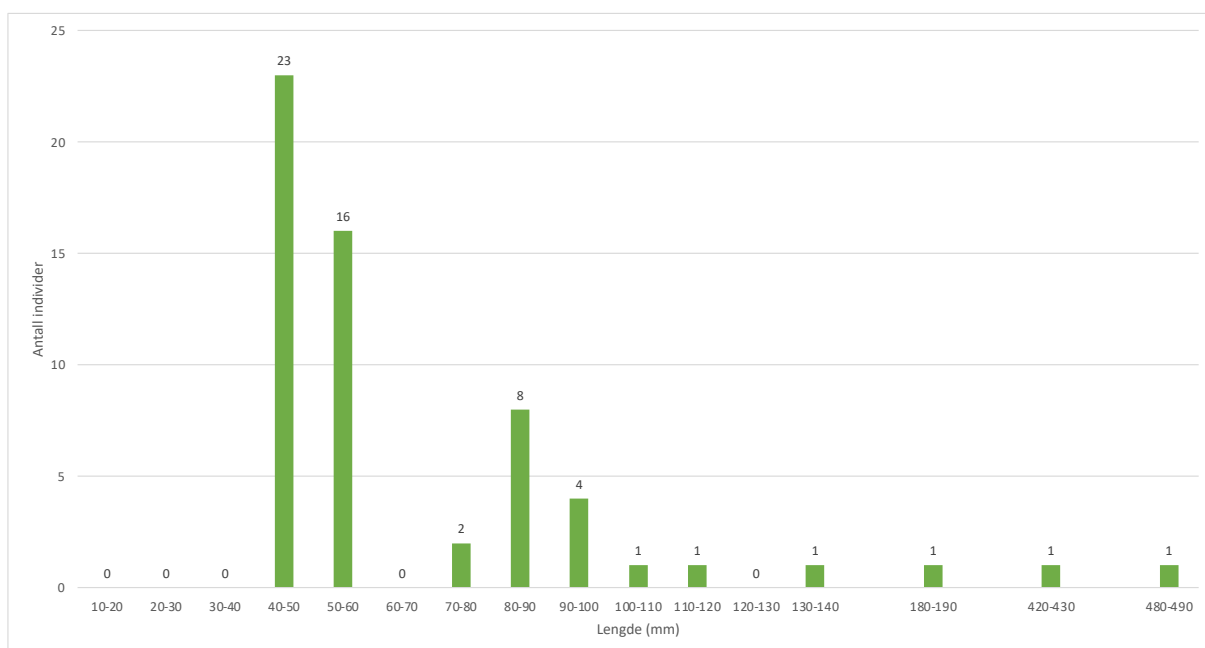


Fig. 7.28. Lengdefordeling ørret stasjon 5 Kivleåi 2020.

7.4 Vedlegg 4. Tettheter av ørret og ørekyte

Ørret Vallaråi

Tabell 7.9. Viser stasjon, alder, totalt antall ørret fisket, konfidensintervall, fangbarhet, areal avfisket på stasjonene og estimert tetthet av ørret pr m². Tabellen viser resultat etter tre runder med elektrofisking pr. stasjon i Vallaråi i perioden 2008-2021 (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (felt merket med - = data mangler) (felt merket med -na= estimat ikke gyldig på grunn av absolutt minimumsestimat).

Stasjon	Alder	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidens- intervall (95%)	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet pr. 100 m ²
2021	Total		957			1046	
1	0+	32+7+10	43	39-46	0,4900	250	17
	Eldre	16+4+7	29	12-46	0,5357	250	12
2	0+	40+18+*	70	51-89	0,5800	125	56
	Eldre	24+5+*	29	27-31	0,853	125	23
3	0+	17+9+4	34	33-36	0,4961	200	17
	Eldre	12+8+4	31	26-36	0,3947	200	16
4	0+	10+11+8	109	-103-320	0,0981	100	109
	Eldre	41+17+11	76	67-86	0,5298	100	76
5	0+	17+28+10	111	-192-413	0,2040	134	83
	Eldre	13+8+6	38	32-44	0,3382	134	28
5b	0+	*	-na	-	-	130	-na
	Eldre	*	-na	-	-	130	-na
5c	0+	41+36+21	167	82-251	0,2565	137	122
	Eldre	27+12+3	45	41-49	0,6052	137	33
6	0+	55+34+17	132	118-145	0,4226	100	132
	Eldre	28+10+3	43	42-44	0,6546	100	43
2017	Total		384			999	
1	0+	20+10+6	42	39-45	0,4714	250	17
	Eldre	4+1+1	6	5-8	0,6429	250	2
2	0+	10+7+4	29	25-33	0,3493	125	23
	Eldre	1+0+0	1	-	-	125	1

3	0+	9+6+6	41	13-70	0,2105	200	21
	Eldre	1+1+1	3	-	-	200	2
4	0+	-	-	-	-	60	0
	Eldre	14+7+7	38	19-57	0,3571	60	63
5	0+	19+10+7	45	38-51	0,4717	134	34
	Eldre	12+2+1	15	14-16	0,8023	134	11
5b	0+	6+3+6	75	0-789	0,0714	130	58
	Eldre	5+8+4	55	0-299	0,1163	130	42
5c	0+	*	-na	-	-	137	-na
	Eldre	*	-na	-	-	137	-na
6	0+	3+2+2	14	4-23	0,2105	100	14
	Eldre	1+2+1	20	0-211	0,0714	100	20
2016	Total		597			1176	
1	0+	18+21+11	108	0-281	0,1876	250	43
	Eldre	25+10+5	43	41-45	0,5769	250	17
2	0+	10+5+7	38	0-94	0,2428	125	30
	Eldre	18+3+0	22	21-23	0,8178	125	18
3	0+	20+10+5	40	40-40	0,5000	200	20
	Eldre	12+4+5	24	13-119	0,4903	200	12
4	0+	2+0+0	2	-	-	100	2
	Eldre	23+9+5	40	37-43	0,5716	100	40
5	0+	17+3+4	24	18-29	0,7091	134	18
	Eldre	16+15+1	38	12-64	0,4792	134	28
5b	0+	12+3+1	16	16-17	0,738	130	12
	Eldre	23+6+4	34	29-28	0,6785	130	26
5c	0+	10+12+8	112	0-418	0,0098	137	82
	Eldre	26+8+4	39	37-42	0,6582	137	28
6	0+	10+6+1	19	14-24	0,5459	100	19
	Eldre	10+0+4	14	-	-	100	14
2015	Total		924			1176	
1	0+	27+16+17	103	24-182	0,2508	250	41

	Eldre	23+16+16	118	31-205	0,1882	250	47
2	0+	18+14+6	51	32-70	0,3678	125	41
	Eldre	17+5+2	25	24-26	0,6879	125	20
3	0+	8+14+5	57	0-231	0,1935	200	29
	Eldre	16+6+6	32	20-43	0,4896	200	16
4	0+	2+0+1	3	-	-	100	3
	Eldre	31+15+14	77	47-107	0,3915	100	77
5	0+	6+5+8	19	-	-	134	14
	Eldre	27+18+11	77	72-81	0,3538	134	57
5b	0+	7+6+5	55	0-157	0,139	130	42
	Eldre	13+9+6	41	40-42	0,3174	130	32
5c	0+	18+13+10	69	64-74	0,2592	137	50
	Eldre	33+17+9	69	68-69	0,4806	137	50
6	0+	8+11+7	130	0-818	0,0714	100	130
	Eldre	12+4+3	20	17-24	0,5864	100	20
2014	Total		218			564	
1*	0+	*	-na	-	-	250	-na
	Eldre	*	-na	-	-	250	-na
2*	0+	*	-na	-	-	125	-na
	Eldre	*	-na	-	-	125	-na
3	0+	21+11+9	53	39-67	0,3883	200	27
	Eldre	24+4+4	31	26-36	0,7558	200	16
4*	0+	*	-na	-	-	100	-na
	Eldre	*	-na	-	-	100	-na
5	0+	1+1+2	4	-	-	134	3
	Eldre	22+10+3	38	35-41	0,5858	134	28
5b	0+	9+4+2	17	16-17	0,5413	130	13
	Eldre	25+4+2	31	29-33	0,8097	130	24
5c*	0+	*	-na	-	-	137	-na
	Eldre	*	-na	-	-	137	-na
6	0+	6+3+2	13	12-15	0,4523	100	13

	Eldre	18+9+4	35	34-36	0,5158	100	35
2010	Total		313			850	
1	0+	51+33+17	129	113-145	0,4003	250	52
	Eldre	25+7+5	38	33-43	0,6502	250	15
2	0+	2+3+3	8	-	-	125	7
	Eldre	4+1+1	6	5-8	0,6402	125	5
3*	0+	*	-na	-	-	200	-na
	Eldre	*	-na	-	-	200	-na
4	0+	5+1+1	7	6-8	0,7097	100	7
	Eldre	22+5+2	29	28-30	0,7504	100	29
5	0+	4+3+3	26	5-47	0,1487	125	21
	Eldre	4+3+0	10	6-14	0,4189	125	8
6	0+	7+3+4	19	3-36	0,3481	100	19
	Eldre	6+3+0	11	10-12	0,5477	100	11
7	0+	17+8+4	33	32-33	0,5215	150	22
	Eldre	2+1+0	5	3-8	0,3571	150	3
2009	Total		336			1050	
1	0+	-	0	-	-	250	0
	Eldre	42+12+13	71	50-92	0,5921	250	28
2	0+	8+5+3	21	18-25	0,3837	125	17
	Eldre	7+4+5	31	0-74	0,2097	125	25
3	0+	3+7+5	15	-	-	200	9
	Eldre	13+4+5	24	14-35	0,5253	200	12
4	0+	1+0+0	1	-	-	100	1
	Eldre	33+12+4	51	50-52	0,6427	100	51
5	0+	4+6+3	13	-	-	125	10
	Eldre	9+3+3	16	11-21	0,5385	125	13
6	0+	10+5+0	17	15-20	0,5857	100	17
	Eldre	11+1+2	13	11-16	0,8168	100	13
7	0+	29+18+9	70	62-77	0,4212	150	47
	Eldre	7+5+3	22	19-25	0,3303	150	15

2008	Total		683			1050	
1	0+	63+48+18	166	103-230	0,3969	250	66
	Eldre	77+21+10	110	103-117	0,6954	250	44
2	0+	56+31+25	149	112-187	0,3671	125	119
	Eldre	21+7+5	35	29-40	0,5934	125	28
3	0+	21+7+6	41	33-48	0,6520	200	21
	Eldre	27+3+2	32	30-34	0,8553	200	16
4	0+	0+2+0	2	-	-	100	2
	Eldre	18+2+2	22	19-24	0,8351	100	22
5	0+	2+1+1	5	3-8	0,3571	125	4
	Eldre	8+3+0	13	11-14	0,6340	125	10
6	0+	5+3+3	18	7-29	0,2653	100	18
	Eldre	7+4+2	16	12-27	0,4516	100	16
7	0+	26+17+8	64	54-75	0,4129	150	43
	Eldre	7+3+0	12	9-18	0,5949	150	8

Ørret Kivleåi

Tabell 7.10. Viser stasjon, alder, totalt antall ørret fisket, konfidensintervall, fangbarhet, areal avfisket på stasjonene og estimert tetthet av ørret pr m². Tabellen viser resultat etter tre runder med elektrofisking pr. stasjon i Kivleåi i perioden 2020-2021 (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (felt merket med - = data mangler) (felt merket med -na= estimat ikke gyldig på grunn av absolutt minimumsestimat).

Stasjon	Alder	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidens- intervall (95%)	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet pr. 100 m ²
2021	Total		691			935	
1	0+	21+10+5	41	40-41	0,5173	50	82
	Eldre	33+10+8	53	43-63	0,6102	50	106

2	0+	55+28+18	120	109-132	0,452	120	100
	Eldre	34+18+11	76	71-80	0,4459	120	63
3	0+	29+8+7	45	36-55	0,6292	62,5	72
	Eldre	25+12+7	51	47-54	0,4915	62,5	82
4	0+	33+21+15	97	89-106	0,336	100	97
	Eldre	28+13+9	58	49-67	0,4749	100	58
5	0+	32+15+1	51	42-61	0,6393	135	38
	Eldre	51+36+0	99	57-141	0,5559	135	73
2020	Total		451			1624	
1	0+	13+20+10	130	-377-637	0,1254	150	87
	Eldre	8+6+7	94	-151-338	0,0810	150	63
2	0+	19+7+6	35	26-44	0,5276	150	23
	Eldre	6+4+1	13	9-17	0,4868	150	9
3	0+	8+4+3	18	15-22	0,4285	150	12
	Eldre	6+4+2	15	13-18	0,3947	150	10
4	0+	9+3+2	15	13-17	0,6025	162	9
	Eldre	11+6+5	29	21-38	0,3654	162	18
5	0+	17+14+8	61	38-85	0,2863	200	31
	Eldre	8+7+5	41	26-57	0,1982	200	21

Ørekyte Vallaråi

Tabell 7.11. Viser stasjon, totalt antall ørekyte fisket, konfidensintervall, fangbarhet, areal avfisket på stasjonene og estimert tetthet av ørekyte pr m². Tabellen viser resultat etter tre runder med elektrofisking pr. stasjon i Vallaråi i perioden 2008-2021 (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (felt merket med - = data mangler) (felt merket med -na= estimat ikke gyldig på grunn av absolutt minimumsestimat).

Stasjon	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidens- intervall (95%)	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet pr. 100 m ²
2021		555				
1	11+30+3	60	-86-206	0,3438	250	24
2	15+3+*	18	16-20	0,857	125	14
3	2+1+2	25	-213-263	0,0714	200	13
4	23+17+16	125	60-190	0,1799	100	125
5	5+3+6	14	-	-	134	10
5b	*	-na	-	-	130	-na
5c	28+10+14	63	19-106	0,4278	137	46
6	3+4+3	250	-5612-6112	0,0135	100	250
2017		25				
1	9+7+2	22	12-32	0,4274	250	9
2	0+0+1	1	-	-	125	1
3	-	-na	-	-	200	-na
4	-	-na	-	-	100	-na
5	1+0+0	1	-	-	134	1
5b	1+0+0	1	-	-	130	1
5c	*	-na	-	-	137	-na
6	-	-na	-	-	100	-na
2016 høst		140				
1	29+24+7	77	37-116	0,4067	250	31
2	1+0+0	-	-	-	125	-
3	2+3+1	11	0-34	0,2368	200	6
4	2+4+0	-	-	-	100	-
5	4+2+1	-	-	-	134	-
5b	8+6+2	20	12-28	0,4189	130	15
5c	13+10+3	32	19-46	0,4248	137	23
6	4+1+0	-	-	-	100	-
2016 vår		517				

1	24+11+18	96	0-280	0,2315	250	38
2	11+4+5	23	10-36	0,4502	125	18
3	21+15+11	75	73-77	0,2783	200	38
4	8+7+7	115	3-226	0,068	100	115
5	6+5+3	23	14-31	0,2692	134	17
5b	32+9+8	50	39-61	0,6206	130	38
5c	4+8+4	80	0-842	0,0714	137	58
6	18+14+7	55	36-73	0,338	100	55
2015		103				
1	28+17+12	77	69-85	0,3592	250	31
2	-	-	-	-	125	-
3	0+1+0	1	-	-	200	1
4	4+2+1	-	-	-	100	-
5	1+0+0	1	-	-	134	1
5b	1+0+1	2	-	-	130	2
5c	3+4+2	22	0-75	0,1621	137	16
6	-	-	-	-	100	-
2014		33				
1*	-	-	-	-	250	-
2*	-	-	-	-	125	-
3	-	-	-	-	200	-
4*	-	-	-	-	100	-
5	6+5+4	33	30-36	0,1813	134	25
5b	3+0+1	-	-	-	130	-
5c*	-	-	-	-	137	-
6	-	-	-	-	100	-
2010		278				
1	15+16+13	238	0-724	0,0659	250	95
2	-	-	-	-	125	-
3*	-	-	-	-	200	-
4	6+6+7	-	-	-	100	-

5	24+9+3	38	37-39	0,634	125	30
6	1+1+1	-	-	-	100	-
7	0+2+0	2	-	-	150	2
2009		71				
1*	7+1+3	11	4-17	0,6316	250	4
2	1+1+0	-	-	-	125	-
3	-	-	-	-	200	-
4	6+3+0	11	10-12	0,5476	100	11
5	23+8+7	41	31-52	0,5463	125	33
6	3+2+1	8	7-9	0,3947	100	8
7	3+0+1	-	-	-	150	-
2008		236				
1	32+25+21	146	141-150	0,4242	250	58
2	-	-	-	-	125	-
3	1+0+0	1	-	-	200	1
4	6+3+2	13	12-15	0,4524	100	13
5	43+18+9	76	73-79	0,5618	125	61
6	-	-	-	-	100	-
7	1+3+2	-	-	-	150	-

Ørekyte Kivleåi

Tabell 7.12. Viser stasjon, totalt antall ørekyte fisket, konfidensintervall, fangbarhet, areal avfisket på stasjonene og estimert tetthet av ørekyte pr m². Tabellen viser resultat etter tre runder med elektrofisking pr. stasjon i Kivleåi i perioden 2020-2021 (Felt merket med * = ikke avfisket på grunn av vanskelige feltforhold) (felt merket med - = data mangler) (felt merket med -na= estimat ikke gyldig på grunn av absolutt minimumsestimat).

Stasjon	Antall fisket 1g + 2g + 3g	Antall estimert	Konfidens- intervall (95%)	Fangbarhet	Areal m ²	Estimert tetthet pr. 100 m ²
2021		108				
1	6+26+16	42	-	-	50	84
2	15+7+4	29	28-31	0,5052	120	24
3	-	-na	-	-	62,5	-na
4	10+5+2	19	18-20	0,5285	100	19
5	15+2+1	18	17-19	0,8397	135	13
2020		38				
1	15+4+9	33	-3-69	0,4302	150	22
2	-	-na	-	-	150	-na
3	-	-na	-	-	150	-na
4	-	-na	-	-	162	-na
5	3+0+1	5	4-7	0,5384	200	3

7.5 Vedlegg 5. Vannføring og vanntemperatur

Tabell 7.13. Oversikt over vannføring (m^3/s^{-1}), vanntemperaturer ($^{\circ}C$), og konduktivitet (mS/cm^{-1}) i Vallaråi i perioden 2008 – 2021.

Stasjon	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemp- eratur ($^{\circ}C$)	Konduktivitet (mS/cm^{-1})
2021			
Stasjon 1	3	7,2	8,3
Stasjon 2	3	9,8	31
Stasjon 3	3	10,2	19
Stasjon 4	3	9,2	23
Stasjon 5	3	7,0	21
Stasjon 5b	*	*	*

Stasjon 5c	3	6,6	20
Stasjon 6	3	10,1	20
2017			
Stasjon 1	4	7,0	12,7
Stasjon 2	4	4,0	-
Stasjon 3	4	7,0	12,7
Stasjon 4	4	7,0	12,7
Stasjon 5	4	7,0	12,7
Stasjon 5b	4	4,0	-
Stasjon 5c	4	*	-
Stasjon 6	4	4,0	-
2016 høst			
Stasjon 1	5-6	10,8	4,5
Stasjon 2	5-6	12,0	4,7
Stasjon 3	5-6	12,2	4,7
Stasjon 4	5-6	11,9	4,7
Stasjon 5	5-6	11,7	4,8
Stasjon 5b	5-6	12,4	4,8
Stasjon 5c	5-6	11,6	4,8
Stasjon 6	5-6	11,8	4,5
2016 vår			
Stasjon 1	5-6	14,9	3,5
Stasjon 2	5-6	14,3	3,4
Stasjon 3	5-6	17,3	2,6
Stasjon 4	5-6	15,2	2,5
Stasjon 5	5-6	16,1	2,3
Stasjon 5b	5-6	14,8	2,6
Stasjon 5c	5-6	15,1	3,4
Stasjon 6	5-6	14,4	11,3
2015			
Stasjon 1	3	-	-

Stasjon 2	3	5,3	13,5
Stasjon 3	3	-	-
Stasjon 4	3	-	-
Stasjon 5	3	4,7	13,1
Stasjon 5b	3	4,7	13,1
Stasjon 5c	3	4,7	13,1
Stasjon 6	3	4,7	13,1
2014			
Stasjon 1	*	*	*
Stasjon 2	*	*	*
Stasjon 3	lav	9,5	16
Stasjon 4	*	*	*
Stasjon 5	lav	12,2	18,1
Stasjon 5b	lav	12,2	18,1
Stasjon 5c	*	*	*
Stasjon 6	lav	11,1	16
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	-	-	-

Tabell 7.14. Oversikt over vannføring (m^3/s^{-1}), vanntemperaturer ($^{\circ}C$), og konduktivitet (mS/cm^{-1}) i Kivleåi i perioden 2020 – 2021.

Stasjon	Vannføring (m^3/s^{-1})	Vanntemp- eratur ($^{\circ}C$)	Konduktivitet (mS/cm^{-1})
2021			
Stasjon 1	0,03	13,5	9,7
Stasjon 2	0,03	11,5	9,7
Stasjon 3	0,03	13,4	24
Stasjon 4	0,03	12,5	24
Stasjon 5	0,03	10,5	24
2020			
Stasjon 1	0,03	5,3	9,7
Stasjon 2	0,03	4,4	9,3
Stasjon 3	0,03	4,8	9,2
Stasjon 4	0,03	4,8	9,5
Stasjon 5	0,03	4,8	9,5

