

Naturlig rekruttering av ørret i Kovavassdraget, Hjartdal i Telemark: Undersøkelser 2022 fra oppstrøms Øvre Urdetjønn til nedstrøms Bjønntjønn

Jan Heggenes





Jan Heggenes

**Naturlig rekruttering av ørret i
Kovavassdraget, Hjartdal i
Telemark: Undersøkelser 2022
fra oppstrøms Øvre Urdetjønn
til nedstrøms Bjønntjønn**

© 2023 Jan Heggnes
Universitetet i Sørøst-Norge
Bø, 2023

Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge nr. 119

ISSN: 2535-5325 (online)
ISBN: 978-82-7206-768-6 (online)



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

Forside: Kova på sommervannføring St. 4 ved utløp Nedre Urdetjønn, 19 juli 2022

Forord

Skagerak Kraft AS (SK) ved Mathilde Berg godkjente 25.05.2022 forslag til arbeidsprogram for 2022 om undersøkelser av naturlig rekruttering av ørret i øvre deler av det regulerte Kovavassdraget som renner fra Vindjåen til Kovatnet i Hjartdal, Telemark. Undersøkelser er tidligere gjennomført i 2017 og 2019. Denne rapporten bygger på tidligere rapporter (Heggenes 2018; Heggenes 2020) og viderefører arbeidet. Grunneier Christian B. Selmer stilte velvilligst vei og bomnøkkel til disposisjon for feltarbeidet.

Bø, 10 februar 2023

Jan Heggenes

Sammendrag

Naturlig rekruttering av ørret er undersøkt i elven Kova, Hjartdal kommune, Telemark. Elven renner, via flere mindre vann, 8 km fra reguleringsmagasinet Vindsjåen (areal 44,69 km², 971-958 moh., midlere årsavløp 1,28 m³s⁻¹) til reguleringsmagasinet Kovvatnet (3,62 km², 875-859 moh., midlere årsavløp 1,60 m³s⁻¹). Kova har siden 1958-60 en sterkt regulert vannføring. Vann lagres i 2-års magasinet Vindsjåen over sommer-sesongen, noe som gir en beskjedne restvannføring i Kova om sommeren. Lekkasjevann fra tappetunnelen ved Vindsjådammen gir per i dag en effektiv, men ikke konsesjonspålagt, minste vannføring på minst 50 ls⁻¹ til Kova. Om vinteren tappes vann i det naturlige elveleiet for nedstrøms kraftproduksjon. Dette gir relativt jevn og høy vintervannføring (normalt 2 – 4 m³s⁻¹, oktober-februar). Sommer-høst 2017, 2019 og 2022 ble rekrutterings-forholdene for ørret i Kova og mellomliggende vann undersøkt vha. temperaturloggere (4 lokaliteter, 2017, 2019, 2022), habitatkartlegging (2017), og elektrofiske med bestandsestimering på 10 stasjoner (2017, 2019, 2022 i denne rapporten); syv i selve Kova (innløp og utløp Øvre og Nedre Urdetjønn, en stasjon på ca. 600 m elv fra utløp nedre Urdetjønn til Bjønntjønn, og stasjoner på hhv. innløp og utløp Bjønntjønn). I tillegg ble tilgjengelige mindre bekker elektrofisket, dvs. to små innløpsbekker (sør og vest) til Nedre Urdetjønn, og liten innløpsbekk til Bjønntjønn fra øst. Ørret er eneste påviste fiskeart, samt et sannsynlig eksemplar av bekkeniøye. På alle undersøkte stasjoner ble det påvist naturlig rekruttering av ørret, også i de mindre tilløpsbekkene. Habitatkartleggingen viser en for ørret-unger gunstig veksling mellom småstryk, blankstryk og kulper og med relativt grovt substrat som gir mye skjul. Det er begrenset og spredt areal med gunstig gytegrus, men ikke indikasjoner på at gyteområder er en flaskehals. Gytegrus er i stor grad knyttet til utløp og innløp til vannene. Tettheten av ørret varierte mye mellom stasjoner, mest pga. ulike habitatforhold, fra 22 til 61 ørret per 100 m² i 2017, 41 til 194 per 100 m² i 2019, og 42 til 165 ørret per 100 m² i 2022. Over 90% av fanget ørret var mindre enn 160 mm, dvs. elven og bekkene fungerer som rekrutteringsområder for vannene, og har hovedsakelig 0-2 år gamle ørretunger. De dokumenterte bestandstetthetene sammenholdt med arealberegninger indikerer at den naturlige rekrutteringen fra Kova per i dag er tilstrekkelig, eller mer, for tilliggende vann. Kompensasjonstiltak i form av utsetting av ørret anbefales derfor ikke. Behovet for rekruttering vil imidlertid bli sterkt påvirket av eventuelle endringer i høstingen av ørret. Mer høsting kan føre til for liten rekruttering særlig i Bjønntjønn. Lekkasjevannet fra Vindsjådammen (minst 50 ls⁻¹) gir en effektiv minstevannføring som antas å være svært viktig for overlevelse av ørretunger særlig på øvre deler. De tidligere årlige utsettingene opphørte i 2015. Etter 7 år (2022) kan det fremdeles være en effekt på ørretbestandene av disse utsettingene. Denne vil ha opphørt innen ca. 3 år (eldste ørret 10-11 år). Det anbefales derfor oppfølgende undersøkelser om ca. 3 år. Temperatur-undersøkelsene viste en svakt forhøyet ($\leq 1^{\circ}\text{C}$) vintertemperatur. Sommertemperaturene er gjennomgående gunstige for ørret vekst, men viste også mye døgnvariasjon pga. sterk soloppvarming/nattutstråling for en redusert vannføring i et bredt og grunt naturlig elveleie. Dette har sannsynligvis også medført en tidligere oppvarming i Kova om våren, og en noe tidligere høstavkjøling enn før regulering.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
1.1.	Området	1
1.2.	Vassdragsreguleringer	4
1.3.	Avbøtende tiltak og pålegg om fiskeundersøkelser.....	5
2.	Metoder og materiale	7
2.1.	Vanntemperaturer	7
2.2.	Undersøkte rekrutteringsområder	9
2.3.	Undersøkelse av habitat.....	12
2.4.	Undersøkelse av størrelse, vekst og bestandsberegninger av ungfisk	16
3.	Resultater og kommentarer	18
3.1.	Vanntemperaturer	18
3.2.	Elvehabitat.....	22
3.3.	Gytehabitat.....	28
3.4.	Rekruttering i små uregulerte sidebekker	30
3.5.	Størrelse, vekst og bestandsberegninger i Øvre Kova	37
4.	Sammenfattende diskusjon.....	50
5.	Konklusjoner.....	55
6.	Litteratur	56

1. Innledning

Vassdragsreguleringer endrer vannføringen og dermed de økologiske forholdene for fisk, og særlig via endrede vannføringer og vanntemperaturer (f. eks. Saltveit 2006; Helland *et al.* 2011; Young, Cech & Thompson 2011; Heggenes *et al.* 2017a). På oppdrag fra Skagerak Kraft AS (SK) har Universitetet i Sørøst Norge, Institutt for natur, helse og miljø, gjennomført undersøkelser av naturlig rekruttering av ørret i det regulerte Kovavassdraget som renner fra Vindsjøen til Kovvatnet i Hjartdal, Telemark. Det er de øvre deler av elven Kova som er undersøkt (vann-nett ID: 016-1841-R), ved Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn (Fig. 1). Første del av undersøkelsene ble gjennomført sommeren 2017 (Heggenes 2018). Ettersom naturlig rekruttering kan variere mye mellom år, ble undersøkelsene gjentatt som planlagt i 2019 (Heggenes 2020). Men 2019 var et atypisk år med høyere og nær naturlige vannføringer vår-sommer via overvann på Vindsjødammen som ikke var i aktiv bruk pga. vedlikeholdsarbeider. Det kunne også fremdeles være en effekt av tidligere utsettinger. Derfor ble undersøkelsene gjentatt i 2022. Her rapporteres de samlede resultatene for 2017, 2019 og 2022.

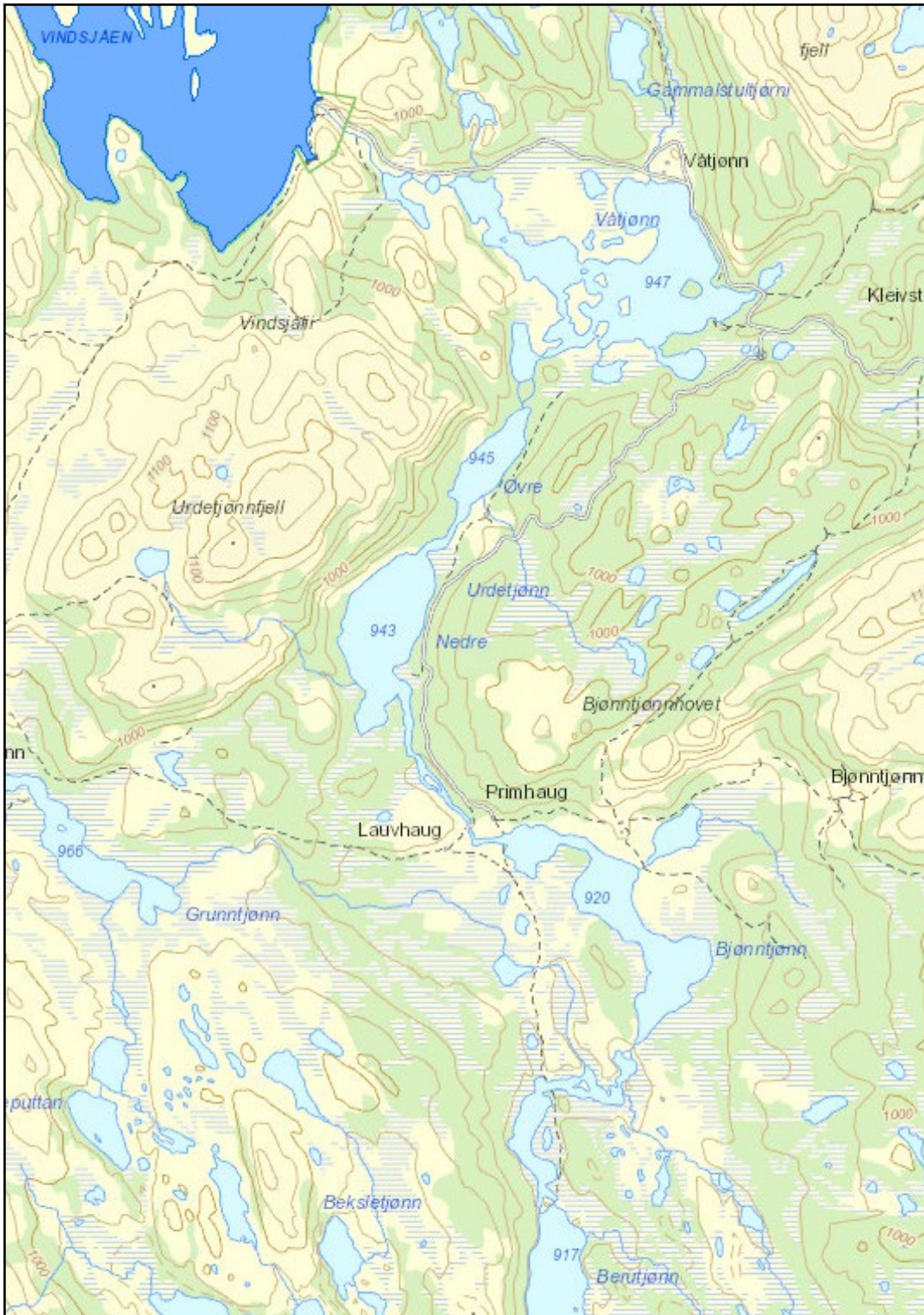
1.1. Området

Hjartdøla kraftverk utnytter bl.a. fallressursene i det 8 km lange Kovavassdraget fra vannet Vindsjøen (areal 44,69 km², 971-958 moh., lokalt nedbørfelt 44,03 km², midlere årsavløp 1,28 m³s⁻¹) ned til Kovvatnet (3,62 km², 875 moh., dvs. fall ca. 96 m, lokalt nedbørfelt 59,33 km², midlere årsavløp 1,60 m³s⁻¹; data fra regulant) i Hjartdal i Telemark (Fig. 1). Etter kraftutbygging i 1958-1960 tappes vannet fra reguleringsmagasinet Vindsjøen (HRV 971- LRV 956 moh., magasinivolum 58 Mm³) i det naturlige elveleiet til elven Kova ned til reguleringsmagasinet Kovvatnet (HRV 875,17- LRV 859,17 moh., magasinivolum 39,2 Mm³). Det er ingen andre tekniske installasjoner på denne strekningen enn den 18 m høye dammen ved Vindsjøen. Fra Kovvatnet overføres vannet i tunnel til Mydalen kraftstasjon som utnytter en fallhøyde på 122 m og maksimal slukeevne 7 m³s⁻¹ (installert effekt 7 MW, årsproduksjon 29 GWh), før vannet går i rør inn på overføringstunnel Bonsvatnet-Breivatn, hvor vannet videre utnyttet i Hjartdøla kraftverk (fallhøyde 555 m, maksimal slukeevne 26 m³s⁻¹, installasjon 120 MW, årsproduksjon 489 GWh) (Fig. 1).

Til tross for reguleringspåvirkningene er øvre Kova på Vann-Nett karakterisert som å ha «godt økologisk potensial». På strekningen Vindsjøen-Kovvatnet renner Kova gjennom flere små vann med korte mellomliggende elvestrekninger (Fig. 1, 2). Kova har i dag ingen betydning for ørretbestanden i Vindsjøen, ettersom dammen er en vandringsbarriere. Elva kan ha begrenset betydning som rekrutteringsområde for ørretbestanden i Kovvatnet, men strykstrekninger nær innløpet begrenser sannsynligvis eventuell oppvandring av gytefisk. Kova har derimot vesentlig betydning for de lokale ørretbestandene i småvannene elva renner gjennom (Fig. 1, 2).



Figur 1. Oversiktskart over reguleringsområdet og overføringer for Hjørdøla kraftverk med Vindsjøen, Kova og Kova-nettet. Reguleringsmagasiner er markert i mørkeblått. Kova tappes i det naturlige elveleiet fra Vindsjøen til Kova-nettet. Fra NVE Atlas (<https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>).



Figur 2. Kova fra utløp Vindsjøen og ned til Berutjønn. På denne strekningen går elva gjennom Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn. Reguleringsmagasin Vindsjøen er markert i mørkeblått. Fra NVE Atlas (<https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>).

Først renner elven ca. 500 m fra regulerte Vindsjøen (971-958 moh., tappetunnel med utløp i gammelt naturlig elveleie ca. 100 m nedstrøms dam, ca. 951 moh.) ned til Våtjønn (947 moh., areal 0,21 km², nedbørfelt 47,78 km²), så 70 m elv videre til lille Svartetjønn (Fig. 2). Herfra renner Kova videre 75 m med 2 m fall til den øverste av de to tjønnene Øvre og Nedre Urdetjønn (hhv. 945 moh, areal 0,03 km², nedbørfelt 48,51 km², og 942 moh, areal 0,10 km², nedbørfelt 49,34 km²) som har en ca. 200 m lang mellomliggende elvestrekning (fall 3 m). Fra Nedre Urdetjønn renner Kova videre ca. 650 m med fall 22 m til Sandtjønn/Bjønntjønn (920 moh., areal 0,08 km², nedbørfelt 51,15 km²). Bjønntjønn kan sies å bestå av en øvre del, lokalt kalt Sandtjønn som er skilt fra nedre del Bjønntjønn med en kort og bred saktestrømmende strekning, iallfall på lav vannstand (Fig. 2; C. Selmer, pers. med.).

Det er de tilliggende elvestrekningene i Kova som her er undersøkt; innløp og utløp til Øvre og Nedre Urdetjønn (ca. 200 m mellomliggende elvestrekning med 3 m fall), og deretter 650 m elv og 22 m fall til innløp Sandtjønn/Bjønntjønn (Fig. 2). Fra utløp Bjønntjønn som er med i undersøkelsen her, renner nedre del av Kova videre en ca. 90 m lang elvrekning med fall 4 m ned til øvre del av Berutjønn (Fig. 1, 2), og derfra 150 m til Reinstultjønn før Kova renner videre 1,6 km og inn i Kovvatnet (Fig. 1). Disse nedre deler er ikke med i foreliggende undersøkelse.

1.2. Vassdragsreguleringer

Hoveddelen av nedbørfeltet til Vindsjøen ligger innenfor isohydat linjene 35-40 ls⁻¹km². Årlig middelvannføring i Kova ut fra Vindsjøen er 1,28 m³s⁻¹ (pers. med. Ø. Kildal). Ettersom vassdragsreguleringen ikke innebærer noen overføringer til Vindsjøen, er nedbørfeltet det samme, og dermed er også årlig naturlig og regulert middelvannføring den samme. Vannføringsregimet over året er derimot endret. Dette er jo nettopp hensikten med reguleringsmagasinet. Vindsjøen er et flerårs (2 års) magasin. Normalt magasineres vannet i sommerhalvåret når etterspørselen etter strøm er liten, mens magasinet tappes om vinteren når etterspørselen er stor. Dette innebærer typisk en i hovedsak høy vinter- og lav sommer-vannføring i Kova. De større flomvannføringene, særlig vår og høst, magasineres i Vindsjøen og uteblir derfor fra elva. Gjennom sommeren magasineres vanligvis også alt vannet. Derfor er det i utgangspunktet normalt liten eller ingen sommervannføring ut av Vindsjøen. Men det er likevel en effektiv minstevannføring pga. lekkasjevann fra tappeluken i Vindsjødammen, anslått til minst 50 ls⁻¹ (nedenfor). Sommervannføringen lenger nedstrøms i Kova kommer derfor fra det lokale nedbørfeltet nedstrøms Vindsjødammen pluss lekkasjevannet. Enkelte somre kan det likevel tappes i elveleiet i kortere perioder tidlig på sommeren for å fylle opp nedenforliggende magasin (f.eks. i 2018 i perioden 4 – 9 juni ca. 2,8 m³s⁻¹; 10 – 28 juni ca. 4 m³s⁻¹).

Derimot er vintervannføringene høyere enn naturlig, ettersom magasinet da tappes i det naturlige elveleiet ned til Kovvatnet for videre produksjon i Mydalen kraftstasjon som henter vann direkte fra Kovvatnet (Fig. 1). Tapping fra Vindsjømagasinet foregår via en liten ca. 100 m lang omløpstunnel, der luketerskel ligger på 953,5 moh. (HRV 971,0 – LRV 956,0). Tappingen starter normalt på høsten (september-oktober-november) og avsluttes i januar-februar, noen ganger mars. Det tappes normalt

vannmengder på 2 – 4 m³s⁻¹, og det er normalt en relativt jevn tapping (Ø. Kildal og A. Langåsdaalen, pers. med.).

Endringer i vannføring i Kova pga. regulering er derfor 1) høyere vintervannføring enn naturlig, 2) i hovedsak bortfall av naturlige flommer, og 3) lav sommervannføring kun fra det lokale nedbørfeltet til Kova, når vannet magasineres i Vindsjøen.

Det er ikke konsesjonspålagte minstevannføringer i Kova. På grunn av en pakningsskade i tappeluka ved montering kan det regnes at det i gjennomsnitt lekker ca. 50 ls⁻¹ fra Vindsjømagasinet (Ø. Kildal, pers. med.). Sommeren 2019 ble det gjennomført vedlikeholds-/reparasjonsarbeider på Vindsjødammen. Derfor var det overvann fra dammen, dvs. 'åpen' dam hele sommeren. Dette medførte uvanlig høye sommervannføringer i Kova i 2019 (17.6 – 21.6: ca. 0,5 m³s⁻¹; 21.6 – 5.7 ca. 1,5 m³s⁻¹; 5.7 – 7.7 ca. 3,5 m³s⁻¹; 7.7 – 11.7 ca. 1,5 m³s⁻¹; 11.7 – 25.7 ca. 2 m³s⁻¹; 25.7 – 4.8 ca. 1,2 m³s⁻¹; 9.8 – 30.8 ca. 1,5 m³s⁻¹).

Temperaturforholdene i elven er tidligere ikke undersøkt. De er sannsynligvis også vesentlig endret ved reguleringen som en konsekvens av det endrede vannføringsregimet. Om vinteren tappes vann fra Vindsjøen via omløpstunnelen med inntaksterskel på 953,5 moh., dvs. ca. 17,5 m dyp ved HRV 971. Det tappes derfor sannsynligvis relativt varmt 'bunn'vann (2-4°C), noe som medfører høyere vintervanntemperaturer i Kova som naturlig må antas å ha ligget rundt 0°C. Om sommeren tappes det normalt ikke via tunnelen, og tilførsel til Kova utover lekkasjevann, vil være fra det lokale nedbørfeltet. For Bjønntjønn kan det beregnes til ca. 7 km². Den etter regulering sterkt reduserte (rest-)sommervannføringen i Kova, betyr lite vann i et bredt og grunt naturlig elveleie. Dette medfører trolig større temperaturforskjeller over døgnet pga. utstråling/avkjøling om nettene og mer solinnstråling/oppvarming om dagen (e.g., Heggenes *et al.* 2021). Ettersom lave sommertemperaturer kan begrense fiskeproduksjonen i fjellet (Borgstrøm & Museth 2005), er eventuelle forhøyede vanntemperaturer når det er høy solinnstråling neppe noen ulempe. Vekst hos ørret er i stor grad bestemt av vanntemperaturer med optimale veksttemperaturer 13-16 °C (Hayes, Stark & Shearer 2000; Elliott & Elliott 2010).

Utover endret vannføringsregime, og derav også endrede temperaturforhold, er det ikke gjennomført vesentlige fysiske inngrep i det naturlige elveleiet i forbindelse med reguleringen.

Ørret er tidligere eneste kjente fiskeart i systemet (Kildal 1988; Solhoi 1998; Tormodsgard & Gustavsen 2010).

1.3. Avbøtende tiltak og pålegg om fiskeundersøkelser

Reguleringskonsesjonen er relativt gammel (1952) og det ble ikke gjennomført biologiske undersøkelser i Kova i forbindelse med konsesjonssøknaden. Vannene Vindsjøen og Kovatnet ble

prøvefisket på et langt senere tidspunkt (Kildal 1988). Det ble imidlertid den gang ansett som sannsynlig at reguleringsinngrepet ville kunne få negative konsekvenser for fisket. Som et avbøtende tiltak ble derfor regulanten i konsesjonen pålagt årlige fiskeutsettinger med 2200 1-somrig ørret av uspesifisert stamme som skulle fordeles i vassdraget mellom Vindsjøen og Kovvatn (Solhøi 1994). I senere år (etter 1998) har det bl.a. blitt satt ut i Øvre og Nedre Urdetjønn med ca. 125 1-somrig ørret i hver av disse (siden 1998), og i Bjønntjønn med ca. 200 1-somrig ørret (A. Langåsdaalen, pers med.) (Tormodsgard & Gustavsen 2010).

I 2009 ble det gjennomført et ordinært prøvefiske i Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn (Tormodsgard & Gustavsen 2010). Dette viste en tett og småfallen ørretbestand i Øvre Urdetjønn, en bestand av god kvalitet og størrelse i Nedre Urdetjønn, men noe tett, og ørret av god kvalitet og størrelse i Bjønntjønn. Dette samsvarer i stor grad med resultatene fra en tidligere undersøkelse i 1997 (Solhøi 1998). Som en følge av dette ble utsettingspålegget først redusert til 1200 og deretter 1000 1-somrig ørret, for deretter å opphøre helt f.o.m. 2015 (A. Langåsdaalen, pers med.). Ettersom få ørret i vannene blir vesentlig eldre enn ca. 7-8 år (Tormodsgard & Gustavsen 2010), bør eventuelle effekter av tidligere utsettinger i liten grad påvirke ørretbestandene i vannene i 2022.

Ved tidligere undersøkelse var det også hensikten å gjennomføre en kartlegging av rekrutteringen av ørret på rennende vann, men dette var meget mangelfullt (mangelfull batteristyrke, høy vannføring, svært små fangster, ingen størrelsesfordeling, ingen data for fangbarhet og sikkerhet i estimer, bare deler av mulige rekrutteringsområder undersøkt).

På grunnlag av undersøkelsen i 2009 opphevet Fylkesmannen i Telemark utsettingspålegg for alle tre vann i brev til Skagerak Kraft AS datert 16.02.2015. Pålegget ble opphevet under forutsetning at 'Innløpsbekker til de tre vannene skal undersøkes med el-fiske om 2 og 4 år for å dokumentere at den naturlige rekrutteringen er tilfredsstillende.'

På denne bakgrunn henvendte regulanten Skagerak Kraft AS seg til Universitetet i Sørøst Norge som utarbeidet et arbeidsprogram, og gjennomførte slike undersøkelser i 2017 (Heggenes 2018). Disse ble gjentatt i 2019, men dette året hadde atypisk høye sommervannføringer. Undersøkelsene ble derfor gjentatt i 2022. Resultatene rapporteres samlet her.

2. Metoder og materiale

Pålegget fra Fylkesmannen innebar primært rekrutteringsundersøkelser somrene 2017 og 2019. Hensikten var 'å dokumentere at den naturlige rekrutteringen er tilfredsstillende.' I pålegget ble det videre sagt at det var 'innløpsbekker til de tre vannene' som skulle undersøkes. Det er her lagt til grunn at dette er en utilsiktet avgrensning. Det er allment kjent at utløpsbekker også kan være viktige rekrutteringsområder for ørret. Utløp er derfor også tatt med i denne undersøkelsen. Det pekes i Fylkesmannens pålegg også på at tettheter, størrelse og sammensetning til ungfisk på bekk og elv kan variere mye mellom år av naturlige årsaker (e.g., Elliott 1989; Klemetsen *et al.* 2003). Dette gjelder særlig for ørretbestander i fjellet som kan ha svært varierende rekruttering mellom år pga. klimatiske forhold (e.g., Borgstrøm & Museth 2005), f.eks. ising/bunnfrysing i gytebekker og/eller langvarig snø- og isdekke. En rekrutteringsundersøkelse over to sesonger (2017 og 2019) kunne derfor syntes kort, selv om variasjoner i rekruttering over tid i noen grad kan vurderes ved hjelp av årsklassestrukturen til ørret i materialet fra prøvefisket. Med en gjentatt undersøkelse i 2022 blir datagrunnlaget betydelig styrket. Utover de pålagte undersøkelser, er det også samlet data for vanntemperatur og habitat.

2.1. Vanntemperaturer

Pålegget fra Fylkesmannen sier lite om vanntemperatur. Nest etter vann er temperatur ofte den viktigste faktor som bestemmer vekst hos bl.a. ørret (Elliott, Hurley & Fryer 1995b; Hayes, Stark & Shearer 2000; Jensen, Forseth & Johnsen 2000; Elliott & Elliott 2010), særlig i fjellet hvor lave temperaturer kan begrense reproduksjon og vekst hos ørret (e.g., Borgstrøm & Museth 2005; Heggenes *et al.* 2021) og vanntemperaturer kan i sin tur påvirkes sterkt av vassdragsreguleringer (Asvall 2008; Kvambekk 2012; Heggenes *et al.* 2017a). For å skaffe basisdata mht. vanntemperaturer i Kova, ble det derfor lagt ut fire temperaturloggere i Kova i 2017, 2019 og 2022 (type Hobo Water Temp Pro v2 (<http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u22-001>)). Loggerne ble forankret til stein/fjell med en bolt og kjetting (Fig. 3), og loggeren deretter senket under vann med en større rullestein. Loggere målte temperaturen hver time og ble utlagt for å dekke hele aktuelle strekning; nedstrøms tunnelutløp Vindsjødammen, ved innløp Øvre Urdetjønn, ved utløp Nedre Urdetjønn og ved utløp Bjønntjønn (Fig. 3, 4, Tab. 1).

Tabell 1. Loggere utlagt 15 desember 2016, sted og geo-referanse

Logger	Sted	Geo-referanse
T1	Nedstrøms tunnelutløp Vindsjøen	59.77566°N 8.54446°Ø
T2	Innløp Øvre Urdetjønn	59.76842°N 8.55569°Ø
T3	Utløp Nedre Urdetjønn	59.75988°N 8.55085°Ø
T4	Utløp Bjønntjønn	59.75157°N 8.56503°Ø



Figur 3. Fire temperaturloggere ble lagt ut 15 desember 2016. Fra øverst venstre: Nedstrøms tunnelutløp fra Vindsjødammen, innløp Øvre Urdetjønn, utløp Nedre Urdetjønn, utløp Bjønntjønn.

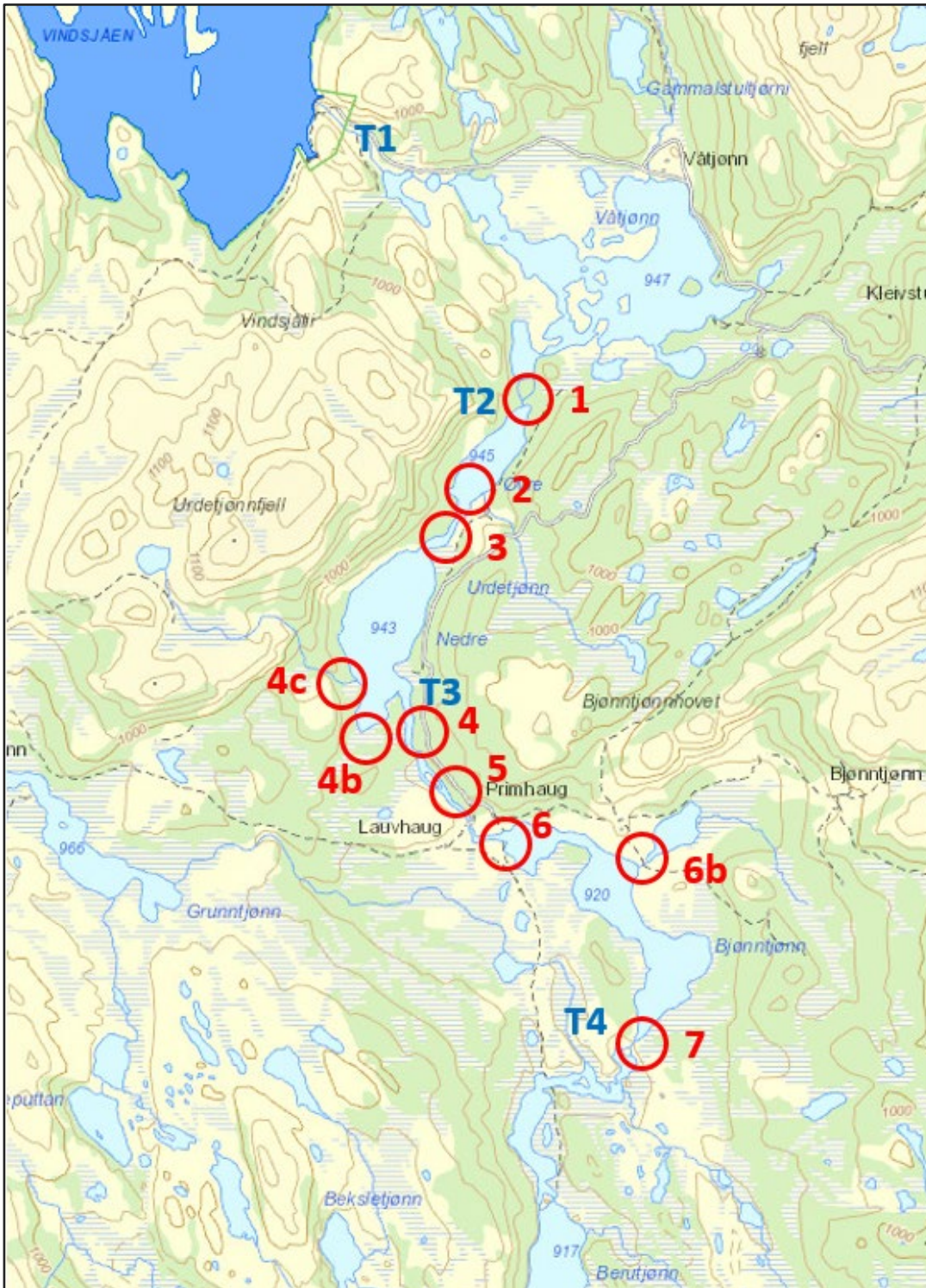
2.2. Undersøkte rekrutteringsområder

Alle innløp og utløp til Kova i de tre vannene er undersøkt, hver med én stasjon på lengde 50 m og med areal 100 - 200 m², avhengig av habitat og elvebredde (se Tab. 3-6). Etersom elvestrekningene mellom vannene er relativt korte (Fig 1-4), ble en stasjon i hvert inn- og utløp regnet som tilstrekkelig

(Fig. 4). Men på den 600 m lange elvestrekningen mellom Nedre Urdetjønn og Sandtjønn/Bjønntjønn ble det lagt inn en stasjon til, ca. halvveis mellom de to vannene og avhengig av habitat forhold (Tab. 3-6, se Kap. 3.2). Til sammen ble dette 7 stasjoner i hovedløpet til Kova. I tillegg var det to mulige små innløpsbekker i Nedre Urdetjønn, fra vest og fra sør, og i Bjønntjønn en liten innløpsbekk fra øst (Fig 4, Tab. 2). Disse tre bekkene ble også undersøkt for mulig rekruttering. Til sammen ble derfor 10 stasjoner undersøkt somrene 2017, 2019 og 2022 (Tab. 2, Fig. 4).

Tabell 2. Undersøkelses stasjoner i Kova 2017, 2019 og 2022 med sted og geo-referanse for startpunkt på hver stasjon.

Stasjon	Sted	Geo-referanse
St1	Innløp Øvre Urdetjønn	59.76851°N 8.55553°Ø
St2	Utløp Øvre Urdetjønn	59.76532°N 8.55269°Ø
St3	Innløp Nedre Urdetjønn	59.7642°N 8.55082°Ø
St4	Utløp Nedre Urdetjønn	59.75937°N 8.55091°Ø
St4b	Innløpsbekk sør, Nedre Urdetjønn	59.75912°N 8.54852°Ø
St4c	Innløpsbekk vest, Nedre Urdetjønn	59.76056°N 8.54797°Ø
St5	Kova mellom Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn	59.75771°N 8.55328°Ø
St6	Innløp Sandtjønn (Bjønntjønn)	59.75685°N 8.55706°Ø
St6b	Innløpsbekk øst, Bjønntjønn	59.75622°N 8.56413°Ø
St7	Utløp Bjønntjønn	59.75134°N 8.56478°Ø



Figur 4. Ti stasjoner i øvre Kova ble valgt for å undersøke naturlig rekruttering (somrene 2017, 2019, 2022), med sju stasjoner i hovedelva, to tilløpsbekker til Nedre Urdetjønn og en tilløpsbekk til Bjøntjønn. Blå T viser utlagte temperaturloggere.

2.3. Undersøkelse av habitat

Kvaliteten på leveområdene (habitat) for ørret er viktig, ettersom det kan regulere oppholdssteder og bestander (e.g., Chapman 1966; Milner *et al.* 2003). Habitat påvirkes også av menneskelige inngrep både negativt (tekniske inngrep, endret vannføring, endret temperatur) og positivt (restaurering, biotop tiltak). Habitatbruken til ungfisk og gytefisk av ørret er relativt godt kjent (Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Armstrong *et al.* 2003; Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008). Viktige habitatfaktorer er bl.a. vanddyb, vannhastigheter og bunnsubstrat (partikkelstørrelse, fordeling), fordi de bestemmer mengde og kvalitet på oppholdssteder, næring (driv, bunndyr), skjul (predatorer, intraspesifikk konkurranse) og gyteområder. Substratet er særlig viktig for gyting og eggoverlevelse (e.g., Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Soulsby *et al.* 2009). Ungfisken bruker også substratet aktivt som skjul, og særlig ved lave temperaturer (om vinteren) (Heggenes *et al.* 1993; Bremset 2000; Heggenes, Bremset & Brabrand 2013). Undersøkelser og resultater mht. fisketetthet og –størrelse bør derfor ses i lys av hvilke typer habitat som er undersøkt. For å få et bilde av undersøkte habitater, ble derfor alle undersøkte stasjoner i Kova oversiktlig habitatkartlagt i 2017 vha. en enkel, tilpasset metodikk. Ettersom substratforholdene ikke er endret over prosjektets tid i Kova, og undersøkelsene ble gjennomført på sommer rest-vannføringer (ikke 2019, se over), er data representative også for senere år.

Habitatforhold ble systematisk kartlagt i forkant av elektrofiske på hver stasjon, og dermed på aktuelle vannføring. Habitat på undersøkte stasjoner er også dokumentert fotografisk (eks. Fig. 5-12). Hver stasjon på 50 m lengde ble merket opp i felt, og for hver 2. meter ble et transekt (tverrsnitt) nummerert og merket i felt. For hvert transekt ble dominerende habitat type visuelt klassifisert mht. disse variablene:

- 1) morfodynamisk enhet (Tab. 1),
- 2) mesohabitat (Tab. 1),
- 3) strømtype (Tab. 2),
- 4) substratstørrelse (Tab. 3),
- 5) skjul andel (Tab. 4),
- 6) skjul type (Tab. 4),
- 7) relativt dyp (1=grunn, 2=middels, 3=dyp) og
- 8) relativ vannhastighet (1=lav, 2=middels, 3=rask)

Mesohabitat, strømtype, relativt dyp og vannhastighet vil være dynamisk påvirket av vannføring. De detaljerte klassifikasjonsinndelingene framgår av Tab. 3-6. For alle variable ble dominerende type på transektet angitt. Dersom det var en betydelig sub-dominerende type, ble også denne klassifisert.

Tabell 3. Klassifisering ved observasjon av morfologiske enheter og mesohabitater med vanlig strømtype (tilpasset etter Bisson & Montgomery 1996; Montgomery & Buffington 1997; Newson et al. 1998; Newson & Newson 2000; Armstrong et al. 2003; Orr et al. 2008; Newson, Sear & Soulsby 2012).

Morfologisk Enhet	Kode	Mesohabitat	Noen fluvio-morfologiske karakterer	Strømtype
1. Utgravd Kulp	1	Evje	Ikke netto nedstrøms strøm. Refleksjoner blir ikke brutt.	Nesten ikke merkbar strøm.
	2	Renne, ål	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	3	Midt-strøms	Som ovenfor Dyp, sakte eller stille parti vann (mellom stryk enheter).	Nesten ikke merkbar strøm.
	4	Samløpende	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	5	Side	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	6	Overfall	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
2. Oppdemt Kulp	7	Blokk	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	8	Organisk (trær o.l.)	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	9	Bever	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	10	Skred	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	11	Bakvann	Som ovenfor Samløp med hovedelv i en ende. Ofte med vegetasjon.	Nesten ikke merkbar strøm.
	12	Gammelt løp	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	13	Terskel (kunstig)	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	14	Marginalt død vann	Lokalisert til elvekantene (ved kanten av blankstryk), svinger eller andre hindringer i elva. Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvebredden.	Nesten ikke merkbar strøm.
3. Ikke-Turbulent	15	Glidning	Uniform, merkbar nedstrøms vannbevegelse er jevn. Refleksjoner blir forstyrret. Jevnt lang-profil med noen horisontale virvler. Ofte lokalisert oppstrøms stryk og fall.	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent.
	16	Blankstryk, Grunn	Ingen bølger, men klar nedstrøms vannbevegelse med en forstyrret, småbrutt overflate.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil.
	17	Blankstryk, Dyp	Som ovenfor. Dyp, raskt-flytende.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil.
	18	'Kok'	Bølgegang når oppstrømmer bryter overflaten. Sekundær strøm tydelig som vertikale og horisontale virvler. Sakte vann: lokalisert ved elvekanter og meandersvinger. Raskt vann: turbulent område lokalisert mellom habitater i en ustabil elveseng. Som regel småskala. Høyt vann: turbulent område mellom blokk/fjell.	Oppstrømmer. Brutte stående bølger. Blir kaotiske ved svært høyt vann.

4. Turbulent	19	Småstryk	Turbulent overflate med oppstrøms-vendte små stående bølger som ikke er brutt, over sand til rullestein substrat. Grunnere enn tilstøtende mesohabitater.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
	20	Blokkstryk	Som ovenfor Grovere substrat.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
	21	Hardstryk	Høygradient strekning over/mellom rullestein, blokk eller fjell ved moderat høyt vann. Noe hvitt vann. Hindringer ligger under vann.	Brutte stående bølger, blir kaotiske ved (svært) høyt vann
	22	Hard smalstryk	Som ovenfor, strømmen presset sammen.	Som ovenfor
	23	Kaskade	Blokk bryter tilfeldig overflaten på strekning med stort fall. Blanding av hardstryk og overfall – smalstryker når vannet strømmer forbi oppstrømssiden av substratet, brutte stående bølger på nedstrømssiden av substratet.	Brutte stående bølger, blir kaotiske ved (svært) høyt vann
5. Trappe-Kulper	24	Kvitstryk/fall	Blokk organisert i (trappe)trinn tvers over elva.	
	25	Kulp	Oppdemmet strekning med finere sediment oppstrøms kaskade	
	26	Overfall	Lavt kurvet overfall i kontakt med substratet	Brutt eller ubrutt overflate med bølgende langprofil, chute.
6. Vannfall	27	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale objekt.	Vertikalt fritt fall.
7. Tørrlagt				

Tabell 4. Klassifisering av strømtyper som brukes for å identifisere og beskrive mesohabitater i felt (Bisson & Montgomery 1996; Newson & Newson 2000; Newton, Woolnough & Strayer 2008; Orr et al. 2008).

Kode	Strømtype	Beskrivelse for felt identifisering	Tilknyttede mesohabitater
1	Nesten ikke merkbar strøm	Overflateskum ser ut til å være stillestående og refleksjoner på overflaten blir ikke forvrengt. En kork/pinne på vannoverflaten forblir liggende stille	Kulp – fyller vanligvis hele elvebredden Marginalt dødvann – fyller ikke hele elvebredden
2	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent	Strøm hvis styrke er så lav at det oppstår svært lite overflateturbulens. Svært små celler med turbulent strøm er synlige, og refleksjoner blir (litt) forvrengt, og skum på overflaten beveger seg nedstrøms. En pinne som settes vertikalt i vannstrømmen skaper en oppstrøms V i overflaten.	Glidning
3	Oppstrøm	Sekundære strømceller synlige på overflaten som vertikal 'koking' Eller sirkulære horisontale virvler	'Kok'
4	Småbrutt overflate Krusning	Overflate-turbulens skaper ikke stående bølger, men symmetriske krusninger som hovedsakelig beveger seg nedstrøms	Blankstryk
5	Ubrutte stående Bølger	Bølgende lang-profil med stående bølger hvor innsvingen står oppstrøms, men uten å bryte (hvitt)	Småstryk
6	Brutte stående Bølger	Hvite 'tumlende' bølger med innsvingen stående oppstrøms. 'Brusende' vannstrøm	Hardstryk Kaskade; på nedstrøms-siden av blokk deler strømmen seg eller 'bryter'
7	Chute	Rask, jevn strøm på grensen til turbulent over blokk eller fjell. Strømmen er i kontakt med substratet, og samles oppstrøms, men	Overfall; chute strøm over områder av bart fjell

		Deles nedstrøms.	Kaskade; chute strøm over enkelt-blokk
8	Fritt fall	Vertikalt vannfall og uten hindring fra et klart objekt, vanligvis mer enn 1m høyt og ofte over hele tverrsnittet	Vannfall
9	Kaotisk		

Tabell 5. Type av substrat og partikkelstørrelse klassifisert i felt (modifisert Wentworth skala).

Substrat type	Størrelse mm	Kode
Organisk fint	<10	1
Organisk grovt	>10	2
Leir, silt	0.004-0.06	3
Sand	0.061-2	4
Fin grus	2.1-8	5
Grus	8.1-16	6
Grov grus	16.1-32	7
Småstein	32.1-64	8
Liten rullestein	64.1-128	9
Rullestein	128.1-256	10
Stor rullestein	256.1-384	11
Blokk	384.1-512	12
Stor blokk	>512	13
Jevnt fjell	-	14
Ujevnt fjell	-	15

Tabell 6. Typer av skjul og grad av skjul klassifisert i felt.

Skjul type	Kode	Andel (%)	Kode
Submerged – logs, roots	1	0	0
Submerged - other	2	10	1
Stone - boulder	3	20	2
Organic debris – fine	4	30	3
Submerged vegetation	5	40	4
Undercut banks	6	50	5
Broken surface	7	60	6
Overhang (specify)	8	70	7
Surface ice (cover)	9	80	8
		90	9
		100	10

2.4. Undersøkelse av størrelse, vekst og bestandsberegninger av ungfisk

Standard metode for slike undersøkelser er elektrofiske med 3 gjentak. Metoden er godt dokumentert og standardisert (Norsk Standard NS-EN 14011, NS 9455).

Art, størrelsesfordeling og tetthet av ørret ble estimert vha. systematisk elektrofiske på de utvalgte stasjoner i Kova (Fig. 4). Elektrofisket ble gjennomført på (etter)sommeren, slik at 0+ ørret var utvokst til fangbar størrelse (≥ 4 -5 cm).

Valg av nøyaktig sted for hver stasjon ble stratifisert etter habitattype, mulige gyte- og oppvekstområder og beliggenhet og tilgang fra hvert enkelt vann (Fig. 4, 6).

Stasjonene var alle 50 m lange, men med noe varierende bredde på de ulike stasjoner og også innen hver enkelt stasjon, fra 1 til 4 m, avhengig av habitatforholdene, dvs. hvor bred og dyp elv/bekk var (se Kap. 3.2).

Hver stasjon ble avfisket med tre påfølgende gjentak for å kunne beregne fisketetthet (Zippin 1958; Bohlin *et al.* 1989). 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. 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 Ricker's semi-log (2017 data) eller Leslie regresjons modell (2019 data) (Krebs 2011). 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. For 2022 data er programmet 'MicroFish 3.0' benyttet for bestandsestimater (Van Deventer 1989). Dersom det er lave fangster (< 20 fisk) og forutsetningen om avtagende fangst ikke er oppfylt, er estimatet satt lik total fangst. Dersom forutsetningen om avtagende fangst ikke er oppfylt ved høyere fangster, og maximum likelihood estimatet når 5 ganger fangst, setter programmet estimatet vilkårlig til 1,5 ganger fangst.

All fanget fisk ble artsbestemt og lengdemålt (mm) før gjenutsetting. I 2017 ble også fangststed, dvs. transekt (nedenfor) for hver fanget fisk notert for å kunne kvantifisere habitatbruk (nedenfor).

På grunnlag av den bimodale lengdefrekvens fordelingen (e.g., Borgstrøm & Hansen 1987; Borgstrøm *et al.* 2015) ble materialet brukt til mer detaljerte analyser, dvs. inndelt i årsyngel (0+), og ettåringer (1+) og eldre fisk (>1+). For større fisk kan det samles inn skjell/otolittmateriale, for påfølgende alders- og vekstanalyser i laboratoriet. Men ettersom det nylig er gjort i en annen undersøkelse av selve vannene (Tormodsgard & Gustavsen 2010), ble dette ikke gjort i foreliggende undersøkelse.

Stasjonene ble merket i felt, og avfisket areal innmålt ved aktuell vannføring. Feltarbeidet og elektrofisket ble gjennomført 04.07.-03.09.2017 på vanntemperaturer 10,2 – 17,0 °C, 04-08.08.2019 på vanntemperaturer 15.9-17.0 °C, og 19.07-05.08.2022 på vanntemperaturer 11,5-16,2 °C. Vannet i Kova er ione-fattig. Målt ledningsevne under feltarbeidet var over alle tre år lav, 6,6 – 13,0 μSm^{-1} , og det kan begrense effekt til el-apparatet som ble brukt på høyeste frekvens og spenning.

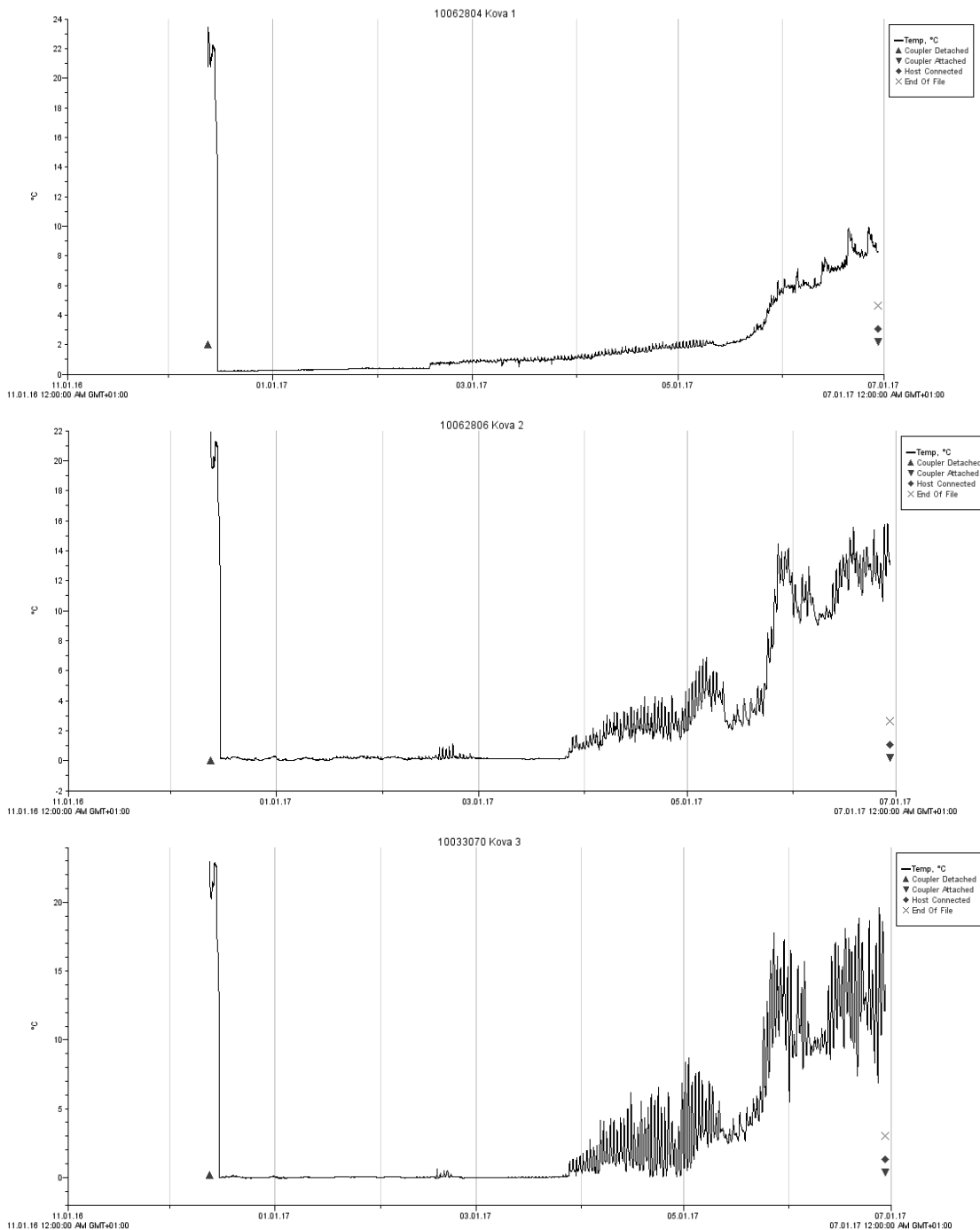
3. Resultater og kommentarer

3.1. Vanntemperaturer

Temperaturloggerne ble avlest 1 juli 2017, for så å bli lagt tilbake for logging videre til 2019. Tekniske problemer gjorde at 2016-2017 data fra logger ved utløp Bjønntjønn ikke var tilfredsstillende, og er derfor utelatt her. De tre andre loggerne viste et forventet sammenfallende hovedmønster med lave vintervann temperaturer 0-1(2)°C inntil økende og døgnvarierende vanntemperaturer med økt solinnstråling på våren fra slutten av april (Fig. 5). På den øverste stasjonen T1 nedstrøms utløp tunnel fra Vindsjødammen, er det som forventet en seinere og jevnere temperaturøkning om våren og svakt forhøyede vintervann temperaturer avhengig av tapping fra dypere vann i Vindsjøen der luketerskel ligger på +953,5 (HRV i Vindsjøen 971,0 – LRV 956,0). Tappingen starter normalt på sen-høsten (september-oktober-november) og avsluttes i januar-februar, noen ganger mars. Det tappes normalt relativt jevnt med 2 – 4 m³s⁻¹. Vinteren 2016-2017 ble det tappet ca. 2 m³s⁻¹ fra 21.09.2016, økt 02.11.2016 til ca. 4 m³s⁻¹ fram til 16.02.2017, da luka blei stengt. I en kort periode i mai (11-23.05 ble det åpnet for ca. 2 m³s⁻¹, noe som er uvanlig (Ø. Kildal, pers. med.). De svake trappetrinnene i temperaturkurven på T1 (Fig. 5 øverst), gjenspeiler sannsynligvis at tappeluken ble stengt 16.02.2017. Vintervann temperaturen 2016-2017 lå gjennomgående lavere enn 1°C og er dermed i beskjeden grad forhøyet fra naturlige forhold. Dette antas å skyldes at luketerskel i Vindsjøen iallfall vinteren 2016-2017 lå over sprangsjiktet, og dermed tappet kaldere vann fra topp-laget (epilimnion), noe som også ville vært tilfellet i en uregulert situasjon. Data over eventuell vinter-temperatur stratifisering i Vindsjøen finnes så vidt vites dessverre ikke. Det er mulig at sprangsjiktet ligger relativt dypt, fordi Vindsjøen kan som navnet antyder, være mye vindeksponert. Data her antyder at reguleringen ikke medfører vesentlige endringer i temperaturregimet om vinteren i Kova. En konsekvens av dette er i så fall at utviklingstiden for ørret egg over vinteren sannsynligvis ikke er vesentlig endret fra det som er naturlig. Imidlertid kan tidligere oppvarming av Kova tidlig på våren, føre til noe tidligere klekking. Klekkespunkt sammenholdt med miljøforhold, særlig vannføring, temperatur og næringstilgang, er viktig for overlevelse på ørret yngel (se review Heggenes *et al.* 2017b). Men i Kova er sannsynligvis størrelse på vårflommen sterkt redusert, og mer kortvarig, ettersom den nå omfatter kun restfeltet. Derfor vil det være beskjedne flomvannføringer, noe som ellers kan føre til økt dødelighet for yngel. En høyere og stabil vintervannføring kan også bidra til høyere vinteroverlevelse (Borgstrom & Museth 2005; Hvidsten *et al.* 2015).

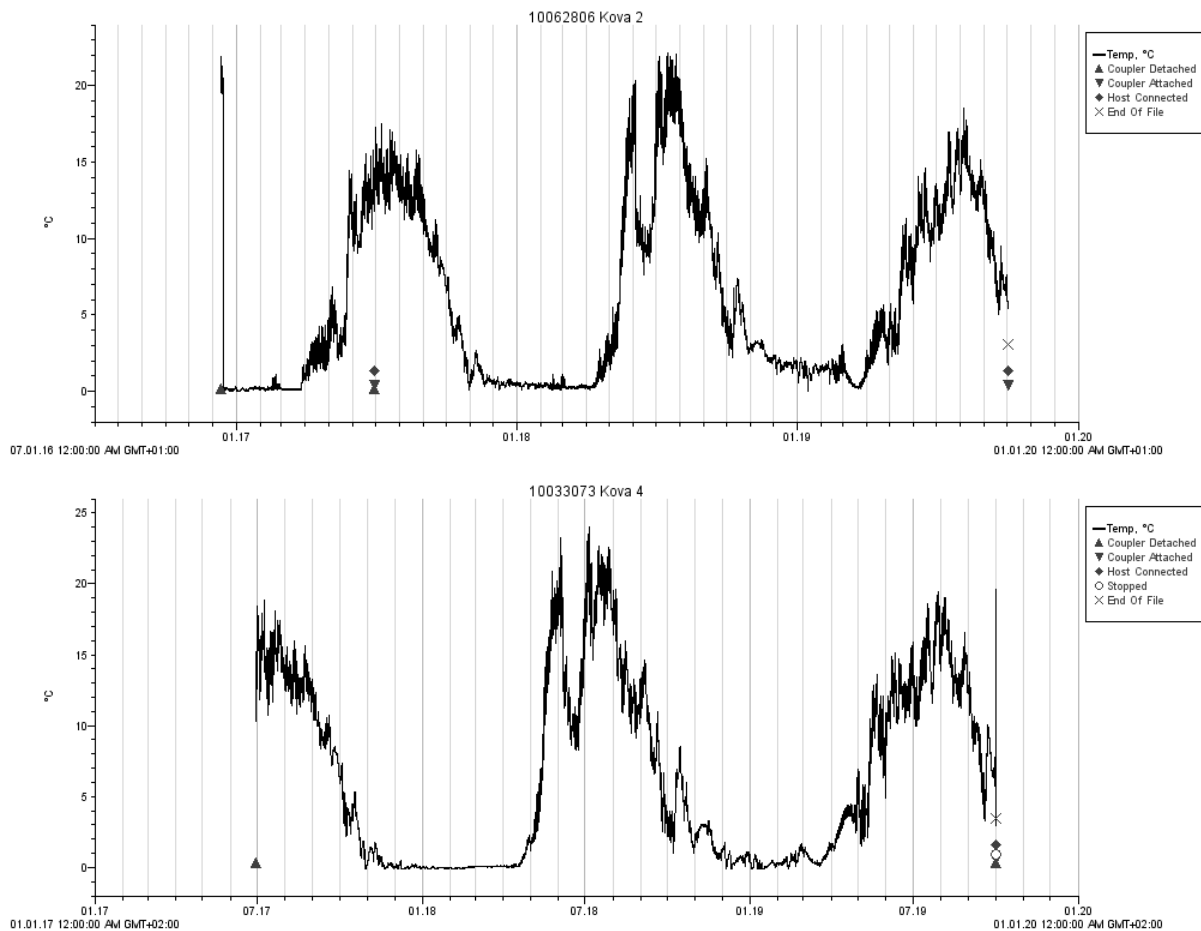
Ved innløp Øvre Urdetjønn (Fig. 5, midten, T2) og utløp Nedre Urdetjønn (Fig. 5, nederst, T3) lå vintervann temperaturen 2016-2017 nokså stabilt i overkant av 0°C før den begynte å stige naturlig i månedsskiftet mars-april. Dette synes relativt tidlig for en så høytliggende elv. Den sterkt reduserte vårflommen og vår-sommervannføringen i Kova, normalt bare restvannføring, har sannsynligvis medført en tidligere oppvarming av vannet i Kova (og de grunne vannene nedstrøms) og dermed en tidligere start på veksts sesongen for ørret. Den tydelige døgn-variasjonen i temperaturkurven gjenspeiler oppvarmingen pga. den økte solinnstrålingen om dagen (og varmeutstrålingen om natta). Denne variasjonen er mer markert ved T3 enn T2, noe som sannsynligvis skyldes at et større

vannareal har blitt eksponert for solinnstråling og over lengre tid når vannet når utløpet av Nedre Urdetjønn, sammenlignet med innløp Øvre Urdetjønn. Midt i mai 2017 gikk både temperatur og døgnamplitude ned, og dette sammenfalt med tapperegimet i mai (over). Utover sommeren kommer sol og varme i juni og rask oppvarming av vannet, med mindre det tappes i elveleiet for å fylle opp nedenforliggende magasin. Døgnvariasjonen i temperatur vedvarer utover i juni, og reflekterer at vassdraget har lite vanngjennomstrømming som kan jevne ut slik døgnvariasjon som skyldes lokal oppvarming. Størrelsen (amplituden) i denne variasjonen, har sannsynligvis økt betydelig etter reguleringen.



Figur 5. Temperatur i Kova i perioden 15 desember 2016 – 28 juni 2017. Øverst: T1 nedstrøms tunnelutløp fra Vindsjøen; midten: T2 innløp Øvre Urdetjønn; T3 utløp Nedre Urdetjønn.

Dette bildet fra 2016-2017 ble i all hovedsak bekreftet av de videre målingene fra sommer 2017 til ettersommer 2019 (Fig. 6). Uheldigvis er temperatur data fra denne perioden mindre dekkende, idet temperaturloggerne både på T1, utløp Vindsjøen, og T3 utløp Nedre Urdetjønn, gikk tapt pga. anleggsarbeider.

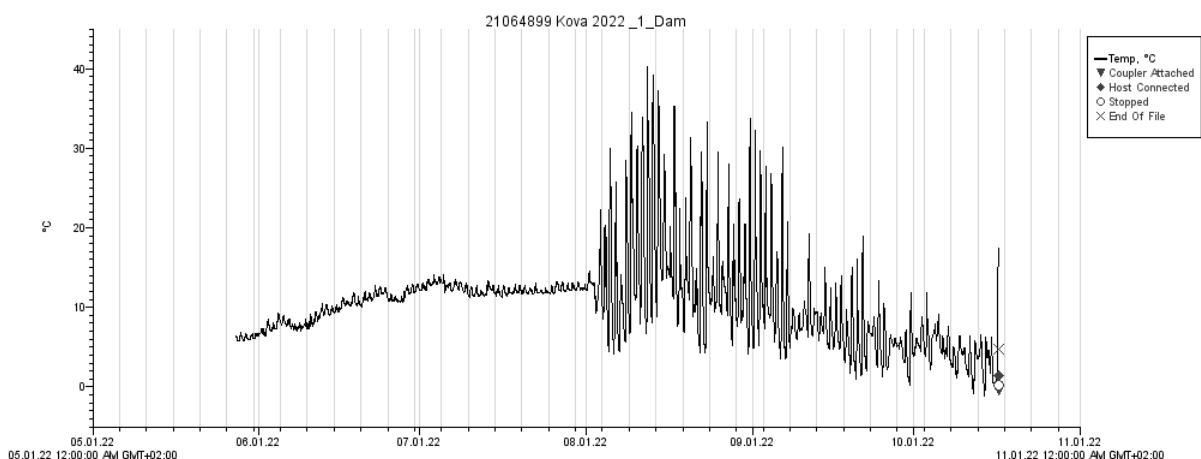


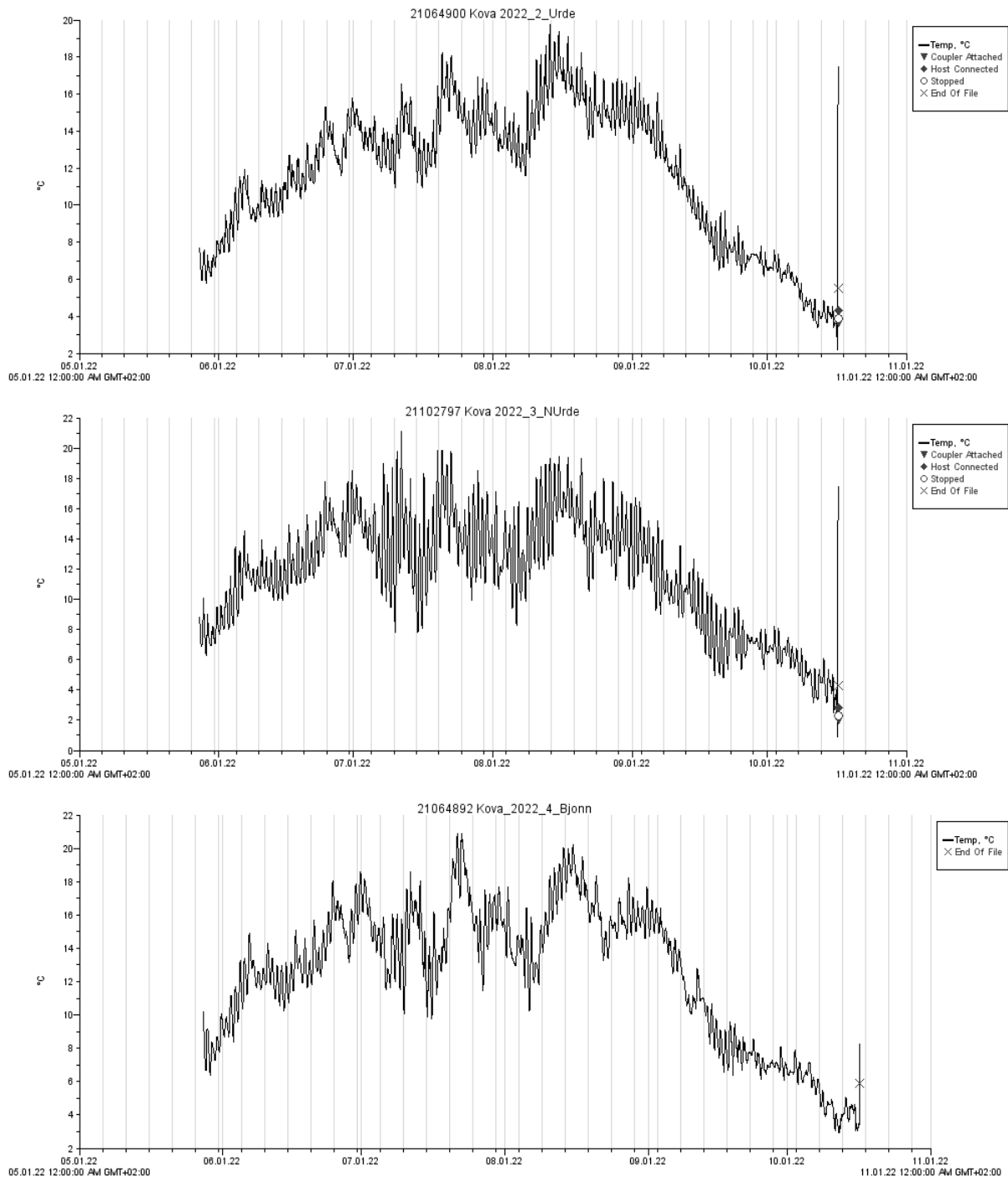
Figur 6. Vanntemperaturer i Kova 2017-2019. Øverst: T2 innløp Øvre Urdetjønn i perioden 15 desember 2016 – 1 oktober 2019. Nederst: T4 utløp Bjønntjønn i perioden 28 juni 2017 – 1 oktober 2019.

Vintervann temperaturen 2017-2018 ligger mellom 0 og 1 °C (Fig. 6). Tapperegimet denne vinteren var 6.11.17 – 15.2.18 ca. $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Vintervann temperaturen 2018-2019 er mer variabel, og ved innløp Urdetjønn også svakt høyere (T2 øverst, Fig. 6) dvs. nærmest tappeluken fra Vindsjøen. Tapperegimet denne vinteren var omtrent det samme (19.10.18 – 15.2.18: ca. $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), så forskjellen kan være mer knyttet til annen dybde på sprangsjiktet i Vindsjøen. Det vil være nyttig kunnskap om sprangsjiktning i forhold til lukedyp undersøkes i Vindsjøen. Vanntemperaturen i 2018 og 2019 begynner å stige alt sent i mai og stiger raskt utover i juni, men noe senere og med noe lavere temperaturer i 2019 enn i

2018. Det kan skyldes overvann fra Vindsjøen i 2019. Det er igjen utpregede døgnvariasjoner pga. solinnstråling om dagen og strålingstap om natta fra den lave restvannføringen. Sommertemperaturene i 2018 er høye, til dels over 20°C, noe som skyldes den uvanlig varme sommeren 2018. Temperaturene holder seg også høye lenge, over ca. 10°C til oktober. Sommeren 2019 er hovedmønsteret det samme, men sommertemperaturene er betydelig lavere, stort sett lavere enn 15°C. Dette skyldes dels at sommeren var mindre varm, dels at det var tapping av vann til Kova hele sommeren pga. anleggsarbeidene på Vindsjø-dammen.

Sommeren 2022 ble fire temperaturloggeren lagt ut 27 mai for å måle sommervanntemperaturene i Kova. Dessverre gikk data fra den øverste temperaturloggeren T1 ved utløp omløpstunnel Vindsjødammen delvis tapt da den ble revet opp og lagt på land pga. anleggsarbeider på tilliggende bru/vei (Fig. 7 øverst). Den lavere og mer utjevnete vanntemperatur nær uten døgn-variasjoner (amplituder) på T1 speiler de lavere temperaturene på dypere vann i Vindsjøen, dvs. til lekkasjevannet ut av tunnelen. Første uke i august ble loggeren dessverre fjernet fra elven. Vanntemperaturen ved de tre loggerne nedstrøms har alt begynt å stige sent i mai og er ca. 7 - 8 °C da loggerne ble lagt ut 27 mai (Fig. 7). Vannet varmes opp 1 – 3 °C nedover elven (pga. solinnstråling) fra T2 (ca. 7 °C ved utlegging i mai) til T4 (ca. 8 °C) og får også litt større variasjon over døgnet ved Urdetjønnene (Fig. 7). Temperaturen i vassdraget stiger raskt utover i juni, nokså likt forholdene i 2017 og 2019 (over), og når gunstige veksttemperaturer for ørret (12 - 13 °C) i midten/slutten av juni. Dette vedvarer til begynnelsen av september. Det overordnede mønsteret i temperaturvariasjonene over sommer sesongen er det samme på alle tre stasjonene. Døgnvariasjoner pga. solinnstråling om dagen og strålingstap om natta fra den lave restvannføringen er utpreget. Dette er noe mer dempet på utløpet av Bjønntjønn (T4), noe som skyldes oppholdstiden og varmelagringskapasiteten i Bjønntjønn. Sommertemperaturene blir ikke så høye at det er en vesentlig ulempe for ørret produksjon, de når knapt 20°C enkelte dager.

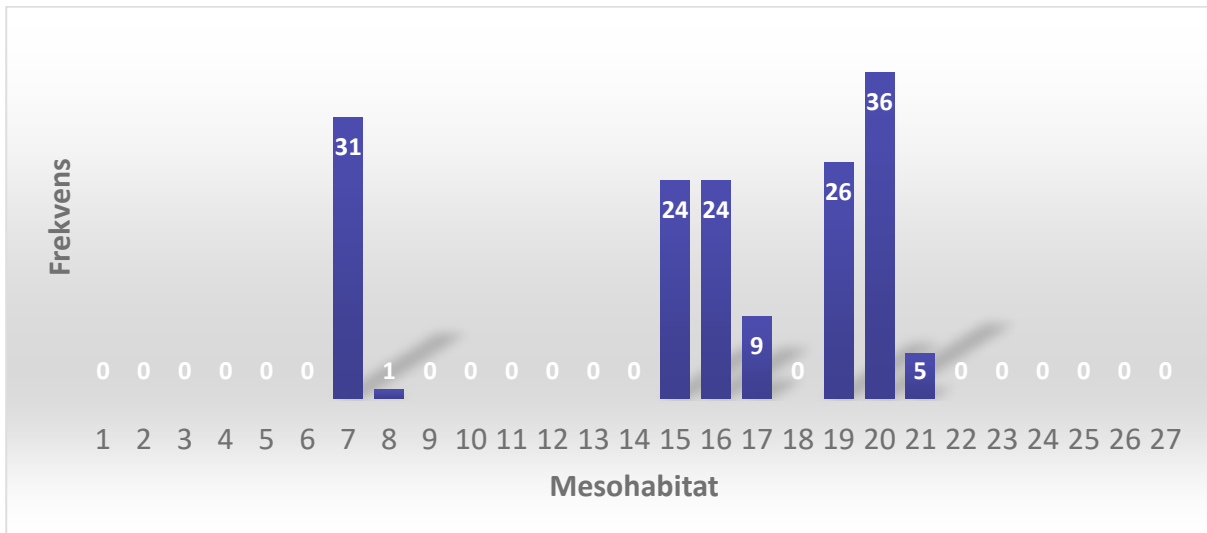




Figur 7. Vanntemperaturer i Kova sommeren 2022 i sommerperioden 23 mai – 16 oktober. Øverst: T1 innløp omløpstunnel Vindsjødammen. Midten øverst: T2 innløp Øvre Urdetjønn. Midten nederst: T3 Utløp Nedre Urdetjønn. Nederst: T4 utløp Bjønntjønn.

3.2. Elvehabitat

De sju undersøkte stasjonene i Kova var dominert av en del kulper oppdemt av grov stein og blokk (mesohabitat 7) sammen med mellomliggende ikke-turbulente blankstryker og småstryker med brutt, turbulent overflate (mesohabitat 15-16 og 19-20; Fig. 8-15).



Figur 8. Fordeling av dominerende mesohabitater på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Elva er dominert av kulper oppdemt av stor stein/blokk (klasse 7) og mellomliggende ikke-turbulente gliasjoner/blankstryk (klasse 15 og 16) og småstryk med brutt overflate (klasse 19-20).



Figur 9. Små kulper oppdemt av blokk og fjell med mellomliggende stryk, fra stasjon 5 mellom Bjønntjønn og Nedre Urdetjønn som var den eneste stasjonen med relativt mye fall.



Figur 10. Små, grunne kulper oppdelt av stein med mellomliggende blankstryk og enkelte småstryk, fra stasjon 1 innløp til Øvre Urdetjønn som var en stasjon med relativt lite fall.



Figur 11. Dypere kulper og smale blankstryk skapt av mye blokk på stasjon 2 utløp til Øvre Urdetjønn som var den dypeste og smaleste stasjon med kulper og blankstryk.



Figur 12. Mosaikkpreget og bredt, grunt løp på stasjon 3 innløp til Nedre Urdetjønn som var en stasjon med relativt lite fall. Dette var den bredeste og grunneste av de undersøkte stasjonene.



Figur 13. Dype kulper demt av stein med mellomliggende blankstryk på stasjon 4 utløpet til Nedre Urdetjønn som var en stasjon med relativt lite fall.



Figur 14a.

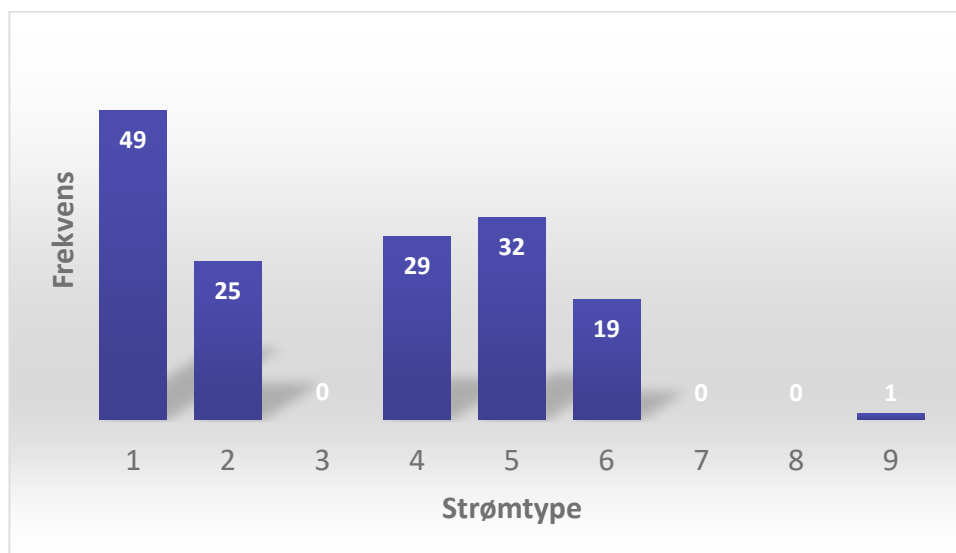


Figur 14b. Stryk og et par mindre kulper dominerte nedre del av stasjon 6 innløp til Bjønntjønn (a), mens øvre del var dominert av grunne kulper og glidninger/blankstryk (b).



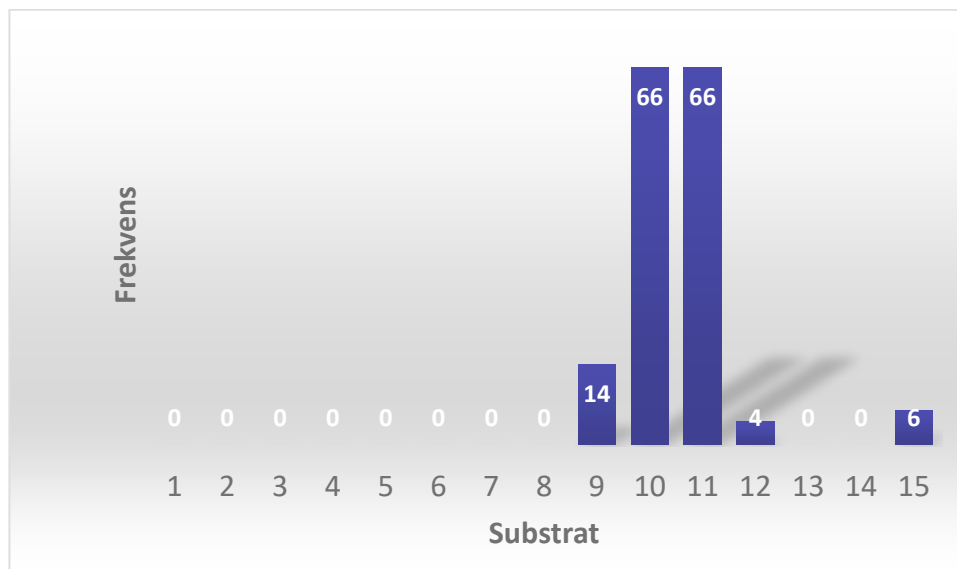
Figur 15. Store kulper demt av fjell og blokk med mellomliggende stryk dominerte på stasjon 7 utløp fra Bjønntjønn som var stasjonene med mest faller etter stasjon 5 (Figur 5).

Strømtyperne var følgelig dominert av enten nesten ikke merkbar eller bare svak strøm i kulpene og glidningene/blankstryk (type 1-2; Fig. 16) eller små mellomliggende stryk med brutt overflate og til dels stående bølger på strekningene mellom kulpene (type 4-6; Fig. 16).

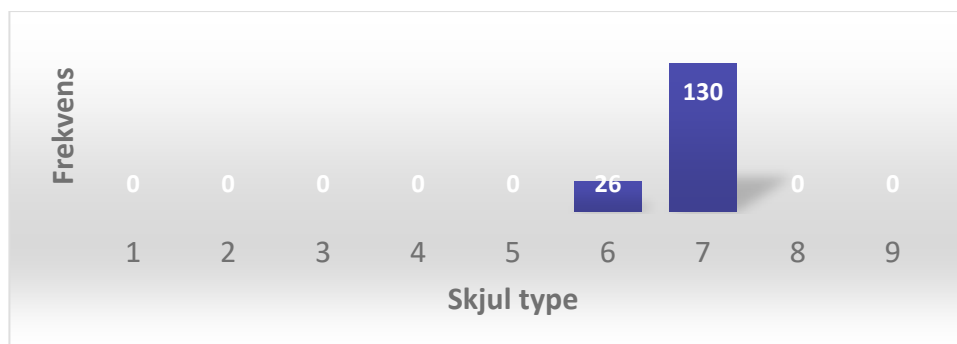


Figur 16. Fordeling av dominerende strømtyper på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Elva er dominert av enten stille/lite merkbar strøm i kulper og glidninger/blankstryk (type 1-1), eller hvitere stryk på de mellomliggende strekningene (type 4-6).

Substratet var gjennomgående grovt og dominert av til dels stor stein (klasse 10-11; Fig. 17), men som noen steder var overlatt noe mer gruslignende substrat (klasse 9).



Figur 17. Fordeling av dominerende substrat på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Elva er dominert av relativt grov stein (128-384 mm = klasse 10-11) med ca. 9 % noe mindre (rulle)stein (64,1-128 mm = klasse 9).



Figur 18. Fordeling av type skjul på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Skjul i elva er dominert av overflate turbulens (type 7) i tillegg til det grove substratet.

Det grove substratet kombinert med vekslingen mellom kulper, blankstryk og stryk gir mye gunstig skjul og oppvekstområder for ungfisk (Fig. 18) (Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Armstrong *et al.* 2003). Substratet er derimot gjennomgående grovere substrat enn ørret foretrekker til gyting (Palm *et al.* 2007; Louhi, Maki-Petays & Erkinaro 2008; Wollebaek, Thue & Heggenes 2008).

3.3. Gytehabitat

Selv om det dominerende substratet gjennomgående var grovere stein, var det ca. 9 % noe mindre (rulle)stein 64,1-128 mm som kanskje i nødsfall kan brukes til gyting. Det ble ellers i feltundersøkelsene observert flekker (1 - 4 m²) med mulige gyteområder på mindre stein og grus, særlig på st. 3 og 7 (Fig. 19). For st. 1, 2, 4 og 6 som alle lå i tilknytning til inn- og utløpsområder, vil det være betydelige mulige gyteområder på grusviftene som dannes i tilknytning til innløp/utløp, selv om substratet på selve stasjonen på disse stasjonene i Kova var relativt grovt.



Figur 19a.



Figur 19b.



Figur 19c. Flekker med mer velegnet substrat for gyting på st. 3 innløp Nedre Urdetjønn (a; større felt i ytterkant innløpsosen), st. 6 innløp Bjønntjønn (b) og st. 7 utløp Bjønntjønn (c; nest øverste kulp, vestsiden). På st. 7 var det også flere andre mindre flekker mer gytegrus.

3.4. Rekruttering i små uregulerte sidebekker

I Nedre Urdetjønn er det to mindre bekker med innløp på hhv. sør og vest-siden. Disse ble begge undersøkt, og det ble påvist rekrutter ved elektrofiske alle år (2017, 2019, 2022). I begge innløpene ble det også funnet sannsynlige gytegroper i alle år (Fig. 20, 21). Selv om begge bekke-innløpene har gunstig gytegrus, er arealene for oppvekst små, særlig i det sørlige løpet. Midlere bredde på innløpsbekk sør var 56 cm (\pm SD 39; n = 11) og med tilgjengelig lengde 31 m før bekken forsvant under torv samtidig som den begynner å stige bratt. Dette gir et samlet areal på $31 \times 0,56 = 17,4 \text{ m}^2$. Bekken er mest egnet til litt gyting, men i liten grad oppvekst. Det er for lite areal, for fint substrat og lite skjul til oppvekst av annet enn få 0+, eventuelt 1+ i et par dypere partier. Etter gyting og klekking vil det

meste av yngelen måtte vandre ut i Nedre Urdetjønn for oppvekst i strandsonen. Elektrofisket påviste en 0+ i bekken i 2017 og en 0+ (76 mm) og to større rekrutter i 2019 (hhv. 109 og 170 mm). I 2022 ble det fanget en 0+ (38 mm) og en større ørretunge (75 mm).



Figur 20. Velegnet gytesubstrat og sannsynlige gytegrøper på innløpsbekk til Nedre Urdejønn sør. Det er et begrenset areal med gunstig gytegrus i en bekkesving (ca. 20-25 m oppstrøms, dominerende partikkelstørrelse 16,1-32 mm), mens finere partikkelstørrelser dominerer det nedre innløpet.





Figur 21. Særlig den vestlige innløpsbekken til Nedre Urdetjønn har gunstige gyteområder i og ned mot innløpet (øverst), men smalner av oppstrøms (nederst).

Det vestlige innløpet er en noe større bekk (Fig. 21), med en nedre bred del ca. 19 m lang og areal ca. 18 m² (midlere bredde 94 cm ± SD34, n = 9) og en øvre smal og brattere del ca. 37 m lang og areal ca. 15 m² (midlere bredde 44 cm ± SD12, n = 7). Bekken har gunstige gyte og oppvekstarealer, mest gyteareal på nedre del og oppvekstareal på øvre del, men arealet begrenser antall rekrutter som kan vokse opp på selve bekken. De fleste rekruttene vil måtte vandre ut i Nedre Urdetjønn for oppvekst. Ved elektrofisket i 2017 ble det påvist en ungfisk på 79 mm, samt rester av det som kan ha vært en bekkeniøye (*Lampetra planeri*; Fig. 22). I 2019 ble det påvist seks små 0+ (gjennomsnittlig lengde 34,8mm±SD2,8) og tre større (84, 86 og 94 mm) ørretunger. I 2022 ble det fanget 16 0+ (gjennomsnittlig lengde 45,8mm±SD3,8) og to større ørretunger (87 og 92 mm).



Figur 22. Rester mulig av bekkeniøye fra innløpsbekk fra vest til Nedre Urdetjønn.

Bekk til Bjønntjønn fra nordøst (fra vann 920 moh.) ble også undersøkt. Bekken er grovsteina og kort (32 m) med høy gradient. Dette gir ca. 30 m² med gunstig oppveksthabitat på bekken for ørret, men det er ikke synlig gytesubstrat i selve bekken (Fig. 23). På utløpet fra ovenforliggende vann er det et mindre areal med egnet gytegrus, og her var det også tydelig vasket substrat etter gyting på et lite felt både i 2017 og 2019 (Fig. 23). Det begrensede oppvekstareale innebærer imidlertid at de fleste rekrutter vil måtte vandre ut i tilliggende vann for videre oppvekst. Det er delvis vanskelig å elektrofiske bekken pga. stor stein og mye tett sølvvier-vegetasjon. Men ved elektrofiske i bekken i 2022 ble det fanget 53 0+ (gjennomsnittlig lengde 49,4mm ±SD5,8) og en større ørretunge (109 mm). Ved elektrofiske 2022 av ca. 25 m strandlinje ved bakkens innløp i Bjønntjønn (Fig. 23, øverst) ble det påvist 13 0+ (gjennomsnittlig lengde 54,5mm ±SD7,3). Til sammen viser dette at bekken kan gi et vesentlig bidrag til rekruttering av ørret til Bjønntjønn. Ved elektrofiske 2019 av 30 m strandlinje i Bjønntjønn og inn i bekken, ble det påvist 20 0+ (gjennomsnittlig lengde 43,5mm ±SD4,4) og en større ørretunge på 92 mm.

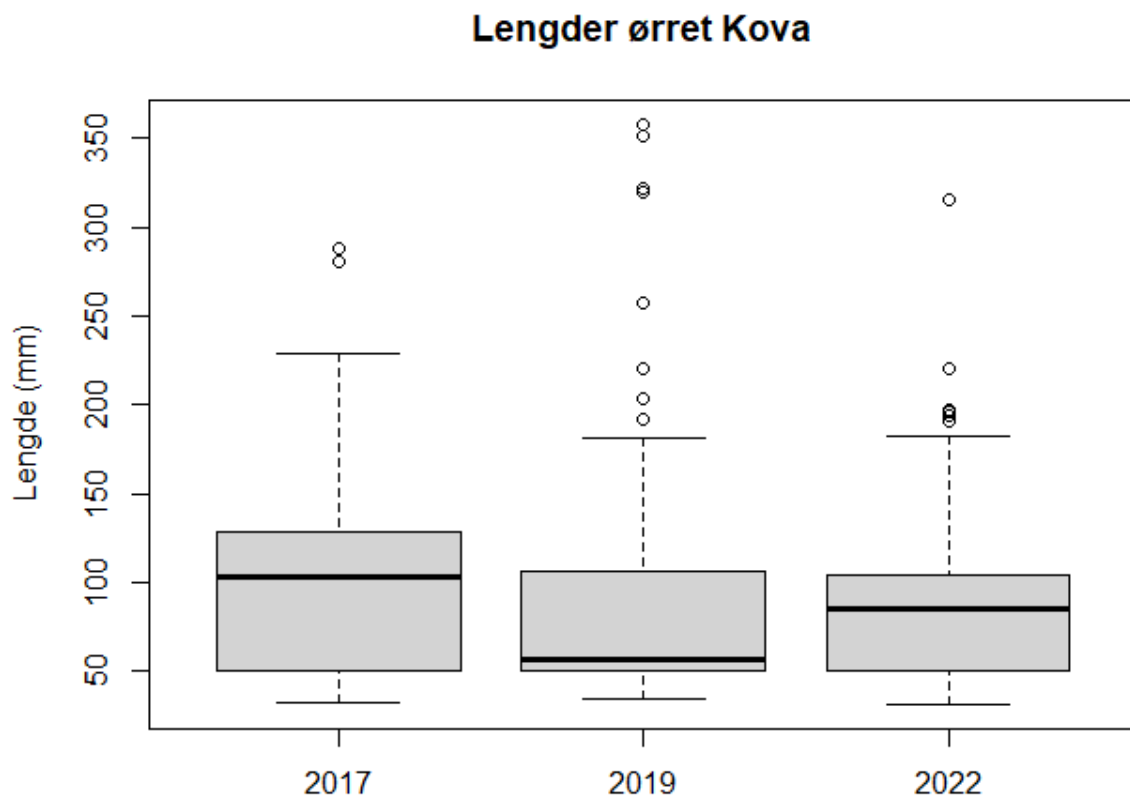




Figur 23. Bekk fra nordvest inn i Bjønntjønn er grovsteina og kort med mye skjul for ørretunger (øverst) men ikke velegnet gytesubstrat. Men det er gunstig gytesubstrat på utløpet fra vann 920 moh. (nederst). Her var det også tydelige gytegroper.

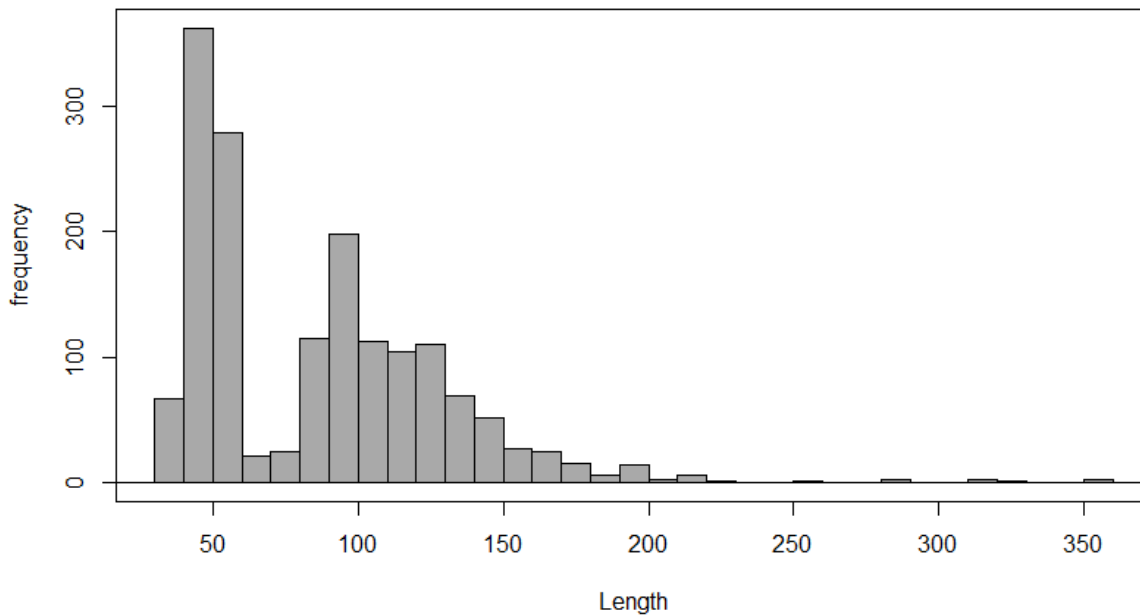
3.5. Størrelse, vekst og bestandsberegninger i Øvre Kova

Ørret var eneste art i fangstene fra elektrofisket i 2017 (386 individer), 2019 (518 individer) og 2022 (716 individer) i Øvre Kova, bortsett fra en mulig bekkeniøye på bekk vest i Nedre Urdetjønn i 2017 (Fig. 22). Den fangede ørreten på elv var av varierende, men gjennomgående liten størrelse (Fig. 24; 2017: gjennomsnittlig 100 mm \pm SD47, minimum 32, maksimum 288; 2019: gjennomsnittlig 81 mm \pm SD44, minimum 34, maksimum 358; 2022: gjennomsnittlig 83 mm \pm SD37, minimum 34, maksimum 315).



Figur 24. Boxplot av lengder på fanget ørret i 2017, 2019 og 2022. Linjen i boksen angir median lengde, veggene øvre kvartil (75 % lengder) og nedre kvartil (25 % lengde), linje angir minste og største fisk, punktene angir uteliggere.

Ca. 95 % av fanget ørret var mindre enn 160 mm (Fig. 25). Dette er i all hovedsak ørretunger (rekrutter). Disse vokser opp på elv og vandrer etter hvert ut i nærmeste vann, som regel ved en lengde på 15-16 cm eller mindre (Fig. 25), noe som er vanlig for ørret (e.g. Klemetsen *et al.* 2003; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Mindre enn 2 % av fanget ørret var større enn 200 mm (maksimum 288 mm i 2017, 358 mm i 2019, 315 mm i 2022). De største var gytefisk som ble fanget på elektrofiske i august/september på st. 6 og 3 (Fig. 26).



Figur 25. Lengdefordeling for ørret fanget ved elektrofisket på 7 stasjoner i Kova 2017, 2019 og 2022. Mindre ørret dominerer, og dette er i all hovedsak rekrutter som vokser opp på elv og ved lengde på opp til ca. 15-16 cm vandrer ut i nærliggende vann. 0+ ørret er < 70 mm.



Figur 26. Gytevandrerer er større ørret, her fanget på st. 3 innløp Nedre Urdetjønn ved elektrofiske 3 september 2017 (øverst) og 8 august 2019 (nederst).

Den to-toppede (bimodale) lengdefordelingen til ørret gjenspeiler i stor grad årsklassefordelingen (Fig. 25, 27, 28). Ørret på 4 – 6 cm er sommergammel fisk (0+; gjennomsnitt 2017: 45 mm \pm SD6, minimum 32, maksimum 62; 2019: 51 mm \pm SD6, minimum 34, maksimum 64; 2022: 49 mm \pm SD6, minimum 31, maksimum 65), noe som indikerer normal vekst tatt i betraktning at dette er en høytliggende elv og elektrofisket delvis ble gjennomført før hele vekstsesongen var avsluttet (e.g.,

Borgstrøm & Museth 2005; Hvidsten 2010; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Men også innenfor sommergammel ørret kan det være stor variasjon i lengder (Fig. 27), noe som kan skyldes både ulike klekketidspunkt og vekst/konkurranssevne. Større 8-13 cm lange fisk er to og tre-somrige ørret (1+, 2+) som etter hvert vandrer ut i nærmeste vann (Fig. 28). For disse eldre ungene gjør den individuelle variasjonen i vekst (Fig. 27) at årsklassefordelingen blir overlappende og ikke kan leses klart av lengdefrekvensfordelingen (Fig. 25), utover at større fisk normalt er eldre. Eldre fisk enn 0+ i Kova hadde gjennomsnittslengde i 2017 på 124 mm \pm SD31, minimum 72, maksimum 229 mm, i 2019 på 117 mm \pm SD26, minimum 80, maksimum 220 mm og i 2022 på 110 mm \pm SD27, minimum 74, maksimum 220 mm (større gytefisk ikke medregnet).



Figur 27. Innen sommergammel ørret (0+) kan det være stor variasjon i lengder som her fra ørret på st. 7 utløp Bjønntjønn.



Figur 28. Tre årsklasser med ungfisk av ørret fanget på st. 2 utløp Øvre Urdetjønn.

Konklusjonen er at ørretbestanden på Kova elv er dominert av ungfisk, og mønsteret er ganske likt i alle tre år. Den relativt markerte nedgangen i antall eldre ungfisk, dvs. større enn 13-15 cm, gjenspeiler at ørreten da vandrer ut til vannene. Det er i liten grad store og dype nok leveområder for større ørret på Kova elv. De vandrer ut for å få bedre vekst i tilliggende vann. En mulig forklaring kunne også være at det manglet en eller to svært svake årsklasser pga. harde vintre (e.g., Borgstrøm & Museth 2005), men her har vi samme mønsteret over hele tidsperioden fra 2017 til 2022.

Vanntemperatur er den viktigste faktoren som bestemmer vekst hos ørret, i tillegg til næringstilgang og plass (e.g. Swift 1961; Jensen 1990; Elliott 1994; Hayes, Stark & Shearer 2000). Veksten er best ved 13-17°C, litt avhengig av enkelte andre faktorer. Til dels sterkt redusert vannføring om sommeren (over) har sannsynligvis gitt betydelig mer døgnvariasjon i temperaturer (Fig. 5), noe laksefisk i hovedsak tilpasser seg ernærings- og atferdsmessig (Jensen 1990; Metcalfe, Fraser & Burns 1999; Railsback *et al.* 2005). Det er derimot uklart hvilken effekt slike døgnvariasjoner i seg selv kan ha på ørretens vekst. De etablerte temperatur-vekst modellene for ørret er basert på faste døgntemperaturer (Elliott, Hurley & Fryer 1995a; Elliott & Hurley 1999; Hayes, Stark & Shearer 2000; Elliott & Hurley 2001; Hayes 2013). Redusert sommervannføring i Kova kan ha gitt tidligere start på vekst-sesongen, etter at den temperatur utjevne vannføringen ut fra Vindsjøen nå blir magasinert. Sterk solinnstråling på en like bred elveseng, men med bare restvannføring, dvs. mye grunnere vann, gir trolig tidligere og sterkere soloppvarming av Kova om våren. På den annen side vil det også innebære sterkere strålingstap om natten. I en høytliggende elv som Kova er en tidlig start på vekstsesongen særlig viktig, da fødemotivasjon og vekst hos laksefisk er høy tidlig i sesongen (Metcalfe, Huntingford & Thorpe 1986; Valdimarsson & Metcalfe 1999). Om liten restvannføring sannsynligvis også innebærer tidligere avkjøling om høsten, kan det bety mindre, ettersom det på slutten av vekstsesongen er senere vekst. Dessverre foreligger det ingen undersøkelser fra før

reguleringen. Det er derfor ikke mulig å si sikkert om, og i hvilken grad, veksten til ørretungene i Kova har blitt endret som følge av reguleringen. I 2019 med høyere sommervannføring forbi Vindsjådammen, var gjennomsnittslengden på sommergammel ørret 51 mm, mens den på lave restvannføringer i 2017 og 2022 var mindre, hhv. 45 og 49 mm (Kruskal-Wallis test, $X^2 = 62,812$, $P < 0,0001$). Men lengde-forskjellene er små, og temperaturdata viser ganske like sommer temperaturer mellom årene 2017 og 2019, men noe høyere sommeren 2022 Fig. 7, Vedlegg 1) (Heggenes 2020). Bedre vekst i 2019 kan ha vært mer knyttet til mer tilgjengelig habitat på elv og mer uttransport av næring med den høyere vannføringen fra Vindsjåen. Regulering med bortfall av vann ut fra Vindsjåen om sommeren, har også ført til bortfall av utløpseffekten, dvs. uttransport av næring fra ovenforliggende vann, men dette er ikke vurdert i undersøkelsespålegget eller del av undersøkelsesmandatet.

Sommerveksten til 0+ i Kova (45-51 mm) er som forventet noe seinere enn i nære, men lavereliggende og større elver som Vallaråi (48-57 mm (Heggenes, Bergan & Lydersen 2011), Bøelva (60-65 mm (Solhoi 1992; Halari, Olsen & Sydtveit 2005; Hvidsten 2010) og Heddøla (55-59 mm (Solhoi 1992; Hvidsten 2010)). Det er ingen nære, høytliggende elver å sammenligne med.

Ved lave temperaturer om vinteren har ørreten ingen vekst (Elliott & Elliott 2010). Vinteren er primært en tid for å overleve (Huusko *et al.* 2007; Heggenes *et al.* 2017b). Reguleringen av Vindsjåen med tapping i Kova om vinteren, synes ikke gi vesentlig høyere vintervann temperaturer (over), og det er neppe grunn til å anta at dette eventuelt har endret vinteratferd (Heggenes *et al.* 1993; Valdimarsson *et al.* 1997) eller bidratt til vekst om vinteren. Derimot kan større vintervannføring ha ført til større vinter overlevelse for ørretungene (Huusko *et al.* 2007; Heggenes *et al.* 2017b). Uten tidligere for-studier å sammenligne med, kan dette dessverre bare bli spekulasjoner.

Ved elektrofisket i 2019, men åpen luke i Vindsjådammen, var vannføringen betydelig større enn ved feltarbeidet på restvannføring både i 2017 eller 2022. Dette førte til vanskeligere arbeidsforhold og lavere fangbarhet, særlig på 0+ ørret. Det kan ha ført til at færre og fortrinnsvis større 0+ ble fanget, og vil ha medført større usikkerhet i bestandsestimatene (Tab. 5, 6, 7). I 2017 ble Stasjon 1 og 2 avfisket på starten av vekstsesongen tidlig i juli (04.07.2017). Bare en 0+ ble fanget (38 mm) sannsynligvis før 0+ hadde vokst seg inn i fangbar størrelse. Antall 0+ er sannsynligvis underestimert på disse stasjonene i 2017. I 2022 var den beskjedne restvannføringen stabil under elektrofisket på ettersommen/tidlig høst.

Tabell 5. Stasjon, alder, antall ørret fanget på avfisking, totalt antall ørret estimert \pm SE, konfidensintervall (95 %) og fangbarhet, areal avfisket (m²) og estimert tetthet av ørret per 100m² for ørret etter 3 gangers avfisking på 7 stasjoner i Kova 2017.

St.	Alder	Antall fisket 1+2+3 gang	Antall estimert	\pm SE	Konfidens interval (95 %)	Fang- barhet	Areal m ²	Estimert tetthet/ 100 m ²	Total tetthet/ 100 m ²
2017									
1	0+	-	-				200		
	Eldre	15+11+6	43	16	11-75	0,37		21,5	21,5
2	0+	-	-				150		
	Eldre	32+20+11	79	27	25-133	0,41		52,7	52,7
3	0+	11+5+1	18	11	-4-40	0,70	200	9	
	Eldre	19+12+10	66	34	-1-133	0,28		33	42
4	0+	3+2+2	15	12	-8-39	0,18	200	7,5	
	Eldre	22+12+9	58	22	14-102	0,36		29	35,5
5	0+	10+7+5	34	16	2-66	0,29	130	26,2	
	Eldre	13+9+6	41	18	6-76	0,32		31,5	57,7
6	0+	17+11+11	81	60	-37-198	0,20	200	40,5	
	Eldre	21+11+4	40	17	7-72	0,56		20	60,5
7	0+	13+10+8	60	40	-18-138	0,22	200	30	
	Eldre	13+7+3	26	10	7-45	0,52		13	43
Sum		386	561				1280		
Gj.snitt							183		44,7 \pm 13,6
CV									0,30

Tabell 6. Stasjon, alder, antall ørret fanget på avfisking, totalt antall ørret estimert \pm SE, konfidensintervall (95 %) og fangbarhet, areal avfisket (m²) og estimert tetthet av ørret per 100 m² for ørret etter 3 gangers avfisking på 7 stasjoner i Kova 2019. Spørsmålsteget angir at data er for usikre for estimering, og fangst er brukt som et minimumsestimat.

St.	Alder	Antall fisket 1+2+3 gang	Antall estimert	\pm SE	Konfidens interval (95 %)	Fang- barhet	Areal m ²	Estimert tetthet/ 100 m ²	Total tetthet/ 100 m ²
2019									
1	0+	23+17+13	92	2	87-96	0,26	200	46	
	Eldre	13+14+8	75	49	-20-170	0,19		37,5	83,5
2	0+	7+8+6	?21				150	14	
	Eldre	32+20+11	56	1	55-57	0,27		37,3	51,3
3	0+	14+9+9	59	20	20-98	0,23	200	24,5	
	Eldre	10+7+5	34	1	33-35	0,30		17	41,5
4	0+	9+13+5	?27				184	14,7	
	Eldre	16+11+9	60	6	47-73	0,26		32,6	47,3
5	0+	9+11+7	?27				130	21	
	Eldre	15+5+5	27	4	19-36	0,54		21	42
6	0+	28+27+21	228	86	60-395	0,13	150	152	
	Eldre*	25+14+10	63	5	54-72	0,39		42	194
7	0+	27+18+14	91	7	77-106	0,29	200	45,5	
	Eldre	12+4+2	19	1	18-20	0,64		9,5	55
Sum		514	879				1214		
Gj.snitt							174		73,5 \pm 55,0
CV									0,75

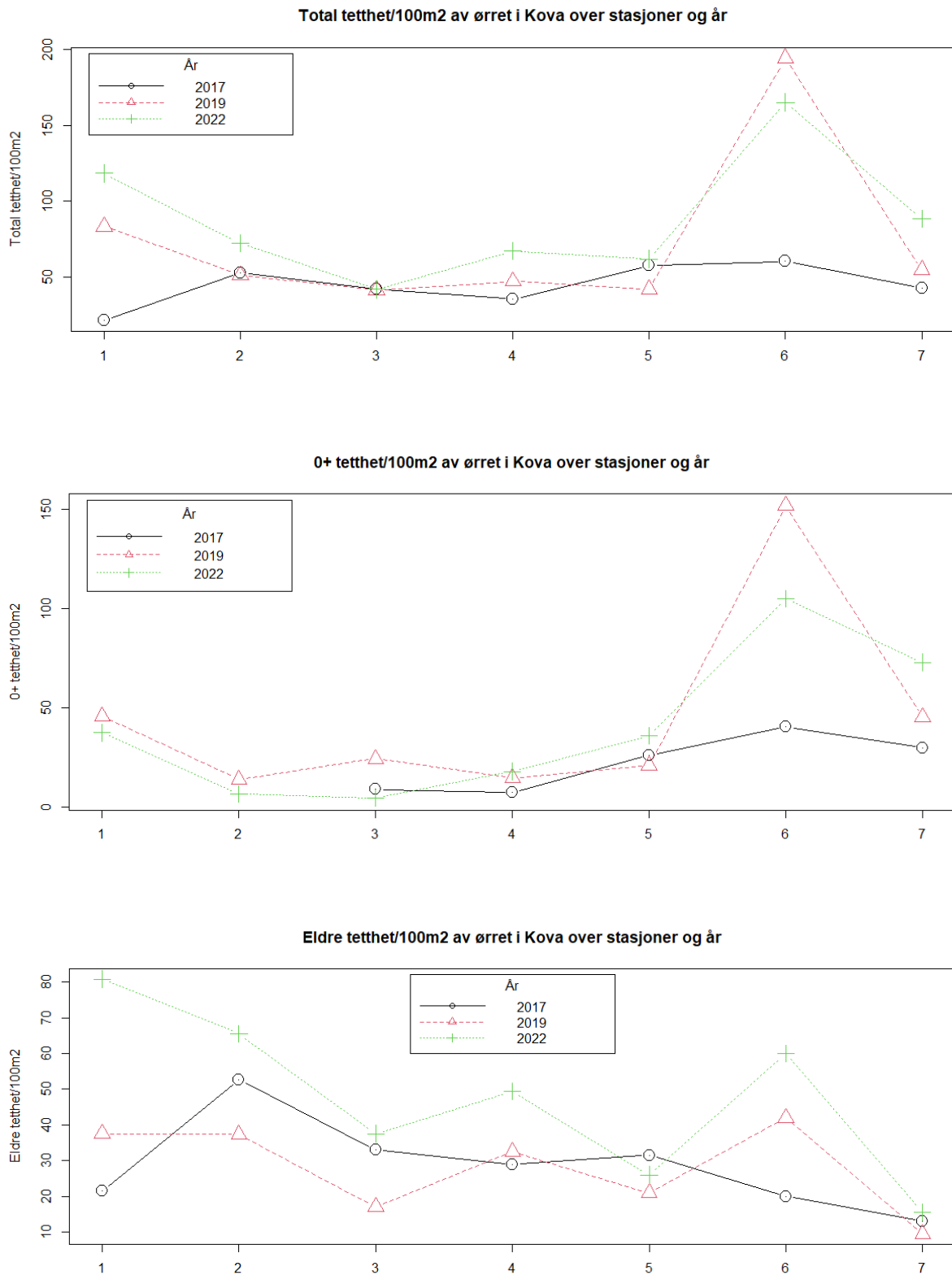
*gytefisk ikke tatt med

Tabell 7. Stasjon, alder, antall ørret fanget på avfisking, totalt antall ørret estimert \pm SE, konfidensintervall (95 %) og fangbarhet, areal avfisket (m²) og estimert tetthet av ørret per 100 m² for ørret etter 3 gangers avfisking på 7 stasjoner i Kova 2022. Spørsmålsteget angir at data er for usikre for estimering, og fangst er brukt som et minimumsestimat.

St.	Alder	Antall fisket 1+2+3 gang	Antall estimert	\pm SE	Konfidens interval (95 %)	Fang- barhet	Areal m ²	Estimert tetthet/ 100 m ²	Total tetthet/ 100 m ²
2022									
1	0+	20+11+7	45		32-58	0,452	120	37,5	
	Eldre	56+22+12	97		88-106	0,573		80,8	118,3
2	0+	2+1+2	6		-3-15	0,385	90	6,7	
	Eldre	31+14+8	59		49-69	0,525		65,6	72,2
3	0+	4+2+2	9		3-15	0,471	200	4,5	
	Eldre	31+19+11	75		57-93	0,437		37,5	42,0
4	0+	11+8+4	27		17-37	0,451	150	18,0	
	Eldre	34+21+9	74		60-88	0,481		49,3	67,3
5	0+	22+14+8	54		37-71	0,423	150	36	
	Eldre	23+10+4	39		34-44	0,607		26,0	62,0
6	0+	39+23+17	105		72-138	0,369	100	105,0	
	Eldre	34+15+7	60		53-67	0,577		60,0	165,0
7	0+	62+27+26	146		114-178	0,401	200	73,0	
	Eldre	17+8+4	31		25-37	0,569		15,5	88,5
Sum		702	827				1010		
Gj.snitt							144		87,9 \pm 41,5
CV									0,47

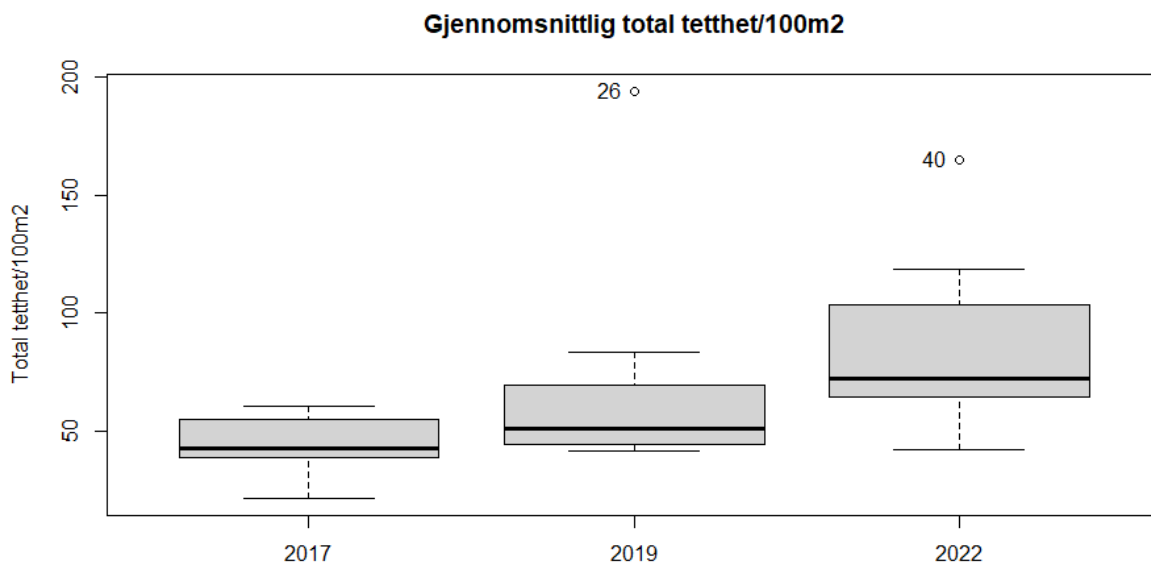
*gytefisk ikke tatt med

Tettheten av ørret varierte som forventet mye mellom stasjoner i Kova innen år (Fig. 28, Tab. 5, 6, 7), fra 21,5 til 60,5 ørret per 100 m² i 2017 (hhv. stasjon 1 og 6), via 41,4 - 194 per 100 m² i 2019 (hhv. stasjon 3 og 6) til 62 - 165 ørret per 100 m² i 2022 (hhv. stasjon 5 og 6). Denne variasjonen skyldes i vesentlig grad ulike habitatforhold og gytemuligheter. Det er særlig på stasjon 1 og 6 at ulikhetene er store og særlig for 0+. På stasjon 1 skyldes det nok i stor grad at fangbarheten til 0+ var liten ved elektrofisket i 2017 (se over). Stasjon 6 er særlig interessant fordi det er en viktig gytestrekning for ørret i Bjønntjønn. Gunstig habitat gir høye tettheter, men disse varierer også mye mellom år, sannsynligvis pga. varierende gytesuksess. Hovedkonklusjonen er uansett at det over år er betydelige tettheter med ungfisk i Kova, og dermed 'god' naturlig rekruttering.



Figur 28. Totale tettheter, og tettheter av hhv. 0+ og eldre ørret per 100m² i Kova over stasjoner og år.

Den gjennomsnittlige totale tettheten per 100 m² (Fig. 29) var tilsynelatende høyere i 2022 (87,9 ±SD41,5) enn i 2019 (73,5 ±SD55,0) og i 2017 (44,7 ±13,6), men denne forskjellen var ikke signifikant (Kruskal-Wallis test, $X^2 = 8,1424$, $df = 6$, $P = 0,2279$). Dette skyldes at den store variasjonen mellom stasjoner innen år maskerer eventuelle trender mellom år. Den tilsynelatende forskjellen mellom 2019 og 2017 skyldes i all hovedsak et høyere antall 0+ på stasjon 1 og særlig stasjon 6 i 2019 (Tab. 4, 6; Fig 25). Dette er det nærliggende å knytte til den betydelig høyere vannføringen sommeren 2019 som ga mer habitat for årets nye ørretunger. Samlet over sju stasjoner og tre år, er gjennomsnittlig tetthet av ørret i Kova 69 ±43 ørret per 100 m².



Figur 29. Gjennomsnittlige totale tettheter av ørret per 100m² i Kova over år.

Denne betydelige variasjonen i tettheter mellom stasjoner og år er vanlig i ørretelver, men gjør også direkte sammenligninger med andre elver noe usikker. Undersøkelsesår sammen med valg av stasjoner i de ulike elvene vil spille en vesentlig rolle for slike sammenligninger. I Kova ble stasjonene systematisk valgt ut for å representere tilgjengelig rekrutterings-habitat på undersøkte strekning. Tettheter i Kova på totalt 22 – 194 ørretunger per 100 m² med et gjennomsnitt hhv. 44,7 ±SD13,6 i 2017, 73,5±SD55 i 2019 og 87,9 ±SD41,5 i 2022, er i samme størrelsesorden som i andre undersøkte, men stort sett større og lavereliggende elver i regionen (Tab. 8). Disse elvene ligger så lavt at de har hatt naturlig innvandring av ørret etter siste istid. Alle elvene er også påvirket av ulike typer reguleringsinngrep. I de to elvene som har vesentlig innslag av laks (Bøelva, Heddøla), vil den samlede produksjonen av både laks og ørretunger ventelig være høyere enn for den enkelte art alene. Selv om ørret og laks også konkurrerer om næring og plass (Heggenes, Bagliniere & Cunjak 1999; Armstrong *et al.* 2003), vil tettheter av ørret alene forventes å være noe lavere når ørret lever

sammen med laks. I sammenligningen må det også tas hensyn til at i Kova ble hele tverrsnittet i elva avfisket. I de større elvene er det bare kantsonen langs land som kan avfiskes. Om noe, kan dette underestimere tettheter pga. «fright bias», dvs. at noen rekrutter unnslipper ut i elven.

Det er få systematiske resultater fra undersøkelser i tilsvarende høytliggende elver i regionen å sammenligne med. En økologisk grunn til uilke tettheter er at under de mer ekstreme klimaforholdene i fjellet, kan selv små forskjeller i høydelag, geologi og årlige klimavariasjoner (snømengde/-smelting, sommertemperaturer) gi store utslag (e.g., Borgstrøm & Museth 2005). En annen grunn er metodisk; det er få undersøkelser som har gjennomført bestandsestimeringer i fjellelver, fordi tetthetene kan være for lave til å gi pålitelige estimater. Noen undersøkelser fra høytliggende elver/bekker i samme region viser svært varierende tettheter av ørret (Tab. 9). Tettheter er i beste fall i samme størrelsesorden som i Kova, men ofte lavere. Sett i forhold til disse andre undersøkelsene og sin relativt høye beliggenhet, synes derfor tetthet av ørretunger i Kova som forventet eller høyere. Alle disse undersøkelsene viser stor variasjon i tettheter, både i rom og tid, liksom det også er påvist i Kova.

Tabell 8. Tettheter per 100 m² av ørret ungfisk fra Måna (14 stasjoner), Tokkeåi (7 stasjoner), Vallaråi (7 stasjoner), Tinnelva (7 stasjoner), Bøelva (gjennomsnitt av 4 stasjoner, 7 stasjoner siden 2016) og Heddøla (gjennomsnitt av 4 stasjoner, 6 stasjoner siden 2016).

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

(Halari, Olsen & Sydtveit 2005)*	2005, sept.	6	-	18	18	-	14
(Hvidsten 2010)	2010, sept.	21**	18	2	20	24	13
(Schartum et al. 2022)	2016-2021		5-26	3-8		2-94	4-18
Heddøla							
(Solhøi 1992)	1992, juni	2,3-3,3	6	3	9	19	21
(Hvidsten 2010)	2009, sept.	5,1	36	8	44	20	10
(Schartum et al. 2022)	2016-2021		11-35	4-8		3-29	6-48

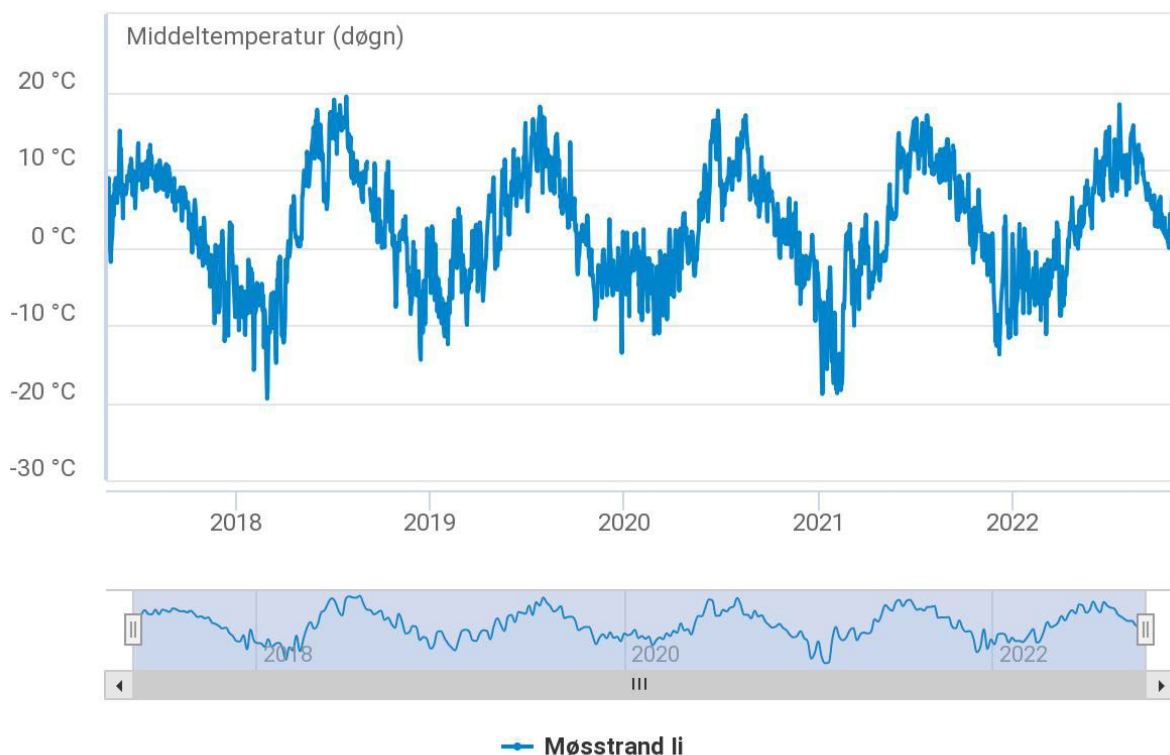
Tabell 9. Tettheter per 100 m² av ungfisk fra noen høyereliggende elver: Slengja (tilløp Langeidvatn, 3 stasjoner), Dyreskardelva (tilløp Ståvatn, 1 stasjon), Totak tilløp (12 stasjoner, gjennomsnitt over 3 år), Totak/Våmar tilløp (3 stasjoner).

Elv (moh) Referanse	Tid	Vannføring m ³ s ⁻¹	Ørret 0+/100 m ² (variasjon/stasjoner)	Ørret >0+/100 m ² (variasjon/stasjoner)	Ørret totalt gj.snitt (variasjon/år) (variasjon/stasjoner)
Slengja (885)					
(Brabrand et al. 2016)	2015 sept.		27 ±SD12,5 (15,0-40,6)	20,6 ±SD153 (8,5-37,8)	36,8 ±SD17,1 (13,7-76,6)
Dyreskardelva (980)					
(Brabrand & Saltveit 2015)	2014 sept.		44,3 ±SD3,4	6,5 ±SD0,8	50,9
Tilløp Totak (Bora, Songa, Bitu) (ca. 700)					
(Saltveit et al. 2015)	2014 Sept		9,4 ±SD13,7 (0-48)	10,5 ±SD12,2 (0-42,6)	19,9
Tilløp Totak/Våmar (Tans, King) (ca. 700)					
(Brabrand et al. 2015)	2014 Sept		44,4 ±SD19,1 (31,1-66,3)	17,0 ±SD0,9 (16,2-17,9)	61,4 (16-100)

Bestandsberegningene over alle 7 stasjoner i Kova gir en relativt beskjeden variasjonskoeffisient (CV) på $(44,7/13,6) = 0,3$ i 2017, betydelig høyere i 2019 med $(73,5/55) = 0,75$, men lavere igjen i 2022 med $(87,9/41,5) = 0,47$ (Tabell 5, 6, 7). Dette tilsier at iallfall for 2017 og 2022 var antall og valg av stasjoner mer enn tilstrekkelig for å fange opp eventuell naturlig variasjon (i rom, ikke år) til ørret rekruttering/tettheter i elven (ønskelig mindre enn 0,6; Norsk Standard NS-EN 14011, NS 9455). I 2019 var den romlige variasjonen betydelig høyere, men det skyldtes i all hovedsak det høye antallet 0+ på stasjon 6.

4. Sammenfattende diskusjon

Disse resultatene viser så langt 'tilfredsstillende' og 'normale' til relativt høye tettheter av naturlig rekruttert ørret på rekrutteringsområdene i Kova. Dette mønsteret synes representativt, idet det er normalt til relativt høye tettheter over sju stasjoner og tre år, om enn noe lavere i 2017 enn i 2019 og 2022. Både 0+ og større rekrutter ble fanget i betydelig antall på alle stasjoner, så det er ikke indikasjoner på at egnede gyteområder er en flaksehals, selv om de har en flekkvis og beskjeden forekomst. Men som forventet var det høyest tetthet av 0+ på innløpsområdene som også hadde tilliggende gytegrus. Også på stasjon 5 som ikke hadde synlige grusforekomster og lå lengst fra innløps/utløpsområder, var det relativt høye tettheter av 0+. Den gjennomsnittlige totale tetthet over alle stasjoner og år er $69 \pm SD43$ ørret per 100 m^2 . Tettheter var lavere på restvannføringer i 2017 enn på høye sommervannføringer i 2019 (hhv. gjennomsnitt $44,7 \pm SD13,6$ og $75,5 \pm SD55,0$), og særlig for 0+ ørret. Det er nærliggende å knytte til mer tilgjengelig habitat på de høye vannføringene i 2019. Dessuten var 2017 også en kjølig sommer med luft døgnmiddeltemperaturer rundt $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (Fig. 30). Det kan antyde at vanntemperaturene har vært under optimale for ørret, og at ørretbestanden har derfor sannsynligvis hatt svakere vekst og rekruttering og dermed lavere tettheter.



Figur 30. Middeltemperaturer 1 mai 2017 – 1 november 2022 ved Møsstrand værstasjon. Hentet fra <https://seklima.met.no/>.

De høyere vannføringer i Kova i 2019 med overvann fra Vindsjødammen, har gitt mer tilgjengelig oppvekst habitat for ørret. Men de kan på den annen side ha medført noe lavere vanntemperaturer særlig tidlig i vekstsesongen. Vanntemperaturmålingene indikere nokså like sommertemperaturer i

2017 og 2019 (Fig. 6) til tross for at middeltemperaturene om sommeren var høyere i 2019 (Fig. 30). Lufttemperaturer somrene 2019 og 2022 var ganske like, men det var noe høyere vanntemperaturer i 2022 (Fig. 7, 30). Tetthetene av ørret var ennå litt høyere på restvannføringer i 2022 ($87,9 \pm SD41,5$) enn i 2019, selv om forskjellen ikke var stor.

De undersøkte rekrutteringsområdene på rennende vann i Kova bestemmer den naturlige rekrutteringen til de tilliggende vann Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn. Fra et brukersynspunkt er det ønskelig med en god 'balanse' mellom rekruttering og næringstilgang i et vann, slik at ørreten får rask vekst og god kvalitet (e.g. Borgstrøm & Hansen 1987). Er rekrutteringen for høy i forhold til næringstilgangen, blir ørreten småfallen med sein vekst, og vannet blir 'overbefolket'. Næringstilgang er komplisert å beregne og vanskelig å påvirke vha. tiltak, og blir derfor gjerne ansett som en 'gitt' faktor. Derimot kan vi lettere undersøke rekruttering slik det er gjort her, og eventuelt påvirke den gjennom tiltak som fremmer eller reduserer rekrutteringen (f.eks. utsettinger, habitat forbedringer, utfisking).

Reguleringen medførte direkte et endret vannføringsregime (lav rest-sommervannføring, høy vintervannføring). Indirekte endret det sannsynligvis også i noen grad vanntemperaturregimet (høyere vintertemperaturer, mer variable sommertemperaturer), selv om det ikke finnes før-data å sammenligne med. En noe forhøyet vintervanntemperatur pga. tapping midt-vinters er neppe nok til å påvirke ørretens vekst eller atferd, bortsett fra et eventuelt mulig økt stress knyttet til redusert isdekke (se oversikt i Heggenes *et al.* 2021). Men endret isdekke er ikke aktuelt i den høytliggende Øvre Kova. Dessverre finnes det heller ikke data for vanntemperaturer/ sprangsjiktning i forhold til dyp på tappeluke i Vindsjøen. Dette bør det innsamles data for.

Hoved-effekten av reguleringen er at vannføringen fra Vindsjøen i all hovedsak ble borte i ørretens vekstsesong om sommeren. Vannet lagres isteden i magasinet for senere vintertapping. Ettersom det ikke er pålagt minstevannføring, er det følgelig bare liten restvannføring fra det lokale nedbørfeltet i Kova om sommeren. Reguleringen har slik ført til et sannsynlig tap av uttransportert næring fra Vindsjøen, og særlig en åpenbar og sterk reduksjon i vanddekket areal og dermed tilgjengelig habitat og rekrutteringsområder for ørret i Kova. Dette siste var begrunnelsen for kompensasjonstiltak i form av pålegg om utsettinger, og er derfor hovedfokus for foreliggende undersøkelse. Alle de tilliggende vannene som Kova er rekrutteringsområde for, er relativt små. Dermed er vannarealene (som en enkel indikator på næringsproduksjon) Kova skal rekruttere til, relativt begrenset, til 228 497 m² (Øvre Urdetjønn = 31 705 m², Nedre Urdetjønn = 95 220 m², Bjønntjønn = 101 572 m²; målt ved polygoner på <https://www.norgebilder.no/>). Rekrutteringsarealet i Kova er mye vanskeligere å estimere, og vil være mye mer variabelt avhengig av varierende vannføringer, slik resultatene her fra undersøkelsesårene 2017, 2019 og 2022 også viser. Arealet av synlig vanddekket område på flyfoto av elveleiet lar seg derimot beregne vha. polygoner (Tab. 10). Det bemerkes at arealet vil, i et oppbrutt elveleie med liten vannføring, også kunne omfatte tørrlagte blokk og andre tørre småflekker. Med gjennomsnittlige tetthet på 44,7 ørret eller mer, indikerer arealberegningene at den relative rekrutteringen (elveareal/innsjøareal) er størst til Øvre Urdetjønn, og minst til Bjønntjønn,

mens Nedre Urdetjønn ligger et sted mellom disse. Beregnet rekruttering til Bjønntjønn er mest usikker (Tab. 10). Fra Kova oppstrøms Bjønntjønn til Nedre Urdetjønn (totalt ca. 650 m) kan rekruttene ikke vandre oppstrøms til Nedre Urdetjønn pga. fossefall (190 m fra Nedre Urdetjønn). Gytefisk fra Bjønntjønn kan heller ikke vandre opp i Kova mer enn ca. 120 m, før de møter et fossefall. På den mellomliggende 340 m lange strekningen kan det derfor ikke være en regulær gytebestand av ørret som er knyttet til noen av vannene. Dermed blir omfanget på eventuell nedstrøms vandring av ungfisk fra denne strekningen og til Bjønntjønn, usikker. På utløpselva er en rekrutteringsstrekning på vel 70 m (St. 7) tilgjengelig før elva renner over fjellsva som er lite produktive og som ørret vanskelig kan vandre opp (Fig. 31).



Figur 31. Kova på utløpet fra Bjønntjønn, oppstrøms (venstre) og nedstrøms fjellsva (høyre).

I øvre del av Bjønntjønn er det også et grunt, elvelignende parti på 2320 m² (Fig. 2; mellomliggende kulp ikke medregnet) som sannsynligvis også kan fungere som rekrutteringsområde. Dessuten viser elektrofisket at bekk fra øst bidrar med betydelig rekruttering i tillegg til selve Kova (Fig. 23).

Ut ifra disse beregningene av sannsynlig naturlig rekrutteringsareal, bør det være tettest bestand i Øvre Urdetjønn og tynneste i Bjønntjønn. Prøvefisket i 2009 viste da også at dette var tilstanden. Ørreten i Bjønntjønn hadde best vekst og kvalitet (Tormodsgard & Gustavsen 2010). Er rekrutteringen større og næringstilgangen for hver fisk mindre, blir bestanden dominert av småfallen, seintvoksende fisk med dårlig kondisjon og kvalitet. Prøvefisket i 2009 viste da også at dette var tilstanden i Øvre Urdetjønn, mens Nedre Urdetjønn var i en mellomstilling. Dersom det er liten rekruttering i forhold til næringsproduksjonen i vannet, vil det bli en fåtallig bestand av relativt stor og rasktvoksende ørret av god kvalitet. Prøvefisket indikerte ikke dette for noen av vannene. Særlig i mindre vann, vil en slik rekrutterings/ næringstilgang-’balanse’ kunne bli sterkt påvirket av høsting i form av garn og i noen tilfeller også stangfiske. Omfanget på fisket i disse vannene har vi liten informasjon om, men det oppgis å være lite i Øvre Urdetjønn, litt garnfiske i Nedre Urdetjønn, og mest garnfiske i Bjønntjønn.

Tabell 10. Beregnede arealer for rekruttering på Kova og tilliggende vann. For elvestrekninger mellom vann, er tilgjengelig areal uten vandringsbarrierer tillagt oppstrøms resp. nedstrøms vann. Elveareal er basert på polygoner over synlig vanddekket område på flyfoto (<https://www.norgebilder.no/>) og vil omfatte også tørre småflekker. Antall rekrutter er konservativt basert på observert laveste gjennomsnitt 44,7/100 m². Eventuell rekruttering fra elvestrekningen mellom Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn er usikker, og derfor betegnet med grå skrift.

Stasjon	Sted	Estimert elveareal	Estimert antall rekrutter	Estimert antall rekrutter/ 100 m ² vannareal
St1	Innløp Øvre Urdetjønn	476	213	
St2	Utløp Øvre Urdetjønn*	2077	928	3,6
St3	Innløp Nedre Urdetjønn*	2077	928	
St4	Utløp Nedre Urdetjønn**	3123	1396	2,5
St4b	Innløpsbekk sør, Nedre Urdetjønn	17	8	
St4c	Innløpsbekk vest, Nedre Urdetjønn	18+15	14	
St5	Kova mellom Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn	3519	1573	
St6	Innløp Bjønntjønn***	1574	704	
St6b	Innløpsbekk øst, Bjønntjønn	30, strandsone ikke medregnet	13	
St7	Utløp Bjønntjønn	825	369	1,1 (2,6)

*fri vandring, halve arealet tillagt oppstrøms resp. nedstrøms, **190 m ned til øverste fossefall, ***120 m til nederste fossefall

Det ble gitt et opprinnelig årlig utsettingspålegg på 2200 1+ ørret (av uspesifisert stamme) som et kompensasjonstiltak for tapte rekrutterings- og oppvekstarealer i forbindelse med reguleringen. Dette pålegget har blitt redusert i senere år. Etter 1998 har det bl.a. blitt satt ut ca. 125 1-somrig ørret hhv. i Øvre og Nedre Urdetjønn, og ca. 200 1-somrig i Bjønntjønn (A. Langåsdaalen, pers med.). Fra og med 2015 har det ikke blitt satt ut noen ørret. Eventuell effekt av dette siste tiltaket vil etter hvert nå være synlig på bestanden i vannene, ettersom garnfanget fisk er i aldersklassene 4-10 år (Tormodsgard & Gustavsens 2010). Resultatene fra foreliggende undersøkelse viser at naturlig rekruttering i Kova til fiskebestandene i tilliggende vann, er tilstrekkelig per i dag, gitt at undersøkelsesårene er rimelig representative. Størrelsen på tilliggende vann som Kova skal rekruttere til, er så beskjeden at selv etter en betydelig reduksjon i rekrutteringshabitat pga. reguleringen, synes naturlig rekruttering fremdeles tilstrekkelig, gitt dagens tilstand.

En viktig faktor for rekrutteringen er sannsynligvis at lekkasjevann fra Vindsjådammen opprettholder en effektiv minste vannføring på minst 50 l s⁻¹ i Kova. Dette vil ha særlig stor betydning på de øvre deler av elva. Denne effektive minste vannføringen er ikke inntatt i konsesjonsvilkårene.

Det er fire viktige forbehold mht. tilstrekkelig naturlig rekruttering. For det første kan bestandssituasjonen fremdeles være påvirket av tidligere utsettinger som opphørte i 2015. Ørret i vannene kan være opp til 10-11 år gamle (Solhoi 1998; Tormodsgard & Gustavsen 2010). For det andre kan naturlig rekruttering variere mye over tid. Men tre års undersøkelser indikerer at tilstrekkelig naturlig rekruttering er normalsituasjonen. For det tredje knytter det seg særlig usikkerhet til beregnet rekruttering til Bjønntjønn. En per i dag tilsynelatende balansert rekruttering, kan lett endres i den ene eller andre retning. Bestandssituasjonen bør derfor overvåkes. Det fjerde viktige forbeholdet gjelder høsting. Dersom fisketrykket øker, og dermed uttaket av fangbar ørret, vil rekruttering kunne bli en flaskehals.

5. Konklusjoner

- Vannføring og dermed rekrutteringsarealer i Kova er vesentlig redusert om sommeren pga. reguleringen. På de gjenværende vanddekkede arealene er tettheter av ørret, og dermed rekruttering, normal til relativt høy.
- Denne naturlige rekrutteringen er sannsynligvis betinget av en effektiv minste vannføring på minst 50 l s^{-1} pga. lekkasjevann fra Vindsjødammen.
- Areal/rekrutterings beregninger av den naturlige rekrutteringen fra Kova til de tilliggende vann indikerer at den naturlige rekrutteringen per i dag er tilfredsstillende.
- Det anbefales derfor ikke utsettinger av ørret som et kompensasjonstiltak.
- Rekrutteringen fra Kova til Bjønntjønn (og til dels Nedre Urdetjønn) er per i dag balansert, mens den er noe høy til Øvre Urdetjønn. Dette kan lett påvirkes av høsting, samt naturlige variasjon i rekruttering. Bestandssituasjonen bør derfor overvåkes.
- Disse vurderingene forutsetter dagens omfang på fisket. Ved en økt høsting, vil rekruttering kunne bli en flaskehals, særlig i Bjønntjønn.
- Det opplyses at ørret ikke er satt ut siden 2015. Dagens situasjon kan fremdeles være påvirket av disse utsettingene, ettersom ørret i systemet kan bli 10-11 år gammel. Det anbefales derfor at undersøkelser gjennomføres igjen om ca. 3 år, da all ørret vil være naturlig rekruttert.
- Målte vintervann temperaturer i Kova synes ikke å ligge vesentlig høyere enn naturlig, ca. 1°C eller mindre. Egg-utvikling og klekkesidspunkt er i så fall neppe vesentlig forskjøvet fra naturlig. Ettersom forhøyet temperatur er beskjeden og inntreffer midtvinters i tappeperioden, påvirker dette neppe ørretens vekst eller atferd.
- Det vil være nyttig å undersøke temperatur/sprangsjiktning i forhold til lukedyp i Vindsjøen. Dette er bestemmende for temperatur på vannet som tappes midtvinters.
- Sommervanntemperaturene viser stor døgnvariasjon pga. sterkere inn- og utstråling ved liten restvannføring i et naturlig bredt elveleie. Sannsynlig tidligere soloppvarming om våren kan gi tidligere start på vekstsesongen. Vekstsesongen er naturlig relativt kort, men sommertemperaturene i et normalår er gjennomgående gunstige for ørretens vekst. Det er lite kjent hvordan døgnvariasjon i temperaturer i seg selv påvirker ørretens vekst.

6. Litteratur

- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. (2003) Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research*, **62**, 143-170.
- Asvall, R.P. (2008) Altautbyggingen - Vanntemperatur og isforhold om vinteren (2007-2008). *NVE Oppdragrapport A*, pp. 28. Norges Vassdrags og Energidirektorat, Norges Vassdrags og Energidirektorat Oslo.
- Bisson, P.A. & Montgomery, D.R. (1996) Valley segments, stream reaches, and channel units. *Methods in stream ecology* (eds F.R. Hauer & G.A. Lambert), pp. 23-52. Academic Press, San Diego CA.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. (1989) Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia*, **173**, 9-43.
- Borgstrom, R. & Museth, J. (2005) Accumulated snow and summer temperature - critical factors for recruitment to high mountain populations of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Ecology of Freshwater Fish*, **14**, 375-384.
- Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (1987) *Fisk i ferskvann Økologi og forvaltning*. Landbruksforlaget, Oslo.
- Borgstrøm, R., Haugen, M., Madsen, K.E. & Svenning, M.-A. (2015) Recorded bimodal length frequency distributions of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), and brown trout, *Salmo trutta* L.: an effect of both population structure and sampling bias. *Polar Biology*, **38**, 895-903.
- Borgstrøm, R. & Museth, J. (2005) Accumulated snow and summer temperature - critical factors for recruitment to high mountain populations of brown trout (*Salmo trutta*). *Ecology of Freshwater Fish*, **14**, 375-384.
- Brabrand, A. & Saltveit, S.J. (2015) Rekruttering hos ørret i utvalgte innløpsbekker til Ståvatn i Vinje og Odda kommuner. *NHM Rapport* (ed. N.M.U.i. Oslo), pp. 16. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Pavels, H., Haaland, S., Gjemlestad, L. & Saltveit, S.J. (2015) Fiskeribiologisk undersøkelse i Totak og Våmarvatn i Vinje kommune. *NHM Rapport* (ed. N.M.U.i. Oslo), pp. 43. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Pavels, H. & Saltveit, S.J. (2016) Fiskeribiologiske undersøkelser i Øvre Langeidvatn, Nedre Langeidvatn og Bordalsvatn i Vinje kommune. *UiO Naturhistorisk Museum Rapport* (ed. N. Museum), pp. 51. Universitetet i Oslo, Oslo.
- 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*. *Environmental Biology of Fishes*, **59**, 163-179.
- Chapman, D.W. (1966) Food and space as regulators of salmonid populations in streams. *American Naturalist*, **100**, 345-357.
- Elliott, J.M. (1989) The natural regulation of numbers and growth in contrasting populations of brown trout, *Salmo trutta*, in 2 lake district streams. *Freshwater Biology*, **21**, 7-19.
- Elliott, J.M. (1994) *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford University Press, Oxford.
- Elliott, J.M. & Elliott, J.A. (2010) Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology*, **77**, 1793-1817.
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. (1999) A new energetics model for brown trout, *Salmo trutta*. *Freshwater Biology*, **42**, 235-246.
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. (2001) Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and energy units. *Freshwater Biology*, **46**, 679-692.

- Elliott, J.M., Hurley, M.A. & Fryer, R.J. (1995a) A NEW, IMPROVED GROWTH-MODEL FOR BROWN TROUT, SALMO-TRUTTA. *Functional Ecology*, **9**, 290-298.
- Elliott, J.M., Hurley, M.A. & Fryer, R.J. (1995b) A new, improved growth-model for brown trout. *Salmo trutta. Functional Ecology*, **9**, 290-298.
- Halari, M., Olsen, D.A. & Sydtveit, H. (2005) Fish recruits in Bøelva, Telemark. *Assignment 4311 Methods in Fish and Wildlife Biology*, pp. 41. Telemark University College-AF, Telemark University College-AF, Bø.
- Hayes, J.W. (2013) Brown trout growth models: User Guide version 2.1. *Cawthron Report* (ed. J.W. Hayes), pp. 46. Cawthron Institute, Cawthron Institute, Nelson, New Zealand.
- Hayes, J.W., Stark, J.D. & Shearer, K.A. (2000) Development and test of a whole-lifetime foraging and bioenergetics growth model for drift-feeding brown trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, **129**, 315-332.
- Heggenes, J. (2018) Naturlig rekruttering av ørret i Kovavassdraget, Hjartdal i Telemark: Undersøkelser ved Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn
Delrapport 1: Undersøkelser 2017. *HSN Skriftserie* (ed. U.C.o.S.-E. Norway), pp. 57. University College of South-Eastern Norway, University College of South-Eastern Norway campus Bø.
- Heggenes, J. (2019) Undersøkelser av ungfisk til ørret og laks i Tinnelva ved Tinfos, Telemark, høst 2018. *USN Skrift* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 26. University of South-Eastern Norway, Bø i Telemark.
- Heggenes, J. (2020) Naturlig rekruttering av ørret i Kovavassdraget, Hjartdal i Telemark: Undersøkelser 2017-2019 fra oppstrøms Øvre Urdetjønn til nedstrøms Bjønntjønn. *USN Skriftserie* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 61. University of South-Eastern Norway, Bø in Telemark.
- Heggenes, J. (2023) Elektrofiske og ungfiskundersøkelser i Vallaråi og Kivleåi høst 2020-2022. *USN Skrift* (ed. U.i. Sørøst-Norge), pp. 66. Universitetet i Sørøst-Norge, Universitetet i Sørøst-Norge Campus Bø.
- Heggenes, J., Alfredsen, K., Brittain, J.E., Bustos, A.A., Huusko, A. & Stickler, M. (2017a) Stay cool: Temperature changes and biological responses in hydropower-regulated northern stream systems. *HSN Skrift* (ed. U.C.o.S. Norway), pp. 95. University College of Southeast Norway, Bø i Telemark.
- Heggenes, J., Alfredsen, K., Bustos, A.A., Huusko, A. & Stickler, M. (2017b) Be cool: A review of hydro-physical changes and fish responses in winter in hydropower-regulated northern streams. *Environmental Biology of Fishes*, **101**, 1-21.
- Heggenes, J., Bagliniere, J.L. & Cunjak, R.A. (1999) Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S-trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish*, **8**, 1-21.
- Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. (2011) Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. *HiT skrift*, pp. 52. Telemark University College, Porsgrunn, Norway.
- Heggenes, J., Bremset, G. & Brabrand, A. (2013) Visiting the hyporheic zone: young Atlantic salmon move through the substratum. *Freshwater Biology*, **58**, 1720-1728.
- Heggenes, J., Kløcker, L. & Støylen, A. (2000) Bunndyr, bestandsstruktur, tetthet og ernæring til ørret i Måna elv, Telemark, 1994-1998. *LFI Reports* (ed. L.o.F.E.a.I.F. (LFI)). University of Oslo, Oslo.
- Heggenes, J., Krog, O.M.W., Lindas, O.R., Dokk, J.G. & Bremnes, T. (1993) Homeostatic behavioral-responses in a changing environment - brown trout (*Salmo-trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology*, **62**, 295-308.

- Heggenes, J., Roed, A. & Torp, J.D. (2018) Effekt av elvebreddskiler på tetthet og størrelse til ørret i Vallaråi, Seljord i Telemark. *USN Skriftserien* (ed. U.o.S.-E. Norway), pp. 88. University of South-Eastern Norway, Bø i Telemark.
- Heggenes, J., Stickler, M., Alfredsen, K., Brittain, J.E., Adeva-Bustos, A. & Huusko, A. (2021) Hydropower-driven thermal changes, biological responses and mitigating measures in northern river systems. *River Research and Applications*, **37**, 743-765.
- Helland, I., Erikstad, L., Hagen, D., Jonsson, B. & Thorstad, E.B. (2011) Effekter av små kraftverk på fisk. *Vann*, 127e142.
- Huusko, A., Greenberg, L., Stickler, M., Linnansaari, T., Nykanen, M., Vehanen, T., Koljonen, S., Louhi, P. & Alfredsen, K. (2007) Life in the ice lane: The winter ecology of stream salmonids. *River Research and Applications*, **23**, 469-491.
- Hvidsten, N.A. (2010) Smolt og ungfiskundersøkelser I Skiensvassdraget – Smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. *NINA rapport*, pp. 31. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Hvidsten, N.A., Diserud, O.H., Jensen, A.J., Jensas, J.G., Johnsen, B.O. & Ugedal, O. (2015) Water discharge affects Atlantic salmon *Salmo salar* smolt production: a 27 year study in the River Orkla, Norway. *Journal of Fish Biology*, **86**, 92-104.
- Jensen, A.J. (1990) Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature in Norwegian Rivers. *Journal of Animal Ecology*, **59**, 603-614.
- Jensen, A.J., Forseth, T. & Johnsen, B.O. (2000) Latitudinal variation in growth of young brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology*, **69**, 1010-1020.
- Kildal, T. (1988) Fiskeribiologiske undersøkelser i Skjesvatn, Breidvatn, Kovevatn, Bonsvatn og Vindsjå, Hjartdal, Telemark 1984. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. (2003) Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, **12**, 1-59.
- Krebs, C. (2011) Programs for Ecological Methodology, 2nd ed. *Ecological Methodology* V. 7.2. Exeter Software.
- Kraabøl, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S.I., Pavels, H. & Saltveit, S.J. (2015) Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandaksdeltaet - Sluttrapport for perioden 2010-2013. *NINA rapport* (ed. N.i.f. naturforskning). Norsk institutt for naturforskning, NINA, Lillehammer.
- Kvambekk, Å.S. (2012) Vanntemperatur i kraftverksmagasiner - Hvilke temperaturforskjeller kan oppnås ved bruk av flere inntaksdyp? *Rapport Miljøbasert Vannføring*, pp. 33. Norges Vassdrags og Energidirektorat, Norges Vassdrags og Energidirektorat Oslo.
- Louhi, P., Maki-Petays, A. & Erkinaro, J. (2008) Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications*, **24**, 330-339.
- Metcalf, N.B., Fraser, N.H. & Burns, M.D. (1999) Food availability and the nocturnal vs. diurnal foraging trade-off in juvenile salmon. *Journal of Animal Ecology*, **68**, 371-381.
- Metcalf, N.B., Huntingford, F.A. & Thorpe, J.E. (1986) SEASONAL-CHANGES IN FEEDING MOTIVATION OF JUVENILE ATLANTIC SALMON (*SALMO-SALAR*). *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, **64**, 2439-2446.
- Milner, N.J., Elliott, J.M., Armstrong, J.D., Gardiner, R., Welton, J.S. & Ladle, M. (2003) The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research*, **62**, 111-125.
- Montgomery, D.R. & Buffington, J.M. (1997) Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin*, **109**, 596-611.

- Newson, M., Sear, D. & Soulsby, C. (2012) Incorporating hydromorphology in strategic approaches to managing flows for salmonids. *Fisheries Management and Ecology*, **19**, 490-499.
- Newson, M.D., Harper, D.M., Padmore, C.L., Kemp, J.L. & Vogel, B. (1998) A cost-effective approach for linking habitats, flow types and species requirements. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, **8**, 431-446.
- Newson, M.D. & Newson, C.L. (2000) Geomorphology, ecology and river channel habitat: mesoscale approaches to basin-scale challenges. *Progress in Physical Geography*, **24**, 195-217.
- Newton, T.J., Woolnough, D.A. & Strayer, D.L. (2008) Using landscape ecology to understand and manage freshwater mussel populations. *Journal of the North American Benthological Society*, **27**, 424-439.
- Orr, H.G., Large, A.R.G., Newson, M.D. & Walsh, C.L. (2008) A predictive typology for characterising hydromorphology. *Geomorphology*, **100**, 32-40.
- Palm, D., Brännäs, E., Lepori, F., Nilsson, K. & Stridsman, S. (2007) The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **64**, 509-515.
- Railsback, S.F., Harvey, B.C., Hayse, J.W. & LaGory, K.E. (2005) Tests of theory for diel variation in salmonid feeding activity and habitat use. *Ecology*, **86**, 947-959.
- Saltveit, S.J. (2006) Økologiske forhold i vassdrag—konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. *Norges vassdrags-og energidirektorat*, **7**, 66-78.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Gjemlestad, L.J. & Haaland, S. (2015) Ferskvannsbiologisk undersøkelse i Bora, Songaåi og Bituåi i Vinje kommune. *NHM Rapport* (ed. N.M.U.i. Oslo), pp. 42. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Schartum, E., Pavels, H., Saltveit, S.J. & Heggenes, J. (2022) Naturlig rekruttering og utvandring av smolt i elver til Norsjø. Årsrapport for 2021. *NHM Notat* (ed. U.i.O. Naturhistorisk Museum), pp. 53. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo.
- Solhoi, H. (1992) Tettheter av laks og ørret i Bøelva og Heddøla. *Rapport Fylkesmannen i Telemark*, pp. 22. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Solhoi, H. (1998) Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark. *Fagrapport Fylkesmannen i Telemark*. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Solhøy, H. (1994) Vassdragsreguleringer i Telemark - En oversikt over anlegg, kosesjoner, pålegg og fiskeundersøkelser. pp. 74. Fylkesmannen i Telemark, Skein.
- Soulsby, C., Malcolm, I.A., Tetzlaff, D. & Youngson, A.F. (2009) Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications*, **25**, 1304-1319.
- Swift, D. (1961) The annual growth-rate cycle in brown trout (*Salmo trutta* Linn.) and its cause. *Journal of Experimental Biology*, **38**, 595-604.
- Tormodsgard, L. & Gustavsen, P.Ø. (2010) Fiskeressurser i 3 vann i Kovavassdraget i Telemark. Oppsummering av resultater fra fiskeundersøkelser i Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjørntjønn august 2009., pp. 40. Øverby Skog og Gustavsen Naturanalyse, Skien.
- Valdimarsson, S.K. & Metcalfe, N.B. (1999) Effect of time of day, time of year, and life history strategy on time budgeting in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **56**, 2397-2403.
- Valdimarsson, S.K., Metcalfe, N.B., Thorpe, J.E. & Huntingford, F.A. (1997) Seasonal changes in sheltering: effect of light and temperature on diel activity in juvenile salmon. *Animal Behaviour*, **54**, 1405-1412.

- Van Deventer, J.S. (1989) *Microcomputer software system for generating population statistics from electrofishing data: user's guide for Microfish 3.0*. US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Wollebaek, J., Thue, R. & Heggenes, J. (2008) Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management*, **28**, 1249-1258.
- Young, P.S., Cech, J.J. & Thompson, L.C. (2011) Hydropower-related pulsed-flow impacts on stream fishes: a brief review, conceptual model, knowledge gaps, and research needs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **21**, 713-731.
- Zippin, C. (1958) The removal method for population estimation. *Journal of Wildlife Management*, **22**, 82-90.

Skriftserien nr 119
2023

—
**Naturlig rekruttering av ørret i
Kovavassdraget, Hjartdal i
Telemark: Undersøkelser 2022
fra oppstrøms Øvre Urdetjønn til
nedstrøms Bjøntjønn**
—

Jan Heggenes
—

ISBN: 978-82-7206-768-6
ISSN: 2535-5325

—
usn.no

