

Naturlig rekruttering av ørret i Kovavassdraget, Hjartdal i Telemark: Undersøkelser 2017-2019 fra oppstrøms Øvre Urdetjønn til nedstrøms Bjonntjønn

Jan Heggenes





Jan Heggenes

**Naturlig rekruttering av ørret i
Kovavassdraget, Hjartdal i
Telemark: Undersøkelser 2017-2019
fra oppstrøms Øvre Urdetjønn til
nedstrøms Bjønntjønn**

© 2020 Jan Heggnes
Universitetet i Sørøst-Norge
Bø, 2020

Skriftserien fra Universitetet i Sørøst-Norge nr. 45

ISSN: 2535-5325 (online)

ISBN: 978-82-7206-560-6 (online)



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

Forside: Kova på høyere sommervannføring St. 2 ved utløp Øvre Urdetjønn, 5 august 2019

Forord

Skagerak Kraft AS (SK) ved Øystein Kildal godkjente 06.01.2017 et forslag til arbeidsprogram for undersøkelser av naturlig rekruttering av ørret i øvre deler av det regulerte Kovavassdraget som renner fra Vindjåen til Kovvatnet i Hjartdal, Telemark. Undersøkelser ble gjennomført i 2017 og 2019. Grunneier Christian B. Selmer stilte velvilligst vei og bomnøkkel til disposisjon for feltarbeidet. Ambros Langåsdaalen var svært behjelpelig med transport og utlegging av temperaturloggere.

Bø, 20 februar 2020

Jan Heggenes

Sammendrag

Elven Kova, Hjartdal kommune, Telemark, renner, via flere mindre vann, 8 km fra reguleringsmagasinet Vindsjøen (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 Vindsjøen over sommer-sesongen, noe som gir en beskjedne restvannføring i Kova om sommeren. Lekkasjevann fra tappetunnelen ved Vindsjødammen gir per i dag en effektiv, men ikke konsesjonspålagt, minste vannføring på ca. 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 og 2019 ble rekrutterings-forholdene for ørret i Kova og mellomliggende vann undersøkt vha. temperaturloggere (4 lokaliteter, 2017-2019), habitatkartlegging (2017), og elektrofiske med bestandsestimering på 10 stasjoner (2017 og 2019); 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 to små innløpsbekker (sør og vest) til Nedre Urdetjønn, samt liten innløpsbekk til Bjønntjønn fra øst, elektrofisket. Temperaturundersøkelsene 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. Habitatkartleggingen viser en for ørret-unger gunstig veksling mellom småstryk, blankstryk og kulper og med relativt grovt substrat som gir mye skjul. Derimot var areal med gunstig gytegrus begrenset og spredt, og i stor grad knyttet til utløp og innløp til vannene. Ørret er eneste påviste fiskeart, samt et sannsynlig eksemplar av bekkeniøye. På alle undersøkte stasjoner ble det påvist rekruttering av ørret. Tettheten av ørret varierte mye mellom stasjoner, mest pga. ulike habitatforhold, fra 21,5 til 60,5 ørret per 100 m² i 2017 og fra 41,4 til 194 per 100 m² i 2019. Noe høyere gjennomsnittlige tettheter (men ikke signifikant) i 2019 ($73,5 \pm \text{SD}55$) enn i 2017 ($44,7 \pm 13,6$), kan knyttes til uvanlig høye sommer-vannføringer i 2019 (pga. arbeider på dammen), og dermed mer rekrutteringshabitat. Over 90% av fanget ørret var mindre enn 160 mm, dvs. hovedsakelig 0-2 år gamle ørret-unger. Bestandstettheter sammenholdt med arealberegninger indikerer at den naturlige rekrutteringen fra Kova per i dag er tilstrekkelig, eller mer, for tilliggende vann. 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. Lekkasjevann fra Vindsjødammen gir en minste vannføring som må antas å være svært viktig for overlevelse av ørretunger særlig på øvre deler. Ettersom naturlig rekruttering kan variere mye mellom år, 2019 var et atypisk år, og det fremdeles kan være en effekt av tidligere utsetninger, bør undersøkelsene gjentas.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	1
1.1.	Området.....	1
1.2.	Vassdragsreguleringer.....	4
1.3.	Avbøtende tiltak og pålegg om fiskeundersøkelser.....	6
2.	Metoder og materiale	7
2.1.	Vanntemperaturer.....	7
2.2.	Undersøkte rekrutteringsområder	10
2.3.	Undersøkelse av habitat.....	12
2.4.	Undersøkelse av størrelse, vekst og bestandsberegninger av ungfisk	17
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	35
4.	Sammenfattende diskusjon.....	46
5.	Konklusjoner.....	50
6.	Litteratur	51

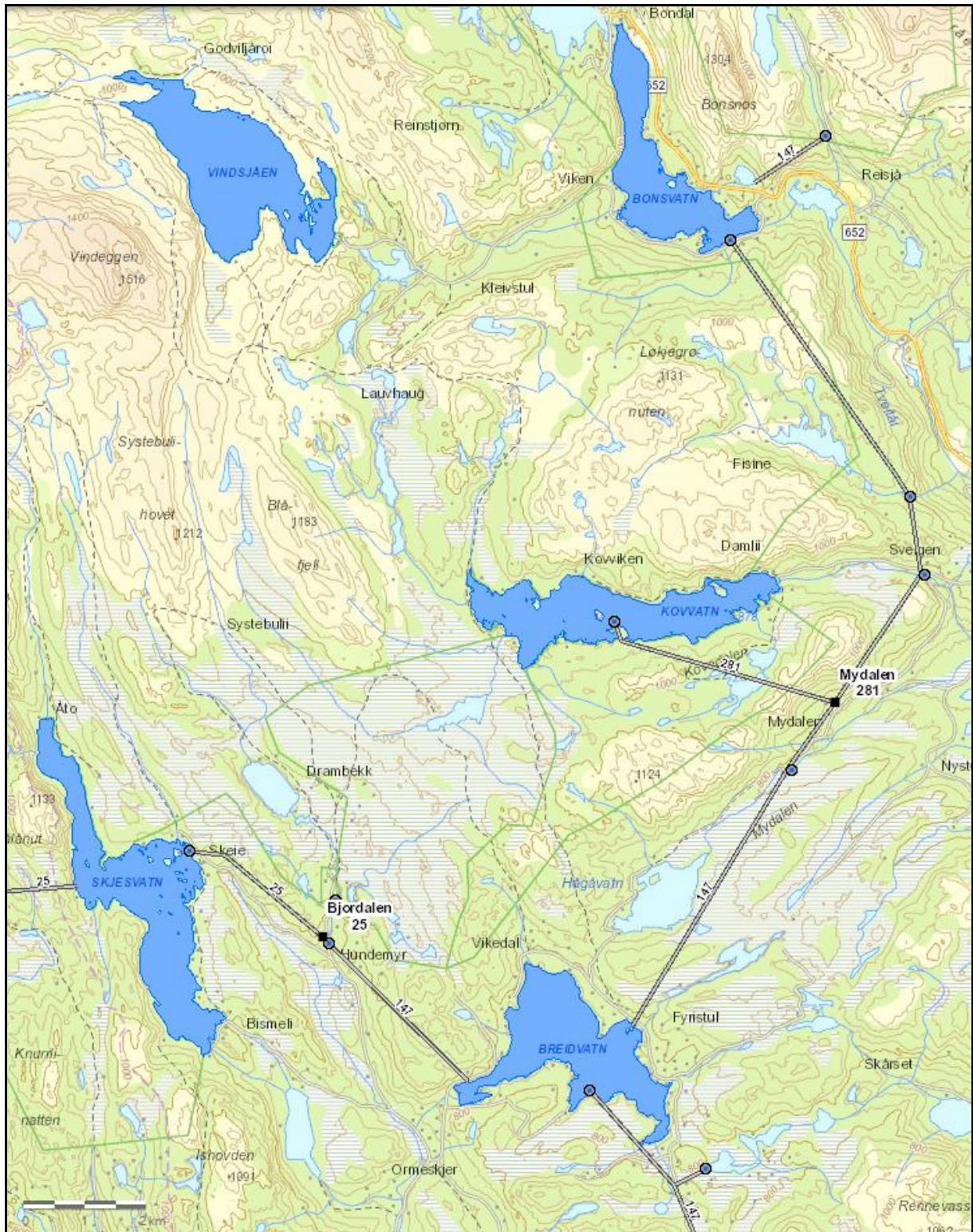
1. Innledning

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 Kovatnet i Hjartdal, Telemark. Det er de øvre deler av elven Kova som er undersøkt, ved Øvre og Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn (Fig. 1). Første del av undersøkelsene ble gjennomført sommeren 2017 (Heggenes 2018). Undersøkelsene ble gjentatt i 2019. Her rapporteres de samlede resultatene 2017-2019.

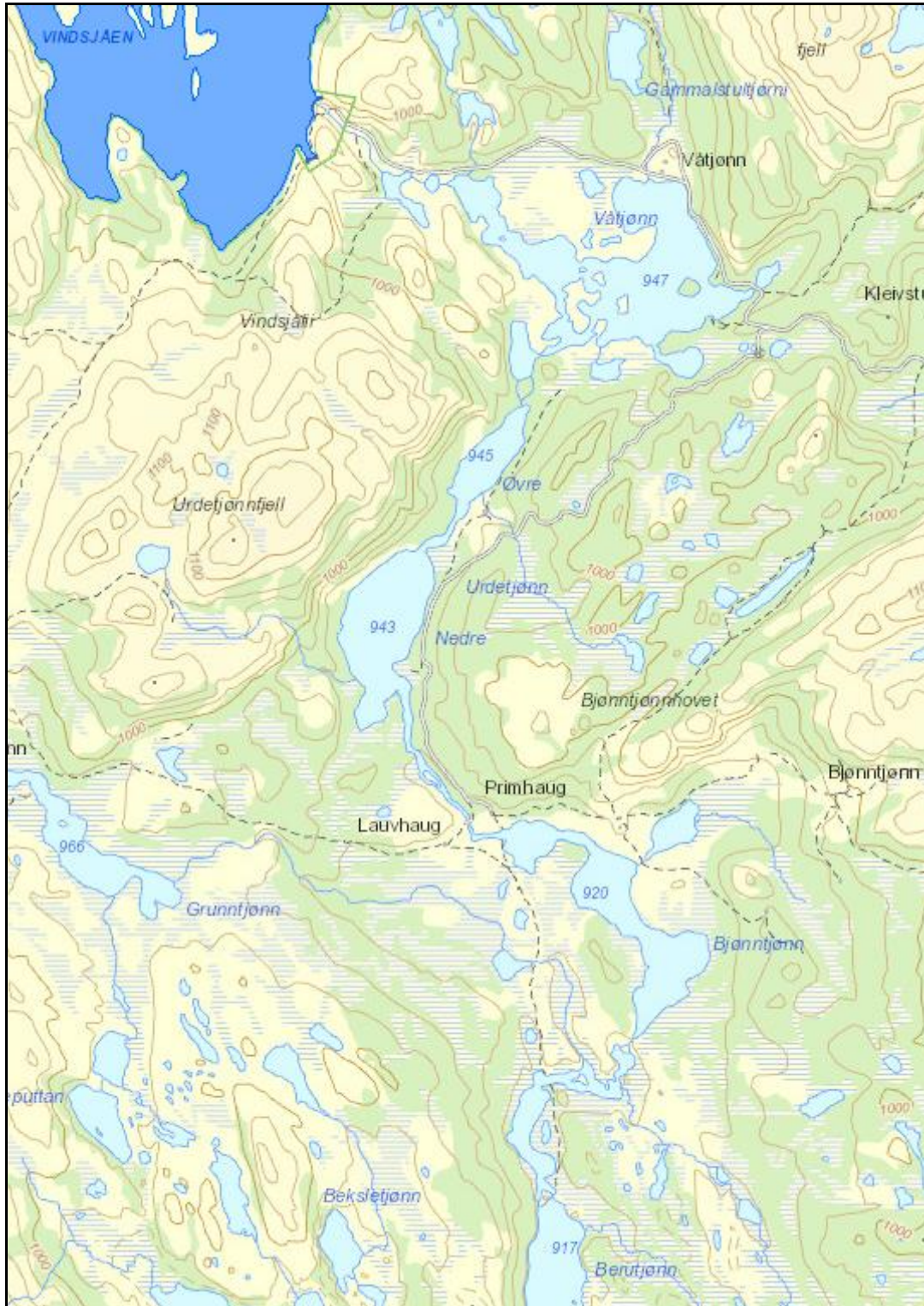
1.1. Området

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 Kovatnet (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 Kovatnet (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 Kovatnet 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 utnyttes i Hjartdøla kraftverk (fallhøyde 555 m, maksimal slukeevne 26 m³s⁻¹, installasjon 120 MW, årsproduksjon 489 GWh) (Fig. 1).

På strekningen Vindsjøen-Kovatnet renner Kova gjennom flere små vann med korte mellomliggende elvestrekninger (Fig. 1, 2).



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

Først renner elven relativt bratt ca. 500 m fra regulerte Vindsjøen (971-958 moh) ned til Våtjønn (fall ca. 25 m ned til 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 bare 2 m fall til den øverste av de tre 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), før Kova renner 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, elvelignende 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). Ut fra Bjønntjønn er det videre en ca. 90 m lang elvestrekning 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).

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. Typisk 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 sommervannføring i Kova. De større flomvannføringene, særlig vår og høst, magasineres og uteblir fra elva. Om sommeren magasineres alt vannet, og det er normalt liten eller ingen vannføring ut av Vindsjøen, bortsett fra lekkasjevann på ca. 50 ls⁻¹(nedenfor). Sommervannføringen i Kova kommer derfor fra det lokale nedbørfeltet nedstrøms Vindsjødammen. Derimot er vintervannføringene høyere enn naturlig, ettersom magasinet da tappes til produksjonen i Mydalen kraftstasjon (Fig. 1). Tapping fra Vindsjømagasinet foregår via en liten omløpstunnel,

og der luketerskel ligger på +953,5 (HRV 971,0 – LRV 956,0). Tappingen starter normalt i 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 pga. regulering er derfor 1) høyere vintervannføring enn naturlig, 2) i hovedsak bortfall av mindre, naturlige flommer, og 3) lave rest-sommervannføringer fra det lokale nedbørfeltet til Kova, når vannet magasineres i Vindsjøen.

Det er ikke pålagt minstevannføringer i Kova. På grunn av en pakningsskade i tappeluka ved montering kan det regnes at det i gjennomsnitt slippes ca. 50 l s⁻¹ fra Vindsjømagasinet (Ø. Kildal, pers. med.). Sommeren 2019 ble det gjennomført reparasjonsarbeider på Vindsjødammen som derfor var åpen 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). Enkelte somre tappes det også i elveleiet tidlig på sommeren for å fylle opp nedenforliggende magasin (f.eks. i 2018: 4.6 – 9.6 ca. 2,8 m³s⁻¹; 10.6 – 28.6 ca. 4 m³s⁻¹).

Temperaturforholdene i elven er tidligere ikke undersøkt, men er sannsynligvis også vesentlig endret ved reguleringen som en konsekvens av det endrede vannføringsregimet. Om vinteren tappes vann fra Vindsjøen via et tunnelinntaket med terskel 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 ingenting via tunnelen, og tilførsel til Kova utover lekkasjevann, vil være fra det lokale nedbørfeltet som er lite. For Bjønntjønn kan det beregnes til ca. 7 km². De etter regulering unaturlig lave sommervannføringer i Kova pga. magasinering av vannet i Vindsjøen, medfører trolig noe forhøyede vanntemperaturer når det er høy solinnstråling. Men ettersom lave sommertemperaturer kan begrense fiskeproduksjonen i fjellet (Borgstrøm & Museth 2005), er dette neppe noen ulempe. Vekst hos ørret er i stor grad bestemt av vanntemperaturer med optimale veksttemperaturer 13-17 °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 forbindelse med konsesjonssøknaden. Vannene Vindsjøen og Kova ble prøvofisket 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. Langåsdalen, pers med.) (Tormodsgard & Gustavsen 2010).

I 2009 ble det gjennomført et ordinært prøvofiske 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 (Solhoi 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. Langåsdalen, pers med.).

Det var også hensikten å gjennomføre en undersøkelse av rekrutteringen av ørret på rennende vann, men denne undersøkelsen var meget mangelfull (mangelfull batteristyrke, høy vannføring, svært små fangster, ingen størrelsesfordeling, ingen data for fangbarhet og sikkerhet i estimater, 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 til Universitetet i Sørøst Norge som utarbeidet et arbeidsprogram, og gjennomførte slike undersøkelser i 2017 (Heggenes 2018). Disse ble gjentatt i 2019. Resultatene rapporteres samlet her.

2. Metoder og materiale

Pålegget fra Fylkesmannen innebar rekrutterings undersøkelser somrene 2017 og 2019. Hensikten var 'å dokumentere at den naturlige rekrutteringen er tilfredsstillende.' I pålegget sies det videre at det er 'innløpsbekker til de tre vannene' som skal 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) kan derfor synes kort. Variasjoner i rekruttering over tid kan likevel i noen grad vurderes ved hjelp av årsklassestrukturen til ørret i materialet fra prøvefisket. Utover de pålagte undersøkelser, er det her 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 1995; 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) 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 15 desember 2016 (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



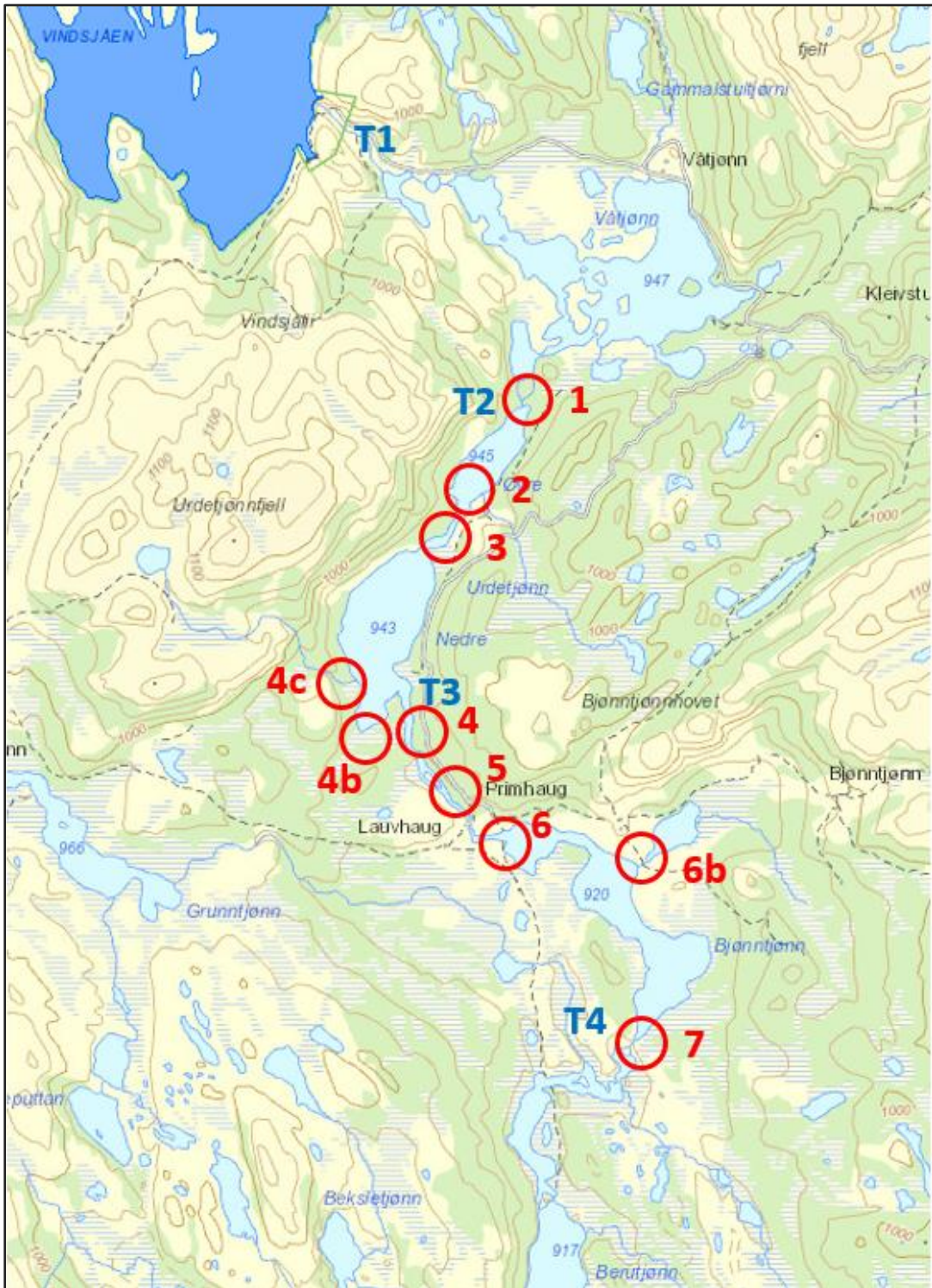
Figur 3. Fire temperaturloggere ble lagt ut 15 desember 2016. Fra øverst venstre: Nedstrøms tunnelutløp fra Vindsjødammen, innløp Øvre Urdetjønn, utløp Nedre Urdetjønn, utløp Bjønntjønn.

2.2. Undersøkte rekrutteringsområder

Alle innløp og utløp til Kova i de tre vannene er undersøkt, hver med én stasjon på lengde 50 m (eller mer, se hhv. og med areal 100-200 m², avhengig av habitat og elvebredde (se Tab. 3-6). Ettersom 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 og 2019 (Tab. 2, Fig. 4).

Tabell 2. Undersøkelses stasjoner i Kova 2017 og 2019 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 sommeren 2017, sju stasjoner i hovedelva, to tilløpsbekker til Nedre Urdetjønn og en tilløpsbekk til Bjønntjønn. Blå T viser utlagte temperatur loggere.

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 (Soulsby *et al.* 2009). Ungfisken bruker også substratet aktivt som skjul, og særlig ved lave temperaturer (om vinteren) (Heggenes *et al.* 1993; Bremset 2000). 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.

Habitatforhold ble i 2017 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) strømtypen (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)

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.	Nesten ikke merkbar strøm.

3. Ikke-Turbulent			Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvebredden.	
	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 lang-profil, chute.
6. Vannfall	27	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale object.	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 Deles nedstrøms.	Overfall; chute strøm over områder av bart fjell 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 ($\geq 4-5$ 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). Etersom 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.

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 lengdefrekvens fordeling (Borgstrøm & Hansen 1987) ble materialet brukt til mer detaljerte analyser, dvs. inndelt i årsyngel (0+), ettåringer (1+) og eldre fisk (>1+). Alderssammensetning og vekst hos ungfisk av ørret på elv/bekk ble således dokumentert gjennom frekvensfordeling av størrelsesklasser for de 2-3 yngste årsklasser. 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, og 04-08.08.2019 på vanntemperaturer 15,9-17,0 °C. Vannet i Kova er meget ione-fattig. Målt ledningsevne under feltarbeidet var i begge år lav, 6,6 – 11,8 μSm^{-1} , og det betyr tilsvarende relativt lav effekt på el-apparatet.

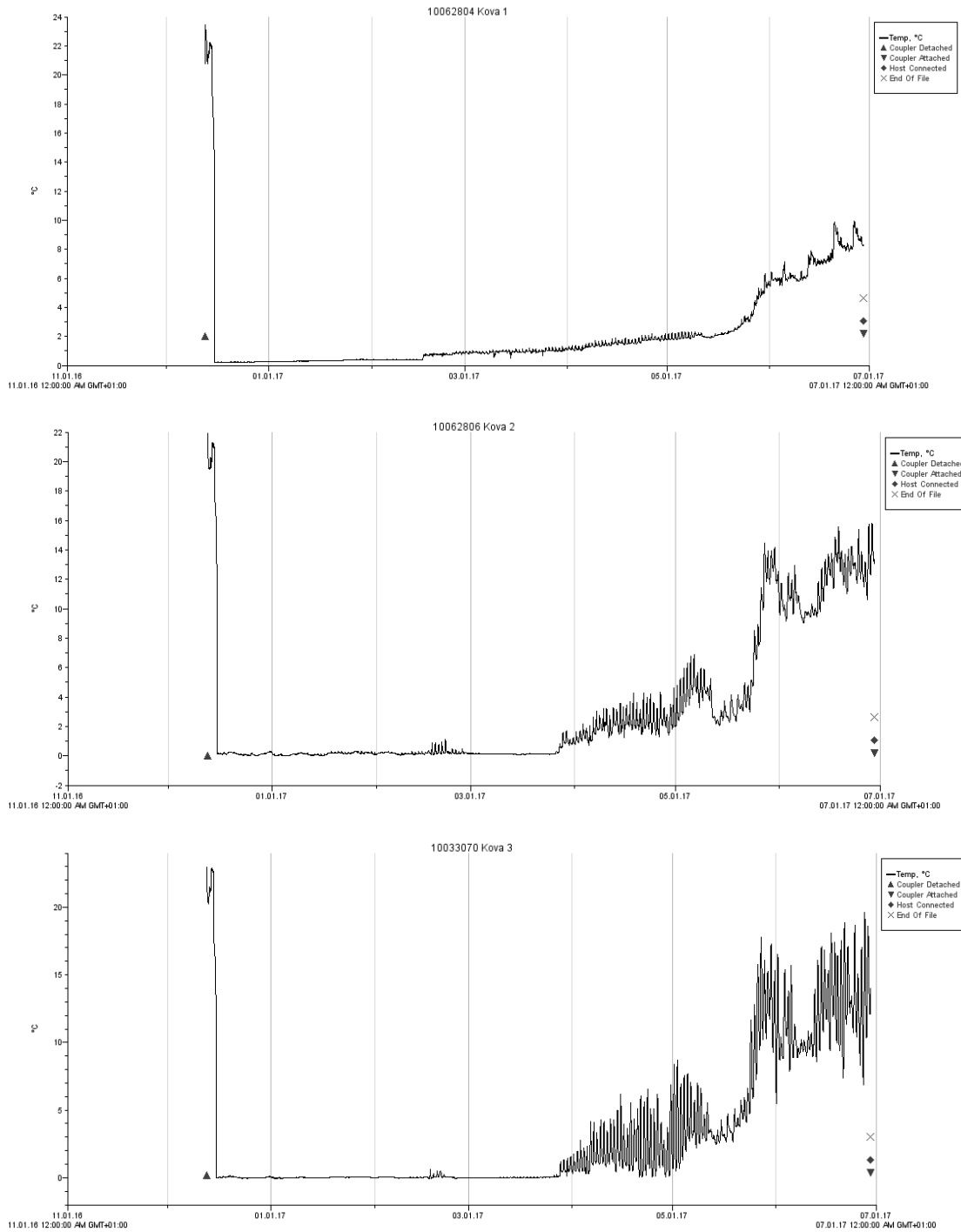
3. Resultater og kommentarer

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°C inntil raskt økende vanntemperaturer med økt solinnstråling på våren fra slutten av april (Fig. 5). På den øverste stasjonen T1 nedstrøms utløp tunnel fra Vindsjødammen, er det 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 m^3s^{-1} . Vinteren 2016-2017 ble det tappet ca. 2 m^3s^{-1} fra 21.09.2016, økt 02.11.2016 til ca. 4 m^3s^{-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 m^3s^{-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 må 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 ørrettyngel (se review Heggenes *et al.* 2017b). Men i Kova er sannsynligvis størrelse på vårfloppen sterkt redusert, og mer kortvarig, ettersom den nå omfatter kun restfeltet. En høyere og stabil vintervannføring kan også bidra til høyere vinteroverlevelse (Borgstrom & Museth 2005; Hvidsten *et al.* 2015).

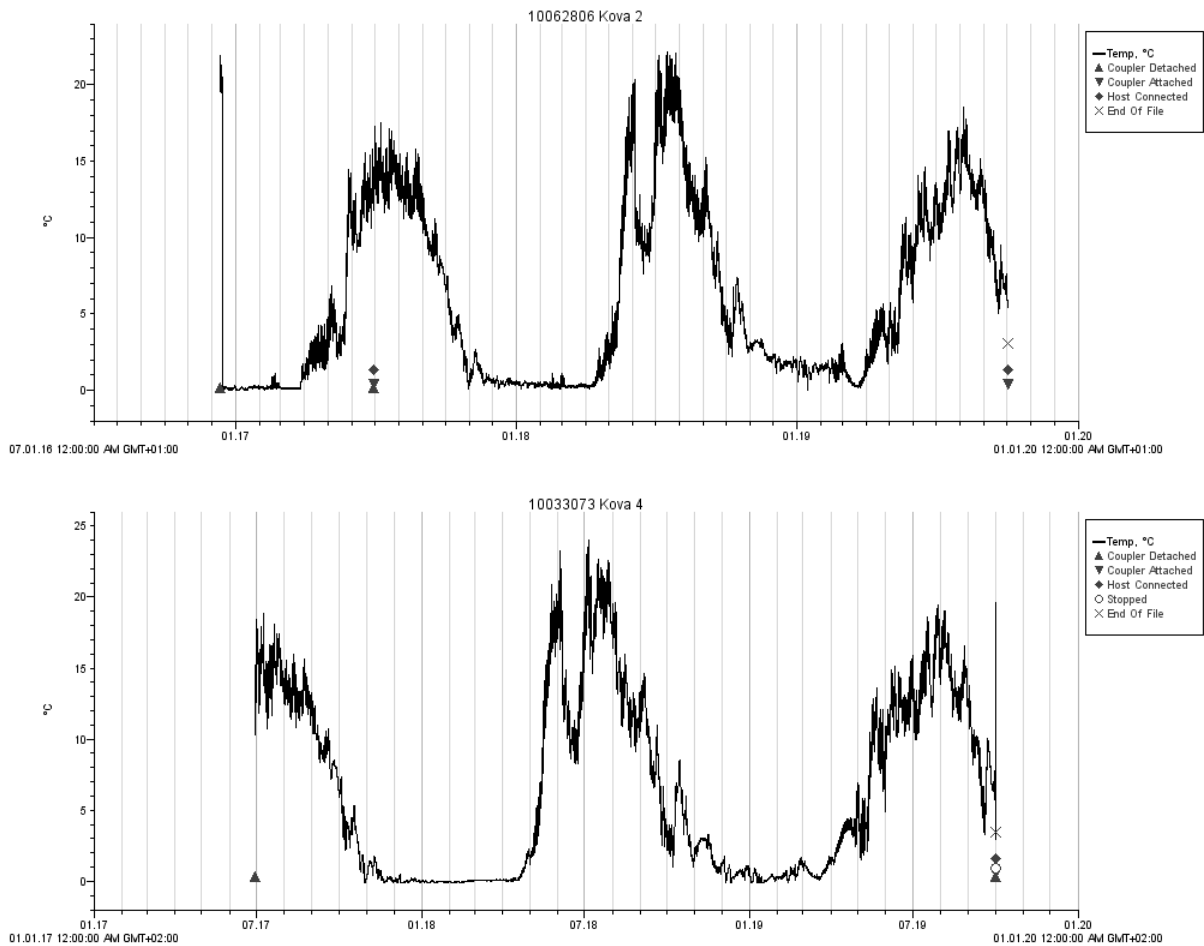
Ved innløp Øvre Urdetjønn (Fig. 5, midten, T2) og utløp Nedre Urdetjønn (Fig. 5, nederst, T3) lå vintervann temperaturen 2016-2017 nokså stabilt i overkant av 0°C før den begynte å stige naturlig i månedsskiftet mars-april. Dette synes relativt tidlig for en så høytliggende elv. Den sterkt reduserte vårfloppen 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 vekstsesongen for ørret. Den tydelige døgnvariasjonen 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 bekreftes i all hovedsak 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.



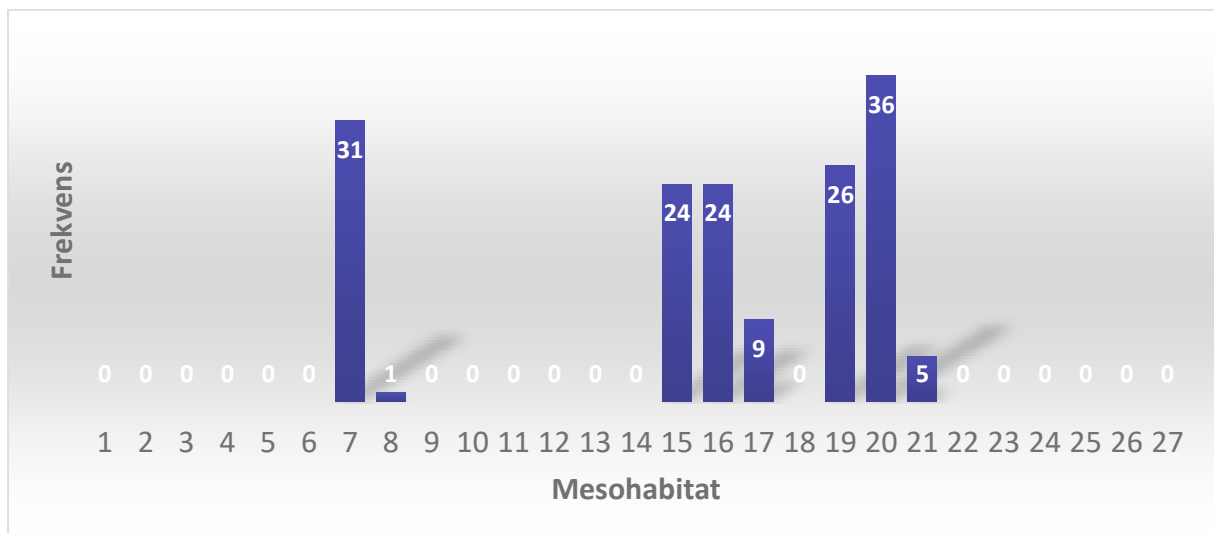
Figur 6. Temperatur i Kova. Øverst: T2 innløp Øvre Urdetjønn i perioden 15 desember 2016 – 1 oktober 2019. Nederst: T4 utløp Bjønntjønn i perioden 28 juni 2017 – 1 oktober 2019.

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 begynner å stige alt sent i mai og stiger raskt utover i juni, og igjen med utpregede døgnvariasjoner pga. solinnstråling om dagen og strålingstap om natta fra den lave restvannføringen. Sommertemperaturene er høye, til dels over 20°C, noe som skyldes den

uvanlig varme sommeren 2018, og holder seg 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.

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. 7-14).



Figur 7. Fordeling av dominerende mesohabitater på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Elva er dominert av kulper oppdemt av stor stein/blokk og mellomliggende blank- og småstryk.



Figur 8. 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 9. Små, grunne kulper oppdemt av stein med mellomliggende blankstryk og enkelte småstryk, fra stasjon 1 innløp til Øvre Urdetjønn som var en stasjon med relativt lite fall.



Figur 10. 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 11. 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 12. Dype kulper demt av stein med mellomliggende blankstryk på stasjon 4 utløpet til Nedre Urdetjønn som var en stasjon med relativt lite fall.



Figur 13a.

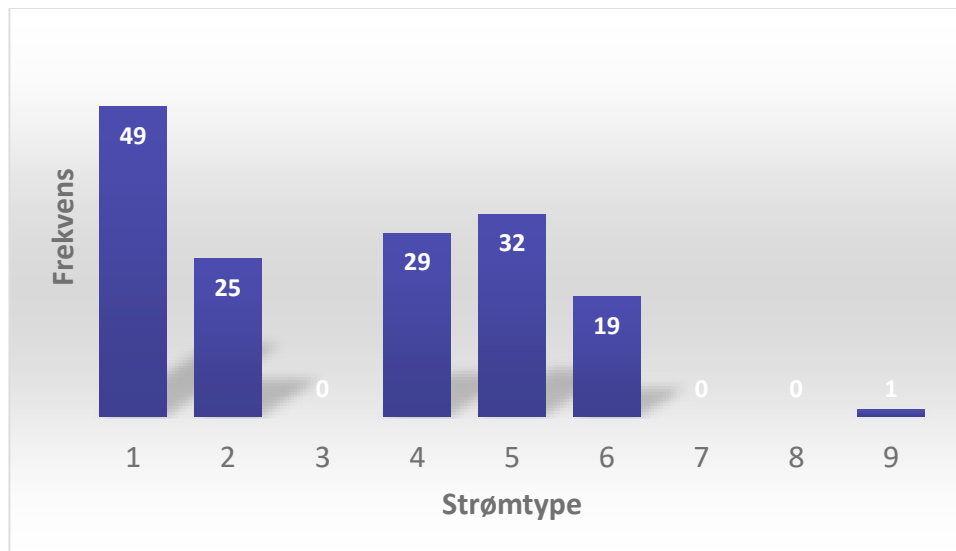


Figur 13b. Stryk og et par mindre kulper dominerte nedre del av stasjon 6 innløp til Bjønntjønn (a), mens øvre del av stasjon 5 var dominert av grunne kulper og glidninger/blankstryk (b).



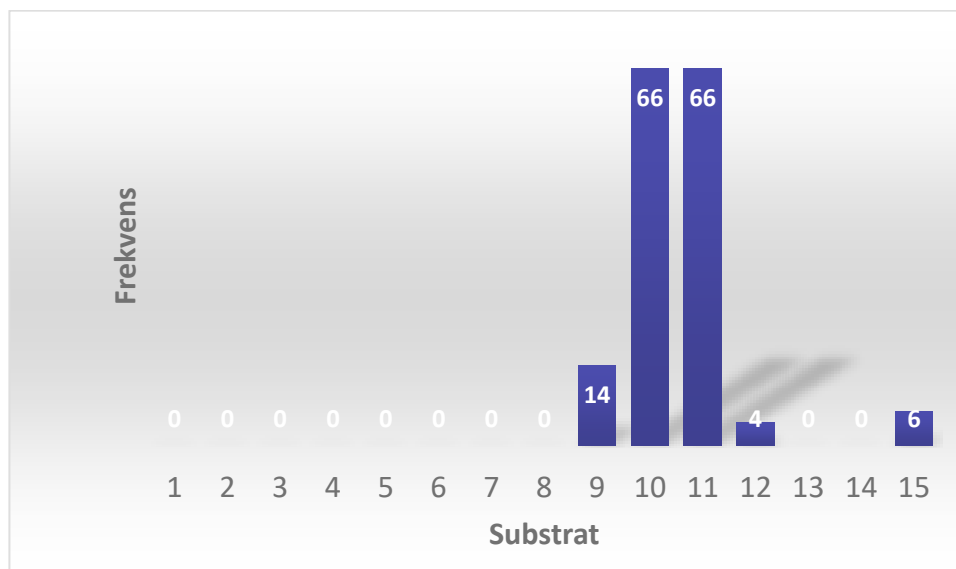
Figur 14. Store kulper demt av fjell og blokk med mellomliggende stryk dominerte på stasjon 7 utløp fra Bjønntjønn som var stasjonene med mest faller etter stasjon 5 (Figur 5).

Strømtyperne var følgelig dominert av enten nesten ikke merkbar eller bare svak strøm i kulpene og glidningene/blankstryk (type 1-2; Fig. 15) eller små mellomliggende stryk med brutt overflate og til dels stående bølger på strekningene mellom kulpene (type 4-6; Fig. 15).

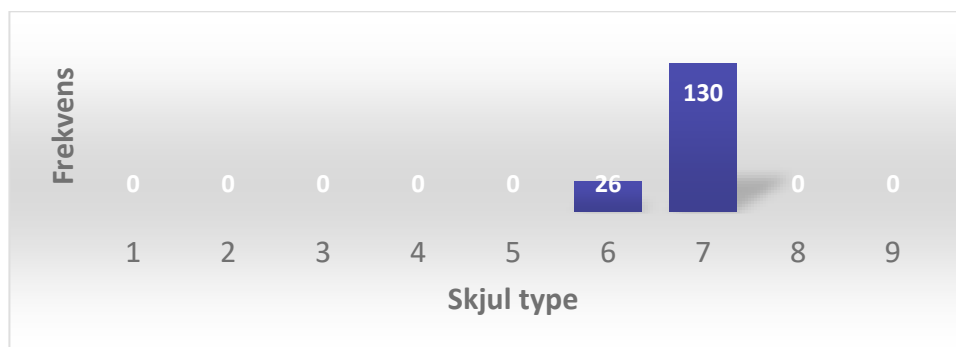


Figur 15. Fordeling av dominerende strømtyper på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Elva er dominert av enten stille/lite merkbar strøm i kulper og glidninger/blankstryk, eller hvitere stryk på de mellomliggende strekningene.

Substratet var gjennomgående grovt og dominert av til dels stor stein (klasse 10-11; Fig. 16), men som noen steder var overlagret noe mer gruslignende substrat (klasse 9).



Figur 16. Fordeling av dominerende substrat på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Elva er dominert av relativt grov stein (128-384 mm).



Figur 17. Fordeling av type skjul på sju undersøkte stasjoner i Kova (= 26x7 = 218 transekter). Skjul i elva er dominert av overflate turbulens 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. 17) (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, ble det i feltundersøkelsene observert flekker med mulige gyteområder på mindre stein og grus, særlig på st. 3 og 7 (Fig. 18). For st. 1, 2, 4 og 6 som alle lå i tilknytning til inn- og utløpsområder, vil det være 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 18a.



Figur 18b.



Figur 18c. 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 innløp fra hhv. sør og vest-siden. Disse ble begge undersøkt, og det ble påvist rekrutter ved elektrofiske både i 2017 og 2019. I begge innløpene ble det også funnet sannsynlige gytegroper både i 2017 og 2019 (Fig. 19, 20). Selv om begge innløpene har gunstig gytegrus, er arealene små, særlig i det sørlige løpet. Midlere bredde på innløpsbekk var 56 cm (\pm SD 39; n = 11) og tilgjengelig lengde 31 m før bekken forsvant under torv samtidig som den begynner å stige bratt. Dette gir et samlet areal på kun $31 \times 0,56 = 17,4 \text{ m}^2$, og av dette var kun et mindre parti egnet gytesubstrat (Fig. 19). Bekken er mest egnet til litt gyting, men ikke 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 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).



Figur 19. Velegnet gytesubstrat og sannsynlige gytegroper på innløpsbekk til Nedre Urdetjønn sør. Begrenset areal med gunstig gytegrus i en bekkesving (ca. 20 m oppstrøms, dominerende partikkelstørrelse 16,1-32 mm), mens finere partikkelstørrelser dominerer det nedre innløpet.



Figur 20. Særlig den vestlige innløpsbekken ti Nedre Urdetjønn har gunstige gyteområder ned mot innløpet (øverst), men smalner av oppstrøms (nederst).

Det vestlige innløpet er en noe større bekk (Fig. 20), 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 igjen antall rekrutter som kan vokse opp på selve bekken. De fleste rekruttene vil måtte vandre ut i Urdetjønn for oppvekst. Ved elektrofisket i 2017 ble det påvist en ungfisk på 79 mm, samt rester av det som sannsynligvis var en bekkeniøye (*Lampetra planeri*; Fig. 21). I 2019 ble det påvist seks små 0+ (gjennomsnittlig lengde 34,8mm±SD2,8) og tre større (84, 86 og 94 mm).



Figur 21. Rester sannsynligvis av bekkeniøye fra innløpsbekk fra vest til Nedre Urdetjønn.

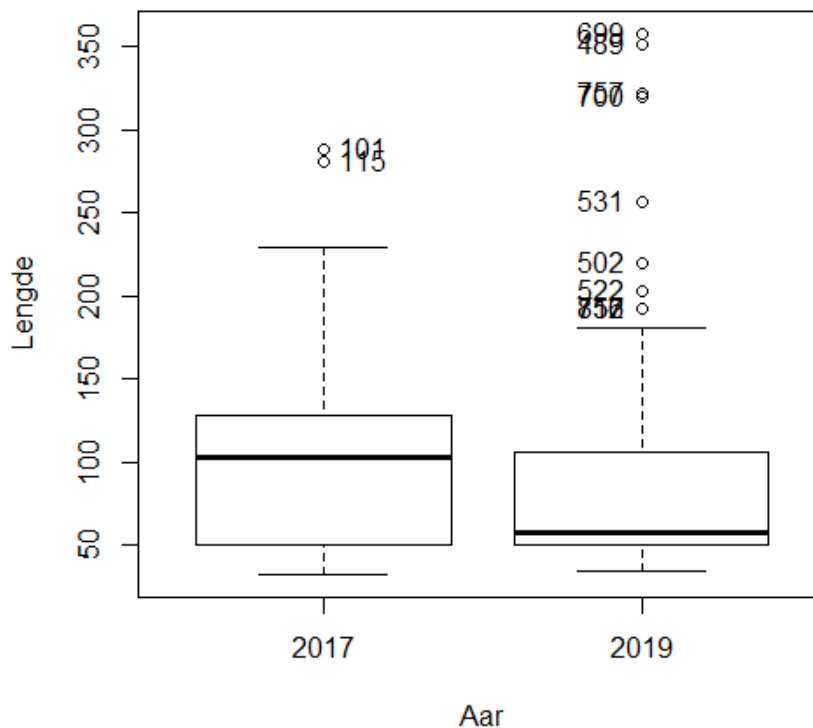
Bekk til Bjønntjønn fra nordøst (fra vann 920 moh) ble også undersøkt. Bekken er grovsteina og kort (32 m) med høy gradient. Dette gir ca. 30 m² med gunstig oppveksthabitat for ørret, men det er ikke synlig gytesubstrat i selve bekken (Fig. 22). På utløpet fra ovenforliggende vann er det et mindre areal med egnet gytegrus, og her var det også tydelig vasket substrat etter gyting på et lite felt både i 2017 og 2019 (Fig. 22). Oppvekstarealet er imidlertid begrenset, slik at de fleste rekrutter vil måtte vandre ut i tilliggende vann for videre oppvekst. 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 22. Bekk fra nordvest inn i Bjønntjønn er grovsteina og kort med høy gradient og uten gytesubstrat, men med gytesubstrat på utløpet fra vann 920 moh. (nederst). Her vistes også tydelige gytegroper.

3.5. Størrelse, vekst og bestandsberegninger

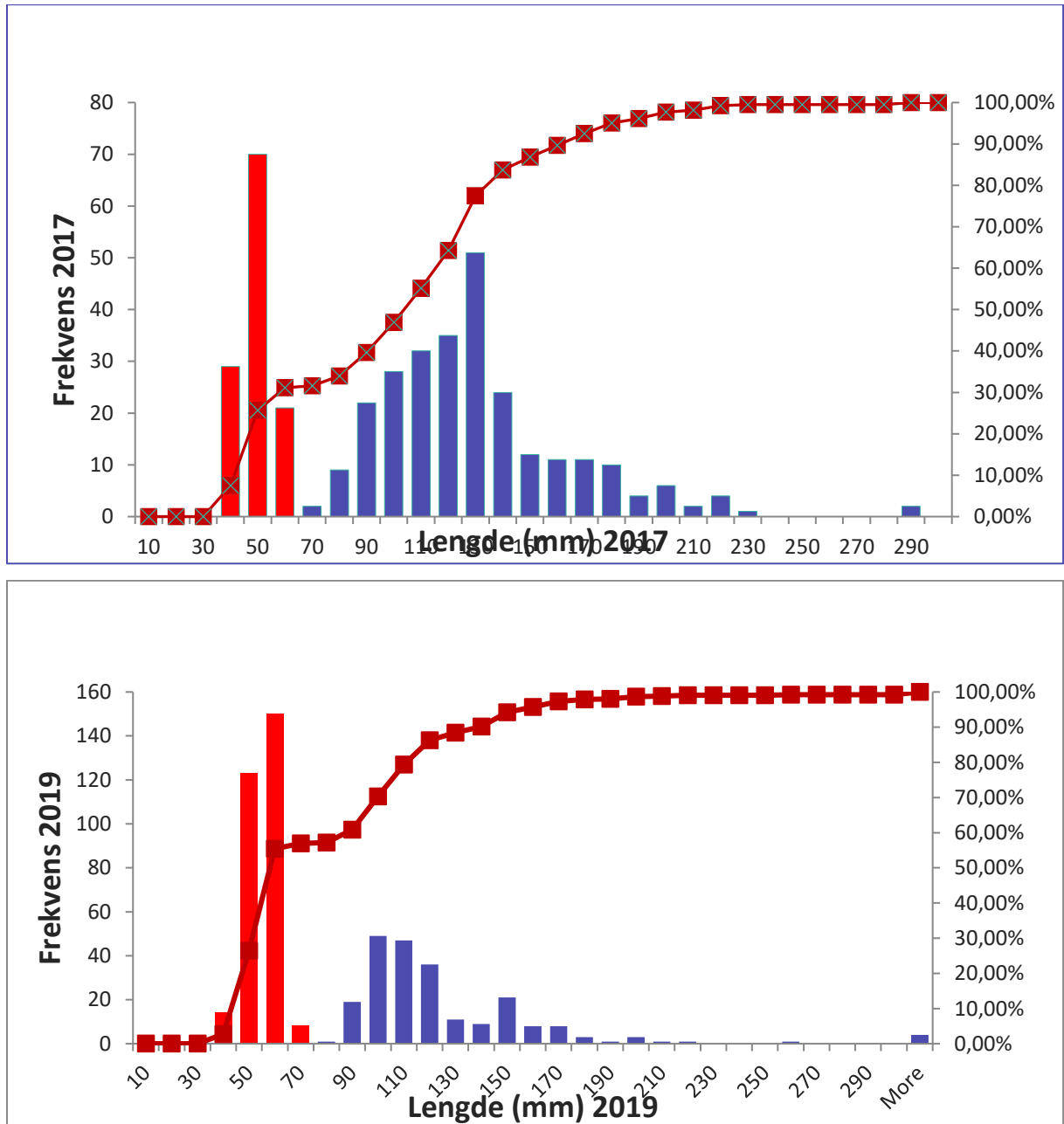
Ørret var eneste art i fangstene fra elektrofisket både i 2017 (386 individer) og 2019 (518 individer), bortsett fra en sannsynlig bekkeniøye på bekk vest i Nedre Urdetjønn i 2017 (Fig. 21). Den fangede ørreten på elv var av varierende, men gjennomgående liten størrelse (Fig. 23; 2017: gjennomsnittlig 100 mm \pm SD47, minimum 32, maksimum 288; 2019: gjennomsnittlig 81 mm \pm SD44, minimum 34, maksimum 358).



Figur 23. Boxplot av lengder på fanget ørret i 2017 og 2019. 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. 90 % av fanget ørret var mindre enn 160 mm i 2017, og ca. 95 % i 2019 (Fig. 24). Dette er i all hovedsak ørretunger (rekrutter). Disse vokser opp på elv og vandrer etter hvert ut i nærmeste vann ved en lengde på lik eller mindre enn 15-16 cm (Fig. 24), noe som er vanlig for ørret (e.g. Klemetsen *et al.* 2003; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Bare ca. 2 % var større

enn 200 mm (maksimum 229 mm i 2017, 358 mm i 2019). De største var gytefisk som ble fanget på elektrofiske i august/september på st. 3 (Fig. 25). Lengdefordelingen til ørret gjenspeiler i stor grad årsklassefordelingen (Fig. 24, 26). Ørret på 4 – 6 cm er sommer gammel fisk (0+; gjennomsnitt 2017: 45 mm \pm SD6, minimum 32, maksimum 62; 2019: 51 mm \pm SD6, minimum 34, maksimum 64), noe som indikerer normal eller litt god vekst tatt i betraktning at dette er en høytliggende elv og elektrofisket ble gjennomført før vekstsesongen var avsluttet (e.g. Borgstrøm & Museth 2005; Hvidsten 2010; Heggenes, Bergan & Lydersen 2011). Større 8-13 cm lang ørret er to og tre-somrige ørret (1+, 2+) som etterhvert vandrer ut i nærmeste vann. For disse eldre ungene er årsklassefordelingen usikker. Større fisk er eldre. Eldre fisk enn 0+ i Kova hadde gjennomsnittslengde i 2017 på 124 mm \pm SD31, minimum 72, maksimum 229 mm, og i 2019 på 117 mm \pm SD26, minimum 80, maksimum 220 mm (større gytefisk ikke medregnet). Ørretbestanden på elv er derfor dominert av ungfisk. I 2019 er det betydelig flere 0+ i fangstene enn i 2017, mens mønsteret ellers er ganske likt. Den relativt markerte nedgangen i antall fisk større enn 13-15 cm, gjenspeiler at ørreten da vandrer ut. En mulig forklaring kunne også være at det manglet en eller to svært svake årsklasser pga. harde vintre (Borgstrøm & Museth 2005), men her har vi samme mønsteret både i 2017 og 2019. Fraværet av større fisk på elv viser at de ikke er stasjonære i hele livsløpet, men vandrer ut for å få bedre vekst i tilliggende vann.



Figur 24. Lengdefordeling for ørret fanget ved elektrofisket på 7 stasjoner i Kova 2017 og 2019. Mindre ørret dominerer, og dette er i all hovedsak er rekrutter som vokser opp på elv og ved lengde på ca. 15 cm vandrer ut i nærliggende vann. 0+ ørret (< 70 mm) merket med røde stolper. Kurven viser kumulativ prosent.



Figur 25. Gytevandrerer fanget på st. 3 innløp Nedre Urdetjønn ved elektrofiske 3 september 2017 (øverst) og 8 august 2019 (nederst).



Figur 26. Tre årsklasser med ungfisk av ørret fanget på st. 2 utløp Øvre Urdeijønn.

Vanntemperatur er den viktigste faktoren som bestemmer vekst hos ørret, i tillegg til næringstilgang (e.g. Swift 1961; Jensen 1990; Elliott 1994; Hayes, Stark & Shearer 2000). Veksten er best ved 12-14°C, litt avhengig av enkelte andre faktorer. Til dels sterkt redusert vannføring om sommeren (over) har sannsynligvis gitt betydelig mer døgvariable temperaturer (Fig. 5), noe laksefisk i hovedsak tilpasser seg ernærings- og atferdsmessig (Jensen 1990; Metcalfe, Fraser & Burns 1999; Railsback *et al.* 2005). Redusert sommervannføring kan ha gitt tidligere start på vekst-sesongen, etter at det temperatur utjevne vann fra Vindsjøen blir magasinert. Sterk solinnstråling på en like bred elveseng, men med bare restvannføring, dvs. mye grunnere vann, vil gi 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 (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 Vindsjødammen, var gjennomsnittslengden på sommergammel ørret 51 mm, mens den på lave restvannføringer i 2017 var mindre, 45 mm (Welch t-test, $t = 8,0$, $P < 0,0001$). Temperaturdata viser imidlertid ganske like sommer temperaturer begge år (Fig. 6). Bedre vekst i 2019 er sannsynligvis knyttet til mer tilgjengelig habitat på elv og mer uttransport av næring med den høyere vannføringen fra Vindsjøen. Regulering med bortfall av vann ut fra Vindsjøen 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.

Veksten til 0+ i Kova (45-51 mm) er som forventet noe svakere 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. Vinteren er primært en tid for å overleve (Huusko *et al.* 2007; Heggenes *et al.* 2017b). Reguleringen av Vindsjøen 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). Derimot kan større vintervannføring ha ført til større vinter overlevelse for ørretungene (Huusko *et al.* 2007; Heggenes *et al.* 2017b). Uten tidligere forstudier å sammenligne med, kan dette dessverre ikke undersøkes

Ved elektrofisket i 2019, men åpen luke i Vindsjødammen, var vannføringen betydelig større enn ved feltarbeidet på restvannføring i 2017. Dette førte til vanskeligere arbeidsforhold og lavere fangbarhet, særlig på 0+ ørret, og dermed større usikkerhet i bestandsestimatene (Tab. 5, 6). 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 2017.

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 %)	Fangbarhet	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 minimumsestimert.

St.	Alder	Antall fisket 1+2+3 gang	Antall estimert	\pm SE	Konfidens interval (95 %)	Fangbarhet	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	

2	Eldre	13+14+8	75	49	-20-170	0,19		37,5	83,5
	0+	7+8+6	?21				150	14	
3	Eldre	32+20+11	56	1	55-57	0,27		37,3	51,3
	0+	14+9+9	59	20	20-98	0,23	200	24,5	
4	Eldre	10+7+5	34	1	33-35	0,30		17	41,5
	0+	9+13+5	?27				184	14,7	
5	Eldre	16+11+9	60	6	47-73	0,26		32,6	47,3
	0+	9+11+7	?27				130	21	
6	Eldre	15+5+5	27	4	19-36	0,54		21	42
	0+	28+27+21	228	86	60-395	0,13	150	152	
7	Eldre*	25+14+10	63	5	54-72	0,39		42	194
	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±55,0
CV									0,75

*gytefisk ikke tatt med

Tettheten av ørret varierte som forventet mye mellom stasjoner i Kova innen år (Tab. 5, 6), fra 21,5 til 60,5 ørret per 100 m² i 2017 (hhv. stasjon 1 og 6) til 41,4 - 194 per 100 m² i 2019 (hhv. 3 og 6), noe som i vesentlig grad skyldes ulike habitatforhold. Den gjennomsnittlige tettheten var tilsynelatende høyere i 2019 (73,5±SD55) enn i 2017 (44,7±13,6), men denne forskjellen var ikke signifikant (paired t-test, t = 1,4588, P = 0,0974), noe som skyldes den store variasjonen mellom stasjoner og 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 24). 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 to år, er gjennomsnittlig tetthet av ørret i Kova 59 ±SD41 ørret per 100 m².

Den betydelige variasjonen i tettheter mellom stasjoner og år, gjør direkte sammenligninger med andre elver noe usikker, fordi år 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 representerer 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 og

73,5±SD55 i 2019, er i samme størrelsesorden som i andre undersøkte, men stort sett større og lavereliggende elver i regionen (Tab. 7). 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», at noen rekrutter unnslipper ut i elven.

Det er vanskelig å finne systematiske resultater fra undersøkelser i tilsvarende høytliggende elver å sammenligne med. En økologisk grunn er at under de mer ekstreme klimaforholdene i fjellet, kan selv små forskjeller i høydelag og geologi gi store utslag. En annen grunn er metodisk; det er få undersøkelser som har gjennomført bestandsestimeringer i fjellelver, fordi tetthetene kan være for lave til å gi gode estimater. Noen undersøkelser fra høytliggende elver/bekker i samme region viser svært varierende tettheter av ørret (Tab. 8) i beste fall samme størrelsesorden som i Kova, men ofte lavere tettheter. Sett i forhold til disse andre undersøkelsene og sin relativt høye beliggenhet, synes derfor tetthet av ørretunger i Kova som forventet eller høyere. Imidlertid viser alle disse undersøkelsene stor variasjon i tettheter, både i rom og tid, liksom det også er påvist i Kova.

Tabell 7. Tettheter per 100 m² av ungfisk fra Måna (14 stasjoner, gjennomsnitt over 4 år), Tokkeåi (7 stasjoner, gjennomsnitt over 3 år), Tinnelva (7 stasjoner, gjennomsnitt over alle år), Bøelva (gjennomsnitt av 4 stasjoner) og Heddøla (gjennomsnitt av 4 stasjoner).

Elv	Tid	Vann- føring m ³ s ⁻¹	Ørret 0+ Tetthet /100 m ²	Ørret >0+ Tetthet /100 m ²	Ørret totalt gj.snitt (variasjon/år) (variasjon/ stasjoner)	Laks 0+	Laks >0+
Måna							
(Heggenes, Kløcker & Støylene 2000)	1994- 1998 sept.	>0,5 m ³ s ⁻¹			36,8 ±SD17,1 (13,7-76,6)		
Tokkeåi							
(Kraabøl <i>et al.</i> 2015)	2010- 2013 sept-okt.	8-18 m ³ s ⁻¹	28,3 (24,6- 32,4)	12,4 (10,0- 14,1)	40,7 (37,8-46,5) (9,1-104,1)		
Vallaråi							
(Heggenes, Bergan & Lydersen 2011; Heggenes, Roed & Torp 2018)	2008- 2010, 2014- 2017 sept-okt	>4 m ³ s ⁻¹			48,7 ±SD17,4 (32-79) (12-150)		
Tinnelva							
(Heggenes 2019)	2001- 2018 sept-okt.	>45 m ³ s ⁻¹			41,5 ±SD25,3 (17-102) (0 - 172)		0-3
Bøelva							
(Solhoi 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
Heddøla							
(Solhoi 1992)	1992, juni	2,3-3,3	6	3	9	19	21
(Hvidsten 2010)	2009, sept.	5,1	36	8	44	20	10

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

Tabell 8. Tettheter per 100 m² av ungfisk fra noen høyereliggende elver: Slengja (tilløp Langeidvatn, 3 stasjoner), Dyrskardelva (tilløp Ståvatn, 1 stasjon), Totak tilløp (12 stasjoner, gjennomsnitt over 3 år), Totak/Våmar tilløp (3 stasjoner)..

Elv (moh) <i>Referanse</i>	Tid	Vann- føring m ³ s ⁻¹	Ørret 0+/100 m ² (variasjon/sta sjoner)	Ørret >0+/100 m ² (variasjon/sta sjoner)	Ørret totalt gj.snitt (variasjon/år) (variasjon/ stasjoner)
Slengja (885)					
(Brabrand <i>et al.</i> 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)
SD0,9Dyrskardelva					
(Brabrand & Saltveit 2015)	2014 sept.		44,3 ±SD3,4	6,5 ±SD0,8	50,9
Tilløp Totak (Bora, Songa, Bitu)					
(Saltveit <i>et al.</i> 2015)	2014 sept		9,4 ±SD13,7 (0-48)	10,5 ±SD12,2 (0-42,6)	19,9
Tilløp Totak/Våmar (Tans, King)					
(Brabrand <i>et al.</i> 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, men betydelig høyere i 2019, på $(73,5/55) = 0,75$ (Tabell 5, 6), noe som tilsier at for 2017 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 imidlertid 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 relativt 'gode' tettheter av ørret på rekrutteringsområdene i Kova, med tettheter over sju stasjoner og to år (2017, 2019) på i gjennomsnitt $59 \pm SD41$ ørret per 100 m^2 . Lavere tettheter 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, kan knyttes til mer tilgjengelig habitat på de høye vannføringene i 2019. 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 sommervannføring, høy vintervannføring) og indirekte et i noen grad endret temperaturregime (høyere vintertemperaturer, mer variable sommertemperaturer). Undersøkelsene her antyder at temperaturendringene sannsynligvis er relativt beskjedne, men dessverre finnes ikke førundersøkelser å sammenligne med, og heller ikke temperaturdata/sprangsjiktning i forhold til dyp på tappeluken i Vindsjøen. Hoved-effekten 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 $228\,497 \text{ m}^2$ (Øvre Urdetjønn = $31\,705 \text{ m}^2$, Nedre Urdetjønn = $95\,220 \text{ m}^2$, Bjønntjønn = $101\,572 \text{ m}^2$; 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 og 2019 også viser. Arealet av synlig vanddekket område på flyfoto av elveleiet lar seg derimot beregne vha. polygoner, men vil i et oppbrutt elveleie med liten vannføring omfatte også tørrlagte blokk og andre tørre små-flekke. 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. 9). 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, svært usikker. 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.

Ut ifra disse beregningene av sannsynlig naturlig rekruttering, bør det være tettest bestand i Øvre Urdetjønn og tynnest i Bjønntjønn. Dette naturlige mønsteret vil imidlertid lett kunne bli modifisert av lokalt fiske i slike små vann. Prøvefisket i 2009 viste at dette var tilstanden. Ørreten i Bjønntjønn hadde best vekst og kvalitet (Tormodsgard & Gustavsen 2010). Er rekrutteringen større, blir næringstilgangen for hver fisk liten, og bestanden blir dominert av småfallen, seint-voksende 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 for liten rekruttering i forhold til næringsproduksjonen i vannet, vil det bli en fåtallig bestand av relativt stor og rasktvoksende ørret av svært god kvalitet. Prøvefisket indikerte ikke dette for noen av vannene. Særlig i mindre vann, vil en slik 'balanse' 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 9. 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 basert på observert gjennomsnitt 44,7/100 m². Eventuell rekruttering fra elvestrekningen mellom Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn er svært 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	15	7	
St5	Kova mellom Nedre Urdetjønn og Bjønntjønn	3519	1573	
St6	Innløp Bjønntjønn***	1574	704	
St6b	Innløpsbekk øst, Bjønntjønn	30	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 utsetningspålegg 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. Det vil ennå ta noen år før eventuell effekt av dette siste tiltaket blir synlig på bestanden i vannene, ettersom garnfanget fisk er i aldersklassene 4-10 år (Tormodsgard & Gustavsen 2010). Men de foreløpige resultatene fra foreliggende undersøkelse viser at naturlig rekruttering i Kova til fiskebestandene i tilliggende vann, er tilstrekkelig per i dag, forutsatt at undersøkelsesårene er rimelig representative. Året hadde typiske restvannføringer over sommeren. Derimot gir året 2019 antagelig for høy rekruttering pga. høye sommervannføringer. Undersøkelsene kan derfor med fordel gjennomføres på ny når dammen ved Vindsjøen manøvreres som normalt igjen.

Så langt antyder undersøkelsene tilstrekkelig rekruttering, til tross for at naturlig rekruttering sannsynligvis er betydelig redusert pga. regulerings inngrepet. Men 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 svært viktig faktor for rekrutteringen er også at lekkasjevann fra Vindsjødammen opprettholder en effektiv minste vannføring på ca. 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 tre viktige forbehold mht. tilstrekkelig naturlig rekruttering. Naturlig rekruttering kan variere mye over tid. Her er foreløpig bare to år undersøkt, hvorav det ene (2019) ikke er representativt for normal restvannføring over sommeren. For det andre 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 tredje viktige forbeholdet gjelder høsting. Dersom fisketrykket øker, og dermed uttaket av fangbar ørret, vil rekruttering lett kunne bli en flaskehals, særlig i Bjønntjønn og også i Nedre Urdetjønn.

5. Konklusjoner

- Målte vintervann temperaturer i Kova synes ikke å ligge vesentlig høyere enn naturlig, ca. 1°C eller mindre. Egg-utvikling og klekkespunkt er i så fall neppe vesentlig forskjøvet fra naturlig. Det vil være nyttig kunnskap om sprangsjiktning i forhold til lukedyp undersøkes i Vindsjøen.
- Sommertemperaturene viser stor døgnvariasjon pga. sterkere inn- og utstråling ved liten restvannføring i bredt, naturlig elveleie. Sannsynlig tidligere soloppvarming om våren kan gi tidligere start på vekstsesongen. Sommertemperaturene er i et normalår gjennomgående gunstige for ørret vekst.
- Vannføring og dermed rekrutteringsarealer i Kova er vesentlig redusert om sommeren pga. reguleringen. Rekruttering på de gjenværende rekrutteringsområder er 'god' for undersøkte år, med normale til relativt høye tettheter av ørret. En svært viktig faktor her er en effektiv minste vannføring pga. lekkasjevann fra Vindsjødammen.
- Areal/rekrutterings beregninger av den naturlige rekrutteringen fra Kova til de tilliggende vann indikerer at rekrutteringen per i dag er tilfredsstillende. Rekrutteringsdata fra 2019 er imidlertid ikke representative pga. uvanlig høy sommervannføring. Rekruttering i Kova bør derfor undersøkes over flere år med normal restvannføring om sommeren.
- 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.
- Pålagte støtte-utsetninger direkte i vannene opphørte først i 2015. Eventuell effekt av dette begynner først nå å slå fullt inn i ørretbestandene i vannene. Vannene ble prøvofisket i 2008. Nytt prøvofiske bør gjennomføres for å vurdere eventuell effekt av opphørte utsetninger.
- Disse vurderingene forutsetter dagens omfang på fisket. Høsting påvirker rekrutteringsbehovet sterk. Ved en økt høsting, vil rekruttering lett kunne bli en flaskehals, særlig i Bjønntjønn.

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 Oppdragsrapport 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. & 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. & Fryer, R.J. (1995) 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., 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., 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., 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.
- 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 Vindsjø, 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.
- 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.
- Krebs, C. (2011) Programs for Ecological Methodology, 2nd ed. *Ecological Methodology V. 7.2*. Exeter Software.
- 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.
- 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.
- Solhøi, 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.
- 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 45
2020

Naturlig rekruttering av ørret i
Kovavassdraget, Hjartdal i Telemark:
Undersøkelser 2017-2019 fra oppstrøms Øvre
Urdejønn til nedstrøms Bjønntjønn

Jan Heggenes

ISBN 978-82-7206-560-6

ISSN 2535-5325

usn.no

