

Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger
med krav om minstevannføring

Svein Jakob Saltveit og Henning Pavels



Denne rapportserien utgis av:

Naturhistorisk museum
Postboks 1172 Blindern
0318 Oslo

www.nhm.uio.no

Publiseringsform:

Trykket og elektronisk (pdf)

Forfattere:

Svein Jakob Saltveit og Henning Pavels

Sitering: Saltveit, S.J. og Pavels, H. 2013. Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minstevannføring. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 31, 32s .

ISSN nr. 1891-8050

ISBN nr. 978-82-7970-045-6

Fra 2011 inngår forskningsrapportene fra LFI i rapportserie ved Naturhistorisk museum.

<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/rapporter/>

LFI rapporter fra 1970 til 2010 finnes på:

<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/lfi-rapporter/>

<http://www.nhm.uio.no/forskning/grupper/lfi/index.html>

Forsidebilde: Fallfossen i Usma, Møre og Romsdal

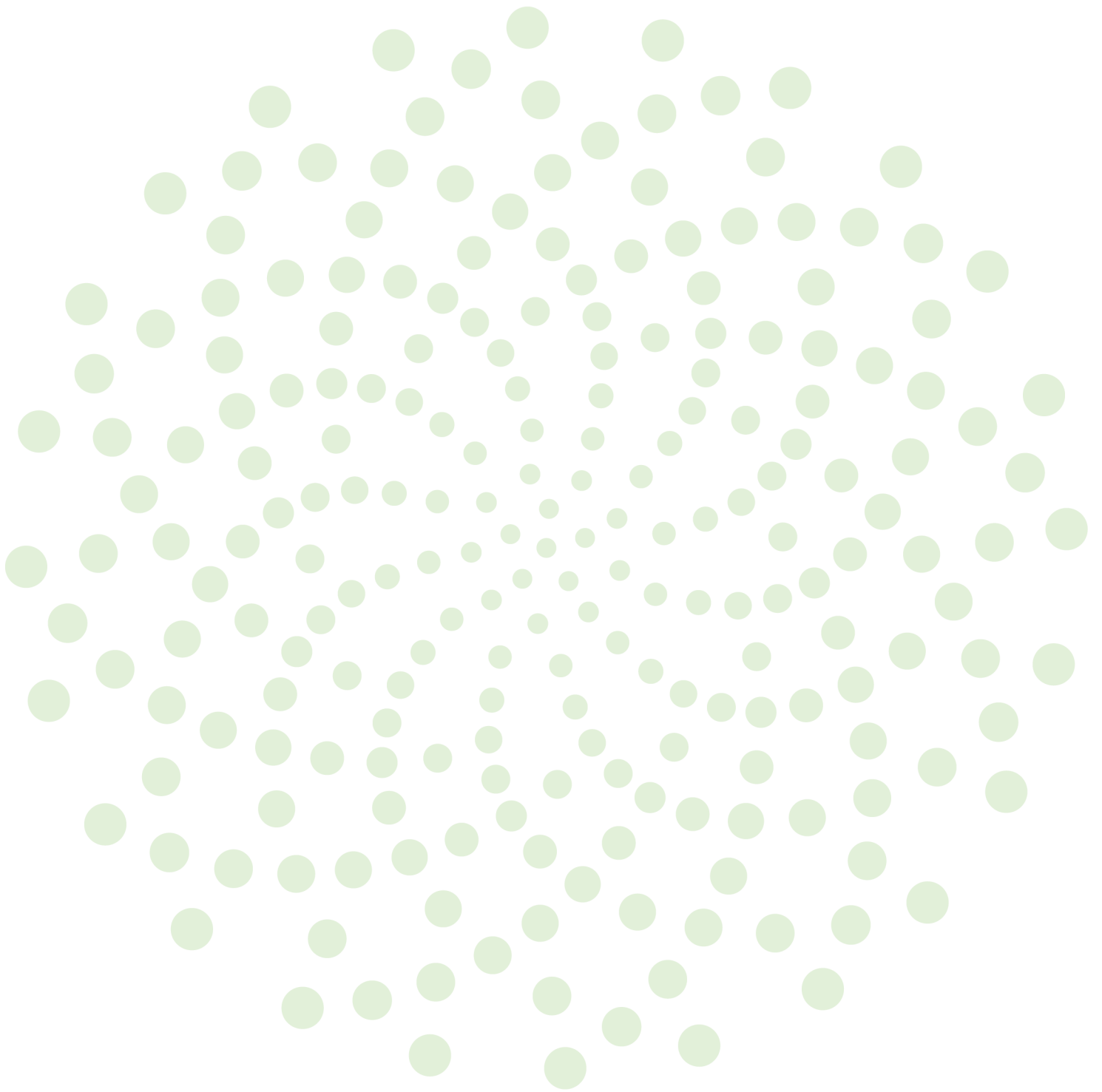
Foto: Svein Jakob Saltveit, Naturhistorisk museum



Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minstevannføring

Svein Jakob Saltveit og Henning Pavels





Antall sider og bilag: 32 sider		Tittel: Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minstevannføring	
Rapportnummer: 31	Gradering: Åpen	Prosjektleder: Svein Jakob Saltveit	Prosjektnummer: 204919
ISSN: 1891-8050	Dato: 2013-11-12	Oppdragsgiver(e): Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	
ISBN: 978-82-7970-045-6		Oppdragsgiversref.: Birgitte M.W. Kjelsberg	

Sammendrag: Ved bygging av småkraftverk føres vann bort fra elvestrekningen mellom inntak og avløp fra kraftverket. Arealer som kan produsere fisk får sterkt redusert vannføring eller blir tørrlagt dersom det ikke gis pålegg om minstevannføring. Uten kompensere tiltak i form av minstevannføring, kan de negative konsekvensene av småkraftverket bli betydelige for stasjonære "bekkebestander" eller fisk fra innsjø/større elv som benytter bekker som gyte- og oppvekstområder. I de senere årene er det derfor gitt konsesjoner til bygging av småkraftverk med et pålegg om minstevannføring som avbøtende tiltak for å opprettholde en viss fiskeproduksjon. Da det er begrenset kunnskap om effekter av minstevannføring, er det fra forvaltningen et ønske å få dokumentert effekten på bestander av ørret i elver/bekker der det er bygget kraftverk. En sentral problemstilling for denne undersøkelsen var om den pålagte minstevannføring fører til at ørret også etter utbygging benytter berørt strekning som gyte- og oppvekstområde.

Utvelgelsen av egnede vassdrag ble gjort i samarbeid med NVE, og besto av Usma og Berdalselva i Møre og Romsdal, Stølsdalselva i Hordaland og Vågåna i Rogaland. Problemstillingen ble gitt av Oppdragsgiver og var om minstevannføring på normalt nivå (5-persentilverdier eller alminnelig lavvannføring) kunne opprettholde en levedyktig bestand av stasjonær ørret. Prosjektet hadde som arbeidshypotese at så lenge det er vann, god vannkvalitet og et egnet substrat, vil det være ørret på elvestrekninger med sterkt redusert vannføring. Tilstedeværelse av årsunger vil vise at det skjer gyting på høsten og at rogn overlever gjennom vinteren og klekker om våren. Vurdering av vinterdødelighet hos ørretungene er gjort basert på alderssammensetning i bestanden.

Til registrering og innsamling av fisk ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat. Hver stasjon ble overfisket én gang og tettheten av fisk ble beregnet ut fra fangbarhet. Undersøkelsen ble gjennomført i september og oktober 2013. Det ble bare fanget ørret. Den sentrale problemstillingen var å få belyst hvorvidt pålagte minstevannføringer fører til at ørret også etter utbygging *kan benytte* berørt strekning som gyte- og oppvekstområde. I Berdalselva, Stølsdalselva og Vågåna besto bestanden av årsunger (0+) og flere årsklasser av eldre ørretunger. Funn av årsunger viser at strekningene med minstevannføring har vellykket gyting, og tettheten av eldre ørretunger viser god overlevelse. Konklusjonen er derfor at minstevannføringer gjør det mulig å opprettholde bestander av ørret som reproducerer på strekning med minstevannføring. Imidlertid medfører et mindre vanndekket areal på strekninger med minstevannføring til en totalt sett lavere total mengde fisk og derved lavere fiskeproduksjon. I Usma ble det ikke påvist årsunger, men tre årsklasser av eldre ørret. Dette utelukker ikke at reproduksjon ikke finner sted på berørt elvestrekning. I Usma er det svært store forskjeller i størrelsen på sommer- og vintervannføring. Tørrlegging av gytegroper og innefrysing av egg kan være et problem dersom vannføringen i gyteperioden er høyere enn vannføringen om vinteren, og dødelighet på rognstadiet kan her gi variasjoner i bestandsstørrelse. Vintervannføringen i Usma var imidlertid høy nok for overlevelse av eldre ørretunger.





Forord

Bygging av småkraftverk påvirker sterkt opp- og nedvandring av fisk, samtidig som redusert vannføring mellom inntaket og kraftverket medfører at vandekket areal som kan produsere fisk blir kraftig redusert. I en rekke nye konsesjoner for små kraftverk har derfor forvaltningen satt krav om minstevannføring bl.a. for å opprettholde en viss fiskeproduksjon.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ønsket derfor at det ble gjennomført et prosjekt med sikte på å vurdere om de minstevannføringer som nå gis på berørte strekninger er tilstrekkelig for at stasjonær ørret kan gjennomføre sin livssyklus, dvs. ha en reproduserende bestand. Undersøkelsen ble i sin helhet gjennomført i 2013.

Prosjektleder hos NVE har vært Birgitte M.W. Kjelsberg. Det rettes en takk for godt samarbeid.

Oslo 2013-11-12
Svein Jakob Saltveit



Innhold

1.	INNLEDNING	11
2.	METODIKK	13
2.1	VALG AV ELVER OG STASJONER.....	13
2.1.1	Usma	13
2.1.2	Berdalselva.....	15
2.1.3	Stølsdalselva	17
2.1.4	Vågåna	19
2.2	FISKEBESTAND.....	21
3.	RESULTATER OG KOMMENTARER.....	21
3.1	USMA.....	21
3.1.1	Fiskebestand	21
3.1.2	Tetthet	22
3.2	BERDALSELVA	23
3.2.1	Fiskebestand	23
3.2.2	Tetthet av ørret.....	24
3.3	STØLSDALSELVA	25
3.3.1	Fiskebestand	25
3.3.2	Tetthet av ørretunger	25
3.4	VÅGÅNA	26
3.4.1	Tetthet av ørretunger	27
4.	DISKUSJON.....	29
4.1	KONKLUSJON	31
5.	REFERANSER	31

1. Innledning

For produksjon av elektrisk kraft er det i de senere år økt fokus på bekker og mindre elver. Småkraftverk er samlebetegnelsen på mini-, mikro- og småkraftverk med en installert effekt på henholdsvis <100 kW, 100-1000 kW og 1-10 MW (Frilund 2010). Småkraftverk produserer elektrisitet ved å bruke vannet som til enhver tid er tilgjengelig, oftest uten bruk av magasinering.

Småkraftverk utnytter vanligvis små elver og bekker som faller bratt ned fra fjellsidene eller renner i bratte juv. Mange av disse kraftverkene har avløp til bekken rett før denne flater ut i dalbunnen, og disse berører derved bare elve-bekkestrekningen ovenfor et naturlig vandringshinder, altså uten fisk eller med små bestander av mindre betydning. I de senere årene er det gitt konsesjoner til småkraftverk som berører deler av vassdrag med mindre fall og som da også i større grad berører fiskebestander. Dersom kraftverket ikke har noen form for magasin, vil vannføringen nedenfor kraftverket ikke bli endret i forhold til naturtilstanden.

Små bekker kan være svært produktive og kan ha tette bestander av laksefisk (Jonsson 1985, Johansen et al. 2005). Dette kan være stasjonære "bekkebestander" eller fisk fra innsjø/større elv som benytter småbekker som gyte- og oppvekstområder. En sterkt redusert vannføring eller tørrlegging vil berøre både gyte- og oppvekstforhold, men det kan også tenkes at dette skjer i naturtilstanden, fordi det ofte dreier seg om vassdrag med store naturlige endringer i vannføringsforholdene.

I de tilfeller der konsesjoner berører deler av vassdrag med mindre fall, medfører bygging av småkraftverk at det lages hinder for fri fiskevandring, samtidig som vannføringen mellom inntaket og avløpet fra kraftverket blir redusert eller borte. Dette vil i større grad berøre fiskebestander negativt. Dette kan være stasjonære "bekkebestander" eller fisk fra innsjø/større elv som benytter småbekker som gyte- og oppvekstområder. Elver som kan produsere fisk får sterkt redusert vannføring og arealer blir tørrlagt dersom det ikke gis pålegg om minstevannføring. Uten kompenserende tiltak som tar hensyn til miljøkrav kan de negative konsekvensene av regulering bli betydelige (Johnsen & Hvidsten 2004).

Som en konsekvens av endret vannføring kan de biologiske og fysiske prosessene i elva påvirkes, noe som fører til endrede betingelser for fisk (Borgstrøm & Aass 2000; Saltveit et al. 2006). Dette endrer både kvaliteten og kvantiteten på habitatet (Anderson et al. 2006). Fordi laks og ørret, og aldergruppene innen begge arter stiller ulike krav til habitat, vil vannføringsendring kunne påvirke artene og størrelsesgruppene forskjellig (Borgstrøm & Aass 2000; Saltveit et al. 2006). En direkte konsekvens av at de fysiske forholdene endres kan være at fisken må skifte til sub-optimale habitat, eller ikke finner egnede habitat (Bogen et al. 2002; Saltveit et al. 2006). Indirekte får dette konsekvenser for bestandsstørrelsen og for fiskeproduksjonen (Saltveit et al. 2006).

I en rekke konsesjoner for småkraftverk har forvaltningen har satt krav om slipp av minstevannføring som avbøtende tiltak, bl.a. for å opprettholde en viss fiskeproduksjon. Det finnes imidlertid lite dokumentert kunnskap om effekter av slike tiltak. I tillegg er kunnskap om bestandene, bestandsstruktur og bekkens funksjon for fisk før byggingen av kraftverket vanligvis begrenset.

For fremtidige konsesjoner og pålegg om minstevannføring, er det fra forvaltningen et ønske om å få dokumentert effekten på bestander av ørret i elver der det er bygget kraftverk og der det er gitt pålegg om minstevannføring. En sentral problemstilling er hvorvidt den pålagte minstevannføringen fører til at ørret også etter utbygging fortsatt kan benytte berørt strekning som gyte- og oppvekstområde.

Utvelgelsen av egnede vassdrag ble gjort i samarbeid med NVE. Forutsetning for valg var at det var et pålegg om minstevannføring på berørt elvestrekning.

Problemstilling som ønskes belyst er gitt av NVE og er:

- Kan minstevannføring på normalt nivå (5-persentilverdier eller alminnelig lavvannføring) opprettholde en levedyktig bestand av stasjonær ørret

Arbeidshypotesen for prosjektet er:

- Så lenge det er vann, god vannkvalitet og et egnet substrat for ¹⁾ gyting og ²⁾ oppvekst vil det være ørret på elvestrekninger med sterkt redusert vannføring.

Denne hypotesen bygger på erfaring fra undersøkelser av andre elver med svært liten minstevannføring.

Forventningen er da å kunne observere årsunger (0+) og flere årsklasser ikke kjønnsmodne individer samt kjønnsmoden fisk. Tilstedeværelse av årsunger vil vise at det skjer gyting på høsten, at rogn klekker og at ungene overlever første sommer fram til observasjonstidspunktet. Dette er en viktig del av livssyklusen. En forutsetning er her å kunne utelukke at årsunger (0+) ikke vander inn fra ovenforliggende strekning eller fra sidebekker. En vurdering av vinterdødelighet gjøres basert på alderssammensetning i bestanden.

2. Metodikk

2.1 Valg av elver og stasjoner

Elvene for undersøkelsen ble valgt i samarbeid med NVE, og besto av Usma og Berdalselva i Møre og Romsdal, Stølselva i Hordaland og Vågåna i Rogaland (Figur 2.1). I de valgte vassdragene er det anlagt småkraftverk. I alle foreligger det krav om minstevannføring på strekning mellom inntak og avløp fra kraftstasjon.



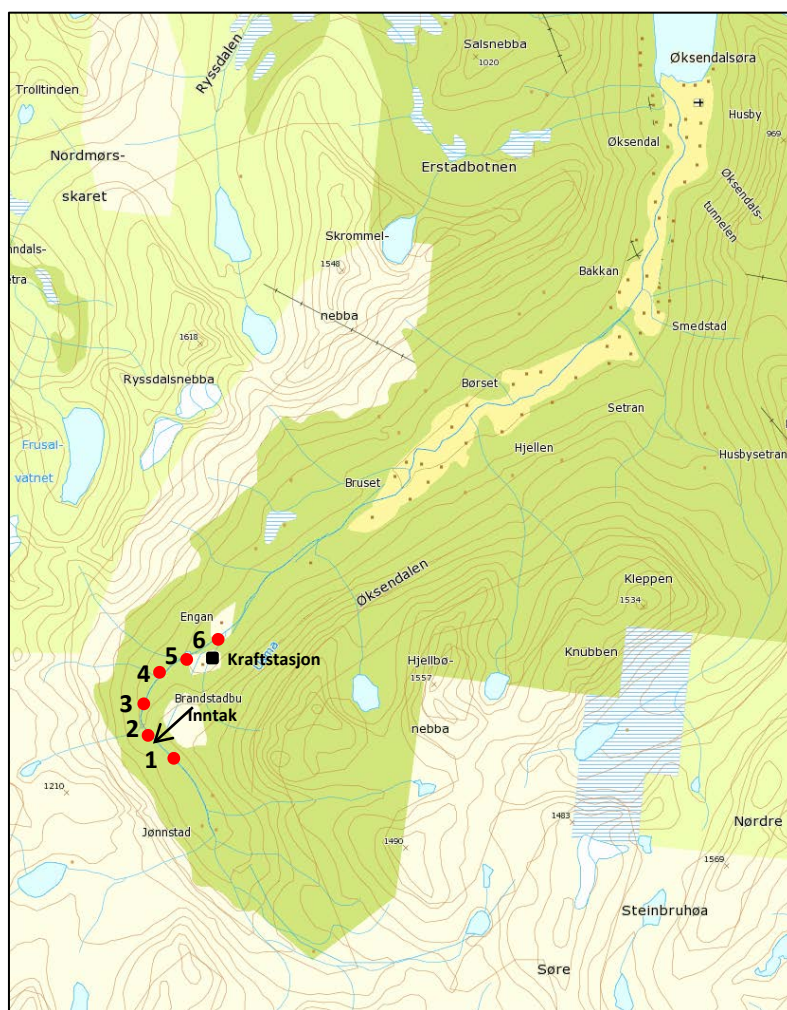
Figur 2.1. Oversiktskart som viser plassering av de fire vassdragene som ble valgt. (Kartet er hentet fra www.ngu.no).

2.1.1 Usma

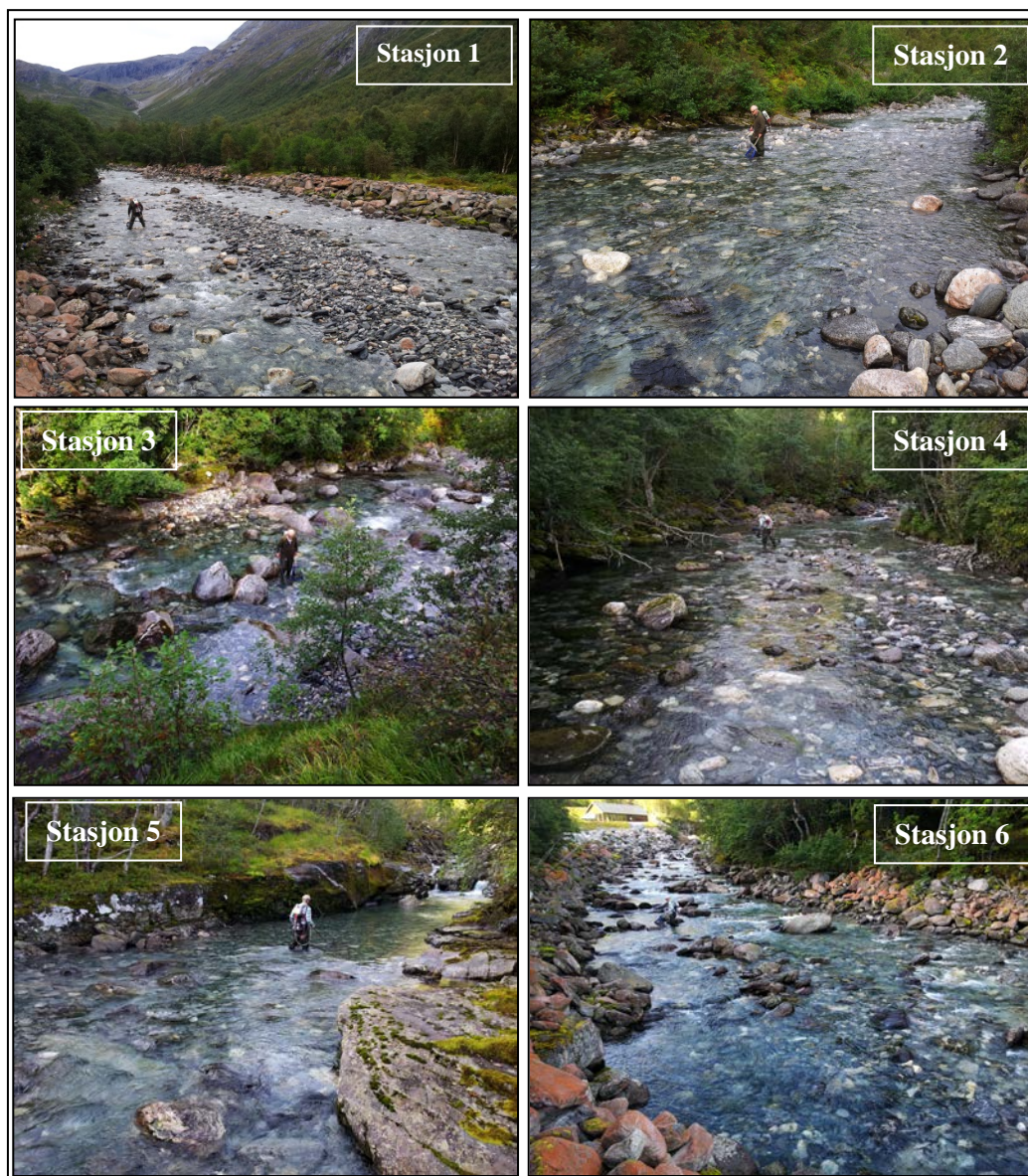
Usma ligger i Sunndal kommune i Møre og Romsdal. Kildene ligger øverst i Øksendalen, og elva renner ut i Sunndalsfjorden (Fig. 2.2). Den berørte strekning er ca. 2 km lang. Kraftverket er plassert ved Brandstad ca. 13 km fra utløpet i sjøen. Konesesjon ble gitt i 2007 og kraftverket ble satt i drift i 2010. Minstevannføringen fra inntaksdammen er $0,76 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1. juni til 30. september og $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ resten av året. Det er ingen innsjøer i umiddelbar nærhet av berørt strekning.

Det er ikke mulig for anadrom fisk, laks og sjørørret, å vandre opp. Naturlig vandringshinder er Fallfossen, se forside, som ligger ca. 8 km fra sjøen. En fisketrapp i fossen gjorde ytterligere 8km av elva, opp til Jønnstad, dvs. ca. 1.5 km oppstrøms inntaket, tilgjengelig for anadrom fisk. Etter at *Gyrodactylus salaris* ble påvist i elva i 1980, ble trappen stengt. All ørret på den undersøkte strekningen er derfor en stasjonær elvebestand. Det foreligger ikke fiskeundersøkelser før utbyggingen.

Til sammen seks stasjoner ble undersøkt (Fig. 2.2 og 2.3). Av disse ligger en stasjon ovenfor inntaksdam, mens en stasjon ligger nedenfor avløpet fra kraftverket.



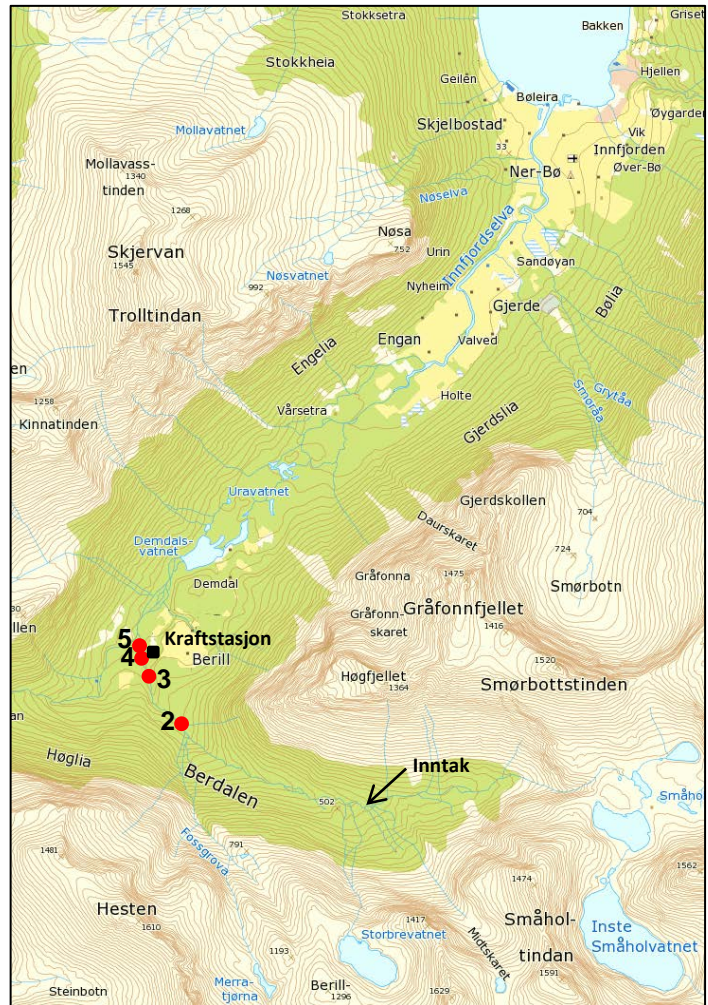
Figur 2.2. Kart over Usma med plassering av de seks stasjonene som ble undersøkt i 2013. Plasseringen av kraftverket og det tilhørende inntak er inntegnet (kart hentet fra www.ngu.no).



Figur 2.3. Bilder av de seks stasjonene som ble undersøkt i Usma i september 2013. Stasjon 1 er ovenfor inntak til kraftstasjon, stasjon 6 er nedenfor kraftstasjon (Foto Henning Pavels).

2.1.2 Berdalselva

Berdalselva ligger i Rauma kommune i Møre og Romsdal (Figur 2.3). Elven har sine kilder i Småholvatnet. Elven renner sammen med Berilda ved Berild og disse danner Innfjordelva som har avløp til Innfjorden. Berørt strekning strekker seg fra samløp med elven Berilda, kote 100 og ca. 1,8 km opp Berdalen til inntak på kote 490. Kraftverket ble satt i drift høsten 2009 og nytter et fall på 310 meter. Minstevannføringen er $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1. mai til 30. september og $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$ resten av året. Anadrom fisk, laks og sjøørret utnytter ca. 6 km av Innfjordelva som gyte- og oppvekstområde, men kan verken vandre opp i Berdalselva eller Berilda. Svarthølen er angitt som øvre grense for anadrom strekning (Arnekleiv et al. 2010). Berdalselva har derfor bare stasjonær ørret. Noe ørret kan ved overløp fra dammen slippe seg



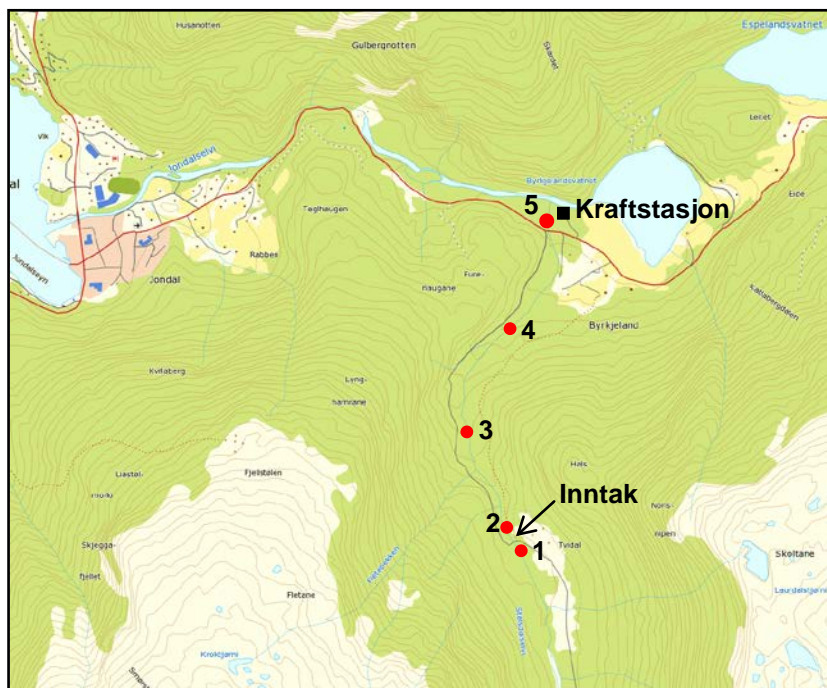
Figur 2.4. Kart og bilder av de fire stasjonene som ble undersøkt i Berdalselva i september 2013. Plassering av stasjonene og kraftstasjonen med inntak er inntegnet (kart hentet fra www.ngu.no). Foto H. Pavels og S.J. Saltveit (stasjon 2).

ned fra ovenforliggende deler, men ørret på strekningen vil i all hovedsak være stasjonær fisk. Det foreligger ikke fiskeundersøkelser fra Berdalselva, men Innfjordelva er undersøkt for en vurdering av mulige effekter av pulskjøring i Berild kraftverk på ungfiskestandene av laks- og sjøørret og på bunndyr (Arnekleiv et al. 2010).

Strekningen som ble undersøkt i Berdalselva var berørt elv mellom kote 200 (stasjon 2) og kote 100, elv nedenfor kraftstasjon (stasjon 5) (Fig. 2.4).

2.1.3 Stølsdalselva

Stølsdalselva ligger i Jondal kommune, Hordaland (Figur 2.4, Tabell 2.1). Den er en sideelv til Jondalselva og renner inn i denne ved Byrkjeland ca. 2,5 km oppstrøm Jondalselvas utløp i Hardangerfjorden. Stølsdalselva drenerer et fjellområde sørvest for Jondal og hovedkildene er Nipevatn og Espelands-Grytingsvatnet. Inntaket til kraftstasjonen er plassert ved Tveddal, mens avløpet er ved Byrkjeland. Tiltaket berører en elvestrekning på ca. 1,5 km. Kraftstasjonen ble satt i drift høsten 2009. Minstevannføringen er 0,4 m³/s i perioden 15. mai til 15. september og 0,14 m³/s resten av året, som er alminnelig naturlig lavvannføring. Jondalselva er lakseførende opp til Haugsfossen om lag 1 km fra sjøen (Kålås et al. 2002). Stølsdalselva har derfor kun stasjonær ørret. Det foreligger ikke undersøkelser av fiskebestanden i elva.



Figur 2.5. Kart over Stølsdalselva med oversikt over de fem stasjonene som ble undersøkt i oktober 2013. Kraftstasjonen og inntak er inntegnet i kartet (hentet fra www.ngu.no). Stasjon 2 til 5 ligger på berørt strekning



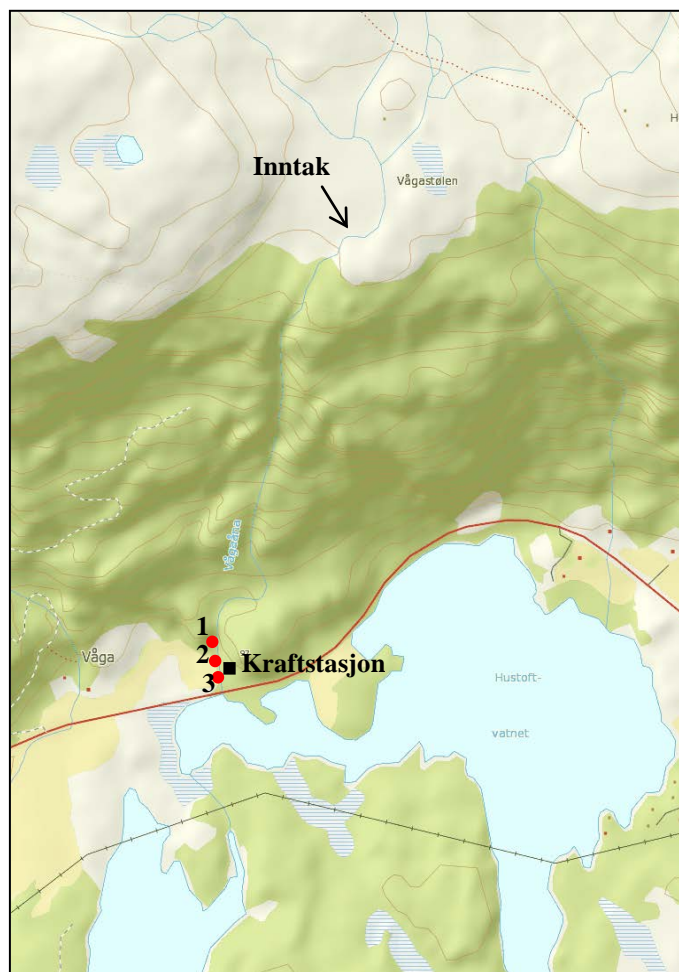
Figur 2.6. Bilder av de fem stasjonene som ble undersøkt i Stølsdalselva i oktober 2013. (Foto H. Pavels og S.J. Saltveit).

En av stasjonene ligger oppstrøms inntaksdam. Stasjon 2 til 5 ligger på berørt strekning.

2.1.4 Vågåna

Vågåna ligger innerst i Vindafjorden, i Vindafjord kommune i Rogaland. Vågåna renner ut i Hustoftvatnet, med videre avløp til Vindafjorden. Vågåna faller bratt fra inntaksområdet på kote 420 ca.1km til Hustoftvatnet (Fig. 2.7). Kun de nederste 50-60 m av elva er egnet til gyte- og oppvekstområde for ørret. Begge bredder på denne strekningen består i hovedsak av kraftig steinforbygning. Bunnsstratet her er relativt grovt, men det er innslag av partier med grus og mindre stein. Det er svært lite begroing i elva. Resten av elva er svært bratt.

Kraftverket har avløp til den midtre delen av dette korte elveavsnittet, ca. 40 m oppstrøm utløpet i innsjøen. En tilsvarende stor og relativt lik strekning oppstrøm avløp har sterkt redusert vannføring. Elvestrekningen fungerer som gyteområde for ørret fra Hustoftvatnet, og det er tidligere dokumentert en stasjonær bestand av ørret i bekken med gytefisk, årsunger og ett år gammel ørret (se kons. søknad). Det er ikke oppvandringsmuligheter for anadrom fisk.



Figur 2.7. Kart over Vågåna med oversikt over de tre stasjonene som ble undersøkt i oktober 2013. Kraftstasjonen og inntak er inntegnet kartet hentet fra (www.ngu.no).

Det er her gjort en sammenligning mellom strekning oppstrøms og nedstrøms kraftstasjon. Det vil her være mulig å dokumentere vinterdødelighet på rogn, siden gytingen høsten 2012 fant sted før kraftverket ble satt i drift.

Kraftstasjonen ble satt i drift i desember 2012. Minstevannføringen er $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1. mai til 15. oktober, $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ resten av året.

Figur 2.8. Bilder av de tre stasjonene som ble undersøkt i Vågåna i oktober 2013. Stasjon 3 ligger nedenfor utløpet av kraftstasjonen, angitt med pil. (Foto: H. Pavels og S.J. Saltveit).



2.2 Fiskebestand

Til registrering og innsamling av fisk ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat av typen FA3 konstruert av ing. Steinar Paulsen og produsert av Geomega AS, Trondheim. Maksimum spenning er 1600 V og pulsfrekvensen er 86 Hz.

Hver stasjon ble overfisket én gang og tettheten av fisk ble beregnet på grunnlag av fangbarhet. Lobdøn-Cervià & Utrilla (1993) fant at populasjonsestimater etter én utfisking basert på fangbarhet ga pålitelige resultater. Estimater for fangbarhet er hentet fra andre lokaliteter med kun ørret tilstede, og der tetthet er beregnet ut fra avtak i fangst ved tre gangers overfiske (successive removal) (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Benyttet fangbarhet for 0+ ørret er 0,50, mens fangbarhet 0,67 er benyttet for ørret eldre enn 0+.

Det ble bare påvist ørret. Fisken ble målt til nærmeste mm. I beregningene ble det skilt mellom årssunger (0+) og eldre ungfisk (>0+), primært basert på lengde-frekvensfordeling. Etter at fisket var ferdig ble de fleste fiskene satt ut igjen på stasjonen. Tettheten ble oppgitt som antall individer pr. 100 m².

Elektrofisket ble utført på 6 stasjoner 2.-3. september i Usma, på 4 stasjoner 3.-4. september i Berdalselva, på 5 stasjoner 15. oktober i Støldalselva og på tre stasjoner 14. oktober i Vågåna. Hovedmengden av stasjonene lå på strekning med redusert vannføring. I Usma og Støldalselva lå en av stasjonene oppstrøms inntaksdam, altså uregulert, mens det i alle elvene med unntak av Støldalselva også ble fisket nedenfor utløp av kraftstasjon.

3. Resultater og kommentarer

Det ble ikke fanget andre fiskearter enn ørret i de fire undersøkte elvene.

3.1 Usma

3.1.1 Fiskebestand

Det ble totalt fanget 25 ørret, som fordeler seg på minst tre årsklasser, 1+, 2+ og 3+ (Fig. 3.1). Det ble her ikke fanget årssunger (0+). Mesteparten av fisken, 80 %, bestod av ørret som var eldre enn 1+, og av disse dominerte toåringene. Samlet på de fire stasjonene ble det fanget ørretunger i lengdeintervallet 68-163 mm (Fig. 3.1), og av disse var 1+ fisk mindre enn 80 mm.

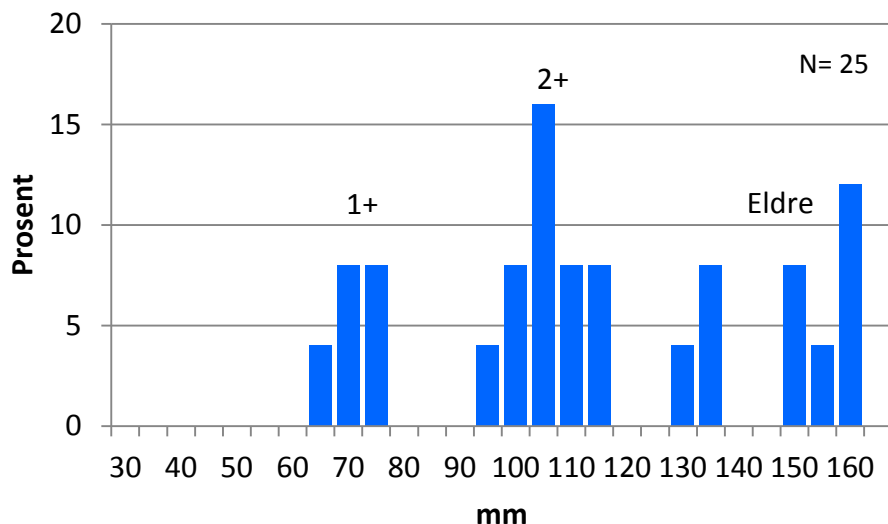


Fig. 3.1. Prosentvis lengdefordeling av ørret fanget i Usma i september 2013.

Tabell 3.1. Antall og bestandstetthet ($N/100\text{ m}^2$) av årsunger (0+) og eldre ørret fanget på ulike stasjoner i Usma og Berdalselva i september 2013.

	USMA				BERDALSELVA			
	Areal	Antall	Bestandstetthet		Areal	Antall	Bestandstetthet	
			0+	Eldre			0+	Eldre
1	65	9	0	20,6	-	-	-	-
2	116	3	0	3,4	45	4	0	13,2
3	44	1	0	3,4	61	19	36,1	19,5
4	132	5	0	5,7	69	14	14,5	19,5
5	40	0	0	0	38	7	36,8	0
6	89	7	0	11,7				
Total	486	25	0	7,7	213	44	21,6	14,7

3.1.2 Tetthet

Det ble bare fanget til sammen 25 ørret på undersøkt strekning. Det ble ikke påvist årsunger (0+). Tettheten av eldre ørret var generelt lav, spesielt på strekningen med minstevannføring. Tettheten varierte mellom 0 og 20,6 fisk pr. 100 m^2 (Tabell 3.1 og Figur 3.2). De høyeste tetthetene ble påvist på stasjon 1 og stasjon 6, dvs. på uberørt strekning oppstrøms kraftverket og på strekningen nedenfor avløpet fra kraftstasjonen.

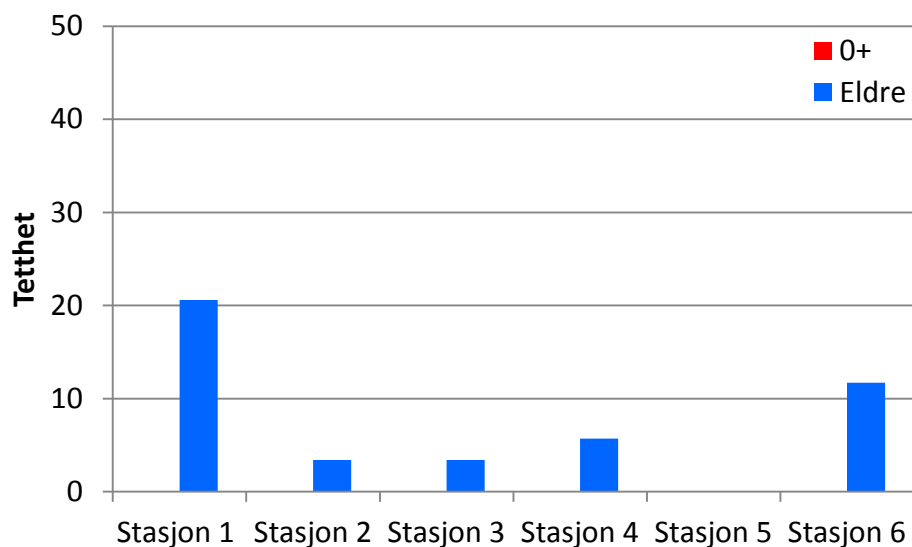


Fig. 3.2. Tetthet (antall fisk pr. 100m²) av årsunger (0+) og eldre ørret i Usma i september 2013.

3.2 Berdalselva

Det ble kun påvist ørret på den undersøkte strekningen. Anadrom fisk, laks og sjøørret, kan vandre c. 5 km opp i Innfjordelva til Svarthølen, som er angitt som øvre grense for anadrom strekning (Arnekleiv et al. 2010). Laksen i Innfjordelva er infisert med *Gyrodactylus salaris*. Noen dager før undersøkelsen ble Innfjordelva behandlet med rotenon. Denne behandlingen omfattet imidlertid ikke Berdalselva.

3.2.1 Fiskebestand

Fire stasjoner ble undersøkt. Tre av disse ligger mellom inntaksdam og avløp fra kraftstasjon. Stasjon 4 ligger nedenfor kraftverket. Det ble fanget relativt mye fisk, og størst antall av eldre ørretunger på stasjon 3 og 4 (Tabell 3.1). Det ble påvist både årsunger (0+) og eldre ørret, og bestanden besto av minst tre årsklasser. Årsunger utgjorde ca. 52 % av fangsten og disse var mellom 31 og 59 mm (Fig. 3.2). Fisk med to vekstsesonger på elv (1+) var mellom 68 og 94 mm (Fig. 3.2). Det var altså ikke overlapp i lengdefordelingen mellom 0+ og eldre ørret.

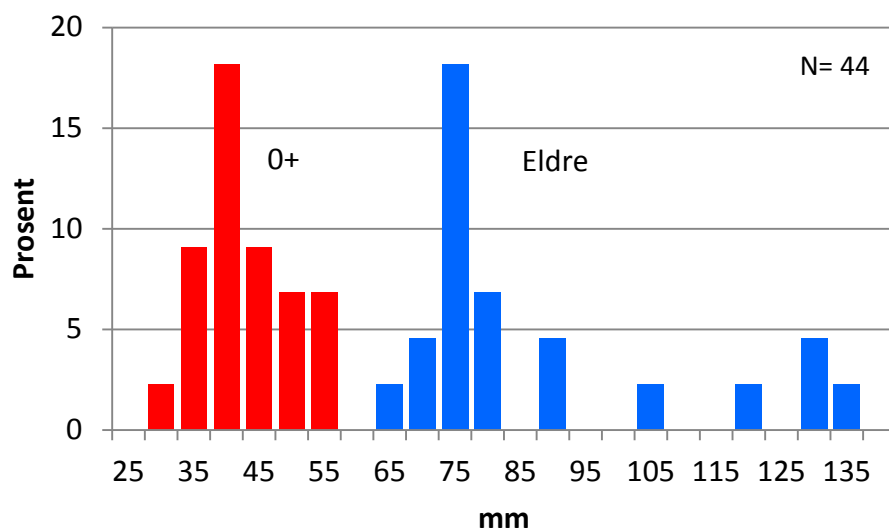


Fig. 3.3. Prosentvis lengdefordeling av ørret fanget i Berdalselva i september 2013.

3.2.2 Tetthet av ørret

Det ble ikke funnet årsunger (0+) på den øverste lokaliteten, mens det ikke ble fanget eldre ørret på stasjonen nedenfor avløpet fra kraftstasjonen, stasjon 5 (Tabell 3.1 og Fig. 3.4). De høyeste tettheter av 0+ ble beregnet på stasjon 3 og på stasjon 5. For eldre ørret var tettheten høyest på stasjon 3 og 4, dvs. på berørt strekning (Fig. 3.4).

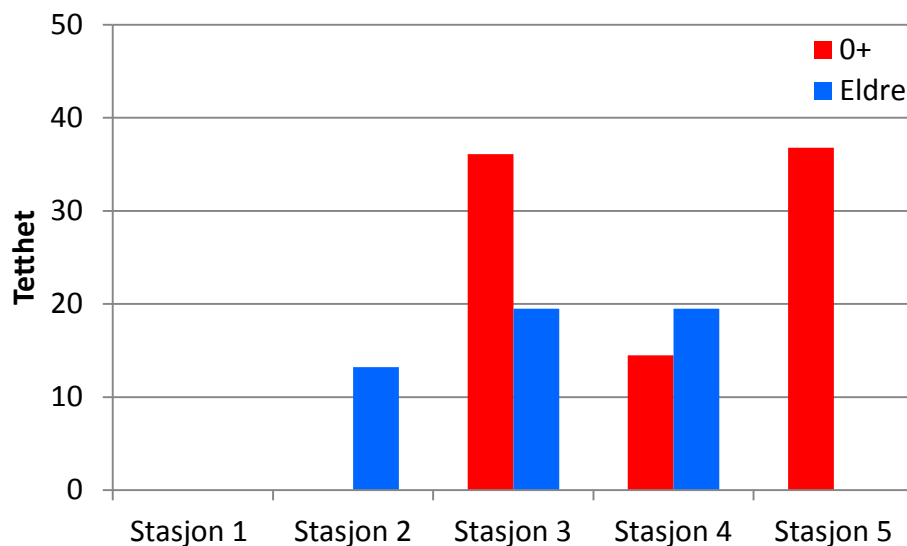


Fig. 3.4. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørret i Berdalselva i september 2013.

3.3 Stølsdalselva

3.3.1 Fiskebestand

Ørret var eneste fiskeart som ble påvist. Det ble totalt fanget 64 individer. Disse var mellom 50 og 230 mm (Fig. 3.5). Det er ikke mulig ut fra lengdefordelingen å si noe sikkert om alderssammensetningen i bestanden, men den består høyst sannsynlig av minst fire årsklasser. Andelen årsunger (0+) i fangstene var svært liten, bare ca. 5 % av den totale fangsten. Det ble ikke påvist 0+ ørret på stasjon 1 (ovenfor inntak) eller på stasjon 5 (nederst i elva). Det ble funnet kjønnsmodne ørret på samtlige stasjoner. På de tre øverste var antallet to, mens henholdsvis fire og seks ørret var gytemodne på stasjon 5 og 6.

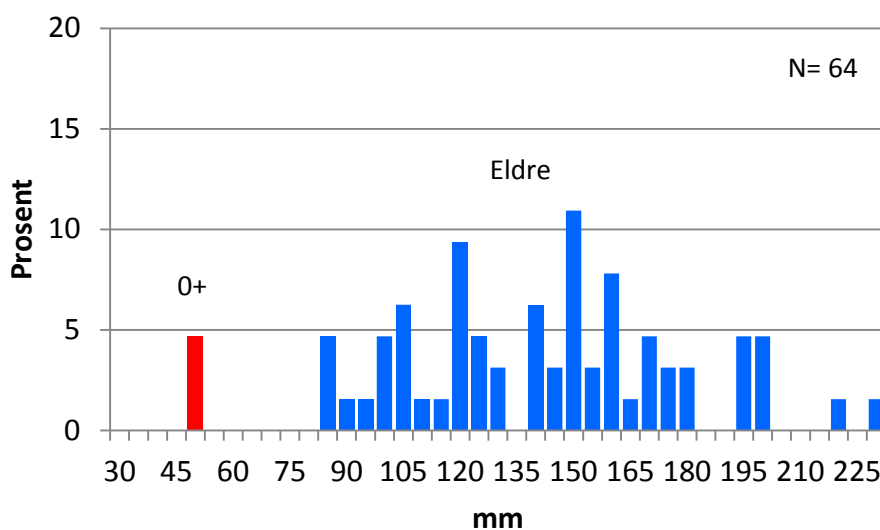


Fig. 3.5. Prosentvis lengdefordeling av ørret fanget i Stølsdalselva i oktober 2013.

3.3.2 Tetthet av ørretunger

På de tre øverste stasjonene ble det beregnet svært høye tettheter av ørret eldre enn 0+. Tettheten var spesielt høy på stasjon 3 som ligger på berørt strekning, men tetthetene på stasjon 1, ovenfor inntaksdammen, og på stasjon 2 må også karakteriseres som høye (Tabell 3.3 og Fig. 3.6). Lave tettheter av årsunger kan tyde på at mye av dette kan være fisk som slipper seg ned fra strekningen ovenfor dammen. Imidlertid tyder tilstedeværelsen av gytefisk på at det foregår gyting på strekningen med minstevannføring. Lave tettheter av årsunger kan skyldes dårlig overlevelse av rogn gjennom vinteren ved frysing eller tørrlegging. Egnet habitat for årsunger var relativt begrenset siden elva i hovedsak består av mye stryk og stor stein, terrassepreget. Det er imidlertid mange dype områder og godt med skjul for større fisk, noe som ofte mangler i små elver. Dette kan føre til lav bestand av større fisk (Kennedy & Strange 1982). Tettheten av årsunger (0+) var generelt lav. Årsunger ble ikke funnet ovenfor dammen og heller ikke på den nederste stasjonen. Selv om det påvises relativt mange gytefisk, betyr det ikke nødvendigvis høy reproduksjon på berørt strekning.

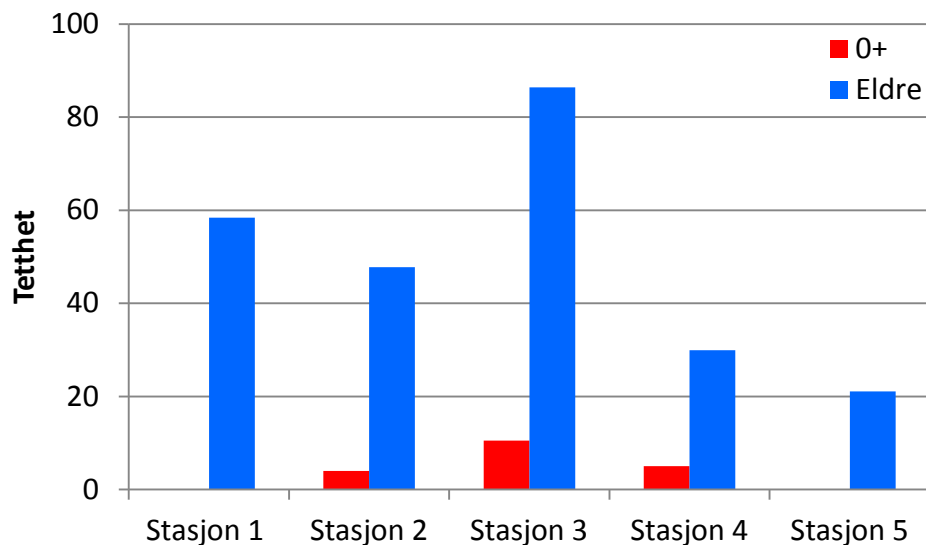


Fig. 3.6. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørret i Støldalselva i oktober 2013.

Tabell 3.3. Antall og bestandstetthet (N/100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørret fanget på ulike stasjoner i Støldalselva og Vågåna i oktober 2013.

	Støldalselva				Vågåna			
	Areal	Antall	Bestandstetthet		Areal	Antall	Bestandstetthet	
			0+	Eldre			0+	Eldre
1	23	9	0	58,4	30	20	13,3	89,5
2	50	17	4,0	47,8	41	19	53,6	21,8
3	19	12	10,5	86,4	65	7	6,2	11,5
4	40	9	5,0	29,9				
5	120	17	0	21,1				
Total	252	64	2,4	36,1	136	46	22,1	34,0

3.4 Vågåna

Ørret var eneste fiskeart. Det ble totalt fanget 45 individer. I tillegg ble det påvist til sammen 37 gytefisk. Dette er fisk som har vandret opp fra det nedenforliggende Hustoftvatnet, og disse er derfor ikke tatt med i lengdefordelingen eller i beregningene av tetthet. Minste gytefisk målte 17 cm, mens den største var ca. 45 cm. Det ble funnet kjønnsmodne ørret på samtlige stasjoner. Flest, 20 individer, på stasjon 2, færrest, 2 individer, på stasjon 1.

Ikke gytemoden ørret, altså fisk som sannsynligvis har stått på elv hele sommeren var mellom 42 og 163 mm (Fig. 3.7). Det var her ut fra lengdefordelingen kun mulig å skille mellom årsunger (0+) og eldre ørret. Største årssunge målte 69 mm. Det er ikke mulig å si noe sikkert om alderssammensetningen i bestanden, men den består høyst sannsynlig av minst tre årsklasser. Andelen årsunger (0+) i fangstene var ca. 30 % av den totale fangsten. Det ble påvist 0+ ørret på alle stasjonene.

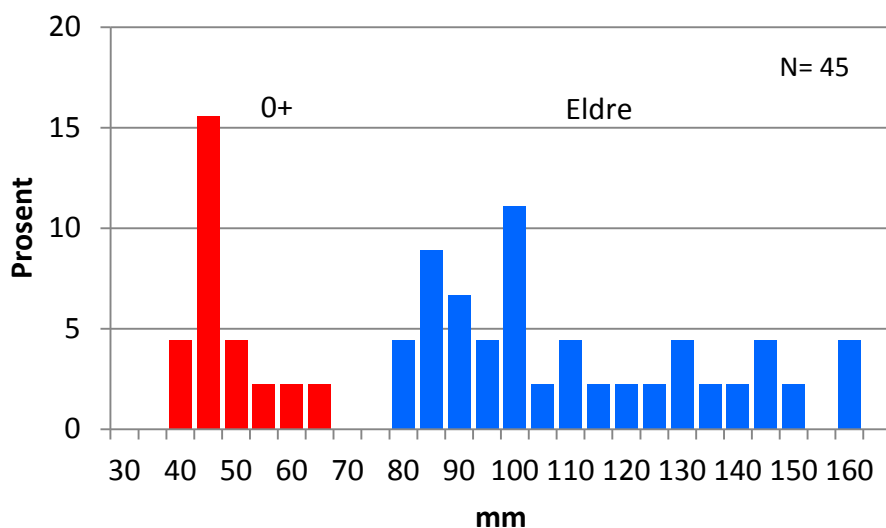


Fig. 3.7. Prosentvis lengdefordeling av ørret fanget i Vågåna i oktober 2013.

3.4.1 Tetthet av ørretunger

Det beregnes relativt høye tettheter av ørret i Vågåna, både av årsunger og av eldre ørret. De høyeste tetthetene av eldre ble funnet på stasjon 1, der den ble beregnet til hele 89,5 fisk pr. 100m². Høyeste tetthet av årsunger ble beregnet på stasjon 2, med 53,6 fisk pr. 100m². Den laveste tettheten av både 0+ og eldre ørret ble beregnet på stasjon 3. Stasjon 3 ligger nedenfor avløpet fra kraftstasjonen, og lavere tettheter her kan skyldes høy vannhastighet når kraftstasjonen er i drift. Vågåna er den eneste av disse fire elvene med noe informasjon om fiskebestanden før utbygging. Det ble da påvist ørretunger og gyting. Imidlertid var tetthetene da lavere. Til sammenligning ble tettheten av 0+ i 2004 beregnet til bare 5,3 fisk pr. 100m², mens den for eldre var 7,0 fisk pr. 100m² (se søknad om konsesjon).

Kraftstasjonen i Vågåna kom i drift i desember 2012. Det betyr at gyting dette året fant sted før vannføringen ble redusert. Imidlertid viser relativt høye tettheter av 0+ på berørt strekning at rogn har overlevd vinteren ved en minstevannføring på 0,05 m³/s, mens det både for yngel og eldre ørret har vært tilstrekkelig med 0,2 m³/s. Mye av grunnen til høy rognoverlevelse bør nok tilskrives at vannspeilet i Hustoftvatnet strekker seg til utløpet av kraftstasjonen. For eldre ørret er det noen dypere områder større fisk kan oppholde seg, men skjulmulighetene var beskjedne. Det er heller ikke usannsynlig at større umoden ørret i perioder kan oppholde seg i det nedenforliggende Hustoftvatnet.

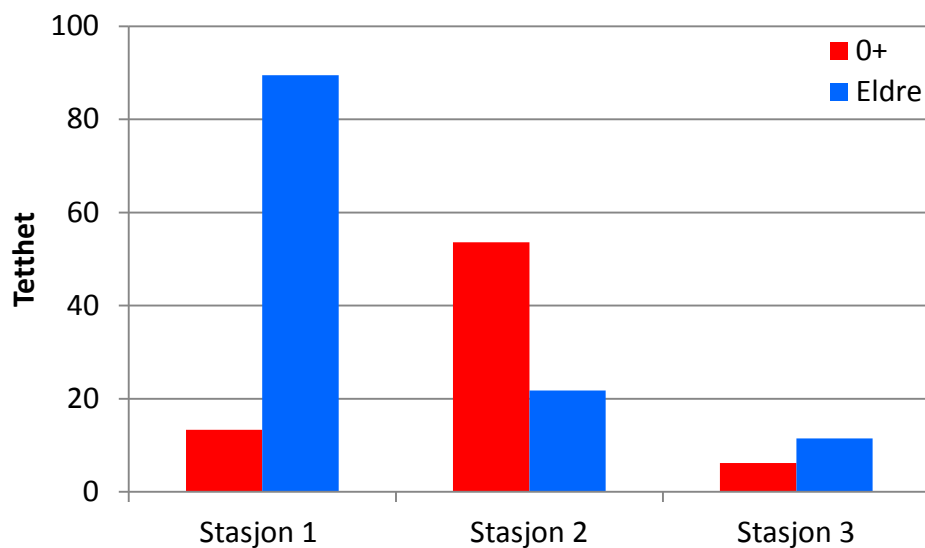
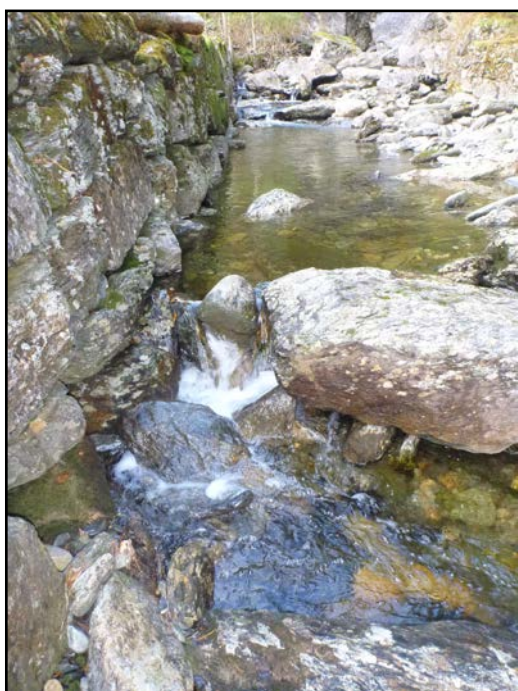


Fig. 3.8. Tetthet (antall fisk pr. 100 m²) av årsunger (0+) og eldre ørret i Vågåna i oktober 2013.



Store mengder gytefisk tyder også på at Vågåna er et viktig rekrutteringsområde for ørret fra Hustoftvatnet. Gyting hadde ikke funnet sted da undersøkelsen ble foretatt 14. oktober. For overlevelse av rogn kan det derfor være en fordel at gyting vil foregå på lav vintervannføring. Imidlertid kan 0,05 m³/s være en for lav vannføring for både gyting og oppvandring. Gyteområdene blir for grunne. Sannsynligvis vil det være en fordel både for oppvandring og gyting å forlenge perioden med sommervannføringen noe. Ovenfor kraftverket var det på strekningen et sannsynlig vandringshinder ved den gitte sommervannføringen (se bilde).

4. Diskusjon

Den sentrale problemstillingen var å få belyst hvorvidt pålagte minstevannføringer fører til at ørret etter utbygging *kan benytte* berørt strekning som gyte- og oppvekstområde. Effekter av minstevannføring på tetthet, endringer i bestandssammensetning eller effekter av redusert produktivt areal på fiskeproduksjon skulle ikke vurderes ut fra sammenligning før og etter utbygging. Funn av årsunger viser at strekningene er viktig for gyting, mens tetthet av eldre ørretunger viser god overlevelse. Konklusjonen er derfor at de gitte minstevannføringene gjør det mulig å opprettholde bestander av ørret som også reproducerer på strekningene. Denne konklusjonen er ikke bare basert på resultatene fra de fire undersøkte elvene.

Tabell 4.1. Bestandstetthet ($N/100\text{ m}^2$) av årsunger (0+) og eldre ørret i elver med liten minstevannføring.

ELV	Areal	Bestandstetthet		Minstevannføring i m^3s^{-1}		Referanser
		0+	Eldre	Sommer	Vinter	
Stølsdalselva	229	4,8	46,3	0,4	0,14	Denne undersøkelsen
Vågåna	71	33,5	55,5	0,2	0,05	Denne undersøkelsen
Usma	332	0	3,1	0,76	0,1	Denne undersøkelsen
Berdalselva	175	16,9	17,4	0,2	0,09	Denne undersøkelsen
Myklebustelva	100	2,0	36,5	0,1	0,03	Saltveit og Wendelbo 2012
Myklebustdalselva	390	4,0	21,1	1,8	0,3	Saltveit og Wendelbo 2012
Melselva	200	3,6	17,3			Saltveit og Wendelbo 2012
Usteåne	661	22,4	22,4	0,2 ¹⁾	0,2 ¹⁾	Saltveit et al. 2014
Hemsil		11,3	5,9	0,1	0,025	Saltveit et al. 2012

1) Restfelt kan gi høyere vannføring

I 2011 ble det gjennomført en undersøkelse i tre elver der det var bygget småkraftverk og der det forelå informasjon om fisketetthet før utbygging (Saltveit og Wendelbo 2012). Med unntak av sommervannføringen i Myklebustdalselva, var minstevannføringen både sommer og vinter lav i disse tre elvene (Tabell 4.1). Funn av årsunger viser også her naturlig reproduksjon og tettheten av eldre fisk var relativt høy. Undersøkelsen av disse tre elvene viste også generelt sett ingen nedgang i tetthet av ørret- og laksunger på minstevannføringsstrekningen mellom inntak og utløp kraftstasjon. Faktisk hadde det i disse bekkene etter utbyggingen vært en økning i tetthet av ørret på strekning med minstevannføring, men reduksjon i vanndekket areal har stor betydning for den totale mengden fisk. En lavere vannhastighet kan ha virket positivt for 0+, siden tetthetene på berørt strekning enten er uendret eller har økt.

For ytterligere å dokumentere at en bestand av ørret kan opprettholdes selv om minstevannføringene er svært lave, er resultat fra undersøkelser i to større elver, Hemsil og Usteåne, med meget liten minstevannføring vist i Tabell 4.1.

Det er imidlertid viktig å skille mellom tetthet av fisk på den ene siden og vanddekket produksjonsareal på den andre. Et mindre vanddekket areal på strekninger med minstevannføring fører til en totalt sett lavere total mengde fisk og derved liten fiskeproduksjon. En reduksjon i habitat som er tilgjengelig for fisk, som vannhastigheter, dyp, substrat og skjulmuligheter, vil gi en konkurranseforskyvning mellom de ulike årsklasser, bl.a. dokumentert av Bohlin (1979), og gir en endring i alders- og størrelsessammensetningen. Gyting og utbredelse av de ulike årsklasser og ulikheter mellom lokaliteter kan forklares ut fra forskjeller i substrat. Sommergamle ørretunger finnes primært i områder med grus og småstein (2-30 cm), mens større fisk bruker arealer med grovere substrat (10-50 cm og grovere) (Karlström 1977; Bohlin 1978; Heggenes 1988b; Heggenes & Saltveit 1990). Grovt substrat er viktig for å gi skjul, både med hensyn til høy vannhastighet og predatorer (Heggenes 1988a).

Lave tettheter av årsunger viser at egnet habitat for disse er begrenset, mens høyere tetthet av eldre fisk gjenspeiler et oppvekstområde bestående av større stein og blokk og kulper. Høyere tetthet av eldre og større fisk må også i noen tilfelle tilskrives innvandring til strekningen fra ovenforliggende uregulert strekning. En vurdering av tetthet alene er derfor ikke tilstrekkelig til å kunne avdekke endringer i tetthet, endring i fiskebestanden og årsak til disse endringene på berørt strekning, men dette var heller ikke formålet med denne undersøkelsen.

Bohlin (1978) fant signifikante forskjeller i tettheten av sommergamle (0+) og ettårige ørretunger mellom ulike år i Jörlandaån, en liten elv på sørvestkysten av Sverige. En toårig variasjon i populasjonen mellom sommergamle og ettåringer ble funnet, og Bohlin forklarte dette med konkurranse mellom de to årsklassene. Lignende forhold kan godt tenkes å gjøres gjeldende på strekningene med minstevannføring. Imidlertid lar dette seg ikke dokumentere basert på en ettårig undersøkelse.

Av stor betydning for reproduksjon og overlevelse er vintervannføringen. Lav vintervannføring kan enkelte år medføre at gytegrøper tørrlegges og at egg derved fryser og dør (Barlaup & Saltveit 2006). Spesielt vil dette være et problem dersom vannføringen i gyteperioden er høyere enn vannføringen om vinteren. Om dette er årsaken til at det ikke ble funnet 0+ i Usma lar seg ikke dokumentere i denne undersøkelsen, men det er her svært store forskjeller mellom sommer- og vintervannføring. Vintervannføringen var imidlertid høy nok for overlevelse av eldre ørretunger.

En annen og mer langsiktig konsekvens på strekning nedenfor en kraftstasjon vil være økt erosjon. Dette vil føre til substratendringer og derved endrete gyteforhold og reproduksjonsmuligheter.

Redusert vannføring får stor negativ betydning for utøvelsen av fisket i elva. Imidlertid kan større kulper opprettholde fisk av en viss størrelse.

4.1 Konklusjon

- En minstevannføring mellom inntak og utløp kraftstasjon gjør at strekningen benyttes både til gyting og oppvekst, og til at det opprettholdes en stasjonær bestand av ørret.
- Enkelte endringer som har konsekvenser for rekrutteringen viser seg først etter mange år, slik som økt begroing og sedimentasjon på strekning med redusert vannføring og økt erosjon på strekning nedstrøms kraftverk.
- Tidsserier vil dokumentere variasjoner i tettheter som følge av naturlig variasjon i rekrutteringen.

5. Referanser

- Anderson, E. P., Freeman, M. C. & Pringle, C. M. (2006). Ecological consequences of hydropower development in Central America: Impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages. *River Research and Application*, 22: 397-411.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Koksвик, J. & Alfredsen, K. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Innfjordelva, Rauma kommune, 2004-2009. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2010, 4, 42s.
- Barlaup, B. T. & Saltveit, S. J. (2006). Gyting, rognutvikling og tidspunkt for første næringsopptak. I: Saltveit, S. J. (red.) *Økologiske forhold i vassdrag - konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap*, s. 80-87. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Bogen, J., Bremnes, T., Bønsnes, T., Heggenes, J., Johansen, S. & Saltveit, S. J. (2002). Fiskehabitat i Suldalslågen. Et studie av sedimentasjonsdynamikk, begroing, habitattilbud og habitatbruk hos fisk. *Suldalslågen-Miljørapport*. Oslo. 82 s.
- Bohlin, T. (1978). Temporal changes in the spatial distribution of juvenile sea-trout *Salmo trutta* in a small stream. *Oikos*, 30: 114-120.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggeberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. (1989). Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia*, 173: 9-43.
- Frilund, G. E. (2010). Etterundersøkelser ved små kraftverk. Sumvirkninger på landskap. Botaniske verdier og småkraft. Bunndyr og småkraft. Konesjonsfrie mikro- og minikraftverk. *Rapport Miljøbasert vannføring 2: Norges vassdrags- og energidirektorat*. 130 s.
- Heggenes, J. (1988a). Physical Habitat Selection by Brown Trout (*Salmo trutta*) in Riverine Systems. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 64: 74-90
- Heggenes, J. (1988b). Substrate preferences of brown trout fry (*Salmo trutta*) in stream channels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 1801-1806.
- Heggenes, J. & Saltveit, S. J. (1990). Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*S. trutta* L.) in a Norwegian river. *Journal of Fish Biology*, 36: 707-720.
- Johansen, M., Elliott, J.M. & Klemetsen, A. 2005 A comparative study of juvenile salmon density in 20 streams throughout a very large river system in northern Norway. *Ecology of Freshwater Fish*, 14: 96-110.
- Johnsen, B. O. & Hvidsten, N. A. (2004). Krav til vannføring i sterkt regulerte småskalavassdrag. *Rapport Miljøbasert vannføring 4*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat. 68 s.

- Jonsson, B. 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114: 182-194
- Karlström, Ö. (1977). Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some references to human activities. *Acta univ. Upsaliensis*, 404: 1-12.
- Kennedy, G. J. A. & Strange, D. D. (1982). The distribution of salmonids in upland streams in relation to depth and gradient. *Journal of Fish Biology*, 20: 579-591.
- Kålås, S., B.A. Hellen, H. Sægrov & K. Urdal 2002. Fiskeundersøkingar i Jondalselva hausten 2001. Rådgivende Biologer AS, rapport 581, 17 s.
- Lobòn-Cervià, J. & Utrilla, C. G. (1993). A simple model to determine stream trout (*Salmo trutta* L.) densities based on one removal with electrofishing. *Fisheries Research*, 15: 369-378.
- Saltveit, S. J., Brabrand, Å. & Barlaup, B. T. (2006). Ungfisk. I: Saltveit, S. J. (red.) *Økologiske forhold i vassdrag - konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap*, s. 88-99. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Saltveit, S.J. & Wendelbo, R. 2012. Konsekvenser og avbøtende tiltak for ørret i forbindelse med utbygging av små kraftverk. NVE-Rapport miljøbasert vannføring (5-2012), 40s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J. & Pavels, H. 2012. Hemsil 3. Fagtema fisk og ferskvannsbibliografi. Sluttrapport. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 21, 59s + vedlegg.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J. & Pavels, H. 2014. Bunndyr og fisk i terskler i Usteåne ved Geilo. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 30, XXs .
- Zippin, C. (1958). The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife management*, 22: 82-90.