

# Fiskebiologiske undersøkelser i Årøyelva

## Årsrapport for 2015



# Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske

Uni Research Miljø  
Nygårdsgaten 112  
5008 Bergen

Telefon: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN-1892-8889

LFI-rapport nr: 279

**Tittel:** Fiskebiologiske undersøkelser i Årøyelva - Årsrapport for 2015

**Dato:** 21.06.2016

**Forfattere:** Helge Skoglund, Tore Wiers & Eirik Straume Normann

**Geografisk område:** Sogn og Fjordane

**Oppdragsgiver:** Sognekraft AS

**Kontaktperson hos oppdragsgiver:** Jacob Hornnes

**Antall sider:** 32

**Utdrag:** På oppdrag fra Sognekraft AS skal Uni Research Miljø LFI gjennomføre fiskebiologiske undersøkelser i Årøyelva i årene 2014-2018. Undersøkelsene gjennomføres etter pålegg fra Miljødirektoratet. Denne rapporten er andre årsrapport og omhandler ungfiskundersøkelser, gytefisktelling og habitatkartlegging foretatt i prosjektet fra høsten 2014 og frem til våren 2016.

**Forsidefoto:** Parti fra Årøyelva (øverst til venstre); avtegning fra tidligere fangster (øverst til høyre); levende egg fra tørrlagt gytegrøp (nede til venstre); smolt fra Årøy klekkeri (nederst til venstre). Foto: Tore Wiers/Helge Skoglund.

## Innhold

Sammendrag .....	4
Bakgrunn og hensikt.....	5
Områdebeskrivelse.....	5
Materiale og metoder .....	6
Gytefisktelling.....	6
Elektrisk fiske.....	6
Resultater .....	8
Fangst og stamfisk.....	8
Kultivering .....	9
Gytefisktelling.....	11
Ungfiskundersøkelser.....	12
Temperaturforhold .....	15
Vannføringsforhold .....	17
Diskusjon .....	20
Bestandsforhold .....	20
Genetikk .....	21
Gyteområder og vannføring.....	22
Hurtige vannføringsendringer .....	24
Kultivering .....	24
Referanser .....	25
Vedlegg I – Habitatkart for Årøyelva .....	26
Vedlegg II - Rapport «Årøyelva fiskeundersøkelse» - Genetikk .....	29

## Sammendrag

Årøyelva er kjent for å være en god lakseelv med en betydelig andel storvokst laks, og har status som nasjonalt laksevassdrag. For å øke kunnskapsstatusen om laksebestanden og effekten av vassdragsreguleringene i vassdraget, skal LFI ved Uni Research Miljø gjennomføre fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget i periode 2014-2018 på oppdrag fra Sognekraft AS. Denne rapporten tar for seg resultatene som er opparbeidet i 2014 og 2015.

Ved drivtellingene høsten 2015 ble det talt 387 laks, 81 sjøaure og 7 rømte oppdrettslaks. På grunn av reduserte siktforhold og stedvis høy fisketetthet var det krevende å identifisere størrelsesgrupper og merkestatus, samt å skille ut eventuell rømt oppdrettslaks. Andelen smålaks, mellomlaks og storlaks var henholdsvis 14 %, 40 % og 45 %. Av 387 observerte laks ble 203 (52 %) registrert i den 120 m lange utløpskanalen fra Årøy kraftverk, hvor en også finner det største gyteområdet i elven. Gytebestanden av laks tilsvarer en egg tetthet på 41,9 egg per m<sup>2</sup>, noe som er omlag 10 ganger høyere enn gytebestandsmålet. Tilsvarende var egg tettheten for sjøaure 2,8 egg per m<sup>2</sup> høsten 2015.

Ved elektrisk fiske høsten 2015 ble det funnet en gjennomsnittlig tetthet på 34 ensomrige (0+) lakseunger og 70 eldre (>0+) lakseunger per 100 m<sup>2</sup>. De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrige og eldre aure var henholdsvis 1,8 og 5,4 per 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av lakseunger kan karakteriseres som høy, mens tettheten av aure som lav.

Vanntemperaturen i Årøyelva er forholdvis høy sammenliknet med andre brevassdrag i Sogn og Fjordane. Vannføringsregimet i vassdraget er i stor grad styrt av snø- og bresmelting, men reguleringen medfører at det periodevis forekommer hurtige vannføringsendringer. I årene 2013-2016 har det årlig forekommet flere episoder med vannstandsreduksjoner på mer enn 20 cm per time. Dette medfører risiko for økt dødelighet som følge av at ungfisk strandes. Strandingsrisikoen forsterkes ved at elveleiets utforming resulterer i at betydelige partier med gunstige ungfiskhabitat tørrlegges ved hurtige vannføringsreduksjoner. Effekter av vannføringsreduksjoner i vassdraget vil undersøkes nærmere i prosjektet. Mulige tiltak for å redusere risiko for stranding inkluderer operasjonelle endringer i driftsmønsteret i Årøy kraftverk og fysiske tiltak i elven. Både våren 2015 og 2016 ble det funnet gytegroper som var tørrlagt på lave vannføringer, noe som skyldes at vannstanden tidvis er langt høyere i gytetiden enn ved minstevannføring om vinteren. Det er foreløpig uklart i hvilken grad dødelighet som følge av gytegroper blir tørrlagt påvirkes av vassdragsreguleringen.

Foreløpige genetiske analyser viser at laksebestanden i Årøyelva er sterkt påvirket av innkrysning av rømt oppdrettslaks, og at bestanden har forandret genetisk sammensetning sammenliknet med en historisk prøve fra 1981-1983. Graden av innkryssing av oppdrettslaks er blitt estimert å være 14,7 %, og den genetiske integriteten har blitt klassifisert med tilstandskategori «*svært dårlig*» i kvalitetsnormen for villaks. Prøver fra stamfiskkontroll i 2014 og 2015 viste også at henholdsvis 24 % og 44 % av stamfisken måtte forkastes pga mulig oppdrettsgenetisk opphav. Videre analyser kommer spesifikt til å analysere mulig omfang av innkrysning av rømt oppdrettslaks i tidligere brukt stamfisk og om utsettinger kan ha bidratt til en reduksjon av effektiv bestandsstørrelse.

## Bakgrunn og hensikt

Årøyelva er kjent for å være en god lakseelv med en betydelig andel storvokst laks, og har status som nasjonalt laksevassdrag. Vassdraget er regulert, og for å øke kunnskapsstatusen om laksebestanden og eventuelle reguleringseffekter i vassdraget, har Miljødirektoratet (i brev datert 05.06.2014) pålagt vassdragsregulanten Sognekraft å utføre fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget. I følge pålegget skulle følgende undersøkelser gjennomføres:

- Årlige ungfiskundersøkelser med elektrisk fiskeapparat i perioden 2014 - 2018.
- Årlige gytefisktellinger ved drivtelling i perioden 2014 – 2018.
- Innsamling og analyse av skjellprøver av laks og sjøaure årlig i perioden 2014 - 2018. Det skal beregnes smoltalder og vekst. Videre skal det gjennomføres genetisk analyse av et tilfredsstillende antall skjellprøver av laks for å vurdere mulige genetiske endringer hos villaksen som følge av kultivering (Ryman-Laikre effekt).
- Undersøke i hvilken grad rista/fiskesperren fungerer tilfredsstillende, og eventuelt utgreie alternative løsninger.
- Vurdere mulige endring i temperaturforhold etter reguleringa og eventuelle produksjonsbegrensende effekter.
- Vurdere hvordan vannføringsvariasjoner og effektkjøring rammer habitatet (tørrlegging, habitattype, tid, omfang) og fisken.
- Undersøke potensialet for ungfiskproduksjon ovenfor Helvetesfossen.
- Vurdere dagens kultiveringsstrategi opp mot alternative, mer naturlege kompensasjonstiltak.

På bakgrunn av dette, har Uni Research Miljø utført fiskebiologiske undersøkelser i Årøyvassdraget. Denne rapporten har til hensikt å presentere data som er opparbeidet så langt og er andre årsrapport i prosjektet. Dette omfatter resultater fra gytefisktellinger og ungfiskundersøkelser høsten 2014 og 2015. I tillegg er det inkludert noen innledende analyser av temperaturforhold og vannføring, samt foreløpige resultater fra genetiske analyser utført av NINA. Dette vil bli mer utførlig behandlet i det videre arbeidet i prosjektet.

## Områdebeskrivelse

Årøyelva (077.Z) drener ut i Barsnesfjorden innerst i Sogndalsfjorden. Den lakseførende strekningen ligger i Sogndal kommune, mens store deler av nedslagsfeltet ligger i Luster kommune. Vassdraget har et nedbørfelt på 451 km<sup>2</sup>, og omfatter deler av Jostedalsbreen. Vassdraget ble først regulert i 1943 ved bygging av Årøy I, som har inntak i elva om lag 500 m nedstrøms Hafslovatnet, og utløp om lag 150 m nedstrøms Helvetesfossen på anadrom stekning. Årøy kraftverk ble satt i drift i 1983 og har inntak i Hafslovatnet, og utløp på anadrom stekning like ved Årøy I. Begge kraftverkene er i drift, og har en samlet installert effekt på 94 MW. Kraftverkene utnytter Hafslovatnet (167,2-168,5 moh.) og Veitastrondsvatnet (168-170,5 moh.) som reguleringsmagasin. Reguleringen medfører at elvestrekningen fra Hafslovatnet og ned til utløpet av kraftverkene er svært redusert. Det foreligger ingen krav til minstevannføring på denne strekningen, men det slippes vanligvis vann fra dammen i Hafslovatnet og ned til inntaket til drift i Årøy I. På den anadrome stekningen berører dette den om lag 150 m lange strekningen fra Helvetesfossen og ned til kraftstasjonen. I forbindelse med bygging av Årøy kraftverk ble det etablert en om lag 120 m lang kanal fra utløpstunnelen og inn i elva, som også er tilgjengelig for anadrom fisk. Nedstrøms utløpet av kraftstasjonene (v/kote 21) er det en pålagt minstevannføring på 3 m<sup>3</sup>/s.



Årøyelva er vedtatt som nasjonalt laksevassdrag, og er kjent som en god lakseelv med en spesielt storvokst laksebestand. Den lakseførende strekningen er ca. 1,2 km, og har en forholdsvis høy gradient og hurtigrennende vann. Elvearealet av den lakseførende strekningen er oppgitt å være 46 350 m<sup>2</sup> og gytebestandsmålet er satt til 4 egg per m<sup>2</sup>, eller tilsvarende 128 kg hunnfisk (Anon. 2015).

## **Materiale og metoder**

### **Gytefisktelling**

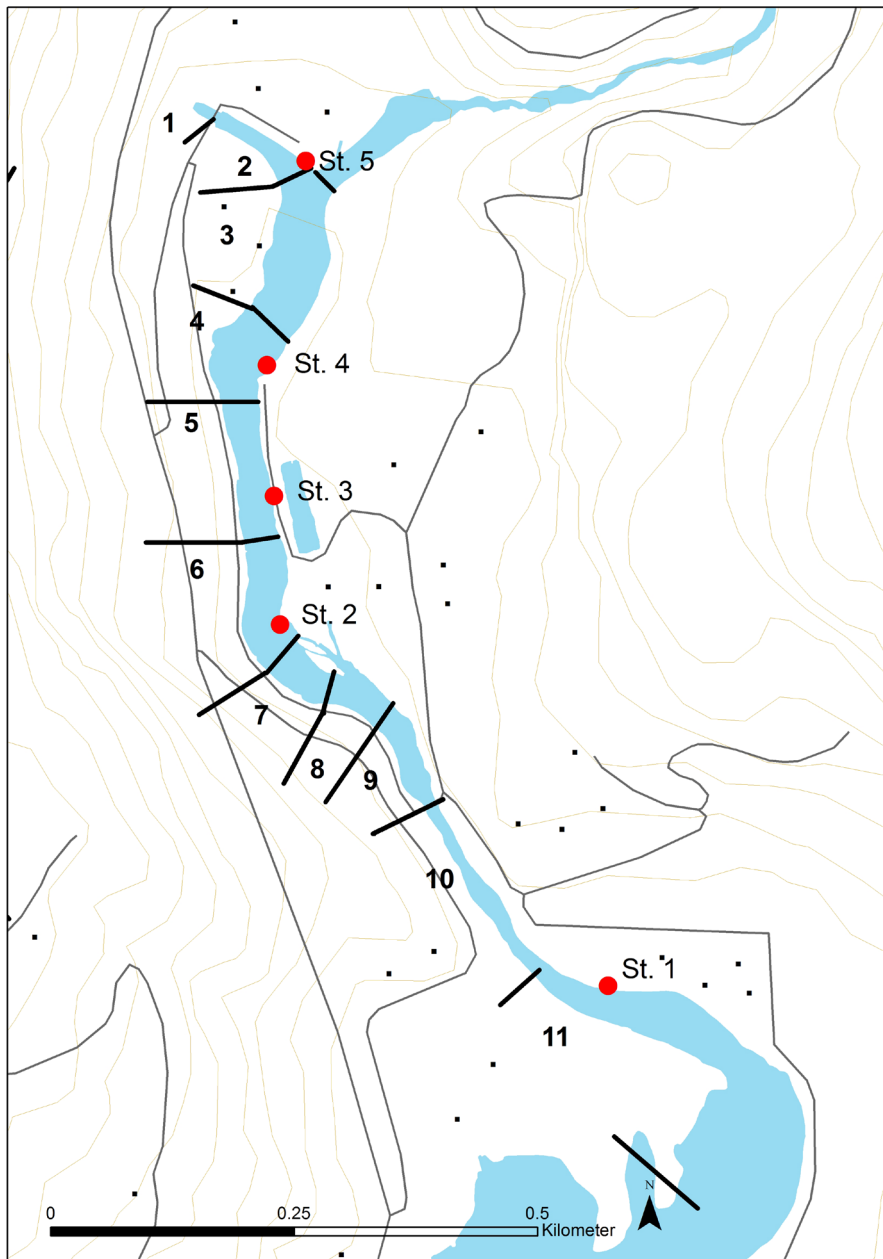
Gytefisktellingen ble utført ved drivtelling iht. Norsk Standard NS 9456-2015. Observasjoner av fisk ble fortløpende notert på vannfaste blokker og markert på vannfaste kart. Sjøauren ble delt inn i følgende størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. Blenkjer, dvs. umoden sjøaure som vandrer frem og tilbake mellom ferskvann og sjø, blir registrert men ikke tatt med i regnskapet over gytefisk. Laksen ble delt inn i følgende størrelseskategorier: smålaks (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg), og oppdrettslaks ble skilt fra villaks. Oppdrettslaks kan ofte skilles fra villfisk ut i fra finneslitasje, kroppsform og avvikende pigmenteringsmønster, men oppdrettslaks som har gått i sjøen i lengre tid vil ofte ikke kunne skilles fra villaks utelukkende basert på morfologiske kriterier. Dette medfører at andelen av oppdrettslaks generelt kan bli noe underestimert ved drivtelling.

Gytefisktellingene høsten 2014 ble utført den 16.10.2014 ved en vannføring på om lag 8,5 m<sup>3</sup>/s, mens tellingene høsten 2015 ble utført den 16.10.2015 ved en vannføring på om lag 5,9 m<sup>3</sup>/s. I 2014 ble tellingene utført med 3 dykkere parallelt i elveprofilen, mens tellingene i 2015 ble utført med 2 dykkere. Siktforholdene var noe begrenset pga. breslam i vannet (effektiv sikt ca. 3 m). De begrensede siktforholdene gjorde det vanskelig å få tilstrekkelig gode observasjoner av morfologiske kriterier på fisken, og dermed sikker identifisering av rømt oppdrettslaks. Det er derfor sannsynlig at andelen oppdrettslaks kan ha blitt underestimert. De utfordrende siktforholdene i kombinasjon med høye fisketettheter gjorde det også vanskelig å identifisere fettfinneklipping.

### **Elektrisk fiske**

For å undersøke tettheten av ungfisk ble det gjennomført et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers overfiske på hver stasjon i henhold til standard metode beskrevet av Bohlin m. fl. (1989). Det ble fisket på fem stasjoner (Figur 1). Det ble tatt utgangspunkt i allerede etablert stasjonsnett i vassdraget (Urdal & Sægrov 2008), med unntak av stasjon 2 som ble flyttet til den andre siden av elva. Arealet på den enkelte stasjon var 100 m<sup>2</sup>. All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt og lengdemålt. Et utvalg av fisken ble avlivet og tatt med for aldersanalyser, mens resten av fisken ble satt ut igjen. I tilfeller der den estimerte fangbarheten på stasjonene er  $p > 0,5$ , er det benyttet en fangbarhet  $p = 0,5$ .

Undersøkelsene ble gjennomført den 16.10.2014 ved en vannføring på 8,5 m<sup>3</sup>/s og en vanntemperatur på 8 °C, og den 16.10.2015 ved en vannføring på 5,9 m<sup>3</sup>/s og en vanntemperatur på 7,6 °C,

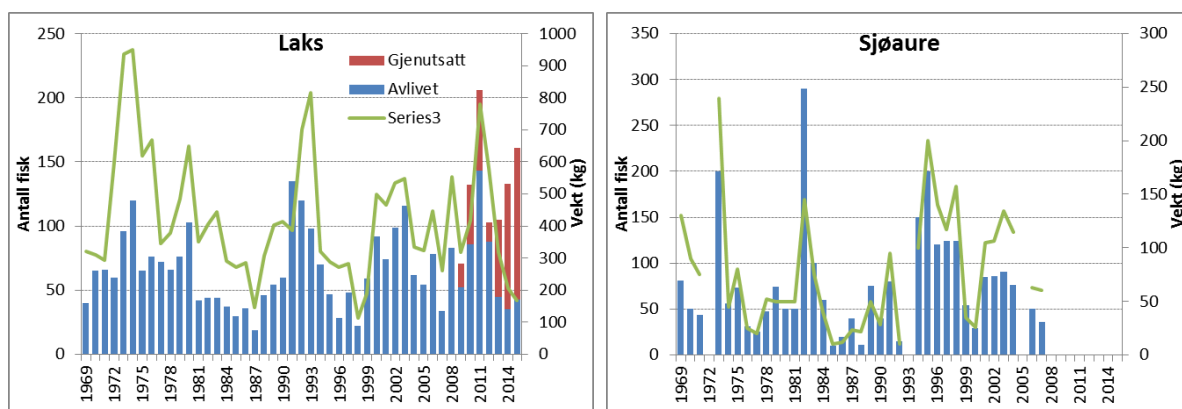


**Figur 1.** Kart med oversikt over stasjoner for elektrisk fiske og segmenter for gytefisktelling i Årøyelva.

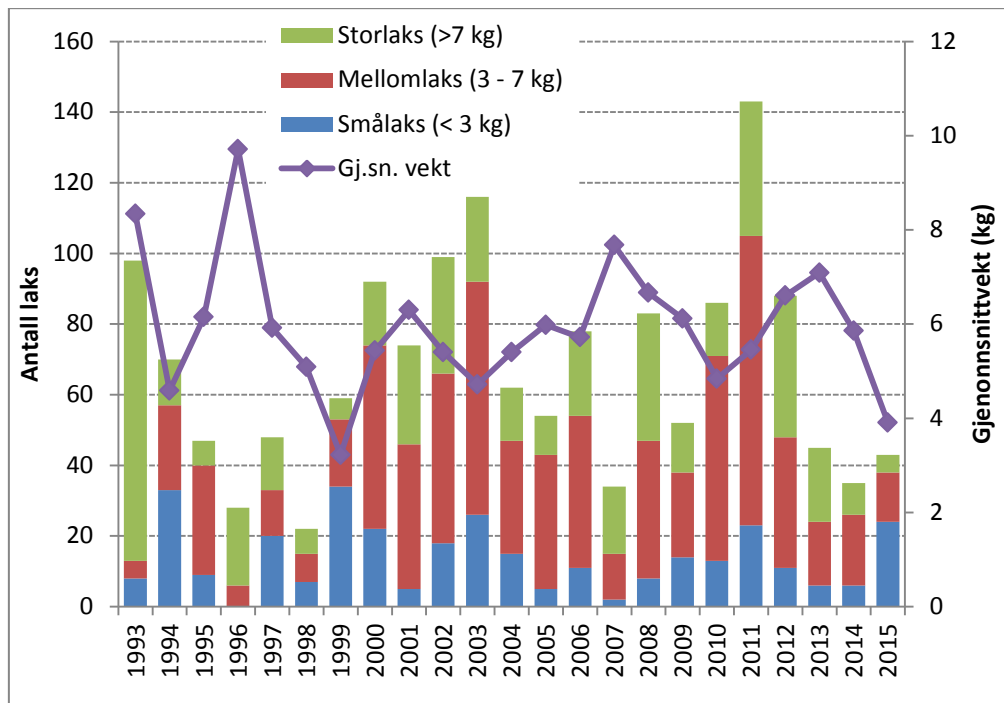
## Resultater

### Fangst og stamfisk

I perioden 1969-2015 er det i gjennomsnitt fanget og avlivet 425 kg laks og 63 kg sjøaure (Figur 2). I fiskesesongen 2015 ble det rapportert en fangst på 161 laks, hvorav 118 (73 %) ble gjenutsatt. Siden 2008 har det ikke blitt rapportert inn fangst av sjøaure. Bestanden har en betydelig andel storlaks, og gjennomsnittsvekt på fangstene i perioden 1993-2015, da det foreligger størrelsesfordeling, er 5,9 kg (Figur 3).



**Figur 2.** Offisiell fangststatistikk for Årøyelva for laks (venstre) og sjøaure (høyre) (kilde: Lakseregisteret og SSB).



**Figur 3.** Fangststatistikk for ulike størrelsesgrupper av laks, samt gjennomsnittlig vekt for avlivet fisk i perioden 1993-2015 (kilde: SSB).



Fra sportsfiskesesongen 2015 ble det samlet inn 40 skjellprøver som ble analysert av Rådgivende Biologer AS (Tabell 1). Opphavskontroll fra stamfiske i årene 1998-2014 er gitt i Tabell 2.

**Tabell 1.** Resultater fra skjellanalyser fra sportsfiske og fra stamfiske (data fra Veterinærinstituttet og Rådgivende Biologer AS, Anon. 2016) i 2015.

	Sportsfiske	Stamfiske
Villaks (naturlig rekruttert)	6	38
Utsatt (settesmolt)	16	34
Oppdrettslaks	1	5
Usikker	0	0
Totalt	23	79

**Tabell 2.** Oversikt over resultater av skjellanalyser fra gytefisk fanget ved stamfiske i Årøyelva i årene 1998-2014. Skjellanalysene er utført av VESO/Veterinærinstituttet med unntak av i 1999, 2001, 2002 og 2005 da opphav fra skjellanalyser er ukjent (data fra Arnt Hovland Munthe).

År	Villfisk	Utsatt smolt	Oppdrett/usikker	Totalt	Kommentar
1998	11		5	16	
1999	62		16	78	
2000	24	8	7	39	
2001	-	-	1	54	Data mangler
2002	38	46	40	124	
2003	21	8	6	35	
2004	21	24	4	49	
2005	13	4	1	18	
2006	25	7	8	40	
2007	11	23	3	37	
2008	8	34	13	55	
2009	18	24	9	51	
2010	34	58	30	122	
2011	29	13	3	45	
2012	31	27	2	60	
2013	25	14	3	42	
2014	23	36	2	61	
2015	38	34	5	79	

### Kultivering

En oversikt over fiskeutsettinger i Årøyelva i perioden etter reguleringen er gitt i Tabell 3. Fisken har i stor grad blitt satt ut som toårig settesmolt. I tillegg til utsetting av smolt ble tidligere noe overskuddsmateriale av fisk fra klekkeriet satt ut i elven utenfor klekkeriet. Det foreligger ikke noe oversikt over hvor stort antall som er satt ut, og det har ikke blitt satt ut overskuddsmateriale i 2015 og 2016 (Arnt Hovland Munthe pers.medd.).

**Tabell 3.** Oversikt over fiskeutsetninger i Årøyelva i årene 1983-2014. Fra og med 2000 er all smolten fettfinneklippet. Data fra Knut Munthe Olsen.

År	1-somrig settefisk	2-somrig settefisk	Smolt
1983			3 000
1984			3 000
1985			3 000
1986			3 000
1987			3 000
1988			3 000
1989			
1990			75 000
1991	50 000		2 000
1992	50 000		2 000
1993	50 000		2 000
1994	50 000		2 000
1995	50 000		2 000
1996	50 000		2 000
1997	50 000		2 000
1998		7 000	2 000
1999			5 000
2000			5 000
2001			5 000
2002			5 000
2003			10 000
2004			12 000
2005			15 000
2006			15 487
2007			11 730
2008			13 689
2009			15 000
2010			13 749
2011			12 500
2012			13 150
2013			13 430
2014			14 568
2015			11 100
2016			11 000

All smolten som har vært satt ut siden 2000 har blitt merket med fettfinneklipping. I tillegg har noe av smolten som ble satt ut i 2015 og 2016 blitt merket med PIT-merker (Passive Integrated Transponder), som er et elektronisk individmerke som kan leses av med en detektor. Merkingen er gjort som en del av et forsøk der en gruppe med halvparten av fisken har blitt foret med et medikament som gir beskyttelse mot påslag av lakselus (Slice), mens den andre halvparten er en kontrollgruppe. Hensikten med forsøket er å dokumentere eventuelle effekter av lakselus på overlevelse hos utvandrende laksesmolt i Sognefjorden, og er finansiert gjennom et tilskudd fra

Miljødirektoratet. Det er plassert ut en antenne på elvebunnen i nedre del av Årøyelven for å detektere merker i oppvandrende fisk. Totalt ble 6 000 av smolten satt ut i 2015 PIT-merket (2 grupper × 3000 fisk), mens 8 000 av smolten (2 grupper × 4000 fisk) ble PIT-merket i 2016.

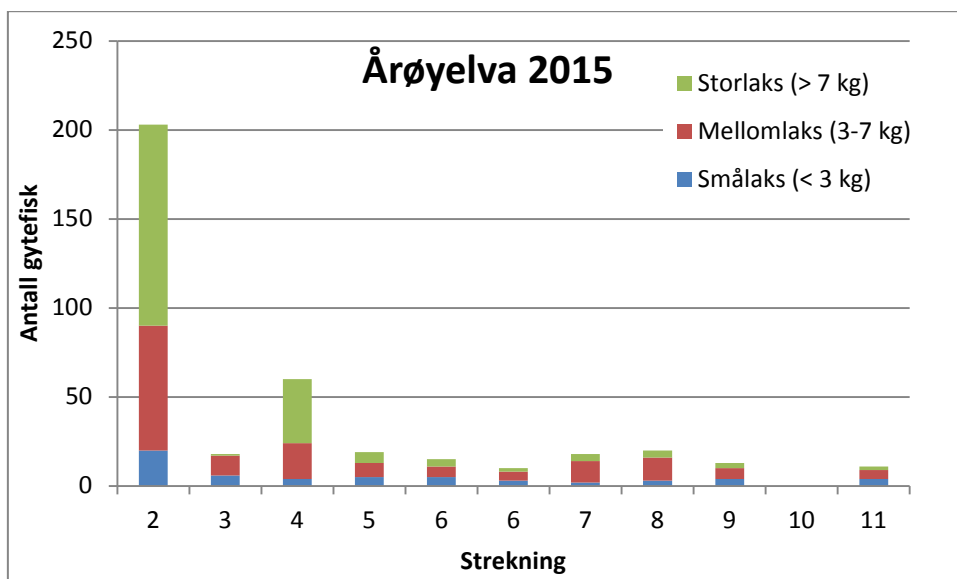
## Gytefisktelling

Ved drivtelling i Årøyelva den 16.10.2015 ble det totalt observert 387 laks, 81 sjøaure og 7 rømt oppdrettslaks (Tabell 4). Siktforholdene var noe begrenset som følge av breslam (effektiv sikt ca. 3-4 m). Andelen smålaks, mellomlaks og storlaks var henholdsvis 14 %, 40 % og 45 %. Begrenset sikt og stedvis høye fisketettheter gjorde det utfordrende å karakterisere fisken med hensyn til størrelseskategorier og vill/rømt laks. Flere av de kultiverte fiskene hadde også noe deformerte ryggfinner, noe som medførte ekstra utfordring å skille ut eventuelle rømt oppdrettslaks. Ettersom en i tvilstilfeller vil karakterisere fisken som villaks, kan dette resultere i at innslaget av rømt oppdrettslaks blir noe underestimert.

Dens største ansamlingen av fisk forekom øverst i elva, i kanalen fra kraftverksutsløpet hvor det ble observert 203 laks (Figur 4). Gytebestanden av villaks høsten 2015 tilsvarer en egg tetthet på 41,9 egg per m<sup>2</sup>, mens gytebestanden av sjøaure tilsvarer en egg tetthet på 2,8 egg per m<sup>2</sup>.

**Tabell 4.** Oversikt over resultatene fra drivtellingene av gytefisk 2014 og 2015.

Kategori	Vektklasser	2014	2015
Sjøaure	< 1 kg	23	8
	1-2 kg	34	58
	2-3 kg	8	10
	> 3 kg	3	8
	<b>Sjøaure totalt</b>	<b>68</b>	<b>81</b>
Villaks	Smålaks < 3 kg	43	56
	Mellomlaks 3-7 kg	160	156
	Storlaks >7 kg	168	175
	<b>Villaks totalt</b>	<b>371</b>	<b>387</b>
Rømt oppdrettslaks	Smålaks < 3 kg	0	0
	Mellomlaks 3-7 kg	1	6
	Storlaks >7 kg	0	0
	<b>Oppdr. totalt</b>	<b>1</b>	<b>7</b>



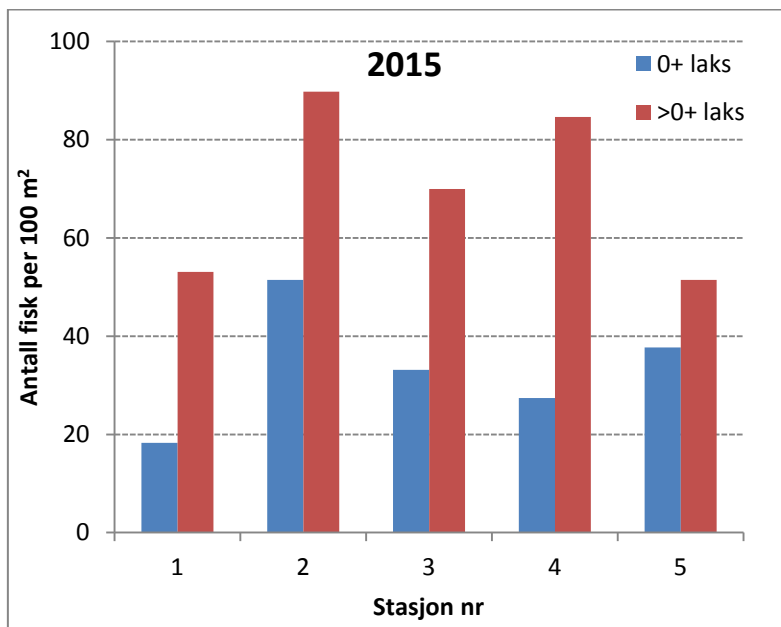
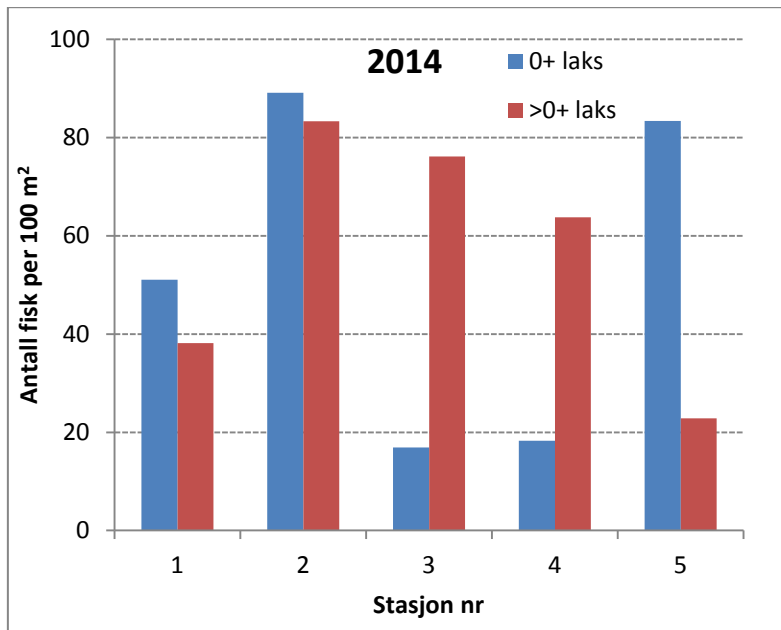
**Figur 4.** Antall gytefisk sett på ulike strekninger i Årøyelva under gytefisktellinger 16.10.2015. Strekningene er gitt i Figur 1.

### Ungfiskundersøkelser

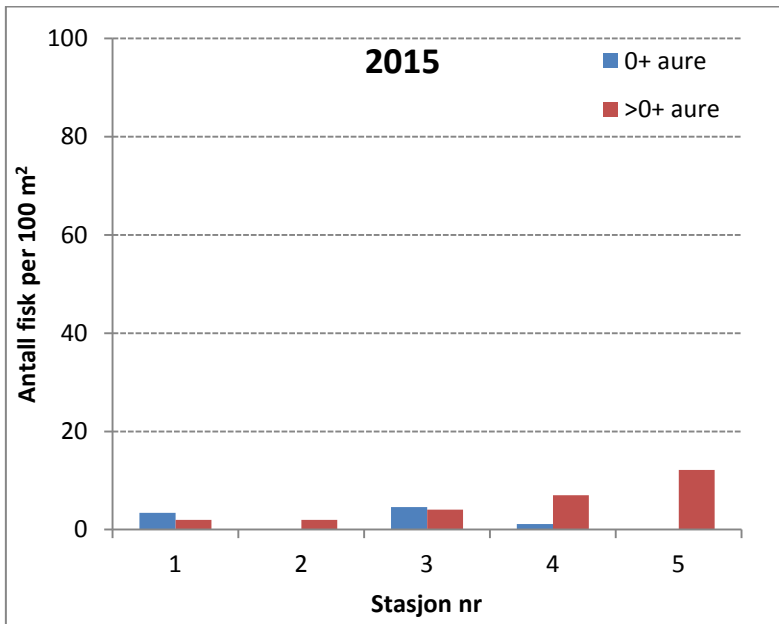
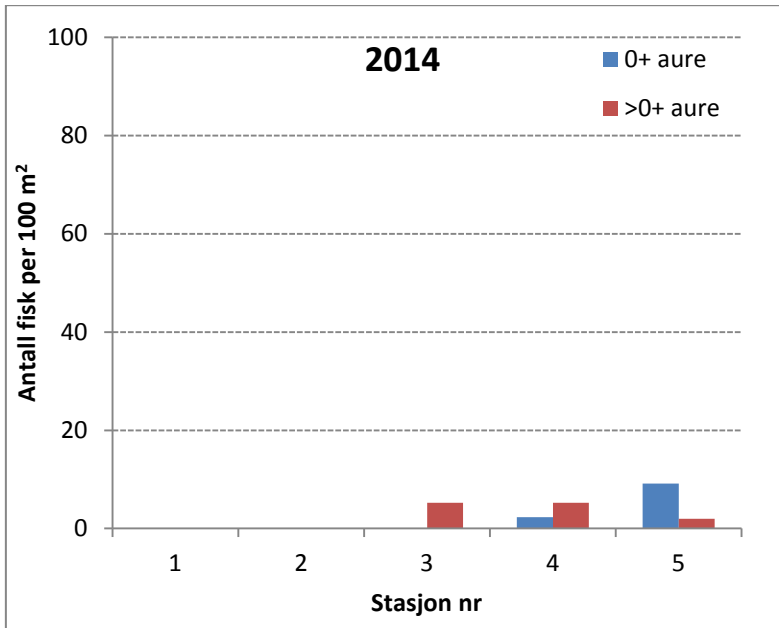
Ved elektrisk fiske den 16.10.2015 ble det funnet en gjennomsnittlig tetthet på 34 ensomrige (0+) lakseunger per 100 m<sup>2</sup> og 70 eldre lakseunger (>0+) per 100 m<sup>2</sup> (Figur 5). Den høyeste tettheten av både ensomrige og eldre lakseunger ble funnet på stasjon 2 ved klekkeriet. De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrige lakseunger var noe lavere i 2015 sammenliknet med 2014, mens tetthetene av eldre lakseunger var noe høyere.

Det ble funnet ungfisk av aure på alle de fem undersøkte stasjonene høsten 2015, og de gjennomsnittlige tetthetene av ensomrige og eldre aure var henholdsvis 1,8 per 100 m<sup>2</sup> og 5,4 per 100 m<sup>2</sup>.

Gjennomsnittlige lengde på 0+, 1+, 2+ og 3+ lakseunger var henholdsvis 4,4 cm, 8,0 cm, 10,8 cm og 12,4 cm, og lengdefordeling er vist i Figur 7. Gjennomsnittlige lengde på 0+, 1+ og 2+ aure var henholdsvis 6,8 cm, 10,0 cm og 12,2 cm (Figur 7).

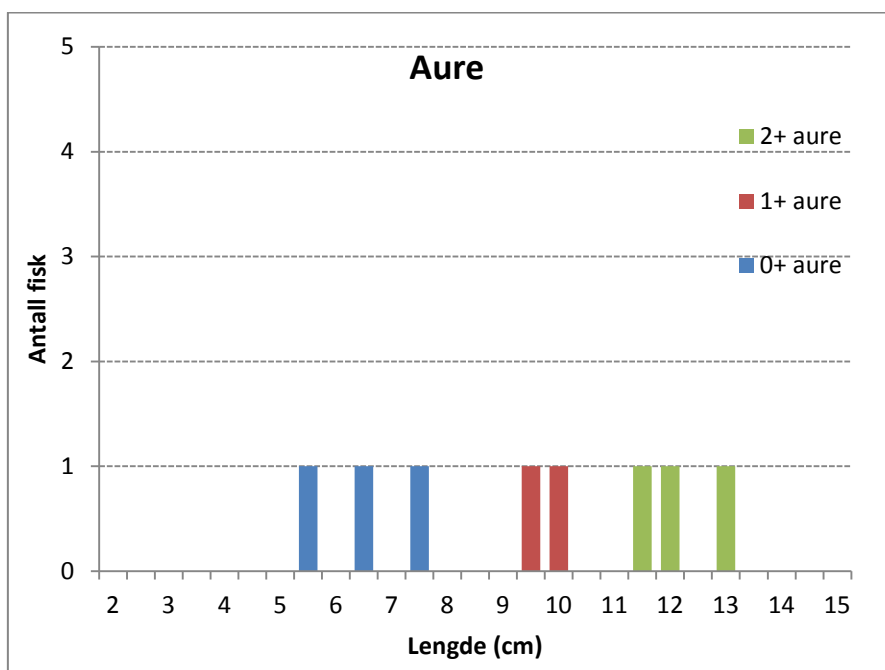
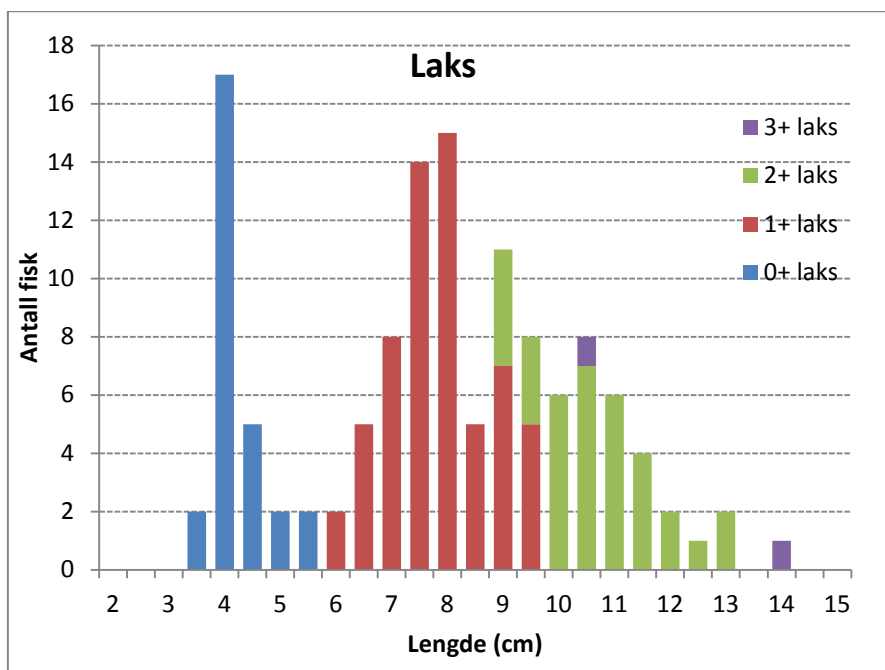


**Figur 5.** Ungfisktettheter av laks ved elektrisk fiske i Årøyelva høsten 2014 (øverst) og 2015 (nederst).



**Figur 6.** Ungfisktettheter av aure ved elektrisk fiske i Årøyelva høsten 2014 (øverst) og 2015 (nederst).

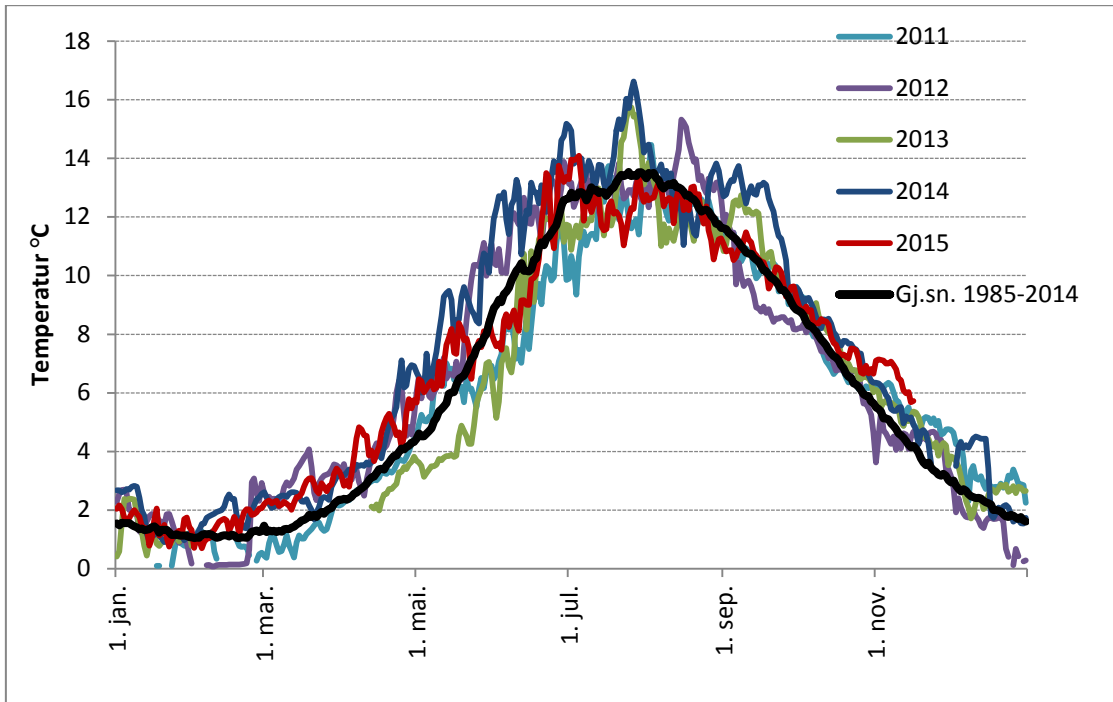




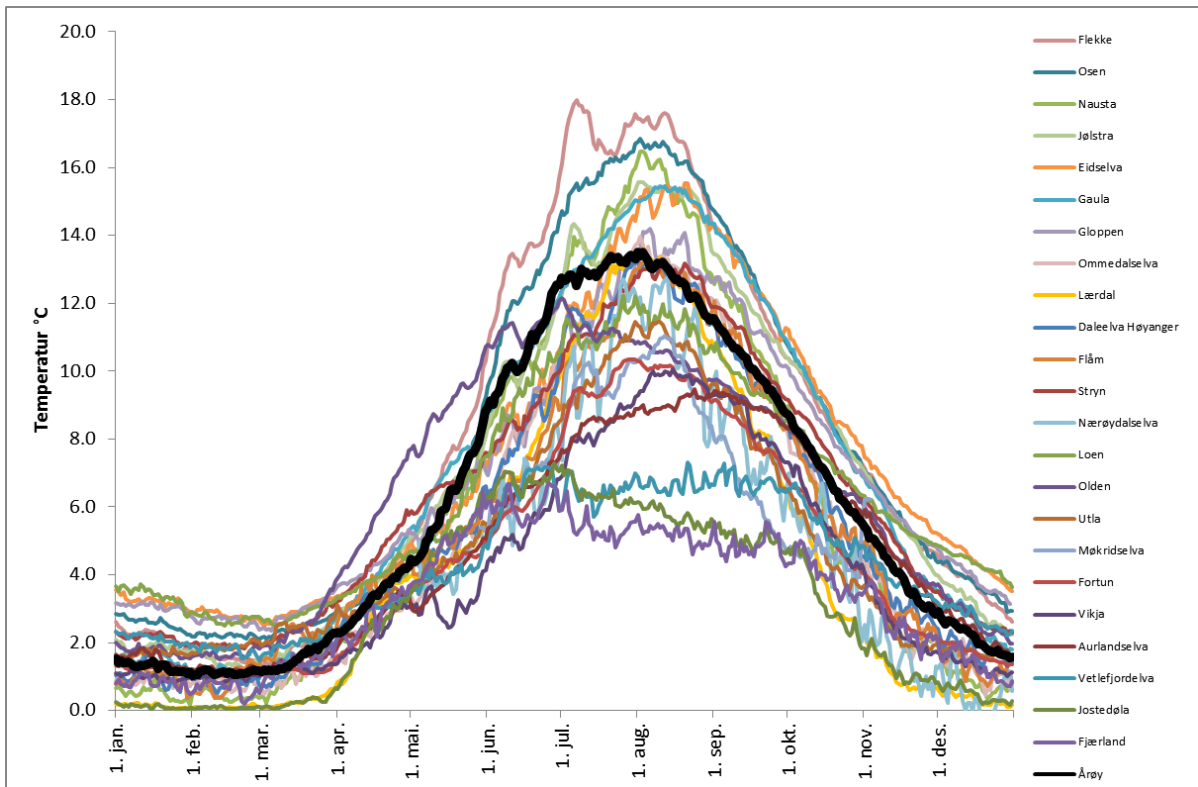
**Figur 7.** Lengdefordeling for et utvalg ungfisk av laks (øverst) og aure (nederst) samlet inn for lengde- og aldersanalyse 16.10.2015.

## Temperaturforhold

Gjennomsnittlig vanntemperatur fra NVE-logger ved utløpet av kraftstasjonen Årøy kraftverk er vist i Figur 8. Vanntemperaturen er vanligvis mellom 0-2 °C gjennom store deler av vinterperioden desember-mars. Sommermaksimum nås vanligvis i månedsskiftet juli/august og når vanligvis døgnmiddeltemperaturer fra 14-17 °C. Sommertemperaturen er forholdsvis høy sammenliknet med mange av de andre brepåvirkede vassdragene i Sogn og Fjordane, som for eksempel Jostedøla, Fjærland og Vetlefjordelva (Figur 9).



**Figur 8.** Døgnmiddeltemperatur i Utløpskanalen ved Årøy kraftverk i årene 2011-2015, samt gjennomsnittlig temperatur i perioden 1985-2014. Data fra NVE.



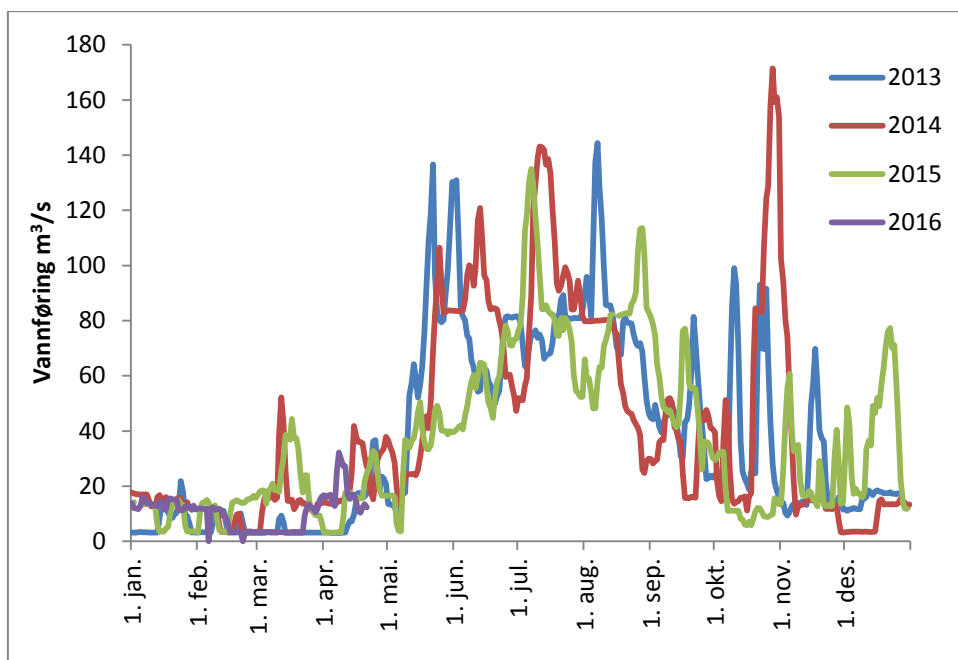
**Figur 9.** Gjennomsnittlig vanntemperatur (døgnnivå) for ulike lakseførende elver i Sogn og Fjordane. Årøyelva er markert med en tykk, svart linje.

## Vannføringsforhold

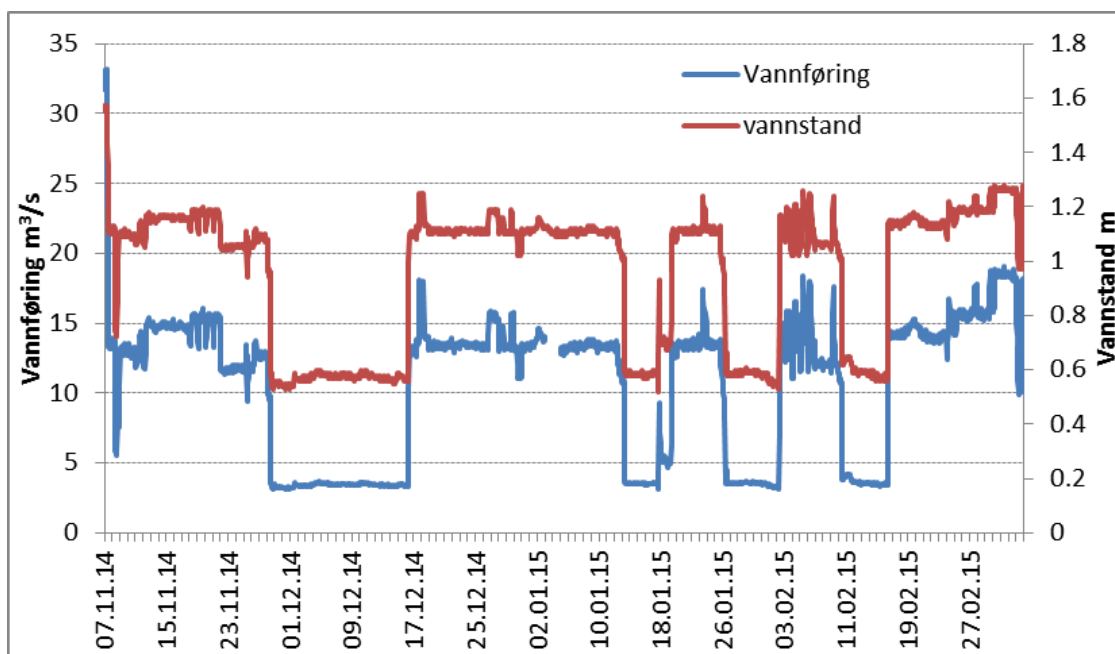
Vannføringskurver i Årøyelva i perioden 2013-2016 er vist i Figur 10. Kurven viser at vannføringen varierer fra 3-15 m<sup>3</sup>/s gjennom store deler av vinterperioden. Utover i mai øker vannføring i takt med smeltingen, og i sommerperioden har vannføringen i de siste årene i hovedsak vært mellom 50-150 m<sup>3</sup>/s. Fra september begynner vannføringen igjen å synke, med tidvis høye vannføringstopper som følge av nedbør. Den høyeste vannføringen i perioden ble målt i forbindelse med flomperioden i slutten av oktober 2014, da det ble målt en vannføring på 177 m<sup>3</sup>/s.

Det har forekommet en rekke episoder med hurtige vannføringsendringer som i hovedsak synes å være knyttet til kjøremønsteret i kraftverket. I Figur 11 er dette eksemplifisert ved endringer i vannføring og vannstand gjennom vinterperioden 2014/2015, da det forekommer flere hurtige opp/nedkjøringer i vannføringen fra om lag 12-13 m<sup>3</sup>/s og ned til om lag 3-4 m<sup>3</sup>/s. Dette resulterer i vannstandsendringer på 40-60 cm innenfor kort tidsintervall (1-2 timer). Hvert år i perioden 2013-2015 er det registrert 6-11 episoder med vannføringsreduksjoner på >20 cm/t målt fra timesbasis fra en time til den neste (Tabell 5), med den høyeste vannføringsreduksjonen målt til 39 cm/t (Figur 12). I løpet av vinteren 2015-2016 synes kjøremønsteret å ha vært mer stabilt og med færre hurtige vannstandsendringer sammenliknet med de foregående årene. Det forekom allikevel flere hurtige vannstandsreduksjoner også i denne perioden.

En gjennomgang av vannføringsforholdene i forbindelse med hurtige vannstandsendringer viser at disse forekommer på ulike driftsvannføringer. De hurtigste vannstandsreduksjonene skjer ofte på forholdvis lave vannføringer (Figur 14), dvs. da vannføringen kjøres fra om lag 8-3 m<sup>3</sup>/s, eller fra om lag 25-15 m<sup>3</sup>/s, men forekommer også ved driftsendringer på høyere vannføringer.



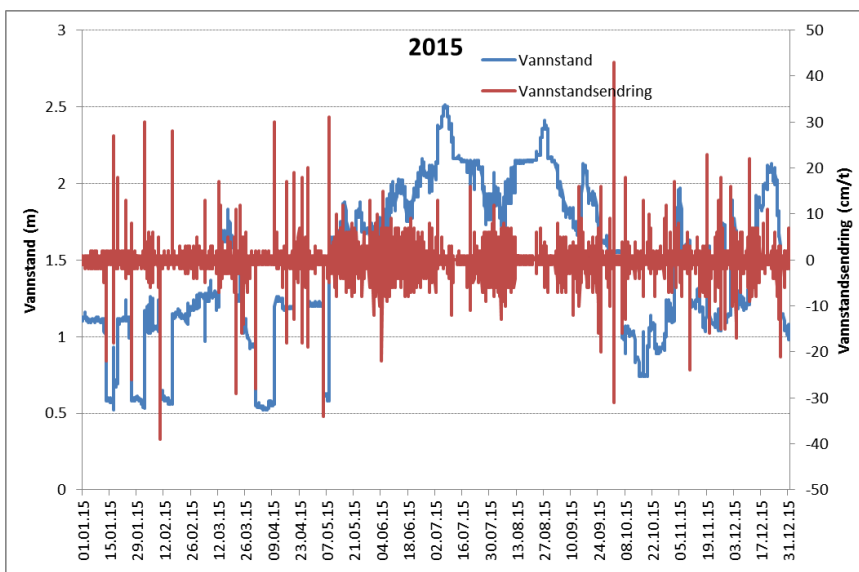
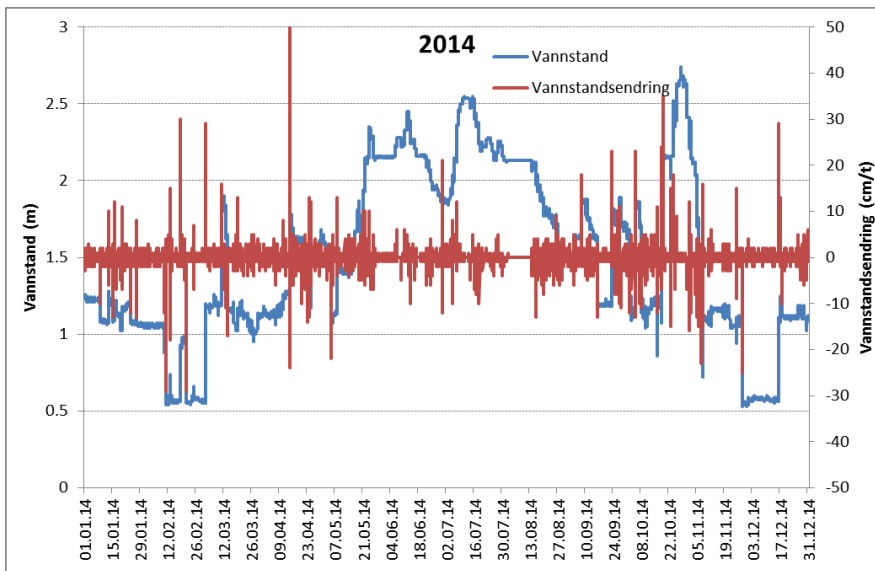
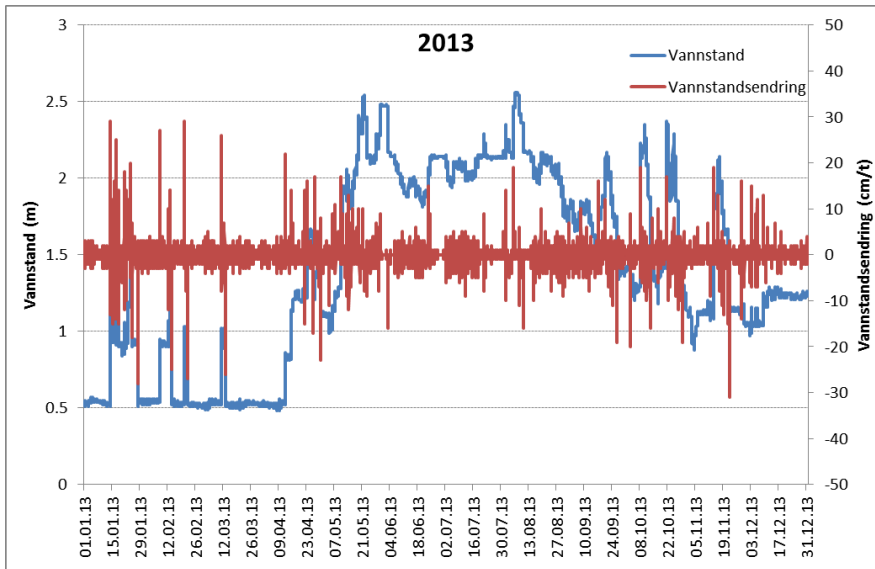
Figur 10. Døgnmiddelvannføring i Årøyelva i 2013-2015. Data fra Sognekraft.



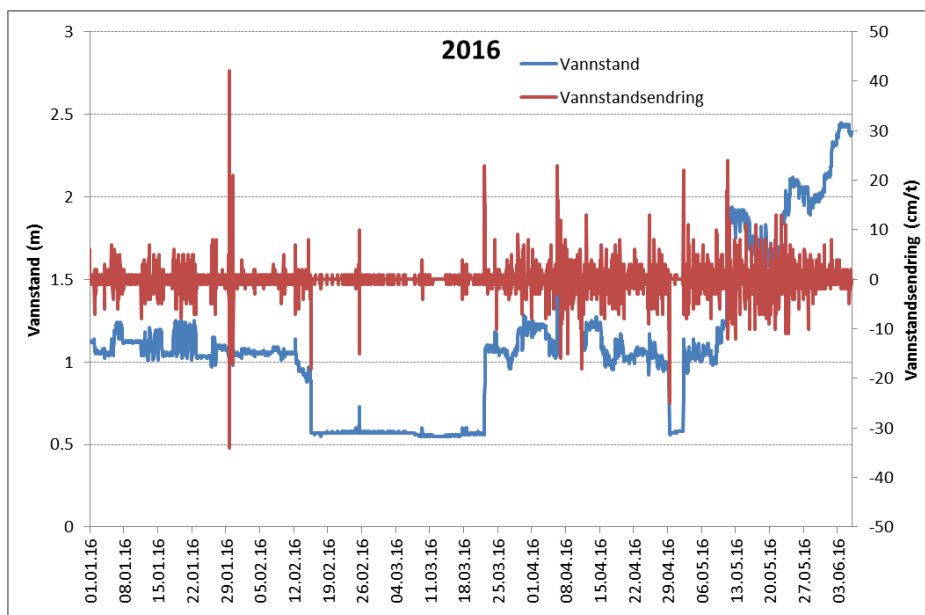
**Figur 11.** Vannføring og vannstand i Årøyelva vinteren 2014/2015.

**Tabell 5.** Antall episoder med hurtige vannstandsreduksjoner i Årøyelva i 2013, 2014 og frem til 09.06.2015, målt på timesbasis som endring i cm/t fra en time til den neste. Vannstandsendringene følger kategoriseringen som foreløpig er foreslått i forskningsprosjektet ENVIPEAK (Bakken m.fl. *under utarbeidelse*), der effekten av senkningshastigheter >20 cm vurderes som svært stor, 13-20 cm som stor, og 5-13 cm som moderat.

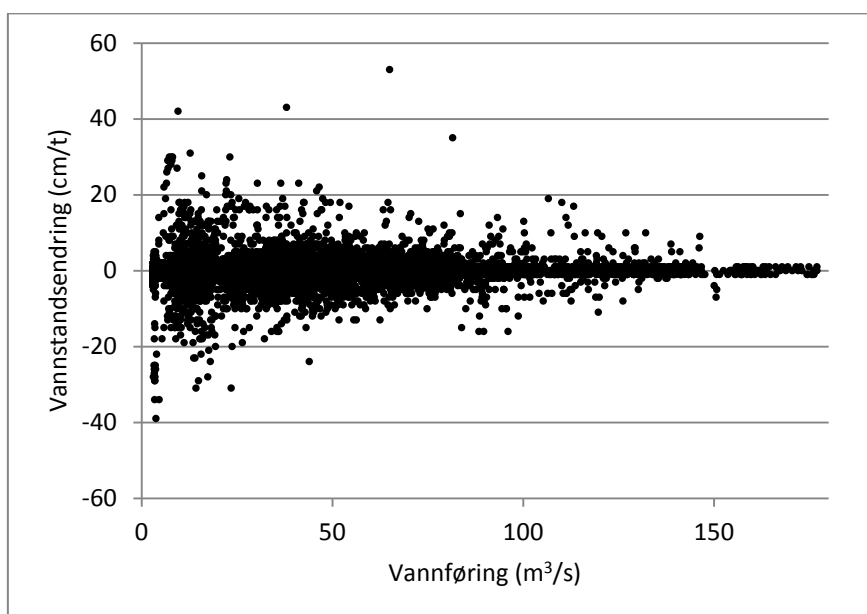
År	Vannstandsendringer		
	5-13 cm/t (moderat effekt)	13-20 cm/t (stor effekt)	>20 cm/t (svært stor effekt)
2013	126	22	6
2014	127	16	6
2015	253	20	11
2016 (frem til 05.06)	111	7	2



Figur 12. Vannstand og vannstandsending per time i Årøyelva i 2013, 2014 og 2015.



**Figur 13.** Vannstand og vannstandsending per time i Årøyelva vinter og vår 2016.



**Figur 14.** Sammenheng mellom vannføring og vannstandsendinger på timesnivå, målt som differanse i vannstand sammenliknet med foregående timesverdi.

## Diskusjon

### Bestandsforhold

Gytebestanden av laks i Årøyelva høsten 2015 tilsvarer en eggtetthet på 41,9 egg per  $m^2$  eller om lag 1338 kg hunnfisk. Dette er om lag 10 ganger høyere enn gytebestandsmålet i vassdraget, og på samme nivå som funnet ved undersøkelsene høsten 2014. Blant 50 Vestlandsvassdrag hvor Uni Research Miljø utførte gytefisketelling høsten 2015 hadde Årøyelva den nest tetteste bestanden av gytelaks



(Skoglund m.fl. 2016). Ut i fra oppnåelse av gytebestandsmål og høstbart overskudd vurderes også laksebestanden i Årøyelva som svært god av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (Anon. 2015). I henhold til kvalitetsnormen for villaks blir imidlertid tilstanden til laksebestanden i vassdraget klassifisert som *svært dårlig* som følge av innkryssing av oppdrettslaks (se avsnitt om genetikk nedenfor), samt at bestandstilstanden blir nedjustert som følge av kultivering (Anon. 2016b). Gytebestanden utpeker seg ved å ha en spesielt høy andel storlaks, med om lag 45 % av gytefisk klassifisert som storlaks (> 7 kg). Det ble også observert en rekke individer >15 kg, og sannsynligvis også flere individer som var over 20 kg.

Begrensete siktforhold og høy fisketetthet under drivtelligene gjorde det krevende å identifisere hvorvidt fisken var fettfinneklippet. Det var derfor ikke mulig å kvantifisere innslaget av fettfinneklippet fisk på en tilfredsstillende måte under gytefisktellingene, men ut i fra observasjoner fra et utvalg av fiskene under tellingene var om lag halvparten fettfinneklippet. I skjellprøver fra sportsfiske og stamfiske i 2015 var innslaget kultivert fisk henholdsvis 70 % og 47 %. Sannsynligvis er andelen utsatt smolt i skjellprøvene fra sportsfiske noe høyere enn det som reelt ble tatt i fangst ettersom villfisk i større grad har blitt gjenutsatt, og resultatene fra stamfiske gir sannsynligvis et bedre bilde på innslaget gytefisk med opphav i smoltutsettinger i gytebestanden.

Under gytefisktellingene ble det identifisert syv rømte oppdrettslaks (1,8 %). Som følge av dårlige siktforhold og høy fisketetthet var det imidlertid også vanskelig å skille oppdrettslaks fra villaks, og det er derfor sannsynlig at andelen rømt laks kan ha blitt underestimert ved gytefisktellingene. Ved skjellanalysene fra sportsfiske og stamfiske i 2015 utgjorde rømt oppdrettslaks henholdsvis 4,3 % og 6,3 % (Anon. 2016). Det er mulig at andelen laks i skjellprøver ikke er representative ettersom en stor del av fangstene av villaks tatt i sportsfiske har blitt gjenutsatt, samtidig som all stamfisk har blitt samlet på en lokalitet (kanalen). Samlet sett tilsier resultatene fra både skjellanalysene og gytefisktellingene at innslaget av rømt laks i Årøyelva i 2015 var lavt til moderat. Utover 2000 tallet har det i flere år blitt funnet betydelig innslag av rømt oppdrettslaks (10-35 %) i skjellprøvene fra både sportsfiske (Urdal 2015) og i stamfiske.

Under gytefisktellingene ble det registrert 81 gytefisk av sjøaure. Sjøaurebestanden i Årøyelva kan derfor karakteriseres som lav, og langt lavere enn det en finner i mange av de andre vassdragene i Sognefjorden (Skoglund m.fl. 2016).

Resultatene fra elektrisk fiske tilsier at tettheten av lakseunger var høy, mens tettheten av aureunger var svært lav, noe som dermed også gjenspeiler situasjonen for gytebestandene. Det er mulig at noe av den eldre ungfisken stammer fra utsettinger av overskuddsmaterialet fra klekkeriet, men det er ikke mulig å skille ut denne andelen ettersom settefisk ikke er merket.

## **Genetikk**

Som en del av prosjektet skal det i prosjektperioden gjennomføres molekylærgenetiske analyser for å kartlegge den genetiske sammensetningen til laksebestanden. Hensikten med dette er å undersøke slektskapet mellom stamfisk og hvorvidt den genetiske variasjonen til laksebestanden har blitt endret som følge av kultivering (Ryman-Laikre effekten). I tillegg skal innslaget med oppdrettsgenetisk opphav kvantifiseres. Dette er et arbeid som kommer til å pågå gjennom prosjektperioden og vil ikke ferdigstilles før senere i prosjektet, men en gjennomgang av arbeidet som er gjort til nå er gitt i en egen rapport fra NINA i vedlegg. I arbeidet som er gjort så langt er det funnet en betydelig innkryssing av rømt oppdrettslaks i Årøyelva. I en analyse av 203 voksne laks fra sportsfiske i

perioden 2009-2015 ble graden av innkrysning av oppdrettslaks i bestanden estimert å være 14,7 %. I arbeidet med kvalitetsnormen for villaks klassifiserer dette til tilstandskategori «*svært dårlig*» for genetisk integritet (Anon. 2016b). Ved genetisk testing ble 6 av 24 (25 %) stamfisk forkastet i 2014, mens 32 av 72 (44 %) ble forkastet i 2015 på grunn sannsynlig oppdrettsopphav. Det ble også funnet en signifikante genetisk endring sammenliknet med en historisk referanseprøve av fisk fra 1981-1983, noe som antyder at det har skjedd en forandring i den genetiske sammensetningen i Årøyelva siden begynnelsen av 80-tallet. Resultatene viser også at den effektive bestandsstørrelsen (dvs. hvor mange forskjellige individer som bidrar i reproduksjon) har blitt betydelig redusert over tid. Analysen kan ikke gi svar på årsaken til de sistnevnte genetiske endringene, men det er sannsynlig at dette i stor grad kan tilskrives den påviste innkrysningen av rømt oppdrettslaks.

Analysene så langt i prosjektet viser at bestanden i Årøyelva er sterkt påvirket av innkrysning av rømt oppdrettslaks, at bestanden har forandret genetisk sammensetning sammenliknet med historiske prøver og at den effektive bestandsstørrelsen har blitt redusert. Hvorvidt utsettinger av fisk påvirket bestanden i en uønsket retning er for tidlig å si noe om, men prøvene fra stamfiskkontroll i 2014 og 2015 tilsier at fisk med oppdrettsgenetisk opphav sannsynligvis har blitt benyttet stamfisk tidligere, og at utsettinger av laks dermed kan ha bidratt til en økt grad av innkrysning. Videre analyser kommer spesifikt til å analysere mulig omfang av innkrysning av rømt oppdrettslaks i tidligere brukt stamfisk og om utsettinger kan ha bidratt til en reduksjon av effektiv bestandsstørrelse, såkalt Ryman-Laikre effekt.

## **Gyteområder og vannføring**

Våren 2015 ble det gjennomført en kartlegging av habitatforholdene i Årøyelven. En oversikt over habitatforholdene i vassdraget er vist i kartene i vedlegg, ellers henvises det til årsrapporten for 2014 for ytterligere detaljer (Skoglund m.fl. 2015). Kartleggingen viser at det forekommer gyting flere steder spredt i vassdraget, og at det gjennomgående var gode skjulforhold i elven. Totalt sett synes det ikke å være noen klare habitatflaskehalsen verken med tanke på forekomst av gyteområder eller skjulforhold for ungfisk. Den største gyteaktiviteten er i øvre del av den lakseførende strekningen, og det største gyteområdet ligger i nedre del av utløpskanalen fra kraftverket. Det er generelt lite typisk gytegrus i elven, og mye av gytingen foregår i forholdvis grovt substrat bestående av stein. Mye av gytebestanden består også av stor fisk som generelt vil kunne gyte i mer storsteinet substrat enn mindre fisk. Flere av gyteområdene som ble identifisert våren 2015 ble imidlertid lokalisert på tørt land ved minstevannføring. Ved prøvetaking av utvalgte gytegroper ble det funnet både levende og døde egg. Den 30. mars 2016 ble det i forbindelse med annet arbeid i vassdraget gjort en begrenset undersøkelse av 6 gytegroper som lå i tørrlagt elveleie. Vannføringen var på dette tidspunktet om lag 15-20 m<sup>3</sup>/s, og det ble kun funnet døde egg. Dette skyldes at mange gytegroper blir gytt på forholdvis grunne deler av elveleiet når vannstanden er høy i fiskens gytetid på høsten, og som deretter tørrellegges ved lavere vannstander gjennom vinteren. Ettersom vannstanden sannsynligvis var tilsvarende lav i perioder før regleringen, er det sannsynlig at det også forekom et visst omfang av tørrellegging også før regulering. Det er imidlertid mulig at mer varierende vannføring resulterer i at mindre deler av det tørrlagte elveleiet nå blir dekket av snø og is, og dermed i større grad resulterer i at eggene tørker ut. Vi anbefaler derfor at det utføres en mer detaljert undersøkelse av gytegroper kommende vinster, for å kartlegge mer detaljert både omfanget som utsettes for tørrellegging, og effekten i form av eggoverlevelse. Dette vil også kunne danne et bedre grunnlag for å vurdere behov og muligheter for tiltak, for eksempel muligheten til å legge ut mer gytegrus i deler av elveleiet som ikke utsettes for tørrellegging.





*På enkelte partier blir større områder av Årøyvelven tørrlagt ved lave vannføringer, noe som resulterer i at viktige oppvekstområder og gyteområder tørrlegges. Den lyse grusen sentralt foran i bildet viser tørrlagte gytegroper. Bildet er fra våren 2015 ved en vannføring på 3,4 m<sup>3</sup>/s.*



*Den lyse grusen sentralt i bildet viser tørrlagte gytegroper. Bildet er fra våren 2016 ved en vannføring på 19 m<sup>3</sup>/s.*

## Hurtige vannføringsendringer

I forbindelse med driftsendringer i kjøremønsteret i Årøy kraftverk forekommer det hurtige vannføringsfluktuasjoner i vassdraget. Den største effekten av hurtige vannstandsendringer er at gytegroper og ungfisk strander ved vannstandsreduksjoner. Hvor stor dødelighet som forekommer som følge av at ungfisk strander er avhengig av både fiskestørrelse, årstid, hvor stort areal som tørrlegges og hastigheten på vannstandsreduksjonen. Årsyngel er vanligvis mer utsatt for stranding enn eldre og større ungfisk, og risikoen for stranding er vanligvis høyest på dagtid om vinteren (Bakken m.fl. 2016).

En foreløpig analyse av vannføringsmønsteret fra 2013 og frem til juni 2016 viser at hurtige vannstandsendringer forekommer gjennom hele året, men de mest markerte vannstandsendringene forekommer vanligvis på forholdvis lave vannføringer på dagtid om vinteren, og typisk på vannføringer mellom om lag 3,5 m<sup>2</sup>/s og 12-15 m<sup>3</sup>/s. Vannføringsendingene forekommer ikke så hyppig som i mange andre vassdrag som er mer typisk utsatt for effektkjøring.

Vannstandsreduksjonen som har forekommet i Årøyelva i perioden 2013-2016 er allikevel såpass hurtige at det høyst sannsynlig innebærer risiko for økt ungfiskdødelighet ved stranding. Risikoen for stranding øker vanligvis når vannstanden synker raskere enn 10-15 cm per time (Saltveit m.fl. 2001), og antas å ha svært stor effekt nå senkningshastigheten er >20 cm/t (Bakken m.fl. 2016). Ved driftsendringer i Årøy kraftverk forekommer det regelmessig vannstandsreduksjoner på mer enn 20 cm per time. I tillegg viser kartleggingen av habitatforhold at enkelte deler av elveleiet tørrlegges hurtig ved enkelte vannføringsendringer, noe som skyldes at elveleiet stedvis er utformet med en markert dypål med flate elvebredder. Dette bidrar til at flere områder med produktive ungfiskhabitat raskt tørrlegges ved vannføringsreduksjoner. Det har også blitt observert strandet ungfisk etter hurtige vannføringsreduksjoner.

En mer utførlig analyse av strandingsrisiko og mulige bestandseffekter av vannstandsendringene, vil utføres senere i prosjektet når det foreligger mer data. Risikoen for stranding kan reduseres både ved operasjonelle endringer i kjøremønsteret i kraftverket for å redusere vannstandsreduksjonene ved nedkjøring i kraftverket, samt ved fysiske tiltak i elven for å redusere tørrfallsområder. Før tiltakene iverksettes bør det gjøres ytterligere kartlegginger av elveleiet for å undersøke av hvilke vannføringsintervaller som gir størst risiko for stranding, for eksempel gjennom oppmåling av vanddekt areal ved ulike vannføringer. I tillegg bør det undersøkes om vannstandsendringene ved målepunktet er representativt for en større del av elveprofilen, ettersom forholdet mellom vannstand og vannføring er avhengig av utformingen av elveprofilen.

## Kultivering

Det drives en betydelig kultivering i Årøyelva, og en betydelig del av gytebestanden stammer fra smoltutsettinger i vassdraget. I tillegg til smoltutsettingene har overskuddsmaterialet fra klekkeriet tidligere blitt satt ut i elven. Denne fisken er ikke merket, og det er derfor ikke mulig å si hvor stort innslag dette gjør i bestanden. I løpet av prosjektet vil det gjøres en vurdering av dagens kultiveringspraksis ut i fra genetisk analyser. Frem til disse analysene og vurderingene er ferdigstilt, anbefales det på generelt grunnlag at det sikres et bredt utvalg av familiegrupper som bakgrunn for kultiveringen for å opprettholde så stor genetisk variasjon som mulig.

Våren 2015 og 2016 ble henholdsvis 6000 og 8000 av smolten som ble satt ut merket med PIT-merker. Dette ble gjort gjennom et egendefinert prosjekt av Uni Research Miljø med delfinansiering

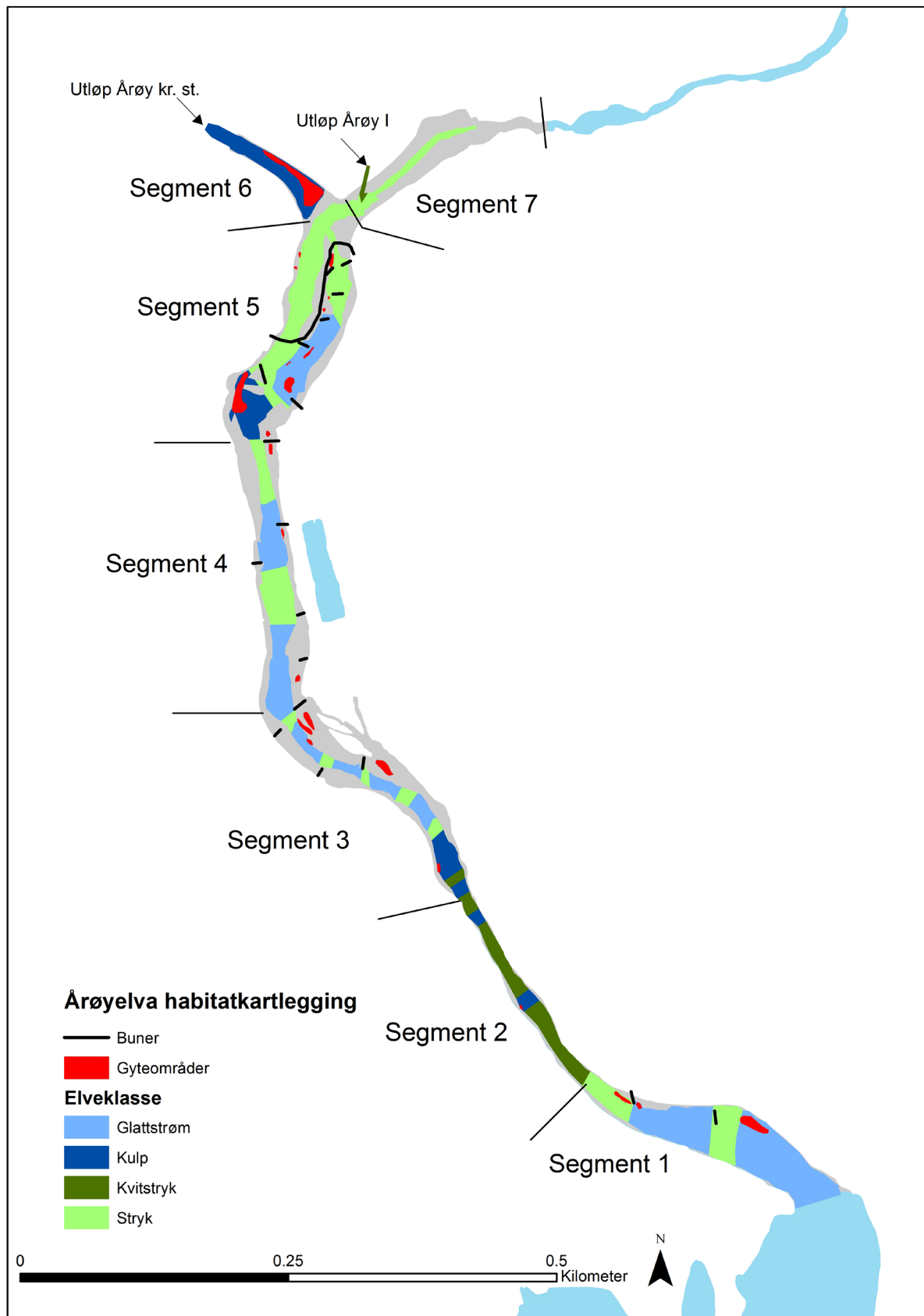


fra Miljødirektoratet. Halvparten av fisken ble gitt fôr med SLICE som gir beskyttelse mot påslag fra lakselus. Hensikten er å undersøke hvor stor effekt lakselus har på overlevelsen til utvandrende laksesmolt i fjordsystemet. I tillegg vil merkeforsøket kunne gi informasjon om sjøoverlevelse til laksesmolt i vassdraget.

## Referanser

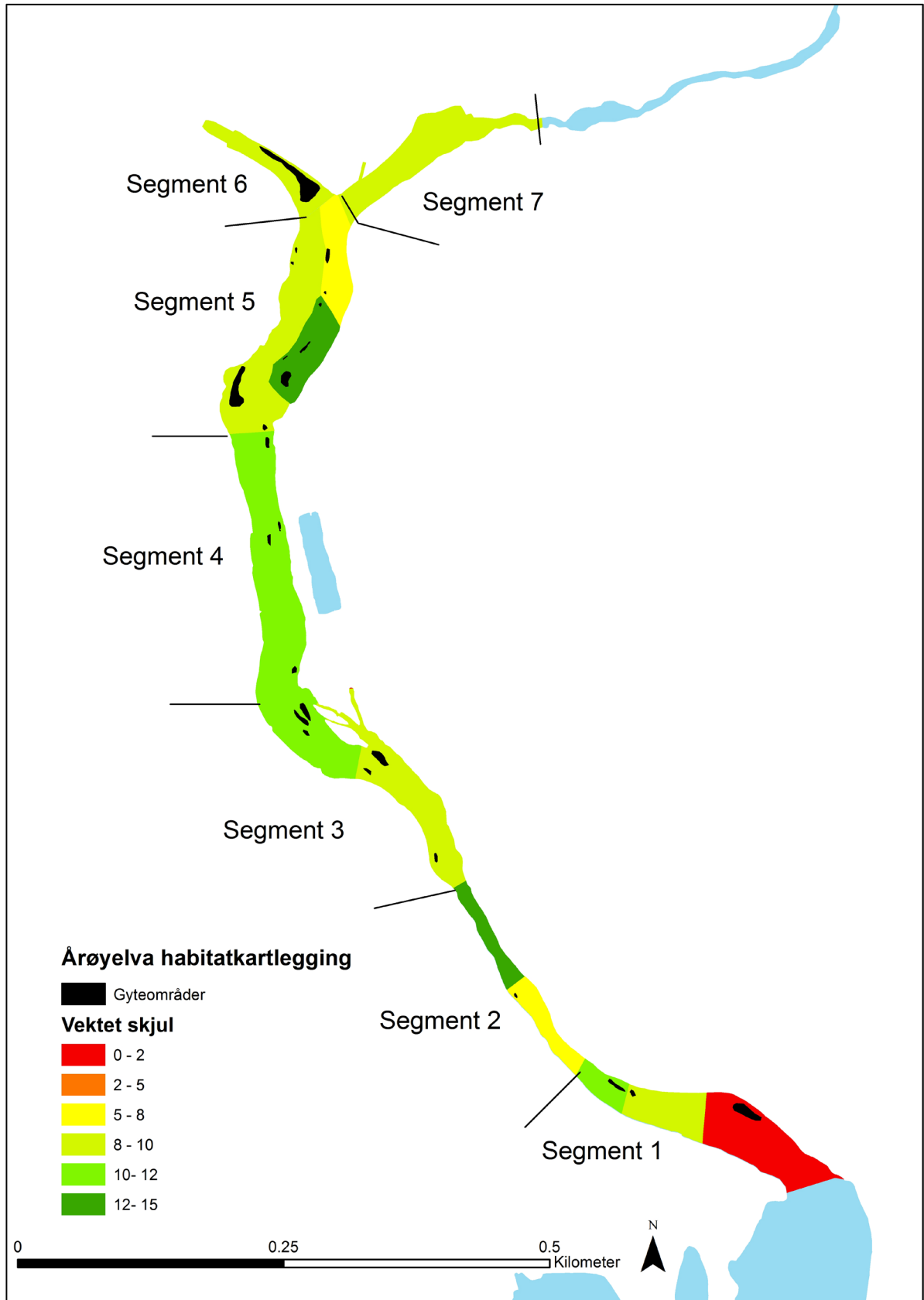
- Anon. 2015. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8, 300 s.
- Anonym, 2015b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8b. 785 s.
- Anonym. 2016. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2015. Fisken og havet, særnr. 2b–2016.
- Anon. 2016b. Klassifisering av 104 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. Temarapport nr 4, 85 s.
- Bakken, T. H., Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. - NINA Temahefte 62. 205 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign I regulerte laksevassdrag. – NINA Temahefte 52. 90 s. <http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/temahefte/052.pdf>
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V., Harby, A. (2001) Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 17, 609-622. doi: 10.1002/rrr.652
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Normann, E.S., Wiers, Lehmann, G.B., T. Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G., Gabrielsen S.-E. & Stranzl. S. 2015. Gyttefisketelling og uttak av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2015. LFI Uni Miljø rapport nr. 266.
- Urdal, K. & H. Sægrov 2007. Fiskeundersøkingar i Årøyelva i 2006 og 2007. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 1067, 33 sider.
- Urdal, K. 2015. Analysar av skjelprøvar frå Sogn og Fjordane i 2014. Rådgivende Biologer AS, rapport 2085, 35 sider.

## Vedlegg I - Habitatkart for Årøyelva

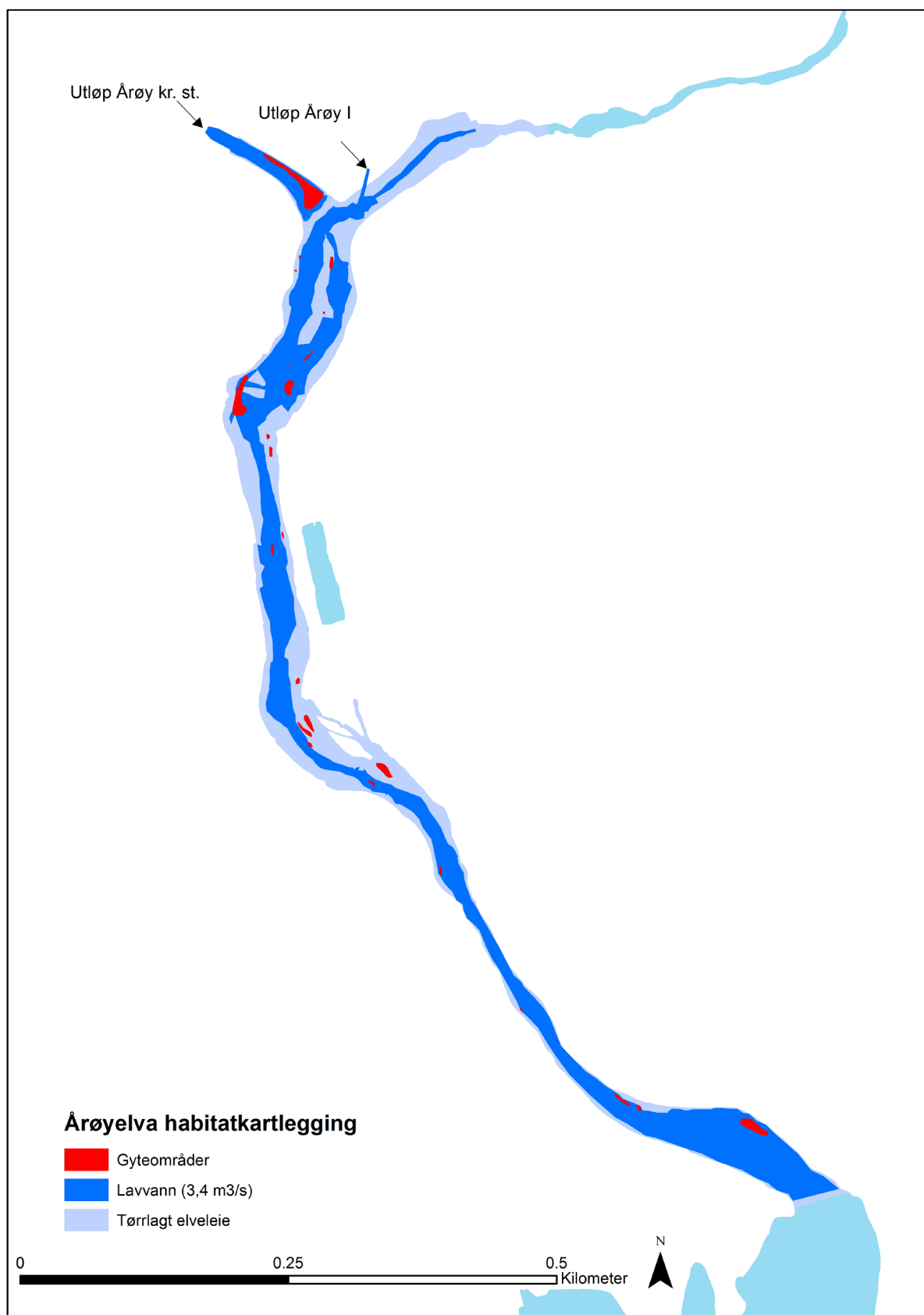


Kart over elveklasser og gyteområder i Årøyelva. Den fargelagte delen av elven tilsvarer det vanddekte arealet ved en vannføring på 3,4 m<sup>3</sup>/s, mens den grå sonen er tørrlagt.





Vektet skjul på ulike områder i Årøyelva. Vektet skjul <5 er ansett som lite, 5-10 som middels og >10 som mye.



Vanndekt areal ved minstevannføring sammenliknet med elvearealet ved breddfull elv (fra FKB kartdata).

## Vedlegg II - Rapport «Årøyelva fiskeundersøkelse» - Genetikk

Trondheim 01.06.16

Sten Karlsson, NINA

### Bakgrunn

UNI-Research gjennomfører prosjektet «Årøyelva fiskeundersøkelser» på oppdrag for Sognekraft AS. NINA er en underleverandør til dette prosjektet på den delen som angår molekylærgenetiske analyser. Hovedmålet for de genetiske analysene er å undersøke mulige genetiske endringer som følge av kultivering. Til dette er det satt opp to delmål:

1. Undersøke mulig om Ryman-Laikre effekt ved å analysere tre forskjellige årsklasser representert med relativt store stikkprøver
2. Undersøke om mulig oppdrettsgenetisk opphav og slektskap til stamfisken som har blitt benyttet, samt sammenlikne den genetiske sammensetningen i populasjonen i dag med en historisk prøve av populasjonen.

Mer spesifikt, så skal to årsklasser av laks fanget i Årøyelva genetisk tilordnes foreldrestamfisken. Dette for å identifisere utsatt laks og naturlig produsert laks for å derved vurdere hvorvidt utsettinger av laks ivaretar den genetiske variasjonen eller om mulig fører til økt tap av genetisk variasjon som følge av utsettinger (såkalt «Ryman-Laikre effekt», Ryman & Laikre 1991). Videre skal det undersøkes hvorvidt laksen i Årøyelva over tid har forandret genetisk sammensetning og i hvor stor grad rømt oppdrettslaks har blitt kryssset inn i bestanden. For det siste skal det også undersøkes i hvor stor grad kultivering bidratt til en slik innkryssning, ved tidligere utilsiktet bruk av stamfisk med oppdrettsgenetisk opphav, før metoder for å luke ut slik fisk fantes (Karlsson mfl. 2011; 2014).

### Resultater så lang i prosjektet

I det følgende presenteres noen resultater fra analyser av:

- Innkryssning med rømt oppdrettslaks i stamfisk fanget i 2014 og 2015 og fra sportsfiske i 2009-2013 –

*Det er betydelig innkryssning av rømt oppdrettslaks i Årøyelva og utfra analyser av stamfisk i 2014 og 2015 er det sannsynlig at man i tidligere år utilsiktet benyttet stamfisk med oppdrettgenetisk opphav og derved bidratt til å forsterke genetiske forandringer som følge av rømt oppdrettslaks.*

- Sammenlikning av genetisk sammensetning i laks fra Årøyelva fanget fra sportsfiske (2009-2013) og stamfiske (2014, 2015) med en historisk prøve av laks fanget i 1981-1983 –

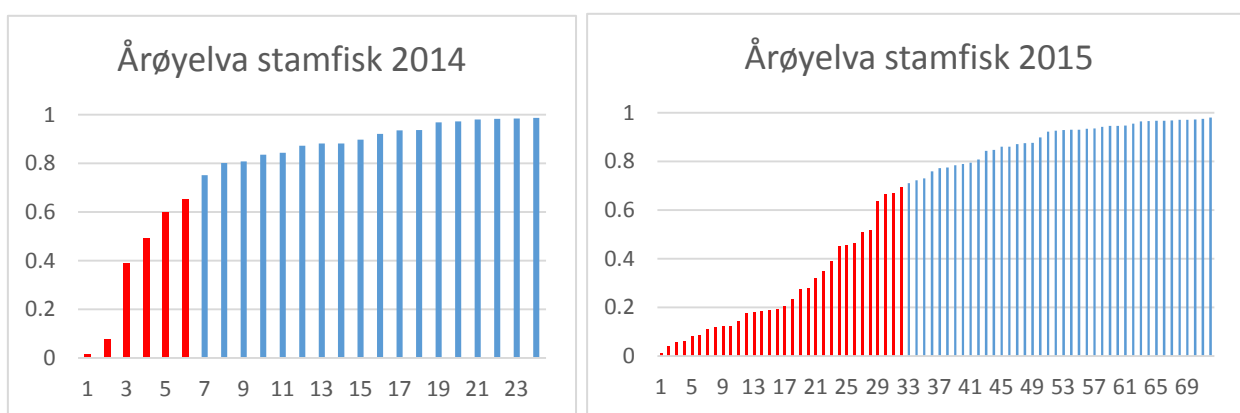
*Det ble observert en signifikant genetisk forandring i allelfrekvens over tid, men det ble ikke observert forskjellig genetisk variasjon i de forskjellige stikkprøvene. Utfra disse preliminære genetiske analysene er det for tidlig å konkludere med årsaken til de genetiske forandringene, utøver den påviste innkryssningen av rømt oppdrettslaks. Videre analyser vil undersøke hvorvidt også utsetting av fisk kan ha redusert den effektive populasjonsstorleken og om mulig genflyt fra andre bestander kan ha bidratt til dette.*

- Beregning av effektiv bestandsstørrelse –

Effektiv bestandsstørrelse ble beregnet til 252 (95% CI: 155 – 588) basert på den historiske stikkprøven fra 1981-1983, 56 (95% CI: 48 – 65) basert på stamfisken fra 2014-2015 og 146 (95% CI: 113 – 198) basert på stikkprøven fra sportsfiske i 2009-2013.

## Innkrysning av rømt oppdrettslaks

Det har blitt påvist en stor grad av genetisk innkrysning av rømt oppdrettslaks i Årøyelvabestanden med en estimert grad av innkrysning på 14,7% basert på 203 voksen laks innsamlet i årene 2009-2015 (vedlegg til Anon 2016) som plasserer denne bestanden i kategorien Rød – «tilstand svært dårlig. Store genetiske endringer påvist». Ser man nærmere på grad av innkrysning blant innsamlet stamfisk så ble 6 av 24 (25%) stamfisk forkastet i 2014 (Karlsson m fl. 2015) og 32 av 72 (44%) forkastet i 2015 (Karlsson m fl. 2016) (Figur 1).

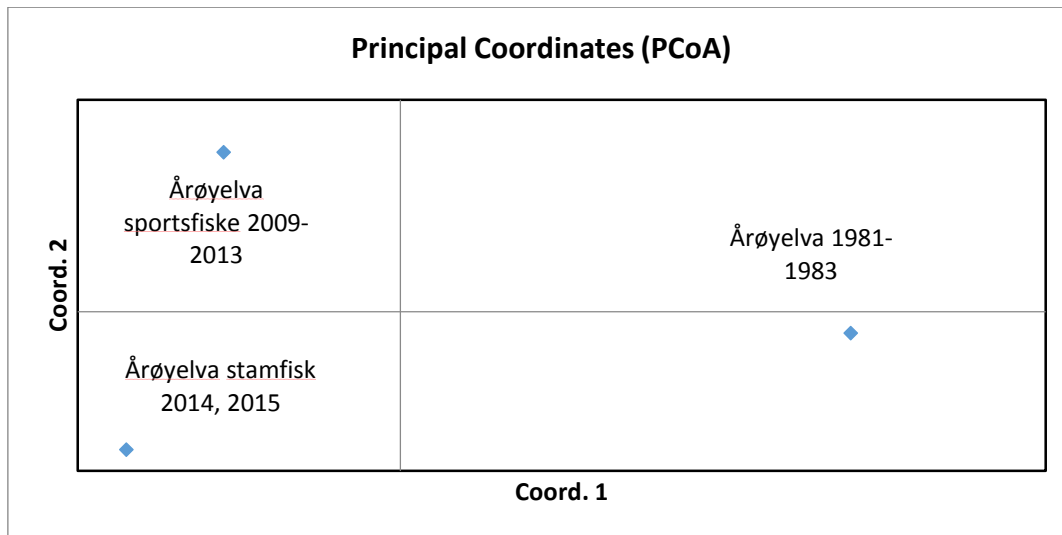


**Figur 1.** Stamlakskontroll for opphav i rømt oppdrettslaks i Årøyelva i 2014 og 2015. X-aksen angir sannsynlighet for å tilhøre villaks for hvert undersøkt individ (en stolpe for hvert individ). Røde stolper er individer som ikke ble godkjent til bruk som stamfisk på grunn av høy sannsynlighet å ikke ha rent villaksopphav (grensen er satt til 0,71).

Skjellprøver av stamlaks i perioden 2006 til 2013 foreligger men er ikke analysert enda, utfra påviste genetiske forandringer som følge av innkrysning med rømt oppdrettslaks i sportsfiskeprøver fra 2009-2013 (Vedlegg i Anon 2016) er det sannsynlig at det tidligere blitt benyttet stamfisk med oppdrettsgenetisk opphav og at utsettinger av laks dermed bidratt til en økt grad av innkrysning.

## Genetisk variasjon over tid

Signifikante genetiske endringer ble observert mellom den historiske stikkprøven av laks fra 1981-1983 og stikkprøven fra sportsfiske i 2009-2013 og stamfisken fra 2014 og 2015. Det var også en signifikant genetisk forskjell mellom stikkprøven fra sportsfiske og stamfisken (Figur 2). Disse observasjonene antyder at det har skjedd en forandring i den genetiske sammensetningen i Årøyelva siden begynnelsen av 80-tallet, men også at det er en pågående svingning i allelfrekvens siden vi også observerte signifikante genetiske endringer mellom sportsfiskeprøvene fra 2009-2013 og stamfiskeprøvene fra 2014-2015.



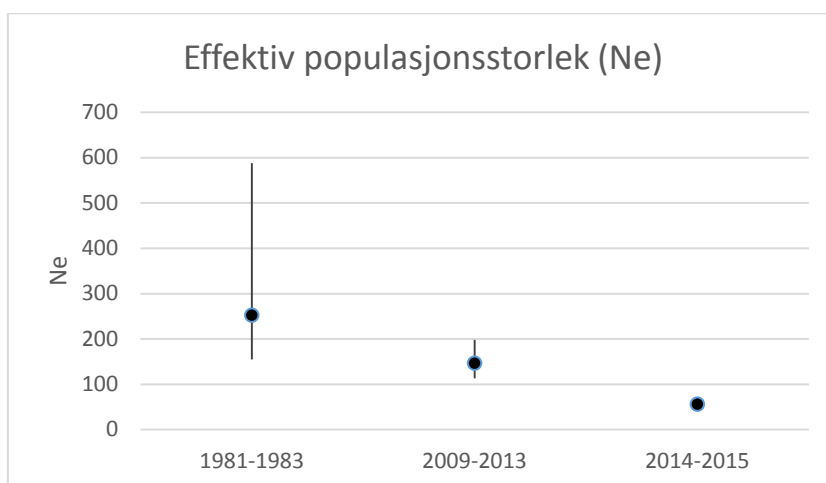
**Figur 2.** Parvise genetiske forskjeller ( $F_{ST}$ ) mellom stikkprøver av laks fra Årøyelva innsamlet i 1981-1983, 2009-2013 og 2024-2015, visualisert i Prinsipal Koordinat Analyse plot (PCoA).

I hvilken grad liten effektiv populasjonsstorlek (genetisk drift) og/eller genflyt fra andre bestander bidratt til en slik genetisk forandring kan det nåværende data settet og analysene ikke svare på, men de observerte genetiske endringene kan sannsynligvis i stor grad tilskrives den påviste innkrysningen av rømt oppdrettslaks.

Beregninger av genetisk variasjon innen stikkprøver i form av forventet heterozygositet var 0,340 i stikkprøven fra 1981-1983, 0,341 i stikkprøven fra sportsfiske i 2009-2013 og 0,349 i stamfisken fra 2014-2015 og ikke forskjellig mellom stikkprøvene ( $P > 0,164$ , Wilcoxon signed rank test).

### Effektiv populasjonsstorlek

Effektiv populasjonsstorlek ble beregnet med hjelp av koblingsulikevektmetoden (Hill 1981; Waples & Do 2008) og vist en reduksjon fra 1981-1983 til i dag (Figur 3).



**Figur 3.** Effektiv populasjonsstorlek ( $N_e$ ) i en stikkprøve fra 1981-1983, 2009-2013 og 2014-2014, beregnet med koblingsulikevekt-metoden. Punkt angir estimert  $N_e$  og linje angir 95% konfidensintervallet for estimatet.

## Oppsummering

Analysene så langt i prosjektet viser at bestanden i Årøyelva er sterkt påvirket av innkrysning av rømt oppdrettslaks og at bestanden har forandret genetisk sammensetning sammenliknet med en historiske prøve fra 1981-1983 og at den effektive bestandsstørrelsen blitt i størrelsesorden halvert. Hvorvidt utsettinger av fisk påvirket bestanden i en uønsket retning er for tidlig å si noe om, men videre analyser kommer spesifikt analyse mulig omfang av innkrysning av rømt oppdrettslaks i tidligere brukt stamfisk og om utsettinger kan ha bidratt til en reduksjon av effektiv bestandsstørrelse, såkalt Ryman-Laikre effekt.

## Referanser

- Anon. 2016. Klassifisering av 104 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. Temarapport nr 4, 85 s.
- Hill, W.G. 1981. Estimation of effective population size from data on linkage disequilibrium. *Genetics Research*, 38:209-216.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K.A., and Hindar, K. 2011. Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7K SNP-chip. *Molecular Ecology Resources*, 11 (Suppl. 1): 247-253.
- Karlsson, S., Diserud, O. H., Moen, T., and Hindar, K. 2014. A standardized method for quantifying unidirectional genetic introgression, *Ecology and Evolution*, 4(16): 3256-3263.
- Karlsson, S., Florø-Larsen, B., Balstad, T., and Eriksen, L. 2015. Stamlakskontroll 2014. –NINA rapport 1143. 13 pp. (In Norwegian)
- Karlsson, S., Florø-Larsen, B., Balstad, T., Eriksen, L., and Spets, M. H. 2015. Stamlakskontroll 2015. – NINA rapport 1266. 14 pp. (In Norwegian)
- Ryman, N., & Laikre L. 1991. Effects of supportive breeding on the genetically effective population size. *Conservation Biology* 5:325–329.
- Waples, R. S., & Do, C. 2008. LDNE: a program for estimating effective population size in species from data on linkage disequilibrium. *Molecular Ecology Resources*, 8:753-756.