

NINA Minirapport 506

# Forsøk med utsetting av laksyngel i Forneselva, Nord-Trøndelag i 2012 og 2013 som et mulig tiltak for å øke rekrutteringen hos elvemusling

Bjørn Mejdell Larsen  
Sten Karlsson  
Sigrid Skoglund



Larsen, B.M., Karlsson, S. & Skoglund, S. 2014. Forsøk med utsetting av laksyngel i Forneselva, Nord-Trøndelag i 2012 og 2013 som et mulig tiltak for å øke rekrutteringen hos elvemusling. - NINA Minirapport 506. 19 s.

Trondheim, mai 2014

**RETTIGHETSHAVER**

© Norsk institutt for naturforskning

**TILGJENGELIGHET**

Upublisert

**PUBLISERINGSTYPE**

Digitalt dokument (pdf)

**ANSVARLIG SIGNATUR**

Prosjektleder Bjørn Mejdell Larsen (sign.)

**OPPDRAGSGIVER(E)**

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag

**KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER**

Inge Hafstad

**FORSIDEBILDE(R):**

Forneselva ved For (stasjon 1) i april 2012. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

**NØKKEWORD**

Forneselva (Nord-Trøndelag) – elvemusling – lengdefordeling – utsetting laks – vertsfisk – tiltak

**KEY WORDS**

River Forneselva (Nord-Trøndelag) – freshwater pearl mussel – length distribution – stocking Atlantic salmon – host fish – action

NINA Minirapport er en enklere tilbakemelding til oppdragsgiver enn det som dekkes av NINAs øvrige publikasjonsserier. Minirapporter kan være notater, foreløpige meldinger og del- eller sluttresultater. Minirapportene registreres i NINAs publikasjonsdatabase, med internt serienummer. Minirapportene er ikke søkbare i de vanlige litteraturbasene, og følgelig ikke tilgjengelig på vanlig måte. Således kan ikke disse uten videre refereres til som vitenskapelige rapporter.

**KONTAKTOPPLYSNINGER**

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

---

# Innhold

<b>Innhold .....</b>	<b>3</b>
<b>Forord .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Område .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Metoder og materiale.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Resultater .....</b>	<b>9</b>
4.1 Vannkvalitet .....	9
4.2 Fisk .....	9
4.3 Elvemusling .....	10
<b>5 Diskusjon og oppsummering .....</b>	<b>15</b>
<b>6 Sammendrag .....</b>	<b>17</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>17</b>

## Forord

Elvemusling var en av de prioriterte artene det i henhold til Direktoratet for naturforvaltning (DN) sine retningslinjer kunne søkes tilskudd til i 2012.

Undersøkelser i Forneselva har vist at elvemuslingens rekruttering var svært mangelfull, og har vært det i mange år. Da vassdraget tidligere kan ha vært lakseførende kunne mangel på vertsfisk for muslingenes larver være en flaskehals i rekrutteringen. En hypotese var at elvemuslingen i Forneselva kunne være avhengig av laks i stedet for ørret for å oppnå en vellykket rekruttering. Utlekking av lakserogn eller utsetting av laksyngel kunne derfor tenkes å være tiltak som kunne få i gang igjen rekrutteringen hos elvemusling i Forneselva.

Med bakgrunn i dette ble det bevilget tilskudd fra Fylkesmannen i Nord-Trøndelag fra statsbudsjettets kapittel 1427 post 82 "Prioriterte arter og utvalgte naturtyper" for å følge opp effekten av laksutsettinger som ble gjennomført i Forneselva våren 2012. Prosjektet skulle opprinnelig undersøke fiskeunger høsten 2012 og våren 2013, men dette ble senere endret. I stedet for å fiske våren 2013 ble det gjennomført et fiske høsten 2013 for også å kunne følge opp utsettingen av laksyngel som ble gjennomført våren 2013 (mail av 19. juni 2013). Undersøkelsene var en videreføring av et prosjekt som ble gjennomført i 2011.

De genetiske analysene av elvemusling er utført på NINA, og Line Eriksen som har analysert prøvene, takkes for nøyaktig og godt arbeid. Inge Hafstad og Anton Rikstad hos FM Nord-Trøndelag takkes for et godt samarbeid underveis i prosjektet.

Trondheim, mai 2014

Bjørn Mejdell Larsen  
Prosjektleder

# 1 Innledning

I forbindelse med en kartlegging av elvemusling i Nord-Trøndelag i 2003 ble det også påvist elvemusling i Forneselva (Rikstad mfl. 2004). Senere er det gjort grundigere undersøkelser av forekomst og lengdefordeling av elvemusling i vassdraget i 2009 og 2011 (Rikstad & Julien 2010, Larsen & Saksgård 2012). Forneselva hadde da en tynn bestand av eldre elvemusling som ble funnet spredt fra Fossemvatn til Laupfossen, en strekning på ca. 8 km. Det ble ikke funnet muslinger ovenfor Laup i 2009, og heller ikke i Litjelva (Rikstad & Julien 2010). Det skal imidlertid ha forekommet elvemusling i Litjelva tidligere (Even Bjørnes, pers.medd.). Det er også kjent at det er plukket perler i Forneselva. Jakob Vollan (født 1906) var en kjent "kråkskjell"-plukker i området (Rikstad & Julien 2010). De fineste perlene han fant ble solgt til gullsmed Klæth i Steinkjer – antagelig på 1930-tallet. I tillegg skal det ha blitt fanget en musling (med perle) under fiske engang på begynnelsen av 1960-tallet (H. Nordgård pers. medd. i Dolmen & Kleiven 1997).

Målet for forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv er at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Ut fra en slik målsetting er det nødvendig å gjennomføre tiltak i elvene i tilknytning til Snåsavassdraget for å øke rekrutteringen. En hypotese som man ønsket å teste var om elvemuslingen i Forneselva var avhengig av laks i stedet for ørret som vert for muslinglarvene da vassdraget tidligere kan ha vært lakseførende. Tiltak som kan bygge opp igjen bestanden av laksunger kunne i så fall være et viktig virkemiddel.

Utlegging av lakserogn eller utsetting av laksyngel ville derfor kunne være tiltak som kunne øke rekrutteringen hos elvemusling på tidligere lakseførende strekning i Forneselva. Skulle dette vise seg å ha en effekt, ville det ha stor verdi for å sikre bestanden av elvemusling spesielt i Forneselva, men det kunne også ha overføringsverdi til andre muslingvassdrag i Snåsavassdraget. Prosjektet som startet i 2011 hadde derfor som målsetting å undersøke om utsetting av laksyngel kunne være et mulig tiltak for å bevare og bygge opp igjen bestandene av elvemusling i Forneselva. Utsettingene av laksyngel i juni 2011 hadde imidlertid ingen effekt på rekrutteringen av elvemusling i 2012 (Larsen & Saksgård 2012), men det var fortsatt uklart om det var laks eller ørret som var foretrukket vertsart for elvemuslingens larver. Dette forholdet ble derfor fulgt opp med nye utsetninger på våren 2012 og 2013, og oppfølgende undersøkelser av laks- og ørretunger høsten 2012 og 2013. Dette betyr at både laksyngel og eldre laksunger var til stede i Forneselva da muslingene slapp ut larvene i elvevannet tidlig på høsten i begge de to årene. Resultatet fra feltarbeid høsten 2012 og høsten 2013 beskrives i denne rapporten.

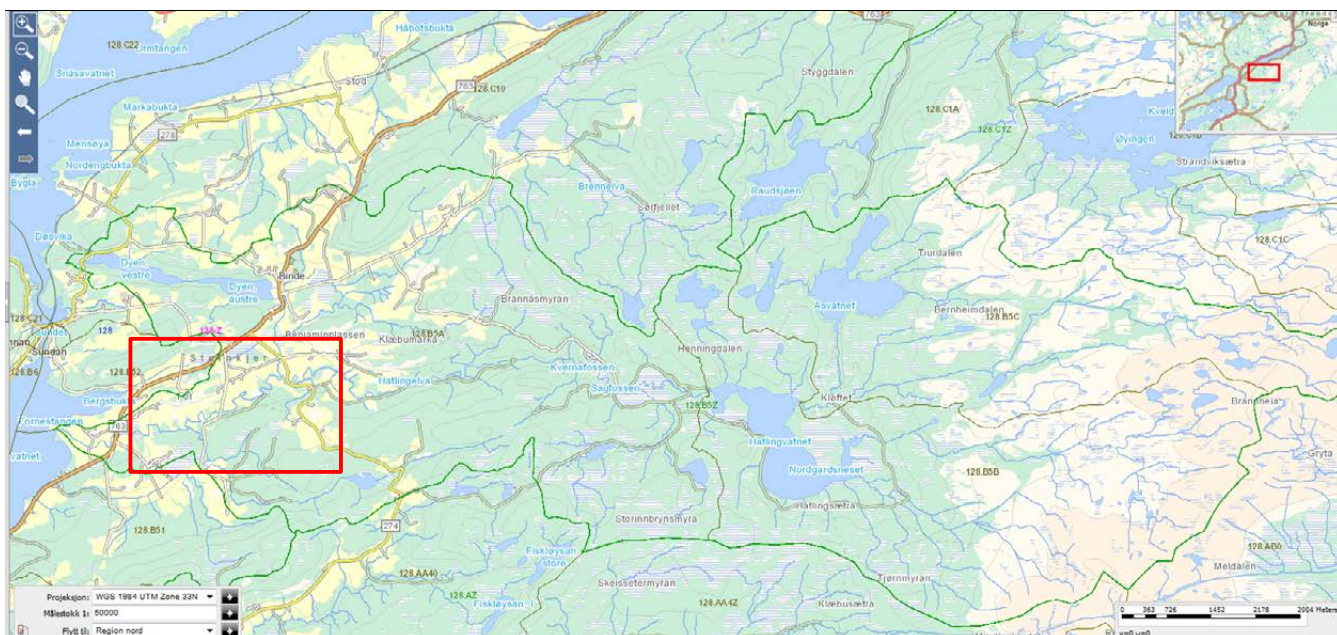
## 2 Område

Forneselva kalles også Hattingelva, og i NVEs vassdragsregister Regine er vassdraget navngitt Forra (128.B5Z). Forneselva er en del av Snåsavassdraget. Elva ligger i Steinkjer kommune i Nord-Trøndelag fylke, og utgjøres av strekningen mellom Nedre Selan og Fossemvatnet, en strekning på ca. 12 km (**figur 1**). Før dammen på Byafossen ble bygget var vassdraget lakseførende (minst 100 år siden). I 1953 og 1954 ble det satt ut laksyngel i Forneselva, og en sju-åtte år gammel laks ble fanget i Fossemvatnet ca. 1960 (Haugen ca. 1960). Elva er for tiden (2014) uregulert, men har tidligere vært nytt til kraftformål (Kvernafossen/Sagfossen).

Nedre del av vassdraget er stilleflytende med sand og mudderbunn, og elva er omkranset av dyrka mark (Rikstad & Julien 2010). Fra Laup og oppstrøms skifter elva karakter. Vannhastigheten øker og stein blir dominerende bunns substrat. Elva er dessuten omkranset av skog. Litjelva er en sideelv til Forneselva opp til Østre Dyin.

Utsetting av laks i Forneselva har skjedd med basis i det genetiske materialet i DNs levende genbank for villaks på Haukvik. I 2011 ble det gitt tilatelse til å sette ut inntil 50.000 laksyngel av Byaelv-stamme i Forneselva. Utsettingene ble fordelt med 5000 yngel ovenfor Laupsfossen, 5000 yngel ovenfor Laup bru, 5000 yngel nedenfor Laup bru og 35000 i midtre deler av elva ved Vollan,

For og videre nedover mot riksveien (R763) (Larsen & Saksgård 2012). Utsettingene ble videreført i 2012 med utsetting av ca. 12.000 laksyngel 21. juni fordelt på to strekninger, ved Laup bru og For. I 2013 ble det satt ut ytterligere 15.000 laksyngel 21. juni hovedsakelig på strekningen ved Vollan og Laup.



**Figur 1.** Nedbørfeltet til Forneselva eller Forra (128.B5Z). Kartutsnitt vist i **figur 2** er angitt.

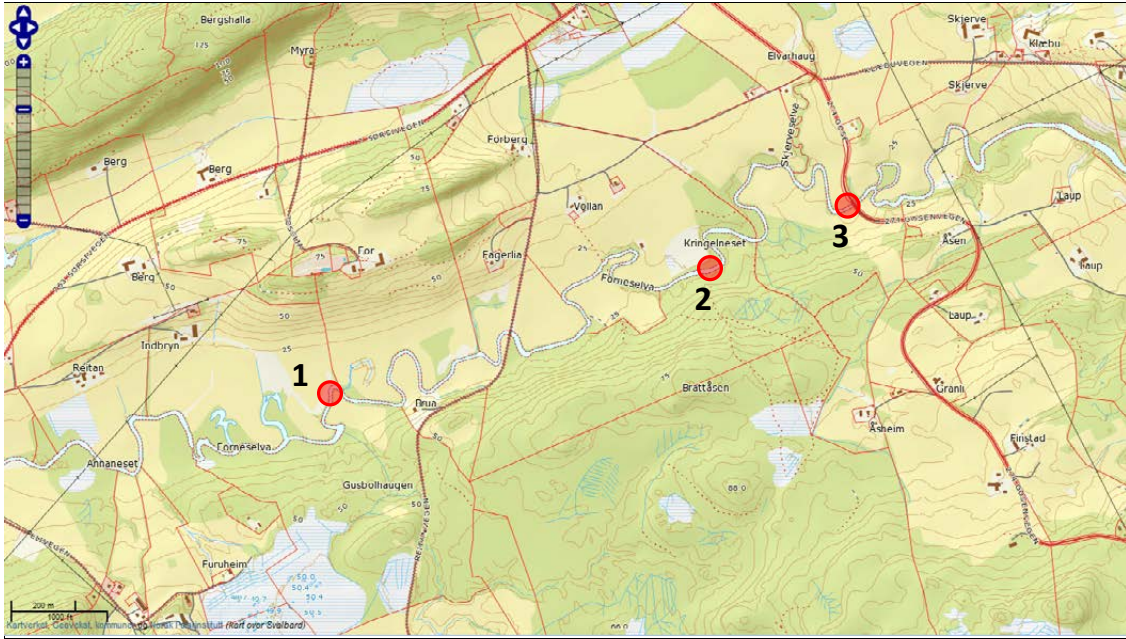
### 3 Metoder og materiale

Feltarbeidet i Forneselva ble gjennomført 22. oktober 2012, 4. september og 23. oktober 2013, alle dager på moderat vannføring. Innsamling av DNA-prøver fra muslinger i Forneselva ble foretatt 9. september 2011.

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver fra én stasjon i elva (stasjon 2 ved Kringelneset, **figur 2**) i september 2011, april og oktober 2012. Prøvene ble samlet på 500 ml vannflasker, og analysert ved Analysesenteret i Trondheim.

Infeksjonen av muslinglarver på gjellene til laks og ørret ble kontrollert på ensomrig (= årsyngel) (alder 0+) og tosomrig (alder 1+) ungfisk på tre stasjoner i oktober 2012 (stasjon 1-3, **figur 2**) og på én stasjon (stasjon 2) i oktober 2013. Innsamlingen av fisk ble foretatt med elektrisk fiskeapparat. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt før de ble fiksert på 4 % formaldehyd. All fisk ble senere aldersbestemt på laboratoriet, og gjellene ble undersøkt under lupe med hensyn til forekomst av muslinglarver. Antall muslinglarver ble talt opp på gjellene på begge sider av fisken. Resultatene er presentert som andel infiserte fisk av det totale antall fisk som er undersøkt (= prevalens), gjennomsnittlig antall muslinglarver på all fisk, dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk (= abundans) og gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk (= infeksjonsintensitet).

I begynnelsen av september 2013 ble 30 muslinger undersøkt på stasjon 2 (Kringelneset) med hensyn til forekomst av muslinglarver i gjellene (graviditet). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig i felt, og inspisere gjellene visuelt. Muslingene ble i tillegg lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter før de ble lagt tilbake i substratet. Det ble ikke lett systematisk etter tomme skall, men et betydelig antall ble funnet på stasjon 2, og et utvalg ble lengdemålt med skyvelære i september 2013.



**Figur 2.** Forneselva med lokalisering av stasjon 2 som er undersøkt med hensyn til vannkvalitet, lengdefordeling og graviditet hos elvemusling og stasjonene benyttet til innsamling av laks og ørret høsten 2012 (stasjon 1-3) og høsten 2013 (stasjon 2).



Forneselva ved Laup bru (stasjon 3). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Prøver til analyse av genetisk variasjon ble tatt av levende muslinger i felt. Det ble tatt prøver ved å stryke på overflaten av de indre bløtdelene (fot og kappe) med en pinne med bomull ytterst på den ene enden (Q-tip) (Karlsson mfl. 2013, Karlsson & Larsen 2013). Antall muslinger som ble samlet inn ble begrenset til 30 individ (**tabell 1**). DNA ble ekstrahert som beskrevet av Karlsson mfl. (2013) ved bruk av E.Z.N.A.<sup>TM</sup> tissue DNA kit (E.Z.N.A.®, Omega Bio-Tek Inc, Norcross). Individene ble analysert for genetisk variasjon for åtte mikrosatellitt markører utviklet av Geist mfl. (2003) som beskrevet av Karlsson & Larsen (2013). To av disse åtte mikrosatellittene har tidligere blitt beskrevet med signifikante avvik fra Hardy-Weinberg likevekt som tilskrives upålitelig genotyping (Karlsson & Larsen 2013). På lik linje med tidligere prosjekter ble derfor to av mikrosatellittene utelatt fra videre analyser.

**Tabell 1.** Materiale samlet inn til genetiske analyser av elvemusling i Forneselva 7. september 2011.

Stasjon	Antall	Gj.snitt lengde ± SD	Minste	Største
2 Kringneset	30	125,6 ± 11,9	91,7	151,9

Det er tidligere vist at elvemusling-bestander karakterisert som «laksemusling» eller «ørretmusling» utfra infeksjonsgrad på respektive vertsarter oppviser genetiske forskjeller (Larsen mfl. 2011a, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). Kort oppsummert så oppviser laksemusling-bestander en generelt høyere genetisk variasjon enn ørretmusling-bestander, og genetiske distanser ( $F_{ST}$  eller Nei's genetiske distanse; Nei 1972) mellom laksemusling- og ørretmusling-bestander grupperer seg i to atskilte genetiske kluster (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). For genetisk klassifisering av muslinger fra Forneselva ble disse sammenliknet med et tidligere beskrevet datasett med 33 forskjellige lokaliteter av elvemusling (Karlsson & Larsen 2013). Genetisk variasjon i form av forventet heterozygositet og allelrikdom ble estimert ved henholdsvis programvaren GenePop v.4 (Raymond & Rousset 1995) og FSTAT v. 2.9.3 (Goudet 2001). Allelrikdom er et mål på antall forskjellige alleler uavhengig av den reelle sample-størrelsen. For å sammenligne ulike elver tar man derfor utgangspunkt i stikkprøven med det laveste antall muslinger (i vårt tilfelle var dette en sample størrelse på åtte individer).

Parvis genetisk distanse ( $F_{ST}$ ) mellom bestander (Forneselva og alle bestander fra Karlsson & Larsen 2013) ble estimert og visualisert i en prinsipalkomponentanalyse (PCA, principal component analysis) ved bruk av programmet GENALEX (Peakall and Smouse 2006).

Hvert enkelt individ fra Forneselva ble i tillegg forsøkt genetisk tilordnet bestander karakterisert som laksemusling eller ørretmusling inkludert i Karlsson & Larsen (2013). Dette ble gjort ved direkte individuell genetisk tilordning med den bayesianske metoden (Rannala & Mountain 1997) implementert i programmet GeneClass2 (Piry mfl. 2004). Med denne metoden blir hver enkelt musling tilordnet de ulike referansebestandene med en relativ sannsynlighet (log likelihood score). Den relative sannsynligheten for å tilordnes de forskjellige laksemusling-bestandene ble summert og sammenliknet med den summerte relative sannsynligheten for å tilordnes de forskjellige ørretmusling-bestandene.



## 4 Resultater

### 4.1 Vannkvalitet

Vannkvaliteten i Forneselva var karakterisert av høy vannfarge og moderat høy turbiditet på de tre prøvetakingsdatoene. Vassdraget hadde ingen tegn til forsurening og kalsiuminnholdet var moderat høyt. Næringsinnholdet var moderat med konsentrasjoner av nitrat og total fosfor på henholdsvis 120 og 8,3 µg/l i gjennomsnitt. Innholdet av aluminium og jern var relativt høyt (henholdsvis 161 og 292 µg/l), men for tungmetallene for øvrig var verdiene normalt lave.

**Tabell 1.** Vannkvaliteten i Forneselva ved Kringelneset (stasjon 2) i 2011 og 2012 angitt ved turbiditet (Turb, NTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, total karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l), nitrat (NO<sub>3</sub>, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), totalt aluminium (Al, µg/l), jern (Fe, µg/l), nikkel (Ni, µg/l), kobber (Cu, µg/l), sink (Zn, µg/l) og bly (Pb, µg/l).

Dato	Turb NTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	Tot-P µg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l
07.09.11	2,3	77	4,6	7,23	7,4	5,01	99	9,8	166	363	0,4	0,5	0,9	0,12
24.04.12	1,9	63	3,9	6,85	5,3	3,28	140	6,9	177	224	0,5	0,5	1,1	0,10
22.10.12	1,1	67	5,1	7,07	6,3	5,20	120	8,3	139	289	0,3	0,4	0,9	0,10
Gj.snitt	1,8	69	4,5	7,05	6,3	4,50	120	8,3	161	292	0,4	0,5	1,0	0,11

### 4.2 Fisk

#### 4.2.1 Ungfisk – tetthet og vekst

Det ble bare gjennomført en kvantitativ innsamling av fisk, noe som ikke gir grunnlag for å beregne tettheten av ungfisk. I oktober 2012 ble det samlet inn 28 laksyngel (0+) og 32 tosomrige laksunger (1+), samt 60 ørretyngel (0+) og 11 tosomrige ørretunger (1+) på de tre stasjonene (se **tabell 2**). I oktober 2013 ble det bare samlet inn fisk fra én stasjon; totalt 16 laksyngel (0+), 8 to-somrige laksunger (1+) og én tre-somrig laksunge (2+) samt 16 ørretyngel (0+) og 9 tosomrige ørretunger (1+).

Fangst av en toårig laksunge i 2013 viser at enkelte laksunger fra utsettingene våren 2011 fortsatt var til stede i elva. Det var svært vanskelig å finne laksyngel på stasjon 2 i 2012, men dette samsvarte godt med opplysninger om at det ikke ble satt ut yngel i denne delen av elva dette året.

Laksyngelen (0+) hadde god vekst i Forneselva, og både i 2012 og 2013 var de i gjennomsnitt 65 mm lange i oktober (SD = 7, N = 28 i 2012 og SD = 4, N = 16 i 2013). De ettårige laksungene var 138 ± 12 mm (N = 32) i 2012 og 128 ± 8 mm (N = 8) i 2013. Til sammenligning var ørretyngelen (0+) gjennomsnittlig 73 ± 8 mm i oktober 2012 (N = 60), men bare 64 ± 12 mm i oktober 2013 (N = 16). Ettårige ørretunger (1+) varierte også en del i størrelse, og var henholdsvis 133 ± 18 mm og 119 ± 11 mm i 2012 (N = 11) og 2013 (N = 9).

#### 4.2.2 Muslinglarver på gjellene til laks og ørret – antall og vekst

I slutten av oktober 2012 var en høy andel laksunger (0+ og 1+) infisert med muslinglarver (**tabell 2**). Gjennomsnittlig abundans og intensitet var lavere på ensomrige laksunger enn på tosomrige laksunger (muslinglarver talt opp på alle gjellebuer); henholdsvis 2,8 og 7,7 muslinglarver hos 0+ og 7,8 og 10,0 muslinglarver hos 1+ (**tabell 2**). Normalt vil laksunger som har båret et større antall muslinglarver på gjellene i sitt første leveår, opparbeide en immunitet mot senere infeksjon. Laksunger med lav infeksjon av muslinglarver i sitt første leveår, vil sannsynligvis være mottakelig for muslinglarver også senere i livet. I oktober 2011 ble det observert en lavere infeksjon av musling-

larver på ensomrige laksunger (Larsen & Saksgård 2012), som kan begrunne fortsatt høy mottakelighet for infeksjon hos eldre årsklasser i 2012. Infeksjonen var høyest i nedre del av Forneselva og avtok lenger opp i elva (**tabell 2**). Ørretungene (0+ og 1+) hadde generelt lav infeksjon av muslinglarver på alle de undersøkte stasjonene, og høyest antall muslinglarver på én enkelt fisk var bare 31 individ (**tabell 2**).

Sammenlignet med 2012 var det færre laks- og ørretunger (både 0+ og 1+) som var infisert med muslinglarver i oktober 2013 (**tabell 2**). Infeksjonen var fortsatt høyere hos de tosomrige laks- og ørretungene (1+) sammenlignet med årsyngelen, og gjennomsnittlig abundans og intensitet var henholdsvis 6,4 og 17,0 hos laks, og 5,8 og 10,4 hos ørret (**tabell 2**).

**Tabell 2.** Registreringer av muslinglarver på alle gjellene til ungfisk av laks og ørret i Forneselva i oktober 2012 og 2013. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

Stasjon	Dato	Art	Alder	N	Prevalens	Abundans	Intensitet	Maks
					(%)	Gjnsnitt ± SD	Gjnsnitt ± SD	
1	22.10.12	Laks	0+	9	88,9	8,3 ± 7,5	9,4 ± 7,3	20
		Laks	1+	10	90,0	16,3 ± 20,4	18,1 ± 20,7	56
		Ørret	0+	19	57,9	3,4 ± 5,0	5,9 ± 5,4	19
		Ørret	1+	7	57,1	10,7 ± 13,3	18,8 ± 12,4	29
2	22.10.12	Laks	0+	2	0	0	0	0
		Laks	1+	18	77,8	4,5 ± 5,1	5,8 ± 5,1	15
		Ørret	0+	19	84,2	4,5 ± 4,0	5,3 ± 3,9	15
		Ørret	1+	2	50,0	2,5 ± 3,5	5,0	5
3	22.10.12	Laks	0+	17	11,8	0,1 ± 0,3	1,0 ± 0,0	1
		Laks	1+	4	50,0	1,5 ± 1,7	3,0 ± 0,0	3
		Ørret	0+	22	36,4	3,0 ± 7,1	8,3 ± 10,1	31
		Ørret	1+	2	50,0	2,5 ± 3,5	5,0	5
1-3	22.10.12	Laks	0+	28	35,7	2,8 ± 5,7	7,7 ± 7,4	20
		Laks	1+	32	78,1	7,8 ± 13,0	10,0 ± 14,0	56
		Ørret	0+	60	58,3	3,6 ± 5,6	6,2 ± 6,1	31
		Ørret	1+	11	54,5	7,7 ± 11,2	14,2 ± 11,9	29
2	23.10.13	Laks	0+	16	25,0	1,1 ± 2,2	4,5 ± 1,7	7
		Laks	1+	8	37,5	6,4 ± 16,8	17,0 ± 26,9	48
		Ørret	0+	16	31,3	0,8 ± 1,8	2,6 ± 2,6	7
		Ørret	1+	9	55,6	5,8 ± 15,5	10,4 ± 20,5	47

Muslinglarvene som ble funnet på laksungene i oktober 2012 og 2013 var betydelig mindre enn muslinglarvene som ble funnet på ørretungene. I oktober 2012 var den gjennomsnittlige lengden henholdsvis  $0,06 \pm 0,02$  mm (N = 96) og  $0,15 \pm 0,03$  mm (N = 153). I oktober 2013 var den gjennomsnittlige lengden henholdsvis  $0,06 \pm 0,03$  mm (N = 30) og  $0,19 \pm 0,04$  mm (N = 27). Lignende forskjeller er observert også tidligere i undersøkelser av muslinglarver på fiskegjeller fra Forneselva (Larsen & Saksgård 2012).

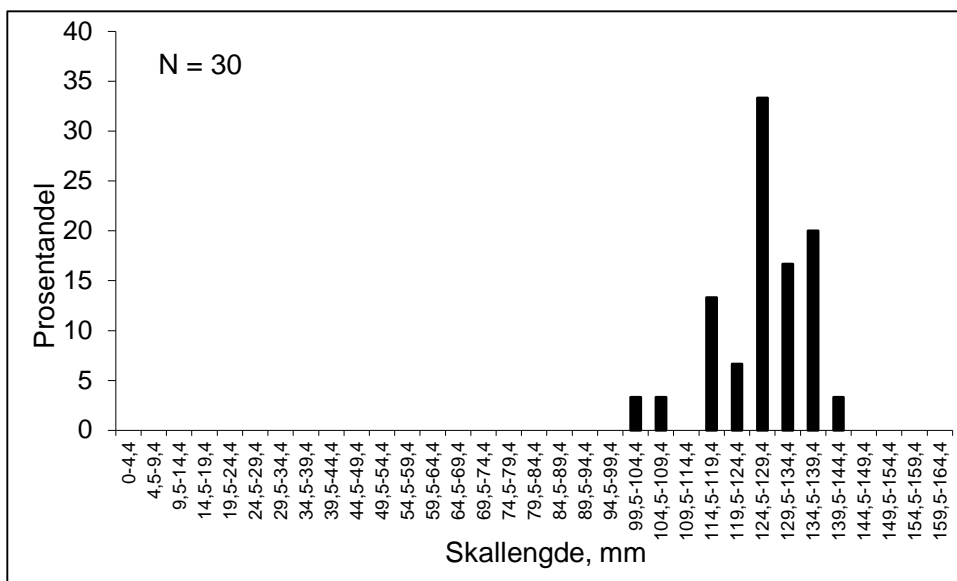
## 4.3 Elvemusling

### 4.3.1 Lengdefordeling

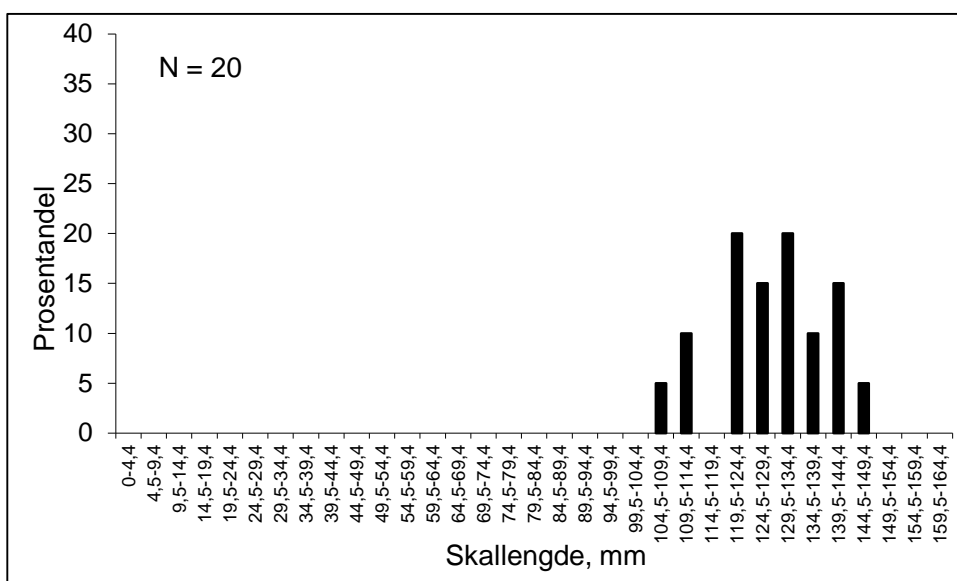
Lengdefordelingen av levende muslinger er tidligere undersøkt av Rikstad & Julien (2010) og Larsen & Saksgård (2012). Det ble ikke gjort noen fullstendig undersøkelse av lengdefordelingen i

2012 eller 2013, men 30 levende muslinger ble lengdemålt i forbindelse med undersøkelse av muslingenes graviditet (se kapittel 4.3.2) (**figur 3**). Skallengden varierte fra 100 til 141 mm med en gjennomsnittslengde på 127 mm (SD = 9; N = 30). Skallengden i 2011 varierte fra 92 til 151 mm (Larsen & Saksgård 2012). Gjennomsnittslengden var 125 mm (SD = 12; N = 50). Rikstad & Julien (2010) påviste noen flere muslinger i lengdeintervallet 100-120 mm, og gjennomsnittslengden var derfor lavere i 2009 (114 mm; SD = 11; N = 36). Det er ikke funnet muslinger mindre enn 50 mm lange noe sted i Forneselva ved undersøkelsene på 2000-tallet.

Tomme skall varierte fra 107 til 147 mm i 2013 (**figur 4**). Gjennomsnittslengden var 129 mm (SD = 11; N = 20).



**Figur 3.** Lengdefordeling basert på funn av de 30 "første" levende muslinger (uten graving i substratet) som ble funnet på stasjon 2 ved Kringelneset i Forneselva i september 2013.



**Figur 4.** Lengdefordeling basert på innsamling av de 20 "første" tomme skall som ble funnet på stasjon 2 ved Kringelneset i Forneselva i september 2013.



*Forneselva ved Kringelneset (stasjon 2). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

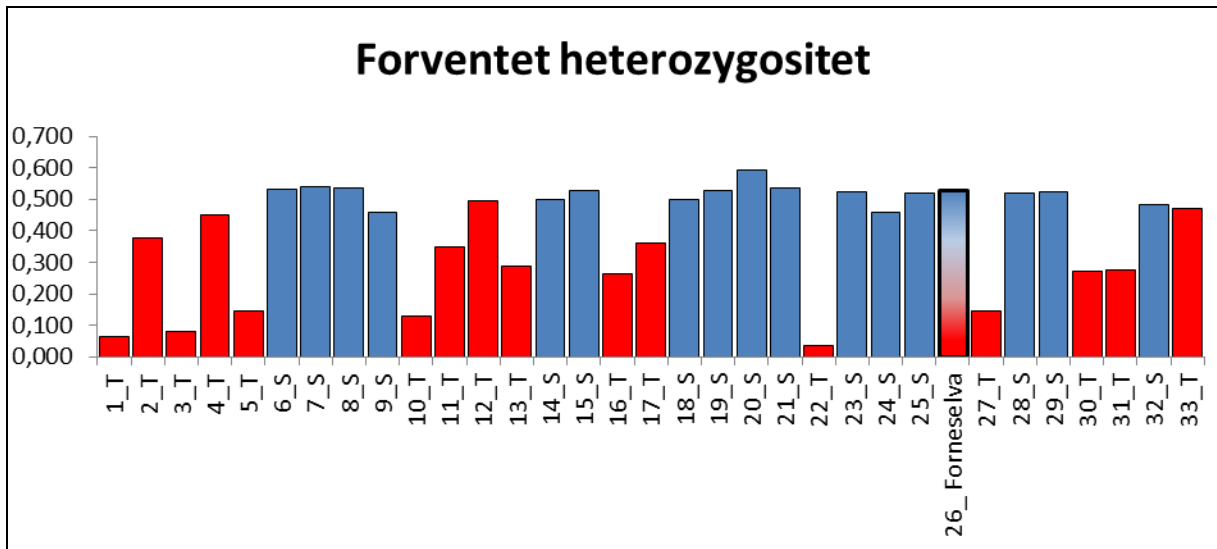
### 4.3.2 Reproduksjon

Graviditeten ble undersøkt i begynnelsen av september 2013, og 14 av 30 undersøkte muslinger (46,7 %) hadde muslinglarver i gjellene. Frigivelsen av larver hadde sannsynligvis ikke begynt eller bare så vidt kommet i gang 4. september, men flere av de gravide muslingene ble angitt å være «gytemodne». Sannsynligvis ville frigivelsen av larver skje i dagene fram mot midten av september. Dette er det samme som ble funnet i 2011 (Larsen & Saksgård 2012). Innsamlingen av fisk for å undersøke infeksjonen av muslinglarver på gjellene ble dermed gjennomført om lag seks uker etter fullført «gyting» høsten 2013.

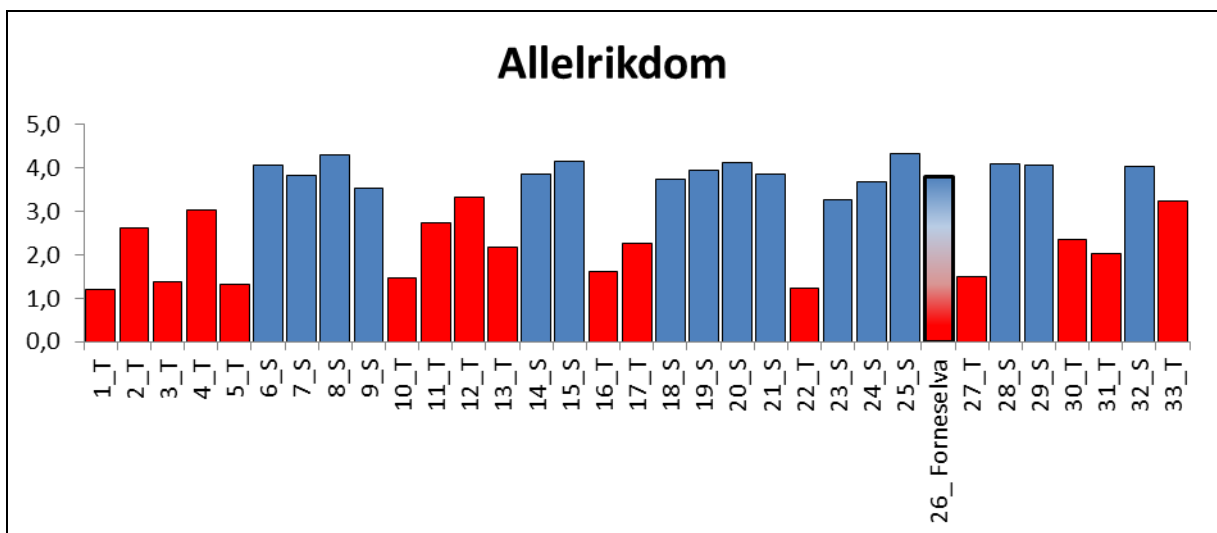
### 4.3.3 Genetiske analyser

Av i alt 30 muslinger fra Forneselva ble 28 individer genotypet for alle seks mikrosatelitt-markørene og to individer for fem av markørene.

Forneselva hadde en gjennomsnittlig forventet heterozygositet ( $H_e$ ) på 0,53 og en gjennomsnittlig allelrikdom ( $A_r$ ) på 3,8. Dette nivået av forventet heterozygositet og allelrikdom er det samme som det gjennomsnittlige nivået observert for 16 laksemusling-bestander ( $H_e = 0,52$ ,  $A_r = 3,9$ ) og betydelig høyere enn det totale gjennomsnittlige nivået for 16 ørretmusling-bestander ( $H_e = 0,26$ ,  $A_r = 2.1$ ) (figur 5 og 6).

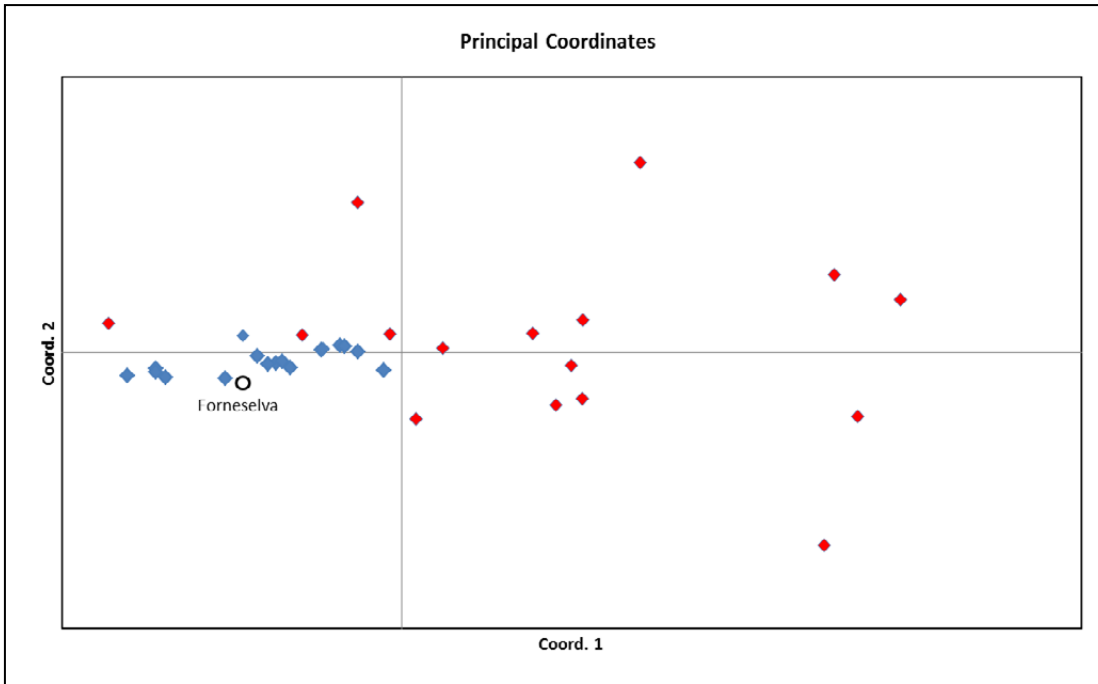


**Figur 5.** Sammenligning av gjennomsnittlig forventet heterozygositet i Forneselva (blå-rød gradert) med 16 laksemusling-bestander (blå) og 16 ørretmusling-bestander (rød) (fra Karlsson & Larsen 2013) basert på genetisk variasjon i seks mikrosatelitt-markører.



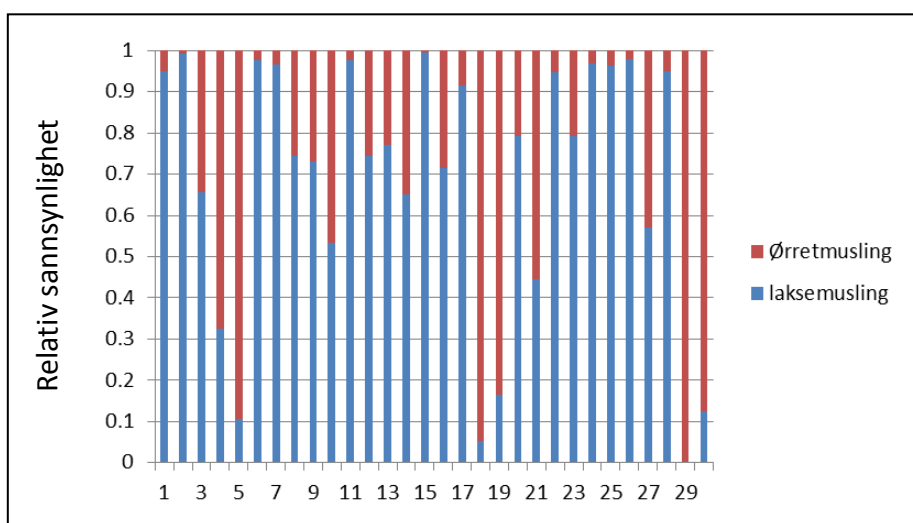
**Figur 6.** Sammenligning av gjennomsnittlig allelrikdom i Forneselva (blå-rød gradert) med 16 laksemusling-bestander (blå) og 16 ørretmusling-bestander (rød) (fra Karlsson & Larsen 2013) basert på genetisk variasjon i seks mikrosatelitt-markører og en sample størrelse på åtte individer.

Forneselva oppviste en genetisk distanse nærmere laksemusling-bestander enn ørretmusling-bestander visualisert i **figur 7**. Det er tidligere vist at populasjonsgenetisk struktur hos elvemusling i stor grad forklares av vertsspesifisitet (laks og ørret), og at det er større forskjell mellom ulike bestander av ørretmusling enn det er mellom ulike bestander av laksemusling (Larsen mfl. 2011a, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). Imidlertid er det også observert at en del ørretmusling-bestander ligger nær, men likevel utenfor klusteret av laksemusling-bestander. Forneselva ser imidlertid ut til å plassere seg midt i laksemusling-klusteret (**figur 7**). Utfra denne observasjonen, som sammen med den relativt høye genetiske variasjonen i populasjonen (**figur 5 og 6**) gjør at muslingene i Forneselva genetisk likner mest på laksemusling.



**Figur 7.** Prinsipalkomponentanalyse plot av laksemusling-bestander (blå), ørretmusling-bestander (rød) og Forneselva (sirkel) basert på parvise  $F_{ST}$  estimat. Første aksene forklarer 42,2 % av variasjonen og den andre aksene 20,8 %.

Individuell genetisk tilordning av muslinger fra Forneselva til et referansemateriale av 16 laksemusling-bestander og 16 ørretmusling-bestander viste at 23 av 30 muslinger (76,7 %) hadde en genetisk sammensetning som lignet mer på sammensetningen i en laksemusling-bestand enn på sammensetningen i en ørretmusling-bestand. Syv individ (23,3 %) hadde derimot en høyere sannsynlighet for å kunne tilhøre en ørretmusling-bestand (**figur 8**). Det er imidlertid usikkert hvor mye vekt vi kan gi disse observasjonene da vi ikke kjenner den forventete fordelingen av relativ sannsynlighet for å bli tilordnet et referansemateriale av laksemusling- og ørretmusling-bestander, det vil si der vi er sikre på hvilken art som er primærvert.



**Figur 8.** Individuell genetisk tilordning av muslinger fra Forneselva til et referansemateriale av 16 laksemusling-bestander og 16 ørretmusling-bestander. Relativ sannsynlighet er summert log likelihood score til henholdsvis laksemusling-bestander (blå) og ørretmusling-bestander (rød).

## 5 Diskusjon og oppsummering

I Forneselva så det ut til at elvemuslingen benyttet både laks og ørret som vertsart. Det ble påvist samme antall muslinglarver på gjellene og tilnærmet lik prevalens både hos laks og ørret høsten 2011 (Larsen & Saksgård 2012), 2012 og 2013 (denne undersøkelsen).

Det ble imidlertid observert at muslinglarvene var større på ørret enn på laks i alle de tre årene. I den grad vekst er et kvalitetskriterium kan vi ut fra dette tolke at ørretungene synes å være bedre egnet som vert enn laksungene. På uegnet vertsfisk vil ikke muslinglarvene utvikle seg normalt (ingen eller redusert tilvekst), og de vil falle av igjen fra gjellene etter noe tid. Dårligere vekst hos muslinglarver som sitter på gjellene til en suboptimal vertsfisk kan forklares med at larvene hemmes av et sterkt immunforsvar hos fiskungene (jf. Bauer 1987, Österling & Larsen 2013). Dårligere vekst hos muslinglarvene som satt på gjellene til laks i Forneselva sammenlignet med de som satt på ørret kan ut fra dette forklares med at larvene hemmes av et sterkere immunforsvar hos laksungene enn hos ørretungene. Underforstått skulle det bety at muslinglarvene ikke er tilpasset et opphold på laksungene.

Det som er sagt ovenfor forutsetter imidlertid at alle muslinglarvene ble sluppet relativt synkront ut i vannmassene, og at de festet seg til gjellene på laks og ørret omtrent på samme tid. Men det finnes også en mulighet for at noen muslinger slipper larvene tidligere enn andre muslinger. Det er vist at dette forekommer i elver med atskilte bestander av «ørretmusling» i øvre del og «laksemusling» i nedre del av vassdraget (Larsen mfl. 2000; 2011b). Muslinglarvene fester seg da senere på gjellene hos laks enn hos ørret, og dette gir seg utslag i at muslinglarvene har forskjellig størrelse når fiskungene undersøkes senere på høsten. Hvis dette er tilfellet i Forneselva betyr det at elvemuslingbestanden kan være en blanding av laksemusling og ørretmusling som slipper larvene til forskjellig tidspunkt i løpet av høsten. Dette vil i så fall forklare at muslinglarvene som sitter på ørret kan være større enn de som sitter på laks.

Vinteroverlevelse hos muslinglarvene ble ikke undersøkt i 2012/2013 og 2013/2014. Larsen & Saksgård (2012) fant imidlertid at svært få larver overlevde på fiskeungene vinteren 2011/2012. Infeksjonen var i utgangspunktet svært lav på både ørret og laks høsten 2011, og resultatet behøver derfor ikke være representativt. Dødeligheten om vinteren kan dessuten variere mellom år. I løpet av vinteren 2011/2012 hadde alle muslinglarvene falt av ørretungenes gjeller, og det ble bare observert én muslinglarve på to av laksungene i april 2012. Disse hadde imidlertid utviklet seg normalt.

Det er vist at det kan være genetiske forskjeller mellom populasjoner av elvemusling som benytter laks som vertsfisk («laksemusling») og elvemusling som benytter ørret som vertsfisk («ørretmusling») (Larsen mfl. 2011a, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). Laks kunne tidligere vandre fritt opp i Snåsavatnet og sannsynligvis også til Forneselva før Byafossen ble regulert til kraftverksformål fra 1917. Demningen på Byafossen har derfor vært et vandringshinder for anadrom fisk i nærmere hundre år, og deler av muslingpopulasjonene ovenfor Byafossen kan ha blitt isolert fra sin opprinnelige primærvert. Demninger i elveløpet som blokkerte for naturlig vandring av muslingenes vertsfisk har indirekte forårsaket utryddelse av muslinger i USA (Williams mfl. 1993, Watters 1996). Demninger som hindret laks i å komme opp i vassdragene nevnes som en av flere årsaker til at elvemusling har dødd ut i enkelte lokaliteter i Karelia (Makhrov mfl. 2009) og Arkhangelsk (Bolutov & Bepalaya 2010). Tilsvarende eksempler finnes også fra Spania (Morales mfl. 2004) og Finland (Porkka 2003, Oulasvirta 2010), men også i Norge, spesielt i forbindelse med vannverk og vannuttak til fiskeanlegg som stenger for naturlig oppvandring av anadrom laksefisk (Larsen & Österling 2012).

Med bakgrunn i DNA-analyser av muslingene er det vist med stor sannsynlighet at muslingene i Forneselva genetisk ligner mest på det som karakteriserer en laksemusling-bestand. Noen muslinger har imidlertid en genetisk sammensetning som i større grad har likhet med ørretmusling enn med laksemusling. Vi skal derfor ikke utelukke at vi faktisk kan ha en blandingsbestand av muslinger der deler av bestanden har laks som vertsfisk for muslinglarvene, og resten av bestanden har

ørret som vertsfisk for muslingenes larver. For at dette skal holde seg stabilt over tid, må det imidlertid eksistere en reproduktiv barriere mellom eventuelle ørretmuslinger og laksemuslinger. Da snakker vi i så fall om to funksjonelt forskjellige typer av elvemusling som har vandret inn i vassdraget uavhengig av hverandre, kanskje for flere tusen år siden. I muslingvassdrag der vi har funnet både laksemuslinger og ørretmuslinger lever de to populasjonene mer eller mindre adskilt med laksemuslinger i nedre del og ørretmuslinger i øvre del (bl.a. Larsen mfl. 2000, Larsen & Aspholm 2007, Larsen & Berger 2010, Larsen & Saksgård 2011). Hvorvidt det har vært elvemusling i øvre deler av Forneselva tidligere, vet vi ikke. Utbredelsen begrenser seg i dag til det som er vassdragets anadrome strekning, og eventuelle ørretmuslinger har samme utbredelsesområde som laksemuslingene.

På den annen side, om det opprinnelig har vært en ren laksemusling-bestand i nedre del av Forneselva, må det etter at Byafossen kraftverk ble bygget (for om lag hundre år siden), ha foregått en seleksjon med utvikling av et vertsskifte fra laks til ørret. Generasjonstiden for elvemusling er lang (kjønnsmoden først når den er 12-15 år gammel) og det har kun forløpt om lag sju generasjoner siden laks ble utilgjengelig som vert. En genetisk tilpasning til ørret som vert må derfor ha skjedd meget raskt. På den andre siden har elvemuslingen en høy fekunditet og dermed et meget stort seleksjonspotensiale, samtidig som seleksjonstrykket må ha vært meget stort med relativ fitness tilnærmet lik 1 (larver fester seg og utvikler seg på ørret eller ikke). Det er imidlertid rimelig å anta seleksjon for ørret som vert i denne korte perioden ikke samtidig vil ha ført til at laks ikke lenger vil kunne fungere som vert. Videre, lengdefordelingen av muslinger i Forneselva beskriver en aldrende bestand med en overvekt av store og gamle muslinger (der mange kan være eldre enn 100 år). Vi skulle derfor forvente at de fleste muslingene (på grunn av høy alder) fortsatt var laksemuslinger i Forneselva. Om vi forutsetter at vi har hatt en seleksjon mot ørret som vertsfisk for muslinglarvene etter at laks ikke lenger kunne komme forbi Byafossen, vil det ha resultert i en overvekt av ørretmuslinger blant de yngste muslingene. Det er ikke aldersbestemt muslinger fra Forneselva og det er svært vanskelig å anslå alder basert bare på lengdefordelingen (jf. Dunca & Larsen 2012). I lengdefordelingene som ble foretatt i 2009-2013 (Rikstad & Julien 2009, Larsen & Saksgård 2012, denne undersøkelsen; N = 116) var bare 3 % av muslingene <100 mm og 15 % <110 mm. Rekrutteringen var med andre ord svak, og det ble funnet svært få muslinger yngre enn 50-75 år. Fordelingen av muslinglarver var imidlertid relativt lik på laks og ørret, og en teori om at muslinglarver som sitter på laks hovedsakelig har gamle foreldre og at de som sitter på ørret hovedsakelig har unge foreldre, virker ikke særlig sannsynlig. Fravær av en optimal vertsart (laks) vil utvilsomt introdusere et stort seleksjonstrykk for tilpasninger til en annen vertsart (ørret), men det totale kunnskapsgrunnlaget i denne studien tillater oss ikke å konkludere med at dette er hovedforklaringen til observasjonene i Forneselva.

Det faktum at vi faktisk finner muslinglarver på laksunger som settes ut i Forneselva avviker fra andre vassdrag der laks ved utsettinger eller ved bygging av laksetrapper kommer i kontakt med bestander av «ørretmusling». I slike tilfeller finner vi ikke muslinglarver på laksungene i det hele tatt (Larsen mfl. 2002, Larsen & Berger 2010, Larsen & Saksgård 2011). Dette bygger opp under antagelsen om at det finnes laksemuslinger i Forneselva. Da er det vanskeligere å forklare forekomsten av muslinglarver på ørretungene om vi har en ren laksemusling-bestand i Forneselva. Teorien om et vertsskifte ved seleksjon er imidlertid meget usikker da rekrutteringen har vært svak i lang tid. Muligheten for å bygge opp en stor bestand med muslinger tilpasset ørret ser derfor ikke ut til å ha vært til stede. Ut fra våre observasjoner er det mer sannsynlig at det er sympatriske bestander av ørret- og laksemusling i Forneselva.

Reproduksjonsevnen til muslingene i Forneselva er normal med hensyn til andel gravide muslinger om høsten. Vitaliteten til larvene som ble sluppet ut i vannet ble ikke undersøkt, men både i 2012 og 2013 var andelen fiskunger med larver på gjellene relativt høy (25-78 % prevalens avhengig av år, fiskeart og alder).

Sviktende rekruttering hos elvemusling i Forneselva har nok flere årsaker enn manglende eller «feil» vertsfisk. Høy turbiditet og høyt fargetall tyder på avrenning av finpartikulært materiale både fra dyrket mark og myrområder i nedbørfeltet. Sannsynligvis medfører dette problemer for de minste muslingene i de første leveårene da de lever nedgravd i elvegrusen. I tillegg er konsentrasjonen av



aluminium og jern høyere enn det vi finner i de fleste andre lokaliteter med elvemusling (B.M.Larsen upublisert materiale). En kartlegging av nedbørfeltet med hensyn til trusselfaktorer og påvirkninger som kan tenkes å påvirke elvemuslingen vil være et godt grunnlag for å utarbeide en mer detaljert tiltaksanalyse for elvemuslingen i Forneselva.

Det ville dessuten være interessant å gå videre med eksperimentelle studier for å se om enkelte muslinger i Forneselva faktisk bare infiserer ørret og om andre bare er tilpasset laks. Dette er mulig ved å plassere gravide muslinger (både gamle og unge) enkeltvis i kar der de holdes sammen med laks og ørret. Vi kan da studere eventuelle påslag av larver, og hvordan disse utvikler seg på gjellene til de to fiskeartene. Dette vil også gi nyttig kunnskap i forvaltningen av andre elver som kan tenkes å ha samme problemstilling.

## 6 Sammendrag

Utsetting av laksunger på lakseførende strekning i Forneselva hadde ingen effekt på rekrutteringen hos elvemusling i 2012, men kan ha bidratt i noen grad både i 2013 og 2014. Graden av infeksjon var tilnærmet lik på laks og ørret i Forneselva i oktober 2012 og 2013. Muslinglarvene var noe mindre på laksungene enn på ørretungene på samme tid. Denne forskjellen i størrelse på muslinglarvene hos laks og ørret kan enten komme av vekstforskjeller som er en effekt av forskjellig immunforsvar mot de parasittiske muslinglarvene hos laks og ørret eller at muslinglarvene fra «laksemusling» og «ørretmusling» slippes ut i vannet på noe ulikt tidspunkt på høsten. Med bakgrunn i de undersøkelser som er gjort i Forneselva er det ikke mulig å konkludere med hvilken laksefisk som er primærvert for elvemuslingen i elva, og antagelig kan både laks og ørret bidra til rekrutteringen. Utsetting av laks eller tilrettelegging av oppgang av laks i Byafossen er antagelig ikke et tiltak som er nødvendig for å opprettholde en bestand av elvemusling i Forneselva. Men mangel på laks kan bety at deler av bestanden kan forsvinne, og at den genetiske variasjonen som «laksemuslingene» representerer, kan forsvinne over tid. Andre tiltak enn lakseutsetting som kan være aktuelle for å øke rekrutteringen til bestanden av elvemusling i Forneselva, er ikke vurdert i denne rapporten.

## 7 Referanser

- Bauer, G. 1987. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). II. Susceptibility of brown trout. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 76: 403-412.
- Bolotov, I.N. & Bepalaya, Y.V. 2010. State of *Margaritifera margaritifera* (L.) populations in Arkhangelsk region. – S. 6-11 i: Ieshko, E.P. & Lindholm, T. (red.). Conservation of freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. Proceedings of the International workshop. Karelien Research Centre of RAS.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. - Vitenskapsmuseet Zool. Notat 2-1997. 28 s.
- Dunca, E. & Larsen, B.M. 2012. Skillnader i skaltillvæxt hos flodpärlmusslor från reglerade och icke-reglerade vattendrag i Norge. – NINA Rapport 795. 63 s.
- Geist, J., Rottmann, O., Schröder, W. & Kühn, R. 2003. Development of microsatellite markers for the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionidea). – Mol. Ecol. Notes 3: 444-446.
- Goudet, J. 2001. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3). - Available from <http://www.unil.ch/lizea/software/fstat.html>.
- Haugen, Ø. ca. 1960. Laks i snare. – Fra spalten «Sett og hørt i skog og mark» i ett eller annet ukeblad (eventuelt et jakt- og fisketidsskrift) med ukjent navn, s. 82.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten - NINA Rapport 926. 44 s.

- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) – *Hydrobiologia* 735: 179-190.
- Karlsson, S., Larsen, B.M., Eriksen, L. & Hagen, M. 2013. Four methods of non-destructive DNA sampling from freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionoida). – *Freshwater Science* 32: 525-530.
- Larsen, B.M. & Aspholm, P.E. 2007. Karpelva (Siidejohka), Finnmark (vassdragsnr. 247.3Z). – s. 28-45 i Larsen, B.M. (red). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2005. NINA Rapport 309.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2010. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2008: Håelva, Rogaland. – NINA Rapport 565. 35 s.
- Larsen, B.M. & Österling, M. 2012. Litteraturstudie om vannkraftregulering og elvemusling. – s. 29-45 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer – en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- Larsen, B.M. & Saksgård, R. 2011. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport 2010: Aursunda, Nord-Trøndelag. - NINA Rapport 718. 29 s.
- Larsen, B.M. & Saksgård, R. 2011. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport 2010: Aursunda, Nord-Trøndelag. - NINA Rapport 718. 29 s.
- Larsen, B.M. & Saksgård, R. 2012. Utsetting av laksengel i Forneselva, Nord-Trøndelag i 2011 – et tiltak for å øke rekrutteringen hos elvemusling. – NINA Minirapport 393. 20 s.
- Larsen, B.M., Eken, M. & Hårsaker, K. 2002. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* og fiskeutsettinger i Hoenselva og Bingselva, Buskerud. - NINA Fagrapport 56: 1-33.
- Larsen, B.M., Hårsaker, K., Bakken, J. & Barstad, D.V. 2000. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Steinkjervassdraget og Figga, Nord-Trøndelag. Forundersøkelse i forbindelse med planlagt rotenonbehandling. - NINA Fagrapport 39: 1-39.
- Larsen, B.M., Karlsson, S., Hindar, K. & Balstad, T. 2011a. Genetisk variasjon hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) i Norge – en pilotstudie. - NINA Minirapport 316. 20 s.
- Larsen, B.M., Dunca E., Karlsson, S. & Saksgård, R. 2011b. Elvemusling i Steinkjervassdragene: Status etter 30 år med *Gyrodactylus salaris* og flere forsøk på å utrydde lakseparasitten i Ognå og Figga. - NINA Rapport 730. 79 s.
- Makhrov, A.A., Ieshko, E.P., Shchurov, I.L. & Shirokov, V.A. 2009. Freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* (L. 1758)): Coverage by studies and options for conservation in rivers of Karelia. – Transactions of Karelian Research Centre of Russian Academy of Science. No 1. Biogeography. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2009: 101-113.
- Morales, J.J., Negro, A.I., Lizana, M., Martinez, A. & Palacios, J. 2004. Preliminary study of the endangered populations of pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in the River Tera (north-west Spain): habitat analysis and management considerations. – *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14: 587-596.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. – *Am. Nat.* 106: 283-392.
- Österling, M. & Larsen, B.M. 2013. Impact of origin and condition of host fish (*Salmo trutta*) on parasitic larvae of *Margaritifera margaritifera*. – *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 23: 564-570.
- Oulasvirta, P. 2010. Freshwater pearl mussel: Distribution and state of the populations in Finland. – S. 54-63 i: Ieshko, E.P. & Lindholm, T. (red.). Conservation of freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. Proceedings of the International workshop. Karelian Research Centre of RAS.
- Peakall, R. & Smouse, P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in excel. Population genetic software for teaching and research. - *Mol Ecol Notes* 6: 288-855.
- Piry, S., Alapetite, J. M. Cornuet, D. Paetkau, L. Baudouin & A. Estoup, 2004. GeneClass2: a software for genetic assignment and first-generation migrant detection. *Journal of Heredity* 95: 536–539.
- Porkka, M. 2003. Losing the last stronghold. The status of pearl mussels in northern Finland and a plausible reason for the radical decline of their populations. – Abstract Zweiter Workshop "Flussperlmuschel in Oberfranken und Europa" dezember 2003. Universität Bayreuth.
- Rannala, B. & J. L. Mountain, 1997. Detecting immigration by using multilocus genotypes. *Proceedings of the National Academy Science* 94: 9197-9201.
- Raymond, M. & Rousset, F. 1995. Genepop (version 2.1): Population genetics software for exact tests and ecumenicism. – *J. Hered.* 86: 248-249.
- Rikstad, A. & Julien, K. 2010. Elvemusling i Steinkjer kommune – Nord-Trøndelag. – Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvern avdelingen. Rapport 2010-1. 20 s.

- Rikstad, A., Gording, K. & Winje, B. 2004. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Nord-Trøndelag. Utbredelse og status. – Fylkesmannen i Nord-Trøndelag. Miljøvern avdelingen. Rapport 3-2004. 32 s.
- Watters, G.T. 1996. Small dams as barriers to freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts. *Biological Conservation* 75: 79–85.
- Williams, J.D., Warren Jr., M.L., Cummings, K.S., Harris, J.L. & Neves, R.J. 1993. Conservation status of freshwater mussels of the United States and Canada. - *Fisheries* 18: 6–22.

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger