

# 1189 Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av musling

NINA Rapport

Bjørn Mejdell Larsen



## NINAs publikasjoner

### **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av musling

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2015. Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av muslinger. – NINA Rapport 1189. 49 s.

Trondheim, august 2015

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2817-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Mejdell Larsen

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsleder Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-428 | 2015

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Sturla Brørs

FORSIDEBILDE

Rotenonbehandling av Fusta 17. august 2012. Innfelt bilde viser elvemusling lykkelig uvitende om hva som foregår. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

NØKKEWORD

Fusta, Nordland – elvemusling – overvåking – utbredelse – tetthet – lengde – vannkvalitet – rotenon – vertsfisk – avbøtende tiltak

KEY WORDS

River Fusta, Nordland county – freshwater pearl mussel – monitoring – distribution – density – length – water quality – rotenone – host fish – remedial action

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00

## Sammendrag

Larsen, B.M. 2015. Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av muslinger. – NINA Rapport 1189. 49 s.

Rotenonbehandlinger i elv gir en kortvarig og begrenset skade på elvemusling, og ingen dødelighet er påvist hverken i Fusta eller andre vassdrag som er undersøkt. Rotenonbehandling av de store innsjøene i Fusta derimot ga en akutt dødelighet av elvemusling i hele Fusta, opptil åtte kilometer nedenfor utløpet av Fustvatnet.

Status for elvemuslingen i Fusta er at vi nå (2015) har 1) 124 voksne muslinger av opprinnelig Fusta-stamme fordelt på to gode oppvekstområder i elva (forutsatt at alle muslingene har overlevd etter tilbakeføringen fra Herringelva og Baåga i 2014), 2) et ukjent antall ett år gamle muslinger som var et resultat av at ca. 8700 laksunger med muslinglarver på gjellene ble satt ut i Fusta i april 2014, 3) et ukjent antall voksne muslinger i Herringelva og 4) et ukjent antall ensomrige muslinger som kan være et resultat av vellykket reproduksjon og infeksjon av laksunger (naturlig produsert eller resultat av rognplanting eller utsetting) høsten 2014 i Fusta.

Denne og tidligere undersøkelser har ikke påvist dødelighet eller forflytning av muslinger i forbindelse med rotenonbehandlinger i elv på grunn av den relativt korte eksponeringstiden og de lave dosene som er benyttet. Det direkte tapet av muslinger i Fusta begrenset seg til to årsklasser av muslinglarver som enten ikke hadde vertsfisk tilgjengelig høsten 2011 og 2012 eller at reproduksjonen ble avbrutt da denne sammenfalt i tid med rotenonbehandlingen (abortering av melke og ubefruktede egg). Det ble observert at muslingene trakk seg sammen og lukket seg når «rotenonskyen» passerte. I Fusta var muslingene negativt påvirket i en periode på opptil 10 timer, og mer enn halvparten av muslingene var helt lukket i en periode på 8,5 timer.

Ved rotenonbehandling av innsjøene i Fustavassdraget (Ømmervatnet, Mjåvatnet og Fustvatnet) ble virkningen av giften langvarig, og kontinuerlig tilførsel av rotenonholdig vann til Fusta gjennom hele høsten og vinteren 2012/2013 medførte total dødelighet for de gjenværende muslingene i Fusta. Eksponeringsforsøk viste at muslingene i Fusta overlevde minst en og en halv måned etter innsjøbehandlingen, men at de i april 2013 ble gjenfunnet døde. Når elvemusling først har forsvunnet fra en lokalitet finnes det normalt ingen refugier i vassdraget der de har overlevd og som kan gi grunnlag for en reetablering. Tiltak for å bevare muslingene må derfor settes i verk i god tid før en innsjøbehandling kan iverksettes.

I Fusta ble det forsøkt å samle inn flest mulig muslinger for omplassering til to sideelver ovenfor innsjøene. Totalt 381 muslinger ble flyttet til Herringelva og Baåga i august/oktober 2012. Fra Baåga kunne det tilbakeføres 102 levende muslinger. I Herringelva ble bare 22 muslinger tilbakeført. En kraftig flom i desember 2013 gravde opp og forflyttet alle utsatte muslinger sammen med store mengder stein, steinblokker og grus, og var en katastrofe for denne delen av tiltaket. Det er fortsatt 89 % av muslingene som ble omplassert til Herringelva som vi ikke kan gjøre rede for. Noen av disse har sannsynligvis overlevd, og kan fortsatt finnes i elva, men på ukjent sted.

Et tiltak som imidlertid ble vellykket, var overføring av gravide muslinger til Leirfjord kultiveringsanlegg høsten 2013. De ble satt sammen med laksunger som skulle tilbakeføres til Fusta våren 2014. Dette resulterte i at tilnærmet alle laksungene ble infisert med muslinglarver i løpet av høsten. I mai 2014 var fortsatt mer enn 90 % av laksungene infisert med et gjennomsnitt på 14,5 muslinglarver på hver laksunge. Om lag 8700 laksunger ble satt ut i Fusta 7. mai 2014, og basert på gjennomsnittlig antall muslinglarver på laksungene ble det samtidig satt ut 117.450 muslinglarver med laksungene.

Når laks er primærvert for larvene til elvemuslingen blir den særlig sårbar i vassdrag med *Gyrodactylus salaris*. Parasitten gir høy dødelighet av laksunger, og har indirekte ført til en reduksjon i rekrutteringen av elvemusling i Fusta. Siden parasitten ble oppdaget i 1980, har bestanden av laks blitt kraftig redusert. Mangel på egnet vertsfisk har i mer enn 30 år redusert rekrutteringen

til bestanden av elvemusling som i utgangspunktet var svært liten. Elvemuslingen har imidlertid en lang reproduktiv periode slik at bestanden kan ta seg opp igjen bare tiltak settes inn som øker antall laksunger i Fusta. Når oppvekstforholdene generelt er tilfredsstillende slik som i Fusta, vil de nyetablerte småmuslingene ha en stor mulighet til å overleve og gi opphav til sterke årsklasser som er med på å bygge opp igjen bestanden av elvemusling på lang sikt.

Elvemusling har sin egen handlingsplan, har status som norsk ansvarsart, er angitt som sårbar på den norske rødlista over truede dyrearter i Norge, er totalfredet mot all fangst og er foreslått av Miljødirektoratet som prioritert art etter Naturmangfoldloven. Dette bør komme tydeligere til uttrykk under planleggingen av framtidige rotenonbehandlinger eller andre forstyrrelser og inngrep i vassdrag med elvemusling. I Fusta kom arbeidet med kartlegging av bestanden og planlegging av bevaring og reetableringstiltak for sent i gang, og arbeidet ble i noen grad preget av hasteløsninger.

I handlingsplanen for elvemusling er målet for arbeidet med forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Ut fra en slik målsetting er det nødvendig å gjennomføre ytterligere tiltak i Fusta for å øke rekrutteringen, og tiltak som kan bygge opp igjen bestanden av elvemusling. Utplanting av rogn og utsetting av laksyngel vil være ett viktig virkemiddel. Om noen av laksungene systematisk ble infisert med muslinglarver om høsten før de ble satt ut i Fusta sent på høsten eller neste vår som ettårige laksunger, kunne det bidra ytterligere til raskere reetablering. På sikt (etter friskmelding av Fusta) kan det også være aktuelt å overføre stammuslinger til oppdrettsanlegget for elvemusling på Austevoll. Det vil gjøre det mulig å produsere et stort antall ettårige eller eldre muslinger for utsetting i Fustavassdraget.

Bjørn Mejdell Larsen, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim; [bjorn.larsen@nina.no](mailto:bjorn.larsen@nina.no)



# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Område .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Metoder og materiale .....</b>	<b>15</b>
3.1 Vannkvalitet .....	15
3.2 Bestandskartlegging av elvemusling i Fusta .....	15
3.2.1 Utbredelse og tetthet .....	15
3.2.2 Lengdefordeling .....	15
3.2.3 Aldersbestemmelse og tilvekst .....	16
3.2.4 Reproduksjon .....	17
3.3 Genetiske undersøkelser av elvemusling .....	17
3.4 Forsøk med elvemusling i klekkedasser i Fusta.....	18
3.4.1 Atferdsendring hos elvemusling og andre effekter av rotenbehandling .....	19
3.4.2 Dødelighet og tilvekst hos muslinger.....	19
3.5 Tiltak for elvemusling .....	19
3.5.1 Flytting av muslinger til Herringelva og Baåga .....	19
3.5.2 Uttak av muslinger for kontrollert infeksjon av laks og ørret ved Båthølen .....	20
3.5.3 Uttak av muslinger for infeksjon av laks ved Leirfjord kultiveringsanlegg .....	22
<b>4 Resultater .....</b>	<b>23</b>
4.1 Vannkvalitet .....	23
4.2 Bestandskartlegging av elvemusling i Fusta .....	23
4.2.1 Utbredelse og tetthet .....	23
4.2.2 Lengdefordeling .....	25
4.2.3 Aldersbestemmelse og tilvekst .....	26
4.2.4 Reproduksjon .....	27
4.3 Genetiske undersøkelser av elvemusling .....	28
4.4 Forsøk med elvemusling i klekkedasser i Fusta.....	30
4.4.1 Atferdsendring hos elvemusling og andre effekter av rotenbehandling .....	30
4.4.2 Dødelighet og tilvekst hos muslinger.....	33
4.5 Tiltak for elvemusling .....	35
4.5.1 Flytting av muslinger til Herringelva og Baåga .....	35
4.5.2 Uttak av muslinger for kontrollert infeksjon av laks og ørret ved Båthølen .....	37
4.5.3 Uttak av muslinger for infeksjon av laks ved Leirfjord kultiveringsanlegg .....	37
<b>5 Oppsummering og diskusjon.....</b>	<b>39</b>
<b>6 Referanser .....</b>	<b>44</b>
<b>7 Vedlegg .....</b>	<b>47</b>
7.1 Forsøk med elvemusling i klekkedasser.....	47
7.2 Tetthet av elvemusling i Fusta i august 2012.....	49
7.3 Tetthet av elvemusling i Fusta i august 2013.....	49

## Forord

Elvemusling har status som sårbar på den norske rødlista, og den har sin egen handlingsplan (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Målet for forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv er at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Effektundersøkelser som er gjort på elvemusling (bl.a. i Steinkjervassdraget) har vist at rotenonbehandling i elver har hatt en begrenset effekt på muslingene. Fra Sverige forelå det imidlertid observasjoner som tydet på at muslinger i elver nedenfor innsjøer som ble rotenonbehandlet, kunne bli utryddet. Med bakgrunn i dette var det økt bekymring for hvordan det ville gå med elvemuslingen i Fusta når de store innsjøene i nedbørfeltet ble inkludert i rotenonbehandlingen i 2012.

I samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning, som senere ble til Miljødirektoratet, og Fylkesmannen i Nordland utarbeidet NINA et prosjektforslag som skulle undersøke bestanden av elvemusling i Fusta, se på effektene av rotenonbehandlingen og vurdere tiltak for å sikre bestanden av elvemusling. NINA har vært ansvarlig for planlegging, gjennomføring og rapportering av undersøkelsen som har vært bekostet av Direktoratet for naturforvaltning i 2012 og 2013 og av Miljødirektoratet i 2014.

Det kan være «komplisert» å jobbe med elvemusling i vassdrag med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i den forstand at man ikke bidrar til smittespredning. Vi har i den forbindelse hatt en god dialog med Fylkesmannen i Nordland for å få de nødvendige tillatelser til fangst av fisk og elvemusling og Mattilsynet som velvillig, og ofte med korte frister, har vurdert prosjektforslag og gjennomførbarhet med hensyn til flytting av muslinger innad i vassdraget<sup>1</sup>. En særlig takk går derfor til Tore Vatne hos Fylkesmannen i Nordland, Hege Osen hos Mattilsynet, distriktskontoret for Midt- og Nord Helgeland og Jørgen Borgan hos Mattilsynet, distriktskontor for Ytre Helgeland. En særlig takk går også til Sturla Brørs og Jarl Koksvik hos Miljødirektoratet for et meget godt samarbeid.

I forbindelse med feltarbeidet i Fusta deltok Randi Saksgård og Sigrid Skoglund (begge NINA), Jarl Koksvik (Miljødirektoratet) og Lars Farbu, som alle takkes for god hjelp og trivelige dager i felt. En spesiell takk går dessuten til Tor-Erik Pedersen og resten av staben ved Leirfjord kultiveringsanlegg for rigging av utstyr og kar med laksunger, røkting og pass av muslinger og fisk og uttak av fiskeprøver i forbindelse med infeksjon av muslinglarver på laksungene. En stor takk går også til Thomas Bjørnå (Mosjøen og Omegn Næringsselskap KF (MON)) og hans medhjelpere på fiskeanlegget på Båthølen som tilrettela fasilitetene ved anlegget og velvillig stilte opp med rigging av kar og utstyr for at vi skulle få gjennomført våre forsøk på å infisere laks- og ørretyngel med muslinglarver fra Fusta. Laksunger til smitteforsøket på Båthølen ble levert fra Leirfjordanlegget, og føring og tilsyn av fisken ble utført av MON. En takk også til Per Jakobsen, Universitetet i Bergen som ga av sin kunnskap og skaffet til veie algefôr til muslingene som var innlosjert på Båthølen. Veterinærinstituttet i Trondheim som var ansvarlig for selve rotenonbehandlingen i hele Vefsnaregionen bidro med lokaliteter til elfiske og oppbygging av anlegget på Båthølen, og vi vil takke Håvard Lo og Espen Holthe som har vært naturlige samtalepartnere i prosjektet, spesielt under oppstartsfasen.

De vannkjemiske analysene ble utført på Analysesenteret i Trondheim. De genetiske analysene av elvemusling er utført på NINA, og Line Eriksen som har analysert prøvene, og Sten Karlson som har bearbeidet materialet og utarbeidet figurene, takkes for nøyaktig og godt arbeid.

Uten de gode samtalene, lokal logistikk, gode råd og informasjon fra alle involverte parter ville ikke prosjektet kunne latt seg gjennomføre. Takk til alle som har bidratt underveis!

Trondheim, august 2015

Bjørn Mejdell Larsen  
Prosjektleder

---

<sup>1</sup> Følgende tillatelser ble gitt: 1) Tillatelse av 30.08.2012 til å flytte musling fra Fusta til Herringelva, Baåga og fiskeanlegget på Båthølen, 2) Tillatelse av 03.09.2013 til å flytte musling fra Herringelva til Leirfjord kultiveringsanlegg, 3) Tillatelse av 06.11.2013 til å flytte musling fra Leirfjord kultiveringsanlegg til Fusta og 4) Tillatelse av 26.06.2014 til å tilbakeføre muslinger fra Herringelva og Baåga til Fusta.



# 1 Innledning

Mange arter av ferskvannsmuslinger står i fare for å bli utryddet, og elvemusling, *Margaritifera margaritifera* L., betraktes av enkelte som den mest truede ferskvannsmuslingen i verden. Elvemusling er også angitt som sårbar på den norske rødlista over truede dyrearter i Norge (Kålås mfl. 2010). Selv om vi fortsatt finner elvemusling i alle landets fylker, er inntrykket at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er redusert og at gjenværende bestander mange steder er splittet opp. Elvemusling ble totalfredet mot all fangst i 1993. Den har status som norsk ansvarsart, og er av Miljødirektoratet (tidligere Direktoratet for naturforvaltning) foreslått som prioritert art etter Naturmangfoldloven.

Fusta er ett av vassdragene i Verneplan II (St. prp. Nr. 77 (1979-1980)), og er varig vernet mot kraftutbygging. Det er registrert en liten bestand av elvemusling i Fustavassdraget, men det fantes lite kunnskap om denne, og i en landsomfattende kartlegging foretatt av Dolmen & Kleiven (1997) er ikke Fusta nevnt. Det ble gjennomført en enkel inventering av elvemusling i vassdraget første gang i 2000 som omfattet Straumen og Fusta fra Fustvatnet til utløpet i sjøen (Bakken 2001). Det ble påvist elvemusling i lav tetthet bare i nedre halvdel av vassdraget. På seks funnsteder ble det til sammen talt opp 61 individer. Det ble også påvist muslinger ved Moheim i 2006 i forbindelse med legging av ny hovedvannledning over elva (Jørgensen 2006). Høsten 2011 ble det gjort en ny kartlegging i Fustavassdraget som omfattet Luktvasselva, Utløpet av Ømmervatnet og Straumanelva, Straumen mellom Mjåvatn og Fustvatn, Herringelva og Fusta (Jørgensen & Halvorsen 2012). Øvre del av Fusta ble undersøkt med båt ned til Forsmoforsen mens resten av elva ble undersøkt til fots på aktuelle steder. Det ble kun påvist muslinger i nedre halvdel av Fusta, og kartleggingen bekreftet i så måte tidligere funn. Muslingene var imidlertid vanskelige å finne, og noe egentlig bestandsestimat finnes ikke. Antall muslinger kunne ifølge Jørgensen & Halvorsen (2012) være så lavt som 50-100 individ. Hvor mange man kunne finne var primært avhengig av vannføring under arbeidet og tiden man hadde til rådighet. Opplysninger om funn av elvemusling ovenfor Forsmoforsen (Bakken 2001) ble ikke verifisert.

Med bakgrunn i tidligere undersøkelser var det ikke nødvendig med en full inventering av bestanden i 2012, men supplerende undersøkelser og en grundigere gjennomgang av nedre del av Fusta syntes likevel nødvendig. Det fantes for eksempel ingen lengdefordeling av muslinger fra Fusta i tidligere undersøkelser, og det var et behov for å få bedre data på utbredelse, bestandsstørrelse og lengdefordeling inkludert andel unge individ.

Vefsna ble infisert av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* (gyro)<sup>2</sup> i 1978 etter utsetting av infisert smolt (Johnsen mfl. 1999). Gyro ble første gang påvist i Fusta i august 1980. Innenfor det som er betegnet som Vefsnaregionen er det til sammen 10 vassdrag som er eller har vært smittet av gyro (se Stensli & Bardal 2014). Den første behandlingen ble foretatt i Leirelva og Ranelva i juni 1996. Men parasitten ble påvist på nytt, og i nye elver. Det var årlige behandlinger i årene 2003-2007 i ulike vassdrag i Leirosen og Halsan. I årene 2010-2012 har vassdrag i Halsan blitt behandlet på nytt samtidig som vassdragene i Sundet og Indre Vefsnfjord er kommet med. Alle vassdragene i indre Vefsnfjorden ble kjemisk behandlet med CFT-Legumin (rotenonbehandling)<sup>3</sup> første gang i august 2011 og på nytt i august 2012.

<sup>2</sup> Når vi heretter omtaler lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i rapporten har vi valgt å benytte den innarbeidete kortformen «gyro»

<sup>3</sup> Når vi heretter omtaler kjemisk behandling med CFT-Legumin i rapporten har vi valgt å benytte det innarbeidete uttrykket «rotenonbehandling» i stedet. På samme måten vil «rotenon» bli benyttet som navn på den kjemiske løsningen som benyttes under behandlingene da rotenon er virkestoffet

Behandling av Fustavassdraget ble første gang gjennomført 17. og 18. august 2011 (Stensli mfl. 2012, Stensli & Wist 2014). Mindre bekker til Fusta ble behandlet 17. august, mens hovedbehandlingen ble foretatt dagen etter. I Fusta ble det benyttet to hovedstasjoner (ovenfor Forsmoforsen og ved Moheim) (**tabell 1**). I tillegg ble det brukt motorbåt og kraftige pumper i de stilleflytende områdene i Jomfrurenna samt firemannslag med pumper og kanner i gummibåter som behandlet elvebredder og dammer. Bekkene ble behandlet av egne bekkelag (Stensli mfl. 2012, Stensli & Wist 2014).

**Tabell 1.** Behandlingsdato, vannføring og doseringsregime basert på antall timer dosert og planlagt konsentrasjon av CFT-Legumin ved behandlingene i 2011 og 2012. Fra Stensli mfl. (2012) og Stensli & Wist (2014).

Dato	Doserings-stasjon	Dosert timer	Dosert kl.	Vannføring, m <sup>3</sup> /s	CFT-L, liter	Planlagt CFT-L konsentrasjon
18.08.2011	Forsmoforsen	7	10-17	12,0	360	1)
18.08.2011	Moheim	7	10-17	12,6	315	2)
17.08.2012	Forsmoforsen	7	9-16	11,0	240	3)
17.08.2012	Moheim	7	9-16	11,0	220	4)

1) Dosert til 2 p.p.m. første time for så dosering til 1 p.p.m. de påfølgende timene

2) Dosert til 1 p.p.m. første time for så dosering til 0,7 p.p.m.. Her var det overlapp med dosering ovenfra

3) Dosert til 1,4 p.p.m. første time for så dosering til 0,7 p.p.m. de påfølgende timene

4) Dosert til 1,4 p.p.m. første time for så dosering til 0,7 andre og tredje time og 0,5 p.p.m. etter dette. Her var det overlapp med dosering ovenfra

I 2012 var opplegget nær det samme, og det ble startet med forbehandling av noen dammer og bekker i Fusta 15. og 16. august (Stensli & Wist 2014). Hovedbehandlingen i Fusta ble gjennomført 17. august med de samme hoveddoseringsstasjonene som i 2011 (**tabell 1**). Måling av rotenonkonsentrasjonen i Fusta ble gjort gjennom hele doseringsperioden både ved Moheim og ved utløpet i sjøen (Adolfson mfl. 2014). Doseringen ved Forsmoforsen var planlagt til 1,4 p.p.m. den første timen for deretter å gå ned til 0,7 p.p.m. de påfølgende seks timene som behandlingen varte. Ved Moheim var det lagt opp til samme dosering i startfasen. Men konsentrasjonen på 0,7 skulle bare vare i to timer for å gå ned til 0,5 de siste fire timene. Analyseresultatene tydet på at fortynning og nedbryting var som forventet på strekningen Forsmoforsen - Moheim, men konsentrasjonen var stigende gjennom doseringsperioden og lå jevnt over på et høyere nivå enn planlagt mot slutten av doseringsperioden (Adolfson mfl. 2014). Ved munningen økte konsentrasjonen fra ca. 0,5 p.p.m. kl. 12 til ca. 1,8 p.p.m. kl. 15 for deretter å avta langsomt.

I løpet av 2010 ble det verifisert at det fantes gyro på røye i flere av innsjøene i Fustavassdraget. Det var derfor nødvendig å inkludere Ømmervatnet, Mjåvatnet og Fustvatnet i bekjempelsesområdet (Stensli mfl. 2010). Målsettingen med innsjøbehandlingen i Fustavassdraget var utryddelse av all smittet røye i vassdraget. En behandling måtte derfor i tillegg til innsjøene også omfatte tilførselsbekker og elver så langt som røye kunne vandre fra innsjøene.

Selve Fustvatnet ble behandlet 16.-18. oktober 2012 (Bardal mfl. 2014, Moen & Bardal 2014). Forbehandling ved Fustvatnet startet dagen før, og etterbehandling pågikk fram til 23. oktober. Fusta med sidegreiner fra Fustvatnet til Forsmoforsen ble behandlet 20. oktober. Nedbryting og fortynningshastighet for rotenon avhenger av faktorene lys, temperatur, oksygentilgang og vannutskifting. Ved behandling av Fustvatnet senhøstes, var det forventet en relativt lang periode før all rotenon var ute av vassdraget. Vannprøver fra november 2012 viste fremdeles rotenonkonsentrasjon godt over dødelig nivå i store deler av innsjøen (Adolfson mfl. 2014). Senere prøvetaking i april, juni og oktober 2013 i Fustvatnet tydet på at det tok nesten ett år før rotenonkonsentrasjonen var under deteksjonsgrensen i hele Fustvatnet (Adolfson mfl. 2014). Konsentrasjonen i overflatevannet var i april 2013 ca. 0,1 p.p.m., mens den i dypere partier fortsatt var 0,3-

0,4 p.p.m. Elvestrekningene mellom og nedstrøms innsjøene var påvirket av rotenonkonsentrasjonen og vannsirkulasjonen i ovenforliggende innsjøer.

Alle vannveier inn i innsjøene, innsjøbredden og mindre atskilte vannforekomster (innsjøperiferi) ble behandlet i den samme perioden som selve innsjøene. I behandlingsområdet tilknyttet Fustvatnet er det to større elver (Herringelva og Baåga) foruten utløpselva Fusta. Herringelva ble langtidsbehandlet fra en øvre stasjon (15.-19. oktober; 89 timer) og en nedre stasjon (16.-20. oktober; 102 timer) (Wist mfl. 2014). Doseringen ved den øvre stasjonen var planlagt til 1,3 p.p.m. de første fem timene for deretter å gå ned til 0,7 p.p.m. På grunn av isdannelse og frosne dyser (driftsstans) på nedre stasjon 17. oktober ble doseringen på den øvre stasjonen økt for å kompensere for dette i en periode. På nedre stasjon var doseringen planlagt til 1 p.p.m. gjennom hele behandlingsperioden. Baåga med Engåselva og Helfjellelva ble behandlet 18. og 20. oktober (Wist mfl. 2014). Fusta på strekningen mellom utløpet av Fustvatnet og ned til Forsmoforsen ble behandlet på hovedbehandlingsens siste dag (20. oktober). Hele behandlingsopplegget med alle detaljer er utførlig beskrevet av Stensli & Bardal (2014).

Elvemusling i Fustavassdraget ville etter dette bli påvirket av selve elvebehandlingen nedenfor Forsmoforsen både i 2011 og 2012, men bare i en periode på sju timer den dagen behandlingen ble gjennomført. På grunn av flytting av muslinger fra Fusta til Baåga (nedenfor samløpet mellom Helfjellelva/Grøftremselva og Engåselva) og til Herringelva (nedenfor øvre doseringspunkt) ble disse på nytt påvirket av rotenbehandling av ulik lengde og konsentrasjon i oktober 2012; opp til 89 timer sammenhengende nedenfor øvre doserer i Herringelva og deler av to dager med en dag imellom i Baåga. Muslinger som sto igjen i Fusta nedenfor Forsmoforsen ble påvirket av behandlingen av Fusta ovenfor Forsmoforsen i oktober 2012, men opplevde deretter en kontinuerlig påvirkning på grunn av avrenning av rotenonholdig vann fra Fustvatnet gjennom hele høsten og vinteren 2012/2013; sannsynligvis helt fram til april 2013.

Hovedformålet med overvåkingen av elvemusling i Fusta var å se hvordan bestanden klarte seg i forbindelse med rotenbehandlingene av vassdraget og Fustvatnet i 2012. Virkningen på elvemusling ved tilsvarende elvebehandlinger i lakseførende vassdrag var riktignok dokumentert tidligere (bl.a. Larsen mfl. 2011b), men det har aldri tidligere blitt undersøkt hvilke konsekvenser rotenonbehandling i innsjøer kunne ha på overlevelsen av elvemusling. I tillegg skulle det vurderes og gjennomføres tiltak for å sikre at deler av muslingbestanden i Fusta ble tatt vare på. Resultatene fra dette arbeidet presenteres herved i denne rapporten.

## 2 Område

Vassdraget er tidligere beskrevet av Berg (1964), Bakken (2001), Myrvang (2007) og Stensli & Bardal (2014), og det henvises til disse for ytterligere detaljer. En oppsummering vil imidlertid bli gitt her med bakgrunn i de nevnte referansene.

Fustavassdraget ligger hovedsakelig i Vefsn kommune, og har et nedbørfelt på 544 km<sup>2</sup>. Vassdraget består av to sidegrener: Fusta som drenerer områdene i nord og som har sitt utspring i fjellområdene sør for Korgenfjellet, og Herringelva som drenerer Rismålsfjellet i sør. Hoveddelen av vassdragets nordlige del ligger under 150 moh., mens en stor del av området i øst og sør ligger på et platå 500-700 moh. Den nordlige delen av vassdraget renner gjennom en rekke vatn. Fra Luktvatnet (137 moh.) renner den vel 8 km lange Luktvasselva inn i Ømmervatnet (42 moh.). Fra Ømmervatnet er det den 1,8 km lange Straumanelva som renner inn i Mjåvatnet (39 moh.). Mjåvatn og Fustvatnet (39 moh.) er kun skilt av ei kort elvestrekning med nesten ingen høydeforskjell. Fra Fustvatnet renner elva Fusta om lag åtte km før den munner ut ved Fustrota i Vefsnfjorden 6,5 km nord for Mosjøen. Fra Forsmoforsen, om lag to kilometer nedenfor utløpet av Fustvatn, er fallet omkring 22 m ned til utløpet i sjøen.

Bergrunnen i området er dominert av næringsrike bergarter – glimmerskifer, glimmergneis og marmor.

### Bonitering

Bonitering av Fusta er gjennomført i begynnelsen av august 2011 (Hanssen 2012). Hele elvestrekningen fra fisketrappa i Laksforsen til utløpet i sjøen ble undersøkt. I Fusta utgjorde områder som var middels egnet eller godt egnet for ungfisk til sammen vel 60 % av det tilgjengelige elvearealet (Hanssen 2012, **tabell 2**). I tillegg kommer relativt store arealer (22,5 %) som ble vurdert som godt egnet for årsyngel. Områder med sand og finkornet grus som enten er dårlig egnet eller er uegnet for fiskunger utgjorde 17 % av elvearealet. Fusta fremstår som en meget produktiv og god elv (Hanssen 2012).

**Tabell 2.** Oversikt over tilgjengeligheten av ulike leveområder for årsyngel og ungfisk av laks og ørret i Fusta. Fra Hanssen (2012).

Substrat-kategori	Uegna	Dårlig egna -årsyngel	Godt egna -årsyngel	Middels egna -ungfisk	Godt egna -ungfisk	Totalt
Areal (m <sup>2</sup> )	20.660	21.097	55.119	110.277	37.880	245.033
%-vis fordeling	8,4	8,6	22,5	45,0	15,5	100

### Fisk

Laksen kunne opprinnelig vandre opp til den 10 m høye Forsmoforsen, ca. 6 km fra sjøen. Der ble det i 1880-åra bygd laksetrapp som forlenget den lakseførende elvestrekningen fra 6 til 43 km. I tillegg benytter sjøretten flere mindre sideelver/-bekker som gyteområder. Anadrom fisk fikk samtidig tilgang til de fire store innsjøene i nedbørfeltet (Luktvatnet, Ømmervatnet, Mjåvatnet og Fustvatnet).

Fangsten av laks gikk dramatisk ned fra og med 1983 i Fusta, mens utbyttet av sjørret økte. Trappa i Forsmoforsen ble stengt for laks i 1992, men det ble sluppet forbi sjørret i årene fram til og med 1998. For å holde liv i laksestammen i Fustavassdraget ble det fram til og med 1992, i tillegg til smolt, satt ut betydelige mengder laksyngel ovenfor lakseførende strekning, hovedsakelig Engåselva (Johnsen mfl. 1999). I 1993 ble den siste laksungen fanget ovenfor trappa (Johnsen mfl. 1999). Ved elfiske i årene til og med 1998 (se Johnsen m.fl. 1999) og på nytt i 2004-2008 (Stensli & Bardal 2014) er det aldri gjort funn av laksunger ovenfor fisketrappa i Forsmoforsen.

Det ble gjennomført et årlig elfiske på 3-8 stasjoner til sammen i Fusta i 1980-1998 (oppsummert i Johnsen m.fl. 1999). Antallet laksunger i fangstene var svært lavt i hele perioden, og tettheten var langt under én fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. En betydelig andel av laksungene, uansett størrelse, var dessuten infisert av gyro. Høyere tetthet av laksengel i 1992 skyldtes at det samme år ble satt ut 15.000 laksengel på en stasjon nedenfor Forsmoforsen. I årene 1995-1998 var det ikke laksunger i fangstene i det hele tatt. Tettheten av ørretunger var også lav, men likevel forholdsvis stabil på 1990-tallet.



*Fusta nedenfor Moheim (stasjon 11). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

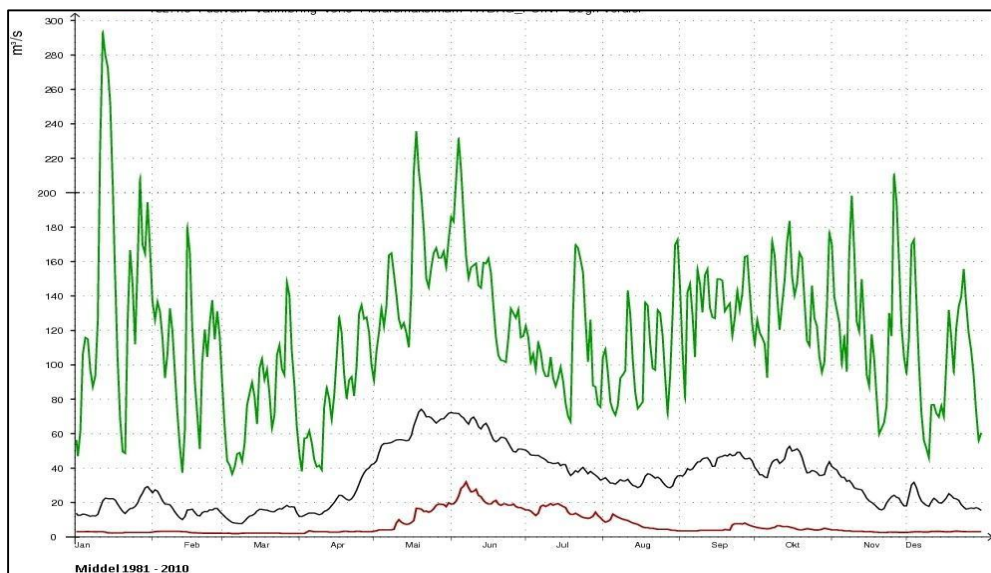


*Fusta stasjon 13. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*



## Vannføring

Det er en klar vannføringstopp i Fusta i forbindelse med snøsmeltingen i overgangen mai-juni, men også april kan være påvirket av snøsmelting (**figur 1**). Samtidig viser vannføringsstatistikken at det kan være store flomtopper til alle tider av året. Høyeste vannføring kan like gjerne komme om vinteren (januar-februar) som om våren (mai) eller sent på høsten (oktober-desember). Med bakgrunn i vannføringsdata fra og med 1909 til og med 2012 vil en middelflom i Fusta ha en vannføring på 164 m<sup>3</sup>/s, en femårsflom = 193 m<sup>3</sup>/s, en tiårsflom = 216 m<sup>3</sup>/s og en femtiårsflom = 263 m<sup>3</sup>/s (<http://www2.nve.no/h/hd/plotreal/Q/0152.00004.000/index.html>). Høyeste døgnmiddelvannføring er registrert 12. januar 2002 med 293,1 m<sup>3</sup>/s.



**Figur 1.** Vannføringskurver (døgnmiddel) for Fustavassdraget ved utløpet av Fustvatn (vannføringsstasjon 152.4) for perioden 1981-2010. Den midterste svarte linjen viser middelvannføring, den nederste minimumvannføring og den øverste maksimumvannføring. Data fra NVE.

Fusta har stor variasjon i vannføring i løpet av året (jf. laveste og høyeste vannføring, **tabell 3**). NVEs vannføringsstasjon 152.4 Fustvatn, dekker det meste (97 %) av nedbørfeltet til Fustavassdraget. Den gjennomsnittlige lavvannføringen, som er det aritmetiske middel av de minste vannføringene som er observert i perioden 1909-2013 er 3,39 m<sup>3</sup>/s (data fra NVE). De laveste vannføringene inntreffer normalt i perioden november-april, og sammen med lave temperaturer vil dette være en kritisk periode for vannlevende dyr. Laveste døgnmiddelvannføring som er målt var 0,55 m<sup>3</sup>/s (52 dager sammenhengende i februar-april 1947). Gjennomsnittet av den årlige høyeste døgnmiddelvannføringen for perioden 1909-2013 er 160,79 m<sup>3</sup>/s. Årsmiddelvannføringen ved Fustvatn er 32,40 m<sup>3</sup>/s for perioden 1909-2013.

Varigheten av lav og høy vannføring beskrives av henholdsvis Q<sub>95</sub> (95 persentilen) og Q<sub>5</sub> (5 persentilen) som er den vannføringen som overskrides henholdsvis 95 og 5 prosent av tiden i observasjonsperioden 1909-2013. For Fusta ved Fustvatn er Q<sub>95</sub> <3,62 m<sup>3</sup>/s og Q<sub>5</sub> >97,10 m<sup>3</sup>/s. I årene fra og med 1995 har ikke vannføringen vært spesielt lav med unntak av 2013 da vannføringen var lik Q<sub>95</sub> eller lavere i 13 % av tiden i løpet av året (**tabell 3**). I fem av årene (2000, 2004, 2005, 2007 og 2009) var vannføringen høyere enn Q<sub>95</sub> hele året.

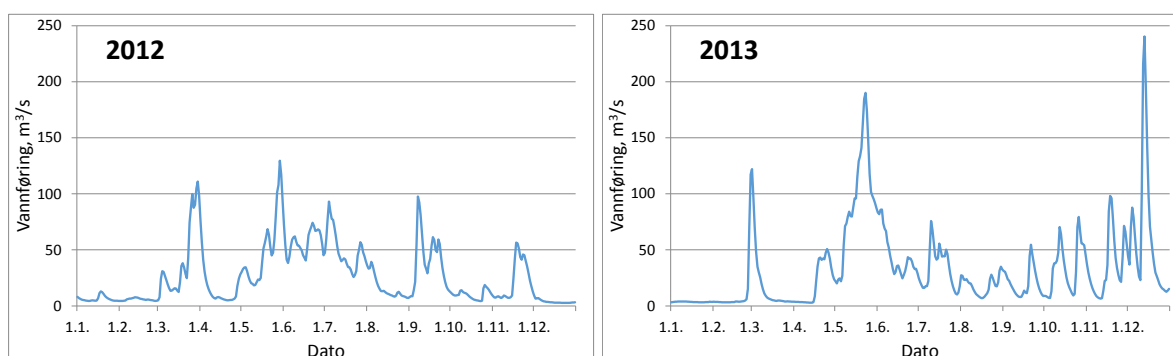
Årsmiddelvannføring og andelen dager med døgnmiddelvannføring >97,10 m<sup>3</sup>/s (= Q<sub>5</sub>) økte svakt i perioden 1909-2013. Andelen dager med døgnmiddelvannføring <3,62 m<sup>3</sup>/s (= Q<sub>95</sub>) var imidlertid stabil. Tendensen over tid er likevel at vannføringen har økt noe i vassdraget. Det er en gjennomgående trend i Norge de siste 100 årene at det har blitt våtere, spesielt tydelig er dette for de siste 20 årene ([www.met.no/klima](http://www.met.no/klima)).

**Tabell 3.** Vannføringsdata i Fusta ved Fustvatn (vannføringsstasjon 152.4) gitt som årlig middelvannføring, laveste og høyeste vannføring samt prosentandelen av dager i løpet av året med vannføring  $<3,62 \text{ m}^3/\text{s}$  i perioden 1995-2013. Gjennomsnittsverdiene for hele observasjonsperioden med vannføringsdata (1909-2013) er også oppgitt. Data fra NVE.

Vannføring	År																			Gj.snitt 1909-2013
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Middel	40,4	27,4	39,1	31,1	30,5	35,4	28,0	29,2	31,4	32,9	43,5	34,6	39,3	31,2	34,6	21,9	40,3	26,7	33,4	32,4
Laveste	3,6	2,6	3,1	2,8	2,9	4,1	3,2	2,7	3,2	4,3	6,1	3,6	5,1	3,3	4,5	3,1	3,3	2,7	2,8	3,4
Høyeste	231,4	156,6	166,6	135,4	176,7	176,8	179,5	293,1	131,1	164,9	159,4	155,6	127,9	183,5	163,3	235,7	177,8	129,6	240,5	160,8
Prosentandel $<3,62 \text{ m}^3/\text{s}^*$	0,3	4,9	3,0	6,8	4,1	0	3,8	8,5	2,2	0	0	0,5	0	1,9	0	6,3	2,7	6,3	12,6	5,0

\*  $Q_{95}$  for perioden 1909-2013

I 2012 var det moderat høy vannføring ( $>50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i lange perioder på våren og sommeren og hele september (**figur 2**). Det var en periode på bare 15 dager i august og en ukes tid i oktober før innsjøbehandlingen at vannføringen var  $<10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dette ga begrensninger på muligheten til å gjennomføre det nødvendige feltarbeidet og innsamling av muslinger. Vinteren 2012/2013 var det lange perioder med vannføring mindre enn  $Q_{95}$ . Vårflommen i 2013 var imidlertid høy, og vannføringen var svært variabel gjennom høsten med bare korte perioder med vannføring  $<10 \text{ m}^3/\text{s}$  (17 dager til sammen i perioden august-oktober). Året avsluttet med en stor flom 13. desember ( $240,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) som skulle vise seg å bli skjebnesvanger for muslingene i Herringelva.



**Figur 2.** Vannføringen for Fustvatn (Fustavassdraget) (vannføringsstasjon 152.4) i 2012 og 2013 gitt som døgnmiddelverdier. Data fra NVE.

### Vannkvalitet

Fusta var med i et prøvetakingsprogram med hovedfokus på forsurening som omfattet et stort antall elver fra Sørlandet til Øst-Finnmark i 1976-1977 (til sammen fem vannprøver (4. oktober og 9. november 1976, 2. januar, 23. januar og 3. februar 1977); Henriksen & Snekvik 1979). pH lå stabilt mellom 6,74 og 6,98, ledningsevnen varierte mellom 32 og  $54 \mu\text{S}/\text{cm}$  og total hardhet var 5,5-11,5  $\text{mgCaO}/\text{l}$ . Kalsiumkonsentrasjonen målt ved to anledninger var 3,2 og 5,0  $\text{mg}/\text{l}$ . Fusta var inkludert i vannovervåking i Nordland i 1988 (Hamarsland & Nagy 1989), og dataene er oppsummert av Fahle & Johansen (2001). Vannkjemiske undersøkelser fra to stasjoner i Fusta i 1988 viste at næringsinnholdet var lavt (Tot-P: 5,4-5,9  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Tot-N: 130-226  $\mu\text{g}/\text{l}$ ). pH var 7,2, turbiditeten var 0,6-1,0 FTU og fargetallet lå på 18,4-19,2  $\text{mgPt}/\text{l}$  på de to stasjonene. Elva ble betegnet som lite forurenset, og bare enkelte resultater tilsa noe påvirkning av kloakk (Fahle & Johansen 2001). I 1990-1995 var Fusta med i en landsomfattende undersøkelse av vannkvaliteten i 155 elver i Norge (Holtan & Holtan 1998). Basert på 2-5 stikkprøver i løpet av 1990-1995



var gjennomsnittlig ledningsevne 3,0 mS/m. Total fosfor og total nitrogen var henholdsvis 4,0 og 90 µg/l med en nitratkonsentrasjon på 17 µg/l. Dette tilsvarte tilstandsklasse I (meget god) i henhold til Andersen m.fl. (1997). For tungmetaller var vassdraget ubetydelig forurensset (tilstandsklasse I) med hensyn på kobber, sink, kadmium, bly og nikkel, og bare moderat forurensset med hensyn til krom.

Fustvatnet ble undersøkt i 1988 i forbindelse med en landsomfattende innsjøundersøkelse (Faafeng mfl. 1990). Vannkvaliteten ble karakterisert som svært god med gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor og total nitrogen på henholdsvis 2,6 og 98 µg/l.

Baåga var inkludert i vannovervåking i Nordland i 1988-1990 (Hamarsland & Nagy 1989; 1990, Løvstad & Hamarsland 1991). Dataene er inkludert i forbindelse med utarbeiding av en tiltaksplan mot forurensning (Faafeng mfl. 1995), og er oppsummert av Fahle & Johansen (2001). Vannkvaliteten ved utløpet av Baåga var god til mindre god med hensyn til nitrogen (128-484 µg/l). Konsentrasjonen av fosfor var noe mer påvirket av landbruksavrenning, og vannkvaliteten ble beskrevet som «mindre god» eller «nokså dårlig» (4,7-22,5 µg/l). Vannet var i tillegg noe påvirket av humusstoffer med en «mindre god» til «nokså dårlig» vannfarge (13-63 mgPt/l), og tidvis ganske høy turbiditet (0,5-2,9 FTU).

Herringelva var inkludert i vannovervåking i Nordland i 1988 (Hamarsland & Nagy 1989), og dataene er oppsummert av Fahle & Johansen (2001). Herringelva var lavt til moderat påvirket av næringsstoffer med gjennomsnittlige verdier av Tot-P og Tot-N på henholdsvis 7,6 og 334 µg/l. Høyeste registrerte verdi av Tot-N var imidlertid 929 µg/l. Vannet var tilnærmet nøytralt (pH = 6,9), turbiditeten var 0,6 FTU og fargetallet lå på 30,0 mgPt/l.

## 3 Metoder og materiale

### 3.1 Vannkvalitet

Vannkvaliteten i Fustavassdraget ble undersøkt i august, september og oktober 2012 på til sammen tre stasjoner i Fustavassdraget; Fusta ved Moheim (stasjon V1; **figur 3**), Herringelva (stasjon V2; **figur 4**) og Baåga (stasjon V3; **figur 4**). Prøvene ble samlet på 500 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på Analysesenteret i Trondheim.

### 3.2 Bestandskartlegging av elvemusling i Fusta

#### 3.2.1 Utbredelse og tetthet

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført høsten 2012 ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individ (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt til sammen 15 stasjoner i Fusta i august 2012 (stasjon 1-15; **figur 3**). Stasjonene ble lagt til områder der det tidligere var beskrevet funn av elvemusling eller til områder som ble vurdert å være potensielt gode leveområder. Det var bare unntaksvis mulig å vade hele elvetverrsnittet. Det ble gjennomført tidsbegrensede tellinger («fritelling») på alle stasjonene varierende mellom 15 og 55 minutter søketid. Det ble skilt mellom levende individ og tomme skall (døde dyr) under kartleggingen.

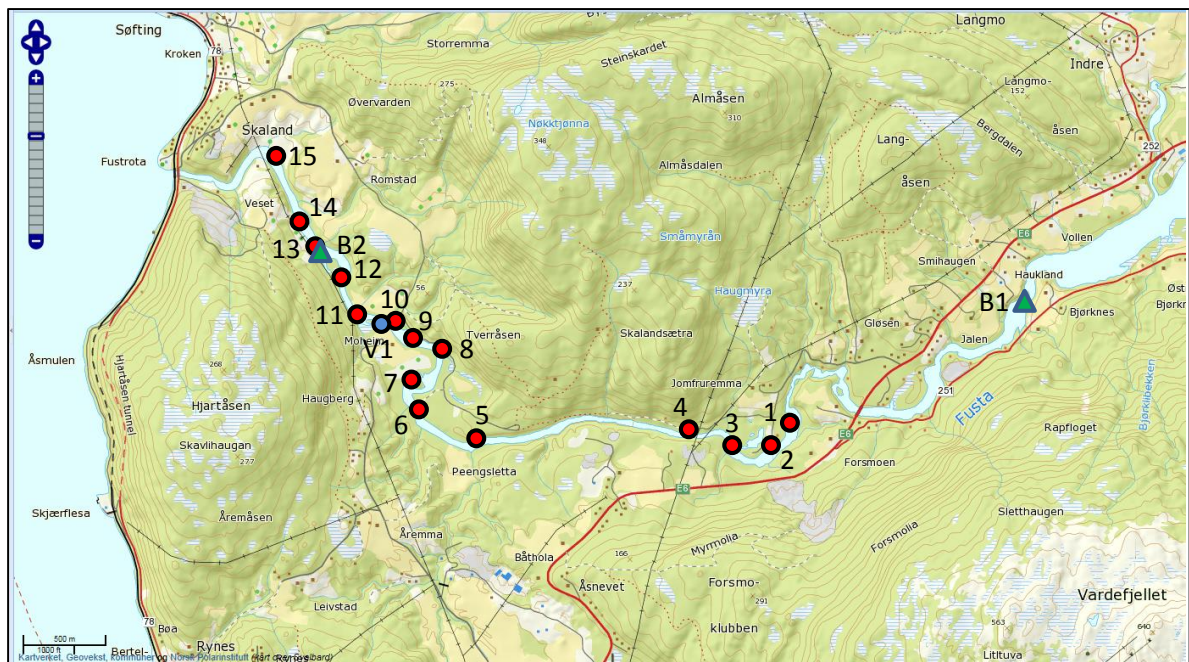
Det ble gjennomført en ny telling av muslinger i august 2013 på åtte av de 15 stasjonene som ble undersøkt i 2012. Det ble som tidligere bare gjennomført tidsbegrensede tellinger («fritelling») varierende mellom 30 og 60 minutter søketid på de enkelte stasjonene.

#### 3.2.2 Lengdefordeling

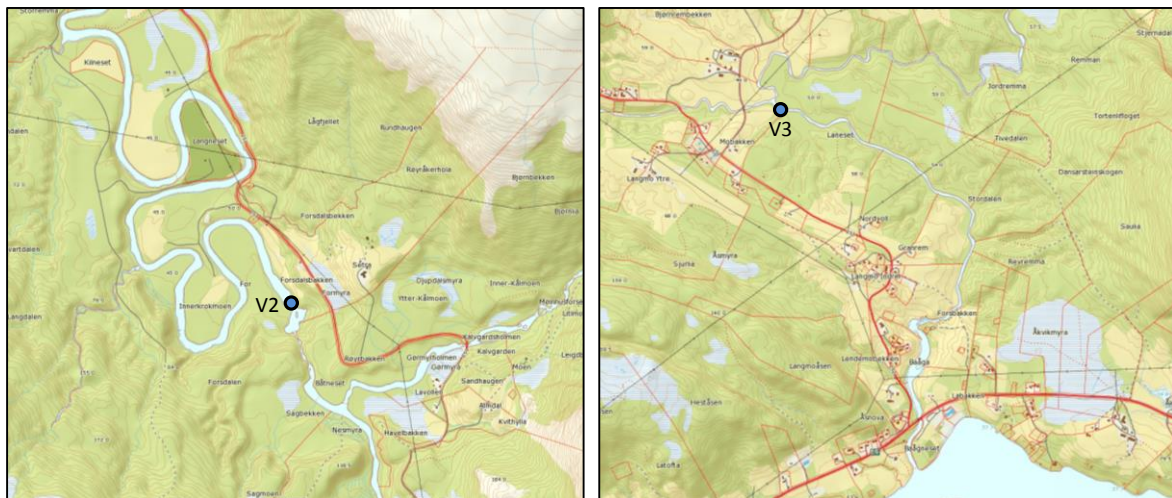
Da alle levende elvemusling som ble observert under inventeringene i august/oktober 2012 skulle samles inn for midlertidig flytting innad i vassdraget, ble de i forbindelse med innsamlingen også lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter ( $N = 444$ ). I tillegg ble det lengdemålt tomme muslingskall som ble samlet inn spredt langs hele vassdraget (stasjon 1-15,  $N = 10$ ). I tillegg ble muslingskall som ble funnet ved inventeringen i august 2013 ( $N = 72$ ) og tilfeldige observasjoner i juli 2014 ( $N = 4$ ) også samlet inn og lengdemålt på samme måten.



*Lengdemåling av muslinger med skyvelære. Det ble funnet muslinger i mange ulike størrelser, også noen mindre enn 50 mm lange. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*



**Figur 3.** Fusta (Fustavassdraget) med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (stasjon 1-15) og vannkjemi (stasjon V1) i 2012 og 2013. Klekketasser med muslinger ble plassert ut på stasjonene B1 og B2. Kartgrunnlag fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).



**Figur 4.** Herringelva (til venstre) og Baåga (til høyre) med lokalisering av stasjoner for vannprøvetaking (stasjon V2 og V3) i 2012. Kartgrunnlag fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).

### 3.2.3 Aldersbestemmelse og tilvekst

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse for alle lengdegrupper av levende elvemusling i Fusta i denne undersøkelsen. Et lite utvalg av små muslinger (mindre enn 60 mm) ble imidlertid samlet inn for nærmere undersøkelser i felt. Hos unge individ er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov mfl. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. Den innerste delen av skallet ved umbo blir tidlig erodert hos elvemusling slik at de første vintersonene ikke lenger kan gjenfinnes i skallet. Det



kan derfor være vanskelig å vite nøyaktig hvor mange vintersoner som skal legges til det antall som blir observert.

Det ble aldersbestemt sju muslinger i 2012, og lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) ble målt til nærmeste 0,1 mm. Dette ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling i Fusta opp til 15-årsalder.

### 3.2.4 Reproduksjon

Det ble undersøkt muslinger i august/september 2012 og 2013 med hensyn til «graviditet» i Fusta, Herringelva og Baåga. Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig og undersøke gjellene i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingene ble lagt tilbake i substratet.

## 3.3 Genetiske undersøkelser av elvemusling

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 31 individ (**tabell 4**). 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 mikrosatellitene 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 mikrosatellitene utelatt fra videre analyser.

**Tabell 4.** Materiale samlet inn til genetiske analyser av elvemusling i Fusta i august 2012.

Dato	Stasjon	Antall	Gj.snitt lengde ± SD	Minste	Største
14.08.12	13	30	119,3 ± 8,4	102,2	130,3
30.08.12	Ovenfor Forsmoforsen	1	-	101,9	101,9

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 grupper (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). For genetisk klassifisering av muslinger fra Fusta 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).

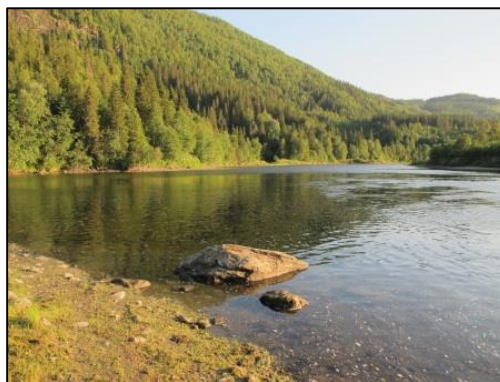
Parvis genetisk distanse ( $F_{ST}$ ) mellom bestander (Fusta og alle bestander fra Karlsson & Larsen 2013) ble estimert og visualisert i en prinsipalkomponentanalyse (PCA, principal component analysis) ved bruk av programmet GENALEX (Peakall & Smouse 2006).

Hvert enkelt individ fra Fusta 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 tilordning til de forskjellige laksemusling-bestandene ble summert og sammenliknet med den summerte relative sannsynligheten for tilordning til de forskjellige ørretmusling-bestandene.

### 3.4 Forsøk med elvemusling i klekkedasser i Fusta

For å se på overlevelse, tilvekst og atferd hos muslinger under og etter rotenonbehandlingene i Fusta og Fustvatnet, ble det valgt å benytte klekkedasser (bur) der det var mulig å følge de samme muslingene over tid. Klekkedasser fylt med elvegrus/sand og dekket med hønsenetting ble gravd ned og forankret enkeltvis på to stasjoner i Fusta; Stasjon B1 i øvre del: Fusta nedenfor Fustvatnet (1,0 km nedstrøms utløpet av Fustvatnet) og stasjon B2 i nedre del: Fusta mellom Moheim og Veset (6,9 km nedstrøms utløpet av Fustvatnet) (**figur 3**). Det ble plassert ut to klekkedasser på hver stasjon den 14. august 2012 (tre dager før rotenonbehandlingene i Fusta). I hver klekkedasse ble det satt inn 10 eldre muslinger (90-120 mm lange) – til sammen 40 muslinger. I tillegg ble det også satt inn noen få unge individ (21-79 mm lange) – til sammen 17 muslinger. Enkelte av disse var imidlertid så små at de kunne unnsnippe gjennom nettingen som dekket klekkedassene. Det var derfor forventet at enkelte individer kunne forsvinne av den grunn.



*Klekkedasser (bur) med muslinger nedenfor utløpet av Fustvatn (stasjon B1).*



*Klekkedasser (bur) med muslinger i Fusta mellom Moheim og Veset (stasjon B2).*

### 3.4.1 Atferdsendring hos elvemusling og andre effekter av rotenbehandling

Muslingenes atferd ble undersøkt i klekkekassene under selve behandlingen på stasjon B2 17. august 2012. Muslingene ble inspisert hvert kvarter i tidsrommet mellom kl. 09.30 og kl. 12.00. Deretter på nytt etter en time (kl. 13.00) og senere med tre timers mellomrom fram til kl. 19.00.

Observasjoner av svimende og døende fisk ble notert for å vite når rotenonkonsentrasjonen var høy nok ved klekkekassene til å ta livet av fisk.

Det ble i tillegg fokusert på uvanlig atferd hos muslingene (f.eks. stressgyting), og observasjoner ble notert og dokumentert under befaringer langs vassdraget.

### 3.4.2 Dødelighet og tilvekst hos muslinger

Muslingene i klekkekassene på stasjon B2 ble kontrollert første gang under selve behandlingen 17. august 2012. Alle klekkekasser på begge stasjoner ble deretter kontrollert dagen etter og ytterligere ved fire anledninger i løpet av høsten (29.-30. august, 14. september, 9. oktober og 1. desember 2012) (**vedlegg 1.1**). Kassene ble deretter stående vinteren igjennom uten tilsyn. En kald vinter, lav vannføring og mye is gjorde at alle klekkekassene var mer eller mindre ødelagt ved neste kontroll 23. april 2013. Kassene på stasjon B2 hadde fått revet av nettingen som dekket klekkekassene og de var flyttet litt ut av posisjon. Kassene på stasjon B1 hadde klart seg noe bedre, men også disse var flyttet ut av posisjon, og på en av kassene var bunnen revnet. Dårlig sikt og høy vannføring gjorde at det var umulig å få opp klekkekassene i april 2013. En siste kontroll av klekkekassene var ikke mulig før 17. august 2013. Da ble alle muslinger som ble gjenfunnet i kassene lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm. Enkelte muslinger hadde forsvunnet fra kassene, og det ble søkt rundt og nedenfor kassene, og under søk så sent som 1. juli 2014 ble det gjenfunnet to individer 5-10 meter nedenfor den opprinnelige plasseringen av klekkekassene på stasjon B2.

## 3.5 Tiltak for elvemusling

### 3.5.1 Flytting av muslinger til Herringelva og Baåga

Flytting av muslinger ble gjort for å sikre en del av Fusta-muslingene om det utilsiktet skulle bli en overdødelighet som følge av rotenonbehandlingen i Fustvatnet.



*Innsamling av muslinger fra mellomlagringsstasjon i Fusta (stasjon 10) for utsetting i Herringelva i august 2012. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

På grunn av faren for å overføre gyro ble muslingene først samlet og mellomlagret på tre stasjoner i Fusta (stasjon 2, 10 og 13; **figur 3**) slik at vi var sikre på at de hadde vært i kontakt med rotenonbehandlet vann før de ble flyttet videre. I tillegg ble alle muslinger som ble flyttet fra Fusta til Baåga eller Herringelva utsatt for en ny rotenonbehandling da tilløpselvene til Fustvatnet ble behandlet i oktober 2012. Muslinger som ble flyttet fra Fusta til Båthølen ble behandlet med rotenon før innlegging på anlegget. Disse muslingene ble senere satt ut i Herringelva der de ble med på en ny rotenonbehandling i forbindelse med behandlingen av Herringelva i oktober.

Muslinger ble flyttet fra Fusta til Herringelva (tilsvarende stasjon V2 på **figur 4**) og Baåga (tilsvarende stasjon V3 på **figur 4**) i flere runder i løpet av august/oktober 2012. Muslingene ble båret i plastbøtter fylt med vann fra oppsamlingslokalitetene i Fusta til nærmeste kjørevei og overført til plastkasser fylt med så mye vann i bunnen at muslingene var dekket. De ble deretter kjørt med bil til utsettingslokaliteten der de igjen ble overført til plastbøtter med vann og båret ned til elva. Muslingene ble lagt ut i områder med varierende substrat innenfor en flate på 50-100 m<sup>2</sup>.

Etter flytting av de siste muslingene 9.-10. oktober, ble muslingene kontrollert 1. desember 2012, 26.-27. august og 10.-11. september 2013. Innsamling for tilbakeføring fra Herringelva og Baåga til Fusta ble gjennomført 1.-2. juli 2014.

### **3.5.2 Uttak av muslinger for kontrollert infeksjon av laks og ørret ved Båthølen**

Det var et ønske å forsøke å styrke bestanden av elvemusling i Fusta ved å infisere fisk med muslinglarver under kontrollerte forhold, og sende denne fisken videre til kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll utenfor Bergen (se Jakobsen & Jakobsen 2014). Dette skulle være med på å sikre reetableringen av muslinger etter rotenonbehandlingen i vassdraget. Samtidig skulle oppdrett og tilbakeføring av muslinger fra Austevoll være med på å styrke bestanden av musling i Fusta som i dag må betegnes som truet.

På grunn av fare for smittespredning var det ikke mulig å overføre levende elvemusling direkte til Austevoll, og i stedet ble det valgt å forsøke å infisere laks og/eller ørret med muslinglarver på fiskeanlegget på Båthølen. Den opprinnelige planen var å flytte noen få «gravide» muslinger til anlegget, men observasjoner av «stressgyting» under rotenonbehandlingen skapte en usikkerhet om muslingene var gravide lenger ved innsamlingstidspunktet. For å unngå å åpne et stort antall muslinger for sjekking av graviditet (innhold av muslinglarver i gjellene), ble det i stedet samlet inn et større antall muslinger uavhengig av graviditetsstatus. Til sammen 99 muslinger ble derfor flyttet fra Fusta til anlegget på Båthølen 30. august 2012. Muslingene måtte imidlertid behandles med rotenon før de kunne tas inn på anlegget på Båthølen. Muslingene ble fordelt på fire plastkasser med elvegrus i bunnen som deretter ble satt ned i en vanntank med 1 p.p.m. rotenonblanding. Muslingene ble behandlet i 4,5 time.

Muslingene ble deretter overført til et separat kar i anlegget der inntaksvannet sirkulerte over muslingene før det ble ført videre til fiskekarene. Dette skulle sikre en effektiv spredning av eventuelle muslinglarver med inntaksvannet til fiskekaret. Om lag 300 anleggsprodusert laksyngel (alder 0+) fra Leirfjord kultiveringsanlegg var allerede på plass i anlegget da ca. 300 ørretyngel (alder 0+) og noen få ettårige ørretunger (alder 1+) fra Baåga (fanget ved elfiske) ble satt inn sammen med laksungene 13. september 2012. Årsaken til at både laks og ørret ble benyttet var at vi ikke hadde sikker kunnskap om hvilken fiskeart som var primærvert for muslinglarvene i Fusta.

Det ble kontrollert fem laksunger allerede 13. september, og senere ble det tatt prøver av både laks og ørret 26. september og 8. oktober 2012. Til sammen 27 laksyngel, 29 ørretyngel og en ettårig ørretunge ble samlet inn på de tre datoene. All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd, og senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver. Antall muslinglarver ble talt opp på gjellene på begge sider av fisken.



Da anlegget på Båthølen måtte klargjøres for oppbevaring av stamfisk før innsjøbehandlingen i Fustavassdraget startet, ble infeksjonsforsøket avsluttet 8. oktober. All gjenværende fisk ble avlivet og destruert. Muslingene som var på Båthølen ble satt ut i Herringelva 9.oktober 2012.



*Rotenonbehandling av muslinger fra Fusta før de kunne tas inn på Båthølen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*



*Forsøk på kontrollert infeksjon av laks- og ørretunger ved Båthølen høsten 2012. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

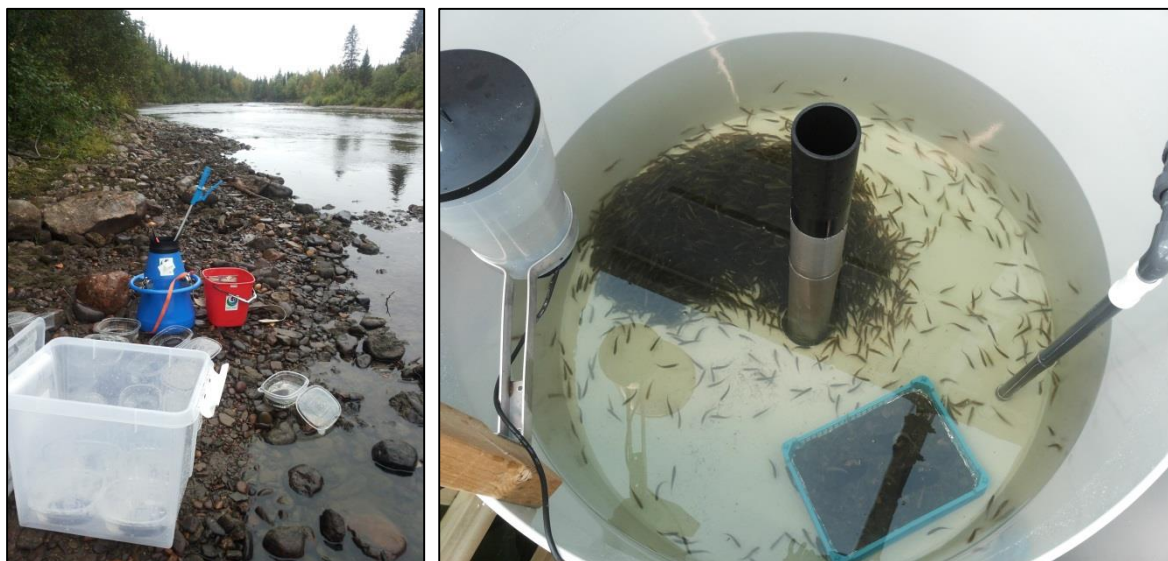
### 3.5.3 Uttak av muslinger for infeksjon av laks ved Leirfjord kultiveringsanlegg

Laksebestanden i Fusta har siden 1994 vært ivaretatt gjennom prosjektet «Levende genbank for villaks» på Bjerkaanlegget i Korgen (Lo & Holthe 2014). I tillegg er det lagret melke i «Frossen genbank» siden 1987. Tilbakeføring og reetablering av laksebestanden i Fusta skulle skje ved utsetting av fisk (plommeseekkyngel, settefisk og smolt) og utplanting av rogn fra og med 2013. I den forbindelse ble det etablert et nytt settefiskanlegg i Leirfjord som ble ferdigstilt i 2013. Det ble satt ut litt mer enn tre tusen smolt i 2013, og i 2014 var det planlagt utsetting av 10.000 smolt, 60.000 plommeseekkyngel og utlegg av 100.000 rogn (tabell 13.2 i Lo & Holthe 2014).

Utsetting av ettårige laksunger i Fusta var også en mulighet som kunne benyttes til å reetablere elvemusling i vassdraget. Det ble derfor planlagt en kontrollert infeksjon av muslinglarver på laksungene som skulle settes ut våren 2014. Det ble kontrollert elvemusling med hensyn til graviditet i Herringelva og Baåga første gang 26. august 2013. Det ble påvist noen få gravide muslinger, men muslinglarvene var lite utviklet, og innsamling av gravide muslinger ble utsatt til 11. september 2013. Da ble det funnet til sammen 11 muslinger i Herringelva som alle hadde muslinglarver i større eller mindre grad i gjellene. Muslingene ble overført til Leirfjord kultiveringsanlegg samme dag. Muslingene ble fordelt på tre plastkasser med elvegrus i bunnen, og plastkassene ble deretter satt ned i hvert sitt fiskekar. Forsøksoppsettet besto dermed av tre fiskekar med til sammen 11 elvemusling og ni tusen ensomrige laksunger.

Det ble kontrollert fem laksunger fra hvert av de tre karene første gang 17. oktober 2013. Senere ble det tatt tilsvarende stikkprøver 12. desember 2013 og 7. mai 2014. Det ble undersøkt 45 laksyngel til sammen på de tre datoene. All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd, og senere undersøkt 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).

Muslingene ble tatt ut fra fiskekarene 25. november 2013, og tilbakeført til Fusta samme dag. Laksungene (ca. 8700 stk.) ble satt ut i Fusta 7. mai 2014. De hadde da en snittvekt på 3,39 g (T.-E. Pedersen, pers. medd.).



*Innsamling av gravide muslinger i Herringelva i september 2013 for innsetting på Leirfjord kultiveringsanlegg i fiskekar med ensomrige laksunger. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

## 4 Resultater

### 4.1 Vannkvalitet

Fustavassdraget er ikke forsuret, og Baåga er heller på den basiske siden med pH i perioder høyere enn 8 (**tabell 5**). Dette henger sammen med forskjellen i kalsiuminnhold i Baåga sammenlignet med Herringelva og Fusta. I Baåga var det i gjennomsnitt 12,5 mg Ca/l, mens det i Herringelva og Fusta var henholdsvis 2,3 og 3,3 mg Ca/l. Baåga skilte seg også ut med høyere ledningsevne og noe høyere næringsinnhold, TOC, farge og jerninnhold (**tabell 5**).

**Tabell 5.** Vannkvaliteten på tre stasjoner i Fustavassdraget (stasjon V1-V3) i 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 ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{g/l}$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ,  $\mu\text{g/l}$ ), totalt fosfor (Tot-P,  $\mu\text{g/l}$ ), totalt aluminium (Al,  $\mu\text{g/l}$ ), jern (Fe,  $\mu\text{g/l}$ ), nikkel (Ni,  $\mu\text{g/l}$ ), kobber (Cu,  $\mu\text{g/l}$ ), sink (Zn,  $\mu\text{g/l}$ ) og bly (Pb,  $\mu\text{g/l}$ ).

Dato	Turb NTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	$\text{NO}_3$ $\mu\text{g/l}$	$\text{PO}_4$ $\mu\text{g/l}$	Tot-P $\mu\text{g/l}$	Al $\mu\text{g/l}$	Fe $\mu\text{g/l}$	Ni $\mu\text{g/l}$	Cu $\mu\text{g/l}$	Zn $\mu\text{g/l}$	Pb $\mu\text{g/l}$
<b>Stasjon V1 – Fusta ved Moheim</b>															
14.09.12	1,70	22	3,5	7,19	2,2	3,33	<15	<1,5	3,0	69,6	94,9	0,4	0,4	0,6	0,07
09.10.12	0,98	20	3,7	7,17	2,3	3,17	23	<1,5	<2,0	49,0	56,1	0,4	0,4	1,1	0,05
<b>Stasjon V2 – Herringelva</b>															
29.08.12	0,17	5	2,1	7,07	0,5	1,95	<15	<1,5	<2,0	16,9	26,0	0,2	0,2	0,2	0,02
14.09.12	0,54	49	2,0	6,87	3,8	2,10	<15	<1,5	4,9	98,8	92,9	0,4	0,3	0,6	0,10
09.10.12	0,27	25	2,8	7,14	2,1	2,97	<15	<1,5	<2,0	54,3	59,7	0,3	0,3	0,7	0,05
<b>Stasjon V3 – Baåga</b>															
30.08.12	1,40	19	9,7	8,11	2,6	12,80	19	<1,5	2,9	63,7	95,1	0,2	0,3	0,6	0,04
14.09.12	1,70	64	7,4	7,52	5,0	8,90	37	1,7	5,0	115,0	171,0	0,5	0,5	0,6	0,12
09.10.12	0,86	31	11,3	7,73	3,1	15,80	58	<1,5	2,0	53,6	129,0	0,4	0,4	1,2	0,04

### 4.2 Bestandskartlegging av elvemusling i Fusta

#### 4.2.1 Utbredelse og tetthet

Det ble funnet levende elvemusling på hele strekningen mellom Forsmoforsen og nesten ned til utløpet i sjøen i august 2012. Lange strekninger kunne imidlertid være uten muslinger, og i store deler av elveløpet virket substratet ustabil og lite egnet som leveområde for muslinger. Det ble gjennomført 1-3 tellinger av 15 minutters varighet («fritelling») på 15 stasjoner (**figur 5, vedlegg 7.2**). Gjennomsnittlig tetthet var 0,38 individ pr. minutt søketid. Det vil si at vi i gjennomsnitt måtte lete nærmere tre minutter på antatt gode lokaliteter for å finne én musling. Dette er en meget lav tetthet. Det manglet muslinger på tre av stasjonene, og høyeste tetthet var 1,5 individ pr. minutt søketid på stasjon 13.

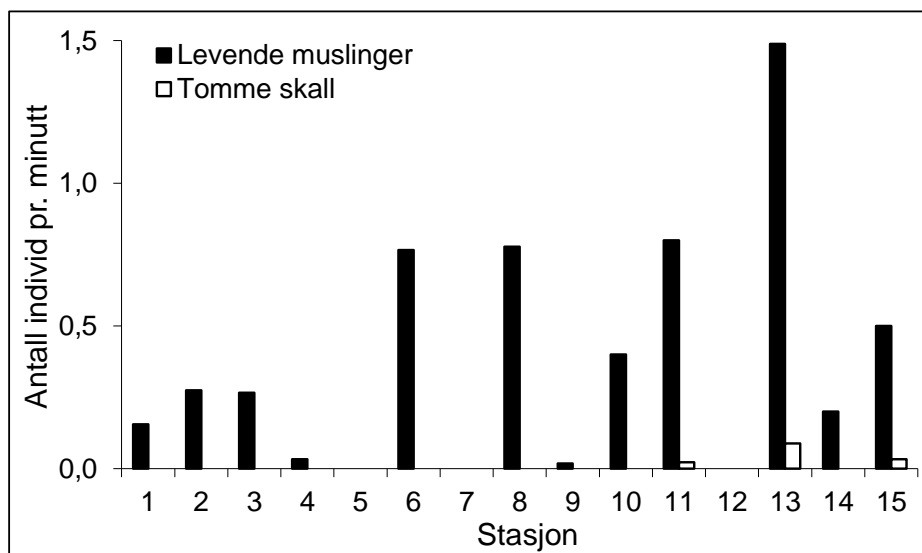
Larsen & Hartvigsen (1999) fant en sammenheng mellom tettheten av muslinger i transekter og den relative tettheten funnet ved «fritellinger». Larsen mfl. (2007) inkluderte et større antall observasjoner og fant at den beste sammenhengen ble beskrevet av en polynomial kurve uttrykt ved ligningen:

$$y = 0,0001x^3 - 0,0051x^2 + 0,3791x - 0,073 \quad (R^2 = 0,72)$$

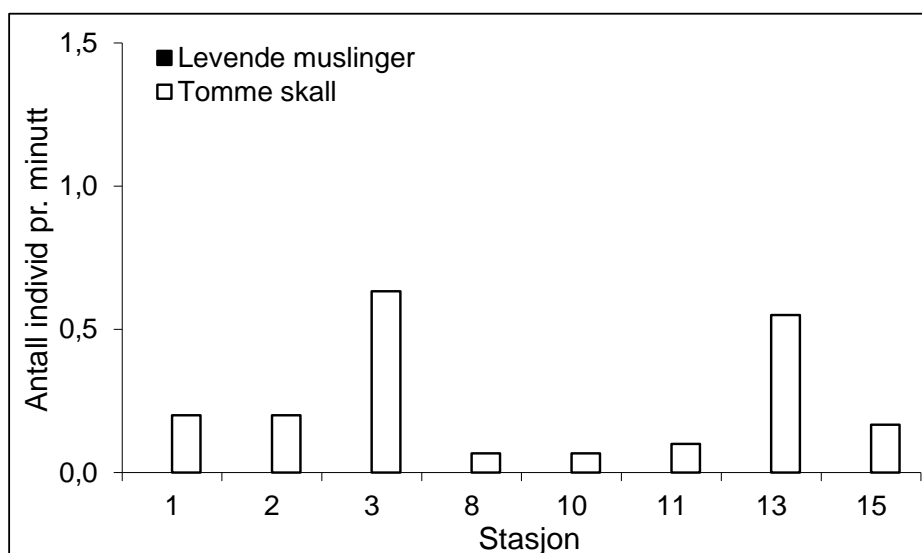
der x er antall levende individ funnet pr. minutt søketid.

Om vi benytter dette for å beregne tettheten pr. arealenhet finner vi at 0,38 individ pr. minutt i gjennomsnitt på «fritellingene» tilsvarer om lag 0,07 individ pr. m<sup>2</sup> elveareal. Dette tilsier at det gjennomsnittlig står én musling på hver 15 m<sup>2</sup>. Dette er ikke representativt for Fusta som helhet, men et mål på fordelingen i de områdene av Fusta som syntes best egnet for elvemusling.

Ved et nytt søk på åtte av stasjonene i august 2013 ble det ikke lenger funnet levende muslinger på noen av stasjonene (**figur 6, vedlegg 7.3**). Det sto imidlertid igjen en del døde muslinger (tomme skall) på relativt dypt vann (1,3-1,4 m dyp). På grunn av lavere vannføring i 2013 enn i 2012 kombinert med bedre sikt (lav turbiditet), var det imidlertid mulig å oppdage dem i august 2013. Et flertall av de tomme skallene som ble funnet sto i normal posisjon i substratet.



**Figur 5.** Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Fusta (stasjon 1-15) i august 2012 (før rotenonbehandlingen i innsjøene) basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. vedlegg 7.2.



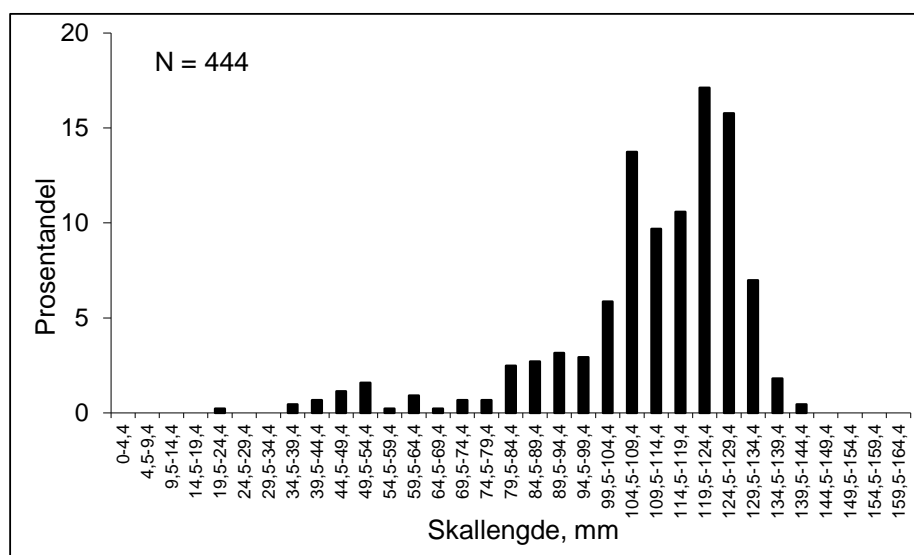
**Figur 6.** Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Fusta (stasjon 1-15) i august 2013 (etter rotenonbehandlingen i innsjøene) basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. vedlegg 7.3.

Antall elvemusling (bestandsstørrelsen) i Fusta er ikke estimert da vi mangler et godt nok beregningsgrunnlag. Det ble gjort observasjoner av til sammen 520 muslinger i 2012/2013 (se kap. 4.2.2). Basert på disse observasjonene må vi anta at antall muslinger minst kan ha vært i størrelsesorden 750-1000 individ. Etter rotenonbehandlingen av Fustvatnet ble imidlertid restbestanden utryddet vinteren 2012/2013. Muslingpopulasjonen i Fusta består i dag bare av de muslingene som overlevde flyttingen fra Fusta til Herringelva og Baåga høsten 2012, og som senere ble tilbakeført til Fusta i juli 2014 (N = 113). I tillegg kommer tilbakeføring av 11 muslinger som ble hentet fra Herringelva til Leirfjord kultiveringsanlegg og senere tilbakeført til Fusta i november 2013. Til sammen utgjør dette 124 muslinger.

Opplysninger om funn av elvemusling ovenfor Forsmoforsen (Bakken 2001) ble verifisert av T. Bjørnå (pers. medd.) som fant sju individer i Fusta oppstrøms brua over E6 i juli 2012. Vi fant også selv ved tilfeldig inventering ett levende individ i det samme området i august 2012, og K. Gjerstad (pers. medd. i 2010) har observert muslinger ved Haukland litt nærmere Fustvatnet. I tillegg fant T. Bjørnå (pers. medd.) tre muslinger ved Straum mellom Mjåvatn og Ømmervatn i juli 2012. Det betyr at det også var en tynn bestand i øvre del av Fustavassdraget. Etter rotenonbehandlingen i 2012 må vi imidlertid anta at det ikke lenger finnes levende elvemusling ovenfor Forsmoforsen.

#### 4.2.2 Lengdefordeling

Alle levende muslinger som ble observert ble lengdemålt i august/oktober 2012. Dette ga en lengdefordeling av muslinger som var synlige på elvebunnen uten å grave i substratet. Det var en overvekt av eldre muslinger, men det fantes likevel muslinger i de fleste aldersgrupper som tilsier at det fortsatt var en svak rekruttering (**figur 7**). Majoriteten av muslinger var likevel mellom 105 og 130 mm lange (**figur 7**). Gjennomsnittslengden var 111 mm (SD = 20; N = 444). Det ble ikke funnet noen individer som var mindre enn 20 mm, men 11 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde 2,5 % av totalantallet.

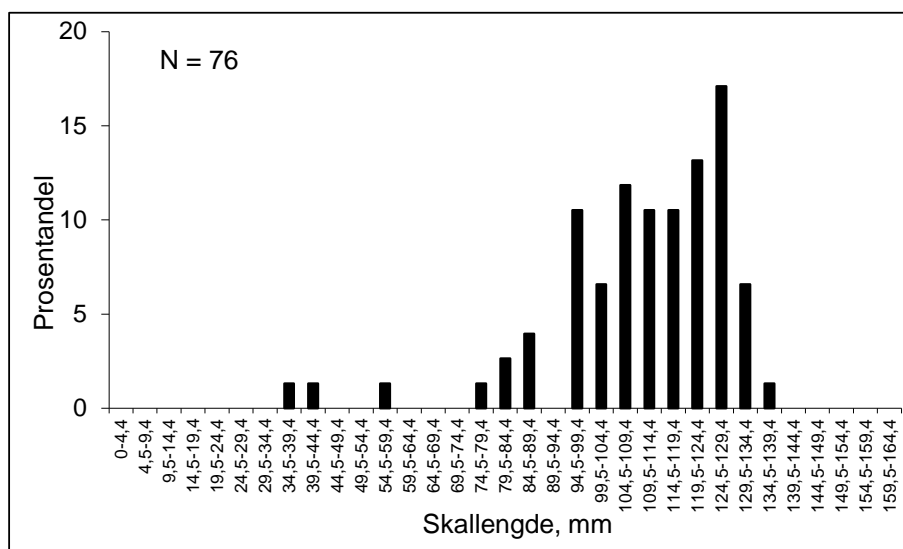


**Figur 7.** Lengdefordeling av levende elvemusling i Fusta (stasjon 1-15) i august/oktober 2012.

Tomme skall som ble funnet i Fusta i 2012 varierte i lengde mellom 107 og 122 mm med et gjennomsnitt på 114 mm (SD = 5; N = 10). Alle de tomme skallene tilhørte de eldste årsklassene. Det var ikke mer tomme skall enn forventet i Fusta i 2012. De utgjorde 2,2 % av det totale antall skjell som ble funnet. Dette representerer dessuten dødeligheten over flere år. Sandaas & Ene-

rud (2010) fant at muslingskall fikk en vektreduksjon på ca. 45 % etter seks år, men at de fremdeles beholdt formen og kunne oppfattes som «hele» skall. Det kan derfor ta opptil 10 år før skallene helt eller delvis har forsvunnet. En prosent døde muslinger er forventet å representere en naturlig årlig dødelighet i livskraftige bestander med en levealder på noe over 100 år.

Tomme skall som ble plukket opp i 2013 og 2014 hadde en lengdefordeling som tilsvarte lengdefordelingen til de levende muslingene i 2012 (**figur 8**), og bekreftet at utvalget fra 2012 var representativt. Skallene varierte i lengde mellom 37 og 136 mm med et gjennomsnitt på 110 mm (SD = 19; N = 76). Det ble ikke funnet noen individer som var mindre enn 20 mm, men to individer var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde 2,6 % av totalantallet. Små muslinger var imidlertid svært vanskelige å oppdage når de sto i substratet på grunn av store mengder påvekststalger både på steiner og muslingskall.



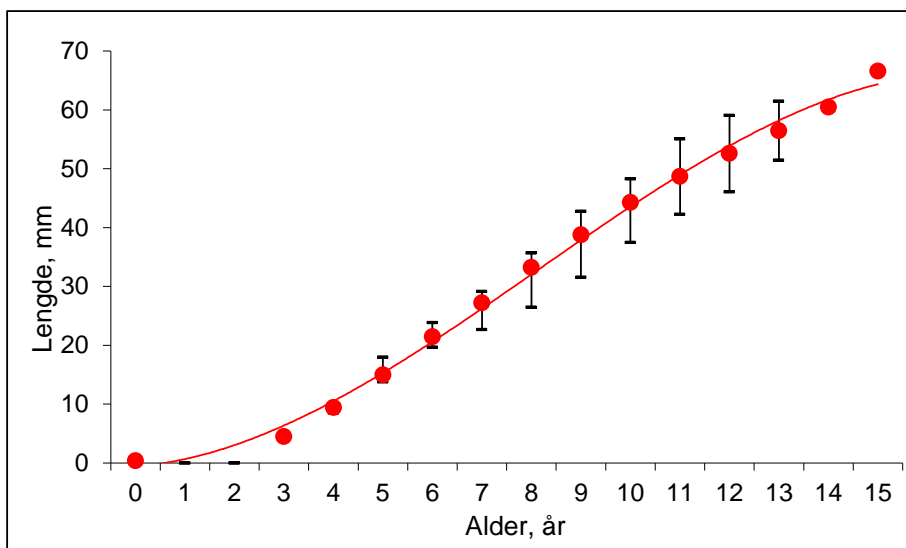
**Figur 8.** Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Fusta i august 2013 (N = 72) og juli 2014 (N = 4).

#### 4.2.3 Aldersbestemmelse og tilvekst

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Fusta i denne undersøkelsen, men basert på et lite antall unge individer er det utarbeidet en vekstkurve for de første 15 årene i muslingenes liv (**figur 9**). Lengden til den minste muslingen som ble aldersbestemt i Fusta i 2012 var 21,1 mm, og alderen til denne ble antatt å være seks år. I henhold til vekstkurven hadde muslingene i Fusta en gjennomsnittlig skallengde på 44 mm når de var 10 år gamle.

Det ble funnet minimum seks muslinger i Fusta som ifølge vekstkurven var yngre enn 10 år i 2012. Dette utgjorde 1,4 % av alle muslinger som ble lengdemålt. Muslingene hadde en moderat god tilvekst i Fusta, og fra 4- til 13-årsalder var den årlige tilveksten 4-6 mm. Lengden av 15 år gamle muslinger var om lag 65 mm. Det er forventet at den årlige tilveksten langsomt vil avta fram mot 20-årsalder. Antar vi at tilveksten er om lag 20-25 mm til sammen fra muslingene er 15 til de blir 20 år, vil muslingene ha en skallengde på 85-90 mm når de er 20 år gamle. Dette betyr at ca. 10 % av muslingene i Fusta var yngre enn 20 år i 2012.





**Figur 9.** Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Fusta fram til 15-års alder. Vertikale linjer angir variasjon i lengde på muslinger aldersbestemt til den gitte alder.

#### 4.2.4 Reproduksjon

Det ble ikke funnet gravide muslinger (befruktede egg eller muslinglarver i gjellene) i Fusta i midten av august 2012 (**tabell 6**). Mot slutten av august ble det funnet et fåtall muslinger med ubefruktede egg i gjellene, men samtidig var det klumper og ansamlinger med egg i grusen omkring muslingene. Eggansamlinger fra tre eller fire ulike individ som ble undersøkt under mikroskop bekreftet at dette dreide seg om ubefruktede egg som muslingene var i ferd med å kvitte seg med. Muslinger som ble flyttet til Båthølen var heller ikke gravide i midten av september.

I 2013 ble det undersøkt om muslinger som var flyttet til Herringelva og Baåga var gravide. Det ble påvist muslinglarver i et lite antall muslinger (10-30 %) med lav fyllingsgrad fra slutten av august til midten av september (**tabell 6**). De 11 gravide muslingene som ble funnet i Herringelva 11. september 2013 ble overført til Leirfjord kultiveringsanlegg der de ble satt sammen med laks som senere skulle settes ut i Fusta. Vi fikk på den måten bekreftet at muslingene hadde produsert levedyktige muslinglarver i Herringelva i 2013, og at disse var i stand til å feste seg på gjellene til laks i moderat antall (se kapittel 4.5.3).

**Tabell 6.** Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Fusta i 2012-2013. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt. i.u. = ikke undersøkt.

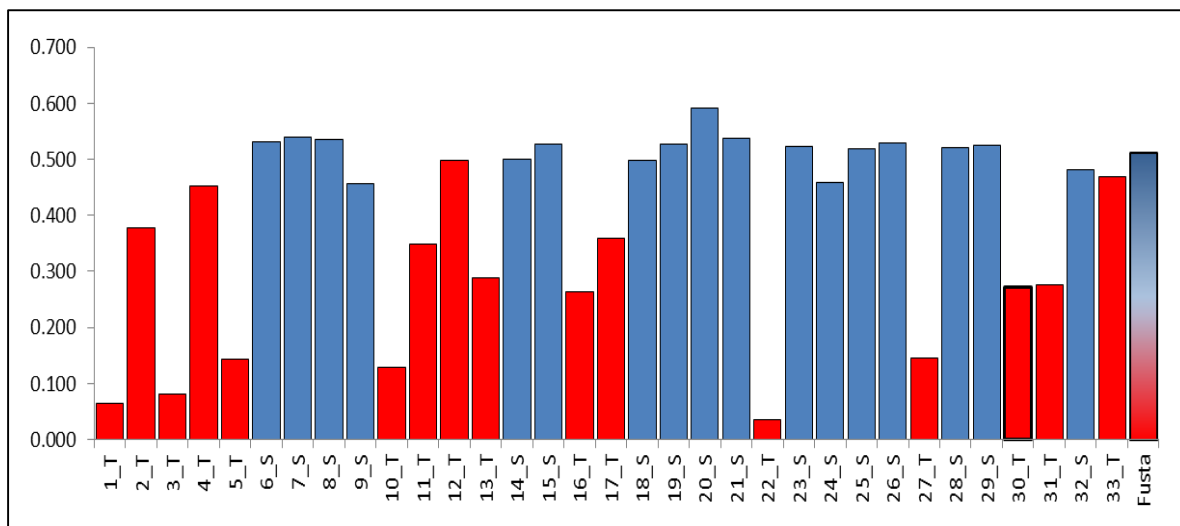
År	Dato	Elv	Stasjon	L ( $\pm$ SD), mm	N	Graviditet %
2012	14.8.	Fusta	13	119,3 $\pm$ 8,4	30	0
	18.8.	Fusta	2	107,8 $\pm$ 14,8	11	0
	29.8.	Fusta	10	i.u.	15	20,0
	29.8.	Fusta	13	i.u.	15	26,7
	13.9.	Fusta	Båthølen	112,7 $\pm$ 8,5	15	0
2013	26.8.	Herringelva		121,8 $\pm$ 9,5	20	30,0
	27.8.	Baåga		117,4 $\pm$ 10,2	20	10,0
	10.9.	Baåga		i.u.	15	26,7
	11.9.	Herringelva		i.u.	ca. 85	ca. 12,9



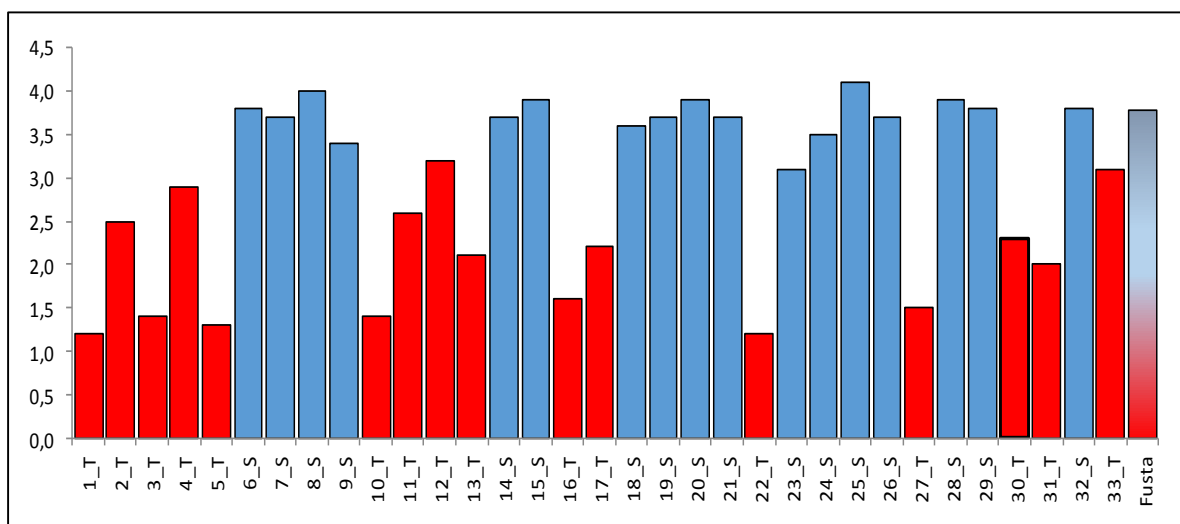
### 4.3 Genetiske undersøkelser av elvemusling

Av i alt 31 muslinger fra Fusta ble alle individer genotypet for alle seks mikrosatelitt-markørene.

Fusta hadde en gjennomsnittlig forventet heterozygositet ( $H_e$ ) på 0,51 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 ( $H_e = 0,52$ ,  $A_r = 3,9$ ; Karlsson & Larsen 2013) og betydelig høyere enn det totale gjennomsnittlige nivået for 16 ørretmusling-bestander ( $H_e = 0,26$ ,  $A_r = 2,1$ ) (**figur 10 og 11**).

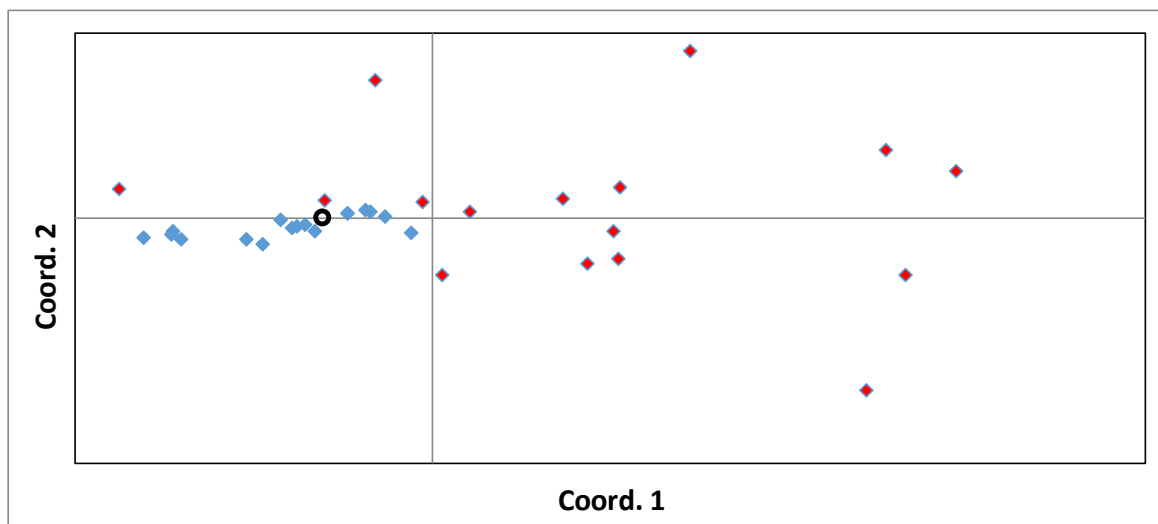


**Figur 10.** Sammenligning av gjennomsnittlig forventet heterozygositet i Fusta (blå-rød gradert) med 17 laksemusling-bestander (blå) og 16 ørretmusling-bestander (rød) (fra Karlsson & Larsen 2013) basert på genetisk variasjon i seks mikrosatelitt-markører.



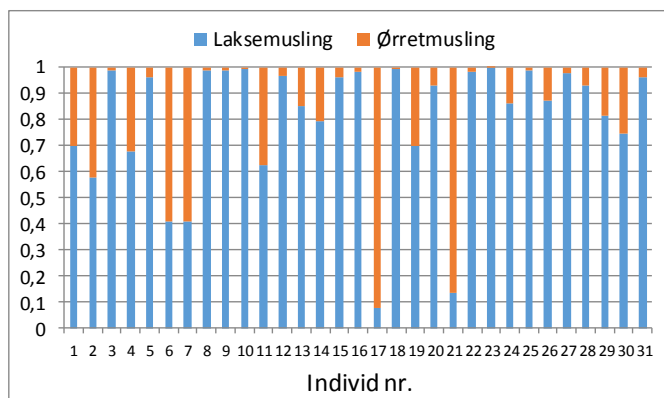
**Figur 11.** Sammenligning av gjennomsnittlig allelrikdom i Fusta (blå-rød gradert) med 17 laksemusling-bestander (blå) og 16 ørretmusling-bestander (rød) (fra Karlsson & Larsen 2013) basert på genetisk variasjon i seks mikrosatelitt-markører og en sample størrelse på åtte individer (som er den minste sample størrelsen blant de 33 undersøkte populasjonene).

Muslingene i Fusta var genetisk nærmere beslektet med bestander beskrevet som laksemusling enn med ørretmusling-bestander, som visualisert i **figur 12**. Det er tidligere vist at populasjons-genetisk 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 grupperingen av laksemusling-bestander. Fusta ser imidlertid ut til å plassere seg midt i grupperingen av laksemusling-bestander (**figur 12**). Denne observasjonen, sammen med den relativt høye genetiske variasjonen i populasjonen (**figur 10 og 11**), gjør at muslingene i Fusta genetisk likner mest på laksemusling.



**Figur 12.** Prinsipalkomponentanalyse plot av laksemusling-bestander (blå), ørretmusling-bestander (rød) og Fusta (sirkel) basert på parvise  $F_{ST}$  estimat. Første aksene (Coord. 1) forklarer 42,4 % av variasjonen og den andre aksene (Coord. 2) 21,1 %.

Individuell genetisk tilordning av muslinger fra Fusta til et referansemateriale av 17 laksemusling-bestander og 16 ørretmusling-bestander viste at 27 av 31 muslinger (87,1 %) hadde en genetisk sammensetning som lignet mer på sammensetningen i en laksemusling-bestand enn på sammensetningen i en ørretmusling-bestand. Fire individ (12,9 %) hadde derimot en høyere sannsynlighet for å kunne tilhøre en ørretmusling-bestand (**figur 13**). Det er imidlertid usikkert hvor mye vekt vi kan gi disse observasjonene da vi ikke kjenner den forventede 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 primærvært.



**Figur 13.** Individuell genetisk tilordning av muslinger fra Fusta til et referansemateriale av 17 laksemusling-bestander og 16 ørretmusling-bestander. Relativ sannsynlighet er summert log likelihood score til henholdsvis laksemusling-bestander (blå) og ørretmusling-bestander (rød).

## 4.4 Forsøk med elvemusling i klekkekasser i Fusta

### 4.4.1 Atferdsendring hos elvemusling og andre effekter av rotenbehandling

På observasjonsposten ved stasjon B2 mellom Moheim og Veset ble det notert fisk med unormal atferd allerede kl. 09.37. Bare få minutter senere ble det observert svimende fisk nær land, og død fisk var en realitet kl. 09.50. Stasjon B2 lå bare 850 m nedenfor doseringsstasjonen på Moheim der doseringen skal ha startet ved ni-tiden (Stensli & Bardal 2014).

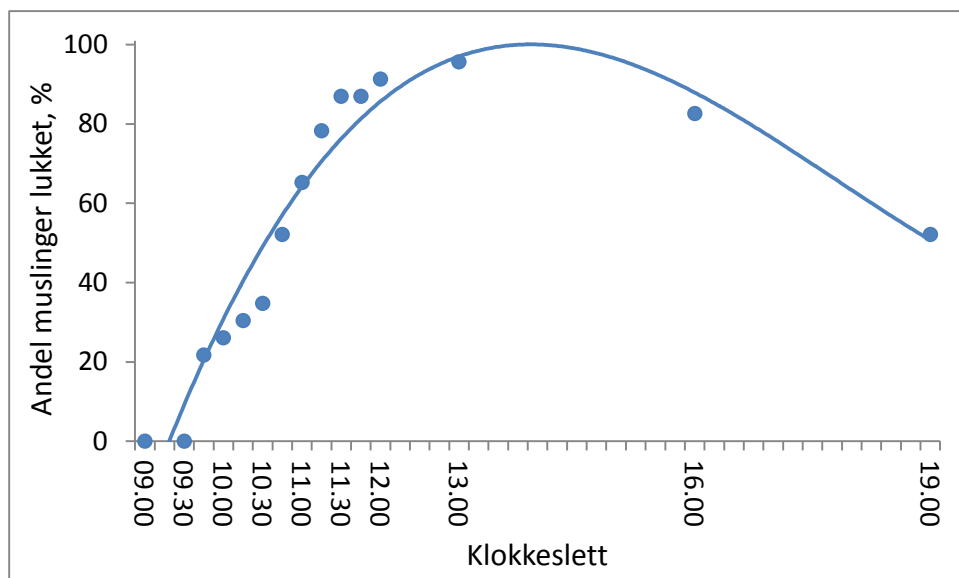


*Død sjørret i Fusta 17. august kl. 09.50 ved stasjon B2 mellom Moheim og Veset (for lokalisering se figur 3). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

Muslingene i klekkekassene på stasjon B2 mellom Moheim og Veset ble fulgt mer eller mindre kontinuerlig under rotenonbehandlingen av Fusta 17. august 2012. Totalt var 23 av de 29 muslingene som var plassert ut i de to klekkekassene synlige. Dette inkluderte alle de store muslingene (90-120 mm lange). Av de unge muslingene var seks av ni individer nedgravd i grusen, og ble ikke observert i det hele tatt i løpet av observasjonsperioden. Vi kunne derfor følge atferden til 23 muslinger i løpet av dagen.

De første tegn til endringer ble oppdaget om lag tre kvarter etter at rotenonbehandlingen skal ha startet ved Moheim. Omtrent samtidig ble den første døde ørreten observert i nærheten av klekkekassene. Andelen muslinger som lukket siphonene (benyttet som tegn på ubehag) økte jevnt fra kl. 09.45 da 22 % av muslingene hadde lukket seg til kl. 13.00 da 96 % av muslingene var lukket (**figur 14, tabell 7**). Behandlingen skal ha blitt avsluttet kl. 16.00, og det var en tendens allerede da at enkelte muslinger begynte å åpne seg igjen. Tre timer senere sto imidlertid fortsatt mer enn halvparten av muslingene med lukkede siphoner. Ved kontroll av muslingene på morgenen den 18. august, 24 timer etter de første reaksjonene på rotenonbehandlingen ble notert, sto alle muslingene igjen i normal posisjon med åpne siphoner.

I tillegg til å lukke siphonene, reagerte enkelte muslinger også ved å skifte posisjon eller legge seg over på siden, og en generell vandringsuro (unnnvikelsesatferd) ble notert (se **tabell 7**).



**Figur 14.** Observasjon av elvemusling i klekkekasser på stasjon B2 (mellom Moheim og Veset) med angivelse av andelen individer som sto med lukkede siphoner (åpningene som leder vann inn i kappehulen, over muslingenes gjeller og ut igjen) i løpet av rotenonbehandlingen av Fusta 17. august 2012.

**Tabell 7.** Observasjon av elvemusling i klekkekasser på stasjon B2 (mellom Moheim og Veset) med angivelse av antall muslinger i de to klekkekassene som sto med lukkede siphoner eller viste annen avvikende atferd i løpet av rotenonbehandlingen av Fusta 17. august 2012.

Klekke- kasse	Klokkeslett				
	09.00	09.30	09.45	10.00	10.15
B2-1	10 (av 10) store ind obs; 9 ind sto normalt, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen) Ingen (av 3) små ind obs; nedgravd. $N_{tot}=10$	Normal posisjon. Samme som kl. 09.00	1 av 10 ind lukket. Ett ind ligger på siden	2 av 10 ind lukket	2 av 10 ind lukket. Musling som lå på siden har rettet seg opp
B2-2	10 (av 10) store ind obs i normal posisjon 4 (av 6) små ind obs; resten nedgravd. Ett ind gravde seg ned og forsvant. $N_{tot}=13$	Normal posisjon. Samme som kl. 09.00	4 av 13 ind lukket. To ind lagt seg på siden	4 av 13 ind lukket	5 av 13 ind lukket. To ind vandrer eller flytter på seg
	Klokkeslett				
	10.30	10.45	11.00	11.15	11.30
B2-1	3 av 10 ind lukket	5 av 10 ind lukket	7 av 10 ind lukket	10 av 10 ind lukket	10 av 10 ind lukket
B2-2	5 av 13 ind lukket	7 av 13 ind lukket	8 av 13 ind lukket	8 av 13 ind lukket. Tre med liten åpning	10 av 13 ind lukket. To med veldig liten åpning, bare ett ind med liten åpning
	Klokkeslett				
	11.45	12.00	13.00	16.00	19.00
B2-1	10 av 10 ind lukket	10 av 10 ind lukket	10 av 10 ind. Lukket. Ett ind ligger på siden	10 av 10 ind lukket. Ett ind har flyttet seg; ligger på siden	7 av 10 ind lukket. Tre ind med liten åpning
B2-2	10 av 13 ind lukket. To med veldig liten åpning, bare ett ind med liten åpning. Ett lite ind har beveget seg tvers over buret på kort tid	11 av 13 ind lukket. To ind med veldig liten åpning	12 av 13 ind lukket. Ett ind med veldig liten åpning. Fire ind (derav to små) oppe av substratet eller lagt seg på siden (vandringssuro)	9 av 13 ind lukket. Ett ind har hatt veldig liten åpning hele tiden. Tre nye ind har nå liten åpning	5 av 13 ind lukket. Fem ind med liten åpning. Tre ind ligger på siden, usikkert om de er litt åpne





*Elvemusling 17. august kl. 09.10 (til venstre) og kl. 11.40 (til høyre) i Fusta ved stasjon B2 mellom Moheim og Veset (for lokalisering se figur 3). Muslingene står i normal posisjon med åpne siphoner før rotenonbehandlingen starter, men når rotenonskyen passerer lukker de siphonene. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*



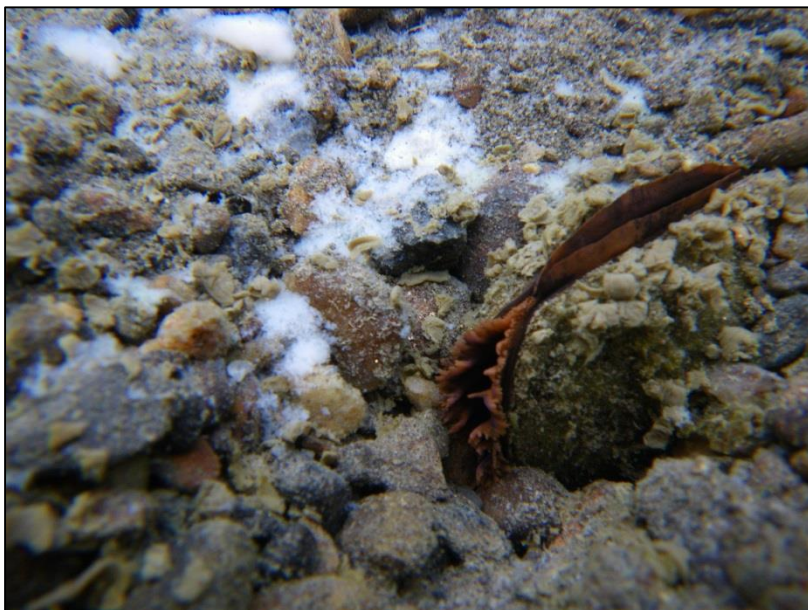
*Elvemusling 18. august kl. 09.30 i Fusta ved stasjon B2 mellom Moheim og Veset (for lokalisering se figur 3). Muslingene står som normalt med åpne siphoner. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

Mer dramatisk var observasjonene av muslinger som støtet melke (spermier) ut i vannet i rytmiske bevegelser. De første individene som gjorde dette ble observert ved klekkekassene på stasjon B2 den 17. august 2012 kl. 10.40, bare en times tid etter effekten av rotenonbehandlingen var synlig i form av svimende og døende ørret i det samme området. På morgenen dagen etter (kl. 09.50) ble det observert ytterligere to muslinger i det samme området som hadde store ansamlinger med spermier rundt seg.

Ved et senere besøk (29. august 2012) ble det observert at enkelte muslinger både på stasjon 10 og 13 hadde hvite «klumper» som lå på substratet rundt muslingene. Det ble bekreftet at sju av 30 undersøkte muslinger på de to stasjonene hadde egg i gjellene, men at fem av de sju muslingene hadde støtt mesteparten av disse ut i vannet. Prøver som ble tatt bekreftet at det dreide seg om ubefruktede egg som muslingene hadde kvittet seg med.



*En av muslingene sprøyter spermier ut i vannmassene som en sannsynlig stressreaksjon under rotenonbehandlingen (17. august kl. 10.40). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*



*Elvemusling med ubefruktede egg som er sluppet ut fra gjellene observert 29. august 2012. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

#### 4.4.2 Dødelighet og tilvekst hos muslinger

Alle de store muslingene ( $N = 40$ ; 86-143 mm lange) var, med to unntak, synlige i klekkedassene hele høsten (august-oktober) (**vedlegg 7.1**). Det var én stor musling nedgravd i en av klekkedassene på stasjon B1 både 30. august og 14. september 2012. I begynnelsen av desember derimot var tre av de store muslingene på stasjon B2 ute av syne. Enkelte individer kunne ligge på siden (ikke forankret i grusen) i klekkedassene. Dette ble observert 18. og 29.-30. august, og kan ha vært en effekt av vandringsuro under og etter rotenonbehandlingen. De små muslingene ( $N = 17$ ; 21-79 mm lange) var i mye større grad nedgravd i grusen, og andelen

varierte mellom 53 og 65 % av individene høsten 2012. De små muslingene som var synlige, sto alle sammen i normal posisjon i substratet gjennom hele høsten.

I begynnelsen av desember, ca. 45 dager etter rotenonbehandlingen av Fustvatnet, var alle muslingene som ble observert i klekkekassene fortsatt i live (N = 39). En musling lå på siden med foten ute, men resten av muslingene sto i normal posisjon. Tre store muslinger og 15 av 17 små muslinger ble ikke gjenfunnet, men på grunn av dårlige lysforhold var det svært vanskelig å observere de minste muslingene.

I april 2013 var alle muslingene som ble observert i klekkekassene døde. Høy vannføring og dårlig sikt gjorde at et fåtall muslinger ble oppdaget, men i en av klekkekassene på stasjon B2 ble det tatt opp seks store og to små muslinger med håv. Alle disse var døde. Bløtdelene var fortsatt på plass, men forråtnelsen hadde startet og de hadde vært døde noe tid. Ved en siste kontroll i august 2013 ble det konstatert at ingen av muslingene i klekkekassene hadde overlevd. Da innfrysing og/eller isgang hadde ødelagt burene (blant annet var nettingen borte på to av burene) ble ikke alle muslingene som opprinnelig ble satt inn i klekkekassene gjenfunnet. Når vi også inkluderer to skall som ikke ble funnet før året etter, ble det gjenfunnet til sammen 36 (av 40) store og 11 (av 17) små muslinger (se **tabell 8**).

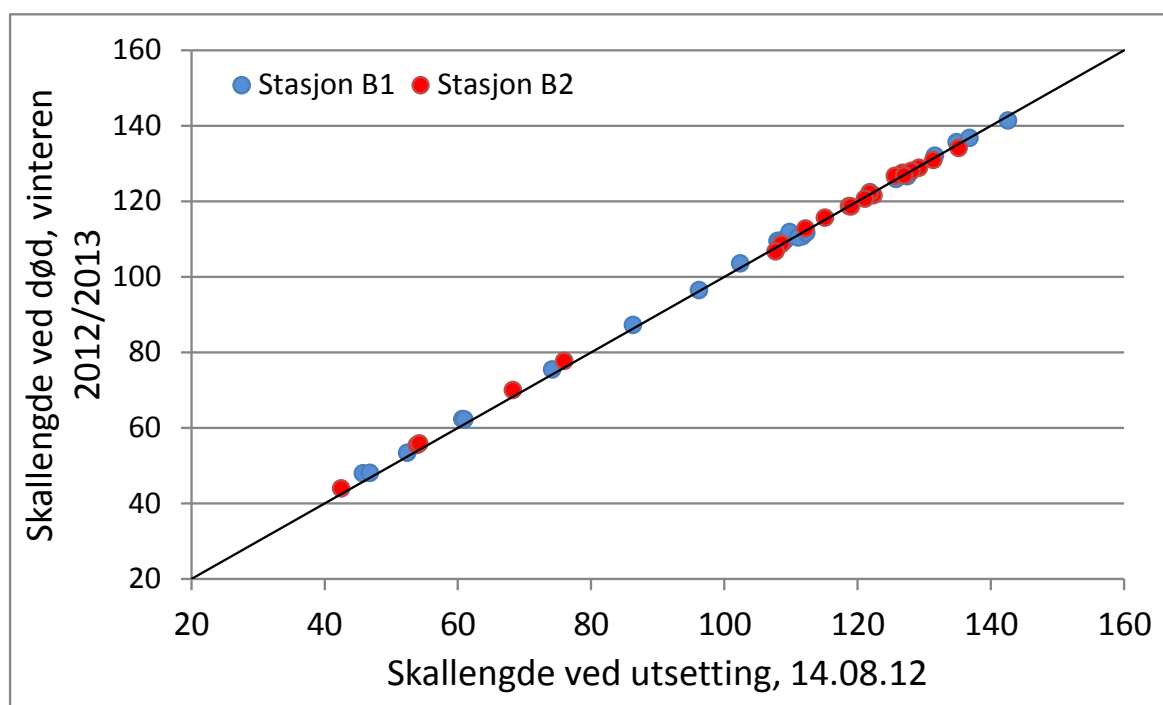
I Fusta var gjennomsnittlig tilvekst hos voksne (store) muslinger 0,1 mm fra august 2012 til dødstidspunktet vinteren 2012/2013 (**tabell 8**). Måleusikkerheten kan imidlertid være så stor som  $\pm 1$  mm mellom to uavhengige målinger av de samme muslingene (Larsen 1999). Muslinger som har vokst svært lite kan dermed få «negativ» vekst på grunn av måleusikkerheten. På grunn av måleusikkerheten og generelt liten tilvekst hos voksne muslinger, kan det ikke påvises forskjeller i tilvekst innad i vassdraget.

De små og yngre muslingene som ble gjenfunnet (43-76 mm) hadde en mer markert tilvekst sammenlignet med de store muslingene (**tabell 8, figur 15**). Tilveksten hos de små muslingene varierte fra 1 til 2 mm, og var i gjennomsnitt 1,5 mm på de to stasjonene i Fusta. Dette ligger innenfor det en kunne forvente for 10-18 år gamle muslinger i Fusta. I tillegg til stressbelastningen som flytting og rotenonbehandling har forårsaket, har den målte tilveksten skjedd i løpet av maksimalt to måneder, tilsvarende ca. 2/5 av en normal vekstsesong.

**Tabell 8.** Gjennomsnittlig lengdeøkning hos elvemusling i klekkekasser på to stasjoner i Fusta i 2012-2013. Skallengde ble målt ved utsetting 14. august 2012 og når muslingene ble tatt opp igjen i løpet av vår/sommer 2013. Stasjon B1: Fusta nedenfor Fustvatnet (1,0 km nedstrøms utløpet av Fustvatnet) og stasjon B2: Fusta mellom Moheim og Veset (6,9 km nedstrøms utløpet av Fustvatnet). Oppgitt antall er antall individ gjenfunnet, mens antall i parentes er antall som opprinnelig ble satt ut.

	Stasjon	Antall	Skallengde $\pm$ SD start, mm	Skallengde $\pm$ SD slutt, mm	Gjennomsnittlig lengde- økning $\pm$ SD, mm
STORE muslinger	B1	20	116,2 $\pm$ 14,4	116,4 $\pm$ 14,1	0,2
	B2	16 (20)	121,9 $\pm$ 8,0	121,8 $\pm$ 7,9	-0,1
	B1-B2	36 (40)	118,7 $\pm$ 12,2	118,8 $\pm$ 11,9	0,1 $\pm$ 0,8
SMÅ muslinger	B1	6 (8)	56,8 $\pm$ 10,7	58,2 $\pm$ 10,6	1,4
	B2	5 (9)	59,0 $\pm$ 13,2	60,6 $\pm$ 13,3	1,6
	B1-B2	11 (17)	57,8 $\pm$ 11,3	59,3 $\pm$ 11,3	1,5 $\pm$ 0,3





**Figur 15.** Vekst hos elvemusling som ble satt ut i klekkekasser på to ulike lokaliteter i Fusta i august 2012 ( $N = 47$ ). Skallengde ble målt ved utsetting 14. august 2012 og når muslingene ble tatt opp igjen våren/sommeren 2013. Punkter over linjen viser muslinger med positiv tilvekst.

## 4.5 Tiltak for elvemusling

### 4.5.1 Flytting av muslinger til Herringelva og Baåga

Det ble samlet inn og flyttet til sammen 381 elvemusling fra Fusta i løpet av august/oktober 2012 (tabell 9). Disse ble fordelt med 265 muslinger til Herringelva og 116 muslinger til Baåga.

**Tabell 9.** Antall elvemusling flyttet fra Fusta til et midlertidig opphold i sideelvene Herringelva og Baåga under rotenonbehandlingen av Fustvatnet høsten 2012.

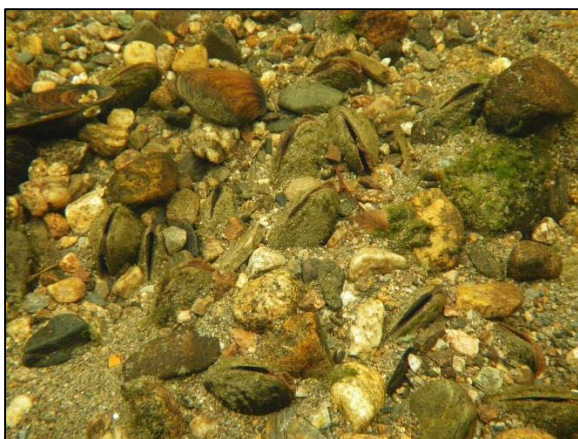
Dato	Herringelva	Baåga	Sum
29.8.12	99	100	199
30.8.12	0	11	11
14.9.12	0	5	5
9.10.12	143*	0	143
10.10.12	23	0	23
Sum	265	116	381

\*Hvorav 99 muslinger som hadde vært via Båthølen i perioden 30.8.-9.10.12

Muslingene i Herringelva og Baåga ble kontrollert med hensyn til tilstedeværelse og dødelighet ved tre anledninger i løpet av 2012 og 2013. I begynnelsen av desember 2012 ble det talt opp (gjennom isen) minst 80 muslinger i Baåga som alle sto normalt i substratet. I august 2013 ble det oppdaget 10 døde muslinger, hvorav ett individ var relativt ferskt. Hva som forårsaket denne overdødeligheten kunne ikke fastslås med sikkerhet. Til sammen 88 levende muslinger ble samtidig talt opp på utsetningslokaliteten; det samme som også ble notert i september samme

år. Ved en systematisk gjennomgang av Baåga i juli 2014 ble det gjenfunnet 102 levende muslinger (**tabell 10**) og ett tomt skall. Av det opprinnelige antall som ble flyttet til Baåga kunne dermed 88 % tilbakeføres til Fusta. Elleve muslinger ble bekreftet døde, og en dødelighet på 9 % var høyere enn forventet. Bare tre muslinger (3 %) kunne ikke gjøres rede for (ikke gjenfunnet). I Baåga hadde muslingene flyttet seg lite, og nederste musling ble funnet bare 10-12 m nedenfor utsettingslokaliteten.

I Herringelva ble det talt opp ca. 225 levende muslinger og ingen tomme skall i august 2013. Selv om hovedtyngden av muslinger ble gjenfunnet på utsettingslokaliteten, hadde enkelte individer forflyttet seg opptil 75 m nedover i elva. I juli 2014 var den opprinnelige utsettingslokaliteten helt fri for muslinger. Store mengder stein, grus og steinblokker var vasket bort og elvebunnen besto for en stor del av ren leire. Gjentatte søk etter muslinger på utsettingslokaliteten var negativt (heller ingen tomme skall). Søket ble utvidet i alle retninger, og første observerte musling ble funnet ca. 70 m nedenfor utsettingslokaliteten. De neste to levende muslingene ble funnet ca. 210 m nedenfor utsettingslokaliteten. Innenfor et område 375-450 m nedenfor utsettingslokaliteten ble det funnet sju levende muslinger og ett tomt skall. På elvebredden noe lenger ned ble det samlet ytterligere sju tomme skall. Den nederste levende muslingen ble oppdaget ca. 800 m nedenfor utsettingslokaliteten. Elva ble ikke undersøkt lenger ned enn det. Det betyr at vi bare klarte å finne igjen 11 av 254 individer (4 %) i Herringelva. Selv om vi legger til de 11 muslingene som ble flyttet til Leirfjord kultiveringsanlegg høsten 2013, ble bare 8 % av muslingene tilbakeført til Fusta (**tabell 10**). Vi fant heller ikke mer enn åtte tomme skall, og det er derfor fortsatt 89 % av muslingene vi ikke kan gjøre rede for.



*Utsettingslokaliteten med muslinger i Herringelva, før og etter storflommen i desember 2013. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

**Tabell 10.** Utsetting av muslinger i Herringelva og Baåga høsten 2012 og gjenfangst på utsettingslokalitetene i juli 2014.

	Herringelva		Baåga		Sum antall
	Antall	Prosent (%)	Antall	Prosent (%)	
Antall satt ut	265	100,0	116	100,0	381
Gjenfunnet døde	8	3,0	11	9,5	19
Ikke gjenfunnet	235	88,7	3	2,6	238
Tilbakeføring til Fusta	22*	8,3	102	87,9	124

\*Hvorav 11 individer som hadde vært via Leirfjord kultiveringsanlegg i perioden 11.9.–25.11.13 før tilbakeføringen til Fusta

#### 4.5.2 Uttak av muslinger for kontrollert infeksjon av laks og ørret ved Båthølen

Det ble ikke funnet muslinglarver på noen av fiskungene som ble kontrollert fra midten av september til begynnelsen av oktober i forbindelse med infeksjonsforsøket på Båthølen (**tabell 11**). Årsaken til dette var antagelig at rotenonbehandlingen i tid samsvarte med tidspunktet for reproduksjonen hos elvemusling i Fusta i 2012. Under store påkjenninger eller stress i omgivelsene kan muslingene reagere med «stressgyting». Spermier og egg slippes ut i vannet for å spare energi. Vi observerte utslipp av spermier den dagen rotenonbehandlingen av Fusta ble gjennomført samt dagen etter, og senere ble det også funnet ubefructede egg i store mengder omkring flere av muslingene (se kapittel 4.4.1). Stammuslingene som ble benyttet på Båthølen ble i tillegg forstyrret og flyttet flere ganger på deres vei til anlegget, og de måtte i tillegg behandles med rotenon på nytt før innsetting i kar på Båthølen.

Flere uheldige omstendigheter gjorde at infeksjonsforsøket på Båthølen ikke gikk som planlagt høsten 2012. Tiltaket ble mislykket, og medførte at det heller ikke kunne overføres materiale fra Fusta til kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll.

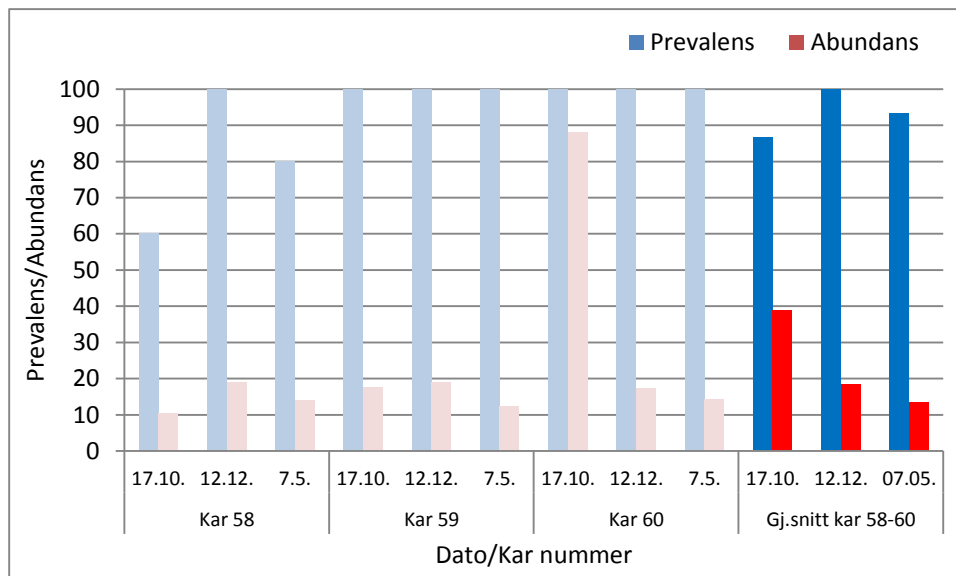
**Tabell 11.** Muslinglarver på ungfisk av laks og ørret (gjellene på begge sider) fra infeksjonsforsøk på Båthølen i september/oktober 2012. Gjennomsnittlig lengde av laks- og ørretyngel er oppgitt. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; SD = standardavvik.

Art	Alder	Dato	Lengde, mm	N	Prevalens (%)	Abundans	Intensitet
			Gjennsnitt ± SD				
Laks	0+	13.09.12	52,2 ± 4,7	5	0	0	0
	0+	26.09.12	60,6 ± 8,4	8	0	0	0
	0+	08.10.12	57,0 ± 8,0	14	0	0	0
Ørret	0+	13.09.12	-	0	0	0	0
	0+	26.09.12	43,9 ± 4,7	14	0	0	0
	0+	08.10.12	47,8 ± 3,4	15	0	0	0

#### 4.5.3 Uttak av muslinger for infeksjon av laks ved Leirfjord kultiveringsanlegg

Elleve elvemusling med muslinglarver i gjellene («gravide» muslinger) ble flyttet fra Herringelva til Leirfjord kultiveringsanlegg i midten av september 2013. Der ble de fordelt på tre kar med laksunger. Muslinglarvene som muslingene i karet slapp ut i september/oktober festet seg på gjellene til laksungene. De ble i tillegg kapslet inn og ble sittende på laksungene der de vokste normalt i størrelse fram til neste vår. Dette viste at muslingbestanden i Fusta med stor sannsynlighet kan betegnes som «laksemusling». I to av karene ble alle laksungene infisert. I det tredje karet derimot var prevalensen tidvis noe lavere (henholdsvis 60 og 80 % i september 2013 og mai 2014). I gjennomsnitt var 93 % av alle laksungene infisert i begynnelsen av mai 2014 (**figur 16, tabell 12**). Abundans – gjennomsnittlig antall larver på all fisk – var i gjennomsnitt 13,5 individ i mai 2014, og maksimalt ble det funnet 38 muslinger på én av laksungene. Abundansen gikk noe ned i den første tiden (fra september til desember), men det er normalt at en del larver ikke fester seg ordentlig og faller av igjen etter kort tid.

Om lag 8700 laksunger ble satt ut i Fusta 7. mai 2014, og basert på gjennomsnittlig antall muslinglarver på laksungene ble det samtidig satt ut 117.450 muslinglarver med laksungene.



**Figur 16.** Infeksjon av muslinglarver på ensomrige laksunger i oppdrettskar med laks og elve-musling ved Leirfjord kultiveringsanlegg fra høsten 2013 (17.10. og 12.12.) til våren 2014 (7.5.). Forsøket ble gjennomført i tre parallelle fiskekar (kar 58-60). Infeksjonen av muslinglarver er presentert som gjennomsnittlig prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert) og abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt).

**Tabell 12.** Infeksjon av muslinglarver på ensomrige laksunger i oppdrettskar med laks og elve-musling ved Leirfjord kultiveringsanlegg fra høsten 2013 (17.10. og 12.12.) til våren 2014 (7.5.). 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; SD = standardavvik.

Kar	Dato	Alder	N	Prevalens	Abundans	SD	Intensitet	SD	Maks
58	17.10.13	0+	5	60	10,4	20,5	17,3	25,7	47
59	17.10.13	0+	5	100	17,6	12,1	17,6	12,1	34
60	17.10.13	0+	5	100	88,0	21,7	88,0	21,7	108
58	12.12.13	0+	5	100	19,0	9,7	19,0	9,7	36
59	12.12.13	0+	5	100	19,0	14,7	19,0	14,7	41
60	12.12.13	0+	5	100	17,4	14,2	17,4	14,2	42
58	07.05.14	1+	5	80	14,0	14,4	17,5	14,0	34
59	07.05.14	1+	5	100	12,4	9,9	12,4	9,9	25
60	07.05.14	1+	5	100	14,2	13,8	14,2	13,8	38
<b>Gj.snitt</b>	<b>17.10.13</b>	<b>0+</b>	<b>15</b>	<b>86,7</b>	<b>38,7</b>	<b>40,1</b>	<b>44,6</b>	<b>39,9</b>	<b>108</b>
<b>Gj.snitt</b>	<b>12.12.13</b>	<b>0+</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>18,5</b>	<b>12,1</b>	<b>18,5</b>	<b>12,1</b>	<b>42</b>
<b>Gj.snitt</b>	<b>07.05.14</b>	<b>1+</b>	<b>15</b>	<b>93,3</b>	<b>13,5</b>	<b>11,9</b>	<b>14,5</b>	<b>11,8</b>	<b>38</b>

## 5 Oppsummering og diskusjon

Lite var kjent om elvemuslingen i Fustavassdraget tidligere. Det fantes bare et par enkle undersøkelser (Bakken 2001, Jørgensen & Halvorsen 2012), og lengdefordeling og bestandsestimat manglet. Antall muslinger kunne ifølge Jørgensen & Halvorsen (2012) være så lavt som 50-100 individ. Tatt i betraktning av at den første rotenonbehandlingen av vassdraget allerede ble gjennomført i 2011, er det kritikkverdig at det ikke ble skaffet tilveie nødvendig faktagrunnlag om bestanden av elvemusling allerede i forkant av denne behandlingen. Kartlegging av bestanden ble ikke gjennomført før i 2012, i forkant av den siste rotenonbehandlingen i vassdraget. Elvemusling er angitt som sårbar på den norske rødlista over truede dyrearter i Norge (Kålås mfl. 2010), og den er totalfredet mot all fangst fra 1993. Elvemusling har sin egen handlingsplan (Direktoratet for naturforvaltning 2006), har status som norsk ansvarsart og er foreslått av Miljødirektoratet som prioritert art etter Naturmangfoldloven. Dette bør komme tydeligere til uttrykk under planleggingen av rotenonbehandlinger eller andre forstyrrelser og inngrep i vassdrag med elvemusling.

Det ble funnet levende elvemusling på hele strekningen mellom Forsmoforsen og nesten ned til utløpet i sjøen i 2012. Det ble gjennomført 1-3 tellinger av 15 minutters varighet på til sammen 15 stasjoner. Lange strekninger kunne være uten muslinger, og selv på antatt gode lokaliteter måtte vi lete nærmere tre minutter for å finne én musling (gjennomsnittlig tetthet var 0,38 individ pr. minutt søketid). Basert på disse observasjonene ble det antatt at antall muslinger i vassdraget kan ha vært i størrelsesorden 750-1000 individ i august 2012.

Vi visste i utgangspunktet ikke hvilken fiskeart som var primærvert for elvemuslingens larver i Fusta. Resultatene av DNA-analyser av muslinger fra Fusta viste imidlertid at de plasserte seg midt i grupperingen av andre laksemusling-bestander i Norge. De hadde en relativt høy genetisk variasjon (høy allelrikdom og høy forventet heterozygositet), noe som er karakteristisk for «laksemuslingene» (Larsen mfl. 2011a, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). Konklusjonen var derfor at elvemuslingen i Fusta genetisk lignet mest på laksemusling. Elvemuslinger fra Fusta ble dessuten satt sammen med laksunger ved Leirfjord kultiveringsanlegg høsten 2012. Muslinglarvene som muslingene i karet slapp ut i september/oktober festet seg på gjellene til laksungene. De ble i tillegg kapslet inn og ble sittende på laksungene der de vokste normalt i størrelse fram til neste vår. Dette viste også at muslingbestanden i Fusta med størst mulig sannsynlighet kan betegnes som «laksemusling».

Fusta har en tilsynelatende god vannkvalitet for elvemusling. Det er ingen forsurening, vassdraget er kalkfattig eller moderat kalkrikt (alle målinger av kalsium viser  $>3$  mg/l), tilstanden med hensyn til næringstilførsel er meget god (total fosfor  $<6$  µg/l og nitrat  $<25$  µg/l) og vassdraget er ubetydelig forurensset med hensyn til tungmetaller. Selv om det var en overvekt av eldre muslinger i Fusta, fantes det likevel muslinger i de fleste aldersgrupper i 2012, og om lag 10 % av muslingene var yngre enn 20 år. Dette tilsier at det har vært en svak rekruttering i Fusta, men at denne samtidig ble betydelig redusert for 20-25 år siden. Gyro ble første gang påvist i Fusta i 1980, og fangsten av laks gikk dramatisk ned fra og med 1983. Antall laksunger fanget under elfiske var da også svært lavt i perioden 1980-1998. Sviktende rekruttering i bestanden av elvemusling skyldtes derfor mest sannsynlig fravær av egnet vertsfisk i flere ti-år, og ikke dårlige oppvekstsvilkår. Forekomst av få muslinger som var  $<90$ - $95$  mm lange kan sannsynligvis korreleres til mangel på vertsfisk i de siste 20-25 år i Fusta.

Første rotenonbehandling i Fusta ble gjennomført i august 2011. Det var ikke mer tomme skall enn forventet i Fusta i 2012. De utgjorde 2,2 % av det totale antall skjell som ble funnet. Dette representerer dessuten dødeligheten over flere år. Det var derfor ingen ting som tydet på at det hadde vært en overdødelighet av muslinger i forbindelse med rotenonaksjonen i 2011.

Effekten av elvebehandlingen i Fusta i august 2012 ble imidlertid fulgt nøye. Elvemusling ble utplassert i klekkedasser og fulgt under og etter rotenonbehandlingen. Måling av rotenonkonsentrasjonen i Fusta ble gjort gjennom hele doseringsperioden 17. august 2012 (Adolfsen mfl. 2014). Doseringen ved Forsmoforsen var planlagt til 1,4 p.p.m. den første timen for deretter å



gå ned til 0,7 p.p.m. de påfølgende seks timene som behandlingen varte. Ved Moheim var det lagt opp til samme dosering i startfasen. Men konsentrasjonen på 0,7 skulle bare vare i to timer for å gå ned til 0,5 de siste fire timene. Analyseresultatene tydet på at fortykning og nedbryting var som forventet på strekningen Formoforsen - Moheim, men konsentrasjonen var stigende gjennom doseringsperioden og lå jevnt over på et høyere nivå enn planlagt mot slutten av doseringsperioden. Ved munningen økte konsentrasjonen fra ca. 0,5 p.p.m. kl. 12 til ca. 1,8 p.p.m. kl. 15 for deretter å avta langsomt. Dolmen mfl. (1995) beskriver forsøk som ble gjennomført for å undersøke virkningen av rotenon på elvemusling. De fant at elvemuslingen hadde en svært høy toleranse mot rotenon, og dødelig konsentrasjon var 30-40 p.p.m. (12 t. eksponering). Kortvarig eksponering (< 8 timer) for konsentrasjoner opp mot 2 p.p.m. ser derfor ut til å være godt innenfor toleransegrensen for elvemusling (og bløtdyr generelt; jf. Marking & Bills 1976). Det ble da heller ikke påvist dødelighet som følge av elvebehandlingen i Fusta i 2012. Dette er også i samsvar med observasjoner som tidligere er gjort i Ogna (Steinkjervassdraget) i forbindelse med rotenonbehandlingen i 2001, 2002 og 2009 (Larsen 2001; 2002, Larsen mfl. 2011b). Den midlertidige vannkvalitetsendringen under rotenonbehandlingen førte ikke til dødelighet av voksne muslinger. Det direkte tapet av muslinger begrenset seg til en eller to årsklasser av muslinglarver som døde sammen med fisken de parasitterte på, og i år med utryddelse av all fisk ville det heller ikke være tilgjengelig vertsfisk i vassdragene når muslinglarvene slapp ut i vannet om høsten. I Fusta vil det bety at muslinglarver produsert i 2011 og 2012 ikke hadde mulighet til å utvikle seg på laksunger i vassdraget.

Under rotenonbehandlingen i august 2012 ble det observert at muslingene trakk seg sammen og lukket seg når rotenonskyen passerte. I Fusta var muslingene negativt påvirket i en periode på opptil 10 timer, og mer enn halvparten av muslingene var helt lukket i en periode på 8,5 time. Ved rotenonbehandlingen av Ogna (Steinkjervassdraget) syntes påvirkningen å være noe mindre da muslingene var helt lukket i minst tre timer, men negativt påvirket bare i en periode på 5-6 timer under behandlingen våren 2001 (Larsen 2001). Det samme skjedde i august 2009 (Larsen mfl. 2011b). Det var heller ingen forsøk på forflytninger eller endring av posisjon under selve påvirkningen av rotenonskyen i Ogna. I Fusta skiftet derimot enkelte muslinger posisjon, og en generell vandringsuro (unnnvikelsesatferd) ble notert.

Vekststans hos muslinger forårsaket av rotenonbehandling kan også forekomme. I Ogna (Steinkjervassdraget) kan dette ha forekommet bl.a. i 2002, men vekststansen var likevel av kort varighet, og kortere enn mange andre, naturlige årsaker til slik vekststans i løpet av vekstperioden (Larsen mfl. 2011b). Det ble heller ikke notert unormalt lav tilvekst hos muslingene som ble holdt i klekkekassene i Fusta høsten 2012. De små og yngre muslingene som ble gjenfunnet (43-76 mm) hadde som forventet en mer markert tilvekst sammenlignet med de store og eldre muslingene. Tilveksten hos de små muslingene varierte fra 1 til 2 mm, og var i gjennomsnitt 1,5 mm på de to stasjonene som ble undersøkt. Dette lå innenfor det en kunne forvente for 10-18 år gamle muslinger i Fusta. I tillegg til stressbelastningen som flytting og rotenonbehandling har forårsaket, har den målte tilveksten skjedd i løpet av maksimalt to måneder, tilsvarende ca. 2/5 av en normal vekstsesong.

En rotenonbehandling kan også være en stressfaktor som muslingene kan reagere negativt på også på andre måter. I forbindelse med behandlingen i Fusta ble det for eksempel observert at muslingene støtet ut melke (spermier) og ubefruktede egg. Når muslinger blir forstyrret i reproduksjonsperioden kan de reagere ved å abortere kjønnsproduktene. I slike tilfeller vil muligheten for en vellykket reproduksjon være liten, og produksjonen av muslinglarver vil være helt eller delvis fraværende det året. Dette så ut til å være tilfellet i Fusta høsten 2012. Vi fant noen få gravide muslinger i slutten av august, men disse var da i ferd med å tømme seg for det som viste seg å være ubefruktede egg. Nå tok rotenonbehandlingen i tillegg livet av all potensiell vertsfisk høsten 2012, slik at aborteringen av spermier og egg hadde uansett ikke noen betydning for rekrutteringen i Fusta høsten 2012. Men det gjorde at vi i forsøket på å styrke reetableringen av elvemusling ikke lyktes med å infisere fisk i anlegget på Båthølen som planlagt, og gjorde at vi ikke kunne overføre materiale fra Fusta til kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll. Dette skulle være et ledd i et kunstig oppdrett av Fusta-muslinger for senere tilbakeføring og reetablering av muslingbestanden i Fusta etter rotenonbehandlingen.

Nedbryting og fortynningshastighet for rotenon avhenger av faktorene lys, temperatur, oksygentilgang og vannutskifting. Ved behandling av Fustvatnet senhøstes, var det forventet en relativt lang periode før all rotenon var ute av vassdraget. Vannprøver fra november 2012 viste fremdeles rotenonkonsentrasjon godt over dødelig nivå for fisk i store deler av innsjøen (Adolfson mfl. 2014). Senere prøvetaking i april, juni og oktober 2013 i Fustvatnet tydet på at det tok nesten ett år før rotenonkonsentrasjonen var under deteksjonsgrensen i hele Fustvatnet (Adolfson mfl. 2014). Konsentrasjonen i overflatevannet var i april 2013 ca. 0,1 p.p.m., mens den i dypere partier fortsatt var 0,3-0,4 p.p.m. Elvestrekningene mellom og nedstrøms innsjøene var påvirket av rotenonkonsentrasjonen og vannsirkulasjonen i ovenforliggende innsjøer.

Effekten på elvemusling av denne langvarige påvirkningen av rotenon ble fulgt gjennom høsten og vinteren 2012/2013. Muslingene i klekkekassene som var utplassert i Fusta var fortsatt i live i desember 2012; ca. 45 dager etter rotenonbehandlingen av Fustvatnet. Men i løpet av vinteren har de ikke klart seg lenger, og i april var alle muslingene som ble observert i klekkekassene døde.

Da innfrysing og/eller isgang også kan tenkes å ha hatt en innvirkning på dødeligheten, ble det gjort en ny inventering i august 2013 på åtte av stasjonene som tidligere var blitt undersøkt for muslinger i 2012. Det ble ikke påvist levende muslinger noe sted i elva, men til sammen 76 tomme skall av elvemusling, som hadde dødd for kort tid siden, ble funnet. Et flertall av skallene ble funnet i normal posisjon på dypt vann, og hadde ikke på noen måte blitt påvirket av isforholdene i elva. Konklusjonen var derfor at dødeligheten av musling i Fusta vinteren 2012/2013 skyldtes langvarig eksponering av rotenon som lekket ut fra Fustvatnet. Observasjoner fra Kniptjärnsbäcken, Västernorrlands län i Sverige antyder at muslinger også her døde etter en rotenonbehandling av en oppstrøms liggende innsjø (Norrgran 2006). Muslingene sto fortsatt som normalt i substratet, og det var ingen annen sannsynlig forklaring på den høye dødeligheten. Det finnes også et annet eksempel fra Sverige der noe tilsvarende kan ha skjedd (Henrikson mfl. 1998). Eriksen mfl. (1998) konkluderte derfor med at rotenonbehandling ikke må gjennomføres i innsjøer og vassdrag oppstrøms bestander med elvemusling.

Konklusjonen etter erfaringene i Fusta vil være at innsjøbehandling med rotenon ikke må gjennomføres i vassdrag som har en bestand av elvemusling nedenfor innsjøer som rotenonbehandles. Rotenonbehandling i rennende vann (elvebehandling) har derimot en liten og kortvarig effekt på muslingene som gjør at det er forsvarlig og kan aksepteres. Om rotenonbehandling i innsjøer likevel må foretas er det viktig å ha en god plan for aktuelle tiltak for å ta vare på muslingene i vassdraget i forbindelse med et reetableringsprosjekt. Når elvemusling først har forsvunnet fra en lokalitet finnes det normalt ingen refugier i vassdraget der de har overlevd og som kan gi grunnlag for en reetablering. Tiltak for å bevare muslingene må derfor settes i verk i god tid før en innsjøbehandling kan iverksettes. Erfaringene fra Fusta er at dette må legges inn så tidlig som mulig i planleggingsfasen. I Fusta var elvemuslingprosjektet fortsatt på planleggingsstadiet våren 2012 (tre måneder før planlagt elvebehandling), og en avklaring om igangsetting var ikke på plass før i juli (en måneds tid før rotenonbehandlingen). Det betydde at man kom for sent i gang med innsamling og sikring av stammuslinger til reetableringsprosjektet, og arbeidet ble i noen grad preget av hasteløsninger.

Forsøk på å flytte stammuslinger til Båthølen ble gjort for sent, men på grunn av kort planleggingstid var det heller ikke mulig å få til dette tidligere. Det var dessuten strenge restriksjoner på hva som var mulig å gjennomføre for å unngå smittespredning både innad i vassdraget, mellom vassdrag og mellom Fusta og oppbevaringsanlegget for stamfisk på Båthølen. Ideelt sett burde stammuslinger vært flyttet direkte fra Fusta til Båthølen før rotenonbehandlingen ble foretatt eller stammuslinger burde vært overført direkte til oppdrettsanlegget for elvemusling på Austevoll. Men det var selvsagt ikke mulig å flytte muslinger fra ubehandlet elv til andre lokaliteter uten å være sikker på at gyro ikke fulgte med på lasset. Resultatet ble at stammuslingene først måtte behandles som del av elvebehandling i midten av august 2012 for deretter å bli behandlet i et eget rotenonbad før innsetting på Båthølen. I løpet av denne perioden aborterte dessverre alle muslingene melke og ubefruktede egg.

Et tiltak som imidlertid ble vellykket, var overføring av gravide muslinger til Leirfjord kultiveringsanlegg høsten 2013. De ble satt sammen med laksunger som skulle tilbakeføres til Fusta våren 2014. Dette resulterte i at tilnærmet alle laksungene ble infisert med muslinglarver i løpet av høsten. I mai 2014 var fortsatt mer enn 90 % av laksungene infisert med et gjennomsnitt på 14,5 muslinglarver på hver laksunge. Om lag 8700 laksunger ble satt ut i Fusta 7. mai 2014, og basert på gjennomsnittlig antall muslinglarver på laksungene ble det samtidig satt ut 117.450 muslinglarver med laksungene. Vi må imidlertid regne med en viss dødelighet av både fisk og muslinglarver før muslinglarvene faller av fra fisken. Om vi antar en dødelighet på 10 % av laksungene og 20 % dødelighet av muslinglarver sitter vi likevel igjen med ca. 85.000 muslinglarver som potensielt slapp seg av fisken i løpet av våren 2014. Dødeligheten vil imidlertid være meget stor når disse skal etablere seg i grusen, og det er estimert at kanskje bare 5 % kan overleve de første årene (Young & Williams 1984). Men fortsatt kan vi sitte igjen med 4000-4500 små muslinger. Feilkildene i en slik beregning er mange og store, men det viser at selv et enkelt tiltak som dette kan bidra betydelig til rekrutteringen av muslinger i Fusta forutsatt at vannkvaliteten er tilfredsstillende for de unge muslingene. Det vil imidlertid ta minst fem år før vi vil være i stand til å registrere de små muslingene, og da bare ved graving i substratet. Deretter vil det gå ytterligere fem år før vi kan finne dem ved direkte observasjon på elvebunnen. Reetablering av muslinger ved utsetting av infisert vertsfisk er forsøkt flere steder i Norge i de siste årene (bl.a. Larsen 2012, Høitomt & Lie 2015, Sandaas 2015a; 2015b). Det er foretatt etterundersøkelser 4-6 år etter fiskeutsettingene i Hammerbekken i Trondheim, og tiltaket ser ut til å ha vært vellykket (Larsen under arbeid). Det ble sommeren 2015 funnet små muslinger nedgravd i substratet på flere lokaliteter. Vannkvaliteten er god i Fusta, og under normale omstendigheter skal det være mulig for de små muslingene å overleve de første årene nedgravd i substratet. Infeksjon av et utvalg laksunger ved Leirfjord kultiveringsanlegg burde derfor gjøres årlig i forbindelse med reetableringen av elvemusling i Fusta etter rotenonbehandlingen.

Flytting av muslinger ble gjort for å sikre en del av Fusta-muslingene om det utilsiktet skulle bli en overdødelighet som følge av rotenonbehandlingen i Fustvatnet. Det ble samlet inn og flyttet til sammen 381 elvemusling fra Fusta i løpet av august/oktober 2012, fordelt med 265 muslinger til Herringelva og 116 muslinger til Baåga.

Det ble gjenfunnet 102 levende muslinger og 11 tomme skall i Baåga. Bare tre muslinger (3 %) kunne ikke gjøres rede for (ikke gjenfunnet). Av det opprinnelige antall muslinger som ble flyttet til Baåga kunne 88 % tilbakeføres til Fusta. En dødelighet på 9 % var høyere enn forventet, og episoder med suboptimal vannkvalitet er en sannsynlig årsak til dette. Høyt fargetall og TOC, men spesielt alkaliske forhold med pH høyere enn 8 er ikke velegnet vannkvalitet over noe tid.

I Herringelva klarte vi bare å finne igjen 11 av 254 individer (4 %). Selv om vi legger til de 11 muslingene som ble flyttet til Leirfjord kultiveringsanlegg høsten 2013, ble det et utrolig trist resultat og bare 8 % av muslingene ble tilbakeført til Fusta. Vi fant heller ikke mer enn åtte tomme skall, og det er derfor fortsatt 89 % av muslingene vi ikke kan gjøre rede for. Det ble søkt 800 m nedover fra utsettingslokaliteten. Det kan imidlertid hende at levende muslinger har drevet med flommen enda lenger ned i vassdraget. Det betyr at det fortsatt kan stå igjen noen levende muslinger i Herringelva. Ved et nytt og utvidet søk i elva kan det kanskje være mulig å finne noen av disse for tilbakeføring til Fusta. Sju av de åtte tomme skallene lå i grusen på elvebredden, og det antas at flere muslinger kan ha havnet utenfor elveløpet etter flommen og senere omkommet på tørt land.

Det som skjedde i Herringelva var et resultat av naturens luner, og de ekstreme kreftene som settes i verk under høy vannføring og flom kan være vanskelige å forutse. I november og første del av desember 2013 var det stadige vannstandsendringer i Fusta, men de lå innenfor døgnmiddelverdier på 6,4 og 98,1 m<sup>3</sup>/s, som ikke er uvanlig på den tiden av året. Men fra et døgnmiddel på 23 m<sup>3</sup>/s den 10. desember økte vannføringen brått til 240 m<sup>3</sup>/s den 13. desember. Hvordan forløpet var i Herringelva vet vi ikke, men det er naturlig å anta at endringene var minst like dramatiske. Resultatet ble i hvert fall at store mengder stein, steinblokker og grus ble gravd bort og blottla den underliggende blåleira. Muslingene ble ført bort sammen med løsmassene og spredd nedover elveløpet. Selv om en del muslinger ble begravd i substratet lenger ned, var det

likevel overraskende at vi ikke fant igjen flere rester av tomme skall eller levende muslinger på strekningen som ble undersøkt.

Selv om det ikke var påvist elvemusling i Herringelva tidligere, kan det likevel være mulig for elvemusling å etablere seg i vassdraget. Vannkvalitetsmessig ligner Herringelva mye på Fusta, og var bedre egnet enn Baåga. Herringelva er dessuten leveområde for laks som igjen er primærvert for muslingens larver. Dette kan gi opphav til naturlig rekruttering og kanskje en etablering av Fusta-musling i Herringelva. Selv om dette var utilsiktet kan det være positivt med tanke på en reetablering av elvemusling ovenfor Forsmoforsen.

De 124 muslingene som ble tilbakeført til Fusta ble satt ut på to lokaliteter der det i 2012 ble funnet de største forekomstene av muslinger. Det ble valgt å ikke spre muslingene for mye i håp om at en større andel av muslingene da ville reproducere normalt. Allerede i 2014 var en stor andel av laksyngelen i Fusta naturlig produsert (Holthe mfl. 2015). Tettheten av årsyngel ble beregnet på tre stasjoner i Fusta i 2014, og gjennomsnittlig tetthet av laksyngel og ettårige laksunger var henholdsvis 39,5 og 10,0 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er et godt utgangspunkt for at elvemuslinger som friga muslinglarver høsten 2014 ville ha tilgjengelig vertsfisk som larvene kunne utvikle seg videre på. Utplanting av lakserogn og utsetting av laksyngel vil være et viktig virkemiddel i flere år framover. Om noen av laksungene systematisk ble infisert med muslinglarver om høsten før de ble satt ut i Fusta sent på høsten eller neste vår som ettårige laksunger, kunne det bidra ytterligere til raskere reetablering. På sikt (etter friskmelding av Fusta) kan det også være aktuelt å overføre stammuslinger til oppdrettsanlegget for elvemusling på Austevoll. Det vil gjøre det mulig å produsere et stort antall ettårige eller eldre muslinger for utsetting i Fustavassdraget.

Status for elvemuslingen i Fusta er dermed at vi nå (2015) har 1) 124 voksne muslinger av opprinnelig Fusta-stamme fordelt på to gode oppvekstområder i elva (forutsatt at alle muslingene har overlevd etter tilbakeføringen fra Herringelva og Baåga i 2014), 2) et ukjent antall ett år gamle muslinger som var et resultat av at ca. 8700 laksunger med muslinglarver på gjellene ble satt ut i Fusta i april 2014, 3) et ukjent antall voksne muslinger i Herringelva og 4) et ukjent antall ensomrige muslinger som kan være et resultat av vellykket reproduksjon og infeksjon av laksunger (naturlig produsert eller resultat av rognplanting eller utsetting) høsten 2014 i Fusta. I Herringelva var det bare ørret fortsatt i 2014 (Holthe mfl. 2015) som, så langt vi vet, ikke er vertsfisk for eventuelle muslinglarver produsert i Herringelva.

## 6 Referanser

- Adolfson, P., Sandvik, M. & Waaler, T. 2014. Rotenonanalyser og resultater. – s. 119-129 i: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014.
- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H. Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. – SFT-veiledning 97: 04, TA-1468/1997. 31 s.
- Bakken, J. 2001. Utbredelse, bestandsstatus og reproduksjon hos elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Drevja, Dyrhaugelva, Straumen og Fusta i Vefsn kommune. – Upublisert rapport til Vefsn kommune. 30 s.
- Bardal, H., Wist, A.N. & Skjøstad, M.B. 2014. Planer felles for innsjø- og periferibehandlingen og forholdene under behandlingen. - s. 86-92 i: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014.
- Berg, M. 1964. Nord-norske lakseelver. – Johan Grundt Tanum forlag. 300 s.
- 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.
- Dolmen, D., Arnekleiv, J.V. & Haukebø, T. 1995. Rotenone tolerance in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. - Nordic J. Freshw. Res. 70: 21-30.
- Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.) 1998. Flodpärlmusslan i Sverige. – Naturvårdsverket Rapport 4887. 66 s. + vedlegg.
- Faafeng, B., Brettum, P. & Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofistilstanden i 355 innsjøer i Norge. – NIVA Rapport 2355 (O-87124). 57 s. + fargekart. (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 389/90).
- Faafeng, B., Holtan, G. & Lindstrøm, E.-A. 1995. Vannkvalitet i Skjerva/Døla i Vefsna-vassdraget og Baåga/Hellfjell elva i Fusta-vassdraget og tiltaksplan mot forurensninger. – NIVA Rapport 3238 (O-93123). 47 s.
- Fahle, T. & Johansen, R. 2001. Miljøtilstand i vassdrag I Nordland. Undersøkelser fra årene før 2001. – Fylkesmannen i Nordland, Miljøvern avdelingen. Rapport 3/2001. 246 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>.
- Hamarsland A. og Nagy K. 1989. Vassdragsovervåking i Nordland 1988. Hovedrapport. - Fylkesmannen i Nordland, Miljøvern avdelingen. Rapport 7A/1989. 119 s.
- Hamarsland A. og Nagy K. 1990. Vassdragsovervåking i Nordland 1989. - Fylkesmannen i Nordland, Miljøvern avdelingen. Rapport 5/1990. 172 s.
- Hanssen, Ø.K. 2012. Bonitering av Vefsna og Fusta. – Ferskvannsbilologen. Notat. 4 s.
- Henriksen, A. & Snekvik, E. 1979. Kjemisk analyse av elveprøver fra Sørlandet til Øst-Finnmark, 1976-1977. – SNSF-prosjektet, Teknisk notat 51/79. 13 s.
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlmusslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. - Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.) 1998. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Holtan H. & Holtan G. 1998. Landsomfattende undersøkelse av 155 elver, 1990-1995. – NIVA Rapport 3837 (O-97227). 91 s.
- Holthe, E., Bjørnå, T. & Lo, H. 2015. Reetableringsprosjektet i Vefsnaregionen. Årsrapport for aktiviteten i 2014. - Veterinærinstituttets rapportserie 14-2015. 33 s.
- Høitomt, G. & Lie, E.F. 2015. Undersøkelse av og tiltak for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Østre Bjoneelva, Gran kommune. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen. Rapport 2/2015. 22 s. + vedlegg.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R.A. 2014. Rapport 2013 for prosjektet: Storskala kultivering av elvemusling som bevaringstiltak. – Rapport. 32 s.



- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. - NINA-Oppdragsmelding 617: 1-129.
- Jørgensen, L. 2006. Hovedvannledning Romstad-Haugberg, Fusta i Vefsn kommune. Flytting av elvemusling. - Notat Nordnorske ferskvannsbiloger. 5 s.
- Jørgensen, L. & Halvorsen, M. 2012. Kartlegging av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Nordland 2011. – Nordnorske ferskvannsbiloger. Rapport 2012-01. 24 s.
- 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., 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.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Hydrobiologia 735: 179-190.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. – Artsdatabanken.
- Larsen, B.M. 1999. Vedlegg 3. Målemetodikk: ytre mål og tilbakemåling av lengde hos store ferskvannsmuslinger. - s. 33-37 i: Larsen, B. M. & Hartvigsen, R. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA Fagrapport 37.
- Larsen, B.M. 2001. Overvåking av elvemusling i forbindelse med rotenonbehandling av Steinkjervassdraget våren 2001. – NINA Oppdragsmelding 710: 1-13.
- Larsen, B.M. 2002. Overvåking av elvemusling i forbindelse med rotenonbehandling i Steinkjervassdraget 2001. Graviditet hos elvemusling og infeksjon av muslinglarver på laks og ørret i Ogna. - Upublisert rapport til Direktoratet for naturforvaltning. NINA, Trondheim. 12 s.
- Larsen, B.M. 2012. Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune. Resultater fra utsetting av ørret infisert med muslinglarver 2008-2010. – NINA Rapport 807. 29 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - NINA-Fagrapport 37: 1-41.
- 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., Eken, M., Tysse, Å. & Engen, Ø. 2007. Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006. – NINA Rapport 314. 45 s.
- 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 Ogna og Figga. - NINA Rapport 730. 79 s.
- Lo, H. & Holthe, E. 2014. Bevaring av fiskebestander. – s. 146-158 i: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014.
- Løvstad, Ø. og Hamarsland, A. 1991. Vassdragsovervåkning. Resultater 1990. Plantenæringsstoffer og blågrønnalger i nordnorske innsjøer. - Fylkesmannen i Nordland, Miljøvern avdelingen. Rapport 4/1991. 85 s.
- Marking, L.L. & Bills, T.D. 1976. Toxicity of rotenone to fish in standardized laboratory tests. – U.S. Fish Wildl. Serv. Invest. Fish. Control 72: 1-11.
- Moen, A. & Bardal, H. 2014. Innsjøbehandlingen. - s. 92-101 i: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014.
- Myrvang, K. 2007. Tiltaksplan for Ranfjorden, Sandnessjøen-Leirfjord og Vefsnfjorden, Nordland fylke. Fase I – Sammenstilling av eksisterende informasjon og data om miljøtilstand og mulige forurensningskilder. – Fylkesmannen i Nordland, Miljøvern avdelingen. Rapport 3/2007. 69 s.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. – Am. Nat. 106: 283-392.

- Norrgrann, O., 2006. Vad säger miljöövervakningen? – s. 67-73 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. 2006. Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads Universitet. Karlstad University Studies 2006: 15.
- 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, A., Cornuet, J. M., Paetkau, D., Baudouin, L. & Estoup, A. 2004. GeneClass2: a software for genetic assignment and first-generation migrant detection. - Journal of Heredity 95: 536–539.
- Rannala, B. & Mountain, J. L. 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.
- Sandaas, K. 2015a. Rapportering tiltaksmidler truete arter 2015. Elvemusling – kunstig infeksjon i kar og gjenfangst. – Notat. 2 s.
- Sandaas, K. 2015b. Rapportering tiltaksmidler truete arter 2015. Elvemusling – infisering i kar og gjenfangst. – Notat. 2 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Forvitring av skall fra elvemusling. – Fauna 63: 28-31.
- Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014. 168 s.
- Stensli, J.H. & Wist, A.N. 2014. Behandlingene i sone Indre Vefsnfjorden. - s. 54-74 i: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014.
- Stensli, J.H., Bardal, H., Adolfsen, P. & Lo, H. 2010. Tiltak mot *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen etter påvisning av parasitten på røye i Fustvatnet og Ømmervatnet. - Veterinærinstituttet utredning. Utarbeidet for prosjektets styringsgruppe. 36 s.
- Stensli, J.H., Bardal, H., Wist, A.N., Lo, H., Bjørnå, T., Hokseggen, T., Vatne, G. & Lauritzen S.-E. 2012. Tiltak mot *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. Aktivitetsrapport 2011. - Veterinærinstituttets rapportserie 3-2012. 34 s.
- Wist, A.N., Skjøstad, M.B., Aune, S. & Stensli, J.H. 2014. Tilløpselver og periferi. - s. 102-116 i: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. - Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014.
- Young, M. & Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. – Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.

## 7 Vedlegg

### 7.1 Forsøk med elvemusling i klekkedasser

*Kontrollerte eksponeringsforsøk med elvemusling i klekkedasser på to stasjoner i Fusta i 2012-2013. Stasjon B1: Fusta nedenfor Fustvatnet (1,0 km nedstrøms utløpet av Fustvatnet) og stasjon B2: Fusta mellom Moheim og Veset (6,9 km nedstrøms utløpet av Fustvatnet).*

Stasjon	Dato					
	14.08.12	17.08.12	18.08.12	29.-30.08.12	14.09.12	09.10.12
B1-1	10 store (108-137 mm) og 4 små (47-74 mm) ind satt ut. NB! Individer mindre enn 55-60 mm er så små at de kan unnsnippe gjennom nettingen	-	10 store (alle) ind obs; 9 ind sto i normal posisjon, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen). 1 (av 4) små ind obs; resten nedgravd?	9 (av 10) store ind, obs; resten nedgravd? 7 ind sto i normal posisjon, 2 ind liggende med foten uten (ikke forankret i grusen). 1 (av 4) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. Ingen små ind obs; nedgravd? Vanskelig å se pga. høy vannføring	10 store (alle) obs i normal posisjon. 2 (av 4) små ind obs; resten nedgravd?
B1-2	10 store (86-143 mm) og 4 små (46-64 mm) ind satt ut. NB! Individer mindre enn 55-60 mm er så små at de kan unnsnippe gjennom nettingen	-	10 store (alle) ind obs; 9 ind sto i normal posisjon, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen). 2 (av 4) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) ind obs; 9 ind sto i normal posisjon, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen). 1 (av 4) små ind obs; resten nedgravd?	9 (av 10) store ind, obs i normal posisjon; resten nedgravd? Ingen små ind obs; nedgravd? Vanskelig å se pga. høy vannføring	10 store (alle) obs i normal posisjon. 1 (av 4) små ind obs; resten nedgravd?
B2-1	10 store (109-135 mm) og 3 små (43-54 mm) ind satt ut. NB! Individer mindre enn 55-60 mm er så små at de kan unnsnippe gjennom nettingen	10 store (alle) ind obs; 9 ind sto i normal posisjon, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen). Ingen små ind observert; nedgravd?	10 store (alle) ind obs i normal posisjon; 1 ind lå riktignok gjemt under ett av de andre. 2 (av 3) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. 1 (av 3) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. Ingen små ind obs; nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. 1 (av 3) små ind obs; resten nedgravd?
B2-2	10 store (102-128 mm) og 6 små (21-79 mm) ind satt ut. NB! Individer mindre enn 55-60 mm er så små at de kan unnsnippe gjennom nettingen	10 store (alle) obs i normal posisjon. 4 (av 6) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) ind obs; 9 ind sto i normal posisjon, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen). 3 (av 6) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. 3 (av 6) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. 2 (av 6) små ind obs; resten nedgravd?	10 store (alle) obs i normal posisjon. 2 (av 6) små ind obs; resten nedgravd?

**Vedlegg 7.1** fortsetter.

Stasjon	Dato			
	01.12.12	23.04.13	17.08.13	01.07.14
B1-1	10 store (alle) ind obs; 9 ind sto i normal posisjon, 1 ind liggende med foten ute (ikke forankret i grusen). 1 (av 4) små ind obs; resten nedgravd? Litt vanskelig å se pga. dårlig lys	Skadet av isgang/innfrysing, men nettingen på buret var fortsatt på plass. Dårlig sikt, men observerte min. 3 muslinger i normal posisjon – alle døde. Lot buret stå urørt	Buret tatt opp. Fant 10 (av 10) store og 3 (av 4) små individ i buret – alle døde.	-
B1-2	10 store (alle) obs i normal posisjon. Ingen små ind observert; nedgravd? Litt vanskelig å se pga. dårlig lys	Skadet av isgang/innfrysing. Bunnen revnet, men nettingen på buret var fortsatt på plass. Dårlig sikt, men observerte min. 3 muslinger i normal posisjon – alle døde. Lot buret stå urørt	Buret tatt opp. Fant 10 (av 10) store og 3 (av 4) små individ i buret – alle døde.	-
B2-1	9 (av 10) store ind og 1 (av 3) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd? Vanskelig å se pga. dårlig lys	Nettingen på buret forsvunnet. I tillegg skadet av isgang/innfrysing. Dårlig sikt og stor vanndybde gjorde det vanskelig å se bur og muslinger. Lot buret stå urørt	Buret tatt opp. Fant 8 (av 10) store og 2 (av 3) små individ i buret – alle døde. Det siste lille individet (død) gjenfunnet utenfor buret	Fant de to siste store individene (døde) nedenfor der buret hadde stått
B2-2	8 (av 10) store ind, obs i normal posisjon; resten nedgravd? Ingen små ind obs; nedgravd? Vanskelig å se pga. dårlig lys	Nettingen på buret forsvunnet. I tillegg skadet av isgang/innfrysing. Dårlig sikt og stor vanndybde gjorde det vanskelig å se bur og muslinger. Fant likevel 6 (av 10) store og 2 (av 6) små individ – alle døde, men med bløtdelene delvis intakt	Buret tatt opp. Ingen flere muslinger gjenfunnet i buret	-

## 7.2 Tetthet av elvemusling i Fusta i august 2012

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Fusta som ble undersøkt i august 2012 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger per minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. **figur x**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur x**.

Stasjon		Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
1	6	45	7	0	0,16	0
2	14	40	11	0	0,28	0
3	7	30	8	0	0,27	0
4	8	30	1	0	0,03	0
5	9	15	0	0	0	0
6	5	30	23	0	0,77	0
7	13	15	0	0	0	0
8	10	45	35	0	0,78	0
9	1	55	1	0	0,02	0
10	15	15	6	0	0,40	0
11	2	45	36	1	0,80	0,02
12	4	30	0	0	0	0
13	3	45	67	4	1,49	0,09
14	11	30	6	0	0,20	0
15	12	30	15	1	0,50	0,03
1-15		500	216	6	0,43	0,01
Gjennitt ± sd					0,38 ± 0,42	0,01 ± 0,02

## 7.3 Tetthet av elvemusling i Fusta i august 2013

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 8 av 15 stasjoner i Fusta som ble undersøkt i august 2013 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger per minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. **figur x**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur x**.

Stasjon		Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
1	6	30	0	6	0	0,20
2	14	30	0	6	0	0,20
3	7	30	0	19	0	0,63
8	10	30	0	2	0	0,07
10	15	30	0	2	0	0,07
11	2	30	0	3	0	0,10
13	3	60	0	33	0	0,55
15	12	30	0	5	0	0,17
1-15		270	0	73	0	0,27
Gjennitt ± sd					0	0,25 ± 0,22









*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2817-6

## 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