

Elvemusling i Hunnselva – forsøk med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer

Bjørn Mejdell Larsen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, 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.

Norsk institutt for naturforskning

Elvemusling i Hunnselva – forsøk med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2009. Elvemusling i Hunnselva - forsøk med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer. - NINA Rapport 509. 24 s.

Trondheim, september 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2081-1

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

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Anton Rikstad

Øyvind Walsø

FORSIDEBILDE

Ekspimentelle studier med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer ble gjennomført på A/L Settefisk, Reinsvoll. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Elvemusling – muslinglarver – ørret – Hunnselva

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – mussel larvae – brown trout – River Hunnselva

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. 2009. Elvemusling i Hunnselva - forsøk med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer. - NINA Rapport 509. 24 s.

En vurdering av fire ulike ørretstammer (Hunnselv, Tisleifjord, Tunhovd og Hunder) og deres egnethet som vertsfisk for larvene til elvemuslingen i Hunnselva viste reelle forskjeller mellom stammene. En subjektiv rangering av ørret-stammene etter tre ulike kriterier (utvikling i prevalens, utvikling i intensitet og vekst hos muslinglarvene) viste at ørret fra Tisleifjord kom best ut i alle kategorier. Overraskende nok var ørret fra Hunnselva dårligst egnet.

Antall muslinglarver på infiserte Hunnselv-ørret (infeksjonsintensiteten) ble redusert med ca 50 % fra kontrollene en-tre uker etter infeksjon sammenlignet med fire-åtte uker etter infeksjon, og prevalensen (andel av ørretungene som var infisert) ble redusert med 30 %. Dette gjorde at de stedegne ørretungene kom dårligst ut av de fire ulike ørret-stammene.

Tisleifjord-ørret hadde i utgangspunktet en relativt høy infeksjon av muslinglarver en-tre uker etter infeksjon, og beholdt dette antallet også etter fire-åtte uker. Det var heller ingen nedgang i prevalens, og all Tisleifjord-ørret var fortsatt infisert etter åtte uker.

Hunder-ørret hadde en noe mer variabel infeksjon, og det var en reduksjon i antall larver på ca 20 % fra kontrollene en-tre uker etter infeksjon sammenlignet med fire-åtte uker etter infeksjon, og prevalensen ble redusert med 5 %.

Tunhovd-ørret hadde i utgangspunktet den laveste infeksjonen, men det var ingen reduksjon fra kontrollene en-tre uker etter infeksjon sammenlignet med fire-åtte uker etter infeksjon. Prevalensen derimot ble redusert med 30 %.

Ett av flere fiskeforsterkende tiltak i Hunnselva er utsetting av ørretunger. Resultatet av infeksjonsforsøket i Hunnselva høsten 2008 tilsier at det ikke er likegyldig hvilken ørretstamme som velges for å ivareta en optimal rekruttering hos elvemusling.

Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning, N-7485 Trondheim, Norge;
bjorn.larsen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Område	7
2.1 Vannkvalitet.....	7
2.2 Fisk.....	9
3 Metode	9
4 Resultater	14
4.1 Vekst og kondisjon hos ørret.....	14
4.2 Infeksjon av muslinglarver.....	15
5 Diskusjon	18
6 Referanser	22

Forord

Regjeringen legger opp til økt bruk av handlingsplaner for truede arter og naturtyper som et virkemiddel for å stanse tapet av biologisk mangfold. Direktoratet for naturforvaltning laget handlingsplaner for tre truede arter i 2006; elvemusling, damfrosk og orkideen rød skogfrue, og senere har det kommet eller er planlagt utgitt nærmere 30 nye handlingsplaner for ulike arter eller grupper av arter.

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 (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Tiltak som foreslås er kartlegging, overvåking, utarbeidelse av informasjonsmateriell, habitattforbedring og bedring av forvaltningsrutiner.

I 2008 og 2009 ble det fokusert nærmere på tiltakssiden i handlingsplanen. Hunnselva i Oppland, som inngår i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge, har en bestand av elvemusling som er direkte truet. I et slikt perspektiv må problemene identifiseres, og nødvendige tiltak settes i verk for å hindre at muslingen dør ut i Hunnselva. Parallelt med denne aktiviteten er Hunnselva også valgt ut i første planperiode i forbindelse med EUs rammedirektiv for vann. Vannområdeutvalget identifiserte flere hensyn/interesser som skulle tillegges særlig vekt i planperioden. Elvemusling var en av disse. Samtidig er det behov for å bygge opp igjen ørretbestanden i Hunnselva, og det var viktig å se tiltak for både ørret og elvemusling i sammenheng. En problemstilling var nemlig om det var likegyldig for elvemuslingen hvilken ørret som var til stede i vassdraget.

I den forbindelse fikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag fra Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og Direktoratet for naturforvaltning å gjennomføre eksperimentelle studier med infeksjon av muslinglarver på ulike ørrestammer. Det var naturlig å knytte aktiviteten til Hunnselva og benytte settefiskanlegget til A/L Settefisk på Reinsvoll til de eksperimentelle studiene.

Mange gode krefter har vært involvert i dette prosjektet i løpet av 2008, og en særlig takk går til driftsleder Espen Hagen ved A/L Settefisk på Reinsvoll. Uten hans velvilje og hjelp ville ikke prosjektet kunne vært gjennomført. Anlegget stilte fisk, kar og nødvendig utstyr til disposisjon, og også de andre ansatte (Alf Madsbakken, Geir Svendsen og Dagny Hafsvund) ble involvert i arbeidet gjennom merking, stell og ettersyn av fisken. Espen Hagen og Geir Svendsen sto for uttak og fiksering av fisk fra karene i forsøksperioden. I tillegg gjorde Finn Gregersen fra Fylkesmannen i Oppland en kjempejobb med å skaffe til veie ørretunger fra Hunnselva. Da A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll ble lagt ned i løpet av 2008, og driften opphørte 1. oktober ble forsøksperioden i utgangspunktet kortere enn ønskelig. Men ny eier av anlegget, Bjørn Bratlie, ga oss velvilligst muligheten til å holde det gående fram til midten av oktober. En stor takk til alle involverte.

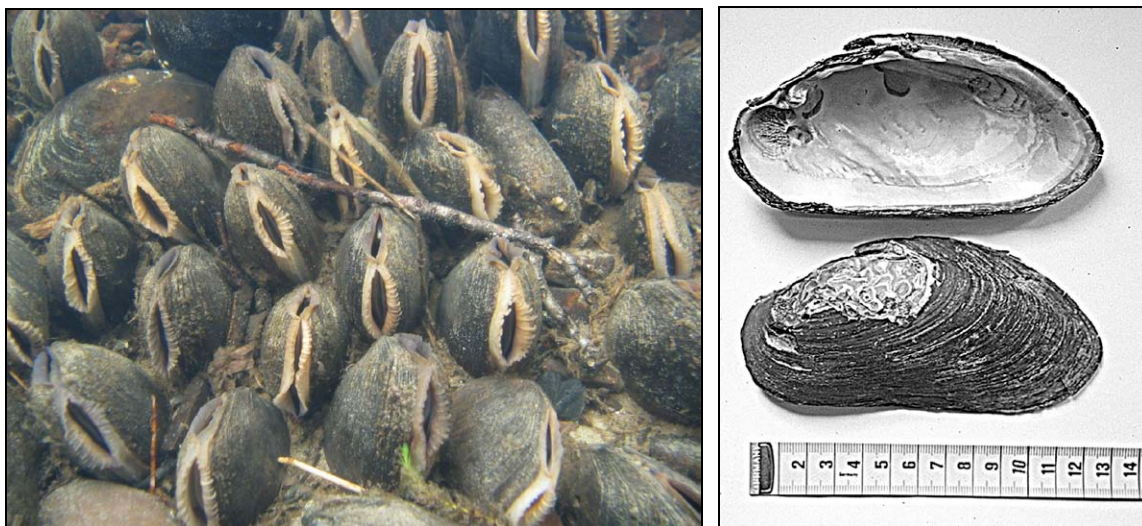
Prosjektet ble i hovedsak finansiert av Fylkesmannen i Nord-Trøndelag/Direktoratet for naturforvaltning gjennom Handlingsplanen for elvemusling. I tillegg ble prosjektet tilført en betydelig egeninnsats fra Fylkesmannen i Oppland/Regulantene i Oppland, A/L Settefisk og NINA.

Trondheim, september 2009

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Elvemusling er en av artene på den norske rødlisten over truede dyrearter (Kålås mfl. 2006), og regnes som sterkt truet på den globale rødlisten. Selv om elvemusling fortsatt finnes utbredt i hele landet, er inntrykket at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er nedsatt, og at gjenværende bestander mange steder er splittet opp. Elvemusling ble derfor totalfredet mot all fangst fra 1. januar 1993.



Normal størrelse på en voksen elvemusling er 7-15 cm, og de eldste muslingene kan bli over 200 år gamle. Skallet er mørkt brunlig, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyrefor- met. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, og Norge alene har om lag halvparten av den europeiske bestanden av elvemusling i dag. Dette gjør elvemusling til en ansvarsart for Norge. Dersom arten skal bevares forutsetter det en god overvåking av tilstanden, og nødvendige tiltak for å styrke og verne lokaliteter med elvemusling.

Det ble utarbeidet en egen handlingsplan for elvemusling i 2006 for å sikre arten i et mer lang-siktig perspektiv (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Målsettingen for arbeidet med hand- lingsplanen er at det skal finnes elvemusling i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåvæ- rende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Selv om rekrutteringen har vært helt fraværende i mange år vil bestander av elvemusling kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen blir fjernet.

Elvemusling finnes fortsatt i Hunnselva, men utbredelsen er vesentlig redusert i dag i forhold til hva som er kjent historisk (Larsen 1998, Larsen & Hårsaker 2002, Larsen & Berger 2009). Det kan være flere grunner til dette, men forurensning, tilførsel av næringsstoff, nedslamming, vassdragsregulering og fangst er de mest åpenbare årsakene. I tillegg kan en reduksjon i ør- retbestanden være en viktig medvirkende årsak.

Elvemusling er nemlig avhengig av laks eller ørret i et obligatorisk stadium som muslingens larver må ha på fiskeungenes gjeller (Larsen 2005). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret. Det er overveiende sannsynlig at ulike muslingpopulasjoner er evolusjonært tilpasset ulike arter av vertsfisk (bl.a. Larsen 2006). Det finnes også indikasjoner på at ulike populasjoner av elvemusling er bedre

tilpasset stedeegne fiskestammer enn innførte stammer (Dettmer 1982, Söderberg mfl. 2008, R. Dettmer pers. medd.).

Det er en klar oppfatning lokalt at ørretbestanden i Hunnselva har tapt seg både i antall og kvalitet de siste 15-20 årene. Fiskeundersøkelser i vassdraget tyder på at det er svært lav rekruttering av ørret i Hunnselva mellom Raufoss og Reinsvoll dammen (Rustadbakken 2006). Når det snakkes om tiltak for å bedre forholdene for ørret i Hunnselva vil enkelte av disse tiltakene også gagne elvemuslingen (tilbakeføring av stein og restaurering av bunns substratet samt reduksjon av sedimenttilførsel). Dersom den naturlige rekrutteringen av ørret ikke øker kan det være snakk om kunstig produksjon og utsetting av ørretunger i vassdraget. Da gjelder det å ta hensyn til at denne fiskestammen ikke bare må være tilpasset de lokale forholdene i elva, men også være best mulig tilpasset elvemuslingens larver.

For å få mer kunnskap om det er reelle forskjeller i immunrespons hos ulike ørretstammer ble det gjort eksperimentelle studier ved A/L Settefisk på Reinsvoll i 2008. En framdriftsrapport fra prosjektet omtalte de foreløpige resultatene fra de eksperimentelle studiene (Larsen 2009a). Alle resultatene med en utvidet datapresentasjon blir herved gitt i denne rapporten som er prosjektets sluttrapport.

2 Område

Hunnselva er en del av et 378 km² nedbørsfelt som hovedsakelig ligger i Vestre Toten kommune i Oppland fylke. Selve Hunnselva har utspring fra Einavatnet (398 m o.h., **figur 1**) og renner ut i Mjøsa ved Gjøvik (123 m o.h.). En beskrivelse av vassdraget er tidligere gitt av bl.a. Lien & Lindstrøm (1987), Larsen (1998), Larsen & Hårsaker (2002) og Larsen & Berger (2009). I tillegg er vassdraget grundig beskrevet av Gjøvik Historielag (1994) som kan anbefales for ytterligere informasjon.

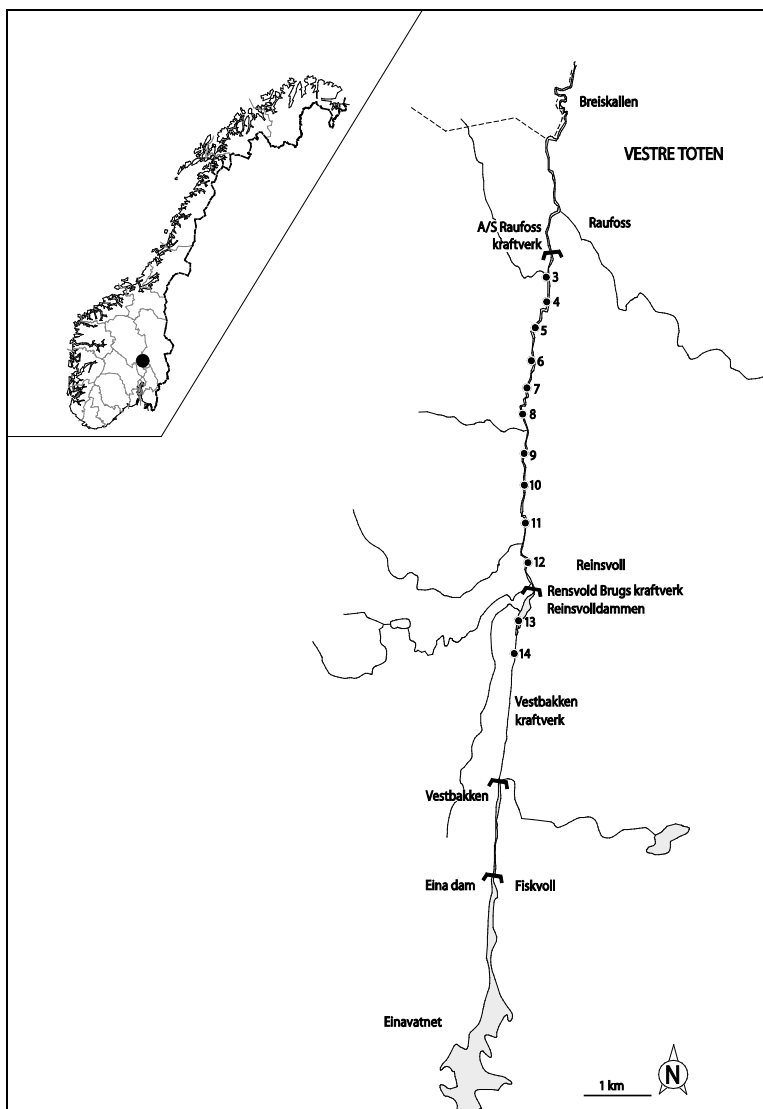
2.1 Vannkvalitet

Hunnselva hadde en moderat høy vannfarge på 2000-tallet med et gjennomsnitt på 36 mg Pt/l (Larsen & Berger 2009). Elva er i perioder uklar eller grumset på grunn av suspenderte partikler, men turbiditeten har likevel sjelden vært større enn 1,5-2,0 FTU. Det har heller ikke vært noen endring fra 1960-tallet til i dag (Dunca mfl. 2009). Etter store nedbørmengder og flom kan imidlertid turbiditeten øke til >20 FTU (Larsen & Berger 2009).

Det har vært en svakt økende pH i Hunnselva i løpet av de siste 50 årene (Dunca mfl. 2009). Gjennomsnittlig pH har økt fra 7,0 til 7,5-7,6. Tidligere kunne pH gå ned mot 6,5. Ved A/L Settefisk ble det i perioder målt pH på inntaksvannet, og data fra 1970-1973 finnes fortsatt (E. Hagen pers. medd.). I denne perioden varierte pH mellom 6,0 og 7,3, og årsgjennomsnittet var 6,90-6,95. Etter midten av 1980-tallet har ikke pH vært lavere enn 7,0.

Økende pH-verdier henger sammen med høy og økende konsentrasjon av kalsium i vassdraget. Det har også vært en økning i konsentrasjonen av magnesium fra 1970-tallet til 2000-tallet (Dunca mfl. 2009), og dette har til sammen gitt en betydelig økning i ledningsevnen i løpet av de siste 50 årene.

Alle nitratverdiene som ble målt i 2001-2008 var høyere enn 580 µg/l (Larsen & Berger 2009), og falt inn under tilstandsklasse "dårlig" eller "meget dårlig" i henhold til klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Andersen mfl. 1997). Det har dessuten vært en svak tendens til at konsentrasjonen av nitrat har økt siden 1960-tallet (Dunca mfl. 2009). Det er registrert betydelige konsentrasjoner av totalt fosfor på slutten av 1970-tallet og begynnelsen av 1990-tallet i Hunnselva. Ellers er det en svak nedgang i mengde fosfor på



Figur 1. Hunnselva med lokalisering av stasjoner i forbindelse med overvåking av elvemusling (stasjon 3-14). Elvemusling til infeksjonsforsøkene på Reinsvoll ble samlet inn mellom stasjon 4 og 5 og ørret fra Hunnselva ble samlet inn i nærheten av stasjon 14.



Jevnt over er det gråor som liker seg best langs Hunnselva. Enkelte steder er også hegg, selje og gran markerte innslag i gråorskogen. På de rike fuktengene inntil elva trives også vieren, og bekkeblom eller soleihov, *Caltha palustris*, utgjør et fargerikt innslag langs elva om våren. Bildet til venstre er fra strekningen like ovenfor stasjon 9 (se **figur 1**). Bildet til høyre er fra strekningen nedenfor Vestbakken kraftverk (stasjon 14, **figur 1**). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

2000-tallet. Konsentrasjonen var fortsatt høyere enn 5 µg/l ovenfor Raufoss ved alle tidspunkt i 2001-2008 (Larsen & Berger 2009), men vannkvaliteten faller etter dette inn under tilstandsklasse "god" med hensyn på fosfor.

2.2 Fisk

Det har foregått et betydelig fiske etter ørret i Hunnselva på strekningen mellom Einavatnet og Raufoss. Fra midten av 1980-tallet synes det som om fiskefangstene gikk ned (Vestre Toten Jeger og Fiskerforening 2004). For å opprettholde fiskebestanden er det forsøkt ulike tiltak, og i årene 1995-2003 ble det satt ut 27.000 en-somrige og 13.680 to-somrige ørretunger av ulike stammer (Tunhovd, Slidre, Tisleia og Hunnselv). Men i tillegg er det unnsloppet og satt ut et ukjent antall ørret fra A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll. Det har derfor vært en endring i ørretbestanden i Hunnselva fra en slank og mørk ørrettype til en som er blankere og feitere.

Det er gjennomført en rekke fiskeundersøkelser i Hunnselva på strekningen mellom Einavatn og Raufoss i årenes løp (Lien & Lindstrøm 1987, Kjellberg 1994, Larsen 1998, Larsen & Hårsaker 2002, Haug 2002, Rustadbakken 2006, Larsen & Berger 2009). Metode, omfang og tidspunkt for fisket har imidlertid vært svært forskjellig, og resultatene fra de ulike fiskeundersøkelsene er derfor ikke direkte sammenlignbare. Likevel ser det ut til at det har vært en markert nedgang i mengde ungfisk fra begynnelsen av 1980-tallet og fram mot 1990- og 2000-tallet. Tettheten av ørret (alle årsklasser) har vært 5-20 individ pr 100 m² ved de ulike undersøkelsene som er gjennomført på 2000-tallet (se ramme).

Larsen & Hårsaker (2002): Ørret forekom i lave eller middels tettheter i hele Hunnselva i oktober 2001. Høyest tetthet av ørretyngel nedenfor Reinsvoll. Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger var henholdsvis 7,3 og 7,4 individ pr. 100 m² (fire stasjoner; utfiskingsmetoden – tre fiskeomganger).

Haug (2002): Det ble fisket 161 ørret fordelt på 11 flater (3560 m²) høsten 2002 (utfiskingsmetoden – tre fiskeomganger). Gjennomsnittlig tetthet av ørret var 4,5 individ pr. 100 m².

Rustadbakken (2006): Det ble fisket 10 stasjoner mellom Vestbakken og Raufoss 8.-9. august 2005. Åtte stasjoner ble fisket en omgang og to stasjoner ble fisket tre omganger. Tettheten av ørretunger varierte fra god til svært lav. Det ble fanget 149 ørret til sammen. Høyest tetthet like nedenfor Reinsvolldammen. Gjennomsnittlig tetthet av all ørret var 21 individ pr. 100 m² når en stasjon i kanalen ved A/L Settefisk utelates (basert på korrigert beregning med $p = 0,50$).

Larsen & Berger (2009): Ørret forekom i lave eller middels tettheter i hele Hunnselva i mai 2007. Høyest tetthet av ørretyngel nedenfor Reinsvoll. Gjennomsnittlig tetthet av ettårige ørretunger og toårige eller eldre ørretunger var henholdsvis 12,9 og 2,0 individ pr. 100 m² (fire stasjoner; utfiskingsmetoden – tre fiskeomganger).

3 Metode

De eksperimentelle studiene med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer ble gjennomført på A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll (se faktaramme). Arbeidet pågikk fra slutten av juli til midten av oktober 2008.

Settefiskanlegget hadde tilgjengelig rogn av Tunhovdørret, Tisleifjordørret og Hunderørret som ble klekket og føret i anlegget gjennom våren og sommeren 2008. Tunhovd (735 moh.) ligger i

Numedalslågens nedbørfelt. Tisleifjord (810 moh.) ligger i Drammensvassdragets nedbørfelt. Hunder (170 moh.) ligger i Gudbrandsdalslågen/Glommavassdragets nedbørfelt (**figur 2**). Hunder er dermed den eneste lokaliteten som ligger i samme nedbørfelt som Hunnselva. I tillegg ble det benyttet ørret av "Hunnselva-stamme" samlet inn i slutten av juli 2008 fra elvestrekningen ovenfor Reinsvolldammen (340 moh.) (**figur 1**). Avstanden fra Hunnselva til Tunhovd, Tisleifjord og Hunder er henholdsvis om lag 105, 95 og 60 km.

Etter 50 års drift ble virksomheten ved A/L Settefisk avviklet høsten 2008, og det produseres nå ikke lenger fisk ved anlegget.



Kilde: www.settefisk.no



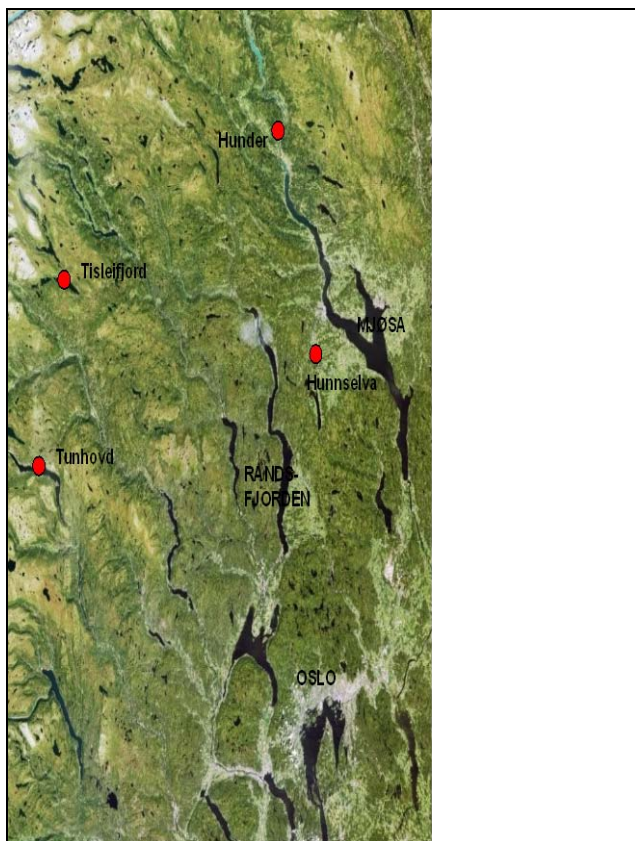
A/L Settefisk var et andelslag opprettet i 1958, og settefiskanlegget ble etablert samme år. Anlegget var lokalisert på Reinsvoll i Vestre Toten kommune i Oppland fylke.

Bedriften bestod av et varierende antall andelseiere. Andelseiere var kraftverk og reguleringsforeninger i Sør-Norge. Settefiskanlegget ble primært etablert for å dekke regulantenenes behov for settefisk i forbindelse med utsettingspålegg ved kraftutbygginger og reguleringer.

I henhold til gjeldende konsesjon ble det produsert settefisk av brunørret av flere lokale stammer. Det ble produsert og levert ørret av ulike aldersgrupper, alt fra yngel til tresomrig fisk. For å sikre tilstrekkelig mengde fisk til eierne, ble det lagt opp til ca 10 % overproduksjon. Et eventuelt overskudd av fisk ble solgt til frivillig kultivering i regi av fiskeforeninger, fjellstyrer, grunneierlag m.m.

I slutten av juli ble ca 240 Tunhovdørret, ca 240 Tisleifjordørret, ca 240 Hunderørret og ca 120 ørret fra Hunnselva fordelt likt på fire ulike oppdrettskar (kar F3-F6, størrelse 2 m³) på uteanlegget til A/L Settefisk. Fisken ble føret med vanlig fiskefôr fra en fôringsautomat. For å unngå rømming fra karene og predasjon fra fugl ble karene dekket med nett (garn).

Settefisken ble merket ved finneklipping for å skille de ulike stammene fra hverandre (Tisleifjord: venstre bukfinne, Tunhovd: høyre bukfinne, Hunder: fettfinne). Villfisk fra Hunnselva ble satt direkte inn i karene uten merking.



Figur 2. Lokalisering av opprinnelsessted til ørretstammene som er benyttet i infeksjonsforsøk på A/L Reinsvoll høsten 2008.

Ved oppstart av forsøket gikk det ca 210 ørretunger fordelt på de fire stammene i hvert kar. Elvemuslinger med muslinglarver i gjellene (gravide muslinger) ble samlet inn fra Hunnselva 1-2 km sør for Raufoss sentrum (mellom stasjon 4 og 5, **figur 1**). Det ble satt en gravid musling inn i hvert av karene 7. august 2008, med forventet gyting i midten av måneden. For å kontrollere hvordan infeksjonen av muslinglarver på gjellene til ørret forløp utover høsten ble det gjort uttak av fisk fra karene om lag hver andre uke; til sammen fem uttak. Første uttak ble foretatt 20. august, og siste kontroll ble tatt 16. oktober da forsøket måtte avsluttes (**tabell 1**).



Ørret fra de fire ulike ørretstammene ble blandet og fordelt likt på fire oppdrettskar på A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Innsamling av muslinger til infeksjonsforsøkene ved A/L Settefisk på Reinsvoll ble gjort her 1-2 km ovenfor Raufoss sentrum. Foto: Bjørn Meidell Larsen.

Tabell 1. Uttak av ørret fordelt på stamme, kar og dato i forbindelse med kontroll av fiskegjeller med hensyn til infeksjon av muslinglarver. All fisk fra de fire karene ble satt sammen i ett kar (kar F3) fra 9. september.

Stamme	Kar	Dato				
		20.08.08	03.09.08	16.09.08	30.09.08	16.10.08
Tisleifjord	F3	11	15	20	25	21
	F4	9	16			
	F5	10	16			
	F6	11	15			
Tunhovd	F3	12	17	24	22	20
	F4	11	15			
	F5	9	18			
	F6	10	15			
Hunder	F3	11	15	21	25	20
	F4	9	15			
	F5	10	16			
	F6	10	15			
Hunnselv	F3	1	9	5	10	24
	F4	6	9			
	F5	6	6			
	F6	4	10			

Av ulike årsaker måtte det opprinnelige forsøksoppsettet med fire kar (kar F3-F6) endres i begynnelsen av september. All fisk ble satt sammen i ett kar (kar F3) 9. september. Men på grunn av den gode og relativt jevne infeksjonen som ble funnet på all fisk hadde dette liten eller ingen betydning for resultatet videre utover høsten. Etter uttaket 16. oktober var det fortsatt igjen 192 ørret fordelt med 40-60 individ av hver stamme. Disse ble satt ut på en ca 50 m lang strekning av Hunnselva et par hundre meter nedenfor Reinsvolldammen.

Det ble foretatt et kontrollfiske på denne elvestrekningen 8. mai 2009 i et forsøk på å gjenfange enkelte ørret og studere infeksjonsintensitet og vekst hos muslinglarvene. En strekning på 150 m av elva ble undersøkt. Dette inkluderte ca 25 m ovenfor utsettingsområdet og ca 75 m nedenfor. Det ble bare gjenfanget ni settefisk fordelt på to Tisleifjordørret, tre Tunhovdørret og fire Hunderørret. Da området nedenfor Reinsvolldammen i utgangspunktet har en god bestand av ørret var det ikke mulig å skille denne villfisk fra Hunnselvørret som hadde vært med i infeksjonsforsøkene. Men 19 ettårige ørretunger ble samlet inn, og av disse hadde tre individ muslinglarver på gjellene.



Om lag 210 ørretunger fordelt på ca 60 ørret av hver av stammene Tunhovd, Tisleifjord og Hunder samt ca 30 villfisk fra Hunnselva og en gravid elvemusling ble satt sammen i oppdrettskaret. Fire parallelle oppsett ble benyttet den første tiden. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

All innsamlet ørret ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt, men ble senere undersøkt under mikroskop på laboratoriet. Antall muslinglarver (glochidier) ble normalt bare talt opp på gjellene på fiskens venstre side. Ble det ikke funnet muslinglarver på gjellene på fiskens venstre side ble imidlertid gjellene på høyre side også undersøkt. Resultatene er presentert ved bruk av termene prevalens (prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og infeksjonsintensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk). Lengde og vekt ble målt på all fisk.

Fisk av ulik størrelse har forskjellig gjelleareal. En liten ørretunge har mindre gjelleareal som muslinglarvene kan feste seg på enn en stor ørretunge. Dette kan bety at en stor ørret vil ha flere muslinglarver enn en liten ørret uten at den nødvendigvis er "bedre egnet". Det er en allometrisk utvikling av gjellearealet i forhold til kroppslengde/vekt gitt ved ligningen

$$A = aW^b$$

der a og b er konstanter og W er vekten av fisken. Hos laksefisk er konstanten b tilnærmet lik 0,8 (Hughes 1984). Gjellearealet til Hunnselvørret ble satt til 1,0. Sammenlignet med dette var det relative gjellearealet til Tisleifjordørret nær dobbelt så stort (**tabell 2**). Tunhovdørret og Hunderørret hadde relative gjelleareal sammenlignet med Hunnselvørret på henholdsvis 1,4 og 2,3.

Kondisjonsfaktor til ørretungene er beregnet etter formelen

$$k = W/L^3$$

der W er fiskens vekt i kg og L er fiskens lengde i cm.

Tabell 2. Relativt gjelleareal hos ulike stammer av ørret benyttet i infeksjonsforsøk ved A/L Settefisk på Reinsvoll ved tidspunktet for infeksjon (20. august 2008).

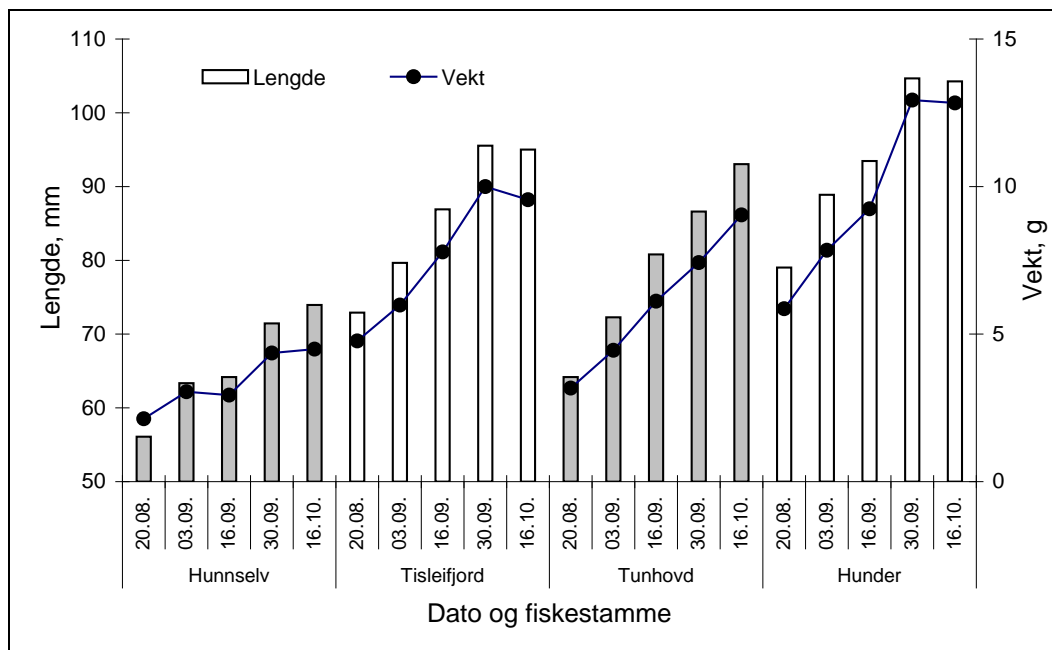
Ørretstamme	Relativt gjelleareal
Hunnselv	1,00
Tisleifjord	1,91
Tunhovd	1,38
Hunder	2,25

4 Resultater

4.1 Vekst og kondisjon hos ørret

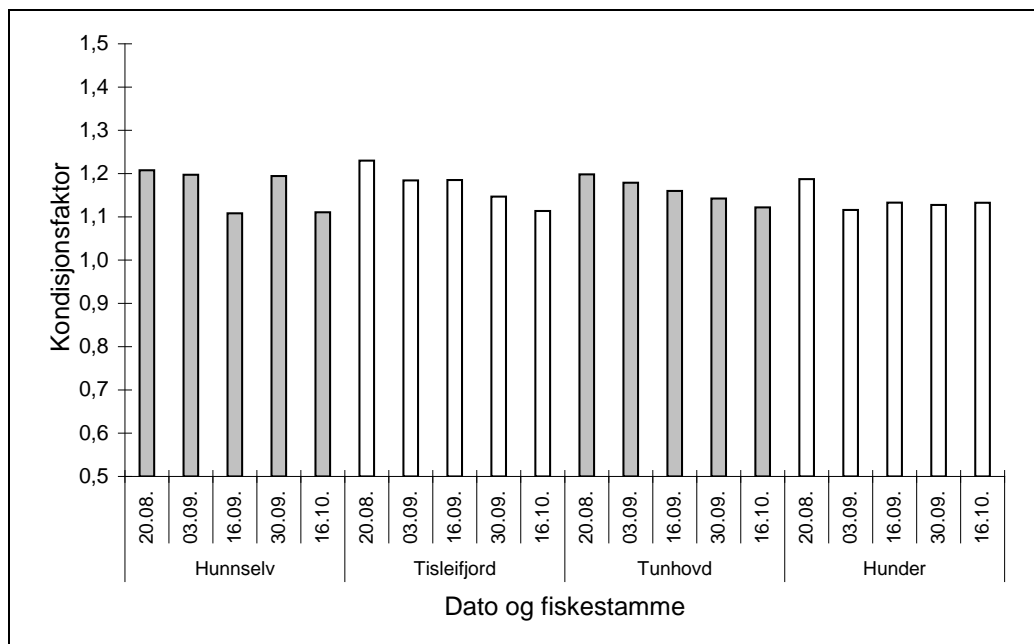
Det var stor forskjell i lengde på fisken av de ulike ørretstammene. Ørret fra Hunnselva (villfisk) var hele tiden minst (**figur 3**). Veksten kan også ha stagnert noe i starten av forsøket da det er usikkert når ørretungene fra Hunnselva begynte å ta kunstig fôr. Hunnselva-ørreten vokste likevel fra en gjennomsnittlig lengde på 56 mm til 74 mm i løpet av to måneder (**figur 3**).

Hunder-ørreten var hele tiden størst, og var allerede 79 mm lang i gjennomsnitt i midten av august. Ved slutten av forsøket var lengden nådd opp i nær 105 mm (**figur 3**).



Figur 3. Lengde og vekt hos ørret av fire ulike fiskestammer holdt i oppdrettskar ved A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll i august-oktober 2008.

Det var bare mindre forskjeller i kondisjonsfaktor mellom de ulike ørret-stammene eller ved de ulike tidspunktene som fisk ble undersøkt i perioden august-oktober 2008 (**figur 4**). På tross av liten størrelse var kondisjonen til ørret fra Hunnselva god, og varierte bare mellom 1,11 og 1,21. Dette var nær det samme som for de andre ørretstammene i forsøket.



Figur 4. Variasjon i kondisjonsfaktor hos ørret av ulike ørretstammer holdt i oppdrettskar ved A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll i august-oktober 2008.

4.2 Infeksjon av muslinglarver

De gravide muslingene ble satt inn i karene 7. august 2008, og allerede 20. august var all ørret infisert med muslinglarver i alle de fire karene (100 % prevalens for alle ørretstammer i alle kar). Gytingen hadde skjedd med få dagers mellomrom, og det var bare mindre forskjeller i infeksjonsintensitet hos ørretungene i de fire ulike karene. Ved neste uttak 3. september var fortsatt all Hunnselførret og all Tisleifjordørret infisert, men en ørret i to av karene med Tunhovdørret og Hunderørret hadde da sluppet alle larvene.

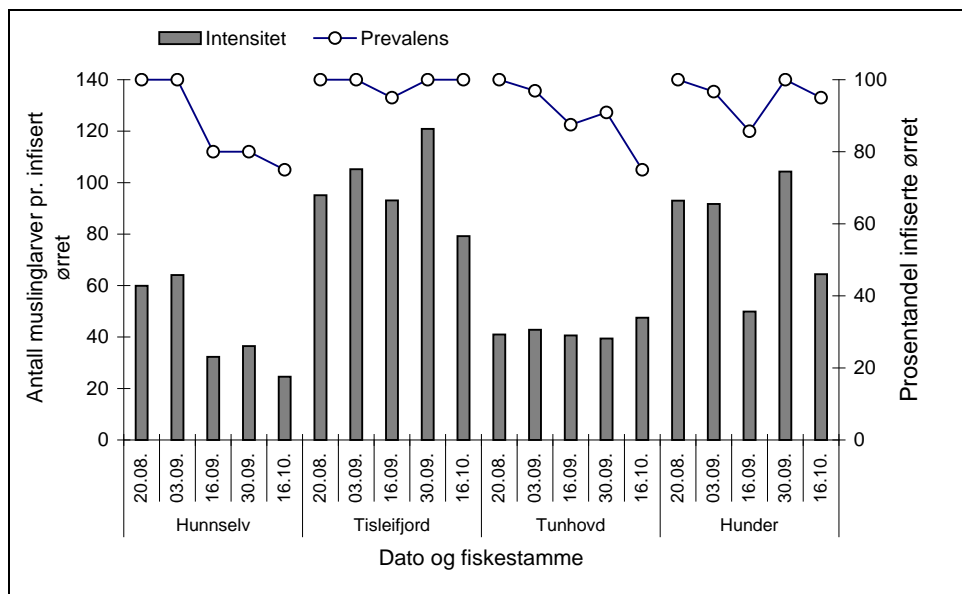
Primærdataene fra forsøket viser store forskjeller i infeksjonsintensitet og prevalens mellom de ulike fiskestammene (**figur 5**). Det var en nedgang på 25 % i prevalens både for Hunnselførret og Tunhovdørret fra august til oktober. For de to andre stammene var endringene mindre enn 5 %. Ut fra resultatene pekte Tisleifjord-stammen seg ut som den av ørretstammene som hadde både høyest prevalens og høyest antall muslinglarver på gjellene. Tisleifjordørret hadde i gjennomsnitt mellom 79 og 121 muslinglarver på venstre side av fisken i august-oktober 2008 (**figur 5**). Til sammenligning var antall muslinglarver på Tunhovdørret i gjennomsnitt mellom 39 og 48 muslinglarver. Hunderørret hadde også gjennomgående høyere antall muslinglarver og høyere prevalens enn ørret fra både Tunhovd og Hunnselfva.

Det er tidligere vist at det var stor forskjell i lengde på fisken av de ulike ørretstammene på infeksjonstidspunktet. Når vi korrigerer intensiteten av muslinglarver i forhold til fiskestørrelse (gjelleareal) ble forskjellen mellom de ulike fiskestammene mindre utpreget (**figur 6**).

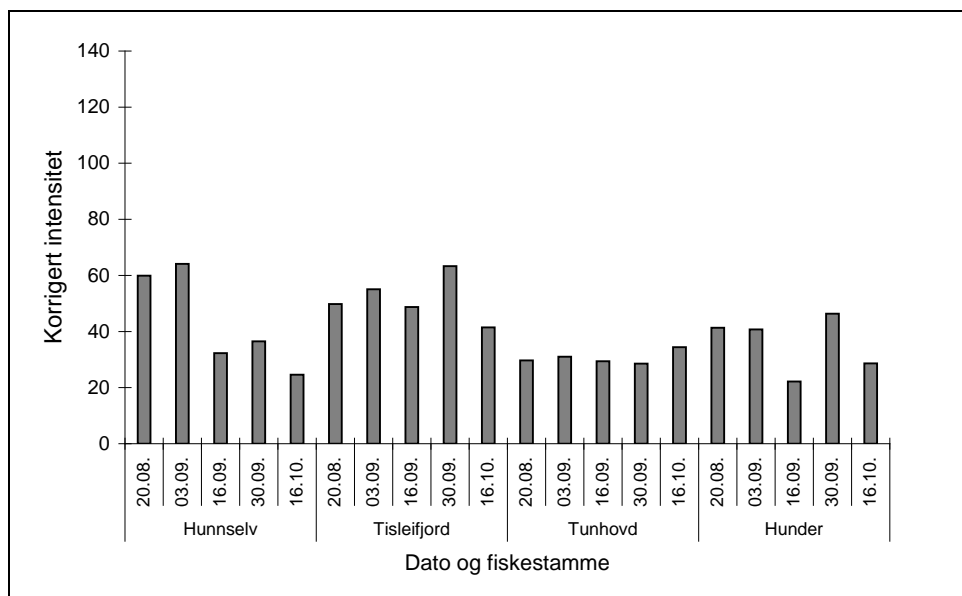
Normalt vil muslinglarvene falle av på uegnet vertsfisk i løpet av de første to-tre ukene, men også på velegnet vertsfisk vil enkelte larver falle av fisken. En sammenligning av den gjennomsnittlige intensiteten i de første en-tre ukene etter infeksjon (kontrollene 20. august og 3. september: periode 1) med intensiteten i perioden fire-åtte uker etter infeksjon (kontrollene 16. september, 30. september og 16. oktober: periode 2) viste at det var en halvering av intensiteten på Hunnselførret fra 62 til 31 muslinglarver mellom de to periodene (**tabell 3**). Det var

ingen endring i intensitet av muslinglarver på ørret av Tisleifjord- og Tunhovd-stamme. For Hunder-ørret var det en gjennomsnittlig reduksjon på mindre enn 10 %.

Gjennomsnittlig intensitet i periode 2 var om lag 30 muslinglarver på gjellene til ørret av både Hunnselv-, Tunhovd- og Hunder-stamme. Tisleifjord-ørret derimot hadde mer enn 50 muslinglarver i gjennomsnitt på gjellene på samme tidspunkt, og var klart den ørretstammen med høyest infeksjon (**tabell 3**).



Figur 5. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) til en-somrige ørretunger (0+) av ørret fra Hunnselva, Tisleifjord, Tunhovd og Hunder presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i oppdrettskar på A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll høsten 2008.

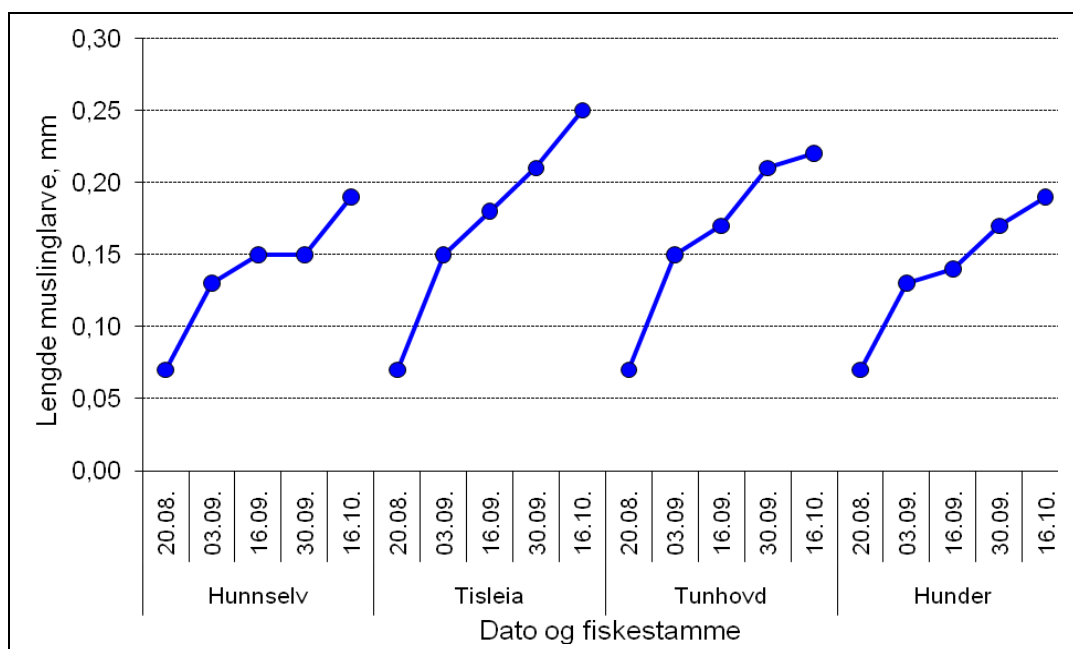


Figur 6. Intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) av muslinglarver på gjellene til en-somrige ørretunger (0+) av ørret fra Hunnselva, Tisleifjord, Tunhovd og Hunder når det er korrigert for fiskens gjelleareal ved tidspunktet for infeksjon (20. august 2008). Jf. figur 5.

Tabell 3. Gjennomsnittlig intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) av muslinglarver på ulike ørretstammer (korrigert for gjelleareal) i perioden en-tre uker etter infeksjon (periode 1) sammenlignet med perioden fire-åtte uker etter infeksjon (periode 2). Reduksjon er gitt i antall muslinglarver og prosentvis endring fra periode 1 til periode 2.

Ørretstamme	Periode 1	Periode 2	Reduksjon
Hunnselv	62,0	31,1	30,9 (49,8 %)
Tisleifjord	52,4	51,2	1,2 (2,3 %)
Tunhovd	30,4	30,8	-0,4 (-1,3 %)
Hunder	41,0	32,4	8,6 (21,0 %)

Det ble observert at muslinglarvene hadde ulik vekst på gjellene til de ulike ørretstammene. Muslinglarvene vokste best på ørret fra Tisleifjord, som hadde en lengdeøkning på 0,18 mm i de to første månedene etter at de festet seg på fisken (**figur 7**). Muslinglarvene på ørret fra Hunnselva og Hunder hadde en lengdeøkning på 0,12 mm i det samme tidsrommet. Tisleifjord-ørret hadde samme lengdeøkning etter bare en måned.



Figur 7. Lengdevekst hos muslinglarver på gjellene til ensomrige ørret (0+) av fire ulike stammer som ble holdt i oppdrettskar ved A/L Settefisk sitt anlegg på Reinsvoll i august-oktober 2008.

Ved kontrollfiske i Hunnselva ved Reinsvoll våren 2009 ble det bare gjenfanget ni av ørretungene som ble satt ut av Tisleifjord-, Tunhovd- og Hunderørret i oktober 2008 (**tabell 4**). Dette ga en gjenfangstprosent på om lag 6 % for de tre stammene til sammen.

Da området nedenfor Reinsvolldammen i utgangspunktet har en god bestand av ørret var det ikke mulig å skille denne villfisken entydig fra Hunnselvørret (umerket) som hadde vært med i infeksjonsforsøkene. Ved en kontroll av 19 ettårige Hunnselv-ørret fra elva ved Reinsvoll, ble det bare funnet en eller to muslinglarver festet til gjellene på tre av ørretungene.

Tabell 4. Kontroll av prevalens og intensitet av muslinglarver på ørret av Tisleifjord-, Tunhovd- og Hunder-ørret satt ut i Hunnselva ved Reinsvoll i midten av oktober 2008 og gjenfanget samme sted i mai 2009. Intensiteten er ikke korrigert med hensyn til gjelleareal.

Ørretstamme	N	Prevalens	Intensitet ± SD
Tisleifjord	2	100	98,0 ± 87,7
Tunhovd	3	66,7	69,0 ± 7,1
Hunder	4	100	113,8 ± 18,8

På ørretunger av de andre stammene var det gjennomgående mye larver på fisken, og overlevelsen var høy etter vinteren. Antall undersøkte fisk av hver stamme var lite, men bare en av de ni ørretungene som ble undersøkt manglet muslinglarver (**tabell 4**). På de resterende varierte antall muslinglarver fra 36 til 160 stykker på gjellene på venstre side av fisken. Det totale antall larver var om lag det dobbelte (75-320) da antall larver normalt er det samme på begge sider av fisken.

Lengden til muslinglarvene på gjellene til den ettårige settefisken økte fra oktober til mai, men tilveksten ville fortsette å øke utover i mai og fram til larvene falt av fisken (sannsynligvis i midten av juni). I begynnelsen av mai 2009 var fortsatt muslinglarvene størst på Tisleifjord-ørret, og lengden var 0,27 mm (jf. **figur 7**). Muslinglarver på Tunhovd-ørret og Hunder-ørret var begge 0,24 mm lange mens larvene på Hunnselv-ørret var minst.

En vurdering av de ulike ørretstammenes egnethet for larvene til elvemuslingen i Hunnselva viste at det var reelle forskjeller mellom stammene. En subjektiv rangering av stammene etter ulike kriterier viste at ørret fra Tisleifjord kom best ut i alle kategorier (**tabell 5**). Overraskende nok var ørret fra Hunnselva dårligst egnet.

Tabell 5. Oppsummering og rangering av ulike ørretstammers egnethet som vertsfisk for larver av elvemusling fra Hunnselva. Rangering er gitt fra 1 (best) til 4 (dårligst) med hensyn til prevalens (andel av fisken som hadde muslinglarver på gjellene og utviklingen gjennom høsten), korrigert intensitet (antall larver på infisert fisk og utviklingen gjennom høsten) og muslinglarvenes vekst.

Ørretstamme	Prevalens utvikling	Intensitet utvikling	Vekst muslinglarve	Sum	Rangering
Hunnselv	4	4	4	12	4
Tisleifjord	1	1	1	3	1
Tunhovd	3	2	2	7	2
Hunder	2	3	3 (4)	8 (9)	3 (2)

5 Diskusjon

Hunnselva i Oppland, som inngår i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge, har en bestand av elvemusling som er direkte truet (Larsen & Berger 2009). Det var muslinglarver bare på 13 % av de ettårige ørretungene i 2007, og det var bare to muslinglarver i gjennomsnitt på de ørretungene som var infisert (Larsen & Berger 2009). Dette var en vesentlig lavere infeksjon enn forventet og to viktige spørsmål kom opp: 1) var ørretungene i Hunnselva så dårlige som vertsfisk for muslinglarvene som vi fikk inntrykk av og 2) kunne andre ørret-stammer egne seg bedre i vassdraget?



I Hunnselva er elvemusling avhengig av en god ørretbestand for å kunne overleve. Larvene til elvemuslingen har et obligatorisk stadium på gjellene til ørret for å kunne bli fullt utviklede muslinger. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det er imidlertid sannsynliggjort fra andre steder at ørret som kommer fra samme vassdrag som elvemuslingens larver er mer vellykket som vertsfisk enn ørret fra andre vassdrag (Dettmer 1982, Söderberg mfl. 2008, R. Dettmer pers. medd.). Ørret i Galtstrømmens fiskodling i Västernorrland i Sverige ble infisert via vanninntaket til anlegget. Dette gjorde at all fisk i anlegget ble infisert med muslinglarver. Den lokale ørretstammen overlevde vinteren, men ørret av fremmede stammer døde (Söderberg mfl. 2008). Den lokale ørretstammen hadde bedre overlevelse (bedre tilpasset infeksjon av muslinglarver) enn fremmed ørret som ikke hadde vært i kontakt med elvemusling tidligere. Fra Tyskland konkluderte man med at ørret og musling fra samme elv ga høyere infeksjon enn ørret og musling fra ulike elver (Dettmer 1982, Wächtler mfl. 2001, R. Dettmer pers. medd.). Prevalensen om våren varierte fra 10 til 70 % med høyest prevalens for sympatriske populasjoner av ørret og elvemusling. Den lokale ørreten var med andre ord den beste vertsfisken.

En vurdering av fire ulike ørretstammer (Hunnselv, Tisleifjord, Tunhovd og Hunder) og deres egnethet som vertsfisk for larvene til elvemuslingen i Hunnselva ga ikke det samme resultatet. En subjektiv rangering av ørret-stammene etter tre ulike kriterier (utvikling i prevalens, utvikling i intensitet og vekst hos muslinglarvene) viste at ørret fra Tisleifjord kom best ut i alle kategorier. Overraskende nok var ørret fra Hunnselva dårligst egnet.

Antall muslinglarver på infiserte Hunnselv-ørret (infeksjonsintensiteten) ble redusert med ca 50 % fra kontrollene en-tre uker etter infeksjon sammenlignet med fire-åtte uker etter infeksjon, og prevalensen (andel av ørretungene som var infisert) ble redusert med 30 %. Det er indikasjoner på en ytterligere nedgang i intensitet og prevalens gjennom vinteren, og bare et fåtall larver overlevde fram til våren 2009. Dette gjorde at de stedeegne ørretungene kom dårligst ut av de fire ulike ørret-stammene.

Tisleifjord-ørret hadde i utgangspunktet en relativt høy infeksjon av muslinglarver en-tre uker etter infeksjon, og beholdt dette antallet også etter fire-åtte uker. Det var heller ingen nedgang i prevalens, og all Tisleifjord-ørret var fortsatt infisert etter åtte uker. God indikasjon på at både intensitet og prevalens fortsatt var stabilt høy våren 2009.

Hunder-ørret hadde en noe mer variabel infeksjon, og det var en reduksjon i antall larver på ca 20 % fra kontrollene en-tre uker etter infeksjon sammenlignet med fire-åtte uker etter infeksjon, og prevalensen ble redusert med 5 %. God indikasjon på at både intensitet og prevalens var minst like høy våren 2009.

Tunhovd-ørret hadde i utgangspunktet den laveste infeksjonen, men det var ingen reduksjon fra kontrollene en-tre uker etter infeksjon sammenlignet med fire-åtte uker etter infeksjon. Prevalensen derimot ble redusert med 30 %. God indikasjon på at både intensitet og prevalens var om lag den samme våren 2009.

Når det gjelder ørret fra Hunnselva fanget inn ovenfor Reinsvoll dammen var disse i utgangspunktet mindre enn ørret fra Tisleifjord, Tunhovd og Hunder. Det er usikkert om de til å begynne med tok til seg næring da de bare ble tilbudt konvensjonelt fiskefôr fra automat. Det kan derfor tenkes at færre muslinglarver overlevde på grunn av fiskens helse og kondisjon. Vi ser imidlertid ingen forskjeller i kondisjonsfaktor mellom de ulike ørretstammene, og Hunnselv-ørreten hadde den samme kondisjonsfaktoren som de andre ørretstammene hele høsten.

Siden Hunnselva-ørreten ikke var merket var det ikke mulig å gjenkjenne disse entydig ved gjenfangst våren 2009. Det ble imidlertid gjenfanget tre ørretunger som var infisert, men disse hadde bare en eller to muslinglarver på gjellene i motsetning til ørret av de andre stammene som hadde mellom 70 og 360 muslinglarver til sammen på gjellene. Ut fra skjellprøver som ble tatt av Hunnselv-ørreten var det indikasjoner på vekstforstyrrelser hos enkelte individer som kunne samsvare med det vi kan finne hos settefisk. Da har det i så fall vært en dramatisk nedgang i antall muslinglarver i løpet av vinteren. Antar vi likevel at alle ørretungene som ble fanget var lokal villfisk må det bety at det fortsatt står elvemusling igjen like nedstrøms Reinsvoll dammen. Dette har vi ingen opplysninger om, men det kan likevel ikke utelukkes. I overvåkningsprogrammet er det samlet inn ørret om lag 450 m nedenfor Reinsvoll dammen, og det ble påvist infeksjon på ørret i oktober 2001, men ikke i mai 2007 (Larsen & Berger 2009).

Hva er årsaken til at muslinglarvene utvikler seg normalt på en fiskeart eller fiskestamme, men ikke fester seg eller faller av etter kort tid på andre arter eller stammer? Karna & Millemann (1978) betraktet følgende muligheter: (1) ulikheter i gjellenes morfologi, (2) ulikheter i fiskenes respirasjonsintensitet, (3) ulikheter i fiskenes atferd, (4) forskjellig tidspunkt for smoltifisering hos laksefisk, (5) ulik kjemisk sammensetning av gjellevev og blod og (6) forskjeller på grunn av ulik immunrespons hos fisken. I følge forfatterne var det ingen data som støttet de fem første punktene på listen, og det ble antatt også av andre at en vellykket utvikling av larven i stor grad var avhengig av immunreaksjonen hos vertsfisken (Awakura 1968, Bauer 1987). Etter infeksjon på en uegnet vertsfisk kan det skje at larven ikke kaples inn; cysten dannes ikke, eller at det etter noen dager blir en vekst i vevet omkring muslinglarven (hyperplasi), en reaksjon som gjør at larven faller av.

Fisk har to typer immunitet som kan avbryte muslinglarvens opphold på gjellene; naturlig immunitet og ervervet immunitet. Den naturlige immuniteten til fisk mot en parasitt er en arvelig respons i vevet som resulterer i at muslinglarven faller av gjellene i løpet av kort tid (Bauer & Vogel 1987). Ervervet immunitet er en reaksjon som fisken oppnår etter en eller flere tidligere infeksjoner. En vanligvis velegnet vertsfisk vil gjenkjenne antigenet (muslinglarven) og produsere antistoff mot larven (Bauer & Vogel 1987). Ørrettyngel (ensomrig fisk) som ble benyttet i infeksjonsforsøket høsten 2008 hadde ikke tidligere vært i kontakt med larver av elvemusling, og en avvisning av muslinglarvene skyldes derfor en naturlig immunitet hos den enkelte fisk eller fiskestamme.

Hos Hunnselva- og Tunhovd-ørret var det flest enkeltfisk som avviste alle larvene. Dette gjorde at prevalensen raskt avtok, og færre ørret beholdt larvene enn forventet. En del larver vil normalt falle av på all fisk i den første tiden etter infeksjon (Young & Williams 1984a, b; Bauer 1987, Ziuganov mfl. 1994), og Young & Williams (1984b) og Hastie & Young (2001) angir at om lag halvparten av larvene kan forventes å falle av i løpet av de første månedene. Bare Hunnselv-ørret mistet så mye larver i infeksjonsforsøket på Reinsvoll. Hunder-ørret derimot mistet om lag 20 %, mens Tunhovd- og Tisleifjord-ørret hadde nær uforandret antall muslinglarver etter en-to måneder etter infeksjon.

Lav intensitet av muslinglarver på gjellene til villfisk av ørret i Hunnselva har selvsagt en sammenheng med den lave tettheten av elvemusling. Når musling og ørret står tett sammen i et fiskekar har vi sett at en enkelt musling, som gyter flere millioner larver, kan infisere mange ørretunger med et stort antall larver. I elva derimot, vil de samme larvene bli fordelt på et mye større vannvolum, og med stedvis lav tetthet av ørret vil bare et fåtall muslinglarver komme i kontakt med gjellene på en egnet vertsfisk. Likevel var antall muslinglarver på ørretungene i Hunnselva gjennomgående lavere enn forventet. De eksperimentelle forsøkene syntes også å peke på at villfisk fra Hunnselva ikke var den optimale vertsfisken for elvemuslingens larver. Kan dette komme av at ørret og musling i Hunnselva har forskjellig innvandringshistorie?

Vi vet ikke hvordan ørret og elvemusling har vandret inn i Hunnselva. Den mest naturlige tanken er at ørretunger har båret muslinglarver på gjellene da de i historisk tid vandret inn i Hunnselva fra Mjøsa. Nå finner vi imidlertid ikke elvemusling i andre lokaliteter i Gudbrandsdalslågengens eller Mjøsas nedbørfelt. Kan innvandringen av ørret og musling i stedet ha kommet sørvest- eller vestfra? I så fall kan nærheten til Randsfjorden og Drammensvassdraget være større enn til Mjøsa og Glommavassdraget. Det er bare 12 km til den nærmeste lokaliteten med elvemusling i nedslagsfeltet til Randsfjorden der det i tillegg er flere kjente lokaliteter med musling. Det gjør at slektskapet til andre muslingbestander og tilpasning til ørretstammer i Drammensvassdraget (for eksempel Tisleifjordørret) kan være større enn tilhørighet og tilpasning til ørretstammer i Gudbrandsdalen/Glommavassdraget (for eksempel Hunderørret).

De første muslingene kan også ha kommet som muslinglarver på gjellene til ørret som er båret dit av mennesker fra en helt annen kant. Vi kan også tenke oss at folk som kom til Hunndalen eller allerede bodde der har båret med seg muslinger til elva for flere hundre år siden. Allerede i det 14. århundredet ble det gjort forsøk på dette i Tyskland (von Hessling 1859, Jungbluth 1970). Også i Norge var det et ønske å innføre elvemusling til nye vassdrag, men som Taranger (1890) skriver: "Der er utvilsomt mange, der gjerne vilde overføre perleskjæl til sine elve; men man ved ikke, hvor saadanne kan erholdes. Derfor vilde det være ønskeligt, at eiere af rige perleførende elve blev opfordrede til i aviserne at opgive dered adresse og prisen paa muslingerne". Skulle en slik utsetting lykkes forutsetter det imidlertid at ørreten som da var i Hunnselva må ha fungert som en meget god vertsfisk siden elvemuslingen senere spredte seg til hele elva.

Hvordan muslingene opprinnelig etablerte seg i Hunnselva er foreløpig et åpent spørsmål. Et annet viktig spørsmål er imidlertid hvor lenge vert og parasitt har levd sammen i Hunnselva. Elvemuslingen har en lang generasjonstid, og selv flere hundre år vil ikke være lang nok tid til å tilpasse seg en fremmed ørretstamme. Nå er det sannsynliggjort at den opprinnelige Hunnselvørreten har endret seg genetisk på grunn av innblanding av ørret fra andre stammer, og det har skjedd i løpet av bare noen tiår. Det er satt ut settefisk i Hunnselva med ulikt opphav i flere år, og en betydelig mengde ørretungel er tilført elva gjennom rømming fra settefiskanlegget på Reinsvoll. Dette kan ha endret egenskapene til ørreten i vassdraget uten at elvemuslingen har rukket å tilpasse seg den "nye fisken". De viktigste stammene som er blandet inn er imidlertid delvis de samme som ble benyttet i forsøkene høsten 2008. Det er satt ut mest Tunhovd-ørret i Hunnselva, men innblandingen er størst nedenfor Reinsvoll. Den stedege ørreten som ble samlet inn ovenfor Reinsvoll kom uansett dårligst ut både når det gjaldt prevalens, intensitet og vekst til muslinglarvene. Liten vekst hos muslinglarvene etter infeksjon forklares med at muslinglarvene hemmes av et sterkt immunforsvar (Bauer 1987). Vi ser at veksten til muslinglarvene på ørretungene fra Hunnselva stagnerer raskt. Samtidig faller en stor del av larvene av fisken. Muslinglarvene som blir sittende igjen er gjennomgående større, og størrelsen av muslinglarvene øker mot slutten av forsøket. Det er en negativ korrelasjon mellom størrelsen på muslinglarvene og dødeligheten. Jo lavere dødeligheten er, jo større er larvene (Bauer 1987).

Endringer i ørret-stammene ved utsetting og flytting av fisk mellom vassdrag kan derfor endre egenskapene til den lokale ørreten over tid slik at den stedege elvemuslingen ikke lenger har en optimal vertsfisk for larvene sine. Resultatet kan bli en redusert rekruttering på grunn av endringer i immunresponsen hos ørretungene. Ulike muslingpopulasjoner er evolusjonært til-

passet de ulike fiskestammene som de lever sammen med. Mennesket har manipulert fiskebestander ved flytting eller utsetting av fisk i flere hundre år. Det er ofte avlet på god vekst, og i utviklingen av ørret til utsetting i regulerte vassdrag på 1960-tallet ble det også hentet inn dansk bekkeørret. Denne er også satt ut direkte i både Tunhovdfjorden og Tisleifjorden, og ørretstammene fra disse områdene er heller ikke uten innblanding av fremmed fisk. En endring i ørretbestanden i mange av muslingvassdragene i Norge kan sannsynligvis forklare at elvemuslingen har en svakere rekruttering enn forventet mange steder. Elvemuslingen har overlevd, men situasjonen er suboptimal og på lang sikt kan dette ha ført til en reduksjon i bestandene av elvemusling.

Ett av flere fiskeforsterkende tiltak i Hunnselva er utsetting av ørretunger. Resultatet av infeksjonsforsøket i Hunnselva høsten 2008 tilsier at det ikke er likegyldig hvilken ørretstamme som velges for å ivareta en optimal rekruttering hos elvemusling.

Normalt er den stedeagne ørretstammen den beste vertsfisken for muslinglarvene (Dettmer 1982, Söderberg mfl. 2008). Skulle utsetting av andre ørretstammer enn den stedeagne være aktuelt i vassdrag med elvemusling bør de testes på muslingens larver før utsetting iverksettes. Ved utsetting av ørretunger i muslingvassdrag, bør det uavhengig av valg av stamme vurderes om ikke fisken skal infiseres med muslinglarver før utsetting. Det ble gjort forsøk med kunstig infisering av vertsfisk allerede i begynnelsen av 1900-tallet (Young 1911, Coker mfl. 1921). Forsøk med muslinglarver av elvemusling er beskrevet av Wellman (1943), og i Tyskland har man gjort utallige forsøk med utsetting av infisert fisk for å forsterke svake muslingbestander. Infisering av fisk kan med letthet gjøres ved å sette gravide muslinger inn sammen med fisken i et provisorisk anlegg der fisk og muslinger kan oppholde seg to-tre uker i løpet av muslingens gytetid (august/september måned) (Larsen 2009b). Alternativt kan fisk settes sammen med muslingene i bur i elva eller på annen måte "stenge inne" fisk på områder av elva der antall muslinger er størst mulig i den perioden som larvene slippes ut i vannmassene (Nezlin & Ziuganov 1991, Ziuganov mfl. 1994). Dette er imidlertid mindre kontrollerbart, og vanskeligere å gjennomføre i praksis. Forutsetningen for å lykkes er imidlertid at det parallelt må sikres at de unge muslingene har optimale oppvekstforhold også etter at de har sluppet seg av fisken. Det må være god vanngjennomstrømning i substratet da de unge muslingene lever nedgravd i grusen i de første leveårene. Hele muslingens livssyklus må fungere for at det skal bli et vellykket resultat og en muslingbestand i vekst.

6 Referanser

- 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.
- Awakura, T. 1968. The ecology of parasitic glochidia of the fresh-water pearl mussel, *Margaritifera laevis* (Haas). - Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery 23: 1-21.
- Bauer, G. 1987. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). II. Susceptibility of brown trout. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 76: 403-412.
- Bauer, G. & Vogel, C. 1987. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). I. Host response to glochidiosis. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 76: 393-402.
- Coker, R.E., Shira, A.F., Clark, H.W. & Howard, A.D. 1921. Natural history and propagation of freshwater mussels. - Bull. U.S. Bur. Fish. 37: 75-181.
- Dettmer, R. 1982. Untersuchungen zur Ökologie der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.) in der Lutter im Vergleich mit bayrischen und schottischen Vorkommen. - Dipl. Thesis, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Dunca, E., Larsen, B.M. & Mörth, C.-M. 2009. Flodpärlmuslan i Hunnselva – åldersbestämning och kemisk analys av musselskal. – NINA Rapport 487. 28 s.

- Gjøvik Historielag 1994. Hunnselva fra Eina til Gjøvik. Natur og kultur. – Hefte utgitt av Gjøvik Historielag i samarbeid med Eiktunet kulturhistoriske museum. 80 s.
- Hastie, L.C. & Young, M. 2001. Freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* glochidiosis in wild and farmed salmonid stocks in Scotland. *Hydrobiologia* 445: 109-119.
- Haug, H. 2002. Resultater fra prøvefisket i Hunnselva gjennomført høsten 2002. – Upublisert rapport. 7 s. (Finnes som vedlegg 1 i Vestre Toten Jeger og Fiskerforening (2004).)
- Hughes, G.M. 1984. Measurement of gill area in fishes: practice and problems. - *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 64: 637-655.
- Jansen, W., Bauer, G. & Zahner-Meike, E. 2001. Glochidial mortality in freshwater mussels. – s. 185-211 i: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.) 2001. *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. – Ecological Studies, Vol. 145. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Jungbluth, J.H. 1970. Aussetzungsversuche mit der flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (Linne 1758) im Schlitzerland mit anmerkungen zum rezenten vorkommen in Osthessen. - *Phillippia* 1: 9-23.
- Karna, D.W. & Millemann, R.E. 1978. Glochidiosis of salmonid fishes. III. Comparative susceptibility to natural infection with *Margaritifera margaritifera* (L.) (Pelecypoda: Margaritanidae) and associated histopathology. - *J. Parasitol.* 64: 528-537.
- Kjellberg, G. 1994. Biologisk befaringsundersøkelse av Hunnselva i 1993. – NIVA Rapport løpenr. 3050. 31 s. + vedlegg.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006. – Artsdatabanken. 415 s.
- Larsen, B.M. 1998. Utbredelse av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Østre og Vestre Toten kommuner, Oppland. - NINA Oppdragsmelding 570: 1-22.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. 2006. Laks, *Salmo salar* (L.), og ørret, *Salmo trutta* (L.), som vertsfisk for elvemusling, *Margaritifera margaritifera* (L.). – s. 43-44 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. (red.) *Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads universitet. Karlstad University Studies 2006: 15.*
- Larsen, B.M. 2009a. Reetablering av elvemusling og ørret i Hunnselva, Oppland. Eksperimentelle studier med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer. Framdriftsrapport 2008. – I Rikstad, A. & Julien, K. *Handlingsplan for elvemusling. Årsrapport 2008. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen.*
- Larsen, B.M. 2009b. Forsøk med reetablering av elvemusling ved utsetting av ørret infisert med muslinglarver. – NINA Rapport 510. 18 s.
- Larsen, B.M. & Hårsaker, K. 2002. Hunnselva, Oppland (vassdragsnr. 002.DCZ). – s. 7-16 i Larsen, B.M. (red.). *Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001. NINA Oppdragsmelding 762.*
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2009. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2008: Hunnselva, Oppland. - NINA Rapport 443. 29 s.
- Lien, L. & Lindstrøm, E.-A. 1987. Tiltaksorientert overvåking i Hunnselva 1985-1987. - NIVA, Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 302/88. 99 s.
- Nezlin, L. & Ziuganov, V. 1991. Want to help resuscitate "Russian pearls"? - *Business Contact* 1991(1): 39-41.
- Rustadbakken, A. 2006. Ørreten i Hunnselva – hva har skjedd? – Naturkompetanse AS Notat. 13 s.
- Söderberg, H., Karlberg, A. & Norrgrann, O. 2008. Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige. – Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. Rapport 12-2008. 80 s.
- Taranger, A. 1890. De norske perlefiskerier i ældre tid. - *Historisk tidsskrift* 3(1): 186-237.
- Vestre Toten Jeger og Fiskerforening 2004. Hunnselva. Driftsplan og kunnskapsoppsummering 2003. - Rapport utarbeidet av Fiskeutvalget i Vestre Toten Jeger og Fiskerforening. 20 s.
- von Hessling, T. 1859. Die perlmuscheln und ihre perlen. Naturwissenschaftlich und geschichtlich mit berücksichtigung der perlengewässer Bayerns. - Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig. 376 s.

- Wächtler, K., Dreher-Mansur, M.C. & Richter, T. 2001. Larval types and early postlarval biology in Naiads (Unionioda). – s. 93-125 i: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.) 2001. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – Ecological Studies, Vol. 145. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Wellmann, G. 1943. Fischinfektionen mit glochidien der *Margaritana margaritifera*. - Z. Fischerei 41: 385-390.
- Young, D. 1911. The implantation of the glochidium on the fish. - Univ. Missouri Bull. Sci. 2(1): 1-16.
- Young, M. & Williams, J. 1984a. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. – Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.
- Young, M. Williams, J. 1984b. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. II. Laboratory studies. - Arch. Hydrobiol. 100: 29-43.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. - VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.

NINA Rapport 509

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2081-1



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no