

807 Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune

NINA Rapport

Resultater fra utsetting av ørret infisert med muslinglarver i 2008-2010

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.

Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune

Resultater fra utsetting av ørret infisert med muslinglarver i
2008-2010

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2012. Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune. Resultater fra utsetting av ørret infisert med muslinglarver i 2008-2010 - NINA Rapport 807. 29 s.

Trondheim, februar 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2402-4

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 Elisabet Forsgrän (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag

Trondheim kommune

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Kari Tønset Guttvik

Anton Rikstad

Terje Nøst

FORSIDEBILDE

Ensomrige ørret i oppdrettskar sammen med gytemodne elvemusling. Ørret infisert med muslinglarver benyttes for å reetablere en truet bestand av elvemusling. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Elvemusling – muslinglarver – ørret – reetablering – Hammerbekken, Trondheim

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – mussel larvae – brown trout – reestablishment – Brook Hammerbekken, Trondheim

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeldgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

Sammendrag

Larsen, B.M. 2012. Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune. Resultater fra utsetting av ørret infisert med muslinglarver i 2008-2010. - NINA Rapport 807. 29 s.

Bestanden av elvemusling i Hammerbekken er sterkt truet, og antall muslinger er mindre enn 30 individer til sammen. I et forsøk på å reetablere bestanden ble det i 2008 satt i gang et treårig prosjekt med utsetting av ørret infisert med muslinglarver. Dette ble gjort ved å sette ørret og gravide elvemusling sammen i et oppdrettskar. Etter at muslingene hadde gytt og frigitt muslinglarvene, ble det konstatert at muslinglarver hadde festet seg til gjellene på ørretungene i karet.

Totalt ble det satt ut ca. 3655 ørretunger i Hammerbekken i løpet av treårs-perioden 2008-2010, og det er beregnet at disse ørretungene kan ha bidratt til at ca. 88 700 juvenile muslinger (ferdig utviklede muslinglarver) etablerte seg i bekken i perioden 2009-2011 (se tabell). Med en antatt overlevelse på 5 % fram til 5-8 års alder kan dette gi et teoretisk bidrag på om lag 4435 muslinger i Hammerbekken. Det var store forskjeller i beregnet produksjon mellom år. Dette kom i noen grad av kvaliteten på settefisk (størrelse), men også hvor mange gravide muslinger som ble benyttet i de enkelte år (totalt antall larver sluppet ut i oppdrettskaret varierte). Hvordan kondisjonen til muslingene, kvaliteten på larvene (utviklingsstadium) og endringer i vannkvalitet og vanntemperatur mellom år virket inn vet vi ikke, men dette er faktorer som alle kan medvirke til varierende infeksjon på ørretungenes gjeller.

År	Beregnet antall juvenile muslinger (ferdig utviklede larver) som slapp seg av ørretungene	Beregnet produksjon av 5-8 år gamle muslinger (5 % overlevelse)
2009	15 900	795
2010	71 000	3550
2011	1800	90
Sum	88 700	4435

Om bare en brøkdel av disse vokser opp vil det likevel bety en betydelig styrking av muslingbestanden. Hvorvidt dette faktisk kommer til å skje og føre til en vellykket og varig reetablering av muslinger i Hammerbekken er det for tidlig å si. En endelig evaluering av prosjektet vil vi ikke få før de første muslingene har kommet opp av grusen der de lever nedgravd i de første leveårene. Avhengig av vekstforholdene i bekken kan dette ta 5-10 år eller den tiden det tar til muslingene har nådd en lengde på 10-30 mm. Å redde den fascinerende, men truede elvemuslingen krever derfor systematisk og tålmodig arbeid i mange år før man får den endelige bekreftelsen på om tiltaket har vært vellykket. Håpet er imidlertid at muslinglarvene vil etablere seg jevnt fordelt langs en kilometer av Hammerbekkens nedre del.

Handlingsplanen for elvemusling i Norge har som målsetting at det skal finnes elvemusling i livskraftige populasjoner i hele landet. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Tiltak for å reetablere elvemusling i Hammerbekken er omfattet med stor interesse i forbindelse med Trondheim kommunes arbeid for å bevare biologisk mangfold. Bekken er liten, og gjør det mulig å kontrollere utviklingen med relativt små ressurser. Tiltaket har så langt vist seg å være enkelt å gjennomføre, og erfaringene fra prosjektet har overføringsverdi til andre bekker og elver. Tilsvarende tiltak på andre lokaliteter vil kunne finansieres gjennom tiltaksmidler for prioriterte arter og være et bidrag til å oppfylle målsettingen i Handlingsplanen for elvemusling om å styrke truede bestander av 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	8
3 Metoder	10
4 Resultater	14
4.1 Vanntemperatur	14
4.2 Vannkvalitet	14
4.3 Fisk	16
4.3.1 Tetthet av ørret	16
4.3.2 Muslinglarver på gjellene til ørret i Hammerbekken (villfisk og settefisk)	17
4.3.3 Karforsøk - muslinglarver på gjellene til ørret (settefisk).....	19
4.4 Elvemusling	22
5 Oppsummering	25
6 Referanser.....	28

Forord

Direktoratet for naturforvaltning laget allerede i 2006 en handlingsplan for elvemusling i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006). I denne planen 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. Tiltak som foreslås i handlingsplanen omfatter supplerende kartlegging for å bedre kunnskapen om utbredelse, overvåkning, informasjon, biotopforbedrende tiltak samt forbedring av rutiner i saksbehandling etter lovverk som er relevant for elvemuslingen.

Fra og med 2008 kom tiltakssiden i handlingsplanen mer i fokus. Hvilke tiltak kan hjelpe truede bestander tilbake? Senere har DN foreslått elvemusling som prioritert art i forbindelse med den nye Naturmangfoldloven. Dette har gitt mulighet for å søke tiltaksmidler for prioriterte arter som er gjort tilgjengelig for å finansiere konkrete tiltak som målrettet skal styrke bestander av blant annet elvemusling. Dette for at de på sikt skal kunne komme fra dårlig til god status.

Hammerbekken i Sør-Trøndelag har en bestand av elvemusling som er direkte truet. I et slikt perspektiv måtte problemene først identifiseres, for deretter å sette i verk nødvendige tiltak for å hindre at muslingen skulle dø ut i bekken. I forbindelse med bevaring av biologisk mangfold som en prioritert oppgave i Trondheim kommune og handlingsplanen for elvemusling fikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag fra Trondheim kommune og Fylkesmannen i Nord-Trøndelag å gjennomføre et treårig prosjekt for å studere effekten av infeksjon av muslinglarver på ørret som et tiltak for å reetablere elvemusling i Hammerbekken. Prosjektet ble de to første årene finansiert ved et samarbeid mellom Trondheim kommune og Fylkesmannen i Nord-Trøndelag. Siste år ble prosjektet videreført med tiltaksmidler for prioriterte arter fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag.

Mange gode krefter har vært involvert i dette prosjektet i løpet av 2008, 2009 og 2010, og en særlig takk går til grunneier Knut Jensen. Uten hans velvilje og hjelp ville ikke prosjektet kunne vært gjennomført.

En stor takk går også til tidligere daglig leder ved TOFA (Trondheim Omland Jakt- og Fiskeorganisasjon), Thomas Weiseth, for positiv interesse og uvurderlig hjelp med den praktiske tilretteleggingen (nødvendig utstyr og rigging av oppdrettskar) under oppstarten av prosjektet. Stell og ettersyn av fisken har i hele prosjektperioden blitt gjennomført av ansatte ved TOFA. Eskil Pedersen, Vemund Gjertsen og Kay Arne Olsen, alle fra TOFA samt Morten Haugen og Terje Nøst fra Trondheim kommune har alle bidratt under arbeidet med å sette ørretungene ut i Hammerbekken i løpet av prosjektperioden. Morten Haugen har i tillegg samlet inn vannprøver og fiksert prøver av fisk fra karet i august og september 2008.

Skallanalyser og vekststudier av muslingskall fra Hammerbekken ble gjennomført av Elena Dunca, i regi av konsulentfirmaet Bivalvia i samarbeid med Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, enheten for paleozoologi. Ørret samlet inn fra oppdrettskaret høsten 2010 (5. og 18. september og 2. oktober) samt ørret samlet inn ved elfiske 21. mai og 26. juni 2011 er bearbeidet på laboratoriet av Randi Saksgård, NINA.

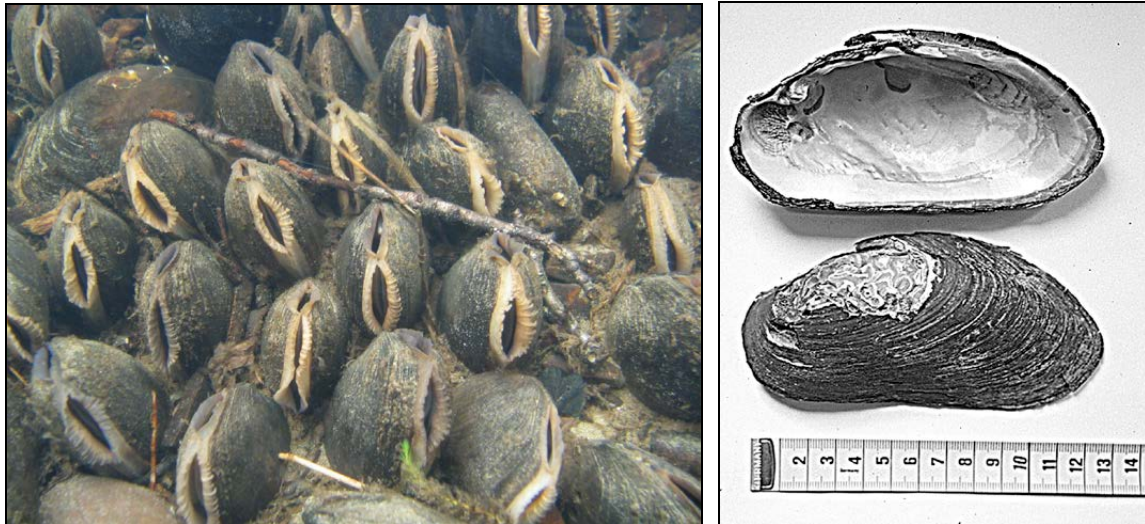
Prosjektets kontaktpersoner har vært Terje Nøst i Trondheim kommune, Anton Rikstad hos Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og Kari Tønset Guttvik hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag som alle takkes for stor entusiasme og interesse for prosjektet.

Trondheim, februar 2012

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Elvemusling er en av artene på den norske rødlisten over truede dyrearter (Kålås mfl. 2010), 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 redusert, og at gjenværende bestander mange steder er splittet opp. Elvemusling ble derfor totalfredet mot all fangst fra 1. januar 1993, og er foreslått av DN som prioritert art etter den nye Naturmangfoldloven.



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 nyreformet. 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 mer enn halvparten av den europeiske bestanden av elvemusling i dag (Larsen 2010c). 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 handlingsplanen er at det skal finnes elvemusling i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende 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 var kjent fra fem lokaliteter i Trondheim kommune tidligere (Vikelve, Hammerbekken, Leirelva, Nidelva og Trollabekken; Dolmen og Kleiven 1997, Larsen 2002). Levende elvemusling ble i 2005-2007 bare funnet med sikkerhet i Hammerbekken ved Jonsvatnet, og arten ble vurdert som kritisk truet på lokaliteten (Larsen 2007). Trondheim kommune tok i 2008 et initiativ for å få undersøkt bestanden i Hammerbekken nærmere. Parallelt med dette skulle det iverksettes arbeid for å styrke bestanden av muslinger i bekken. Dette arbeidet har fått høy prioritet ved Miljøenheten i Trondheim kommune som del av bevaring av biologisk mangfold i kommunen, og var samtidig egnet til å øke kunnskapen om egnede tiltak og reetablering av elvemusling i forbindelse handlingsplanen for elvemusling i Norge.

Aktuelle tiltak for å bevare elvemuslingen i Hammerbekken var i første rekke å få på plass en overvåking av vannkvaliteten, kartlegge bestanden nøyaktig med hensyn til utbredelse, antall individ, lengdefordeling samt en generell beskrivelse av bestandens status med hensyn til reproduksjon og rekruttering (Larsen 2007). I andre rekke var det naturlig å forsøke og iverksette tiltak i vassdraget med tanke på å bevare og styrke bestanden av elvemusling. Ett aktuelt tiltak kunne være å flytte muslinger innad i vassdraget slik at muslinger og ørret i større grad ble eksponert for hverandre for å optimalisere reproduksjonen. I tillegg kunne en styrking av ørretbestanden virke positivt, og ett konkret tiltak i denne sammenhengen var å sette ut ørret som samtidig var infisert med muslinglarver.

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 (bl.a. Bauer 1991, Hruska 1992). Ved en tetthet på 10^5 muslinglarver pr. liter vann og en eksponering på 5 minutter oppnådde Bauer & Vogel (1987) en startinfeksjon på 1000-2000 larver på ørret som var 10-15 cm lang. Altmüller & Dettmer (2000; 2006) hentet inn gravide muslinger og ørret fra elva Lutter i Niedersachsen i Tyskland. Vertsfisken ble infisert med muslinglarver på laboratoriet og senere satt tilbake i Lutter. Dette ble gjentatt flere ganger på begynnelsen av 1990-tallet. I dag har Lutter en stor andel unge muslinger, og bestanden øker. På lokaliteter med lav muslingtetthet kan slik kontrollert infeksjon øke infeksjonsgraden pr. fisk, og man sikrer at et større antall muslinglarver får tilgang på egnet vertsfisk. Reetableringen av muslinger i Lutter lyktes fordi man samtidig også gjennomførte andre tiltak (reduisert tilførselen av fínsediment og etablering av buffersoner mot elva). Dette var viktig for å øke overlevelsen til de unge muslingene i substratet.

For å få kunnskap om utsetting av ørretunger infisert med muslinglarver kunne være en egnet metode i det generelle arbeidet for å reetablere og styrke bestander av elvemusling i Norge, ble det gjennomført slike studier ved Hammerbekken i Trondheim kommune første gang i 2008/2009. En årsrapport fra prosjektet omtalte de foreløpige resultatene fra forsøket (Larsen 2009). Forsøket ble også beskrevet i en ny håndbok i restaurering av elvemusling-vassdrag (Degerman mfl. 2009), og i en artikkelsamling med eksempler fra mange ulike restaureringsprosjekter i Norge (Larsen 2010b). En ny rapport presenterte resultatene fra utsettingene i 2009/2010 (Larsen 2010a).

Den foreliggende rapport presenterer resultatene fra utsettingene i hele prosjektperioden (2008-2010) og er samtidig prosjektets årsrapport for 2010/2011.

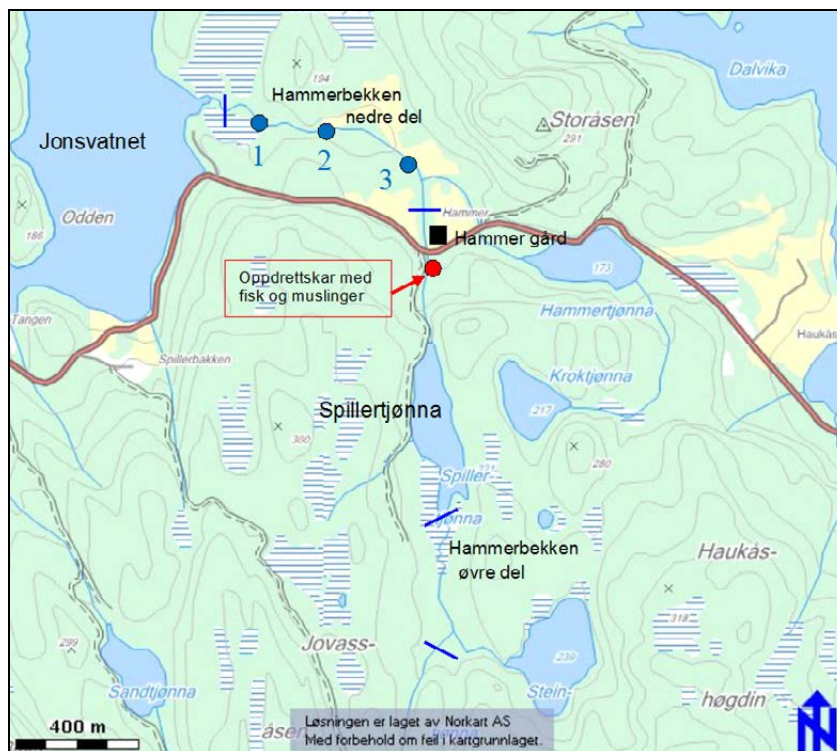


Hammerbekken drenerer gjennom blandingsskog nedenfor Hammer gård, og buffersonen mellom dyrket mark og Hammerbekken er 25-50 m bred. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

2 Område

Hammerbekken ligger i Trondheim kommune, Sør-Trøndelag ca. 14 km sørøst for Trondheim sentrum. Bekken har et nedslagsfelt på 5,0 km², og en middelvannføring på 0,175 m³/s (Johnsen 1990). Hammerbekken drenerer fra skogsåsene sør for Jonsvatnet med høyeste punkt på Krokåsen (445 moh.). Fra Jovatnet (278 moh.) er det om lag tre kilometer ned til utløpet i Jonsvatnet (148 moh.). To mindre bekker drenerer inn fra vest; bekken fra Steintjønna som kommer inn ca. 500 m ovenfor Spillertjønna (221 moh.) og bekken fra Krokstjønna og Hammerstjønna som kommer inn like nedenfor Hammer gård (figur 1).

Hammer gård har et mikrokraftverk med vanninntak fra Spillertjønna. Fra midten av 1970-tallet og fram til 2002 var vannstanden i tjønna lavere enn «normalt» på grunn av lekkasjer i dammen. Dammen på Spillertjønna ble derfor reparert i 2002 for å øke vannstanden. Alt vann som går igjennom kraftverket blir tilbakeført til bekken og sammen med eventuelt tilsig fra restfeltet utgjør dette normalvannføringen i Hammerbekken. I flomperioder vil det i tillegg være overvann på dammen på Spillertjønna. Reguleringen i Hammerbekken gir en mer utjevnnet vannføring gjennom året, og spesielt om sommeren er vannføringen i bekken høyere i forhold til uregulert tilstand.



Figur 1. Lokalisering av Hammerbekken som renner ut i Jonsvatnet ca. 14 km sørøst for Trondheim sentrum. Elfiskestasjonene i nedre del er angitt med blå prikker (stasjon 1-3). Avgrensning av undersøkelsesområdet i nedre og øvre del av Hammerbekken er angitt med blå streker på tvers av bekkeløpet.

Hammerbekken synes å være en naturlig god gytebekk for ørret. Det er likevel satt ut ørret mer eller mindre regelmessig i nedre del av bekken, men det er usikkert hvilken effekt dette har hatt på å opprettholde bestanden. Gjedde vandrer opp i bekken fra Jonsvatnet. Gjedde er også satt ut i Spillertjønna der den nå er dominerende fiskeart (M. Haugen pers. medd.). På tross av utsetting av ørret i tjønna både i 2003 (5000 ensomrig ørret) og 2006 (5000 ettårige ørret) ble det bare fanget gjedde ved et kontrollfiske våren 2008. Gjedde finnes også i bekken ovenfor Spillertjønna der det er observert at den fanger ørretungel. Ved prøvefiske i Hammartjønna ble det bare fanget gjedde i 2002 (Nøst mfl. 2003). Våren 2006 ble det satt ut 8000 nyklekket ørretungel i Hammertjønna, men det virker som om den raskt blir spist opp av gjedda (M. Haugen pers. medd.).



Hammerbekkens øvre del. Bekken ovenfor Spillertjønna ligger i et uberørt område med myr og åpen skog. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Hammerbekkens nedre del. Bekken like ovenfor Jonsvatnet varierer mellom småstryk, stilleflytende partier og grunne kulper. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

3 Metoder

Vanntemperatur ble målt i Hammerbekken ved Hammer gård (**figur 1**) i 2008-2009(-2011) med en StowAway XTI Temperature Logger som målte temperaturen kontinuerlig hver fjerde time. Loggeren som ble lagt ut første gang 15. mai 2008, ble byttet ut med en ny av samme type 20. juni 2009. Denne ble liggende til 3. juni 2010 og erstattet med en ny logger som lå ute til 26. juni 2011. Men på grunn av tekniske problemer med de to siste loggerne ble det bare registrert temperaturdata i den første av de tre periodene (2008-2009). Vanntemperatur ble i tillegg målt med et håndholdt digitalt termometer (Hanna instruments Checktemp-1) i forbindelse med feltarbeidet i Hammerbekken i alle tre år (2008-2010).

Trondheim kommune tok Hammerbekken inn i den kommunale vannovervåkingen i 2008 for å gjøre en vurdering om vannkvaliteten var god nok for muslingene. I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver ved Hammer gård (**figur 1**) månedlig i perioden mars-november 2008. I tillegg er det inkludert resultatet av en vannprøve fra innløpet til Jonsvatnet i juni 2007. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på Analysesenteret i Trondheim.

Geist & Auerswald (2007) utarbeidet en teknikk som måler forskjellen i redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet som korrelerer med forskjellen i oksygeninnhold. Slike data har betydning for å vurdere substratets egnethet for unge muslinger som er avhengig av full oksygenmetning i sedimentet. Utstyret består av en 0,7 m lang sonde med en platina elektrode i den ene enden, en referanse-elektrode og et voltmeter. Målinger ble gjennomført både i de frie vannmasser og 5-7 cm nede i substratet. Gjennomsnittlig reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substratet er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), og mer enn 30 % reduksjon er vurdert som alvorlig. Det ble undersøkt tre stasjoner i Hammerbekken nedenfor Hammer gård i mai 2011 (stasjon 1-3, **figur 1**).

Tetthet av fiskeunger (villfisk og settefisk) ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på tre stasjoner i nedre del av Hammerbekken 2. juni 2008, 11. mai 2009, 1. juni 2010 og 21. mai 2011 (stasjon 1-3, **figur 1**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin mfl. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt før de ble sluppet ut igjen i elva. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin mfl. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom ettårige ørretunger (1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

I begynnelsen av juni 2008 ble det samlet inn 47 ettårige ørretunger fra de samme stasjonene som ble elfisket (stasjon 1-3, **figur 1**). I tillegg ble det samlet inn 15 ettårige ørretunger fra øvre del av Hammerbekken (ovenfor Spillertjønna). I midten av mai 2009 ble det tatt vare på 32 ettårige ørretunger (villfisk) og 32 ettårige settefisk fra stasjon 1-3. I tillegg ble det samlet inn 15 settefisk av ørret mellom stasjon 2 og 3 i slutten av juni 2009 som kontroll på infeksjonen av muslinglarver. I begynnelsen av juni 2010 ble det tatt vare på 32 ettårige ørretunger (villfisk) og 29 ettårige settefisk av ørret fra stasjon 1-3. I tillegg ble det samlet inn 12 settefisk av ørret mellom stasjon 2 og 3 i andre halvdel av juni 2010 som kontroll på infeksjonen av muslinglarver. I slutten av mai 2011 ble det tatt vare på 32 ettårige ørretunger (villfisk) og 25 ettårige settefisk av ørret fra stasjon 1-3. I tillegg ble det samlet inn 10 settefisk av ørret mellom stasjon 2 og 3 i andre halvdel av juni 2011 som kontroll på infeksjonen av muslinglarver.

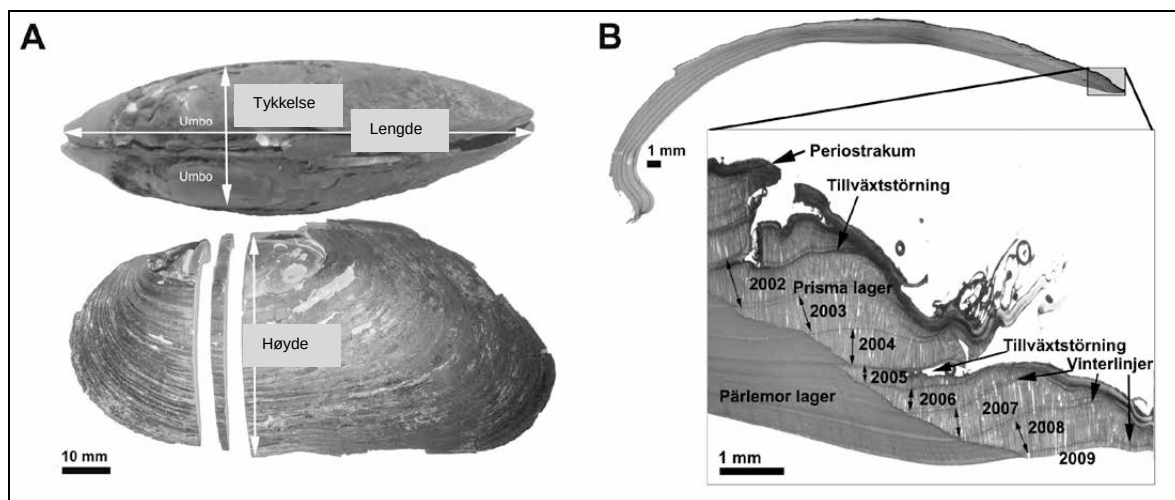
Fiskeungene ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt. Gjellene ble senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver under mikroskop på laboratoriet. Gjellene på begge sider av fisken ble dissekert ut, og muslinglarvene ble talt opp på alle gjellene. Resultatene er presentert ved bruk av termene prevalens (prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt), abundans (gjennomsnittlig antall parasitter på all fisk undersøkt,

dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk) og infeksjonsintensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk).

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført første gang ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individ (Larsen & Hartvigsen 1999) i juni-juli 2008. Som en kontroll ble det undersøkt deler av de samme områdene også i august 2009 og 2010. Hele strekningen mellom innløpet i Jonsvatnet og Hammer gård ble undersøkt i nedre del av Hammerbekken. I øvre del av bekken ble strekningen mellom innløpet av Spilertjønna og samløpet med bekken fra Steintjønna undersøkt.

På grunn av den lave tettheten av elvemusling ble det valgt å måle alle individene som ble observert under kartleggingen i juni-juli 2008 ($N = 25$). Det ble også risset inn et nummer på skallet for å skille de ulike muslingene fra hverandre. Muslinger som ble observert i 2009 ($N = 22$) og 2010 ($N = 21$) ble kontrollert med hensyn til nummer og tidligere uoppdagede muslinger ble nummerert. Alle muslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm ved hver kontroll før de ble lagt tilbake i substratet. I tillegg ble tomme (og hele) muslingskall plukket opp og lengdemålt ($N = 6$).

Fire av de tomme skallene (79-111 mm lange) ble analysert med hensyn til alder og vekst. Ingen av de voksne muslingene kunne aldersbestemmes med pålitelig resultat ved å telle vinterlinjer på utsiden av skallet, da sonene lå svært tett etter som veksten avtok med alderen. Det måtte i stedet prepareres tynnslip av skallet (**figur 2A**) som ble pusset, polert og farget for å få fram vekstlinjene (se Larsen mfl. 2011 for nærmere beskrivelse av metoden). I tverrsnitt er den relative årlige tilveksten representert av den korteste avstanden som finnes mellom to vinterlinjer (markert med svarte piler i **figur 2B**).



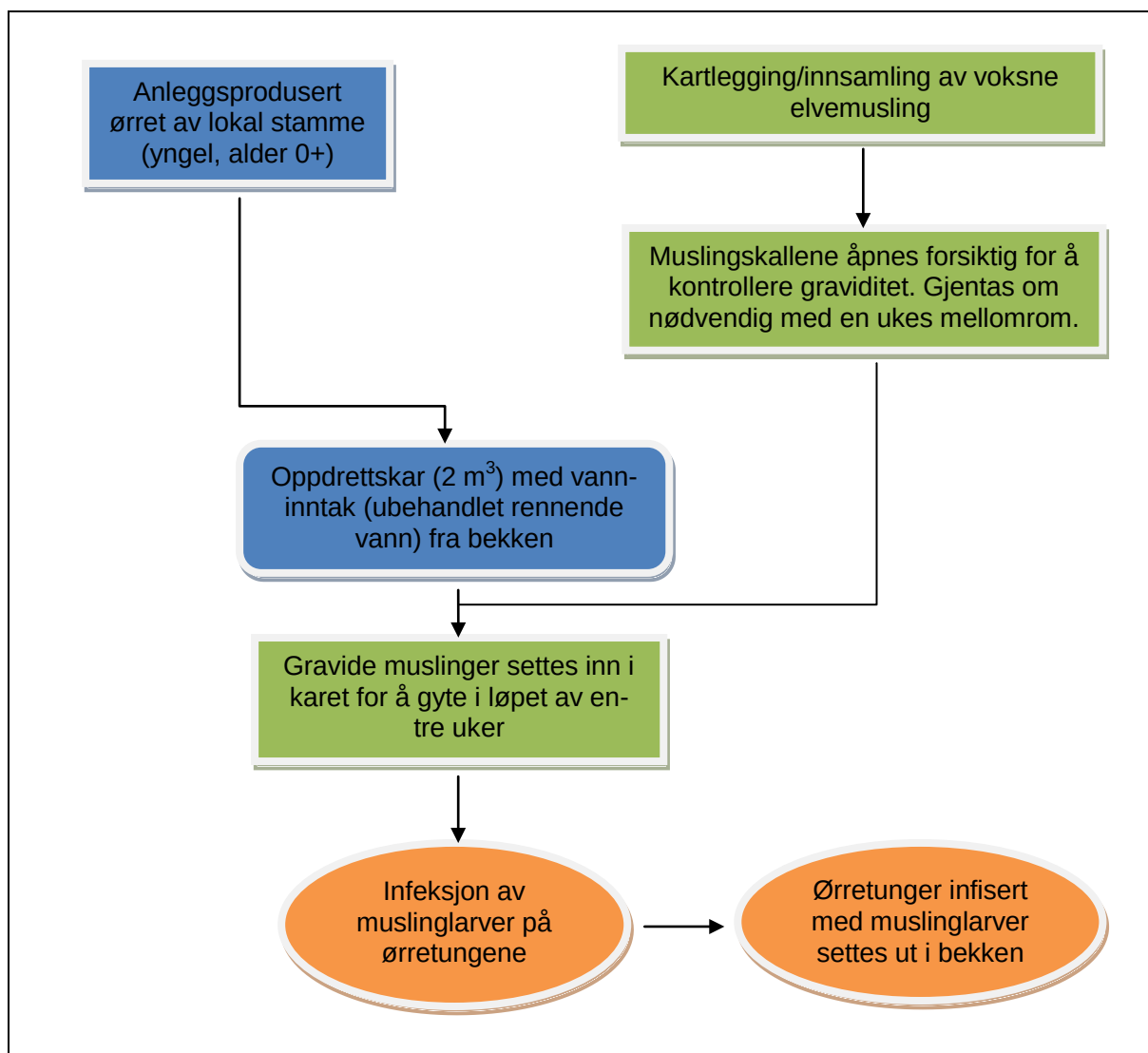
Figur 2. A. Skallenes ulike mål: Tykkelse, lengde og høyde. **B.** Tynnslip av muslingskall som er etset med Mutveis blandning og fotografert i lysmikroskop. Vinterlinjer og linjer som angir tilvekstforstyrrelser er mørkere. En tydelig tilvekstforstyrrelse som går igjennom hele skallet sees i dette eksempelet under tilveksten på våren 2005, samt på høsten 2002 og 2001. De svarte pilene markerer avstanden mellom to vinterlinjer som et mål på den relative årlige tilveksten. Foto: Elena Dunca.

Elvemuslingene i Hammerbekken ble kontrollert med hensyn til graviditet (forekomst av muslinglarver i gjellene) i 2008 (31. juli, 13. og 21.-22. august), 2009 (8., 16., 23. og 31. august) og 2010 (13. august og 5. september). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig, og inspisere gjellene i felt før muslingen ble lagt tilbake i substratet. I tillegg ble det 31. august 2009 og 13.

august 2010 undersøkt en lokalitet i Dragstelva som ligger i Klæbu kommune 7,5 km sørøst for Hammerbekken.

For å styrke bestanden av ørret og musling i nedre del av Hammerbekken, ble det utarbeidet et forslag om å sette ut ørretunger i Hammerbekken som på forhånd var infisert med muslinglarver (**figur 3**). Ørret med opphav fra Jonsvatnet ble drettet opp på settefiskanlegget som TOFA (Trondheim Omland Jakt- og Fiskeadministrasjon) har på Lundamo. Ensomrige (0+) ørret fra settefiskanlegget ble i slutten av juli eller begynnelsen av august overført til et oppdrettskar (størrelse 2 m³) som var rigget opp ved Hammer gård. Vann fra Spillertjønna ble tilført karet via en plastledning fra det lokale gårdskraftverket. Fisken ble foret med vanlig fiskefôr fra en fø-ringsautomat. For å unngå rømming fra karet og predasjon fra fugl ble karet dekket til både med nett (garn) og metallrist som var hengslet på midten for å kunne inspisere og rengjøre karet.

I 2008 ble om lag 1250 ensomrige (0+) ørret overført fra settefiskanlegget på Lundamo til oppdrettskaret ved Hammer gård. I 2009 og 2010 ble det overført om lag 1350 ensomrige (0+) ørret hvert år.



Figur 3. Skjematisk fremstilling av forsøksoppsettet og arbeidets gang i forbindelse med utsetting av ørret som infiseres med muslinglarver før utsetting.

To plastbokser med grus fra bekken ble satt inn i oppdrettskaret i begynnelsen av august hvert år. Gravide muslinger ble deretter plassert ut i plastboksene i løpet av august. I 2008 ble det satt inn en musling i hver boks 13. august, men på grunn av usikker graviditet og liten fylling ble det supplert med to nye muslinger (en i hver boks) 21. og 22. august. Disse var alle fra Hammerbekken, og ble satt tilbake på opprinnelig leveområde etter endt gyting. I 2009 ble det bare påvist én gravid musling i Hammerbekken, og i 2010 var det ingen gravide muslinger verken i øvre eller nedre del. Det ble derfor overført to gravide muslinger fra Dragstelva 31. august 2009 og 13. august 2010 som henholdsvis supplement og erstatning for muslinger fra Hammerbekken. Etter gyting ble muslingene fra Dragstelva de tatt ut av karet og avlivet.

I 2008 ble ørretungene fra oppdrettskaret (ca. 1150 individ) satt ut i Hammerbekken 3. oktober. All settefisk var på forhånd merket ved fettfinneklipping. Ørretungelen ble fordelt enkeltvis eller i små grupper tilsvarende en tetthet på ca. 52 individ pr. 100 m². All settefisk ble fordelt langs en strekning på ca. 1,1 km i den nedre delen av Hammerbekken nedenfor Hammer gård. Det ble på nytt satt ut 1250 fettfinneklippet ørret 8. oktober 2009 på den samme strekningen. Siste gruppe med infiserte ørretunger ble satt ut 12. oktober 2010 (1255 fettfinneklippet ørret) etter samme framgangsmåte som tidligere år. Tettheten av settefisk var 57 individ pr. 100 m² både i 2009 og 2010.



Plasseringen av oppdrettskaret med ørret og muslinger ved Hammerbekken. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



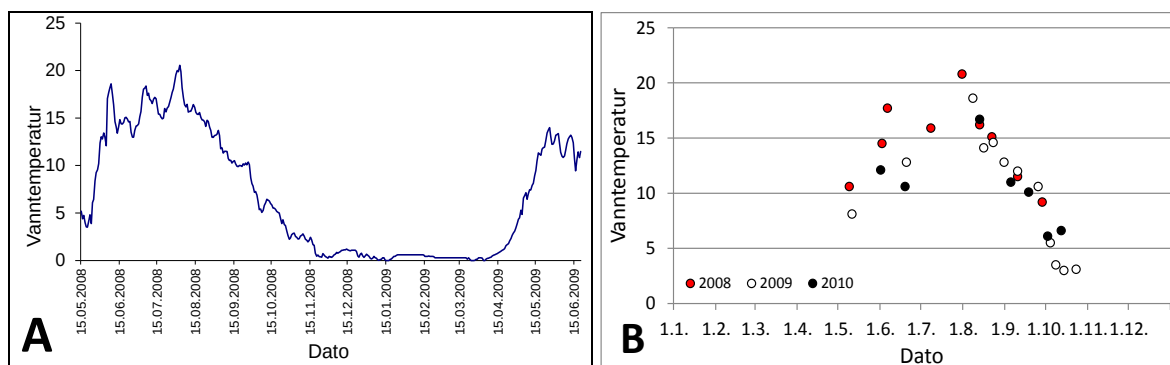
Terje Nøst, Trondheim kommune og Kay Arne Olsen, TOFA sorterer og teller opp ørretunger for utsetting i Hammerbekken høsten 2009. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

4 Resultater

4.1 Vanntemperatur

Vanntemperaturen i Hammerbekken målt ved Hammer gård sommeren 2008 var høyest i månedsskiftet juli/august med maksimum 20,6 °C (**figur 4A**). Gjennomsnittstemperaturen for juli og august 2008 var henholdsvis 16,9 og 15,6 °C. Temperaturen var lav og nær null i en periode på fem måneder fra midten av november til midten av april. Gjennomsnittstemperaturen for desember-mars var 0,2-0,8 °C.

Variasjonen i vanntemperatur var størst mellom år om våren, og 2008 hadde høyere vanntemperatur fra midten av mai til midten av juni sammenlignet med 2009 (**figur 4A**). Dette støttes også av stikkprøvene tatt med håndholdt termometer som indikerer at temperaturen hele forsommeren var høyere i 2008 enn i 2009 og 2010 (**figur 4B**). Dette har betydning for den årlige tilvekst, men også i modning av kjønnseller, vekst og utvikling av muslinglarvene under graviditeten. Dette er igjen avgjørende for når muslinglarvene slippes ut i vannet og når muslinglarvene fester seg på gjellene til ørretungene i oppdrettskaret.



Figur 4. Vanntemperatur i Hammerbekken ved Hammer gård. **A.** Målt ved kontinuerlig data-logging i perioden 15. mai 2008 – 20. juni 2009. **B.** Målt med håndholdt digitalt termometer i 2008–2010.

4.2 Vannkvalitet

Vannkvaliteten i Hammerbekken målt ved Hammer gård var stabil gjennom året, og standardavviket var lavt for alle parametere (**tabell 1**). Det var ingen forsurening, og pH lå hele tiden nær 7,0. Turbiditeten var lav, og ingen målinger var høyere enn 1,0 NTU. Næringsinnholdet var naturlig lavt med gjennomsnittlige verdier for nitrat og total fosfor på henholdsvis 25 og 2,8 µg/l. Hammerbekken hadde en moderat høy vannfarge med et gjennomsnitt på 48 mg Pt/l (**tabell 1**). Dette skyldes hovedsakelig humussyrer som kommer fra naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedslagsfeltet. Alle de vannkjemiske måleverdiene var lavere enn det som antas å være kritiske verdier i lokalteter med elvemusling (jf. Degerman mfl. 2009).

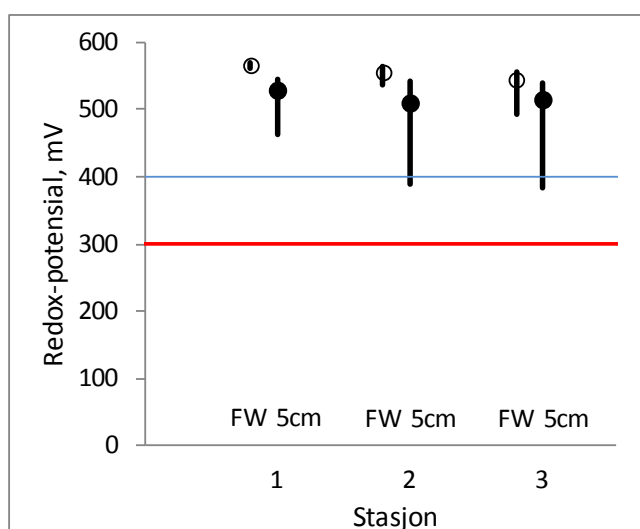
I Hammerbekken ble det ikke målt redokspotensial mindre enn 300 mV på noen av stasjonene i mai 2011 (**figur 5**), og reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var bare 5-8 % (**tabell 2**). Dette tilsvarer god vannkvalitet på alle stasjonene, og bekken framstår som et godt oppvekstområde for elvemusling.

Tabell 1. Vannkvaliteten i Hammerbekken ved Hammer gård i 2008. En vannprøve fra 05.06.07 som er tatt ved innløp Jonsvatnet er også inkludert. Resultatene er angitt ved turbiditet (Turb, NTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/cm), pH, alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv/l}$), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klorid (Cl, mg/l), nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$), total fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$) og totalt syreraktivt aluminium (Tr-Al, $\mu\text{g/l}$).

Dato	Turb NTU	Farge mgPt/l	Kond mS/cm	pH	Alk $\mu\text{ekv/l}$	Ca mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	NO_3 $\mu\text{g/l}$	Tot-P $\mu\text{g/l}$	Tr-Al $\mu\text{g/l}$
05.06.07	0,43	39	44	7,00	182	4,14	3,24	5,16	40	2,7	75
04.03.08	0,34	58	38	6,72	102	2,87	3,53	6,12	36	1,5	119
08.04.08	0,25	59	40	6,78	106	2,87	3,74	6,29	34	1,9	123
15.05.08	0,43	41	43	6,82	100	2,10	2,59	3,76	10	3,0	77
18.06.08	0,65	41	35	7,04	143	2,96	2,76	3,91	13	4,7	68
21.07.08	0,37	40	37	7,08	159	3,27	2,72	3,94	14	2,6	53
20.08.08	0,83	33	40	7,19	187	3,69	2,79	4,00	19	2,6	65
16.09.08	0,50	59	41	7,12	186	3,87	3,03	4,16	26	2,7	74
14.10.08	0,52	59	39	7,05	157	3,41	2,98	4,43	21	3,9	88
13.11.08	0,34	50	34	7,12	162	3,38	2,85	4,29	38	2,1	79
Gj.snitt	0,47	48	39	6,99	148	3,26	3,02	4,61	25	2,8	82
sd	0,17	10	3	0,16	35	0,59	0,37	0,93	11	0,9	23

Tabell 2. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Hammerbekken i mai 2011. Antall målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5-7 cm dyp i substratet (5) er vist. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser og på 5-7 cm dyp i substratet er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

St.	Dybde (cm)	Antall målinger	Redoksverdi (mV) Median	Prosent reduksjon i redoksverdi (%)
1	FW	6	567	
	5	12	530	6,5
2	FW	6	556	
	5	12	511	8,2
3	FW	6	545	
	5	12	516	5,4



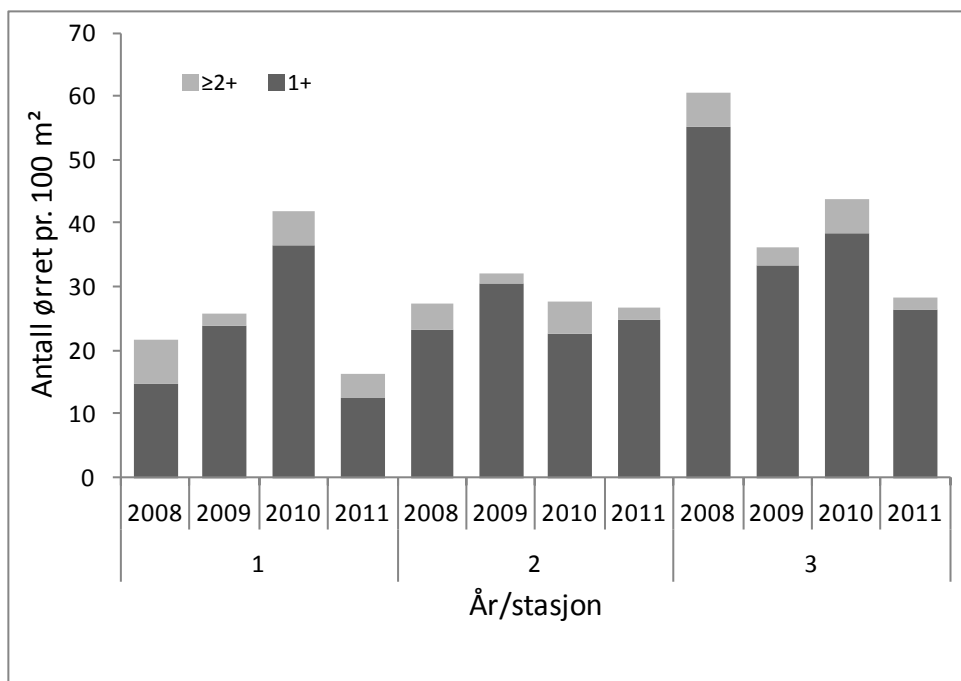
Dybde	Stasjon	N	Redokspotensial, mV		
			>400	300-400	<300
FW	1	6	100,0	0	0
	2	6	100,0	0	0
	3	6	100,0	0	0
5 cm	1	12	100,0	0	0
	2	12	91,7	8,3	0
	3	12	91,7	8,3	0

Figur 5. Redoksmålinger i Hammerbekken i mai 2011. Median, minimum- og maksimumverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5-7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300-400 og <300 mV.

4.3 Fisk

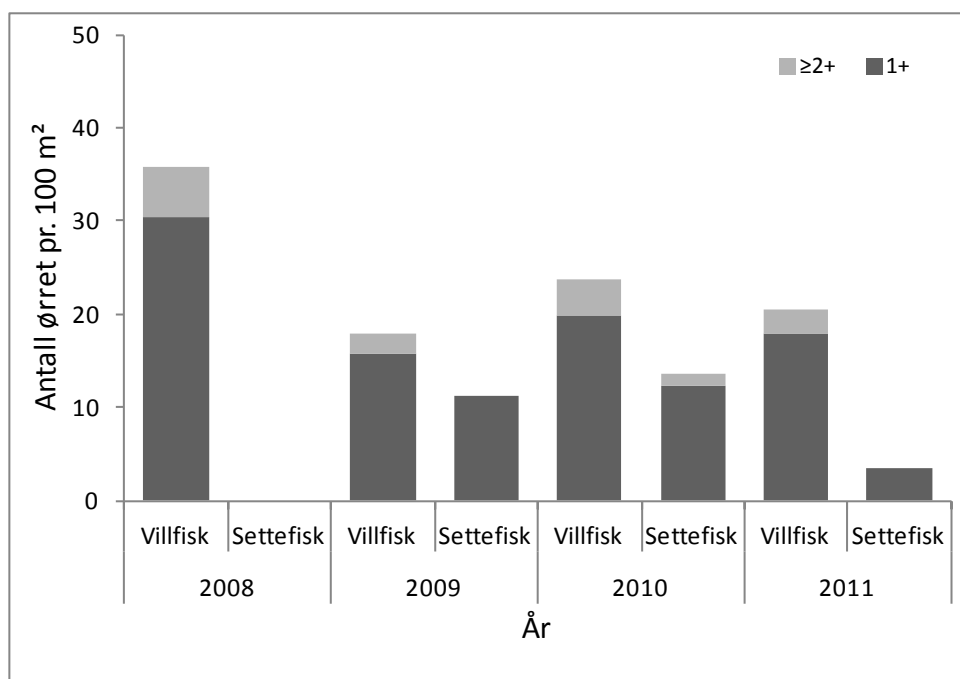
4.3.1 Tetthet av ørret

Ørret forekom i moderat høy tetthet i nedre del av Hammerbekken på strekningen mellom Hammer gård og innløpet til Jonsvatnet i 2008-2011 (**figur 6**). Det var høyest tetthet av ørret på den øverste stasjonen (stasjon 3) med 27-61 individ pr. 100 m². Gjennomsnittlig tetthet for ettårige ørretunger (alder 1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$) var henholdsvis 31 og 5 individ pr. 100 m² i begynnelsen av juni 2008, 35 og 2 individ pr. 100 m² i midten av mai 2009, 32 og 5 individ pr. 100 m² i begynnelsen av juni 2010 og 21 og 3 individ pr. 100 m² i slutten av mai 2011. Første året var all ørret villfisk, men fra 2009 kom det inn ettårige settefisk (**figur 7**). Dette gjorde at andelen villfisk ble redusert, men den samlede tettheten var likevel om lag den samme i de tre første årene. I 2011 falt tettheten noe i forhold til tidligere år på grunn av lavere tetthet av settefisk (**figur 7**). I 2010 kom det i tillegg til ettårig settefisk også inn toårig settefisk i Hammerbekken. Settefisk utgjorde henholdsvis 41, 39 og 16 % av antallet ettårige ørretunger som ble fanget våren 2009, 2010 og 2011. Det var påfallende lite settefisk i 2011 sammenlignet med de to andre årene.



Figur 6. Tetthet av ettårige ørretunger (1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$) i Hammerbekken våren 2008-2011. Tettheten er angitt som antall ørret pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon (1,2 og 3).

Tettheten av ettårige settefisk ble beregnet til henholdsvis 11, 12 og 4 individ pr. 100 m² i 2009, 2010 og 2011. Dette ga en gjenfangst på 22 % i 2009 og 2010, men bare 6 % i 2011. Det betyr at det fortsatt var igjen anslagsvis 250 og 270 settefisk i Hammerbekken våren 2009 og 2010, men bare 77 settefisk i 2011. Nå underestimerer elfiske den reelle tettheten av fisk på de undersøkte arealene, og det betyr i realiteten at antall settefisk kan være noe høyere enn beregnet.



Figur 7. Tetthet av ettårige ørretunger (1+) og eldre ørretunger (≥2+) i Hammerbekken våren 2008-2010. Tettheten er fordelt på villfisk og settefisk angitt som gjennomsnittlig antall ørret pr. 100 m² elveareal for alle stasjonene (1,2 og 3) samlet.

Ørreten i Hammerbekken hadde moderat god vekst, og de ettårige ørretungene (villfisk) var i gjennomsnitt 72, 55, 67 og 64 mm i 2008-2011 (**tabell 3**). Lengden på villfisken var størst i 2008. Ørretungene var større i 2010 og 2011 enn i 2009, men dette henger sammen med innsamlingstidspunktet som varierte to-tre uker mellom år. Settefisken var generelt mye større enn villfisken fanget på samme tid. Den ettårige settefisken var i gjennomsnitt 78, 94 og 107 mm i 2009-2011 (**tabell 3**). Settefisken var reelt større i slutten av mai 2011 sammenlignet med de to andre årene da settefisken var større allerede ved utplassering i fiskekaret i juli 2010.

Det ble bare påvist ørret ved elfiske i Hammerbekken i 2010 og 2011. Tidligere er det funnet gjedde (ett individ i 2008 og tre individ i 2009) i den nedre delen av Hammerbekken (stasjon 1 og 2; Larsen 2009).

Tabell 3. Gjennomsnittlig lengde (mm) av ettårig (1+) ørret i Hammerbekken våren 2008-2011. Minste og største lengde er angitt i parentes. SD = standardavviket av gjennomsnittlig lengde.

År	Dato	Villfisk			Settefisk		
		Gj.snitt lengde, mm	SD	Antall	Gj.snitt lengde, mm	SD	Antall
2008	02.06.	72 (57-95)	9	113	-	-	0
2009	11.05.	55 (42-77)	8	49	78 (63-100)	8	37
2010	01.06.	67 (55-81)	7	57	94 (72-112)	9	37
2011	21.05.	64 (48-83)	8	59	107 (84-125)	10	25

4.3.2 Muslinglarver på gjellene til ørret i Hammerbekken (villfisk og settefisk)

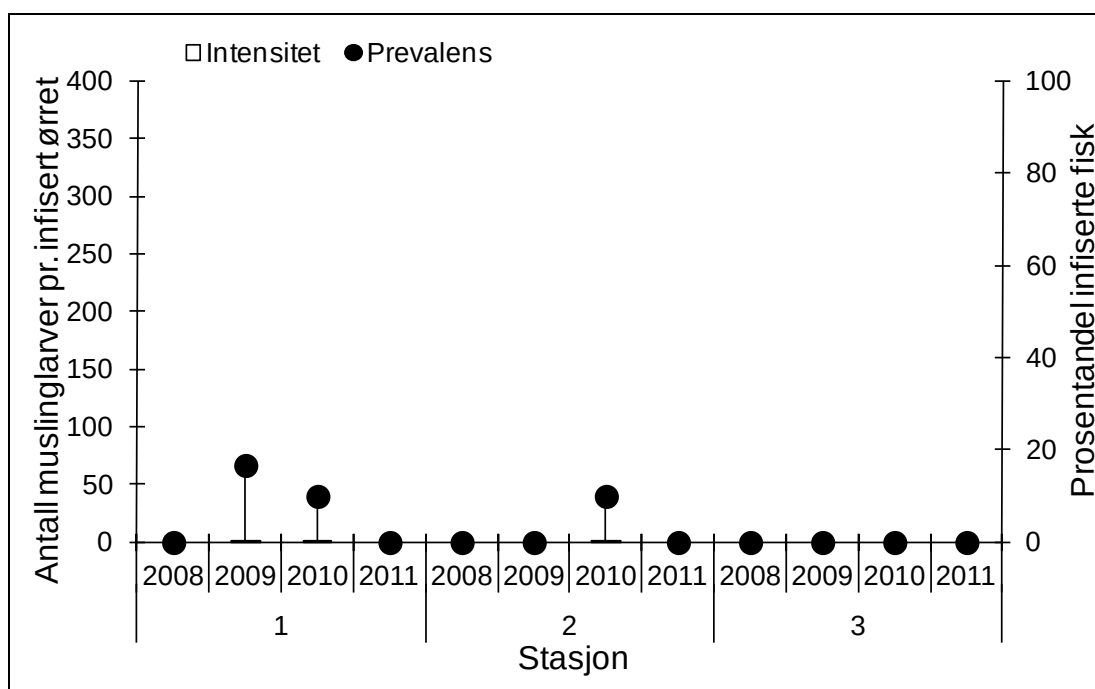
Det ble funnet muslinglarver på gjellene til tre (av 30) ørret i bekken ovenfor Spillertjønna høsten 2005 (Larsen 2007). Bare én (av 15) ørret var infisert (med én muslinglarve) på den

samme strekningen i begynnelsen av juni 2008. Dette viste at muslingene var i stand til å formere seg, men at andelen ørret som var infisert og antall larver som ble funnet på fisken var vesentlig lavere enn forventet.

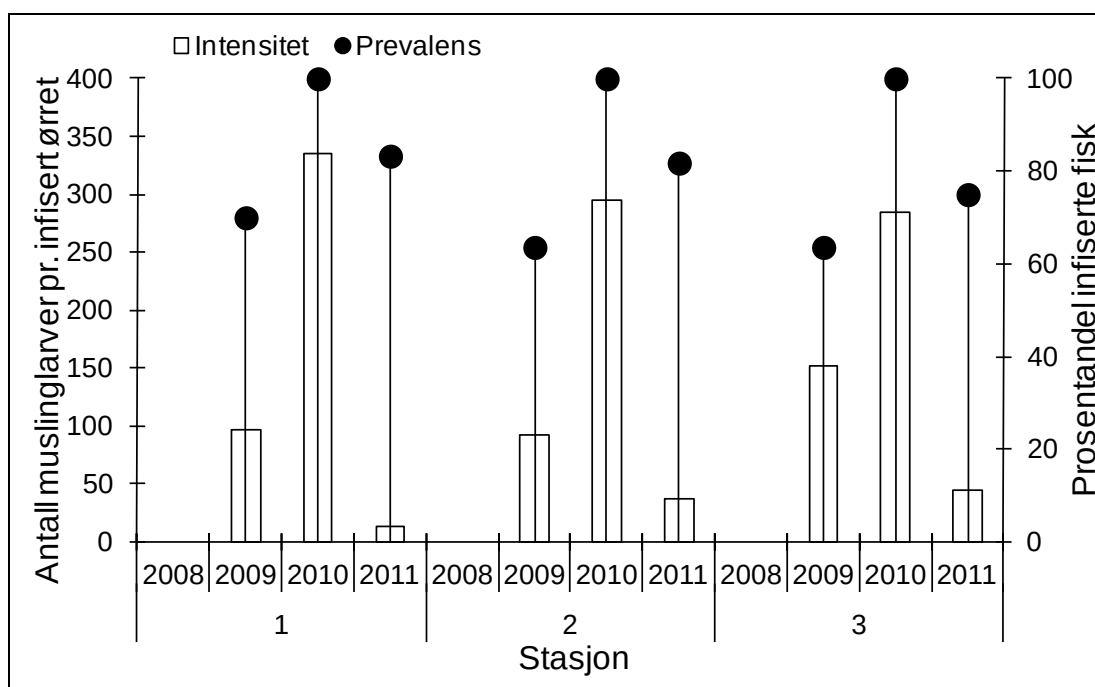
Ingen av de undersøkte ørretungene som ble fanget nedenfor Hammer gård var infisert med muslinglarver i 2005 og 2008 (Larsen 2007; 2009). I mai 2009 derimot ble det funnet to (av 12) ettårige ørretunger som begge hadde én muslinglarve hver på stasjon 1 (Larsen 2009) (**figur 8**). I 2010 ble det på nytt funnet to ørretunger med én muslinglarve hver på gjellene; ett individ på stasjon 1 og ett individ på stasjon 2 (Larsen 2010a). Da avløpsvannet fra forsøkskaret drenerer direkte til bekken, kan muslinglarver på gjellene til villfisk i disse årene stamme fra oppdrettskaret eller ørretunger infisert med muslinglarver like nedstrøms karet kan ha forflyttet seg nedover i bekken i løpet av vinteren og våren. I oktober 2010 ble 13 ørretunger kontrollert like nedstrøms karet for å sjekke dette. To av ørretungene var da infisert med til sammen tre muslinglarver, og bekreftet at muslinglarver som fulgte med avløpsvannet var i stand til å feste seg på ørret i bekken.

Resultatet fra gjelleundersøkelsene av ørret fra Hammerbekken bekreftet at det er lite eller ingen naturlig produksjon av muslinglarver på strekningen mellom Hammer og utløpet i Jonsvatnet. Muslingene var begrenset til en liten strekning nær utløpet i Jonsvatnet, og hovedsakelig nedenfor det området som ørretungene var blitt samlet inn fra.

I mai 2009 ble det funnet muslinglarver på gjellene til 64-70 % av settefiskens samlet inn på stasjon 1-3 i Hammerbekken (**figur 9**). Intensiteten varierte mellom 92 og 152 muslinglarver. Det var en vesentlig høyere infeksjon i begynnelsen av juni 2010 da all settefisk var infisert med 285-336 muslinglarver i gjennomsnitt på de tre fiskestasjonene (**figur 9**). Det var et betydelig dårligere resultat igjen i 2011 da 75-83 % av settefiskens var infisert med bare 14-44 muslinglarver i gjennomsnitt.



Figur 8. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårig ørret (1+)(villfisk) i Hammerbekken våren 2008-2011 presentert som prevalens (= prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk).



Figur 9. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårig ørret (1+)(settefisk) i Hammerbekken våren 2009-2011 presentert som prevalens (= prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk). Det var ikke satt ut ørret i 2007, og settefisk inngår derfor ikke i fangsten i 2008.

4.3.3 Karforsøk - muslinglarver på gjellene til ørret (settefisk)

Ørretungene i oppdrettskaret ble kontrollert fem ganger i løpet av høsten 2008 med 9-12 dagers mellomrom for å kontrollere infeksjonen av muslinglarver på gjellene. Første prøvetaking var 21. august, og da ble det allerede funnet to muslinglarver på en av de 10 ørretungene som ble undersøkt (**figur 10**). En kontroll av muslingene i karet 10. september viste at muslingene som var satt inn 13. august hadde tømt seg helt, mens de to muslingene som ble satt inn i karet 21.-22. august fortsatt hadde larver igjen i gjellene. Dette gjorde at det ble en økning i antall larver på ørretungene helt fram til slutten av september (**figur 10**). I begynnelsen av oktober var fortsatt 93 % av ørretungene infisert med litt over hundre muslinglarver i gjennomsnitt (105 larver pr. infisert ørret).

Selv om det var en reduksjon i prevalens fra 93 % i oktober 2008 til 66 % i mai 2009 var antall muslinglarver på den infiserte fisken fortsatt like høyt (**figur 10**). Det var i gjennomsnitt 113 muslinglarver på gjellene til ørretungene som fortsatt var infisert, og høyeste antall larver på en enkelt fisk var 441 individ. Muslinglarvene slapp seg av gjellene til ørretungene i andre halvdel av juni. Det var bare 27 % av settefisk som fortsatt var infisert i slutten av juni 2009 (**figur 10**). Intensiteten var falt til 8 muslinglarver og høyeste antall på en enkelt ørretunge var bare 12 muslinglarver.

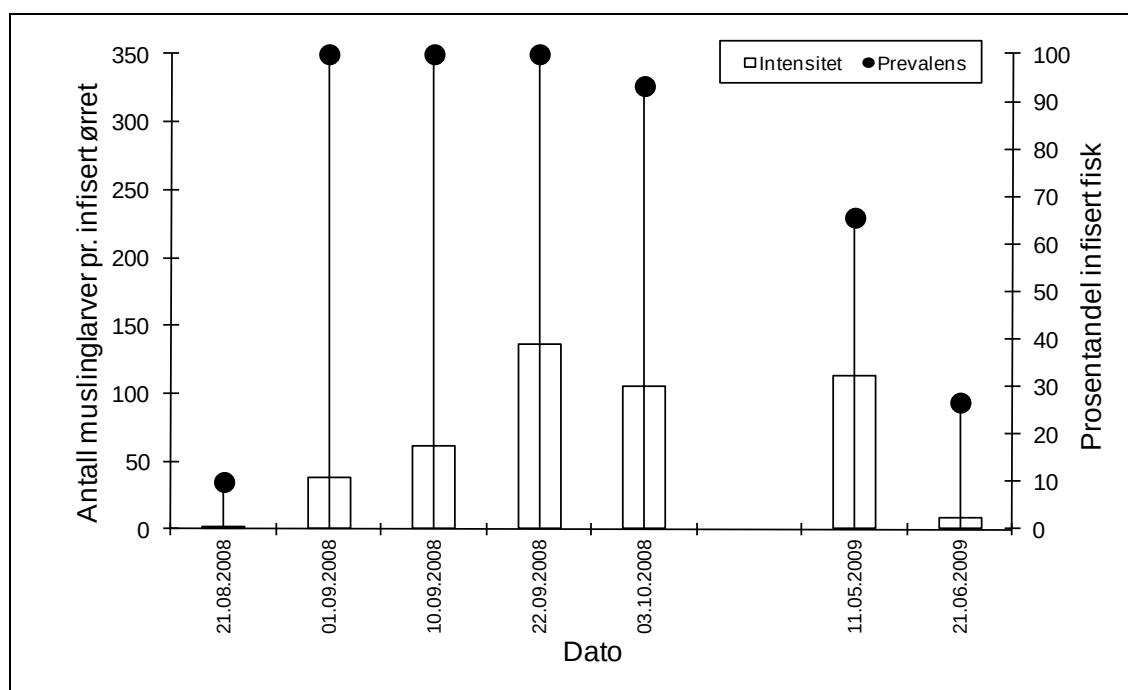
Ørretungene i infeksjonsforsøket ble kontrollert seks ganger i løpet av høsten 2009 med 7-10 dagers mellomrom for å kontrollere forekomsten av muslinglarver på gjellene. Første prøvetaking var 10. september, og da ble det allerede funnet et høyt antall muslinglarver på alle de 15 ørretungene som ble undersøkt (224 muslinglarver i gjennomsnitt; **figur 11**). Ved kontroll av muslingene i karet 10. september hadde muslingene fra Dragstelva som var satt inn 31. august tømt seg helt. Den ene muslingen fra Hammerbekken som også ble satt inn i karet 31. august hadde derimot fortsatt larver igjen i gjellene. Dette individet tømte seg ikke før i månedsskiftet september/oktober, og dette gjorde at det var en økning i antall larver på ørretungene i begyn-

nelsen av oktober tilsvarende om lag 100 muslinglarver pr. infisert ørret (**figur 11**). Alle ørretungene var fortsatt infisert 23. oktober med litt over tre hundre muslinglarver i gjennomsnitt (303 larver pr. infisert ørret).

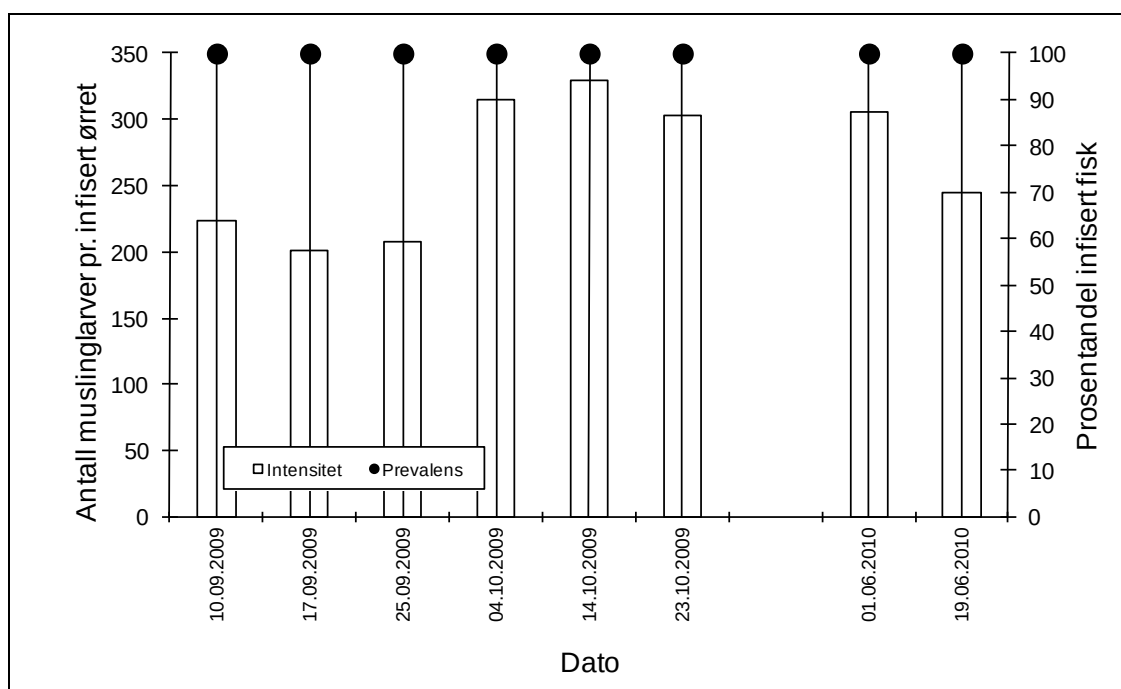
Det var ingen reduksjon i prevalens fra oktober 2009 til juni 2010 (**figur 11**). Alle ørretungene hadde fortsatt muslinglarver på gjellene helt fram til 19. juni 2010 som var siste kontroll. Det var fortsatt mer enn tre hundre muslinglarver i gjennomsnitt på gjellene til ørretungene i begynnelsen av juni 2010 (306 larver pr. infisert ørret). Høyeste antall larver på en enkelt fisk var 724 individ. Mot midten av måneden begynte en del av larvene å slippe seg av fisken, og 19. juni hadde antallet muslinglarver avtatt til 245 larver i gjennomsnitt pr. infisert ørret. Det er antatt at de fleste muslinglarvene ville ha forlatt ørretungene mot slutten av måneden.

Ørretungene i oppdrettskaret ble kontrollert fire ganger i løpet av høsten 2010 med 10-14 dagers mellomrom for å kontrollere infeksjonen av muslinglarver på gjellene. Første prøvetaking var 5. september, og da ble det allerede funnet 20 muslinglarver i gjennomsnitt på 60 % av de 15 ørretungene som ble undersøkt (**figur 12**). Den ene av muslingene i karet hadde allerede frigitt alle larvene 5. september, mens det fortsatt var en mindre rest igjen i den andre muslingen. Dette gjorde at det ble en økning i antall larver på ørretungene helt fram til begynnelsen av oktober (**figur 12**). I midten av oktober var fortsatt 94 % av ørretungene infisert med 120 muslinglarver i gjennomsnitt.

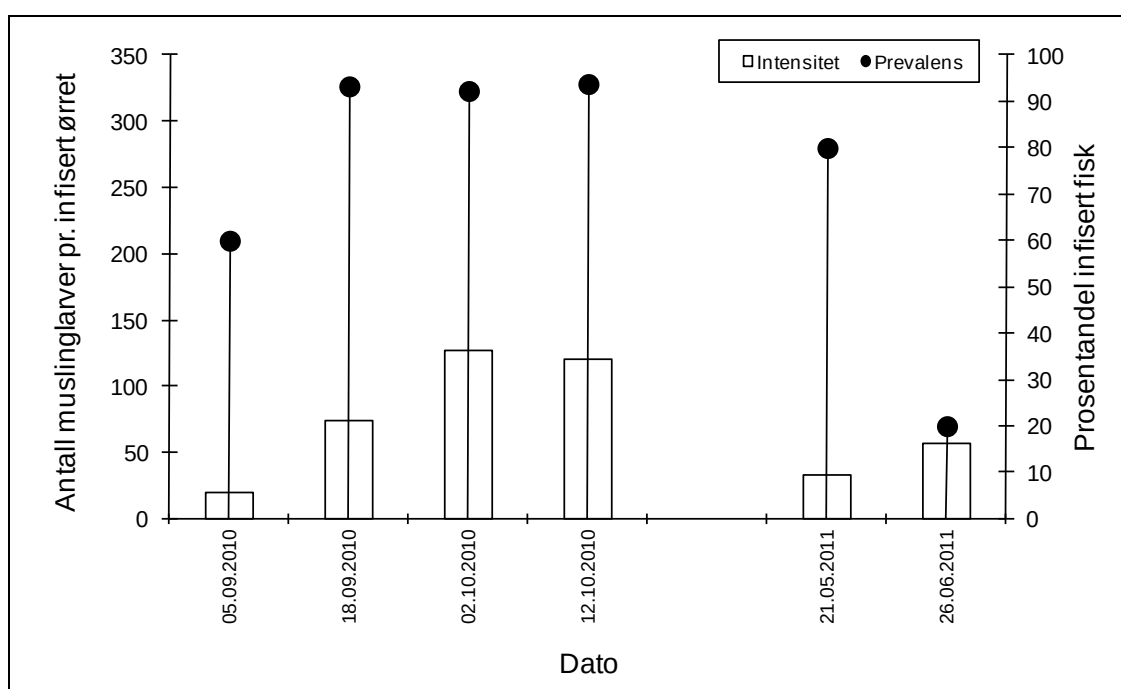
Det var en mindre reduksjon i prevalens fra oktober 2010 til mai 2011 (**figur 12**), og antall larver var redusert til 33 individ i gjennomsnitt. Høyest antall på en enkelt fisk var 138 muslinglarver. I andre halvdel av juni hadde mange av ørretungene mistet larvene, og prevalensen hadde avtatt til 20 %. Det er antatt at de fleste muslinglarvene ville ha forlatt ørretungene mot slutten av måneden.



Figur 10. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørretunger som ble infisert med muslinglarver høsten 2008. Resultatene er presentert som prevalens (prosentandel ørret som var infisert; svarte sirkler) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk; hvite søyler).



Figur 11. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørretunger som ble infisert med muslinglarver høsten 2009. Resultatene er presentert som prevalens (prosentandel ørret som var infisert; svarte sirkler) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk; hvite søyler).



Figur 12. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørretunger som ble infisert med muslinglarver høsten 2010. Resultatene er presentert som prevalens (prosentandel ørret som var infisert; svarte sirkler) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk; hvite søyler).

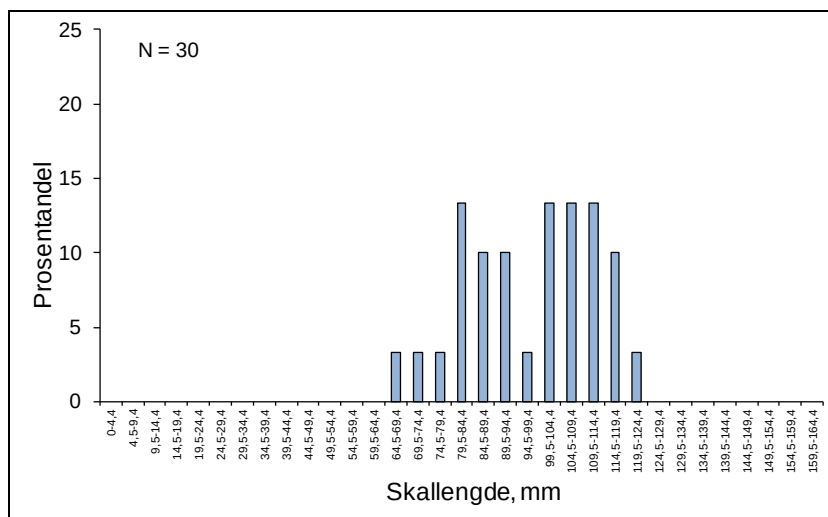
Varigheten av det parasittiske stadiet på ørretungene var nær 10 måneder i Hammerbekken, men noe forskjøvet i tid mellom år. I 2008/2009 kan vi tidfeste hovedvekten av muslinglarvenes opphold på ørretungene til perioden fra 25. august til 21. juni. Dette tilsvarte 300 døgn, eller om lag 1255 døgngrader.

4.4 Elvemusling

Den gjenværende bestanden av elvemusling i Hammerbekken var svært liten, og bare store (og gamle) muslinger ble observert i 2008-2010 (**figur 13**). Det var totalt 14 muslinger i nedre del (mellom Jonsvatnet og Hammer gård) i 2008, men en av disse ble ikke gjenfunnet i 2009 og 2010. I øvre del av Hammerbekken (ovenfor Spillertjønna) ble det funnet 11 muslinger i 2008. I august 2009 ble det påvist ytterligere tre levende muslinger på strekningen. Samtidig ble det funnet to tomme skall (døde muslinger) som var registrert som levende i 2008. I 2010 ble det registrert ytterligere to nye individ. Totalt kan det fortsatt være 14 levende muslinger ovenfor Spillertjønna, men bare åtte av disse påvist i 2010.

Lengden av alle levende muslinger funnet i Hammerbekken i 2008-2010 varierte mellom 67 og 122 mm med et gjennomsnitt på 98 mm (SD = 15; N = 30). To av disse muslingene ble senere funnet døde (79 og 80 mm lange). I tillegg er det funnet fire tomme skall med lengde fra 102 til 111 mm.

Det ble undersøkt tilvekst til muslingene i Hammerbekken mellom 2008 og 2010. Bare 18 av muslingene i Hammerbekken ble lengdemålt i begge år og inngår i beregningen. Gjennomsnittlig lengde var henholdsvis 104,9 og 105,9 mm i 2008 og 2010. Dette gir en årlig tilvekst på 0,5 mm i gjennomsnitt. De eldste muslingene (>100 mm) hadde ingen eller ubetydelig tilvekst i løpet av de to årene (0,3 mm, N = 13). De yngste muslingene (<100 mm) hadde vokst 2,8 mm i samme periode (N = 5).

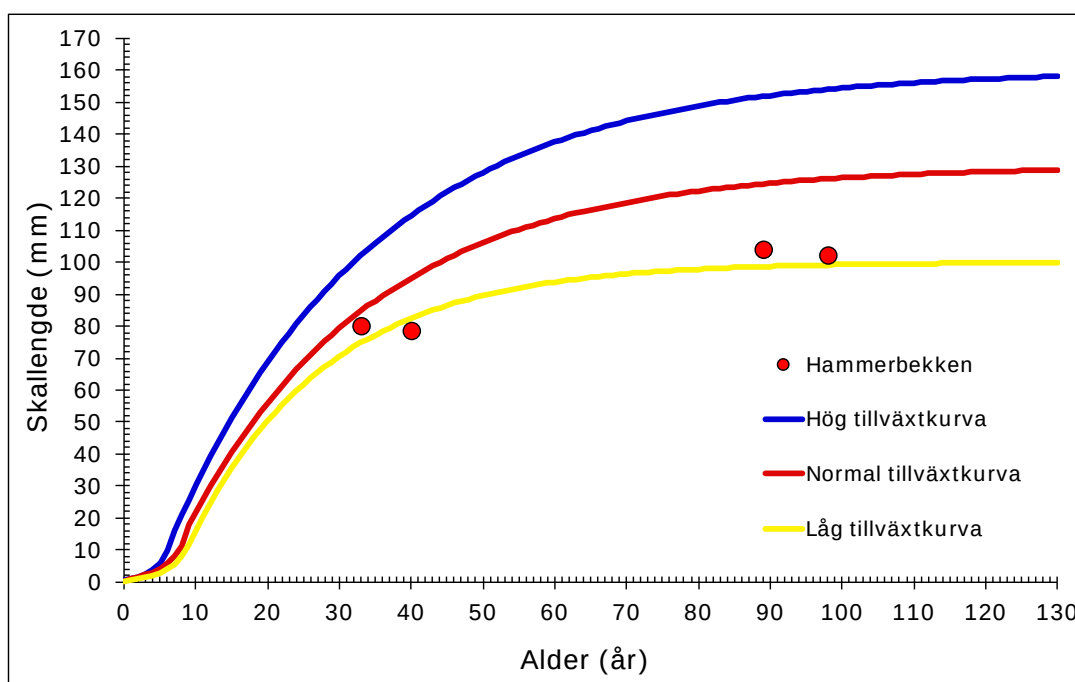


Figur 13. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Hammerbekken i 2008-2010.

De fire voksne muslingene (tomme skall) som ble aldersbestemt i Hammerbekken varierte i alder fra 33 til 98 år, og skallengden var mellom 79 og 104 mm (**tabell 4**). Alle vintersonene var imidlertid ikke synlige på grunn av slitasje og erosjon av skallet. Antall tilvekstringer i den umbonale delen av skallet ble derfor estimert og lagt til det antall år som ble identifisert i musling-skallet. Dette gir en viss usikkerhet i aldersbestemmelsen. Det ble imidlertid bekreftet at tilveksten til de voksne muslingene var lav i Hammerbekken, og forholdet mellom alder og vekst tilsvarte en veksthastighet lik det som er definert som lav tilvekstkurve (se Dunca mfl. 2011, **figur 14**).

Tabell 4. Aldersbestemmelse av elvemusling fra Hammerbekken. Skallenes ytre mål (labmåling) og alder er oppgitt. * Estimert alder av den eroderte delen av skallet (umbonal del) er angitt i parentes og inngår i oppgitt alder.

Stasjon	Musling – løpenr.	Alder (år)*	Lengde (mm)	Høyde (mm)	Tykkelse (mm)
Nedre	1	89 (13)	104,1	53,5	31,9
	3	98 (16)	102,3	48,3	29,9
Øvre	5	40 (8)	78,7	42,0	22,9
	6	33 (10)	80,2	41,3	22,8



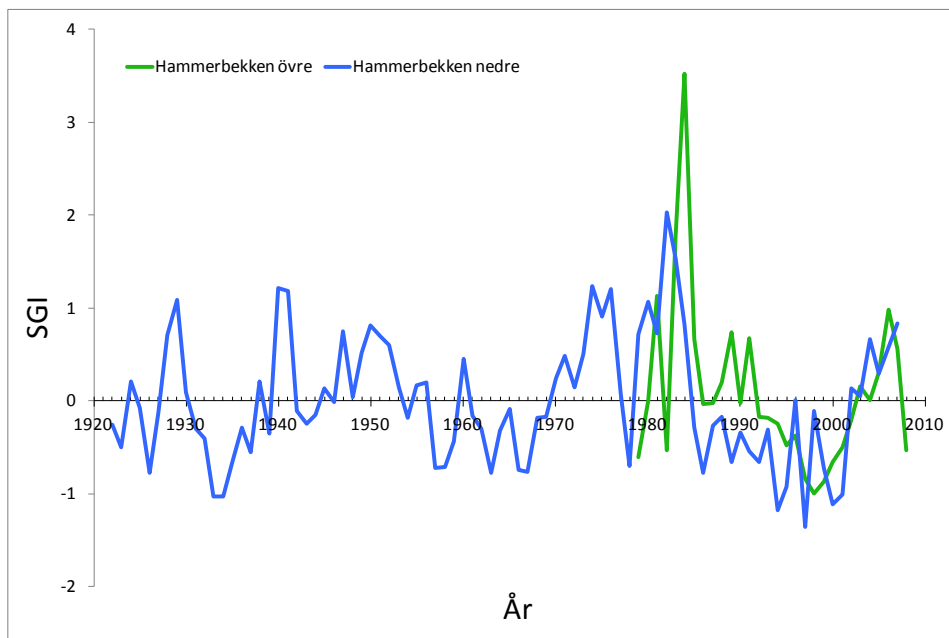
Figur 14. Diagram som representerer forholdet mellom muslingenes alder og skallets total-lengde i Hammerbekken til sammenligning med tre vanlige tilvekstkurver for elvemusling ("høy", "normal" og "lav tilvekstkurve").

Det var periodevis store variasjoner i årlig tilvekst fra individ til individ, men i større grad mellom øvre og nedre del av Hammerbekken. Generelt sett var det bare små eller moderate variasjoner i tilvekst mellom år fra 1920-tallet og fram til 1980 i Hammerbekken (SGI mellom -1 og 1; **figur 15**). Skalltilveksten ble deretter noe høyere enn forventet på 1980-tallet (SGI >1), og noe lavere enn forventet i deler av 1990-tallet (SGI <-1). Det var en økende tilvekst igjen på 2000-tallet.

Det var en lav og avtagende graviditetsfrekvens i Hammerbekken i 2008-2010 (**tabell 5**). Bare 3 av 13 muslinger (23 %) var gravide i midten av august 2008 i nedre del av Hammerbekken, og i øvre del av Hammerbekken var bare 2 av 10 muslinger (20 %) gravide på samme tidspunkt. I 2009 var bare 1 av 13 muslinger (8 %) gravide i slutten av august 2009 i nedre del av Hammerbekken, og ingen gravide muslinger ble funnet i øvre del i 2009 (**tabell 5**). I 2010 var det ingen gravide muslinger i noen del av Hammerbekken.

Den ene av muslingene som ble satt inn i oppdrettskaret høsten 2008 hadde ubefruktede egg eller nylig befruktede egg i gjellene 31. juli. Vi kan derfor anta at graviditeten til dette individet startet bare få dager i forkant. Ved kontroll 13. august og 21. august var det fortsatt larver i gjellene, men 10. september var muslingen tom. De første larvene ble observert på ørret 21.

august, men muslingen hadde neppe tømt seg helt før nærmere 25. august. Dette gir en graviditetsperiode på 29 dager i 2008, tilsvarende 481 døgngader for å fullføre utviklingen fra egg til moden larve. Den ene muslingen fra Hammerbekken som ble satt inn i oppdrettskaret høsten 2009 startet graviditeten ca. 20. august; mer enn tre uker senere enn året før. Den hadde fortsatt muslinglarver i gjellene 25. september, men ved en ny kontroll 4. oktober var den tom. Graviditeten var antagelig avsluttet i slutten av september; om lag fire uker senere enn i 2008. Dette viser at det kan være store årlige variasjoner i tidspunktet for graviditeten.



Figur 15. Diagram som representerer gjennomsnittlig årlig tillvekst for muslinger på to stasjoner i Hammerbekken. Da de to kurvene bare er basert på gjennomsnittlig tilvekst for to muslinger hver er det viktig å tolke endringene over tid med forsiktighet.

Tabell 5. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Hammerbekken i 2008-2010. For beliggenhet av nedre og øvre strekning, se **figur 1**.

Strekning	År	Dato	Antall muslinger undersøkt	Gravide muslinger	
				Antall	Prosentandel
Nedre	2008	31.07.	14	2	14,3
		13.08.	13	3	23,0
		21.08. ¹⁾	4	1	-
	2009	08.08.	10	0	0
		16.08.	11	0	0
		23.08.	13	1	7,7
		31.08.	13	1	7,7
	2010	13.08.	13	0	0
		05.09.	12	0	0
Øvre	2008	31.07.	9	0	0
		22.08.	10	2	20,0
	2009	23.08.	6	0	0
		31.08.	8	0	0
	2010	13.08.	8	0	0

¹⁾ Ingen fullstendig kartlegging

5 Oppsummering

Bestanden av elvemusling i Hammerbekken er sterkt truet, og antall muslinger er mindre enn 30 individer til sammen. I et forsøk på å bevare og styrke denne bestanden av elvemusling ble det gjort forsøk med infeksjon av ørretunger før disse ble satt ut i Hammerbekken første gang høsten 2008. Resultatene fra første året virket lovende (Larsen 2009), og forsøket ble utvidet med nye utsetninger høsten 2009 og 2010.

Tilsvarende fiskeutsetninger av infisert ørret (med til sammen flere millioner muslinglarver) i Tyskland på 1970- og 1980-tallet ga ingen økning i antall unge muslinger (Buddensiek 1995). Dette kom i all hovedsak av at vannkvaliteten og leveområdene til muslingene var for dårlige slik at de unge muslingene døde i løpet av kort tid. Årsaken til bestandsnedgangen ble ikke fjernet, og tross mange år med utsetninger av ørretunger ble det ingen vellykket reetablering av muslinger. På begynnelsen av 1990-tallet derimot ble det flere år på rad satt ut ørret fra elva Lutter i Niedersachsen i Tyskland som på forhånd ble infisert med muslinglarver på laboratoriet (Altmüller & Dettmer 2000; 2006). I dag har Lutter en stor andel unge muslinger, og bestanden øker. Reetableringen av muslinger i Lutter lyktes fordi man samtidig også gjennomførte andre tiltak (reduisert tilførselen av fínsediment og etablering av buffersoner mot elva). Dette var viktig for å øke overlevelsen til de unge muslingene i substratet. På lokaliteter med lav muslingtetthet kan slik kontrollert infeksjon øke infeksjonsgraden pr. fisk, og man sikrer at et større antall muslinglarver får tilgang på egnet vertsfisk.

Hva gjør at vi har håp om å lykkes med tilsvarende tiltak i Hammerbekken? En god vannkvalitet er avgjørende. I vassdrag med elvemusling er det foreslått at tilførselen av næringsstoff i gjennomsnitt ikke må overstige 10 µg/l når det gjelder total fosfor og 125 µg/l for nitrat (Degerman mfl. 2009). Samtidig må fargetallet under vårflommen være mindre enn 80 mg Pt/l og turbiditeten lavere enn 1 (0,5-1,0) FNU. Alle disse kriteriene er oppfylt i Hammerbekken. Det er dessuten funnet at oppvekstforholdene i grusen er tilfredsstillende med liten reduksjon i redokspotensial mellom de frie vannmasser og 5-7 cm dyp i substratet.

Det er videre antatt at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn fem individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov mfl. 1994). Dette er også oppfylt i Hammerbekken der tettheten av ørret var vesentlig høyere enn dette. Det er samtidig vist i dette infeksjonsforsøket at ørreten i Hammerbekken, eller i det minste ørret med samme genetiske opphav, er i stand til å bære et stort antall muslinglarver.

Gjedde derimot er en negativ faktor i Hammerbekken både i nedre del nær innløpet til Jonsvatnet og i øvre del på innløpet til Spillertjønna. Dette kan ha redusert bestanden av ørret spesielt i øvre del der det ikke ble funnet ørret ved prøvefiske i Spillertjønna på tross av utsetting av et stort antall ørret i vatnet.

Erosjon og utvasking av finpartikulært materiale har periodevis vært et problem i nedre del av Hammerbekken. I forbindelse med hogst i Storåsen for ca. 30 år siden var det stor overflateavrenning til Hammerbekken. Dette er redusert nå, men bekkesig og diffus avrenning fra deler av den dyrka marka øst for bekken kan føre noe jordslam ut i Hammerbekken. Det ser ikke ut til at dette har noen stor negativ effekt i dag, og det kan også enkelt avbøtes med en mindre fangdam før samløpet med Hammerbekken.

Våren 2009 ble det gjenfanget 22 % av ørretungene som ble satt ut i Hammerbekken i oktober 2008. Det samme resultatet ble oppnådd våren 2010 etter utsettingen høsten 2009. Dette samsvarte også bra med resultatet etter tidligere utsetninger i Hammerbekken (Johnsen 1990). Overlevelsen til den utsatte settefisken var god, og det var ingen ting som tydet på at settefisken hadde vandret ut fra utsettingsområdet i disse årene. Nylig utsatt fisk er mest tilbøyelig til å vandre oppstrøms (Johnsen 1990), og på grunn av bratte stryk og fosser ovenfor Hammergård var det antatt at settefisken fortsatt ville holde seg innenfor det aktuelle reetableringsom-

rådet i bekken. Våren 2011 var gjenfangsten av den utsatte ørreten bare 6 %. Dette kan tyde på dårligere kvalitet på settefisk ved utsetting og høyere dødelighet. Settefisk var større ved utsetting sammenlignet med de to foregående årene. Stor fisk har færre skjulmuligheter i Hammerbekken, og økt tetthetsavhengig dødelighet eller økt utvandring til Jonsvatnet tidligere på våren enn i de to andre årene kan være årsak til at færre utsatte ørretunger ble gjenfunnet i mai 2011.

Det kan beregnes produksjon av juvenile muslinger og teoretisk bidrag til bestanden av muslinger for de tre utsettingsårene:

2008

Med utgangspunkt i totalt 2100 m² bekkeareal, en beregnet tetthet på 11,3 settefisk pr. 100 m², en prevalens på 65,6 % og en infeksjonsintensitet på 113,4 muslinglarver i gjennomsnitt i slutten av mai 2009, kommer vi fram til et estimat på om lag 17 600 muslinglarver. Vi må imidlertid anta at noen av ørretungene døde eller vandret ut av elva før alle larvene var fullt utviklet. Om vi setter denne andelen til 10 % får vi fortsatt en produksjon på om lag 15.900 muslinglarver ved forsøket i Hammerbekken i 2008/2009 (**tabell 6**). Med en antatt overlevelse på 5 % fram til 5-8 års alder (Young & Williams 1984) kan dette tilsvare et teoretisk bidrag på nær 800 muslinger i Hammerbekken.

2009

Med utgangspunkt i en beregnet tetthet på 12,3 settefisk pr. 100 m², en prevalens på 100 % og en infeksjonsintensitet på 305,7 muslinglarver i gjennomsnitt i begynnelsen av juni 2010, kommer vi fram til et estimat på nær 78 600 muslinglarver. Reduserer vi dette med 10 % slik vi gjorde for 2008 vil det likevel være produsert nær 71.000 muslinglarver ved forsøket i Hammerbekken i 2009/2010 (**tabell 6**). Med en antatt overlevelse på 5 % fram til 5-8 års alder kan dette tilsvare et teoretisk bidrag på om lag 3550 muslinger i Hammerbekken.

2010

Med utgangspunkt i en beregnet tetthet på 3,5 settefisk pr. 100 m², en prevalens på 80,0 % og en infeksjonsintensitet på 33,1 muslinglarver i gjennomsnitt i slutten av mai 2011, kommer vi fram til et estimat på nær 2000 muslinglarver. Reduserer vi dette med 10 % slik vi gjorde for 2008 og 2009 vil det være produsert litt i underkant av 1800 muslinglarver ved forsøket i Hammerbekken i 2010/2011 (**tabell 6**). Med en antatt overlevelse på 5 % fram til 5-8 års alder kan dette tilsvare et teoretisk bidrag på om lag 90 muslinger i Hammerbekken.

Tabell 6. Antall juvenile muslinger som slapp seg av ørretungene våren 2009-2011 i Hammerbekken. Estimert produksjon av unge muslinger fram til 5-8 årsalder er vist.

År	Beregnet antall juvenile muslinger (ferdig utviklede larver) som slapp seg av ørretungene	Beregnet produksjon av 5-8 år gamle muslinger (5 % overlevelse)
2009	15900	795
2010	71000	3550
2011	1800	90
Sum	88700	4435

Det ble i mai 2009 og i juni 2010 funnet til sammen fire ørretunger (villfisk) under elfisket i Hammerbekken nedenfor Hammer gård som alle hadde én muslinglarve på gjellene. Dette kan enten bety at det fortsatt kan stå en (eller flere) musling(er) i bekken som ikke er funnet eller at muslinglarvene stammer fra oppdrettskaret. Muslinglarver som ikke fester seg på ørretungene i karet vil kunne komme ut i bekken med avløpsvannet. I oktober 2010 ble det funnet

muslinglarver (til sammen tre muslinglarver) på to av i alt 13 undersøkte ørret i bekken like nedstrøms karet. Hvorvidt muslinglarvene kan overleve lenge nok og drifte langt nok til at de også kan infisere ørretunger lenger nedover i bekken er noe usikkert. Uansett vil dette være et tillegg til den kontrollerte infeksjonen i karet.

Totalt ble det satt ut ca. 3655 ørretunger i Hammerbekken i løpet av en treårs-periode, og det er beregnet at disse ørretungene kan ha bidratt til at ca. 88 700 ferdig utviklede muslinglarver ble tilført bekken i perioden 2009-2011. Dette kan gi et teoretisk bidrag på om lag 4435 muslinger i Hammerbekken. Det var store forskjeller i beregnet produksjon mellom år. Dette kom i noen grad av kvaliteten på settefisk (størrelse), men også hvor mange gravide muslinger som ble benyttet i de enkelte år (totalt antall larver sluppet ut i oppdrettskaret varierte). Hvordan kondisjonen til muslingene, kvaliteten på larvene (utviklingsstadium) og endringer i vannkvalitet og vanntemperatur mellom år virket inn vet vi ikke, men dette er faktorer som alle kan medvirke til varierende infeksjon på ørretungenes gjeller.

Om bare en brøkdel av de juvenile muslingene som ble produsert vokser opp vil det likevel bety en betydelig styrking av muslingbestanden i Hammerbekken. Hvorvidt dette faktisk kommer til å skje får vi ikke vite om noen år. En endelig evaluering av prosjektet vil vi ikke få før de første muslingene har kommet opp av grusen der de lever nedgravd i de første leveårene. Avhengig av vekstforholdene i bekken kan dette ta 5-10 år eller den tiden det tar til muslingene har nådd en lengde på 10-30 mm. Å redde den fascinerende, men truede elvemuslingen krever derfor systematisk og tålmodig arbeid i mange år før man kan se om rekrutteringen har vært vellykket, og tiltaket har virket som planlagt (jf. Degerman mfl. 2009).

Utsetting av infiserte ørretunger har begrenset seg til nedre del av Hammerbekken. I øvre del er det i første omgang bare flyttet enkelte muslinger fra den mudrete reguleringssonen i Spillertjønna oppover i Hammerbekken der substratet er mer passende og tettheten av ørret er høyere. Effekten av dette vil bli undersøkt senere ved å kontrollere om vi kan finne en økning i antall muslinglarver på ørretungene. Nå ser det imidlertid ut til at graviditetsfrekvensen er lav i denne delen av bekken, og flytting i seg selv kan derfor ha liten effekt.

Ett uforutsett problem som oppsto i forbindelse med denne undersøkelsen var at antall gravide muslinger i Hammerbekken var vesentlig lavere enn forventet. I 2008 ble det funnet bare fire gravide muslinger til sammen som alle ble benyttet i forsøket. Dette var for så vidt et tilstrekkelig antall muslinger for å infisere ørretungene med et tilfredsstillende antall muslinglarver, og det viste samtidig at muslingene produserte levedyktige larver. I 2009 derimot var det vanskelig å finne gravide muslinger i Hammerbekken, og etter flere kontroller ble det bare funnet ett gravid individ. Dette var for lite til å infisere ørretungene med nok larver, og det ble derfor valgt å supplere med to gravide muslinger fra Dragstelva. Dette var også viktig for å øke den genetiske variasjonen til muslingene som inngikk i infeksjonsforsøket. Da det ikke ble funnet gravide muslinger i det hele tatt i Hammerbekken i 2010, ble to nye muslinger hentet inn fra Dragstelva. Nedbørfeltet til Dragstelva grenser opp til nedbørfeltet til Hammerbekken, og bestanden av muslinger i Dragstelva er geografisk den nærmeste populasjonen til Hammerbekken. Det kan også hende at deler av bestanden i Hammerbekken allerede kan stamme fra Dragstelva. Det er kjent at det på 1950-tallet ble flyttet muslinger fra Dragstelva til området ved Jonsvatnet (O. Lykstad pers. medd.).

Tiltak for å reetablere elvemusling i Hammerbekken er omfattet med stor interesse i forbindelse med Trondheim kommunes arbeid for å bevare biologisk mangfold. Bekken er liten, og gjør det mulig å kontrollere utviklingen med relativt små ressurser. Tiltaket har så langt vist seg å være enkelt å gjennomføre, og erfaringene fra prosjektet har overføringsverdi til andre bekker og elver. Tilsvarende tiltak på andre lokaliteter vil kunne finansieres gjennom tiltaksmidler for prioriterte arter og være et bidrag til å oppfylle målsettingen i Handlingsplanen for elvemusling om å styrke truede bestander av elvemusling.

6 Referanser

- Altmüller, R. & Dettmer, R. 2000. Successful species and habitat protection for the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Lower Saxony (north Germany). – Natur und Landschaft 75: 384-388.
- Altmüller, R. & Dettmer, R. 2006. Successful species protection measures for the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) through the reduction of unnaturally high loading of silt and sand in running waters. – Inform. D. Naturschutz Niedersachs 26: 192-204.
- Bauer, G. 1991. Plasticity in life history traits of the freshwater pearl mussel - consequences for the danger of extinction and for conservation measures. - S. 103-120 i: Seitz, A. & Loeschcke, V. (red.). Species conservation: A population-biological approach. Birkhäuser Verlag, Basel.
- 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.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- Buddensiek, V. 1995. The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: A contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. - Biol. Conserv. 74: 33-40.
- 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.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. – WWF Sweden, Solna. 62 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 1997-2: 1-28.
- Dunca, E., Söderberg, H. & Norrgran, O. 2011. Shell growth and age determination in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Sweden: natural versus limed streams. – Ferrantia 64: 48-58.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). - Freshwater Biology 52: 2299-2316.
- Hruska, J. 1992. The freshwater pearl mussel in South Bohemia: Evaluation of the effect of temperature on reproduction, growth and age structure of the population. - Arch. Hydrobiol. 126: 181-191.
- Johnsen, B.O. 1990. Gjenfangst, vekst og spredning hos ensomrig settefisk utsatt klumpvis og spredt i fem bekker og en liten innsjø. – NINA Oppdragsmelding 57: 1-24.
- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria: Report on the 2006 survey. – Unpublished report to the Environment Agency, Penrith.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. – Artsdatabanken.
- Larsen, B.M. 2002. Database for de store ferskvannsmuslingene. Del 1. Elvemusling i fylkene Østfold, Oslo og Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Telemark, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Finnmark. - Upublisert Rapport NINA, Trondheim. 18 s.
- Larsen, B.M. 2007. Elvemusling i Trondheim kommune. Statusrapport 2005-2007. – Trondheim kommune, Miljøenheten. Rapport TM 2007/06. 37 s.
- Larsen, B.M. 2009. Forsøk med reetablering av elvemusling ved utsetting av ørret infisert med muslinglarver. - NINA Rapport 510. 18 s.
- Larsen, B.M. 2010a. Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim kommune. Resultater fra utsettingene av ørretunger infisert med muslinglarver i 2009. - NINA Minirapport 304. 13 s.

- Larsen, B.M. 2010b. Forsøk med reetablering av elvemusling ved utsetting av ørret infisert med muslinglarver. – s. 74-76 i: Hagen, D. & Skrindo, A.B. (red.). Restaurering av natur i Norge – et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet. NINA Temahefte 42.
- Larsen, B.M. 2010c. Distribution and status of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Norway. – s. 35-43 i: Ieshko, E.P. & Lindholm, T. (red.). Conservation of freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. Proceedings of the International workshop. Karelien Research Centre of RAS.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - NINA-Fagrapport 37: 1-41.
- Larsen, B.M., Dunca E., Karlsson, S. & Saksgård, R. 2011. 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.
- Nøst, T., Sesseng, H. & Grønnesby, S. 2003. Miljøregistreringer i 28 vann og tjern i Trondheim kommune i 2002. – Trondheim kommune, Miljøavdelingen. Rapport TM 2003/01. 61 s.
- Wellmann, G. 1943. Fischinfektion 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. 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.



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: 978-82-426-2402-4

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger