

Overvåking av elvemusling i Ogna, Steinkjervassdraget i forbindelse med kjemisk behandling for å fjerne *Gyrodactylus salaris* fra vassdraget i 2006 og 2007.

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

Overvåking av elvemusling i Oгна,
Steinkjervassdraget i forbindelse
med kjemisk behandling for å fjerne
Gyrodactylus salaris fra vassdraget i
2006 og 2007.

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2008. Overvåking av elvemusling i Ogna, Steinkjer-vassdraget i forbindelse med kjemisk behandling for å fjerne *Gyro-dactylus salaris* fra vassdraget i 2006 og 2007. - NINA Rapport 352. 39 s.

Trondheim, mars 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1916-7

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, NINA

ANSVARLIG SIGNATUR

Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Jarle Steinkjer

FORSIDEBILDE

Ogna nedenfor Hornemannshølen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Elvemusling – overvåking – muslinglarver – laks – ørret - vannkvalitet – Ogna

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – monitoring – mussel larvae - Atlantic salmon – brown trout – water quality – River Ogna

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

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. 2008. Overvåking av elvemusling i Ogna, Steinkjervassdraget i forbindelse med kjemisk behandling for å fjerne *Gyrodactylus salaris* fra vassdraget i 2006 og 2007. - NINA Rapport 352. 39 s.

I Steinkjervassdragene ble *Gyrodactylus salaris* oppdaget første gang i 1980. Vassdragene er rotenonbehandlet flere ganger, men sommeren 2005 dukket parasitten opp igjen for tredje gang. Det ble da benyttet surt aluminiumsulfat (AIS) som hovedkjemikalium i forsøket på å utrydde parasitten. NINA fikk i oppdrag å utrede hvilken effekt en slik behandling kunne ha på elvemusling som finnes i gode bestander bl.a. i Ogna.

Resultater fra undersøkelsene i Ogna kan tyde på at surt aluminiumholdig vann virker på samme måte på elvemuslingens larver som aluminium virker på *Gyrodactylus salaris* og andre ektoparasitter. Surt vann med forhøyede aluminiumskonsentrasjoner reduserer direkte muslinglarvenes vitalitet og mulighet til å infisere laks eller ørret på normal måte eller fiskeslimet på gjellene endrer sammensetning og gir en toksisk virkning på muslinglarven. Uavhengig av årsak medførte dette at rekrutteringen ble nedsatt eller var helt fraværende når behandlingen med surt aluminiumsulfat helt eller delvis sammenfalt med gytetidspunktet hos elvemusling. For å unngå negative effekter på elvemusling kan det være tilstrekkelig å forskyve tidspunktet for behandlingen slik at den er avsluttet om lag tre uker før elvemuslingen starter gytingen om høsten.

Bruk av surt aluminiumsulfat så ikke ut til å ha noen direkte effekt på de voksne elvemuslingene i Ogna, og det ble ikke påvist dødelighet av muslinger som var relatert direkte til behandlingene i 2006 og 2007. Dødelighet knyttet til ekstremflom vinteren 2005/2006 og lav vannføring/høy vann-temperatur sommeren 2006 samt menneskelig aktivitet (plukking av muslinger) ble imidlertid påvist.

En normalt høy andel av muslingene inneholdt befruktede egg eller muslinglarver i gjellene i begge år. Gjennomsnittlig graviditetsfrekvens var litt i overkant av 50 % både i 2006 og 2007. Frigivelsen av larvene var imidlertid forskjøvet to-tre uker i 2007 sammenlignet med 2006. Det var betydelig høyere vanntemperatur i 2006 sammenlignet med 2007, og muslinglarvene utviklet seg raskere. I 2006 var det overlapp mellom den kjemiske behandlingen og gytetidspunktet hos elvemusling. Muslinglarvene ble sluppet ut i vannet under og i etterkant av avsluttet behandling. I 2007 derimot startet ikke gytingen før i begynnelsen/midten av september; om lag tre uker etter at behandlingen var avsluttet.

I løpet av sin livssyklus har de umodne larvene til elvemuslingen et obligatorisk stadium på gjellene til laks i Steinkjervassdragene. Det var betydelig lavere infeksjon av muslinglarver på gjellene til laks i 2006 sammenlignet med 2007. Selv om alle laksungene var infisert i september 2006, tilsvarte ikke antall muslinglarver mer enn 15-20 % av forventet infeksjon. I tillegg falt de fleste larvene av fisken og både prevalens og intensitet ble betydelig redusert i løpet av høsten. I mai 2007 var det bare et fåtall av laksungene som var infisert, og disse hadde igjen bare en muslinglarve i gjennomsnitt på gjellene. Høsten 2007 derimot var infeksjonen av muslinglarver vesentlig høyere (100-200 muslinglarver i gjennomsnitt), og nær det som var forventet når vi sammenligner med tidligere undersøkelser i vassdraget (1999 og 2001).

Både rotenonbehandling og kjemisk behandling med surt aluminiumholdig vann er tiltak som begge har en begrenset effekt på elvemuslingen. Det er ikke påvist overdødelighet hos voksne muslinger ved noen av metodene. Ved bruk av rotenon er det direkte tapet av muslinger begrenset til en eller to årsklasser av muslinglarver som dør samtidig med fisken de parasitterer på. Ved bruk av surt aluminiumsulfat vil en årsklasse av muslinglarver dø hvis den kjemiske behandlingen sammenfaller i tid med gytetidspunktet hos elvemuslingen. Elvemuslingen behøver imidlertid levedyktige bestander med laks for at ikke muslingen langsomt skal forsvinne ut av vassdraget. Rekrutteringen har vært kraftig redusert på 1980- og 1990-tallet (en periode på ca 15 år) på grunn av mangel på vertsfisk. For å sikre en levedyktig bestand med elvemusling i Steinkjervassdragene er det derfor helt nødvendig at *Gyrodactylus salaris* blir utryddet. Det er selve tilstedeværelsen av *Gyrodactylus salaris* som er den største trusselen for elvemusling i disse vassdragene i dag.

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

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Område	8
3 Metoder	11
3.1 Vannkvalitet og vanntemperatur	11
3.2 Tetthet av elvemusling	11
3.3 Overlevelse og vekst	11
3.4 Aldersbestemmelse og årlig tilvekst	14
3.5 Graviditet hos elvemusling	14
3.6 Infeksjon av muslinglarver på gjellene til laks og ørret	14
4 Resultater	16
4.1 Vannkvalitet og vanntemperatur	16
4.2 Tetthet av elvemusling	18
4.3 Overlevelse og vekst	20
4.4 Aldersbestemmelse og årlig tilvekst	24
4.5 Graviditet hos elvemusling	25
4.6 Infeksjon av muslinglarver på gjellene til laks og ørret	25
5 Oppsummering og diskusjon	30
6 Referanser	35
7 Vedlegg	37
Vedlegg 1	37
Vedlegg 2	39

Forord

Elvemusling har status som sårbar på den norske rød-lista. Det har dessuten kommet en egen handlingsplan for arten som har som målsetting at det skal finnes livskraftige populasjoner med elvemusling i hele Norge, og at alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. Ut fra en slik målsetting er det nødvendig å undersøke særskilt konsekvensene av inngrep og foreslåtte tiltak i vassdrag som har elvemusling. Steinkjervassdraget har elvemusling, og det er utført konsekvensundersøkelser tidligere i forbindelse med bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* med rotenon i vassdraget. Når *Gyrodactylus salaris* igjen ble påvist i vassdraget i 2005 ble det bestemt gjennomført en ny behandling, men med surt aluminiumsulfat denne gang. Det forelå ingen studier som viste hvilken effekt dette kunne ha på elvemusling, og det var påkrevd med nye konsekvensundersøkelser som ble konsentrert til Ogna.

NINA har etter oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) gjennomført en overvåking av elvemusling i forbindelse med kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdragene i 2006 og 2007. Undersøkelsene er i sin helhet bekostet av Direktoratet for naturforvaltning.

Jon M. Bjerland, Gina M. Bjerland og Randi Saksgård deltok alle i ulike deler av feltarbeidet, og takkes for god innsats. En spesiell takk går til Georg Smistad ved Steinkjer Racing Park som stilte hus til disposisjon under feltarbeidet der bearbeiding av materiale kunne skje i varme og tørre omgivelser.

Vannprøver som er tatt i forbindelse med prosjektet er analysert på Analysesenteret, Trondheim kommune.

Trondheim, mars 2008

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Gyrodactylus salaris ble oppdaget første gang i Steinkjervassdragene i 1980. Parasitten ble mest sannsynlig introdusert til Figga via yngelutsettinger, og spredte seg så til Steinkjerelva og Ogna (Johnsen & Jensen 1985). Steinkjervassdragene ble rotenonbehandlet i 1993, men høsten 1997 ble parasitten igjen påvist i Byaelva. I 2001 og 2002 ble det gjennomført to mindre og en fullskala behandling med rotenon for å fjerne parasitten. Men parasitten ble oppdaget på nytt igjen i 2005. En rotenonbehandling av nedre deler av vassdraget ble iverksatt umiddelbart, men kort tid etter ble parasitten påvist lengre opp i vassdraget. Det ble derfor gjennomført en ny behandling av vassdraget i 2006 og 2007. Surt aluminiumssulfat (AIS) ble benyttet som hovedkjemikalium denne gang i forsøket på å utrydde parasitten fra Steinkjervassdragene. Behandlingene foregikk i tidsrommet 21. august – 2. september 2006 og 18. – 25. august 2007. I tillegg til AIS fra i alt sju stasjoner i Ogna ble det også forsøkt dosert ren svovelsyre fra hoveddoseringsstasjonen i Støafossen.

Undersøkelser tyder på at behandling med aluminium i kombinasjon med lav pH ikke gir varige skader på bunndyrsamfunnet, men resultatene indikerer kortvarige negative effekter hos forduringsfølsomme arter som følge av behandlingene (Bongard 2005, Kjærstad & Arnekleiv 2007). Kunnskapsnivået om elvemusling og artens tålegrenser for lav pH i kombinasjon med aluminium er imidlertid mangelfull. Noe generell informasjon finnes, og det er grunn til å tro at de unge elvemuslingene er særlig utsatt for forsuring.

Når muslinger utsettes for surt vann opprettholder dyrene en gradient mellom pH i kappehulens væske og pH i vannet omkring (Heming m.fl. 1988). H^+ -ionene blir nøytralisert (buffret) på bekostning av $CaCO_3$ -reservene i muslingen. Forskjellen mellom opptak og tap av kalsium forskyves i en negativ retning når pH i vannmassen avtar (pH=5,25), og det skjer en gradvis utarming av dyrenes kalsiumreserver. Heming m.fl. (1988) antok at forsuring på denne måten spilte en negativ rolle i utbredelsen av elvemusling. Effekten av pH på kalsium-regnskapet har størst negativ påvirkning hos unge individer når skalltilveksten er på sitt høyeste. Populasjoner med en god rekruttering, og et overskudd av små individer vil derfor være mest utsatt for negative konsekvenser av en forsuring. Ved lav pH løses også mer aluminium, sink, nikkel og flere andre stoffer i vannet. Hos *Anodonta* (dammusling) fant Huebner & Pynnönen (1992) en avtagende levedyktighet hos muslinglarvene ved lav pH og/eller høye aluminiumskonsentrasjoner.

De første forsøkene med aluminium mot *Gyrodactylus salaris* ble utført tidlig på 1990-tallet (Soleng m.fl. 1999). Resultatene var overraskende fordi de viste at laksen klarte seg godt i disse forsøkene, mens parasitten ikke tålte selv relativt lave konsentrasjoner av aluminium. pH i vannet lå mellom 5,3 og 5,9 og konsentrasjonen av aluminium var mellom 130 og 250 $\mu g/l$. Resultater fra GYROMET-prosjektet var i tråd med tidligere studier, og viste at ca 200 $\mu g Al/l$ ved pH 6,0 førte til en rask eliminasjon av parasitten uten at laksen tok skade av behandlingen (Poleo m.fl. 2004a). Den gjeldende hypotesen er at *Gyrodactylus salaris* er særdeles følsom for aluminium og at aluminium har en direkte effekt på parasitten (Grimsø m. fl. 2000). Det er også vist at andre ektoparasitter har samme følsomhet for aluminium som *G. salaris*. Pettersen m.fl. (2006) beskriver hvordan fire ulike ektoparasitter på ferskvannsfisk elimineres eller reduseres i antall når de eksponeres for aluminium. Komparative studier har vist at også sink (Zn) har samme effekt som aluminium i elimineringen av *Gyrodactylus salaris*, noe som også er vist for andre parasitter.

Det er tidligere gjennomført en kartlegging av utbredelse og forekomst av elvemusling i Ogna, Byaelva og Figga i 1999 (Larsen m. fl. 2000). I Ogna var elvemusling til stede på hele strekningen mellom samløpet med Byaelva ved Gulbergaunet til Rokta. Det var størst tetthet i elva nedenfor Støafossen og i enkelte mindre områder mellom Bruem og Hornemannshølen samt i nedre del ovenfor Gulbergaunet. Det ble funnet gravide muslinger (muslinger som oppbevarer befruktete egg eller utviklede muslinglarver i gjellene) i alle de tre elvene i Steinkjervassdraget. Selve gytetidspunktet (når muslinglarvene ble sluppet ut i vannet) varierte imidlertid mellom vassdragene. I Ogna ble muslinglarvene frigitt i slutten av august eller tidlig i september 1999.

Elvemusling har i løpet av sin livssyklus et parasittisk stadium på gjellene til laks eller ørret i Ognå (Larsen m.fl. 2000, Larsen 2002). På den lakseførende delen av vassdraget hadde laks en mye høyere infeksjon i forhold til ørret, og laks var foretrukket som vertsfisk på naturlig anadrom strekning. Ovenfor Støafossen/Hyttfossen derimot var ørret primærvert for elvemuslingens larver.

Det ble ikke påvist forflytninger av elvemusling, akutt dødelighet eller kortvarige skadevirkninger på voksne muslinger på grunn av rotenonbehandlingene i Ognå (Larsen 2001; 2002). Men muslinglarver som satt festet til gjellene på fisk i vassdraget døde sammen med fisken på grunn av behandlingene.

Ved en kjemisk behandling med surt aluminiumssulfat i Steinkjervassdraget i 2006 og 2007 sto elvemuslingen overfor en ny "utfordring" som man ikke helt kjente konsekvensen av. Problemstillingen var om tilføring av surt vann i kombinasjon med aluminium kunne skade elvemuslingen i ett eller flere av dens livsstadier. Det ble forslått å gjennomføre en innledende overvåking av elvemusling i Ognå i 2006 med basis i referansemateriale og stasjoner fra tidligere undersøkelser i vassdraget (Larsen m.fl. 2000, Larsen 2001; 2002). Erfaringene fra overvåkingen i 2006 dannet grunnlag for nye undersøkelser ved behandlingen i 2007. Foreliggende rapport gjengir resultatene av de undersøkelsene som ble utført i Ognå i 2006 og 2007.



De voksne elvemuslingene står delvis nedgravd i substratet godt forankret i grusen ved hjelp av en muskuløs fot. Døde muslinger i form av tomme skall ligger ofte spredt på elvebunnen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

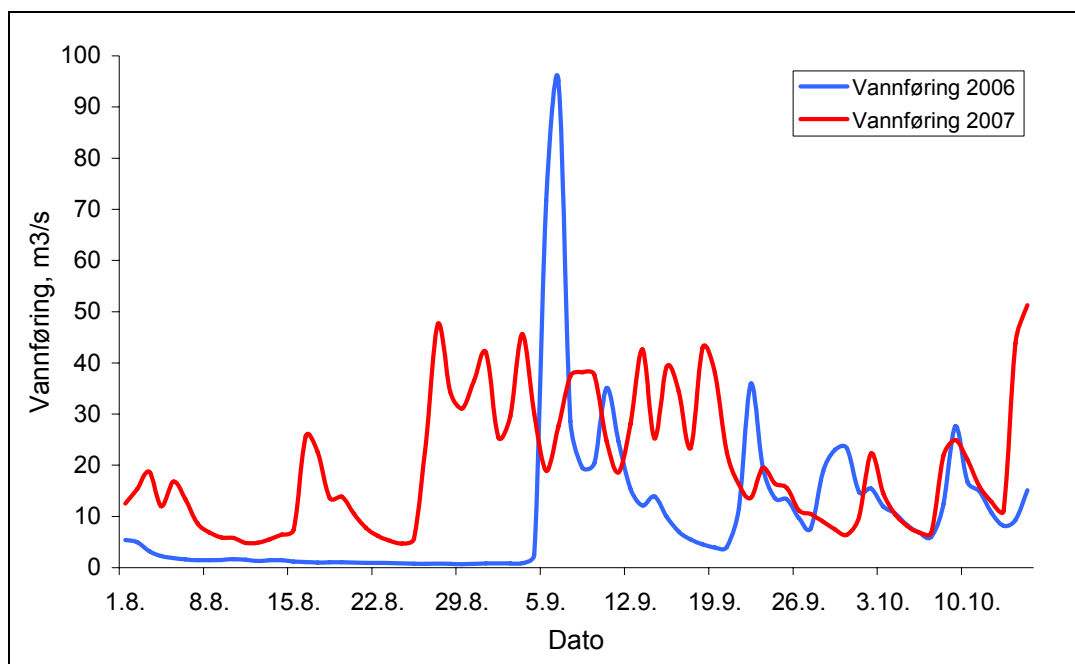
2 Område

Snåsavassdraget ligger i Nord-Trøndelag, og har et totalt nedbørfelt på 2143 km². Det har sine høyeste områder litt over 800 m o.h. Vassdraget domineres av Snåsavatnet som drenerer via Fossemvatnet og Reinsvatnet ut i Steinkjerelva (Byaelva). Steinkjerelva renner ut i Beitstadfjorden ved Steinkjer. I den nedre delen får elva tilløp fra øst av Ognå, den største sideelva i vassdraget. Ved samløpet er Ognås nedbørfelt 573 km², mens Steinkjerelvas er 1567 km².

Laks stopper ved Byafossen i Steinkjerelva ca 4,5 km fra sjøen. Ognå er naturlig lakseførende bare opp til Støafossen; 18 km fra sjøen. Ognå er imidlertid utbygd med tre fisketrapper, og er i dag lakseførende til Furudalsfossen i Rokta og til Hyttfossen i Sør-Rokta. Disse fossene ligger ca 36 km fra sjøen. Fisketrappa i fossen ved Støa ble åpnet først i 1974, og noe senere ble det også åpnet en trapp i Hyttfossen ved Skillegrind. Laks er derfor en relativt ny innvandrер til elvestrekningen ovenfor Støa.

De største flommene kommer om vinteren i Steinkjervassdraget, stort sett i perioden november-mars, og det er sjelden at snøsmelteflommene om våren kan konkurrere i størrelse (Pettersen 2007). Flommen i månedsskiftet januar/februar 2006 var ekstrem. Ved både Håkkadalsbrua ved Steinkjer og Støafoss var flommen betydelig større (50 %) enn den nest største som var i 1990. Ut fra de beregninger som er gjort hadde flommen ved Håkkadalsbrua, som kuliminerte på 948 m³/s og hadde et døgnmiddel på 876 m³/s, et gjentaksintervall på mellom 200 og 500 år (Pettersen 2007). Ved Støafoss kuliminerte flommen på 516 m³/s og hadde et døgnmiddel på 472 m³/s. Også her hadde flommen et gjentaksintervall på mellom 200 og 500 år. Flommen førte til stor massetransport og utgraving mange steder i Ognå. Bestanden av elvemusling ble også berørt av dette, og i hele vassdraget lå det store mengder tomme skall sommeren og høsten 2006.

Det var stor forskjell på vannføringen i de to periodene med AIS behandling; henholdsvis 21. august – 2. september 2006 og 18. – 25. august 2007 (**figur 1**). Det var stabilt lav vannføring under hele perioden i 2006 (0,7 – 0,9 m³/s), men høyere og mer variabel i 2007 (4,7 – 13,6 m³/s). Behandlingen måtte da også avbrytes i 2007 da vannføringen økte til mer enn 25 m³/s.



Figur 1. Vannføring i Ognå i august-oktober 2006 og 2007. Data fra NVE.



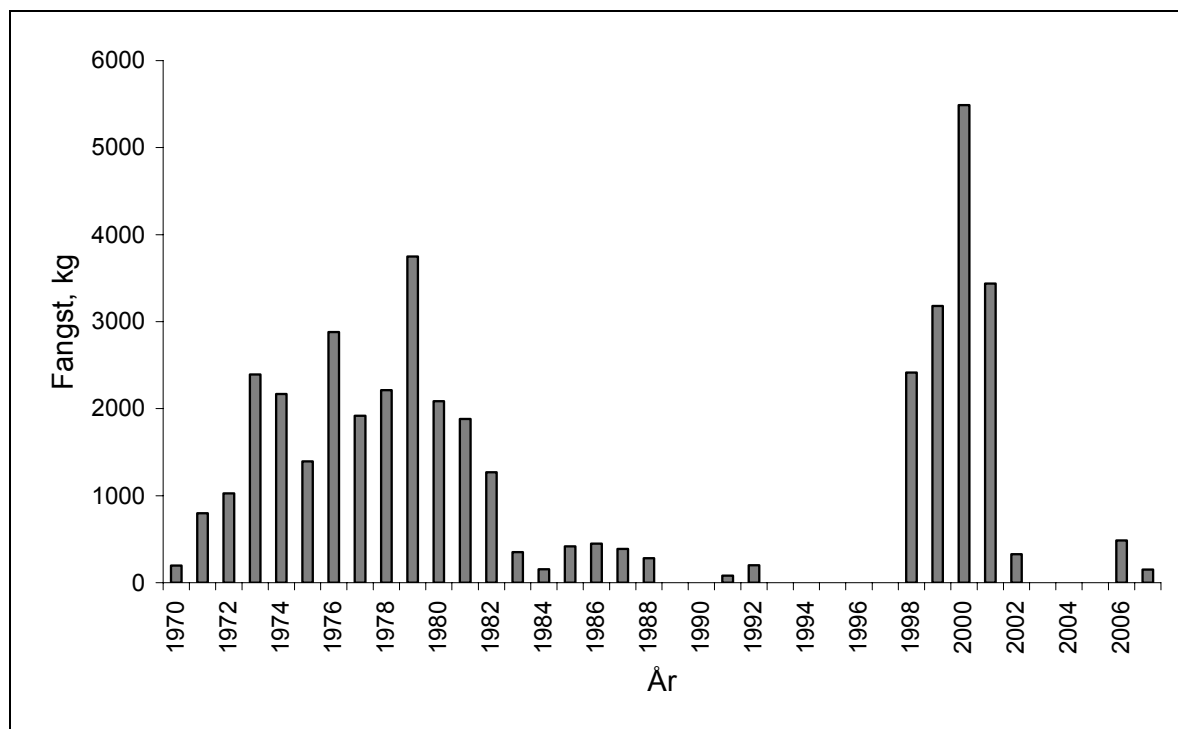
Det var høy dødelighet av muslinger i Oгна etter ekstremflommen i januar/februar 2006. Det lå store mengder tomme skall i vassdraget hele sommeren og høsten 2006. Foto: Anton Rikstad.

Steinkjerelva er et vassdrag med høyt fargetall, sterkt varierende turbiditet og relativt høyt innhold av kalsium (Løvhøiden 1993). Vassdraget er naturlig næringsrikt, har høy pH og god bufferevne. Steinkjerelva hadde en gjennomsnittlig pH på 6,86 i 1988-1990 (Løvhøiden 1993), og alkaliteten var 162 µg/l. I Oгна var pH 6,8-6,9, kalsiuminnholdet (Ca^{2+}) 4,0-6,0 mg/l og alkaliteten 0,14-0,18 mekv/l i 1993-1994 (Arnekleiv 1997).

I følge den offisielle statistikken ble det i tiårs-perioden 1973-1982 fanget i gjennomsnitt 2,2 tonn laks i Steinkjervassdraget hvert år, med et toppår i 1979 med 3,7 tonn (**figur 2**). Etter 1979 minket imidlertid fangstene gradvis, sannsynligvis på grunn av *Gyrodactylus salaris*, og de årlige fangstene i perioden 1983-1988 varierte fra 280 til 446 kg. Fra 1988 ble elvefisket sterkt regulert, og i 1993 ble det innført totalt fiskeforbud i noen år. Steinkjervassdraget ble åpnet for fiske igjen i 1998, og totalfangsten var 2,4 til 5,5 tonn i 1998-2001. Det ble igjen innført restriksjoner på fisket fra 2002, og det var et begrenset fiske bare i Byaelva.

Etter at *Gyrodactylus salaris* ble påvist i vassdraget i 1980, ble det startet en overvåking av ungfiskbestanden. Disse undersøkelsene viste at tettheten av laksunger avtok raskt (Hope 1996, Johnsen m.fl. 1999). Den lave tettheten av laksunger i Steinkjervassdraget allerede i 1981 tydet på at *Gyrodactylus* hadde vært i vassdraget en tid før den ble oppdaget. Parasitten var trolig blitt spredt fra Figga (Johnsen & Jensen 1985). I 1981 var tettheten av eldre laksunger ca 6 individer pr. 100 m² i Oгна. Allerede året etter ble tettheten beregnet til 0,2 individer, og i årene fram til 1988 var tettheten av eldre laksunger lavere enn 2 individer pr. 100 m² i alle år. Antall ørretunger holdt seg lavt i hele perioden. Overvåkingen viste at produksjonen av laksunger var svært lav i vassdraget fra tidlig på 1980-tallet og fram til rotenon-aksjonen i 1993. I

1994 besto fiskebestanden i Ogna utelukkende av årsyngel av laks og ørret, enkelte steder i overraskende høyt antall (Hope 1996). Senere (1995-1998) økte tettheten av laksunger (17-31 individer pr. 100 m², Johnsen m.fl. 1999). Det ble satt ut nær en million årsyngel og 20 000 ett-åringer av laks i Steinkjervassdraget i årene 1994-1997 (Hjeltnes m.fl. 2006). Dessuten ble det lagt ut 250 000 rognkorn. Etter at *Gyrodactylus* ble påvist igjen i 1997 har tettheten av laksunger på nytt gått kraftig tilbake. Våren 2003 startet en reetablering av de lokale laksestammene. I 2003-2005 ble det lagt ut 1,2 million øyerogn og satt ut nær 1,4 million plommeseckkyngel i Ogna (Hjeltnes m.fl. 2006). Dette ble fulgt opp med fiskeundersøkelser i 2004 og 2005, og tettheten av eldre laksunger var moderat høy i hele vassdraget (jf. tabell 2 hos Hjeltnes m.fl. 2006).



Figur 2. Årlig oppfisket kvantum av laks i Steinkjervelva i perioden 1970-2007 (data fra www.lakseregisteret.no). Det var begrensninger i fisket eller totalt fiskeforbud i 1989-1997 og 2002-2007.

3 Metoder

3.1 Vannkvalitet og vanntemperatur

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver fra to stasjoner i Ognå i august-september 2007; Hyllbrua (stasjon 215, **figur 3**) og Motorbanen (stasjon 211). Prøvene ble samlet på 500 ml vannflasker, og analysert på Analysesenteret, Trondheim kommune.

Vanntemperatur ble målt med et håndholdt digitalt termometer (Ebro thermometer TFX 392) i forbindelse med feltarbeidet i vassdraget i august og september 2006 og 2007.

3.2 Tetthet av elvemusling

Overvåking av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon og telling av muslinger på fem utvalgte stasjoner i Ognå; fire stasjoner på lakseførende del opp til Støafossen (stasjon 202, 205, 210 og 211; **figur 3**) og en referansestasjon ovenfor fossen (stasjon 215). Stasjonene ble merket opp i felt, og antall elvemusling telt opp innenfor arealet på 10 x 10 m før behandlingen av vassdraget startet (jf. Larsen 2001). En ny telling på de samme arealene ble forsøkt gjennomført en måned etter avsluttet behandling (begynnelsen av oktober). På grunn av stigende vannføring etter at tre av de fem arealene var telt opp ble sikten i vannet for dårlig til at tellingene kunne gjennomføres på de to siste arealene. Senere på høsten var høy vannføring til å begynne med et problem og senere (begynnelsen av november) gjorde islegging at arbeidet måtte utsettes. Det ble ikke gjennomført noen ny telling før i midten av juni 2007 på alle de fem arealene. Dette skulle samtidig være referanse til nye tellinger i løpet av høsten 2007. Da det høsten 2007 igjen var vedvarende høy vannføring ble det ikke gjennomført noen ny telling etter behandlingen i august 2007.

3.3 Overlevelse og vekst

Klekkekasser

Det ble plassert ut klekkedekker dekket med hønsenetting på fire stasjoner i Ognå 21. august 2006 (B1, B2, B3 og B5, **figur 3**). De ble fylt med elvegrus/sand og gravd ned og forankret enkeltvis. Stasjonene var: 1) Hornemannshølen; 50-60 m nedenfor påfriskningsstasjonen, 2) Motorbanen; ca 4 km nedenfor Støafossen, 3) Støa; 750 m nedenfor Støafossen og 4) Hyllbrua; referansestasjon ovenfor Støafossen. I kassene ble det satt inn 10 eldre (90-130 mm lange) og 5 unge (45-60 mm lange) muslinger. Ved Hyllbrua ble det ikke funnet unge individ slik at antall eldre ble økt til 12 individ i stedet. Senere ble det riktignok funnet to unge individ som er inkludert i forsøket.

Atferd og eventuell dødelighet av muslinger ble undersøkt jevnlig mens behandlingen pågikk i august/september 2006 og i perioden etter at behandlingen var ferdig. Det som skulle være den siste kontrollen før vinteren (i begynnelsen av oktober) måtte imidlertid oppgis på grunn av økende vannføring og tilslamming. Kassene ble derfor stående vinteren igjennom, men klarte seg godt, og verken vannføring eller isdekke ødela eller flyttet kassene ut av posisjon. Kassene ble kontrollert på nytt i midten av juni 2007. Kassene ble samtidig klargjort for videre overvåking i forbindelse med behandlingen i august 2007. Atferd og eventuell dødelighet av muslinger ble på nytt undersøkt jevnlig under og like etter at behandlingen var ferdig. Kassene ble kontrollert siste gang og tømt 1. oktober 2007.

Nettingbur

Det ble plassert ut små nettingbur med lokk på fire stasjoner i Ognå 15. august 2007 (B1, B2, B3 og B4, **figur 3**). De ble fylt med elvegrus/sand og gravd ned og forankret enkeltvis. Stasjonene var: 1) Hornemannshølen; 50-60 m nedenfor påfriskningsstasjonen, 2)

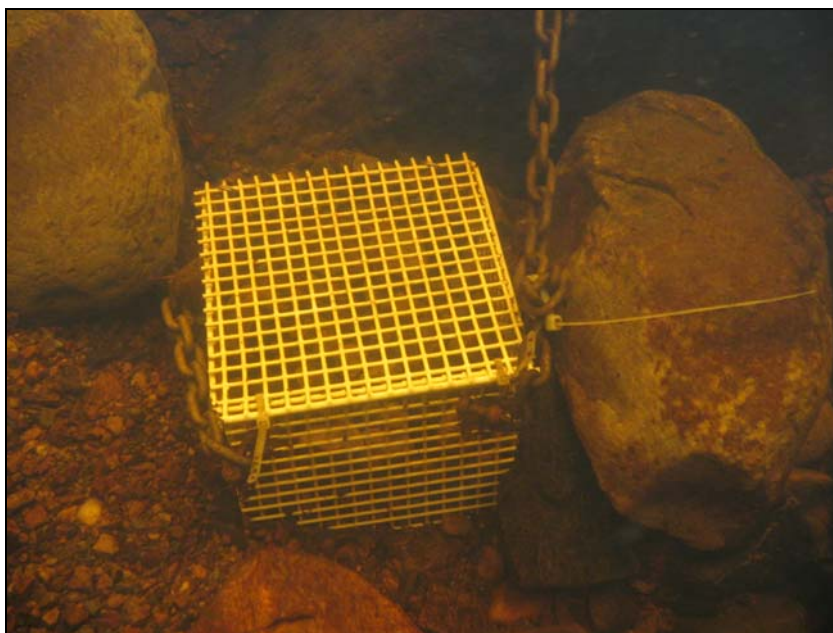
Motorbanen; ca 4 km nedenfor Støafossen, 3) Støa; 750 m nedenfor Støafossen og 4) Støafossen; 200 m nedenfor Støafossen. I nettingburene ble det satt inn 6 eller 7 unge (42-69 mm lange) muslinger i hvert bur.

På grunn av høy vannføring og problemer med å se muslingene i buret uten å åpne lokket ble ikke muslingene kontrollert før etter at behandlingen var ferdig. Nettingburene ble kontrollert og tømt 21. september 2007.

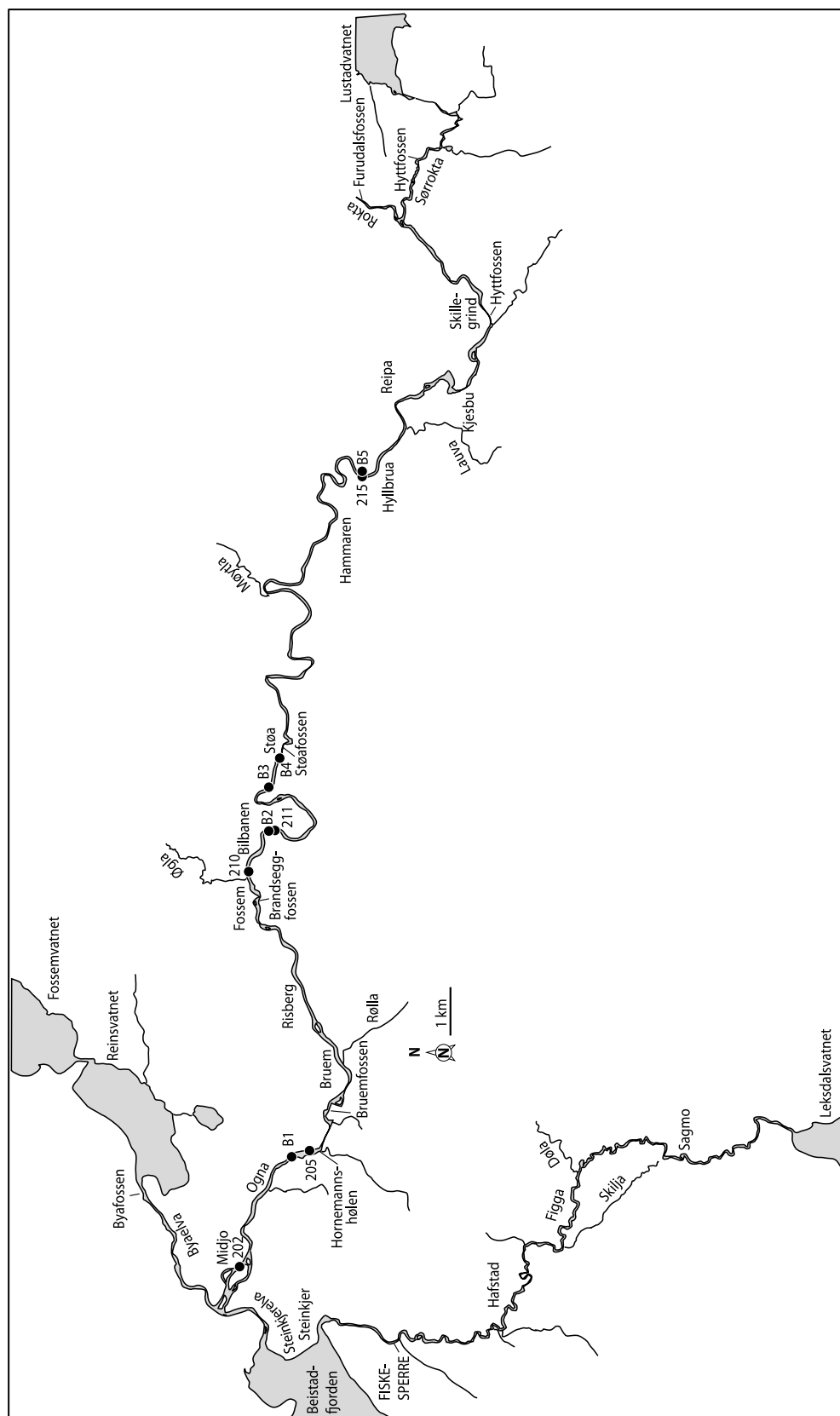
Elvemuslingene som ble plassert ut i klekkekasser eller nettingbur ble lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm ved utsetting og på nytt igjen ved avslutning av forsøket. Lengdeøkning er benyttet som mål på vekst hos muslingene.



Klekkedekasser for oppbevaring av elvemusling ble plassert ut på fire områder i Ognå i august 2006.



Nettingbur for oppbevaring av små elvemuslinger ble plassert ut på fire områder i Ognå i august 2007.



Figur 3. Steinkjervassdragene med lokalisering av stasjoner i Oyna i 2006 og 2007 for innsamling av laks og ørret (stasjon 202, 205, 210 og 211), telleflater for overvåking av tetthet (stasjon 202, 205, 210, 211 og 215) og kontroll av graviditet hos elvemusling (stasjon 205, 211 og 215) i forbindelse med overvåkingsundersøkelsene.

3.4 Aldersbestemmelse og årlig tilvekst

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse for alle lengdegrupper av levende elvemusling i Ognå i denne undersøkelsen. Små muslinger (mindre enn 70 mm) fra klekkedassene og nettingburene ble imidlertid samlet inn for nærmere undersøkelser. Hos unge individ er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov m.fl. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. Aldersbestemmelse ble foretatt på 35 muslinger samlet inn fra Ognå nedenfor Støafossen (stasjon B1-B4) og to muslinger fra Ognå ved Hyllbrua (stasjon B5). For individ som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm. Dette ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 11-årsalder. Den innerste delen av skallet ved umbo blir tidlig erodert hos elvemusling slik at de første vintersonene ikke lenger kan gjenfinnes i skallet. Det kan derfor være vanskelig å vite nøyaktig hvor mange vintersoner som skal legges til det antall som blir observert.

3.5 Graviditet hos elvemusling

Et mindre antall levende muslinger ble undersøkt med hensyn til graviditet på tre lokaliteter i Ognå; to stasjoner på lakseførende del (stasjon 205 og 211, **figur 3**) og en referansestasjon ovenfor Støafossen (stasjon 215). Det ble gjennomført fire kontroller fra midten av august til midten av september 2006. Det ble gjennomført tilsvarende undersøkelser på de samme stasjonene i 2007 på til sammen sju datoer fra begynnelsen av august til begynnelsen av oktober.

3.6 Infeksjon av muslinglarver på gjellene til laks og ørret

Infeksjon av muslinglarver ble undersøkt på yngel (0+) og ettårige fiskeunger (1+) av laks og ørret på to-fire stasjoner i Ognå nedenfor Støafossen i 2006 og 2007. Det var planlagt å samle inn opp til 15 yngel og 5 eldre fiskeunger av laks og/eller ørret på hver stasjon med elektrisk fiskeapparat. Det var generelt lav tetthet av ørret i Ognå høsten 2006, og det var også vanskelig å finne laksyngel i vassdraget. Det var ingen utsetting av laks i 2006, og svært lite gytefisk ble observert i Ognå høsten 2005 (A. Rikstad pers. medd.). Det gjorde at det heller ikke ble fanget ettårige laksunger høsten 2007. I tillegg var det svært vanskelige fiskeforhold både i november 2006 og 2007 med sarr/bunnis og sterk kulde.

Det ble undersøkt 1 laksyngel (0+) og 98 eldre ($\geq 1+$) laksunger, 8 ørretyngel og 8 eldre ørretunger til sammen høsten 2006/våren 2007 (**tabell 1**). Dette var potensielle vertsfisk for muslinglarver som ble sluppet ut i vassdraget høsten 2006. I tillegg ble det samlet inn 35 laksyngel (0+) og 27 eldre ($\geq 1+$) laksunger, 20 ørretyngel og 6 eldre ørretunger til sammen høsten 2007 (**tabell 1**). Dette var potensielle vertsfisk for muslinglarver som ble sluppet ut i vassdraget høsten 2007.

All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd, og senere undersøkt under lupe med hensyn til forekomst av muslinglarver (= glochidier). Antall muslinglarver ble normalt talt opp bare på gjellene på fiskens venstre side. Ble det ikke funnet muslinglarver på disse gjellebuene, ble også gjellene på høyre side av fisken undersøkt. Resultatene er presentert som andel infiserte fisk av det totale antall fisk som er undersøkt (= prevalens), gjennomsnittlig antall muslinglarver på all fisk, dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk (= abundans) og gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk (= infeksjonsintensitet) (Margolis m.fl. 1982).

Tabell 1. Fisk samlet inn i Ogna i 2006 og 2007 for å undersøke infeksjonen av muslinglarver på gjellene til laks og ørret. 18. september 2006 ble det i tillegg samlet inn 6 trepigget stingsild.

Dato	Stasjon	Laks		Ørret	
		0+	≥1+	0+	≥1+
18.09.06	205	1	9	1	3
18.09.06	211	0	10	2	0
18.09.06	205-211	1	19	3	3
02.11.06	205	0	17	0	0
02.11.06	211	0	6	0	0
02.11.06	205-211	0	23	0	0
31.05.07	202	0	0	3	3
31.05.07	205	0	21	0	0
31.05.07	210	0	7	0	2
31.05.07	211	0	28	2	0
31.05.07	202-211	0	56	5	5
01.10.07	205	10	6	5	0
01.10.07	211	1	6	5	2
01.10.07	205-211	11	12	10	2
13.11.07	205	24	8	8	1
13.11.07	211	0	7	2	3
13.11.07	205-211	24	15	10	4



Lakseførende del av Ogna ved Motorbanen ca 4 km nedenfor Støafossen. Området var en av hovedstasjonene i forbindelse med overvåking av elvemusling under den kjemiske behandlingen av vassdraget i 2006 og 2007 (stasjon 211).

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet og vanntemperatur

At Steinkjerelva er et vassdrag med høyt fargetall og varierende turbiditet ble bekreftet ved prøvetakingen i august-september 2007. Fargetallet ved Hyllbrua og Motorbanen var henholdsvis 100 og 93 FTU i gjennomsnitt (jf. **tabell 2**). Dette tilsvarer en "meget dårlig" vannkvalitet i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen m. fl. 1997). Turbiditeten var gjennomgående høyere ved Motorbanen enn ved Hyllbrua, og vannkvaliteten var henholdsvis "mindre god" og "god" med hensyn til turbiditet i august-september 2007.

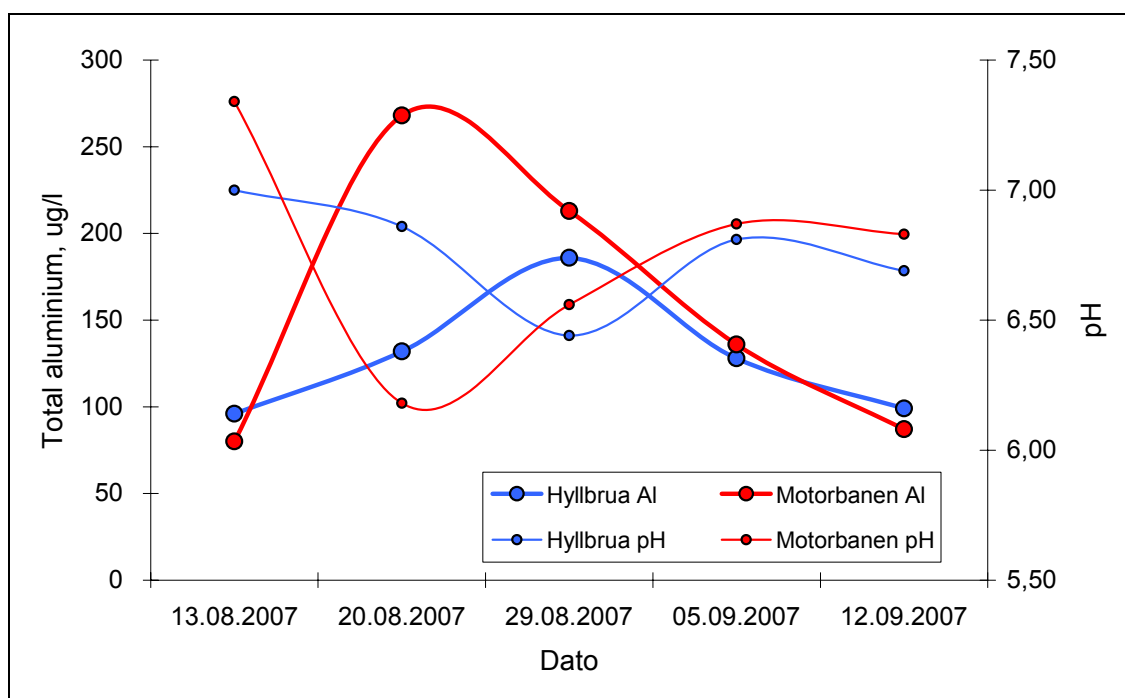
pH i Ogna ved Hylland varierte mellom 6,4 og 7,0 i august-september 2007, og alkaliteten var gjennomgående høy (90-161 µg/l) (**tabell 2**). Ved lav vannføring i august 2006 var pH nær 7,5 oppstrøms Støafossen (Kjøsnes m.fl. 2007).

Tabell 2. Vannkvaliteten på to stasjoner i Ogna i 2007 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (mg Pt/l), konduktivitet (Kond, µS/cm), pH, alkalitet (Alk, µekv/l), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klor (Cl, mg/l), nitrat (NO₃, µg/l), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, µg/l) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, µg/l).

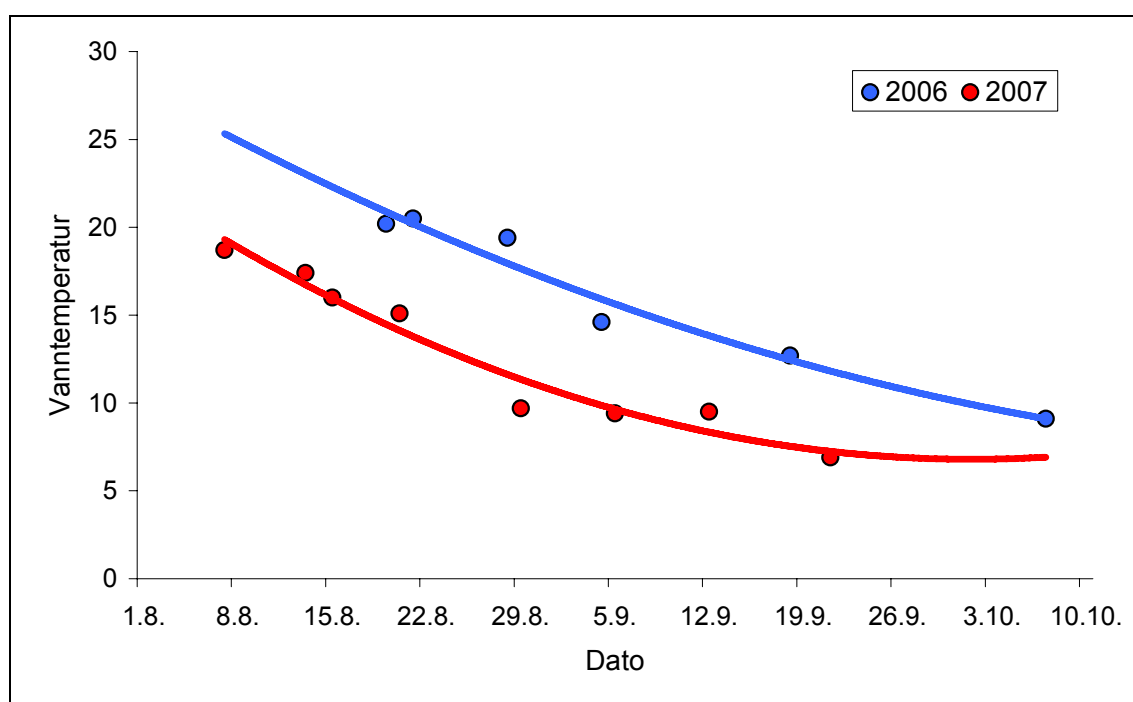
Dato	FTU Turb	mg Pt/l Farge	µS/cm Kond	pH	µg/l Alk	mg/l Ca	mg/l Na	mg/l Cl	µg/l NO ₃	µg/l Tot-P	µg/l Tr-Al	µg/l Um-Al
Stasjon 215 – Hyllbrua												
15.08.07	0,81	76	35	7,00	161	3,42	2,51	3,60	35	5,0	96	2
20.08.07	0,68	103	31	6,86	127	2,98	2,48	3,60	17	4,8	132	2
29.08.07	0,81	128	29	6,44	90	2,49	2,59	3,64	23	2,8	186	4
05.09.07	0,77	98	30	6,81	110	2,87	2,39	3,58	110	2,2	128	2
12.09.07	1,20	93	31	6,69	121	2,79	2,44	4,37	120	2,6	99	5
Stasjon 211 – Motorbanen												
15.08.07	1,60	55	104	7,34	324	4,39	2,67	4,12	59	3,6	80	2
20.08.07	1,10	97	39	6,18	44	3,40	2,52	3,50	24	3,6	268	17
29.08.07	1,30	129	31	6,56	105	2,89	2,79	3,95	61	3,9	213	5
05.09.07	0,93	101	32	6,87	126	3,19	2,52	3,77	42	2,8	136	2
12.09.07	1,10	84	35	6,83	149	3,15	2,70	4,48	47	2,4	87	4

Tilsetningen av svovelsyre og aluminiumssulfat førte til en pH-senking i Ogna ned mot pH 6,0 i 2006, samt en økning i total aluminium-konsentrasjon med ca 100 µg/l, hvorav 30-60 µg/l var på uorganisk form (Kjøsnes m. fl. 2007). Unntaket var et par dager da en teknisk feil forårsaket en kraftig overdosering av syre. Dette førte til at pH sank til under 4,0 og medførte fiskedød på en ca to kilometer lang strekning nedenfor Støafossen. En beskrivelse av pH og konsentrasjonen av aluminium på åtte stasjoner i Ogna i perioden 22. august til 4. september 2006 er vist hos Kjøsnes m.fl. (2007), og det henvises til denne for ytterligere detaljer.

På referansestasjonen ved Hyllbrua var konsentrasjonen av total aluminium 100-130 µg/l i midten av august 2007, men økte til 190 µg/l når vannføringen økte brått i slutten av måneden (**figur 4, tabell 2**). Dette ga samtidig et fall i pH fra 6,9-7,0 til 6,4. Ved Motorbanen var pH høyere og konsentrasjonen av total aluminium lavere enn ved Hyllbrua i midten av august, men etter tilføring av aluminiumssulfat økte mengden aluminium fra 80 til 270 µg/l, og pH falt fra 7,3 til 6,2. Da vannføringen økte i slutten av august ble AIS-behandlingen avsluttet, og vannkvaliteten ved Motorbanen ble raskt sammenlignbar med referansestasjonen ved Hyllbrua. Varigheten av den kunstige forsurenningen ble derfor kortvarig (en uke) i 2007, og vesentlig mindre omfattende enn behandlingen i 2006.



Figur 4. Endringer i vannkvalitet (Total aluminium, µg/l og pH) på to stasjoner i Ogna i august-september 2007.



Figur 5. Vanntemperatur i Ogna i august-oktober 2006 og 2007.

Grunnet en tørr og varm sommer, var vannføringen i Ogna svært lav under behandlingsperioden i 2006 samtidig som vanntemperaturen var høyere enn normalt. Under behandlingen i 2006 gikk vanntemperaturen ned fra ca 20 til 15 °C (figur 5, jf. Kjøsnes m.fl. 2007). I 2007 var

vanntemperaturen om lag fem grader lavere gjennom hele august og september, og under behandlingen gikk vanntemperaturen ned fra ca 15 til 10 °C.

4.2 Tetthet av elvemusling

Flommen i månedsskiftet januar/februar 2006 resulterte i store endringer i og langs elveløpet, og førte til høy dødelighet av elvemusling i Oгна. Det lå derfor allerede store mengder tomme skall i strandkanten og ute i elva sommeren og høsten 2006. Tetthet og fordeling av muslinger hadde også endret seg siden de siste overvåkingsundersøkelsene ble gjennomført i 2001 (Larsen 2001). Det var en reduksjon i antall elvemusling på alle de fire telleflatene nedenfor Støafossen fra juni 2001 til august 2006 (**tabell 3**). På referansestasjonen ved Hyllbrua var det derimot en økning i antall muslinger i samme tidsrom.

Tettheten av elvemusling varierte mellom 0,2 og 5,6 individ pr. m² på de ulike stasjonene i august 2006. Tettheten var størst på stasjon 205 ved Hornemannshølen (**tabell 3**). Det var enkelte tomme skall eller skallrester på alle stasjonene med unntak av referansestasjonen ved Hyllbrua (**tabell 4**). Nær halvparten av skallene var fra muslinger som hadde dødd i løpet av vinteren 2005/2006. Alle skall og skallrester ble fjernet fra feltet. Det ble imidlertid observert mange tomme skall også utenfor arealene, og disse ville lett bli skylt videre når vannføringen økte og vannhastigheten ble sterkere.

Tabell 3. Antall levende elvemusling (tetthet pr. 100 m²) funnet i de undersøkte telleflatene i Oгна før (19.-20. august 2006) og etter (7. oktober 2006 og 13.-14. juni 2007) kjemisk behandling med aluminiumssulfat i august/september 2006. Stasjon 205 og 211 ble ikke telt i oktober 2006 på grunn av økende vannføring som førte til høy turbiditet og dårlig sikt i vannet. Resultatene fra overvåkingen i 2001 (Larsen 2001) er vist til sammenligning.

Dato	Stasjon				
	202	205	210	211	215
18.-19. april 2001	186	791	128	477	99
27. juni 2001	194	887	139	577	146
19.-20. august 2006	84	559	17	350	232
7. oktober 2006	67	-	28	-	229
13.-14. juni 2007	65	735*	34	831	278

* I tillegg kommer ca 50 muslinger som ble fjernet fra arealet etter tellingen i august 2006 (drept av mennesker)

Tabell 4. Antall tomme skall (døde dyr) (tetthet pr. 100 m²) funnet i de undersøkte telleflatene i Oгна før (19.-20. august 2006) og etter (7. oktober 2006 og 13.-14. juni 2007) kjemisk behandling med aluminiumssulfat i august/september 2006. Stasjon 205 og 211 ble ikke telt i oktober 2006 på grunn av økende vannføring som førte til høy turbiditet og dårlig sikt i vannet. Resultatene fra overvåkingen i 2001 (Larsen 2001) er vist til sammenligning.

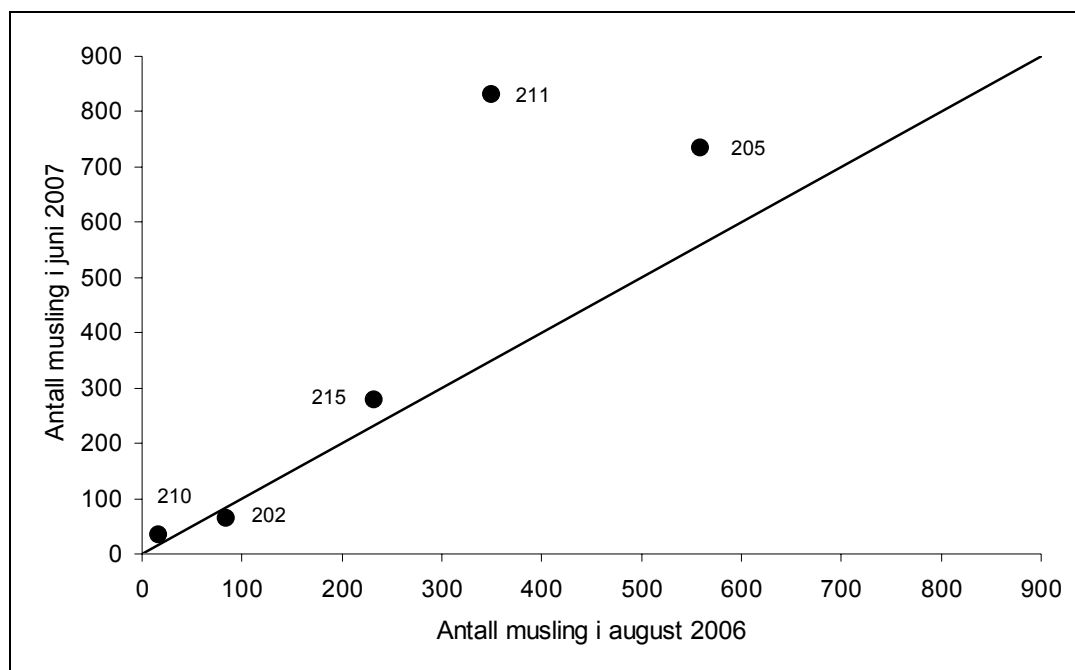
Måned-år	Stasjon				
	202	205	210	211	215
18.-19. april 2001	2	29	19	10	0
27. juni 2001	2	44	19	2	1
19.-20. august 2006	10	20	3	20	0
7. oktober 2006	10	-	6	-	0
13.-14. juni 2007	7	14	23	17	1

Ved telling av de samme arealene i oktober 2006 var det en nedgang i antall muslinger ved Midjo (stasjon 202, **tabell 3**), og det ble funnet ferske tomme skall og døde muslinger som fortsatt hadde rester av de organiske bløtdelene inntakt. Dødeligheten kunne skyldes AIS-behandlingen i vassdraget, men en mer sannsynlig forklaring er heller at den lange perioden med lav vannføring og høy temperatur fra midten av juli til begynnelsen av september har gitt en overdødelighet i dette området i 2006. Redusert vanndekt areal har medført oksygenmangel, overoppheting og inntørking. Det ble bemerket ved tellingen i midten av august 2006 (før behandlingen startet) at flere muslinger enn normalt sto på svært grunt vann, var på vandring i substratet eller lå på siden oppå grusen.

Det samme var tilfellet på stasjonen ved Brandsegg (stasjon 210) der også liten vannndybde og tørlegging var et problem ved tellingen i august. På denne stasjonen var det imidlertid en økning av antall individer fram til tellingene i oktober 2006 og juni 2007. Disse kan ha forflyttet seg med vannstrømmen fra ovenforliggende områder.

Det var en betydelig økning av antall individer både på stasjonen ved Hornemannshølen (stasjon 205) og ved Motorbanen (stasjon 211) fra august 2006 til juni 2007 (**figur 6**). Tettheten økte fra 5,6 til 7,4 individ pr. m² på stasjon 205. Tettheten økte fra 3,5 til 8,3 individ pr. m² på stasjon 211. Dette var en økning på henholdsvis 31 og 137 % i løpet av ti måneder. Dette kan skyldes innvandring/drift under høy vannføring fra ovenforliggende områder. Men andelen nedgravde muslinger kan også ha vært større enn normalt i august 2006 på grunn av høy vanntemperatur og liten vannføring. Det er ikke påvist raske atferdsendringer når muslinger utsettes for kortvarig stress (for eksempel rotenonbehandling; se Larsen 2001). Det er imidlertid mer usikkert om elvemuslingen kan endre atferd ved langvarig stress.

På referansestasjonen ved Hyllbrua (stasjon 215) var bunnforholdene mer stabile, og vannndybden større. Der var det ingen endring i antall muslinger mellom de to tellingene i 2006. Det var imidlertid en økning på ca 20 % fra høsten 2006 til sommeren 2007 da tettheten var 2,8 individ pr. m².



Figur 6. Sammenhengen mellom antall levende elvemusling funnet i de undersøkte telleflatene før (19.-20. august 2006) og etter (13.-14. juni 2007) kjemisk behandling med aluminiumssulfat i Oga i august/september 2006. Punkter over linjen viser at antall individer var høyere i 2007 enn i 2006 på fire av stasjonene. Tall ved punktene viser til stasjonsnummer.

Det var heller ingen observasjoner ellers i vassdraget som tilsa at den kjemiske behandlingen i august hadde medført overdødelighet av muslinger i Ognå høsten 2006 eller 2007. Det ble gjort befaringer til andre lokaliteter i vassdraget utenom telleflatene, og ingen steder ble det funnet døde muslinger som kunne knyttes til tiltaket mot *Gyrodactylus*.

Det ble derimot funnet nærmere 50 døde muslinger ved Hornemannshølen (stasjon 205) i august 2006 (uke 34). Disse var alle drept av mennesker. Skallene var knust eller de to skallhalvdelenes var revet fra hverandre og kastet delvis på land og delvis tilbake i elva. Selv om elvemuslingen er totalfredet mot fangst forekommer det fra tid til annen at muslinger drepes på denne måten. Det lå generelt mange tomme skall ved Hornemannshølen i tilknytning til en badeplass.

4.3 Overlevelse og vekst

Klekkekasser

Klekkekasser som ble lagt ut i vassdraget i august 2006 ble undersøkt tre ganger under og like etter behandlingen (**vedlegg 1.1**). I tillegg ble kassene ved Hyllbrua kontrollert i begynnelsen av oktober 2006. Alle klekkedassene ble deretter kontrollert og klargjort for ny overvåking i juni 2007. Klekkedassene ble kontrollert to ganger før og tre ganger under og like etter behandlingen i 2007 (**vedlegg 1.2**). Forsøket ble avsluttet med utgraving og tømning av kassene i begynnelsen av oktober 2007.

Det var ingen dødelighet av voksne muslinger (90-130 mm lange) i noen av klekkedassene i løpet av 2006 og 2007 (**tabell 5**). Enkelte av individene ble funnet liggende på siden ved enkelte besøk, men alle lukket seg ved berøring, og ble senere funnet i normal posisjon i substratet i kassene (se **vedlegg 1.1** og **1.2** for detaljer).

Tabell 5. Kontrollerte eksponeringsforsøk med elvemusling i klekkedasser på fire stasjoner i Ognå i 2006 og 2007. Stasjon B1: Hornemannshølen (50-60 m nedenfor påfriskningsstasjon), stasjon B2: Motorbanen (ca 4 km nedstrøms Støafossen), stasjon B3: Støa (750 m nedstrøms Støafossen) og stasjon B5: Hyllbrua (referansestasjon ovenfor Støafossen).

År		Stasjon				
		B1	B2	B3	B1-B3	B5 (referanse)
2006	STORE muslinger satt ut (antall)	10	10	10	30	12
	Gjenfunnet	10	10	10	30	12
	Forsvunnet/døde	0	0	0	0	0
	SMÅ muslinger satt ut (antall)	5	5	5	15	2
	Gjenfunnet	4	1	4	9	2
	Forsvunnet/døde*	1*	4*	1*	6*	0
2007	STORE muslinger satt ut (antall)	10	10	10	30	12
	Gjenfunnet	10	10	10	30	12
	Forsvunnet/døde	0	0	0	0	0
	SMÅ muslinger satt ut (antall)	4	1	4	9	2
	Gjenfunnet	4	1	4	9	2
	Forsvunnet/døde	0	0	0	0	0

* Ingen tomme skall eller skallrester gjenfunnet i klekkedassene. Se tekst for nærmere beskrivelse.

De unge muslingene (45-60 mm lange) ble bare unntaksvis observert i kassene utover høsten 2006. I begynnelsen av september ble ingen unge individer observert, men i midten av september ble seks av 15 unge muslinger gjenfunnet (**vedlegg 1.1**). De små muslingene var vanskelige å oppdage på grunn av størrelsen, og mange av dem var helt nedgravd i substratet. For ikke å forstyrre (stresse) muslingene i forsøksperioden ble det valgt å ikke grave unødvendig i grusen for å lete opp de små muslingene som var nedgravd i kassene.

Det var først i juni 2007 at alle kassene ble grundigere kontrollert, og det ble gravd i substratet. Etter opptelling manglet det imidlertid fortsatt seks av de små muslingene (**tabell 5**). Det ble ikke funnet skall eller skallrester i noen av klekkkassene, og det var derfor ingen tegn til at de små muslingene hadde dødd. Muslingene som ikke ble gjenfunnet kan (teoretisk) ha kommet seg ut av kassene hvis nettingen som lå over ikke tettet godt nok ut på sidene. Mer sannsynlig er det likevel at de har kommet fram fra substratet etter at de store muslingene ble tatt opp fra kassene ved kontrollen i juni 2007. De kan deretter ha virvlet ut og driftet av gårde i vannstrømmen. Dette kan ha skjedd uten at det ble oppdaget, og uten at de ble gjenfunnet i substratet nedstrøms kassene.

Det var ikke noe tap av små muslinger i 2007 (**tabell 5**). De ni muslingene som ble satt ut igjen i kassene i juni 2007 ble alle gjenfunnet i oktober samme år. Ved kontroll av kassene i løpet av høsten ble bare 4-5 av de unge muslingene observert (**vedlegg 1.2**). Resten av de små muslingene var nedgravd i substratet. I det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling ble det funnet at nesten halvparten av muslingene som var 50-60 mm lange var nedgravd i substratet (B.M. Larsen upublisert materiale). For unge muslinger er dette derfor en helt normal atferd.

Veksthastigheten hos elvemusling er størst hos de yngste muslingene, og fram til 15-årsalder kan den årlige tilveksten variere mellom 4 og 9 mm (bl.a. Larsen m. fl. 2007a). Deretter avtar den årlige tilveksten til 2-3 mm, og senere kan lengdevæksten stoppe nesten helt opp. Rubbel (1913) viste at veksten avtok i gjennomsnitt fra 1,2 mm pr. år for 60-70 mm lange skjell til 0,2 mm pr. år for skjell som var >100 mm. Nagel (1991) fant en gjennomsnittlig tilvekst (lengde) på 0,4-1,6 mm pr. år hos voksne muslinger.

I Ogna nedenfor Støafossen var gjennomsnittlig tilvekst hos voksne (store) muslinger 1,4 mm fra august 2006 til oktober 2007 (**tabell 6**). På referansestasjonen ved Hyllbrua var tilveksten 1,7 mm. Måleusikkerheten mellom to uavhengige målinger av de samme muslingene kan imidlertid være ± 1 mm (Larsen 1999). Det kan derfor inntre at muslinger som har vokst svært lite i løpet av et år kan få "negativ" vekst på grunn av måleusikkerheten. Målinger på fire av muslingene i Ogna ga et slik resultat. Største tilvekst hadde to muslinger ved Hornemannshølen med henholdsvis 4,2 og 4,4 mm. På grunn av måleusikkerheten og generelt liten tilvekst hos voksne muslinger, kan det ikke påvises entydige forskjeller i tilvekst innad i vassdraget. I den grad skallengde reflekterer alder, vil man forvente at de største muslingene har den laveste tilveksten. Gjennomsnittlig skallengde var minst ved Hyllbrua, men gjennomsnittlig lengdeøkning var likevel større ved Hornemannshølen. Gjennomsnittlig lengdeøkning var minst ved Motorbanen, og mindre enn ved Støa selv om skallengden var noe større i gjennomsnitt ved Støa. Muslingene ved Støa ble utsatt for den mest ekstreme vannkvaliteten på grunn av feil dosering av svovelsyre fra anlegget ved Støafossen. Stasjonen ved Støa lå bare 750 meter nedenfor Støafossen, på en strekning der det ble observert fiskedød. Likevel var det ingen dødelighet i klekkkassene, og muslingene opprettholdt en forventet lengdeøkning i løpet av vekstsesongen.

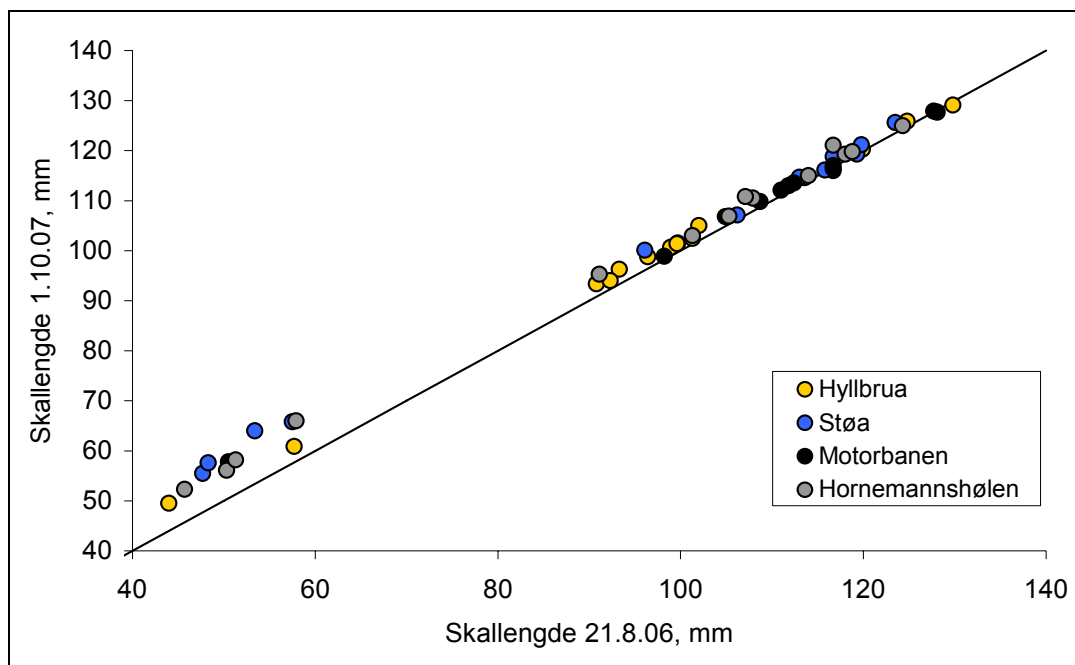
De små muslingene (45-60 mm) hadde en betydelig større tilvekst enn de store muslingene (90-130 mm) i Ogna fra august 2006 til oktober 2007 (**tabell 6, figur 7**). Tilveksten hos de små muslingene varierte fra 6 til 11 mm, og var i gjennomsnitt 7,9 mm på de tre stasjonene nedenfor Støafossen. Gjennomsnittlig lengde av muslinger som ble gjenfunnet ved Hornemannshølen og ved Støa var nesten den samme, men tilveksten var størst ved Støa. Ut fra antagelsen om at disse muslingene ble utsatt for pH lavere enn 4,0 i en kort periode i august 2006 (jf.

Kjøsnes m.fl. 2007), var det overraskende at det for det første ikke ble påvist dødelighet og for det andre at de opprettholdt en tilnærmet normal tilvekst.

Tabell 6. Gjennomsnittlig lengdeøkning hos elvemusling som ble satt ut i klekkekasser 21. august 2006 på fire ulike lokaliteter i Ognå (N = 53). Skallengde ble målt ved utsetting og når muslingene ble tatt opp igjen etter endt forsøk 1. oktober 2007. Stasjon B1: Hornemannshølen (50-60 m nedenfor påfriskningsstasjon), stasjon B2: Motorbanen (ca 4 km nedstrøms Støafossen), stasjon B3: Støa (750 m nedstrøms Støafossen) og stasjon B5: Hyllbrua (referansestasjon ovenfor Støafossen).

	Stasjon	Antall	Skallengde \pm SD start, mm	Skallengde \pm SD slutt, mm	Gjennomsnittlig lengdeøkning \pm SD, mm
STORE muslinger	B1	10	110,5 \pm 9,8	112,7 \pm 9,2	2,2
	B2	10	113,6 \pm 9,3	114,3 \pm 8,8	0,7
	B3	10	114,1 \pm 7,8	115,4 \pm 7,2	1,3
	B1-B3	30	112,7 \pm 8,9	114,1 \pm 8,2	1,4 \pm 1,3
	B5	12	104,1 \pm 13,2	105,7 \pm 12,1	1,7 \pm 1,1
SMÅ muslinger	B1	4	51,3 \pm 5,0	58,2 \pm 5,8	6,9
	B2	1	50,5	57,8	7,3
	B3	4	51,7 \pm 4,6	60,7 \pm 5,0	9,0
	B1-B3	9	51,4 \pm 4,2	59,3 \pm 4,9	7,9 \pm 1,5
	B5	2	50,9 \pm 9,7	55,2 \pm 8,1	4,4* \pm 1,6

* De to små muslingene fra stasjon B5 ble satt inn i klekkekassene senere enn de andre muslingene (kortere vekstperiode)



Figur 7. Vekst hos elvemusling som ble satt ut i klekkekasser 21. august 2006 på fire ulike lokaliteter i Ognå (N = 53). Skallengde ble målt ved utsetting og når muslingene ble tatt opp igjen etter endt forsøk 1. oktober 2007. Punkter over linjen viser at muslingene har vokst, og skallengden har økt.

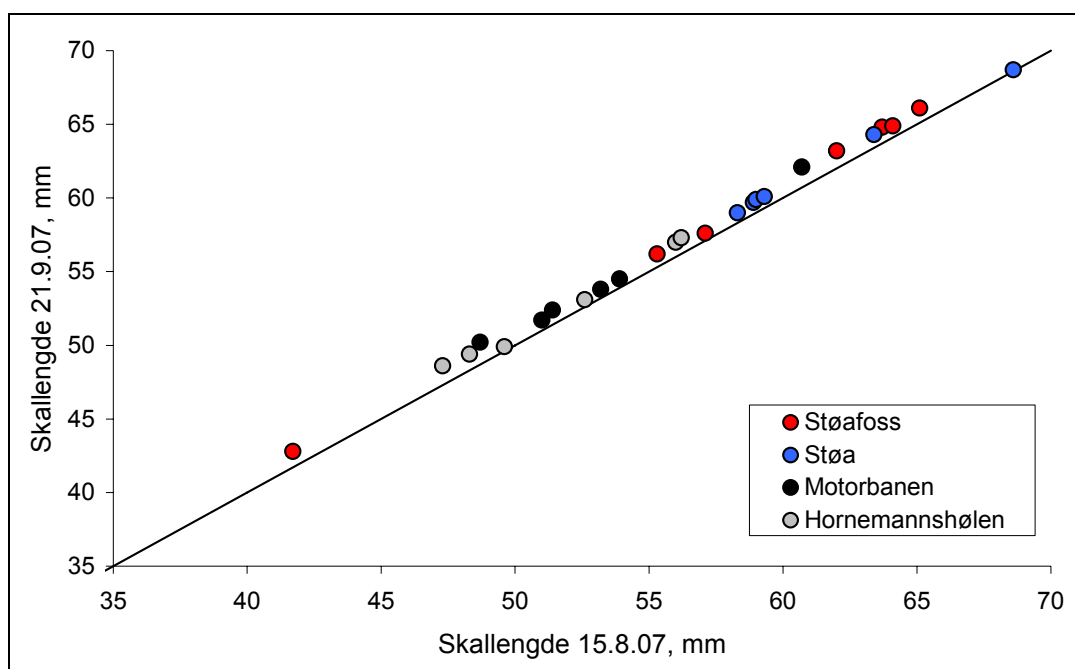
Nettingbur

På grunn av tap av små muslinger ved eksponeringsforsøket i klekkekassene ble det i tillegg plassert ut små muslinger i nettingbur i august 2007. Nettingburene ble ikke undersøkt under behandlingen, da det ikke var mulig å observere muslingene i burene uten å ta av lokket. I tillegg var det forventet at et flertall av muslingene var nedgravd. For ikke å forstyrre (stresse) muslingene ble det valgt å ikke åpne burene eller grave unødvendig i grusen for å lete etter muslingene.

Forsøket varte i 37 dager, og det var ingen dødelighet (**tabell 7**) eller tegn til nedsatt aktivitet hos muslingene. Dette bekreftet det som ble observert i klekkekassene.

Tabell 7. Kontrollerte eksponeringsforsøk med elvemusling i nettingbur på fire stasjoner i Ognå i 2007. Stasjon B1: Hornemannshølen (50-60 m nedenfor påfriskningsstasjon), stasjon B2: Motorbanen (ca 4 km nedstrøms Støafossen), stasjon B3: Støa (750 m nedstrøms Støafossen) og stasjon B4: Støafossen (200 m nedstrøms Støafossen).

År		Stasjon				
		B1	B2	B3	B4	B1-B4
2007	SMÅ muslinger satt ut (antall)	6	6	6	7	25
	Gjenfunnet	6	6	6	7	25
	Forsvunnet/døde	0	0	0	0	0



Figur 8. Vekst hos elvemusling som ble satt ut i nettingbur 15. august 2007 på fire ulike lokaliteter i Ognå (N = 25). Skallengde ble målt ved utsetting og når muslingene ble tatt opp igjen etter endt forsøk 21. september 2007. Punkter over linjen viser at muslingene har vokst, og skallengden har økt.

Alle muslingene i nettingburene hadde god vekst (**figur 8**), og gjennomsnittlig tilvekst var 0,9 mm i løpet av 37 dager (**tabell 8**). Tilveksten var lavest på stasjon B3 (750 meter nedstrøms Støafossen), men dette henger sannsynligvis sammen med at muslingene hadde størst gjen-

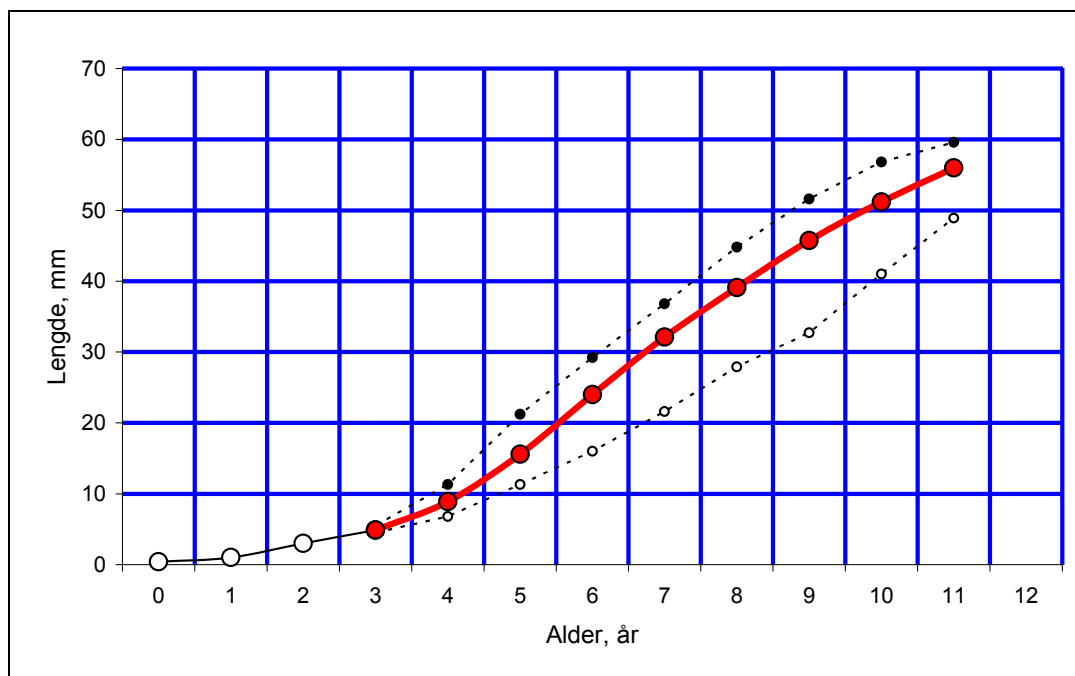
nomsnittlig lengde på denne stasjonen. Tilveksten var relativt sett bedre på stasjon B4 (200 meter nedstrøms Støafossen) sammenlignet med stasjon B1 (Hornemannshølen) da de minste muslingene var ved Hornemannshølen.

Tabell 8. Gjennomsnittlig lengdeøkning hos elvemusling som ble satt ut i nettingbur 15. august 2007 på fire ulike lokaliteter i Ognå (N = 25). Skallengde ble målt ved utsetting og når muslingene ble tatt opp igjen etter endt forsøk 21. september 2007. Stasjon B1: Hornemannshølen (50-60 m nedenfor påfriskningsstasjon), stasjon B2: Motorbanen (ca 4 km nedstrøms Støafossen), stasjon B3: Støa (750 m nedstrøms Støafossen) og stasjon B4: Støafossen (200 m nedstrøms Støafossen).

	Stasjon	Antall	Skallengde ± SD start, mm	Skallengde ± SD slutt, mm	Gjennomsnittlig lengdeøkning, mm
SMÅ muslinger	B1	6	51,7 ± 3,9	52,6 ± 3,9	0,9
	B2	6	53,2 ± 4,1	54,1 ± 4,2	1,0
	B3	6	61,3 ± 4,0	62,0 ± 3,8	0,7
	B4	7	58,4 ± 8,3	59,4 ± 8,2	0,9
	B1-B4	25	56,2 ± 6,5	57,1 ± 6,4	0,9

4.4 Aldersbestemmelse og årlig tilvekst

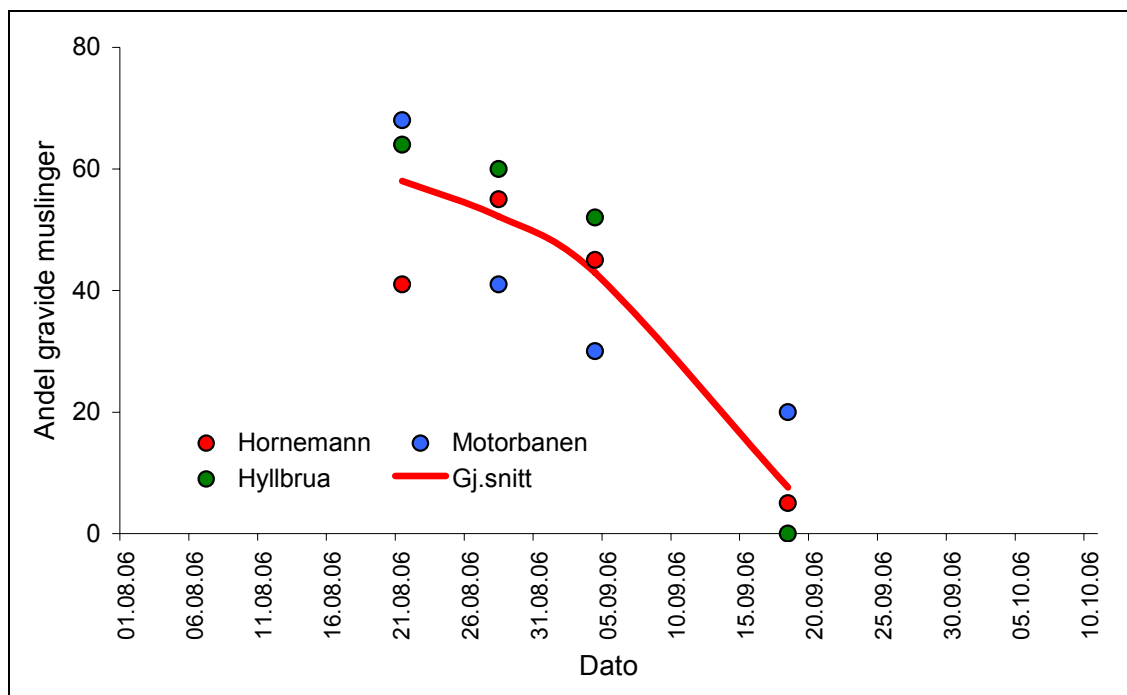
Elvemuslingen vokste svært godt i Ognå. Årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble ti år var 6-8 mm. Enkelte av muslingene hadde en årlig tilvekst på mer enn 10 mm. Gjennomsnittlig lengde for fem år gamle muslinger var 16 mm. Når muslingene var 10 år var de allerede mer enn 50 mm i gjennomsnitt (**figur 9**).



Figur 9. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Ognå fram til 11-års alder. Stiplede linjer angir største og minste muslinger i de ulike aldersgrupper. Skallene var erodert ved umbo slik at de første vintersonene ikke lenger kunne bestemmes med sikkerhet, og vekstkurven er stipulert for de første to leveårene.

4.5 Graviditet hos elvemusling

Det ble funnet en relativt høy graviditetsfrekvens på alle lokalitetene allerede i midten av august 2006 (41-68 %, **figur 10**). Det var ingen forskjell mellom referansestasjonen ved Hyllbrua og de to stasjonene ved Hornemannshølen og Motorbanen. Ved Motorbanen var det en liten nedgang i antall gravide individer mot slutten av august, og det ble også observert ansamlinger med muslinglarver på elvebunnen 28. august. Det var fortsatt enkelte muslinger med larver i gjellene i midten av september, men disse hadde bare mindre rester igjen, og var i ferd med å tømme seg helt. Dette betyr at muslinglarvene helt eller delvis ble sluppet ut i vannet mens behandlingen pågikk eller i dagene umiddelbart etterpå i 2006.

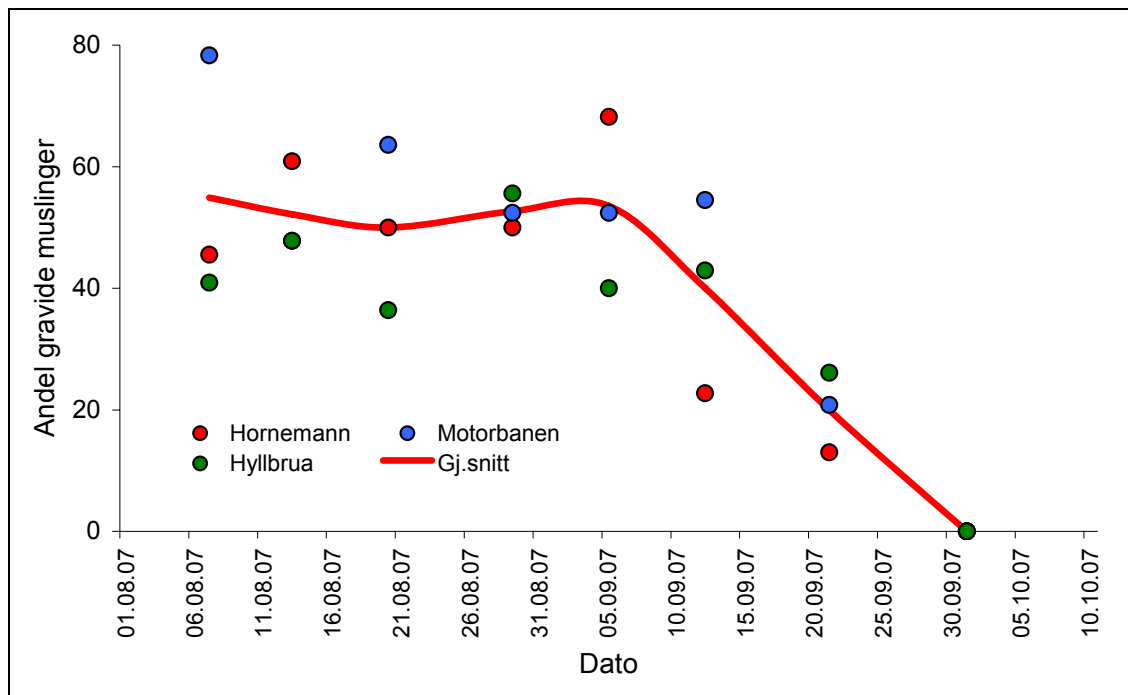


Figur 10. Utviklingen i graviditetsfrekvens (andel muslinger med muslinglarver i gjellene) på tre stasjoner i Ognå høsten 2006.

Det var 40-80 % gravide muslinger i Ognå allerede i begynnelsen av august 2007 (**figur 11**). Gjennomsnittlig graviditetsfrekvens var litt i overkant av 50 % fra 7. august til 5. september. Det var modne muslinglarver i gjellene til de voksne elvemuslingene fra begynnelsen av september, og i løpet av måneden ble muslinglarvene sluppet ut i vannet. I begynnelsen av oktober var det ikke lenger larver i gjellene. Det var gjennomgående noe lavere graviditetsfrekvens ved Hyllbrua enn på de to stasjonene ved Hornemannshølen og Motorbanen.

4.6 Infeksjon av muslinglarver på gjellene til laks og ørret

I midten av september 2006 var all laks og ørret infisert med muslinglarver i moderate mengder i Ognå. Det ble også funnet muslinglarver på trepigget stingsild i vassdraget (**vedlegg 2**). Dette viser at muslinglarvene nettopp var frigitt da de normalt vil falle av fra gjellene på fiskearter som ikke egner seg som vertsfisk.

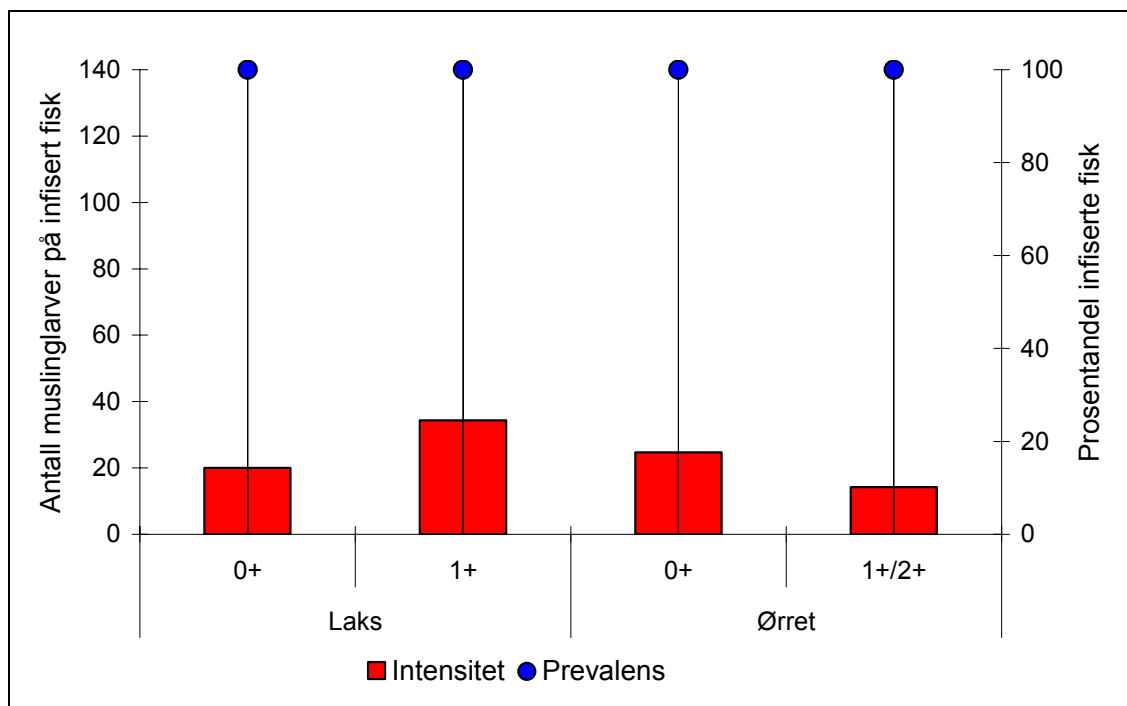


Figur 11. Utviklingen i graviditetsfrekvens (andel muslinger med muslinglarver i gjellene) på tre stasjoner i Ognå høsten 2007.

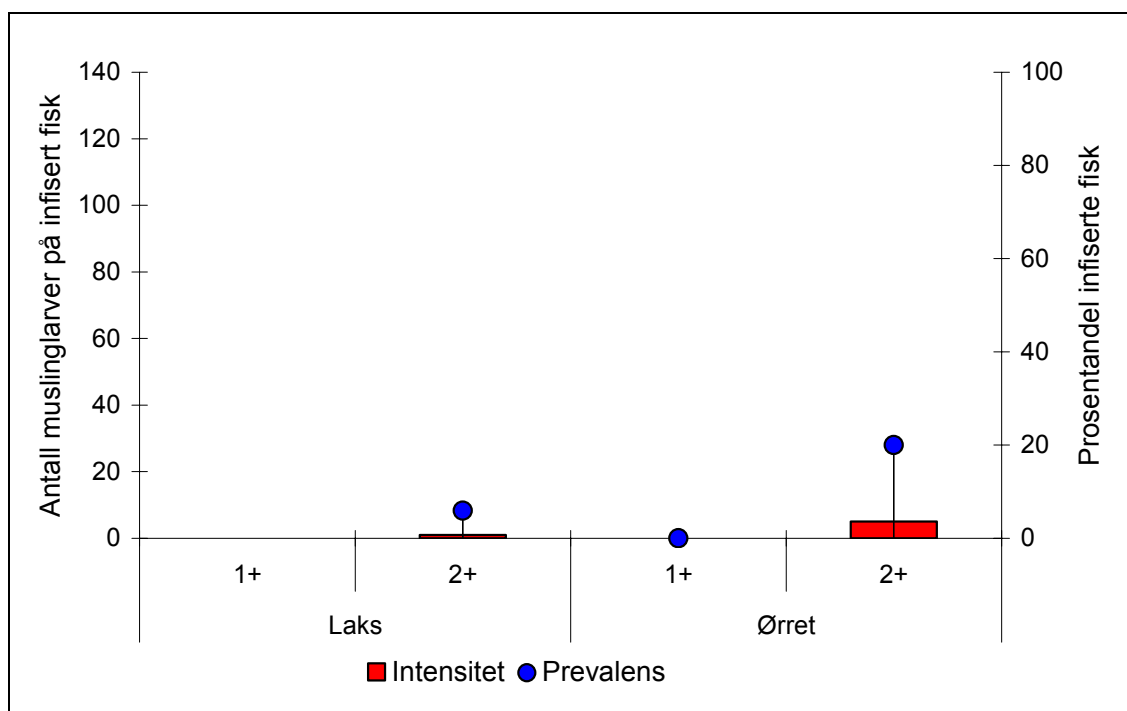
Antall muslinglarver varierte mellom 14 og 34 muslinglarver i gjennomsnitt på gjellene (på fiskens venstre side) uavhengig av fiskeart eller alder på fisken (**figur 12**). Dette tilsvarte en total infeksjon på ca 65 muslinglarver på de ettårige laksungene da antall muslinglarver normalt er like høyt på begge sider av fisken (B.M. Larsen upublisert materiale). Det ble bare fanget en laksyngel (alder 0+) i Ognå i september 2006. Denne hadde 20 muslinglarver på gjellene (på fiskens venstre side). Det er tidligere undersøkt fisk fra Ognå i september 1999 (Larsen m.fl. 2000) og oktober 2001 (Larsen 2002) like etter at fiskeungene var infisert. Da ble det funnet henholdsvis 128 og 133 muslinglarver i gjennomsnitt på gjellene (på fiskens venstre side) til laksyngel (0+). Dette viser at infeksjonen i 2006 var lavere enn forventet, og tilsvarte ikke mer enn 15-20 % av forventet infeksjon.

Ved en ny kontroll i november 2006 ble det bare funnet en muslinglarve i gjennomsnitt på gjellene (på fiskens venstre side) til ett- eller toårige laksunger (1+/2+), og bare 19 % av laksungene var infisert (jf. **vedlegg 2**). De fleste larvene var dessuten små, lite utviklet og av dårlig "kvalitet". Det ble ikke fanget ørret ved denne innsamlingen, og laksyngel var totalt fraværende på grunn av manglende rekruttering i 2005/2006.

Den lave infeksjonen på laksunger i Ognå i november 2006 ble bekreftet ved en ny undersøkelse i slutten av mai 2007. Det var fortsatt bare en muslinglarve i gjennomsnitt på gjellene (på fiskens venstre side), og bare 6 % av de toårige laksungene var infisert (**figur 13**). Det var ingen muslinglarver på ettårige ørret, men en av de toårige ørretungene hadde fem muslinglarver på gjellene (på fiskens venstre side). Det ble ikke fanget ettårige laksunger våren 2007 da det ikke var noen rekruttering i 2005/2006.

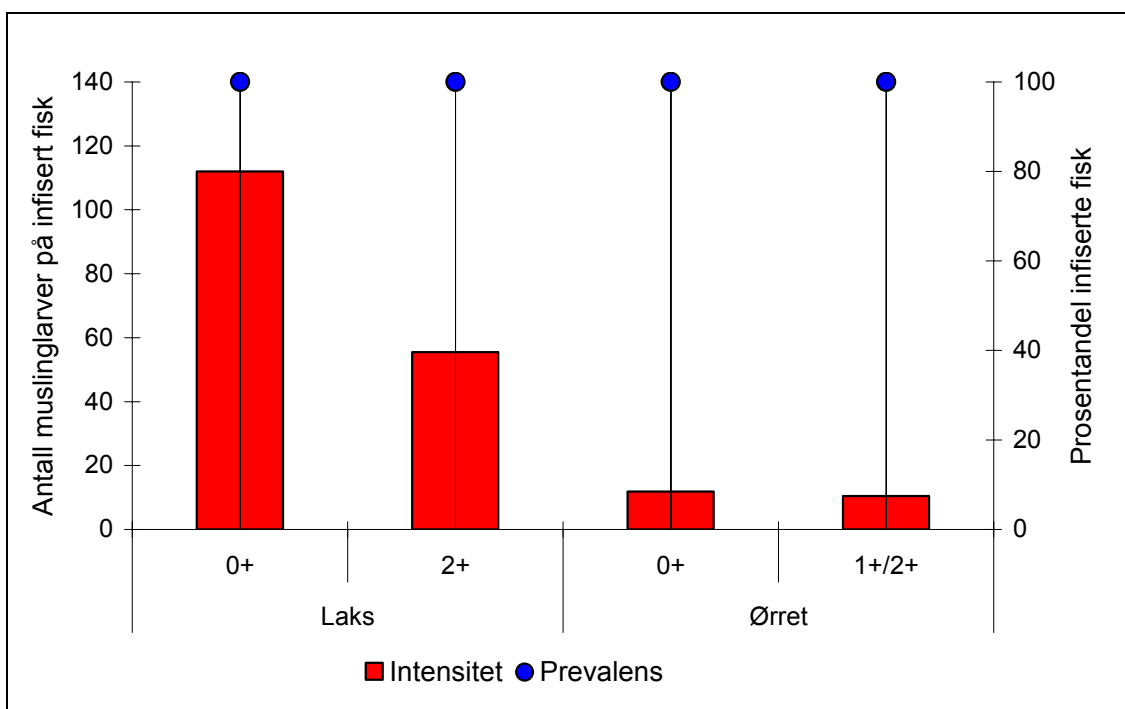


Figur 12. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) av laksyngel (0+), ettårige laksunger (1+), ørretyngel (0+) og ett- eller toårige ørretunger (1+/2+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Oga 18. september 2006.



Figur 13. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) av toårige laksunger (2+), ettårige ørretunger (1+) og toårige ørretunger (2+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Oga 31. mai 2007. Det ble ikke fanget ettårige laksunger.

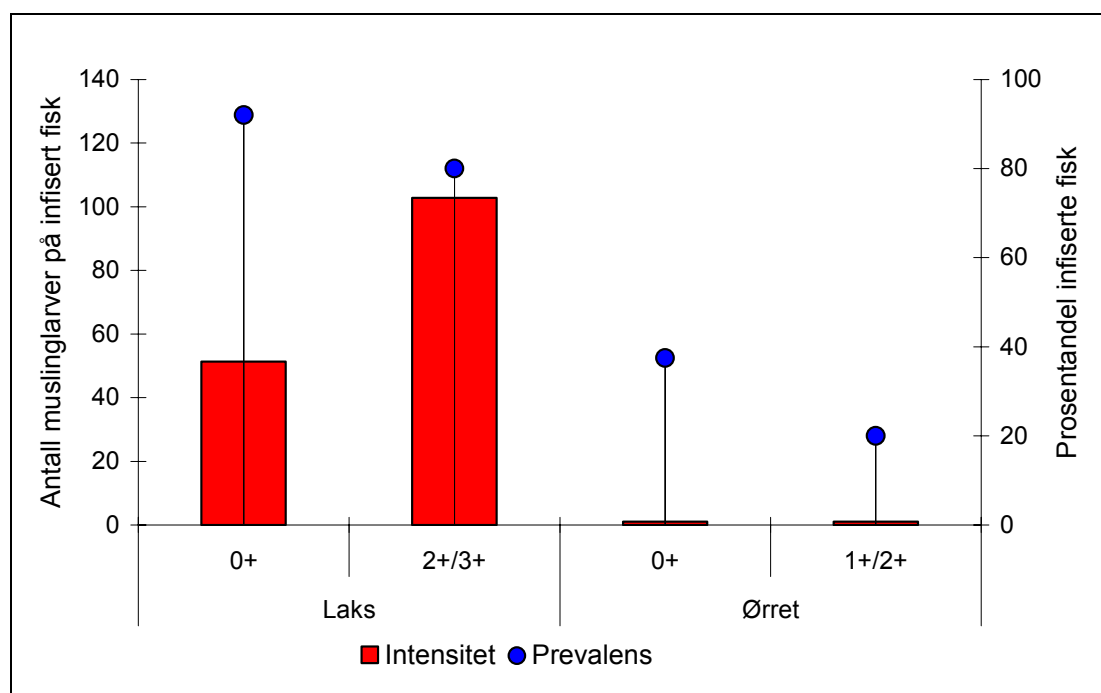
I begynnelsen av oktober 2007 var igjen alle fiskeunger i Ogna infisert med muslinglarver (**figur 14**). Det ble funnet mellom 16 og 273 muslinglarver festet på gjellene (på fiskens venstre side) hos laksyngel med et gjennomsnitt på 112 larver. Toårige laksunger hadde 56 muslinglarver i gjennomsnitt, og antallet varierte mellom 4 og 206. Ettårige laksunger ble ikke påvist. Ørretungene i Ogna var infisert med et lavere antall larver enn laksungene, og antallet varierte mellom 2 og 31 på de enkelte ørretungene. To av ørretungene fra Motorbanen hadde i tillegg til små nyinfiserte larver også noen larver som var større. Disse må ha sittet på ørretungene noe tid, og kan bety at enkelte muslinger har hatt et tidligere gytetidspunkt (ørretmuslinger, jf. Larsen m.fl. 2000).



Figur 14. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) av laksyngel (0+), toårige laksunger (2+), ørretyngel (0+) og ett- eller toårige ørretunger (1+/2+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Ogna 1. oktober 2007.

Det ble foretatt en ny kontroll av gjellene til laks og ørret i midten av november 2007 (**figur 15**). Da skulle muslinglarvene som ikke hadde kapslet seg inn på en normal måte ha falt av. Det var fortsatt en høy infeksjon av muslinglarver på alle laksungene i Ogna. Ørretungene derimot hadde mistet nesten alle larvene, og et fåtall ørretunger hadde i gjennomsnitt en muslinglarve på gjellene (på fiskens venstre side).

Selv om antall muslinglarver ble mer enn halvert på den infiserte laksyngelen fra begynnelsen av oktober til midten av november, og prevalens gikk ned fra 100 til 92 %, var det fortsatt 51 muslinglarver i gjennomsnitt på gjellene (på fiskens venstre side). Dette tilsvarte en total infeksjon på ca 100 muslinglarver da antall muslinglarver normalt er like høyt på begge sider av fisken (B.M. Larsen upublisert materiale). Ettårige laksunger ble ikke påvist, og 2006-årsklassen så ut til å mangle helt. Toårige eller treårige laksunger var derimot til stede, og 80 % var fortsatt infisert med muslinglarver i midten av november. Det var en økning i intensitet fra oktober til november, og i gjennomsnitt ble det funnet 103 muslinglarver på gjellene (på fiskens venstre side) i november. Dette tilsvarte en total infeksjon på ca 200 muslinglarver på de toårige laksungene da antall muslinglarver normalt er like høyt på begge sider av fisken (B.M. Larsen upublisert materiale).



Figur 15. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) av laksyngel (0+), to- eller treårige laksunger (2+/3+), ørretyngel (0+) og ett- eller toårige ørretunger (1+/2+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Oga 13. november 2007.

5 Oppsummering og diskusjon

Elvemusling finnes i Steinkjerelva/Byaelva opp til Byafossen og i Oгна opp til Rokta og Sør-Rokta. Det var størst tetthet i Oгна nedenfor Støafossen og i enkelte mindre områder mellom Bruem og Hornemannshølen samt i nedre del ovenfor Gullbergaunet (Larsen m.fl. 2000).

I handlingsplanen for elvemusling (Direktoratet for naturforvaltning 2006) 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. Etter at *Gyrodactylus salaris* ble påvist i Steinkjervassdragene i 1980 har parasitten indirekte medført en reduksjon i rekrutteringen av elvemusling i mange år på grunn av den direkte dødeligheten av laksunger som parasitten har forårsaket. Overvåkingen av ungfiskbestandene viste at produksjonen av laksunger var svært lav i vassdragene fra tidlig på 1980-tallet og fram til rotenon-aksjonen i 1993 (Hope 1996, Johnsen m.fl. 1999). Utsettinger i 1994-1997 førte til at tettheten av laksunger igjen ble betydelig større enn før rotenonbehandlingen (Johnsen m.fl. 1999). Men etter at *Gyrodactylus* ble påvist igjen i 1997 har tettheten av laksunger på nytt gått kraftig tilbake. All laksengel som ble undersøkt i Oгна i september 1999 var infisert med *Gyrodactylus*, men hadde også et betydelig antall muslinglarver på gjellene (Larsen m.fl. 2000). Mange av disse laksungene ville dø i løpet av vinteren på grunn av redusert kondisjon forårsaket av lakseparasitten. Muslinglarvene ville da dø sammen med fisken.

For elvemuslingen er det nødvendig å ha levedyktige bestander med laksunger for at ikke muslingen langsomt skal forsvinne ut av vassdraget. Laks har en mye høyere infeksjon av muslinglarver enn ørret, og er primærvert for muslinglarvene i Oгна (Larsen m.fl. 2000). Ziu-ganov m.fl. (1994) har angitt at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes. I år med lav tetthet av laksunger blir antall vertsfisk til muslingens larver for lavt til å opprettholde rekrutteringen. Tettheten av laksunger har bare unntaksvis vært større enn 1 individ pr. 100 m² i perioden 1981-1994 i Oгна. Elvemuslingen har derfor hatt en redusert mulighet for vellykket rekruttering på 1980- og 1990-tallet (en periode på ca 15 år) på grunn av mangel på vertsfisk.

Den minste muslingen som ble funnet i 1999 var 59 mm selv om det også ble gravd en del i substratet (Larsen m.fl. 2000). I 2006 og 2007 ble ikke lengdefordelingen av muslinger undersøkt, men det ble observert et vesentlig høyere antall unge muslinger i substratet på hele strekningen nedenfor Støafossen. Det var flest små muslinger mellom 40 og 60 mm lange. Det ble bare unntaksvis sett muslinger ned mot på 20-30 mm, men en større andel av disse lever nedgravd i substratet og er av den grunn vanskeligere å få øye på. Inntrykket var likevel at overvekten av de unge muslingene var 9-11 år gamle (jf. figur 9). Disse festet seg som muslinglarver på fisk i vassdraget på høsten 1995, 1996 og 1997, og slapp seg av fisken på våren året etter. Dette er sammenfallende i tid med store utsettinger av laksengel og utlegging av rogn i Oгна. Mangel på vertsfisk ser derfor ut til å ha vært den viktigste årsaken til at det ikke ble funnet unge muslinger i vassdraget ved undersøkelsene i 1999 (jf. Larsen m.fl. 2000). Vellykket rekruttering fra midten av 1990-tallet, med flere sterke årsklasser, viser at det ikke er vannkvaliteten eller andre oppvekstforhold som er begrensende for å reetablere elvemusling i Oгна. Det er tilstedeværelsen av *Gyrodactylus salaris* som er den største trusselen for elvemusling i vassdraget.

Elvemuslingen har en lang reproduktiv periode slik at bestanden kan ta seg opp igjen bare tiltak settes inn som øker antall laksunger i Steinkjervassdragene. Dette må være førende for hvilke tiltak som skal gjennomføres. *Gyrodactylus salaris* er hovedårsaken til at bestanden av laks er kraftig redusert, og tiltak for å fjerne lakseparasitten er nødvendig for å oppfylle intensjonen om å ta vare på eller bygge opp igjen bestanden av elvemusling i Oгна.

For å utrydde *Gyrodactylus* har det ved tidligere behandlinger blitt benyttet rotenon. Tiltakene hadde en begrenset effekt på elvemusling (Larsen 2001; 2002). De voksne muslingene viste

ingen tegn til overdødelighet, og det direkte tapet av muslinger begrenset seg til en eller to årsklasser av muslinglarver som døde sammen med fisken de parasitterte på.

Bruk av surt aluminiumssulfat (AIS) til bekjempelse av *Gyrodactylus* så heller ikke ut til å ha noen direkte effekt på de voksne elvemuslingene i Ogna. Det ble ikke påvist dødelighet av muslinger relatert til behandlingen i 2006 eller 2007 verken i forbindelse med eksponeringsforsøkene (klekkekasser og bur) eller ved observasjoner i vassdraget for øvrig. Dødelighet knyttet til ekstremflom vinteren 2005/2006 og lav vannføring/høy vanntemperatur sommeren 2006 samt menneskelig aktivitet (plukking av muslinger) ble imidlertid påvist. Seks unge muslinger ble riktignok ikke gjenfunnet i kleskekassene i 2006, men dette skyldtes antagelig dårlige rutiner ved kontroll av kassene. De minste muslingene har sannsynligvis kommet fram fra substratet etter at de store muslingene ble tatt opp fra kassene. De kan deretter ha virvlet ut og driftet av gårde i vannstrømmen uten at dette ble oppdaget. Det ble ikke funnet skall eller skallrester etter døde muslinger i noen av kleskekassene.

Elvemusling har en relativt lav vekst i de første leveårene mens den lever nedgravd i substratet. Men når den kommer opp fra bunnssubstratet øker veksten og den vokser raskt i årene fram til kjønnsmoden alder. Når muslingen er 70-100 mm avtar lengdeveksten og økningen i vekt dominerer veksten (se Larsen m.fl. 1995). Veksten varierer imidlertid betydelig fra elv til elv, og det er store forskjeller i en nord-sør gradient, men også lokalt mellom elver. Ti år gamle muslinger kan være alt fra 13 mm i Karpelva i Finnmark (Larsen & Aspholm 2007) til 26 mm i Roksdalsvassdraget i Nordland (Larsen & Berger 2007) og 58 mm i Simoa i Buskerud (Larsen m.fl. 2007a). I overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge (Larsen m.fl. 2007b) var muslingene i de fleste vassdragene ca 35 mm lange når de var 10 år (B.M. Larsen upublisert materiale). Elvemuslingen i Ogna har i den sammenheng en meget god vekst da elvemuslingene i gjennomsnitt målte 51 mm når de var 10 år gamle.

Tilveksten målt på muslinger i kleskekassene i 2006 og 2007 var innenfor det man kunne forvente avhengig av størrelse og alder på muslingene. Kortvarige opphold i veksten i løpet av vekstsesongen er vanlig, og kan oppstå naturlig i forbindelse med reproduksjonsperioden eller forårsakes av miljøendringer (for høy eller lav vanntemperatur), næringsmangel, endringer i miljøet (f.eks. flom eller tørke), utslipp av miljøgifter og lignende. Det var derfor forventet at både rotenon- og AIS-behandlingene kunne gi en vekststans og kortvarige vekstforstyrrelser mens behandlingene pågikk. Det ble da også observert forstyrrelsessoner i skallet både sommeren 2006 og 2007. Men midlertidig vekststans vil oppstå også ved håndtering av muslingene i forbindelse med lengdemåling (Larsen 1986). Det var derfor vanskelig å si om vekststansen skyldtes håndteringen eller vannkvaliteten. Muslinger fra nettingburene, som ikke ble plukket opp før i 2007, viste seg imidlertid også å ha vekstforstyrrelser i løpet av vekstsesongen 2006. Disse kan med større sannsynlighet relateres til forsuring og AIS-behandlingen. Mange muslinger hadde i tillegg markerte slitaseskader på skallet som kunne relateres til flommen vinteren 2005/2006.

Telling av muslinger på samme arealer før og etter behandlingen i 2006 ga ingen opplysninger om dødelighet. Antall muslinger økte på tre av de fire stasjonene nedenfor Støafossen fra august 2006 til juni 2007, og det var en betydelig økning i antall på de to arealene med flest muslinger. Antall muslinger økte også noe på referansestasjonen. Det er usikkert hva årsaken til dette kan være.

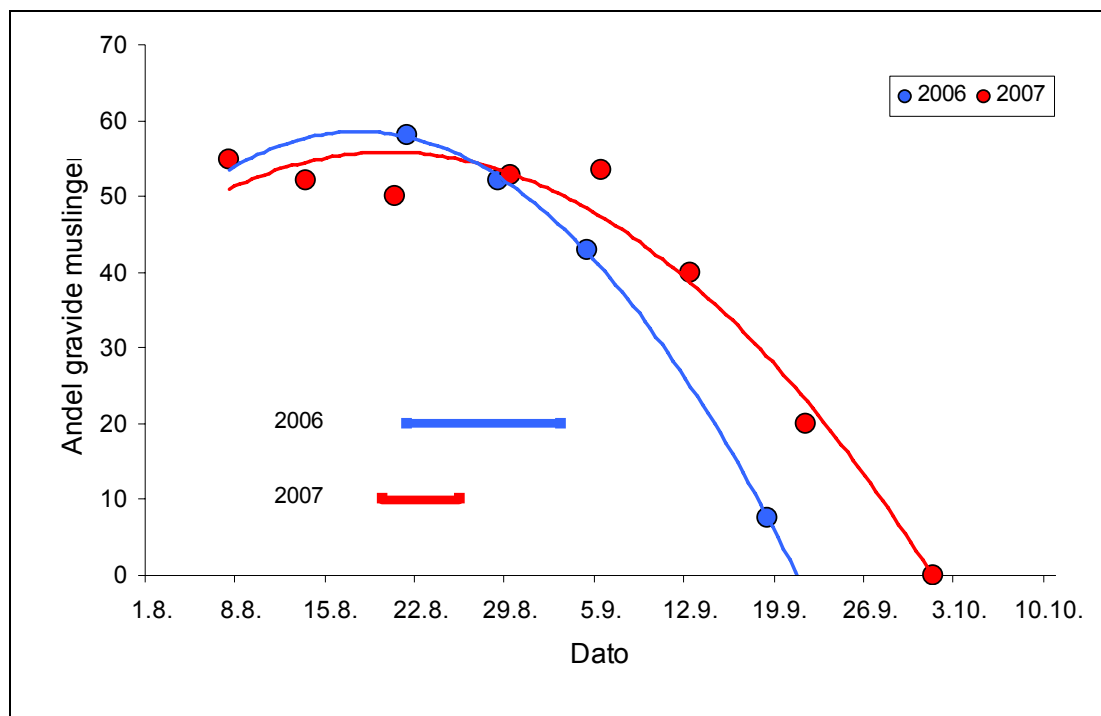
Elvemuslingen lever normalt et stillestående liv delvis nedgravd og forankret med foten i substratet. Men de er også i stand til å bevege seg over korte strekninger ved hjelp av foten i områder med sand og finere grus. Ved høy vannføring og i perioder med flom kan foten miste taket og muslinger vil drifte med vannstrømmen. Det er også antatt at muslinger kan slippe seg løs og drifte nedover elva om forholdene på lokaliteten endrer seg radikalt (Henrikson 1991). I forbindelse med flommen vinteren 2005/2006 var det stor dødelighet av muslinger i Ogna. Men mange muslinger ble i tillegg revet opp fra de opprinnelige leveområdene og forflyttet med elvevannet til nye steder i vassdraget (jf. Hastie m.fl. 2001). Store mengder sand, grus og stein ble gravd ut i forbindelse med flommen, og masse har forflyttet seg og lagt seg opp andre steder i vassdraget. Flom-

men kan ha ført til at mange muslinger ble begravd i nye avleiringer av sand og grus eller havnet i suboptimale områder i elva. Disse muslingene kan ha "valgt" å drifte videre innad i vassdraget i løpet av 2006.

I tillegg til en horisontal forflytning kan også muslingene bevege seg vertikalt i substratet. Om lag en tredel av muslingene kan leve helt nedgravd (Larsen m. fl. 2007b). I klekkedassene varierte det mye fra gang til gang hvor mange av de små muslingene som ble observert (**vedlegg 1**). Dette betyr at de yngre individene var i stadig bevegelse i substratet. De store muslingene derimot var alle synlige i overflaten, og beveget seg tydeligvis mindre vertikalt enn de yngre individene. Ved kortvarig stress (rotenonbehandling) ble det ikke observert at de voksne muslingene endret posisjon i substratet (Larsen 2001). Men langvarig stress kan gi andre utslag uten at vi vet noe om det. Enkelte muslinger i klekkedassene lå ved noen anledninger på siden oppå grusen (**vedlegg 1**). Dette kan ha vært et forsøk på å komme unna suboptimale forhold i klekkedassa (ble observert også på referansestasjonen). Dette kan skyldes mange ting, men viser at muslinger fra tid til annen legger seg til på siden og dermed lett kan drifte av gårde når de ikke lenger har god forankring i substratet.

Andelen gravide muslinger (med muslinglarver i gjellene) kunne variere noe innad i vassdraget, men dette kan skyldes tilfeldigheter da det ble undersøkt et relativt lite antall muslinger hver gang. Det ble funnet en relativt høy graviditetsfrekvens på alle lokalitetene i august i 2006 og 2007 (36-78 %). Gjennomsnittlig graviditetsfrekvens var litt i overkant av 50 % i begge år. Frigivelsen av larvene var imidlertid forskjøvet to-tre uker i 2007 sammenlignet med 2006.

Det er også tidligere funnet at det varierer noe mellom år når muslinglarvene slippes ut i vannet i Ognå. I 2001 så det ikke ut til at hovedutslippet av larver skjedde før i midten av september (Larsen 2002). Dette stemmer godt overens med det som ble funnet i 2007. I 1999 derimot hadde tømningen av larver kommet i gang allerede i slutten av august (Larsen m.fl. 2000), og kan sammenlignes med det som ble observert i 2006.

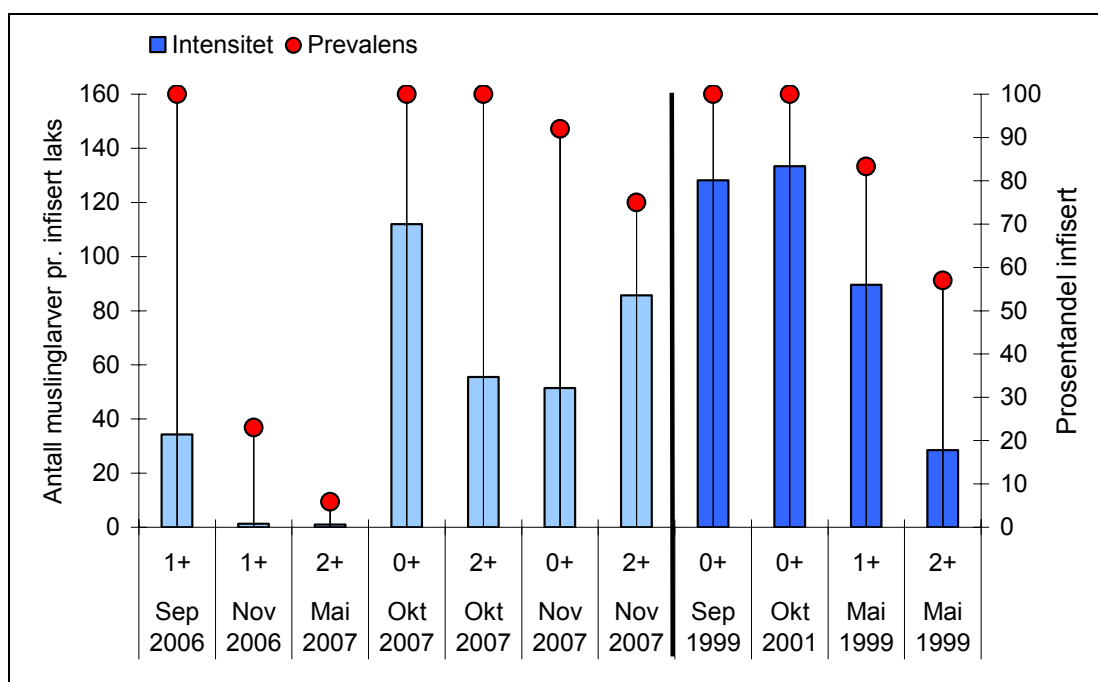


Figur 16. Gjennomsnittlig graviditetsfrekvens hos elvemusling i Ognå høsten 2006 og 2007. Heltrukken linje er beste kurvetilpasning mellom punktene i de to årene. Tykke vannrette linjer angir varigheten av kjemisk behandling med aluminiumssulfat i 2006 og 2007.

Vekst og modning av muslinglarvene er temperaturavhengig (380-420 døgngader; Hruska 2001). Det var betydelig høyere vanntemperatur i 2006 sammenlignet med 2007 (jf. **figur 5**), og muslinglarvene utviklet seg raskere. I 2006 var det overlapp mellom den kjemiske behandlingen og gytetidspunktet hos elvemusling (**figur 16**). Muslinglarvene ble sluppet ut i vannet under og i etterkant av avsluttet behandling. I 2007 derimot startet ikke gytingen før i begynnelsen/midten av september; om lag tre uker etter at behandlingen var avsluttet (**figur 16**).

Det var betydelig lavere infeksjon av muslinglarver på gjellene til laks i 2006 sammenlignet med 2007 (**figur 17**). Selv om alle laksungene var infisert i september 2006, tilsvarte ikke antall muslinglarver mer enn 15-20 % av forventet infeksjon. Både prevalens og intensitet ble betydelig redusert i løpet av høsten, og i mai 2007 var det bare en muslinglarve igjen i gjennomsnitt på gjellene til 6 % av laksungene. Dette kan tyde på at særskilte forhold høsten 2006 har gitt lavere overlevelse av muslinglarvene enn normalt, eller at de ikke har utviklet seg normalt på gjellene til vertsfisken. Det er nærliggende å tro at dette henger sammen med den kjemiske behandlingen av Ognå høsten 2006.

Det var bare mindre forskjeller i prevalens og intensitet høsten 2007 sammenlignet med undersøkelsene fra 1999 og 2001. Men på grunn av varierende antall laksunger tilgjengelig i vassdraget på de ulike innsamlingsdatoene, og fravær av enkelte årsklasser (årsyngel i 2006 og ettårige laksunger i 2007) er ikke resultatene fra de ulike datoene alltid direkte sammenlignbare.



Figur 17. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) til laks samlet inn i Ognå i mai og september 1999 (Larsen m.fl. 2000), oktober 2001 (Larsen 2002), september og november 2006, mai, oktober og november 2007. Infeksjonen er presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk).

Muslinglarvene overlever bare en eller noen få dager etter gyting hvis de ikke kommer i kontakt med gjellene til en laksunge som de kan feste seg til (Young & Williams 1984, Ziuganov m.fl. 1994). Etter at muslinglarven har festet seg på fiskegjellen initierer dette en vekst i gjelleepite-

let hos fisken som gjør at larven blir omgitt av epitelceller. Disse danner tilslutt en kapsel (cyste) omkring larven som beskytter den mot ytre påvirkninger. Når larven var kapslet inn hadde det ingen effekt å behandle fisken med formalin, saltvann eller kobbersulfatoppløsning for å drepe muslinglarven (Murphy 1942, Bruno m.fl. 1988). Konsentrasjoner som var høye nok til å ta livet av fisken hadde ingen effekt på muslinglarvene. Det er imidlertid vist at antall muslinglarver hos andemusling (*Anodonta anatina*) ble mer enn halvert når vertsfisken ble eksponert for aluminiumskonsentrasjoner på 200-260 µg/l ved pH 5,8 (Pettersen m.fl. 2006).

I den korte tiden mellom gyting og innkapsling er muslinglarvene direkte eksponert til vannkvaliteten i vassdraget. Ziuganov m.fl. (upubliserte data) nevner at muslinglarvene er spesielt følsomme for lave pH-verdier. Hos *Anodonta* fant Huebner & Pynnönen (1992) en avtagende levedyktighet hos glochidiene ved lav pH og/eller høye aluminiumskonsentrasjoner. Noen metaller har vist seg å være akutt giftige for muslinger (Naimo 1995), og de frittlevende muslinglarvene (før de infiserer fisken) og unge muslinger er antatt å være mer følsomme enn eldre muslinger.

Surt aluminiumssulfat (AIS) har nå blitt benyttet som hovedkjemikalium i forsøket på å utrydde *Gyrodactylus salaris* i flere vassdrag. Bruken av AIS baserer seg på resultater fra en rekke laboratorieforsøk som alle dokumenterer fjerning av parasitten ved lave aluminiumskonsentrasjoner (30-100 µg/l) når vannets pH er lavere enn 6,0 (Soleng m. fl. 1999, Poleo m.fl. 2004a; b, Pettersen m.fl. 2007). Den gjeldende hypotesen er at *Gyrodactylus salaris* er særdeles følsom for aluminium, og at aluminium har en direkte effekt på parasitten (Grimsmo m.fl. 2000). Det er også vist at andre ektoparasitter har samme følsomhet for aluminium som *Gyrodactylus salaris* (Pettersen m.fl. 2006). I tillegg er det rapportert at aluminium har en negativ effekt på ektoparasitten *Pseudodactylogyrus anguillae* hos ål (Larsen & Buchmann 2003).

En foreløpig hypotese er derfor at aluminium virker på samme måten på elvemuslingens larver som på *Gyrodactylus salaris* og andre ektoparasitter. Dette betyr at vann med forhøyede aluminiumskonsentrasjoner direkte reduserer muslinglarvenes vitalitet og mulighet til å infisere laks eller ørret på normal måte eller fiskeslimet på gjellene endrer sammensetning og gir en toksisk virkning på muslinglarven. Uavhengig av årsak gjør dette sitt til at rekrutteringen blir nedsatt eller helt fraværende i forbindelse med en behandling med aluminiumssulfat når denne helt eller delvis sammenfaller med gytetidspunktet hos elvemusling.

For å unngå at behandling med aluminiumssulfat skal gi negative effekter på elvemuslingen vil den enkleste løsningen være å forskyve tidspunktet for behandlingen. I Ognå var det liten eller ingen effekt på infeksjonen hos laks i 2007 da behandlingen med AIS var avsluttet om lag tre uker før gytetidspunktet inntraff hos elvemusling. I tilfeller der gytingen har startet må det sannsynligvis gå 2-3 uker etter at gytingen er avsluttet før eventuell behandling kan starte. Dette for å sikre at muslinglarvene har kapslet seg inn før behandlingen starter. Det kan likevel være en fare for at noen muslinglarver dør når fisken eksponeres for surt aluminiumholdig vann senere på høsten (jf. Pettersen m.fl. 2006).

Når laks er primærvert for larvene til elvemuslingen blir den særlig sårbar i vassdrag med *Gyrodactylus salaris*. Parasitten gir høy dødelighet av laksunger, og har indirekte ført til en reduksjon i rekrutteringen av elvemusling i Ognå. Det har vært rekrutteringssvikt i mange år på 1980- og 1990-tallet på grunn av lav tetthet av laksunger. Elvemuslingen har imidlertid en lang reproduktiv periode slik at bestanden kan ta seg opp igjen bare tiltak settes inn som øker antall laksunger i Steinkjervassdragene. Både rotenonbehandling og kjemisk behandling med aluminium er tiltak som begge har en begrenset effekt på elvemuslingen. Det er ikke påvist overdødelighet hos voksne muslinger ved noen av metodene. Ved bruk av rotenon er det direkte tapet av muslinger begrenset til en eller to årsklasser av muslinglarver som dør samtidig med fisken de parasitterer på. Ved bruk av surt aluminiumssulfat vil en årsklasse av muslinglarver dø hvis den kjemiske behandlingen sammenfaller i tid med gytetidspunktet hos elvemuslingen.

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.
- Arnekleiv, J.V. 1997. Korttidseffekt av rotenonbehandling på bunndyr i Oga og Figgja, Steinkjer kommune. – Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1997-3: 1-28.
- Bongard, T. 2005. Effekter på bunndyr av aluminiumstilsetning mot *G. salaris* i Batnfjordselva, 2003 og 2004. – NINA Rapport 9. 20 s.
- Bruno, D.W., McVicar, A.H. & Waddell, I.F. 1988. Natural infection of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr by glochidia of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* L. – Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol. 8: 23-26.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Grimsmo, H., Mo, T.A. & Poléo, A.B.S. 2000. Aqueous aluminium has a positive effect on Atlantic salmon infected by the devastating ectoparasite *Gyrodactylus salaris*. – 6th International Conference on Acidic deposition. Acid Rain 2000 Tsukuba, Japan.
- Hastie, L.C., Boon, P.J., Young, M.R. & Way, S. 2001. The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population. – Biol. Conserv. 98: 107-115.
- Henrikson, L. 1991. Flodpärlmusslan i Älvsborgs län 1990 - status och åtgärdsförslag. - Länsstyrelsen Älvsborgs län. Rapport 1991-6. 64 s.
- Heming, T.A., Vinogradov, G.A., Klerman, A.K. & Komov, V.T. 1988. Acid-base regulation in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: Effects of emersion and low water pH. - J. Exp. Biol. 137: 501-511.
- Hjeltnes, B., Mo, T.A., Jansen, P.A., Brabrand, Å., Johnsen, B.O., Stensli, J.H. & Bakke, T.A. 2006. Ny påvisning av *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdraget og Figgja I 2005: Mulige årsaker. – Veterinærinstituttets rapportserie nr. 4-2006. 22 s.
- Hope, A.M. 1996. Steinkjervassdragene 1980-1996. - Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvern avdelingen. Rapport 1996-6: 1-11.
- Hruska, J. 2001. Experience of semi-natural breeding programme of freshwater pearl mussel in the Czech Republic. – s. 69-75 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa – Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- Huebner, J.D. & Pynnönen, K.S. 1992. Viability of glochidia of two species of Anodonta exposed to low pH and selected metals. – Can. J. Zool. 70: 2348-2355.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A. 1985. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag, statusrapport. – Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsundersøkelsene. Rapport 1985-12: 1-145.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. - NINA-Oppdragsmelding 617: 1-129.
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2007. Aluminiumbehandling mot *Gyrodactylus salaris* i Oga og Figgja i 2006 – effekter på bunndyr. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 2007-2: 1-19.
- Kjøsnes, A.J., Urke, H.A., Hytterød, S., Guttvik, K.T., Pettersen, R.A., Høgberget, R., Moen, A., Sandodden, R., Hagen, A.G., Rustadbakken, A., Olsen, N., Øxnevad, S.A., Håvardstun, J., Stensli, J.H. & Lydersen, E. 2007. Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdragene 2006. – NIVA Rapport 5373-2007. 23 s.
- Larsen, B.M. 1986. Vanlig dammusling, *Anodonta piscinalis*, Nilss. – populasjonsundersøkelse i Svartevja ved Jørstadmoen, Lillehammer kommune. – Hovedfagsoppgave i ferskvannsökologi, Zoologisk institutt, Universitetet i Trondheim. 119 s. + vedlegg.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus.- NINA-Fagrapport 28: 1-51.
- Larsen, B.M. 1999. Vedlegg 3. Målemetodikk: ytre mål og tilbakemåling av lengde hos store ferskvannsmuslinger. - s. 33-37 i: Larsen, B. M. & Hartvigsen, R. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA Fagrapport 37.
- Larsen, B.M. 2001. Overvåking av elvemusling i forbindelse med rotenonbehandling av Steinkjervassdraget våren 2001. – NINA Oppdragsmelding 710: 1-13.
- Larsen, B.M. 2002. Overvåking av elvemusling i forbindelse med rotenonbehandling i Steinkjervassdraget 2001. Graviditet hos elvemusling og infeksjon av muslinglarver på laks

- og ørret i Ognå. - Upublisert rapport til Direktoratet for naturforvaltning. NINA, Trondheim. 12 s.
- 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., Eken, M. & Tysse, Å. 1995. Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Simoa, Buskerud – Utbredelse og bestandsstatus. – NINA Oppdragsmelding 380: 1-17.
- Larsen, B.M., Hårsaker, K., Bakken, J. & Barstad, D.V. 2000. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Steinkjervassdraget og Figga, Nord-Trøndelag. Forundersøkelse i forbindelse med planlagt rotenonbehandling. - NINA Fagrapport 39: 1-39.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2007. Åelva (Roksdalsvassdraget), Nordland (vassdragsnr. 186.2Z). – s. 10-27 i Larsen, B.M. (red). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2005. NINA Rapport 309.
- Larsen, B.M. & Aspholm, P.E. 2007. Karpelva (Siidejohka), Finnmark (vassdragsnr. 247.3Z). – s. 28-45 i Larsen, B.M. (red). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2005. NINA Rapport 309.
- Larsen, B.M., Eken, M., Tysse, Å. & Engen, Ø. 2007a. Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006. – NINA Rapport 314. 45 s.
- Larsen, B.M., Aspholm, P.E., Berger, H.M., Hårsaker, K., Karlén, L.R., Magerøy, J., Sandaas, K. & Simonsen, J.H. 2007b. Monitoring the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Norway. - Universität Bayreuth: Pearl mussels in Upper Franconia and Europe – 3rd workshop. Bayreuth, desember 2007. [Poster].
- Larsen, T.B. & Buchmann, K. 2003. Effects of aqueous aluminium chloride and zinc chloride on survival of the gill parasitizing monogenean *Pseudodactylogyrus anguillae* from European eel *Anguilla anguilla*. – Bull. Eur. Assoc. Fish. Pathol. 23: 123-127.
- Løvhøiden, F. 1993. Kjemisk overvåking av norske vassdrag – Elveserien 1988-90. – NINA Oppdragsmelding 156: 1-58.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M. & Schad, G.A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). – J. Parasit. 69: 131-133.
- Murphy, G. 1942. Relationship of the fresh-water mussel to trout in the Truckee River. - Calif. Fish Game 28: 89-102.
- Nagel, K.-O. 1991. Gefährdete flussmuscheln in Hessen. 2. Untersuchungen zu forplanzungsbiologie, populationentwicklung und wachstum der flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (Bivalvia: Unionoidea). - Z. Angew. Zool. 78: 337-342.
- Naimo, T.J. 1995. A review of the effects of heavy metals on freshwater mussels. – Ecotoxicology 4: 341-362.
- Pettersen, R.A., Vøllestad, L.A., Flodmark, L.E.W. & Poléo, A.B.S. 2006. Effects of aqueous aluminium on four fish ectoparasites. - Science of the Total Environment 369: 129-138.
- Pettersen, R.A., Hytterød, S., Mo, T.A., Hagen, A.G., Flodmark, L.E.W., Høgberget, R., Olsen, N., Kjøsnes, A.J., Øxnevad, S.A., Håvardstun, J., Kristensen, T., Sandodden, R., Moen, A. & Lydersen, E. 2007. Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Lærdalselva 2005/2006 - Sluttrapport. – NIVA Rapport 5349-2007. 27 s.
- Pettersson, L.-E. 2007. Flomsonekartprosjektet. Flomberegning for Steinkjerelva og Ognå. – NVE Dokument nr. 1 - 2007. 16 s.
- Poléo, A.B.S., Scholden, J., Hansen, H., Bakke, T.A., Mo, T.A., Rosseland, B.O. & Lydersen, E. 2004a. The effect of various metals on *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon (*Salmo salar*). – Parasitology 128: 169-177.
- Poléo, A.B.S., Lydersen, E. & Mo, T.A. 2004b. Aluminium mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. – Norsk Veterinærtidsskrift 116: 176-180.
- Rubbel, A. 1913. Beobachtungen über das wachstum von Margaritana margaritifera. - Zool. Anz. 41: 156-162.
- Soleng, A., Poléo, A.B.S., Alstad, N.E.W. & Bakke, T.A. 1999. Aqueous aluminium eliminates *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon. – Parasitology 119: 19-25.
- Young, M. Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. II. Laboratory studies. - Arch. Hydrobiol. 100: 29-43.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.

7 Vedlegg

Vedlegg 1

Vedlegg 1.1. Kontrollerte eksponeringsforsøk med elvemusling i klekkedasser på fire stasjoner i Ognå i 2006-2007. Stasjon B1: Hornemannshølen (50-60 m nedenfor påfriskningsstasjon), stasjon B2: Bilbanen (ca 4 km nedstrøms Støafossen), stasjon B3: Støa (750 m nedstrøms Støafossen) og stasjon B5: Hyllbrua (referansestasjon ovenfor Støafossen).

Stasjon	Dato					
	21.08.06	28.08.06	04.09.06	18.09.06	07.10.06	12.06.07
B1	10 store (91-124 mm) og 5 små (46-58 mm) satt ut	10 store (alle) ind obs; 8 sto normalt, 2 ind liggende på siden. Små ind nedgravd?	10 store (alle) ind obs i normal posisjon. Små ind nedgravd?	10 store (alle) og 1 (av 5) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	-	10 store (alle) og 1 (av 5) små ind obs i normal posisjon. 3 små ind nedgravd. Alle i god kondisjon. 1 (av 5) små ind ikke gjenfunnet
B2	10 store (98-128 mm) og 5 små (45-53 mm) satt ut	10 store (alle) og 1 (av 5) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) ind obs; 9 sto normalt, 1 ind liggende på siden. Små ind nedgravd?	10 store (alle) og 3 (av 5) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	-	10 store (alle) og 1 (av 5) små ind obs i normal posisjon. Alle i god kondisjon. 4 (av 5) små ind ikke gjenfunnet
B3	10 store (96-124 mm) og 5 små (47-58 mm) satt ut	10 store (alle) og 1 (av 5) små ind i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) ind obs; 9 sto normalt, 1 ind liggende på siden. Små ind nedgravd?	10 store (alle) og 2 (av 5) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	-	10 store (alle) og 1 (av 5) små ind obs i normal posisjon. 3 små ind nedgravd. Alle i god kondisjon. 1 (av 5) små ind ikke gjenfunnet
B5	12 store (91-130 mm) satt ut. Ingen små muslinger funnet. To små ind satt ut senere (jf 04.09. og 07.10.)	12 store (alle) ind obs i normal posisjon	12 store (alle) ind obs i normal posisjon. En liten musling (44 mm) satt ut	12 store (alle) ind obs; 11 sto normalt, 1 ind liggende med foten ute. Lite ind nedgravd?	12 store (alle) ind obs i normal posisjon. Lite ind nedgravd? En liten musling (58 mm) satt ut	12 store (alle) ind obs; 11 sto normalt, 1 ind liggende med foten ute. 2 små ind nedgravd. Alle i god kondisjon

Vedlegg 1.2. Kontrollerte eksponeringsforsøk med elvemusling i klekkedasser på fire stasjoner i Ognå i 2007. Stasjon B1: Hornemannshølen (50-60 m nedenfor påfriskningsstasjon), stasjon B2: Bilbanen (ca 4 km nedstrøms Støafossen), stasjon B3: Støa (750 m nedstrøms Støafossen) og stasjon B5: Hyllbrua (referansestasjon ovenfor Støafossen).

Stasjon	Dato					
	07.08.07	13.08.07	20.08.07	05.09.07	21.09.07	01.10.07
B1	10 store (alle) og 1 (av 4) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) og 1 (av 4) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) og 2 (av 4) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	-	Vanskelig å observere; min 9 store (av 10) ind obs i normal posisjon. Små ind nedgravd?	8 (av 10) store og 2 (av 4) små ind obs i normal posisjon. 2 store og 2 små ind nedgravd. Alle i god kondisjon.
B2	10 store (alle) og 1 (av 1) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) og 1 (av 1) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) og 1 (av 1) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	Vanskelig å observere. Store ind obs i normal posisjon (antall ?) – høy turbiditet	10 store (alle) ind obs i normal posisjon. Små ind nedgravd?	10 store (alle) og 1 (av 1) små ind obs i normal posisjon. Alle i god kondisjon.
B3	10 store (alle) og 3 (av 4) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) og 3 (av 4) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	10 store (alle) og 1 (av 4) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	-	Vanskelig å observere; 10 (?) store (alle) ind obs i normal posisjon. Små ind nedgravd?	10 store (alle) og 2 (av 4) små ind obs i normal posisjon. 2 små ind nedgravd. Alle i god kondisjon.
B5	12 store (alle) ind obs i normal posisjon. 11 store normalt, 1 ind liggende med foten ute. Små ind nedgravd?	12 store (alle) ind obs i normal posisjon. Små ind nedgravd?	12 store (alle) og 1 (av 2) små ind obs i normal posisjon; resten nedgravd?	Vanskelig å observere. Store ind obs i normal posisjon (antall ?)	Vanskelig å observere; min 11 store (av 12) ind obs i normal posisjon. Små ind nedgravd?	12 store (alle) ind obs i normal posisjon. 2 små ind nedgravd. Alle i god kondisjon

Vedlegg 2

Registreringer av muslinglarver på gjellene på venstre side av ungfisk av laks og ørret i Ognå i 2006 og 2007. Stasjon 202: Midjø, stasjon 205: Hornemannshølen, stasjon 210: Brandsegg og stasjon 211: Motorbanen. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn (tall i parentes angir antall individer som i tillegg er undersøkt i felt); Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

Art	Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
Ørret	205	18.09.06	0+	1	100,0	12,0	12,0	12
	211	18.09.06	0+	2	100,0	59,0 ± 36,8	59,0 ± 36,8	85
	205	18.09.06	1+	2	100,0	4,5 ± 0,7	4,5 ± 0,7	5
	205	18.09.06	2+	1	100,0	17,0	17,0	17
Laks	205	18.09.06	0+	1	100,0	20,0	20,0	20
	205	18.09.06	1+	9	100,0	48,1 ± 24,5	48,1 ± 24,5	89
	211	18.09.06	1+	10	100,0	21,9 ± 15,2	21,9 ± 15,2	47
	205	18.09.06	-	2	100,0	20,0 ± 5,7	20,0 ± 5,7	24
Trepigget stingsild	211	18.09.06	-	4	100,0	16,0 ± 19,1	16,0 ± 19,1	44
Laks	205	02.11.06	1+	10	30,0	0,3 ± 0,7	1,0 ± 1,0	2
	211	02.11.06	1+	3	0	0	0	0
	205	02.11.06	2+	6	16,7	0,3 ± 0,8	2,0	2
	211	02.11.06	2+	2	0	0	0	0
	205	02.11.06	3+	1	0	0	0	0
	211	02.11.06	3+	1	0	0	0	0
Ørret	202	31.05.07	1+	3	0	0	0	0
	211	31.05.07	1+	2	0	0	0	0
	202	31.05.07	2+	3	0	0	0	0
	210	31.05.07	2+	2	50,0	2,5 ± 3,5	5,0	5
Laks	205	31.05.07	2+	21	4,8	0,1 ± 0,4	2,0	2
	210	31.05.07	2+	6	16,7	0,0 ± 0,0*	0,0*	0*
	211	31.05.07	2+	24	4,2	0,04 ± 0,2	1,0	1
	210	31.05.07	3+	1	0	0	0	0
Ørret	205	01.10.07	0+	5	100,0	7,0 ± 4,5	7,0 ± 4,5	13
	211	01.10.07	0+	5	100,0	16,8 ± 10,6	16,8 ± 10,6	31
	211	01.10.07	1+	1	100,0	4,0	4,0	4
	211	01.10.07	2+	1	100,0	17,0	17,0	17
Laks	205	01.10.07	0+	10	100,0	117,1 ± 78,5	117,1 ± 78,5	273
	211	01.10.07	0+	1	100,0	61,0	61,0	61
	205	01.10.07	2+	6	100,0	94,2 ± 70,1	94,2 ± 70,1	206
	211	01.10.07	2+	6	100,0	16,8 ± 17,6	16,8 ± 17,6	52
Ørret	205	13.11.07	0+	7	42,9	0,4 ± 0,5	1,0 ± 0,0	1
	211	13.11.07	0+	1	0	0	0	0
	211	13.11.07	1+	2	50,0	0,5 ± 0,7	1,0	1
	205	13.11.07	2+	1	0	0	0	0
Laks	211	13.11.07	2+	2	0	0	0	0
	205	13.11.07	0+	25	92,0	47,3 ± 58,9	51,4 ± 59,7	220
	205	13.11.07	2+	8	62,5	30,3 ± 74,4	48,4 ± 92,7	213
	211	13.11.07	2+	4	100,0	132,3 ± 217,0	132,3 ± 217,0	455
	211	13.11.07	3+	3	100,0	154,0 ± 154,0	154,0 ± 154,0	310

* En larve funnet på gjellene på høyre side av fisken

NINA Rapport 352

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1916-7



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