

Overvåking av elvemusling i Norge

Årsrapport for 2006 og 2007

Bjørn Mejdell Larsen (red.)



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Det 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 Norge

Årsrapport for 2006 og 2007

Bjørn Mejdell Larsen (red.)

Larsen, B.M. (red.) 2008. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2006 og 2007. - NINA Rapport 417. 60 s.

Trondheim, november 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1983-9

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.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Øyvind Walsø

FORSIDEBILDE

Overvåking av elvemusling ved Pinsli i Sørkedalselva.

Foto: Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Elvemusling – overvåking – utbredelse – tetthet – lengde – muslinglarver – vertsfisk

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – monitoring – distribution – density – length – mussel larvae – host fish

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. (red.) 2008. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2006 og 2007. - NINA Rapport 417. 60 s.

Et nasjonalt overvåkingsprogram for elvemusling ble startet i Norge i 2000. Det inngår til sammen 16 vassdrag i programmet. Det er gjennomført basisundersøkelser i disse vassdragene i løpet av 2000-2005 som skal være referanse for videre overvåking. I 2006 og 2007 er de tre første vassdragene undersøkt på nytt: Lilleelv (Aust-Agder), Sørkedalselva (Oslo og Akershus) og Borråselva (Nord-Trøndelag).

De tre vassdragene opprettholder bestander av elvemusling i svært varierende antall; fra 100-150 muslinger i Lilleelv til godt over en halv million muslinger i Borråselva. Rekrutteringen er imidlertid svakere enn det som forventes for å opprettholde bestandene på lang sikt. I alle vassdragene er erosjon og tilførselen av finpartikulært materiale (målt som turbiditet) for høy i lange perioder. I Sørkedalselva og Lilleelv er tilførselen av næringsstoff (spesielt nitratkonsentrasjonen) fortsatt for høy. I Lilleelv kan dessuten forsurening fortsatt være et problem i deler av året. I Borråselva kan reguleringen av vassdraget bidra til problemene for elvemuslingen i vassdraget.

I Lilleelv ble elvemusling funnet på en 2,7 km lang strekning mellom Sagvatn og Asdal nær utløpet i Nidelva. Undersøkelsen i 2006 bekreftet at bestanden er svært liten og meget sårbar, og det er beregnet at det ikke finnes mer enn 100-150 individ i hele vassdraget. Det var ubetydelige endringer fra 2000 til 2006, og muslingene klarer seg fortsatt. Bestanden av elvemusling har imidlertid liten levedyktighet på grunn av det lave antall individ, og at det ikke ble funnet muslinger mindre enn 50 mm. Det ble riktignok funnet en musling i 2006 som ble vurdert å være bare 11 år gammel. Dette ga et håp om at det er i ferd med å skje en positiv utvikling og at tiltak for å bedre vannkvaliteten begynner å vise seg. Men Lilleelv er fortsatt svakt forsuret, og i kombinasjon med høyt innhold av aluminium kan dette gi dødelighet av muslinglarver. Samtidig er tilførselen av næringsstoff (spesielt nitrat-konsentrasjonen) og transporten av finpartikulært materiale for høy i perioder. Samlet gir dette dårlige oppvekstforhold for de unge muslingene som lever nedgravd i grusen i de første leveårene.

I Sørkedalselva finnes elvemusling fortsatt utbredt på hele den 4,7 km lange strekningen mellom Hadeland og Bogstadvatnet. Undersøkelsen i 2007 bekreftet at bestanden av elvemusling fortsatt er stor, og det ble beregnet at det var nær 190.000 synlige individer i Sørkedalselva. I tillegg lever det ytterligere nær 21.000 muslinger nedgravd i substratet. Det var en reduksjon i antall muslinger knyttet til strekningen ved Ringerike og Bakk fra 1999 til 2007. Bestanden karakteriseres fortsatt som levedyktig. Om lag fem prosent av muslingene var mindre enn 50 mm i lengdefordelingen fra 2007, og enkelte muslinger var også mindre enn 20 mm. Dette er en bekreftelse og styrking av statusen fra 1999. Det viser at elvemuslingen fortsatt opprettholder en liten, men årlig rekruttering i Sørkedalselva. Det generelle inntrykket i 2007 var da også at de unge muslingene ble funnet i en større del av utbredelsesområdet enn tidligere. Både lite og mye vann kan være et problem i perioder. Lav vannføring kan være en minimumsfaktor både sommer (tørke) og vinter (innfrysing), og flom kan gi stor skade og høy dødelighet samtidig som det kan endre fordelingen av muslinger innad i vassdraget. Det er positive endringer med hensyn til tilførselen av næringsstoff i Sørkedalselva fra begynnelsen av 1980-tallet og fram til i dag. Nitratverdiene er fortsatt litt for høye, men reduksjonen av næringstilførsel over tid kan være en viktig faktor for at det kanskje er en økning i reproduksjonen hos elvemusling. Sørkedalselva har i perioder nokså høy turbiditet. Det er derfor nødvendig å få styrket tiltakene mot erosjon slik at tilførselen av finpartikulært materiale avtar. Kildene til dette kan være uttak av elvegrus, flomforbygningsarbeider, deponering av overskuddsmasser og hyppig ridning i elveløpet.

I Borråselva forekommer elvemusling på hele den 7,8 km lange strekningen mellom Ausetvatn og Almovatn-Buvatn. Undersøkelsen i 2006 bekreftet at bestanden av elvemusling fortsatt er stor, og det ble beregnet at det var nær 457.000 synlige individer i Borråselva. I tillegg lever det

ytterligere nær 80.000 muslinger nedgravd i substratet. Det var en økning i antall muslinger i Borråselva fra 1999 til 2006. Det var blant annet en økning av halvstore muslinger (55-65 mm lange) fordelt over hele elva. Bestanden av elvemusling i Borråselva har høy levedyktighet. Dette baserer seg på at populasjonen er stor og at den har en liten, men sannsynligvis årviss rekruttering. Det er likevel tvil om bestanden vil klare seg på lang sikt. Andelen individer mindre enn 50 mm er bare halvparten av det som forutsettes, men det positive er at det fortsatt finnes muslinger mindre enn 20 mm. Næringstilførsel er ikke noe problem for muslingene i Borråselva, men erosjon og for høyt innhold av finpartikulært materiale kan være et problem i perioder med høy avrenning (mye nedbør eller tapping av vann fra Ausetvatn). Problemer kan også oppstå ved stenging av tappeluka i dammen på utløpet av Ausetvatn, og det er eksempler på at muslinger har dødd på grunn av liten vannføring.

I handlingsplanen for elvemusling er målet for arbeidet med forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.



Det optimale målet i lokaliteter med elvemusling er å oppnå en rekruttering som opprettholder bestandene på lang sikt.



Kartlegging og overvåking av elvemusling i Norge er viktig også i internasjonal sammenheng. Elvemusling har fått status som ansvarsart for Norge. Det vil si at mer enn halvparten av den europeiske bestanden finnes i Norge.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Lilleelv, Aust-Agder (vassdragsnr. 019.A1Z)	9
2.1 Innledning	9
2.2 Område	9
2.3 Metode	10
2.4 Resultater.....	12
2.4.1 Vannkvalitet.....	12
2.4.2 Fisk.....	14
2.4.3 Elvemusling	16
2.5 Oppsummering.....	19
3 Sørkedalselva, Oslo/Akershus (vassdragsnr. 007.Z)	21
3.1 Innledning	21
3.2 Område	21
3.3 Metode	22
3.4 Resultater.....	24
3.4.1 Vannkvalitet.....	24
3.4.2 Fisk.....	27
3.4.3 Elvemusling	29
3.5 Oppsummering.....	35
4 Borråselva i Gråelvavassdraget, Nord-Trøndelag (vassdragsnr. 124.ZZ)	39
4.1 Innledning	39
4.2 Område	39
4.3 Metode	42
4.4 Resultater.....	43
4.4.1 Vannkvalitet.....	43
4.4.2 Fisk.....	44
4.4.3 Elvemusling	46
4.5 Oppsummering.....	51
5 Referanser	55
Vedlegg	57
Vedlegg 1. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Lilleelv.....	57
Vedlegg 2. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Sørkedalselva	58
Vedlegg 3. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Borråselva	59
Vedlegg 4. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av levedyktighet	60

Forord

Det ble utarbeidet en egen handlingsplan for elvemusling i 2006 med forslag til tiltak som skal sikre at arten fortsatt skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge (Direktoratet for naturforvaltning 2006). Handlingsplanen er et ledd i regjeringens målsetting om stans av tapet av det biologiske mangfoldet innen 2010.

NINA fikk allerede i 1999 i oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning å utarbeide forslag til en landsomfattende overvåking av elvemusling. Prosjektets viktigste formål var å utvikle passende metodikk og forslag på lokaliteter som skulle inngå i overvåkingen. Utredningen ble levert våren 2000, og overvåkingen kom i gang allerede samme år etter utprøving av metoder i to av vassdragene i 1999. Direktoratet for naturforvaltning har finansiert undersøkelser av elvemusling i to-tre vassdrag hvert år i 2000-2005; totalt 16 vassdrag. Det er nå gjennomført nødvendige basisundersøkelser i alle de foreslåtte overvåkingsvassdragene for elvemusling.

I 2006 og 2007 har den egentlige overvåkingen startet ved at tre av lokalitetene som tidligere er undersøkt ble besøkt på nytt. Overvåkingen inngår som ett av tiltakene i handlingsplanen for elvemusling, og formålet skal være å dokumentere tilstanden, beskrive de positive og negative endringene som skjer i vassdragene og danne grunnlag for tiltak. Utfordringen videre blir å følge opp dette arbeidet slik at vi får dokumentert hvordan elvemuslingen klarer seg over tid i Norge.

Vi vil takke alle som lokalt har vist interesse og engasjement for vårt arbeid i Lilleelv, Sørkedalselva og Borråselva, og gjennom samtaler har bidratt med mye nyttig informasjon. God hjelp fikk vi også av Jan Ivar Larsen, Fylkesmannen i Oslo og Akershus som bidro med hjelp og hyggelige samtaler under feltarbeidet i Sørkedalselva.

Trondheim, november 2008

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Det har vært en global tilbakegang for de ikke-marine bløtdyrene som gir grunn til bekymring. Spesielt har tilbakegangen vært dramatisk for gruppen av ferskvannsmuslinger, og mange arter står i fare for å bli utryddet. Ett eksempel på en slik art er elvemusling, *Margaritifera margaritifera* L., som av enkelte betraktes som den mest truede ferskvannsmuslingen i verden.



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.

Elvemuslingen er også inne på "rødlisten" over truede dyrearter i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 1999, Kålås m.fl. 2006). Elvemusling er fortsatt til stede i hele landet, men inntrykket er at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er nedsatt, og at gjenværende bestander mange steder er splittet opp. Elvemusling ble derfor totalfredet mot all fangst fra 1. januar 1993.

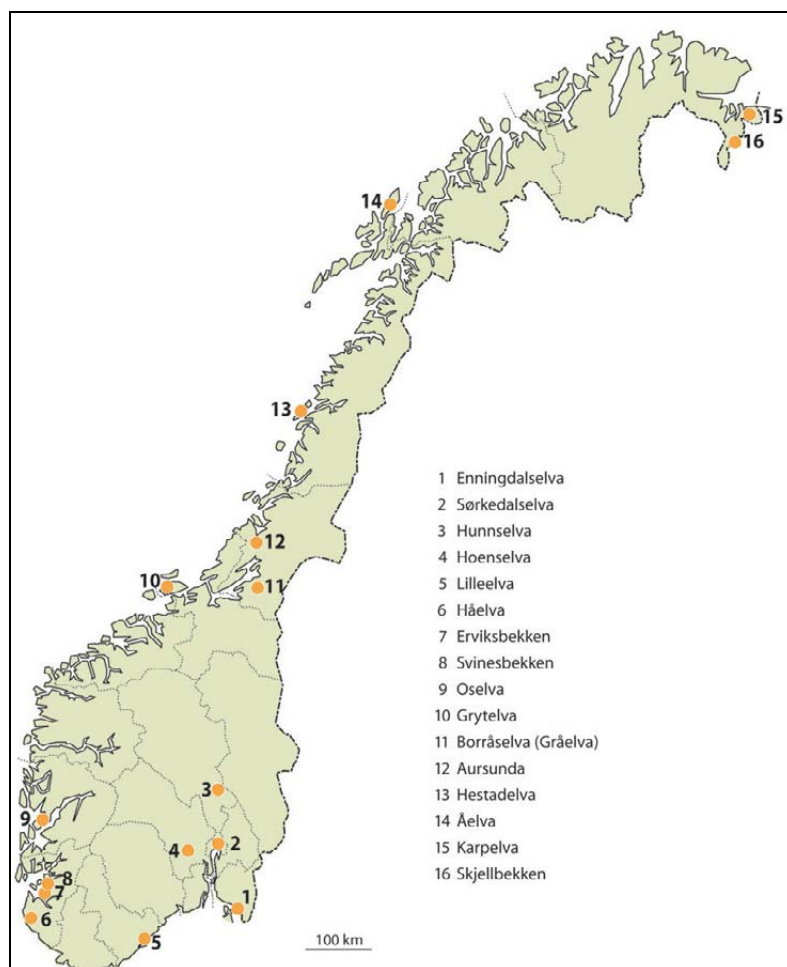
Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, og Norge alene har om lag halvparten av den europeiske bestanden av elvemusling i dag. Dette gjør elvemusling til en ansvarsart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

Fordelen med å kunne anvende elvemusling som et ledd i naturovervåkingen er artens høye krav til vannkvalitet og habitat. Spesielt interessant er det at elvemuslingen kan oppnå en imponerende høy levealder (150-250 år). Selv om rekrutteringen har vært helt fraværende i mange år vil bestander av elvemusling kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen blir fjernet. Elvemusling er avhengig av laks eller ørret i et obligatorisk stadium som muslingens larver må ha på fiskeungenes gjeller (Larsen 2005). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret.

I handlingsplanen for elvemusling (Direktoratet for naturforvaltning 2006) er målet for arbeidet med forvaltning av arten i et langsiktig perspektiv at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status. Dette sikrer elvemuslingen på lang sikt, og opprettholder samtidig tilstedeværelsen av mange andre sårbare arter.

I forslaget til nasjonalt overvåkingsprogram for elvemusling ble det foreslått 16 vassdrag som skulle prioriteres med undersøkelser etter en felles metode (Larsen m.fl. 2000; 2007). Programmet startet allerede i 2000 etter utprøving av metoder i to av vassdragene i 1999. Det ble gjennomført undersøkelser i tre vassdrag med elvemusling i hvert av årene 1999/2000, 2001, 2002 og 2003, men progresjonen i programmet var noe lavere enn opprinnelig planlagt i 2004 og 2005. Første runde med basisundersøkelser i vassdragene ble imidlertid fullført i løpet av 2005/2006. Dette gjorde at den egentlige overvåkingen kom i gang fra 2006, og intensjonen for arbeidet videre framover er at alle vassdragene nå skal undersøkes med fem-sju års mellomrom.

Vassdrag som inngikk i overvåkingen i 2006 og 2007 var Lilleelv (Aust-Agder fylke), Sørkedalselva (Oslo og Akershus fylke) og Borråselva (Nord-Trøndelag fylke) (**figur 1**). Foreliggende rapport gjengir resultatene av de undersøkelsene som ble utført i disse vassdragene i 2006 og 2007. Det er valgt å presentere materialet vassdragsvis slik at delrapportene kan leses uavhengig av hverandre.



Figur 1. Lokalteter som inngår i det nasjonale overvåkingsprosjektet for elvemusling i Norge. Lokaltet 2: Sørkedalselva, 5: Lilleelv og 11: Borråselva (Gråelva) ble undersøkt i 2006 og 2007.

2 Lilleelv, Aust-Agder (vassdragsnr. 019.A1Z)

Bjørn Mejdell Larsen & Jan Henrik Simonsen¹

¹ Sølfaksv. 9, 4818 Færvik

2.1 Innledning

Lilleelv er ett av vassdragene i Verneplan IV (NOU 1991), og har meget stor verdi for naturvern, friluftsliv og fisk. Elva hadde tidligere en god bestand av elvemusling, og det var antatt at bestanden døde ut på midten av 1980-tallet (Dolmen & Kleiven 1997b). Det ble imidlertid observert noen få levende eksemplarer ved Stampefoss i 1998 (Simonsen 1999, B.M.Larsen upublisert materiale), og det ble gjort en fullstendig kartlegging av vassdraget i 2000 (Larsen & Simonsen 2001). Elvemusling ble funnet på strekningen mellom Sagvatn og Asdal nær utløpet i Nidelva; en strekning på ca 2,7 km elvestrekning. Det ble antatt at populasjonen ikke telte mer enn 125 individ, og bestanden ble betegnet som sterkt truet. Ingen muslinger var mindre enn 50 mm som betyr at det ikke hadde vært noen rekruttering i vassdraget på flere år. Det har likevel skjedd en bedring i vannkvaliteten gjennom de siste 25 årene som på sikt kan gi elvemuslingen bedre oppvekstvilkår. Vassdraget inngår nå i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge (Larsen m.fl. 2000; 2007), og overvåkingen ble fulgt opp med en ny vurdering av bestanden i 2006.

2.2 Område

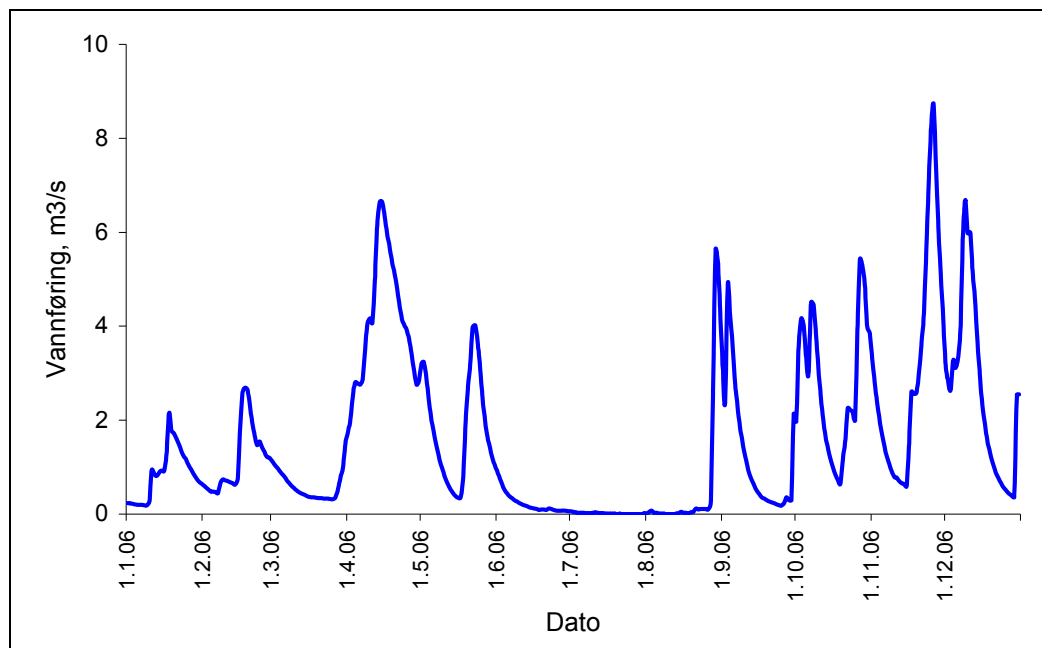
Lilleelv ligger hovedsakelig i Arendal kommune i Aust-Agder fylke, og er en del av et 37,1 km² stort nedbørsfelt som også berører Froland kommune. En beskrivelse av vassdraget er tidligere gitt av Larsen & Simonsen (2001), og det henvises til denne for utfyllende detaljer.



*Lilleelv er omkranset av frodig blandingsskog på strekningen mellom Stampefoss og Sagvatn.
Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

Overvåkingen av elvemusling begrenser seg til selve Lilleelv mellom Sagvatn og samløpet med Nidelva da det i 2000 ikke lenger ble funnet levende elvemusling i de øvre delene av vassdraget (Tveitelva og vassdraget mellom Assævatn og Sagvatn; Larsen & Simonsen 2001).

Den gjennomsnittlige vannføringen i Lilleelv er oppgitt til $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Simonsen 1999). I 2006 var den gjennomsnittlige vannføringen noe høyere enn normalt ($1,6 \text{ m}^3/\text{s}$) på grunn av flere perioder med relativt høy vannføring på høsten (**figur 1**). Høyeste vannføring var $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$, målt i slutten av november 2006. Det er normalt med store variasjoner i vannføringen i løpet av året avhengig av nedbørforholdene. Selv om nedbørfeltet er stort kan liten sommervannføring være et problem (jf. **figur 1**).



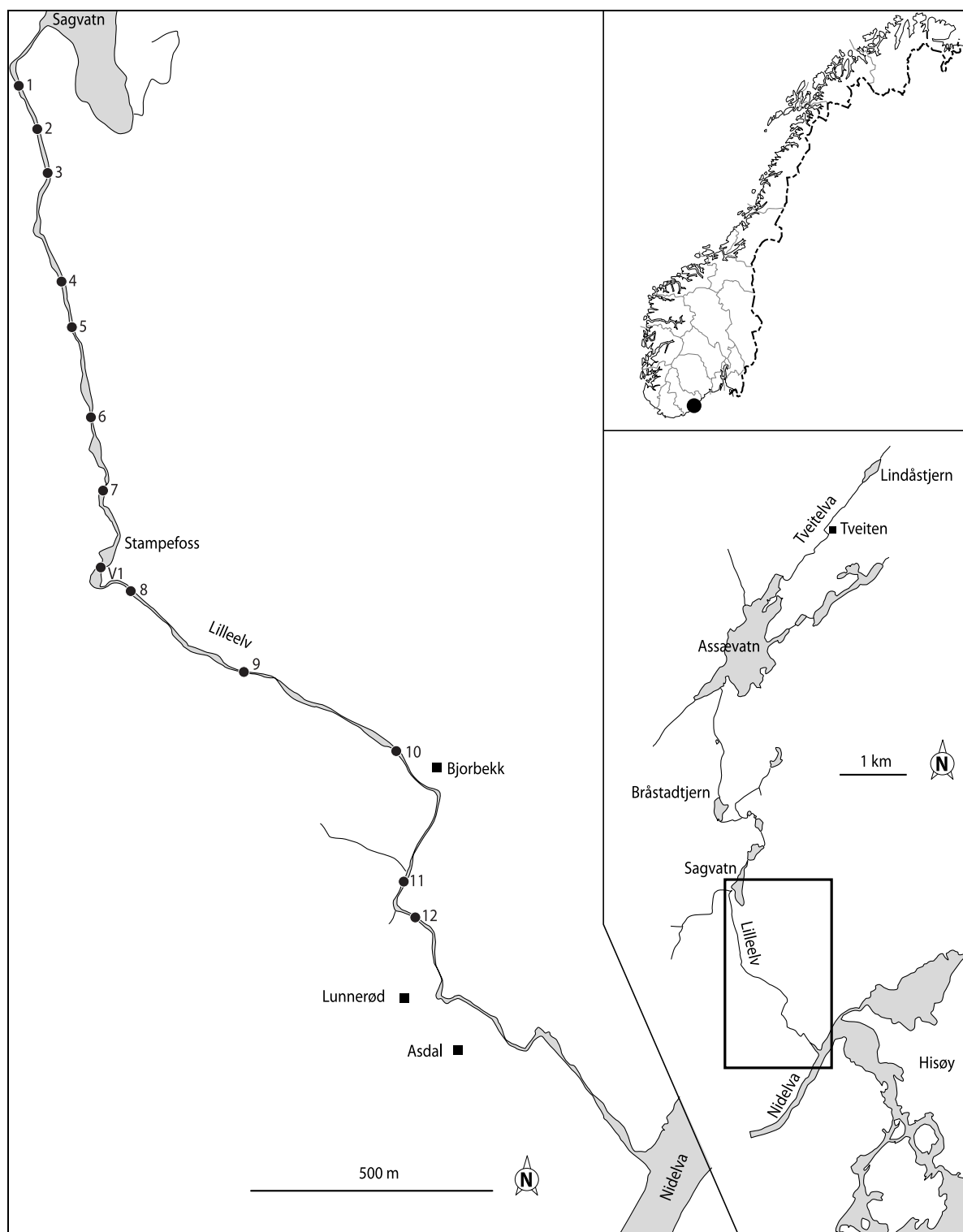
Figur 1. Vannføring for Lilleelv i 2006. Data fra NVE.

2.3 Metode

Feltarbeidet i Lilleelv ble gjennomført 1.-3. og 5. august og 23.-24. oktober 2006 på lav til moderat vannføring.

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver ved Stampefoss (stasjon V1, **figur 2**) i august, oktober, desember 2006 og mars 2007. I tillegg er det inkludert resultatet av sju vannprøver som ikke tidligere er rapportert fra 2001-2005. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA (t.o.m. 2005) eller Analysesenteret i Trondheim (f.o.m. 2006).

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på 5 stasjoner i Lilleelv i august 2006 (stasjon 1, 5, 7, 9 og 11, **figur 2**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin m.fl. 1989). Alle stasjonene ligger mellom utløpet av Sagvatn og samløpet med Nidelva. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt før de ble sluppet ut igjen i elva. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin m.fl. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom ørret-yngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m^2 .



Figur 2. Lilleelv med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (1-12), ungfisk (1, 5, 7, 9 og 11) og vannkjemi (V1) i 2006.

I oktober 2006 ble det samlet inn ørret fra de samme stasjonene som ble elfisket i august (stasjon 1, 5, 7, 9 og 11, **figur 2**). Det ble tatt vare på til sammen 72 ørretungel og 28 ettårige ørretunger. Fiskeungene ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt. Gjellene ble senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver under mikroskop på laboratoriet. Gjellene på begge sider av fisken ble dissekert ut, og muslinglarvene ble talt opp på alle gjellebuene. Resultatene er presentert ved bruk av termene prevalens (prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt), abundans (gjennomsnittlig antall parasitter på all fisk undersøkt, dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk) og infeksjonsintensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i henhold til Margolis m.fl. (1982).

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individ (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt 12 stasjoner i august 2006, som med små avvik var identiske med overvåkingsstasjonene som ble etablert i 2000 (stasjon 1-12, **figur 2**). Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene, og tellinger ble foretatt i transekter/arealer i vassdraget som var mellom 61 og 117 m² store. Transektene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger (jf. Larsen m.fl. 2000). I tillegg ble det gjennomført mellom en og tre tellinger av 15 minutters varighet ("fritelling") i tilknytning til transektene. Normalt ble det gjennomført en telling ovenfor og en telling nedenfor transektet.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling. På grunn av den lave tettheten ble det valgt å måle alle individene som ble observert innenfor transektene eller ved "fritellingene" i tilknytning til stasjonene (N = 43). Disse ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm før de ble satt tilbake i substratet. I tillegg ble tomme (og hele) muslingskall plukket opp og lengdemålt (stasjon 1-12, N = 5).

I august 2006 ble muslinger undersøkt med hensyn til graviditet (forekomst av muslinglarver i gjellene). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig, og inspisere gjellene i felt før muslingen ble satt tilbake i substratet.

2.4 Resultater

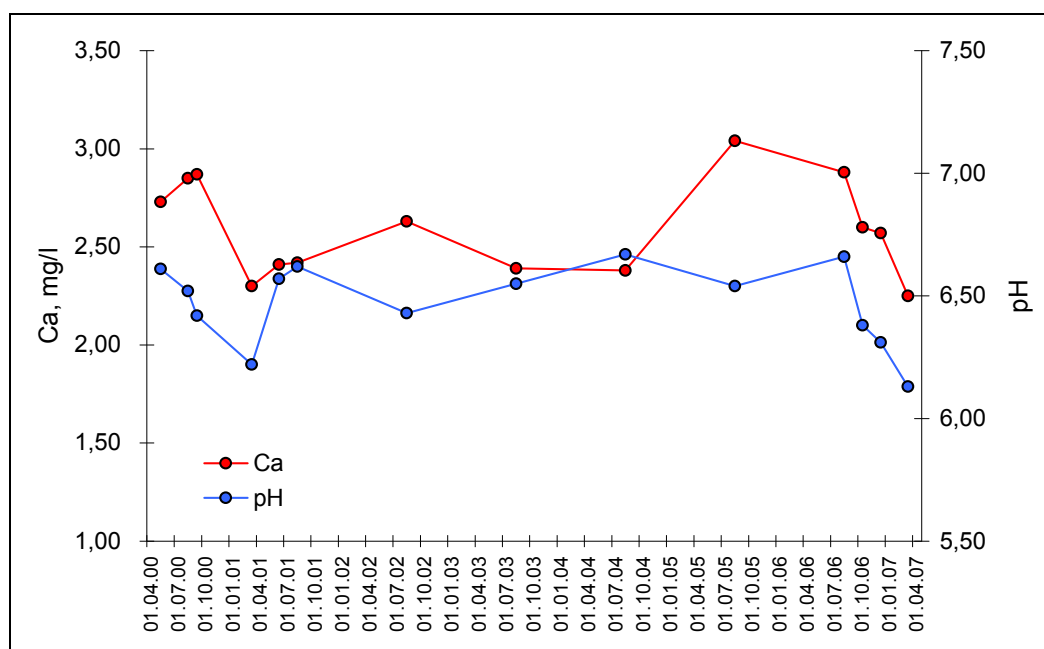
2.4.1 Vannkvalitet

Lilleelv hadde en moderat høy vannfarge med et gjennomsnitt på 40 mg Pt/l (**tabell 1**). Dette skyldes vesentlig humussyrer hovedsakelig fra naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedslagsfeltet. Elva var i perioder uklar eller grumset på grunn av suspenderte partikler, men turbiditeten var likevel sjelden større enn 1,5 FTU. Dette er i noen grad knyttet til vannføringen. Lilleelv var svakt forsuret, og om våren gikk pH ned mot 6,1-6,2 (**figur 3**). pH-verdier lavere enn 6 er tidligere funnet i områdene ovenfor marin grense på innløp til Lindåstjern (Kaste & Håvardstun 2000).

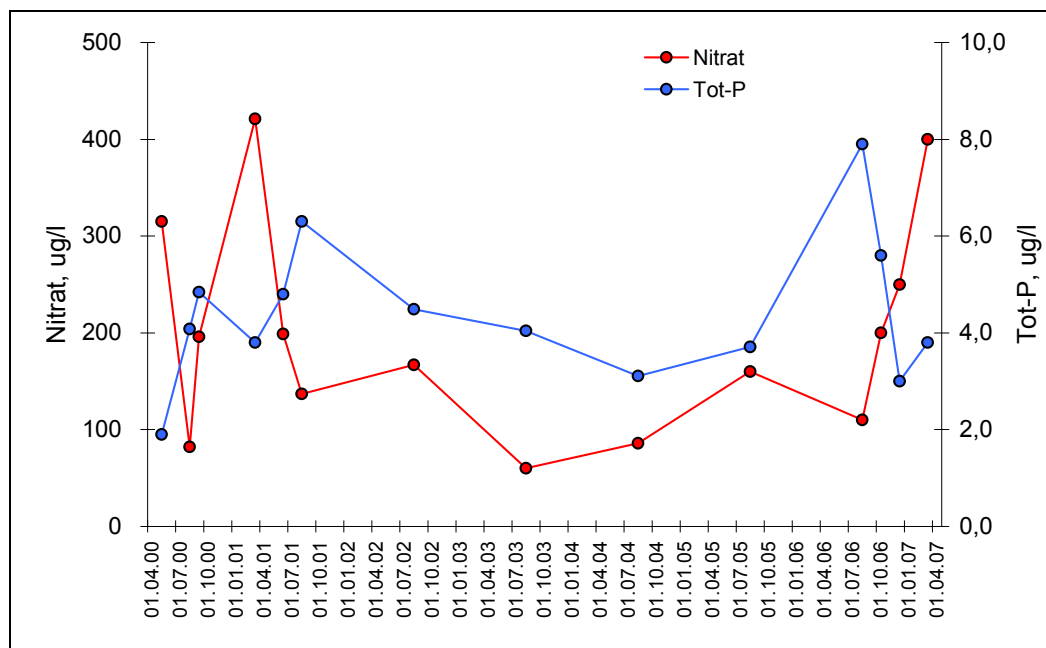
Nitratinnholdet var moderat i Lilleelv med et gjennomsnitt på 199 µg/l i 2000-2007 (**tabell 1**), men maksimum nådde opp i mer enn 400 µg/l om våren (**figur 4**). Dette var om lag det samme som ble funnet i 1998-1999 da gjennomsnittlig nitratinnhold var 245 µg/l (Kaste & Håvardstun 2000). Dette tilsvarte et totalt nitrogeninnhold (Tot-N) på 567 µg/l, og vannkvaliteten ble klassifisert som "mindre god" i henhold til klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Andersen m.fl. 1997). Høyeste konsentrasjon av total fosfor ble funnet om høsten, men variasjonen gjennom året var liten (**figur 4**). Gjennomsnittet av total fosfor var 4,4 µg/l i 2000-2007 (**tabell 1**). Dette var om lag det samme som i 1998-1999, og plasserte vassdraget i beste tilstandsklasse. Bekken er likevel mesotrof, og har et høyt produksjonspotensiale for bunndyr og fisk.

Tabell 1. Vannkvaliteten i Lilleelv i 2000-2007 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, $\mu\text{S/cm}$), pH, alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv/l}$), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klorid (Cl, mg/l), nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$), total fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, $\mu\text{g/l}$) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, $\mu\text{g/l}$).

Dato	FTU Turb	mg Pt/l Farge	$\mu\text{S/cm}$ Kond	pH	$\mu\text{ekv/l}$ Alk	mg/l Ca	mg/l Na	mg/l Cl	$\mu\text{g/l}$ NO_3	$\mu\text{g/l}$ Tot-P	$\mu\text{g/l}$ Tr-Al	$\mu\text{g/l}$ Um-Al
10.05.00	1,30	35	45,6	6,61	68	2,73	3,87	7,48	315	1,9	119	7
08.08.00	0,61	33	44,2	6,52	96	2,85	3,79	6,94	82	4,1	65	2
27.09.00	1,75	35	44,8	6,42	78	2,87	3,80	7,03	196	4,8	104	3
16.03.01	1,26	41	40,8	6,22	47	2,30	3,85	5,25	421	3,8	199	8
06.06.01	1,73	30	38,7	6,57	64	2,41	3,34	5,51	199	4,8	106	0
15.08.01	1,06	32	39,6	6,62	77	2,42	3,73	5,70	137	6,3	108	0
05.08.02	0,59	50	37,5	6,43	93	2,63	3,29	4,81	167	4,5	115	3
08.08.03	0,78	33	36,0	6,55	101	2,39	3,43	4,61	60	4,0	66	0
05.08.04	0,63	31	39,0	6,67	94	2,38	3,07	4,89	86	3,1	70	2
06.08.05	0,88	31	47,1	6,54	90	3,04	4,07	6,76	160	3,7	85	0
01.08.06	1,00	34	43,0	6,66	101	2,88	3,94	5,69	110	7,9	83	1
23.10.06	0,76	74	41,0	6,38	77	2,60	3,52	4,86	200	5,6	214	10
27.12.06	0,58	56	43,0	6,31	62	2,57	3,61	6,26	250	3,0	202	23
10.03.07	1,10	44	47,0	6,13	40	2,25	4,13	7,69	400	3,8	204	9
Gj.snitt	1,00	40	41,9	6,47	78	2,59	3,67	5,96	199	4,4	124	5
SD	0,39	13	3,5	0,17	20	0,25	0,31	1,06	113	1,5	56	6
Min	0,58	30	36,0	6,13	40	2,25	3,07	4,61	60	1,9	65	0
Maks	1,75	74	47,1	6,67	101	3,04	4,13	7,69	421	7,9	214	23



Figur 3. Vannkvaliteten i Lilleelv i 2000-2007 uttrykt ved pH og innhold av kalsium (Ca, mg/l).

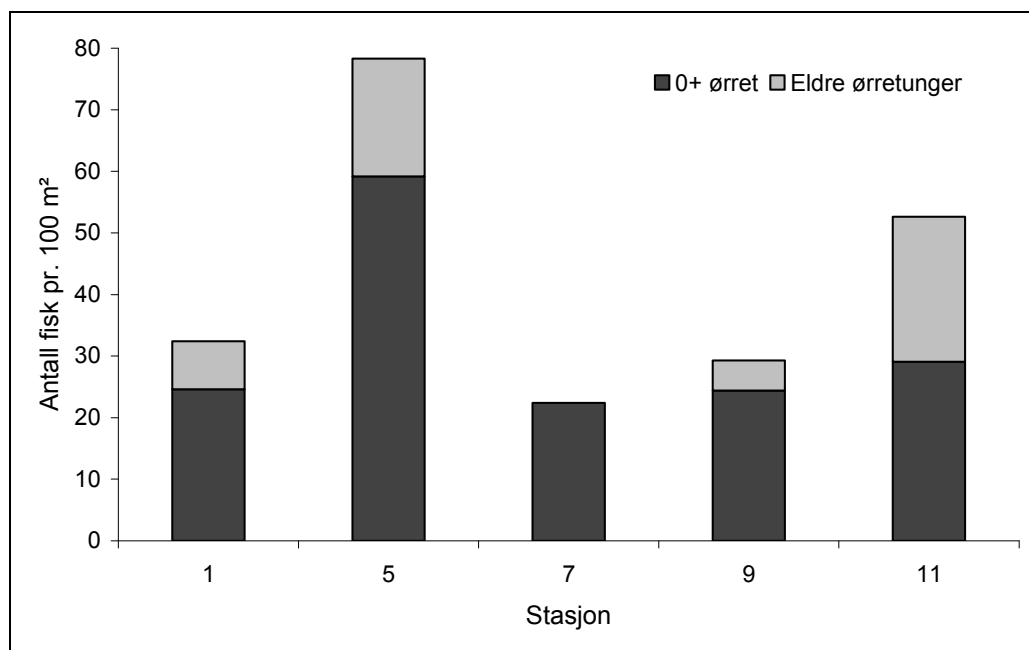


Figur 4. Vannkvaliteten i Lilleelv i 2000-2007 uttrykt ved mengde nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$) og totalt innhold av fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$).

2.4.2 Fisk

Ungfisktetthet og vekst

Ørret forekom i moderat høy tetthet i Lilleelv på strekningen mellom Sagvatn og samløpet med Nidelva (**figur 5**). Høyest tetthet av ørretyngel ble funnet på stasjon 5 ved Gausplass i øvre del av vassdraget med 59 individ pr. 100 m^2 i august 2006.



Figur 5. Tetthet av ørretyngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$) i Lilleelv i begynnelsen av august 2006. Tettheten er angitt som antall ørret pr. 100 m^2 elveareal på den enkelte stasjon (1, 5, 7, 9 og 11).

Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$) var henholdsvis 31 og 10 individ pr. 100 m². Til sammenligning var tettheten av ørretyngel og eldre ørretunger henholdsvis 24 og 3 individ pr. 100 m² i mai 2000. Da det ble fisket på færre stasjoner og på våren, kan ikke tallene sammenlignes direkte. Likevel ser det ikke ut til at bestanden av vertsfisk for muslinglarvene har forandret seg nevneverdig fra 2000 til 2006.

Ørreten i Lilleelv vokste godt, og ørretyngelen var mellom 40 og 71 mm lange i begynnelsen av august 2006 med et gjennomsnitt på 53 mm (SD = 6; N = 125). Fram til slutten av oktober økte lengden med 10 mm, og ørretyngelen, som da var mellom 47 og 83 mm lange, hadde en gjennomsnittslengde på 63 mm (SD = 8; N = 72). Ettårige ørretunger var i gjennomsnitt 120 mm lange i oktober (SD = 11; N = 28).

Av andre arter ble det påvist trepigget stingsild, ål og abbor i vassdraget.

Muslinglarver på gjellene

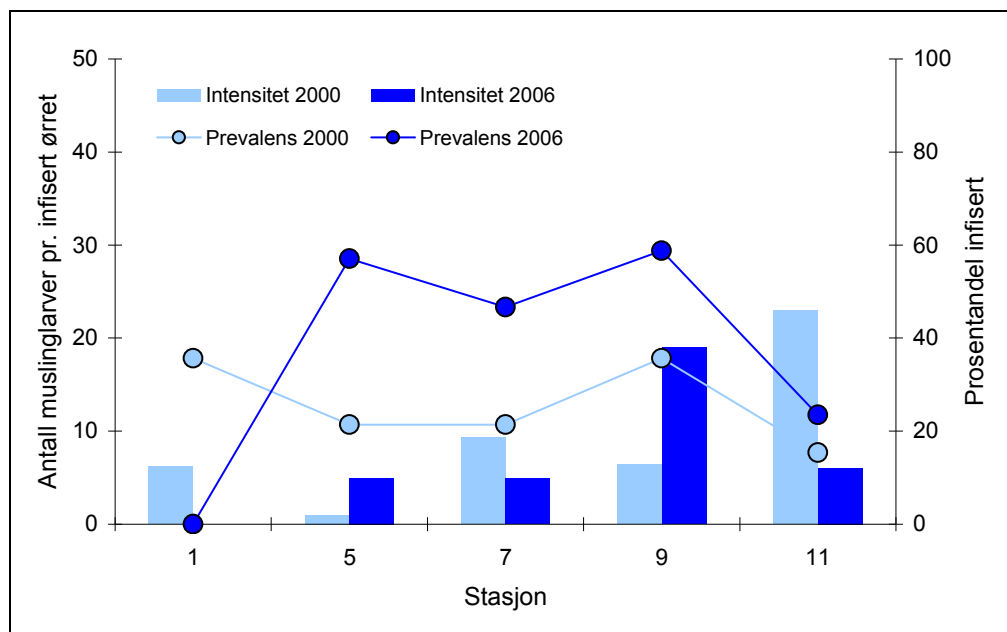
Det ble ikke funnet muslinglarver på gjellene til fisk ovenfor Sagvatnet i 2000 (Larsen & Simonsen 2001). Nedenfor Sagvatnet derimot ble det funnet ørretyngel med muslinglarver på alle de undersøkte stasjonene, og i gjennomsnitt hadde om lag en firedel av ørretyngelen larver på gjellene. I oktober 2006 var det ikke muslinglarver på ørretyngel på stasjon 1, men likevel var i gjennomsnitt 35 % av yngelen i Lilleelv infisert med muslinglarver (**tabell 2**). Intensiteten var imidlertid lav både i 2000 og 2006 med et gjennomsnitt på henholdsvis 8 og 11 muslinglarver pr. infisert ørretyngel. Høyest antall på en enkelt fisk var henholdsvis 43 og 96 muslinglarver i 2000 og 2006.

Tabell 2. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i Lilleelv i oktober 2006 (stasjon 1, 5, 7, 9 og 11). Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

Dato	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt \pm SD	Intensitet Gjsnitt \pm SD	Maks
24.10.06	0+	1	16	0	0	0	0
24.10.06	0+	5	7	57,1	2,9 \pm 4,3	5,0 \pm 4,8	12
24.10.06	0+	7	15	46,7	2,3 \pm 5,1	4,9 \pm 6,7	20
23.10.06	0+	9	17	58,8	11,2 \pm 24,6	19,0 \pm 30,2	96
23.10.06	0+	11	17	23,5	1,4 \pm 4,0	6,0 \pm 7,1	16
23.-24.10.06	0+	1-11	72	34,7	3,7 \pm 12,9	10,7 \pm 20,3	96
24.10.06	1+	1	11	27,3	0,9 \pm 2,4	3,3 \pm 4,0	8
24.10.06	1+	5	5	20,0	0,2 \pm 0,4	1,0	1
24.10.06	1+	7	2	0	0	0	0
23.10.06	1+	9	5	40,0	9,4 \pm 20,5	23,5 \pm 31,8	46
23.10.06	1+	11	5	0	0	0	0
23.-24.10.06	1+	1-11	28	21,4	2,1 \pm 8,7	9,7 \pm 18,0	46

Bare 21 % av de ettårige ørretungene var infisert med muslinglarver i oktober 2006, men et lite antall ørret ble undersøkt på hver stasjon, og det manglet muslinglarver på to av stasjonene. Det ble imidlertid funnet muslinglarver i lite antall på gjellene til ettårige ørretunger på stasjon 1, der det ikke ble påvist muslinglarver på ørretyngelen.

Det var gjennomgående flere ørret som var infisert i 2006 enn det var i 2000. Dette gir seg uttrykk i en høyere prevalens (**figur 6**). Det er en svak tendens til at antall muslinglarver øker nedover i vassdraget. Det var høyest intensitet på stasjon 9 i 2006 og stasjon 11 i 2000.



Figur 6. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret (0+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Lilleelv i oktober 2006 sammenlignet med infeksjonen i september 2000.

2.4.3 Elvemusling

Utbredelse

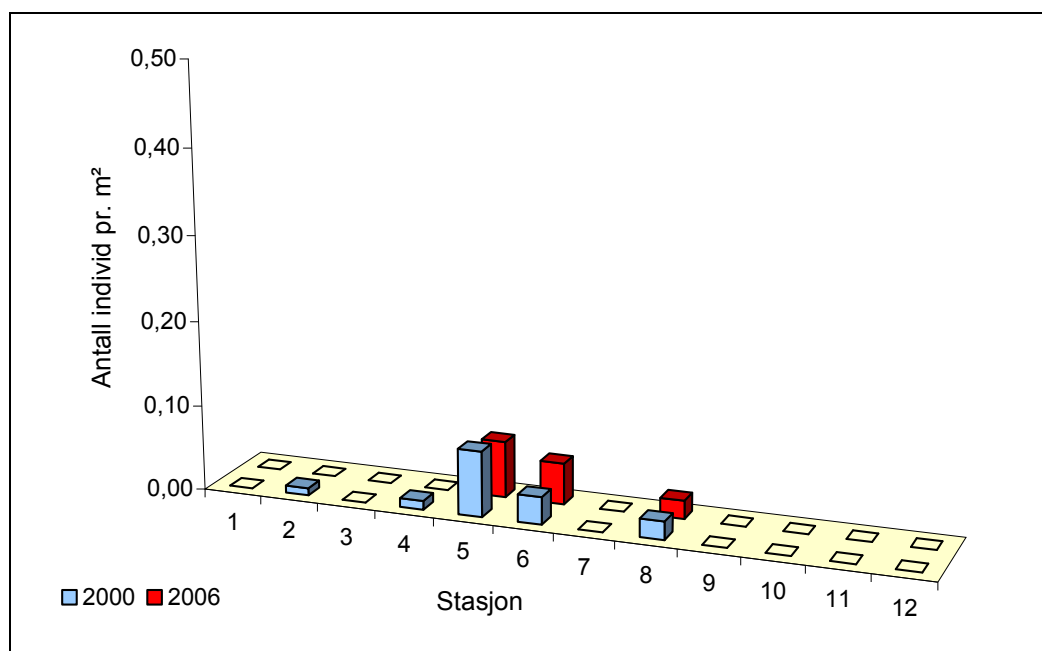
Det ble funnet spredte elvemusling i Lilleelv på strekningen mellom Sagvatn og Asdal både i 2000 og 2006, men det manglet muslinger på henholdsvis seks og fire av de tolv stasjonene som ble undersøkt. Det ble ikke funnet elvemusling i Tveitelva ovenfor Assævatn eller i Lilleelv mellom Assævatn og Brådlanstjern i 2000 (Larsen & Simonsen 2001).

Elvemusling hadde tidligere en mye større utbredelse i vassdraget. Arten fantes i Tveitelva i det minste opp til Tveiten gård (N. Tveiten pers. medd.). Elvemusling var dessuten meget vanlig mellom Assævatn og Brådlanstjernet før elva ble senket om lag en meter på 1960-tallet (A. Tveite pers. medd.). I tillegg er det gjort funn av skall i en av bekkene til Assævatn (P. Bjormyr pers. medd.). I dag begrenser elvemuslingens utbredelse seg til Lilleelv mellom Sagvatn og Asdal; en strekning på 2,7 km.

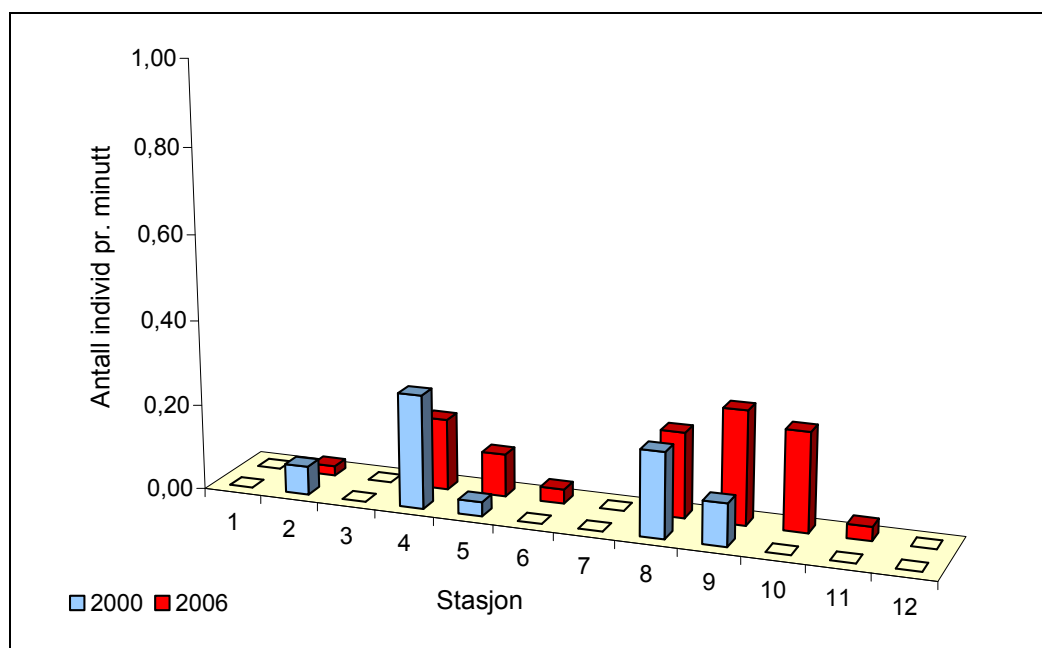
Tetthet

Tettheten av levende elvemusling hadde forandret seg lite i Lilleelv på de siste seks årene. Gjennomsnittlig tetthet på 12 stasjoner i vassdraget var 0,01 individ pr. m² både i 2000 og 2006. Det ble bare funnet muslinger i tre av de 12 transektene som ble undersøkt i 2006 (mot fem transekter i 2000) (**figur 7**). Det manglet levende muslinger på to stasjoner høyt opp i vassdraget i 2006, men det var bare ett individ på hver av disse stasjonene i 2000. På stasjon 2 ble det funnet et tomt skall som sannsynligvis tilsvarte det individet som ble observert levende i 2000.

Tidsbegrensede tellinger ("fritelling") på de samme stasjonene bekreftet den lave tettheten. Det ble funnet muslinger på åtte av de 12 stasjonene som ble undersøkt i 2006 (mot fem stasjoner i 2000) (**figur 8**). Antall elvemusling varierte mellom 0 og 0,27 individ pr. minutt søketid med et gjennomsnitt på 0,09 individ pr. minutt i 2006 (**vedlegg 1**). Dette var en meget lav tetthet, men likevel noe høyere enn i 2000 da den relative tettheten var 0,06 individ pr. minutt. Det ble funnet noen flere muslinger i den nedre delen av vassdraget, og det ble funnet muslinger i et område på stasjon 10 som ikke ble telt i 2000.



Figur 7. Tetthet av levende elvemusling i Lilleelv basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²) i 2000 og 2006.



Figur 8. Relativ tetthet av levende elvemusling i Lilleelv basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 2000 og 2006.

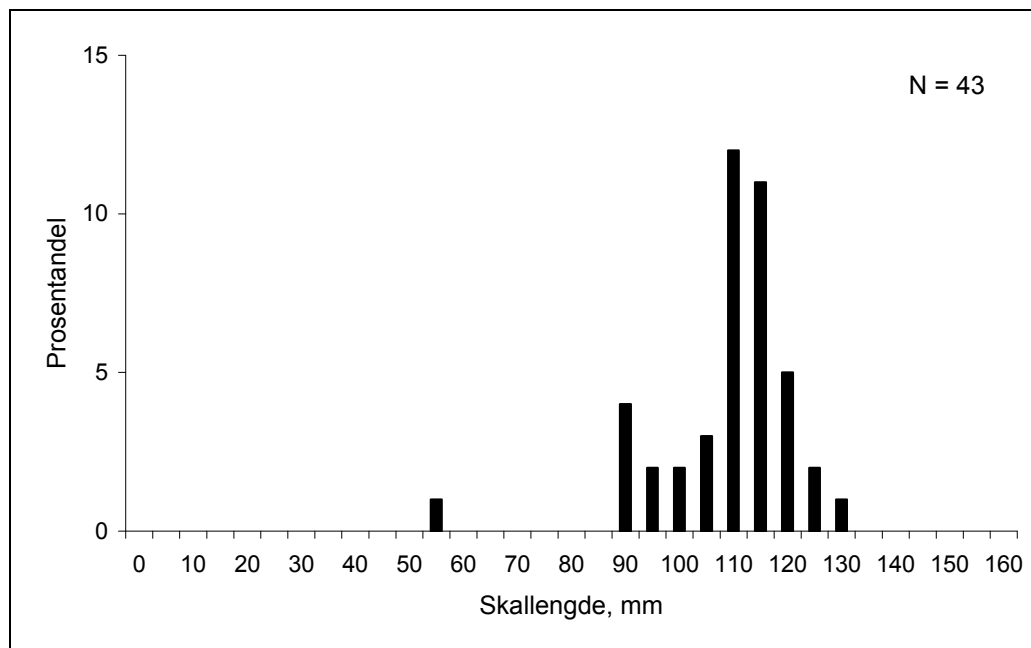
Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Lilleelv fra utløpet av Sagvatn til Aksdal nær samløpet med Nidelva er beregnet til ca 10.400 m² (Simonsen 1999). Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 0,01 musling pr. m² er den totale bestanden estimert til ca 120 elvemusling. Det var bare små forskjeller mellom estimatene i 2000 og 2006. Da enkelte individ kan være helt eller delvis nedgravd i substratet

kan det variere om de samme muslingene er synlige ved to uavhengige tellinger. I Lilleelv vil selv små endringer i antall observerte individ gi seg relativt sett store utslag på estimatene.

Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 57 til 132 mm hos levende elvemusling i Lilleelv i august 2006. Hovedvekten av muslinger var 110-120 mm (**figur 9**), og gjennomsnittslengden var 111 mm ($N = 43$; $SD = 13$). Det ble ikke funnet muslinger som var mindre enn 50 mm, og bare tre individ var mindre enn 90 mm.



Figur 9. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Lilleelv i august 2006.

Det ble bare funnet seks tomme skall eller rester av skall i Lilleelv i august 2006. Bare tre av disse ble vurdert å ha dødd i løpet av perioden 2000 til 2006. Skallene varierte mellom 84 og 115 mm med et gjennomsnitt på 107 mm ($N = 5$; $SD = 13$). Bestanden i Lilleelv har en høy gjennomsnittsalder, og dødeligheten skyldes i hovedsak høy alder. Men lav vannføring kan være et problem om sommeren i enkelte år, og kan begrense utbredelsen til elvemusling i deler av vassdraget.

På grunn av lav rekruttering har gjennomsnittslengden til muslingene økt fra 2000 til 2006. Ved å sammenligne muslingene som ble funnet i 2000 med de "samme" muslingene i 2006 (individer større enn 80 mm) fant vi at gjennomsnittslengden hadde økt med 3,6 mm på disse seks årene. Det gir en årlig lengdeøkning på 0,6 mm i gjennomsnitt.

Reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt noen egentlig aldersbestemmelse av levende elvemusling i Lilleelv i denne undersøkelsen. En musling på 57 mm som ble undersøkt i felt viste imidlertid at elvemuslingen vokser godt de første leveårene. Den ble vurdert å være bare 11 år gammel, og årlig tilvekst var opp til 4-9 mm. Muslingen var 16 og 43 mm lang da den var henholdsvis fem og 10 år gammel.

Med nær fullstendig mangel av individer mindre enn 90 mm er det klart at rekrutteringen har vært dårlig i mange år. Selv om de minste individene kan være vanskelige å oppdage, er det lite som tyder på at bestanden har hatt noen stabil rekruttering på flere tiår.

Det er derfor en betydelig forgubbing i bestanden av elvemusling i Lilleelv, men de voksne individene reproduserer likevel normalt. Det ble undersøkt for mulig graviditet både i 2000 og 2006, og i begynnelsen av august var graviditetsfrekvensen henholdsvis 79 og 49 %. Den høye graviditetsfrekvensen i 2000 antydte at store deler av bestanden var hermafroditter med evne til selvbefruktning.

Referansemateriale

Det er ikke samlet inn referansemateriale fra vassdraget verken i 2000 eller 2006 slik det er foreslått i opplegget for overvåkingsundersøkelsene (Larsen m.fl. 2000). Bestanden i Lilleelv er direkte truet, og det er ikke forsvarlig å gjøre uttak av individer på det nåværende tidspunkt.

2.5 Oppsummering

Det finnes historiske opplysninger om elvemusling fra 20 lokaliteter i Aust-Agder (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999), men i dag er det bare tre lokaliteter der den fortsatt finnes i lite antall. Årsaken til tilbakegangen skyldes i første rekke forsurening av vassdragene som har virket direkte på muslingene, men også indirekte ved at vertsfisken til muslinglarvene forsvant (Dolmen & Kleiven 2004). Med grunnlag i de få forekomstene som er kjent betraktes arten som sterkt truet i Aust-Agder, og bevaring er gitt høy prioritet.

I Lilleelv ble elvemusling funnet på strekningen mellom Sagvatn og Asdal nær utløpet i Nidelva. Dette tilsvarte ca 2,7 km elvestrekning. Selv om man tar hensyn til at enkelte muslinger kan være nedgravd i substratet er ikke populasjonen i Lilleelv større enn 100-150 individ. Selv om estimatet er beheftet med unøyaktighet gir det en bekreftelse på at bestanden er svært liten og meget sårbar. Bestanden har imidlertid holdt seg stabil fra 2000 til 2006, og det var bare mindre endringer i tetthet og forekomst innad i vassdraget. Bestanden av elvemusling har liten levedyktighet (klasse I), og oppnår bare 5 av 36 poeng i en verdivurdering (**tabell 3** og nærmere beskrevet i **vedlegg 4**). Den lave poengsummen vil være typisk for sterkt truede populasjoner når antall muslinger er lavt, og det ikke blir funnet muslinger mindre enn 50 mm. Avstanden til nærmeste kjente populasjon er ca 35 km, og Lilleelv har likevel stor verneverdi som typevassdrag i regional sammenheng.

Opplysningene om elvemuslingens forekomst i Lilleelv for 30-50 år siden forteller at bestanden har gått kraftig tilbake (Larsen & Simonsen 2001). Muslingene var i det minste utbredt opp til Tveiten gård i Tveitelva ovenfor Assævatn; ytterligere 3,5-4 km elvestrekning.

Tabell 3. Oppsummering av data fra Lilleelv i 2000 og 2006. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i **vedlegg 4**.

Vassdrag	År	Utbredelse, km	Tetthet, ind/m ²	Populasjon, antall ♦	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
Lilleelv	2000	2,7	0,012	130	109 ± 10	82	129	0	0	5	I
	2006	2,7	0,011	120	111 ± 13	57	132	0	0	5	I

♦ ikke korrigert for nedgravde individer

Det ble funnet en musling i 2006 som ble vurdert å være bare 11 år gammel (sluppet av fisken våren 1995). Dette var en oppløftende observasjon, og kan gi håp om at vannkvaliteten igjen nærmer seg et nivå der enkelte unge muslinger kan vokse opp. Lilleelv er svakt forsuret, og i lengre perioder ligger pH under 6,5. I kombinasjon med høyt innhold av aluminium kan dette gi dødelighet av muslinglarver når disse slippes ut i vannet om høsten for å feste seg på en egnet vertsfisk (Larsen 2008). Samtidig er tilførselen av næringsstoff (spesielt nitrat-konsentrasjonen) fortsatt for høy og transporten av finpartikulært materiale gjør at turbiditeten i perioder er høyere enn 1 FTU. Samlet gir dette dårlige oppvekstforhold for de unge muslingene som lever nedgravd i grusen i de første leveårene.

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. I et slikt perspektiv må problemene for elvemusling i Lilleelv identifiseres ytterligere, og nødvendige tiltak settes i verk for å hindre at muslingen dør ut i vassdraget. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Lilleelv vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.

3 Sørkedalselva, Oslo/Akershus (vassdragsnr. 007.Z)

Bjørn Mejdell Larsen, Kjell Sandaas¹, Jørn Enerud² & Jon Magerøy³

¹Miljørettet helsevern, Helse- og velferdsetaten, Oslo kommune, Postboks 30, 0101 Oslo

²Fisk- og miljøundersøkelser, Postboks 68, 2410 Hernes

³Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Postboks 7800, 5020 Bergen

3.1 Innledning

Sørkedalselva inngår som en del av Osломarka-vassdragene i Verneplan I (NOU 1976), og er varig vernet mot kraftutbygging. Forekomst av elvemusling i Oslo er omtalt allerede på 1700-tallet da Akerselva, Alna, Lysakerelva og Ljanselva ble framhevet (Taranger 1890). Tidligste dokumenterte funn av elvemusling fra selve Sørkedalselva er fra 1933 (Økland & Økland 1998). Ellers nevner Jørgensen (1992) at det forekommer elvemusling i Sørkedalselva, og på folkemunne heter det at muslingene alltid har vært der. Få har imidlertid kunnet gi nærmere opplysninger (se Sandaas & Enerud 1998), men det ble gjort funn av "perler i skjellene" på 1950-tallet (K. Bryn pers. medd. i Sandaas & Enerud 1996; 1998). På slutten av 1980-tallet ble det samlet inn et omfattende materiale til en hovedfagsoppgave om elvemusling i Sørkedalselva (A.K.Wollan og J.Økland pers. medd.). Dette arbeidet ble ikke avsluttet, og mye av datamaterialet har gått tapt underveis. Det er i tillegg knyttet mange opplysninger til forekomst av muslinglarver på fisk i settefiskeanlegget til Osломarkas Fiskeadministrasjon (bl.a. Poppe 1986, Rimstad 1986, Liltved & Hansen 1990).

I årene fra 1995 til 1998 gjennomførte Sandaas & Enerud (1996; 1998) omfattende undersøkelser av elvemuslingbestanden i Sørkedalselva. Disse arbeidene omfattet undersøkelser av utbredelse, tetthet og bestandsstørrelse, lengdefordeling, rekruttering, vekst og dødelighet og undersøkelser av ørret som vertsfisk. Disse arbeidene lå til grunn for overvåkingsundersøkelsene som ble gjennomført i 1999 (Larsen m.fl. 2001). Funn av muslinger begrenset seg til Sørkedalselva mellom Hadeland og Bogstadvatnet; en ca 4,7 km lang elvestrekning. Det var fortsatt en stor og levedyktig bestand i vassdraget, og antall muslinger ble anslått å være noe over 215.000 individ. Det var imidlertid få elvemuslinger mindre enn 50 mm, og det ble ikke observert muslinger mindre enn 20 mm. Ved andre undersøkelser som inkluderte graving i substratet ble det riktignok funnet muslinger ned til 11 mm (Sandaas & Enerud 1998), men rekrutteringen var likevel for lav til å opprettholde bestanden på lang sikt.

Sørkedalselva inngår nå i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge (Larsen m.fl. 2000; 2007), og overvåkingen ble fulgt opp med en ny vurdering av bestanden i 2007. I tillegg gjennomførte Sandaas (2008) en supplerende kartlegging og beskrivelse av rekrutteringen til elvemusling i vassdraget i 2007.

3.2 Område

Sørkedalsvassdraget ligger hovedsakelig i Oslo kommune i Oslo og Akershus fylke, og er en del av et 177,6 km² stort nedbørfelt som også berører Ringerike kommune (Buskerud). En beskrivelse av vassdraget er tidligere gitt av Larsen m.fl. (2001). I tillegg er vassdraget beskrevet av Jørgensen (1992), Sandaas & Enerud (1998), Heggland m.fl. (2006), Vassdragsgruppe Sørkedalen Vel (2006) og Lysakervassdragets Venner (2008) som alle kan anbefales for ytterligere informasjon og utfyllende detaljer.

Sørkedalsvassdraget er en typisk flomelv med varierende vannføring. I tørre perioder om sommeren kan lavvannføringen være mindre enn 0,5 m³/s helt nede ved Lysejordet i Lysakerelva. I flomperioder derimot har det vært målt vannføringer opp til 120 m³/s (høstflommen i 1987) i Lysakerelva. Flommer skjer både under rask snøsmelting om våren og ved langvarig

eller kraftig regn om høsten. Ved utløpet i Oslofjorden har Lysakerelva et årsgjennomsnitt på ca $4 \text{ m}^3/\text{s}$, men halvparten av tiden er den mindre enn ca $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Elvene i Oslomarka er gjennomregulerte, og reguleringene har i tørre perioder ført til meget liten vannføring i elva. Dette øker konsentrasjonen av forurensning, vanntemperatur og algeproduksjon vesentlig. Lysakerelva har inngått i vannovervåkingsprogrammet til Oslo kommune siden 1980 med hovedstasjon ved Mølledammen nær utløpet i Oslofjorden (bl.a. Wold & Roberg 2007). Oslo vann- og avløpsverk (OVA) har i tillegg hatt prøvestasjoner i Langlielva og ved Sinober i Sørkedalselva i 1983-1984 og 1990-1991 (Oslo Vann og Avløp upublisert materiale, Wold 1991; 1992).

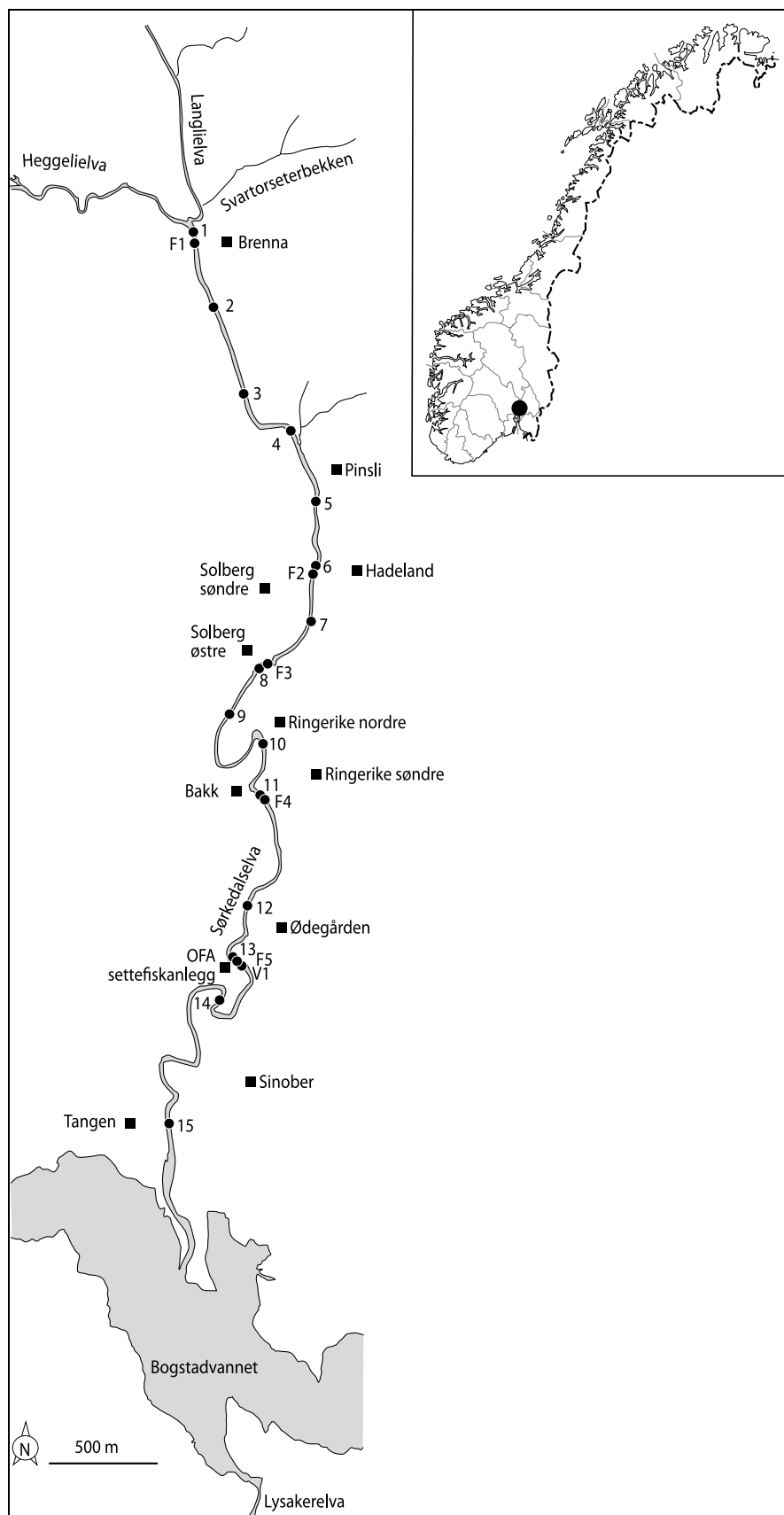


Langs bredden av Sørkedalselva vokser det tett løvskog i varierende bredde stedvis med en del gran. Løsmassene består av marine avsetninger, sand og grus. Substratet i elvestrengen domineres av dette, men også ispedd stein og noe blokk, samt røtter og stokker. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

3.3 Metode

Feltarbeidet i Sørkedalselva ble gjennomført 24. mai, 18.-21. juni og 4. august 2007 på varierende, men gjennomgående moderat vannføring.

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver ved OFA-anlegget (stasjon V1, **figur 10**) i oktober 2006, mai og september 2007. I tillegg er det inkludert resultatet av fem vannprøver som ikke tidligere er rapportert fra 2001-2005. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA (t.o.m. 2005) eller Analysesenteret i Trondheim (f.o.m. 2006).



Figur 10. Sørkedalselva med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (1-15), ungfisk (F1-F5) og vannkjemi (V1) i 2006.

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på 4 stasjoner i Sørkedalselva i mai 2007 (stasjon F1 og F3-F5, **figur 10**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin m.fl. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin m.fl. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom ettårige ørretunger (1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m².

I forbindelse med elfiske i mai 2007 ble det samlet inn fisk fra fem stasjoner i Sørkedalselva (F1-F5, **figur 10**). Det ble tatt vare på til sammen 130 ettårige ørretunger og 21 toårige ørretunger. Fiskeungene ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt. Gjellene ble senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver under mikroskop på laboratoriet. Antall muslinglarver ble normalt bare talt opp på gjellene på fiskens venstre side. Ble det ikke funnet muslinglarver på fiskens venstre side ble også gjellene på høyre side kontrollert. Resultatene er presentert ved bruk av termene prevalens (prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt), abundans (gjennomsnittlig antall parasitter på all fisk undersøkt, dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk) og infeksjonsintensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i henhold til Margolis m.fl. (1982).

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt 15 stasjoner i august 2007, som med små avvik var identiske med overvåkingsstasjonene som ble etablert i 1999 (stasjon 1-15, **figur 10**). Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene, og tellinger ble foretatt i transekter/arealer i vassdraget som var mellom 90 og 125 m² store. Transektene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger (jf. Larsen m.fl. 2000). I tillegg ble det gjennomført to eller unntaksvis tre tellinger av 15 minutters varighet ("fritellinger") i tilknytning til transektene. Normalt ble det gjennomført en telling ovenfor og en telling nedenfor transektet.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling på tre av stasjonene (stasjon 8, 10 og 13). Alle synlige individ innenfor et nærmere definert areal ble plukket opp, steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å avdekke eventuelle nedgravde muslinger. Det ble gjennomført henholdsvis 2,4, 2,0 og 9,0 m² på stasjon 8, 10 og 13 på denne måten, og det ble samlet inn 259 elvemusling til sammen for lengdemåling. Antall muslinger nedgravd i substratet ble notert. Alle levende elvemuslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter før de ble satt tilbake i substratet.

I tillegg ble tomme (og hele) muslingskall plukket opp og lengdemålt på vanlig måte til nærmeste 0,1 mm. Skallene ble samlet inn fra stasjon 7-15 i Sørkedalselva (N = 111).

I august 2007 ble muslinger undersøkt med hensyn til graviditet (forekomst av muslinglarver i gjellene). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig, og inspisere gjellene i felt før muslingen ble satt tilbake i substratet.

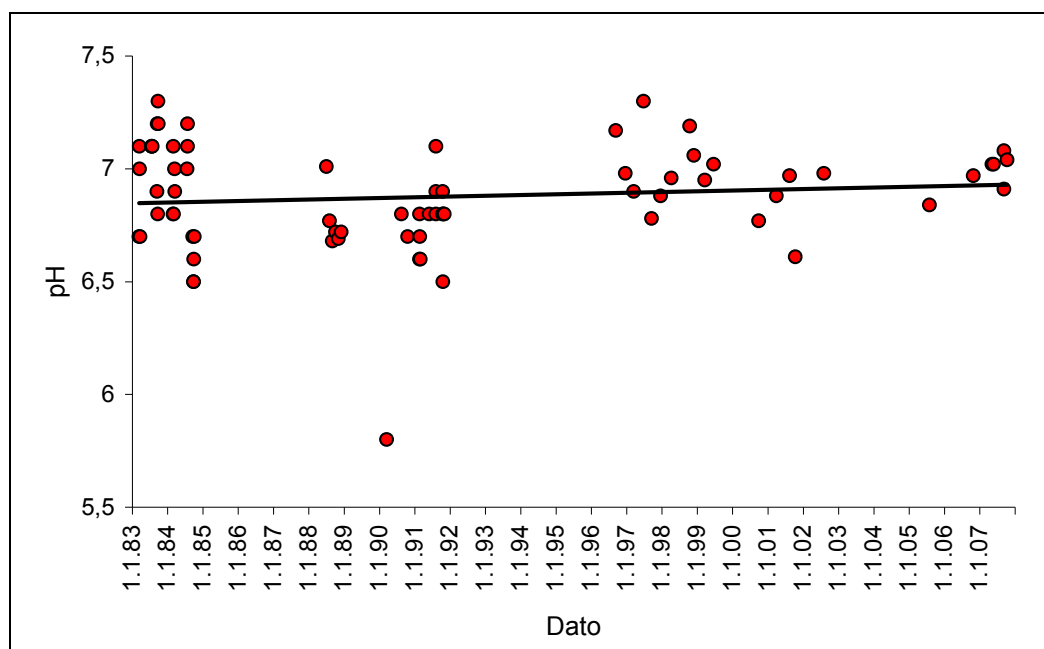
3.4 Resultater

3.4.1 Vannkvalitet

Sørkedalselva har en relativt stabil vannkvalitet, og ingen forsuringsproblemer. pH-verdier målt ved OFA (stasjon V1) i 1996-2007 har variert mellom 6,6 og 7,3 med en gjennomsnittsverdi på 7,0 (**tabell 4**). Dette gjenspeiler seg også i høy alkalitet og høy konsentrasjon av kalsium som har gjennomsnittsverdier på henholdsvis 213 $\mu\text{ekv/l}$ og 5,23 mg/l i 1996-2007. Overvåking gjennomført av Oslo vann- og avløpsverk i 1983-1984 og 1990-1991 viste også relativt stabile pH-verdier mellom 6,5 og 7,3 (Oslo Vann og Avløp upublisert materiale, Wold 1991; 1992), men i mars 1990 var minimumsverdien nede i 5,7 i Langlielva og 5,8 ved Sinober (**figur 11**).

Tabell 4. Vannkvaliteten i Sørkedalselva i 1996-2007 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, $\mu\text{S/cm}$), pH, alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv/l}$), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klorid (Cl, mg/l), nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$), total fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, $\mu\text{g/l}$) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, $\mu\text{g/l}$).

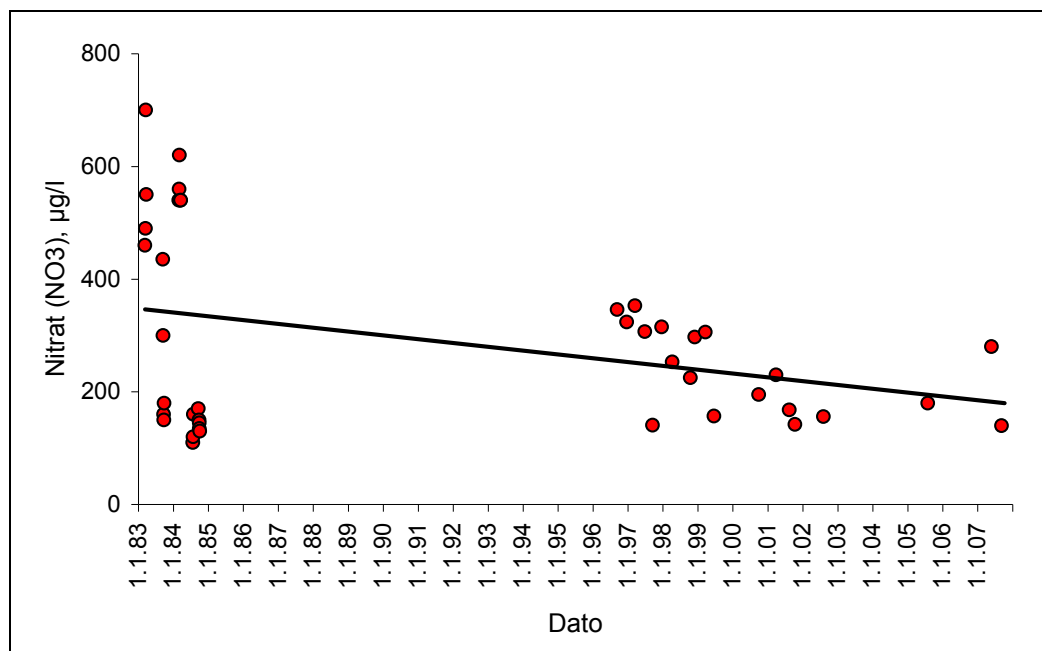
Dato	FTU Turb	mg Pt/l Farge	$\mu\text{S/cm}$ Kond	pH	$\mu\text{ekv/l}$ Alk	mg/l Ca	mg/l Na	mg/l Cl	$\mu\text{g/l}$ NO_3	$\mu\text{g/l}$ Tot-P	$\mu\text{g/l}$ Tr-Al	$\mu\text{g/l}$ Um-Al
09.09.96	0,61	9	65,4	7,17	322	7,61	2,89	3,48	346	-	16	11
17.12.96	0,52	21	54,0	6,98	229	6,63	2,38	3,30	324	-	64	17
13.03.97	0,95	28	48,7	6,90	220	5,98	2,16	3,14	353	-	76	8
23.06.97	1,20	25	49,8	7,30	276	6,09	2,38	2,88	307	-	60	4
14.09.97	1,11	51	40,9	6,78	190	5,10	1,93	2,39	141	-	153	4
17.12.97	0,49	29	46,4	6,88	213	5,44	1,97	2,37	315	-	117	8
06.04.98	0,81	30	39,7	6,96	169	4,68	1,81	2,40	253	-	92	4
13.10.98	0,39	27	47,1	7,19	289	6,17	2,19	2,27	225	-	73	3
27.11.98	0,59	31	44,6	7,06	245	5,87	2,11	2,28	297	-	99	11
19.03.99	2,16	32	45,7	6,95	188	4,56	3,36	4,72	306	-	120	3
17.06.99	0,89	35	39,1	7,02	232	5,27	1,73	1,76	157	-	131	5
27.09.00	2,82	60	32,9	6,77	164	4,26	1,55	2,30	195	5,2	158	4
27.03.01	0,65	35	37,2	6,88	192	4,99	1,85	2,20	230	2,7	131	1
12.08.01	2,47	49	36,9	6,97	213	4,95	1,82	2,01	168	6,0	181	2
09.10.01	4,70	67	25,4	6,61	112	3,46	1,32	1,32	142	9,1	308	5
02.08.02	0,70	28	33,7	6,98	206	4,68	1,54	1,48	156	2,1	58	6
28.07.05	0,85	29	40,9	6,84	220	5,17	1,93	1,99	180	1,8	60	3
26.10.06	1,40	49	40,0	6,97	205	5,07	1,76	2,00	-	5,0	186	3
24.05.07	0,61	33	41,0	7,02	202	4,63	1,84	2,15	280	3,3	127	5
06.09.07	0,60	44	32,0	6,91	163	3,89	1,57	1,51	140	3,2	127	5
Gj.snitt	1,23	36	42,1	6,96	213	5,23	2,00	2,40	238	4,3	117	6
SD	1,06	14	8,8	0,15	47	0,97	0,48	0,79	76	2,3	63	4
Min	0,39	9	25,4	6,61	112	3,46	1,32	1,32	140	1,8	16	1
Maks	4,70	67	65,4	7,30	322	7,61	3,36	4,72	353	9,1	308	17



Figur 11. Utviklingen av pH i Sørkedalselva ved Zinober eller OFA-anlegget i perioden 1983-2007. Data fra 1983-1984: Oslo Vann og Avløp (upublisert materiale). Data fra 1990-1991: Wold (1991; 1992). Oslomarka var tidligere utsatt for en svak forurensning på grunn av langtransporterte forurensninger, men situasjonen synes nå å være i bedring.

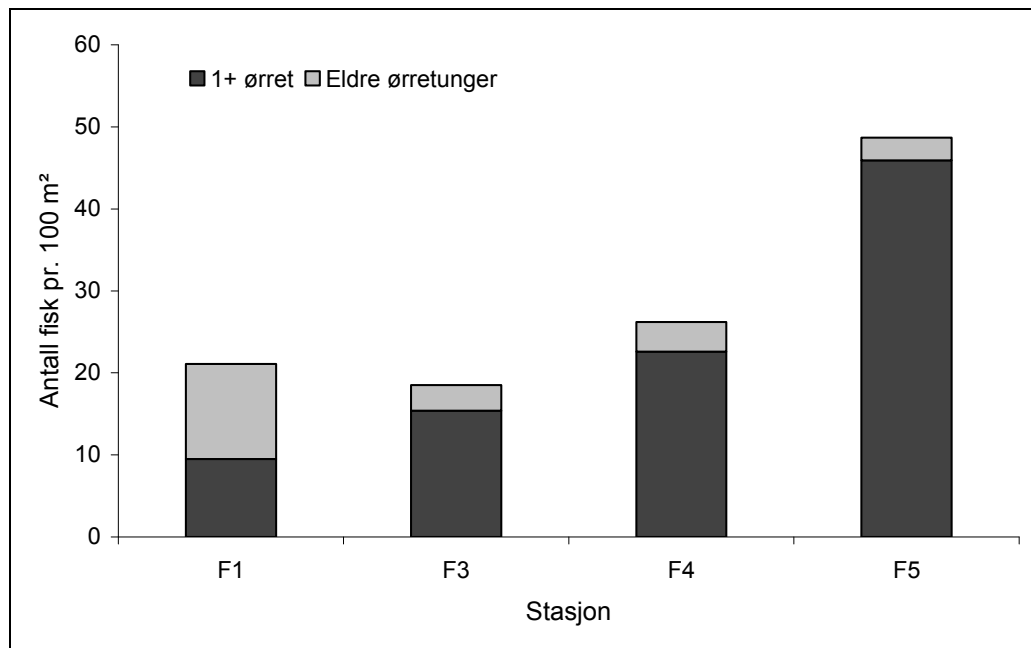
Sørkedalselva hadde en moderat høy vannfarge med et gjennomsnitt på 36 mg Pt/l (**tabell 4**). Dette skyldes vesentlig humussyrer hovedsakelig fra naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedslagsfeltet. Elva har i perioder nokså høy turbiditet med verdier større enn 1,5 FTU i 20 % av tilfellene. Dette er et uttrykk for den grad av uklarhet eller grumsethet som skyldes suspenderte partikler. I lavlandsområder med marin leire kan elver bli blakket av leirpartikler. Dette er i noen grad knyttet til vannføringen. Høyeste verdi ble målt i oktober 2001 med 4,7 FTU. Det er tidligere målt turbiditet opp til 8,0 FTU i februar 1984 (Oslo Vann og Avløp upublisert materiale).

Nitratinnholdet var moderat i Sørkedalselva med et gjennomsnitt på 238 $\mu\text{g/l}$ i 1996-2007 og maksimum på 353 $\mu\text{g/l}$ målt i mars 1997 (**tabell 4**). I 1983 og 1984 var nitratinnholdet henholdsvis 381 og 302 $\mu\text{g/l}$ i gjennomsnitt, og maksimumsverdiene var henholdsvis 700 og 620 $\mu\text{g/l}$ (Oslo Vann og Avløp upublisert materiale). Vannkvaliteten ble etter dette klassifisert som mindre god for totalt nitrogeninnhold i henhold til miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Andersen m.fl. 1997). Det er en tendens til at nitratinnholdet har avtatt fra begynnelsen av 1980-tallet til i dag (**figur 12**). Det var likevel bare tre målinger (16 %) som var lavere enn 150 $\mu\text{g/l}$ i 1996-2007.



Figur 12. Utviklingen av mengde nitrat (NO_3 , μl) i Sørkedalselva ved Zinober eller OFA-anlegget i perioden 1983-2007. Data fra 1983-1984: Oslo Vann og Avløp (upublisert materiale).

Årsgjennomsnittet for totalt fosfor varierte mellom 7 og 20 $\mu\text{g/l}$ i 1983-1984 og 1990-1991 (Oslo Vann og Avløp upublisert materiale, Wold 1991; 1992), men det har vært en nedgang i perioden (**figur 13**). I 2000-2007 var konsentrasjonen av totalt fosfor 2-9 $\mu\text{g/l}$ med et gjennomsnitt på 4 $\mu\text{g/l}$ (**tabell 4**). Dette plasserer vassdraget i tilstandsklasse II ("god"). Konsentrasjonen var lavere enn 5 $\mu\text{g/l}$ i to tredeler av tilfellene i 2001-2007. Sørkedalselva er imidlertid mesotrof, og har fortsatt et høyt produksjonspotensiale for bunndyr og fisk.



Figur 14. Tetthet av ettårige ørretunger (1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$) i Sørkedalselva i slutten av mai 2007. Tettheten er angitt som antall ørret pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon (F1, F3-F5).

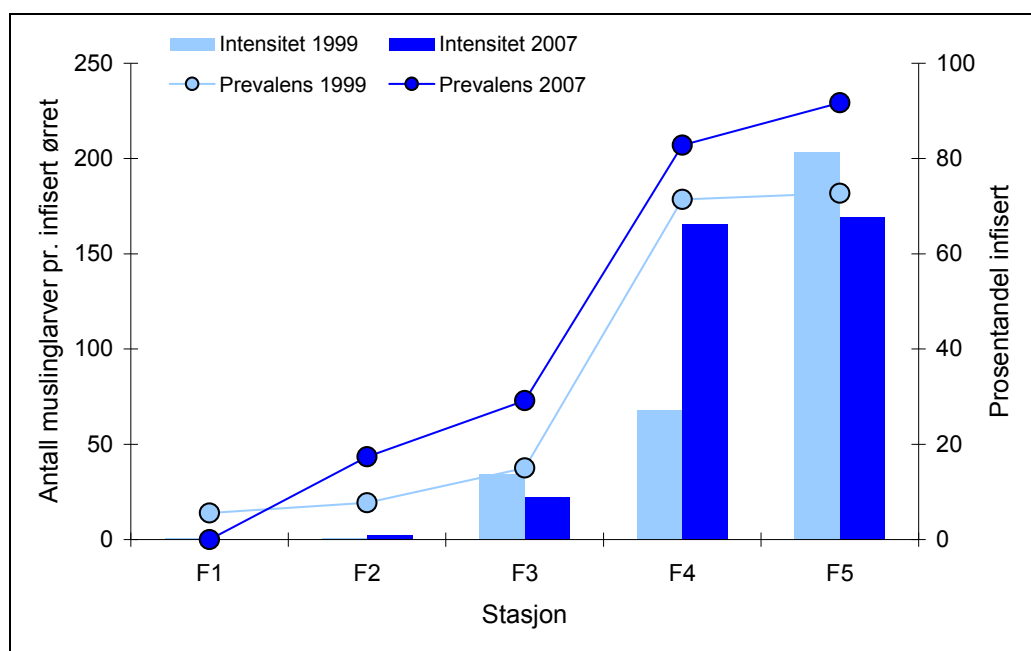
Muslinglarver på gjellene

Det var få eller ingen muslinglarver på gjellene til ørret i den øvre delen av Sørkedalselva i mai 2007 (**figur 15**). Ved Brenna (stasjon F1) ble det bare funnet én muslinglarve på en toårig ørret (**tabell 5**). Ved Hadeland (stasjon F2) var bare fire av 23 ettårige ørretunger infisert med sju larver som det høyeste antall. Graden av infeksjon økte ved Solberg (stasjon F3), og på de to nederste stasjonene var prevalens hos ettårige ørret mellom 83 og 92 % (**figur 15**).

Normalt vil ørret som har båret et større antall muslinglarver på gjellene i sitt første leveår, opparbeide en immunitet mot senere infeksjon. Ørretunger som ikke blir infisert vil imidlertid være mottakelig for muslinglarver senere i livet. I Sørkedalselva var 29 % av de toårig ørretungene infisert (**tabell 5**). Tre- og fireårige ørretunger ble ikke undersøkt denne gang, men enkelte individer av disse årsklassene er også påvist med muslinglarver ved andre undersøkelser i vassdraget (Sandaas & Enerud 1998, B.M. Larsen upublisert materiale).

Antall muslinglarver som kan feste seg til en fiskegjelle er avhengig av størrelsen på gjellene. Det er derfor naturlig at stor fisk kan være vert for et større antall muslinglarver enn en liten fisk. Gjennomsnittlig antall muslinglarver på infiserte ett- og toårig ørret var henholdsvis 143 og 279 individ på gjellebuene på fiskens venstre side (**tabell 5**). Det høyeste antall muslinglarver på en enkelt fisk var henholdsvis 470 og 860 individ for de to årsklassene. Fiskenes totale infeksjon var imidlertid det dobbelte (henholdsvis 940 og 1720 muslinglarver) da antall larver er om lag det samme på begge sider av fisken (B.M. Larsen upublisert materiale).

I 1999 var det én ettårig ørretunge med muslinglarver på stasjon 1, men ingen i 2007. På de øvrige stasjonene var det gjennomgående flere ørret som var infisert i 2007 enn det var i 1999. Dette gir seg uttrykk i en høyere prevalens (**figur 15**). Det var flest muslinglarver i gjennomsnitt på de to nederste stasjonene i Sørkedalselva (stasjon F4 og F5) i begge årene. Størst forskjell mellom årene var det ved Bakk (stasjon F4) der antall muslinglarver var nesten tre ganger høyere i 2007 sammenlignet med 1999.



Figur 15. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) til ettårige ørretunger (1+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Sørkedalselva i mai 2007 sammenlignet med infeksjonen i juni 1999.

Tabell 5. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret (bare på fiskens venstre side) i Sørkedalselva i mai 2007 (stasjon F1-F5). Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

År	Dato	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
2007	24.05.	1+	F1 Brenna	18	0	0	0	0
	24.05.	1+	F2 Hadeland	23	17,4	0,4 ± 1,5	2,5 ± 3,1	7
	24.05.	1+	F3 Solberg	24	29,2	6,5 ± 28,3	22,4 ± 51,4	139
	24.05.	1+	F4 Bakk	29	82,8	137,1 ± 129,1	165,7 ± 123,8	470
	24.05.	1+	F5 OFA	36	91,7	154,9 ± 121,4	169,0 ± 116,9	444
	24.05.	1+	F1-F5	130	52,3	74,8 ± 114,2	143,0 ± 123,4	470
2007	24.05.	2+	F1 Brenna	10	10,0	0,1 ± 0,3	1,0	1
	24.05.	2+	F2 Hadeland	3	0	0	0	0
	24.05.	2+	F3 Solberg	2	100,0	225,0 ± 210,7	225,0 ± 210,7	374
	24.05.	2+	F4 Bakk	3	66,7	393,3 ± 434,7	590,0 ± 381,8	860
	24.05.	2+	F5 OFA	3	33,3	15,0 ± 26,0	45,0	45
	24.05.	2+	F1-F5	21	28,6	79,8 ± 206,9	279,3 ± 323,0	860

3.4.3 Elvemusling

Utbredelse

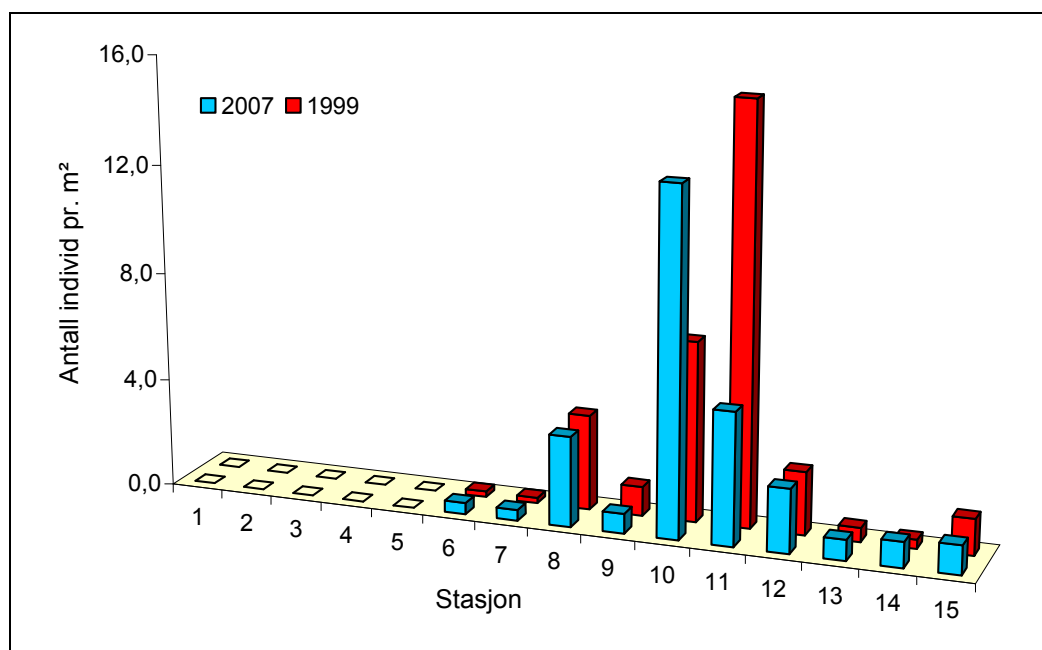
Det ble ikke funnet levende muslinger eller skall på de fire øverste stasjonene i Sørkedalselva mellom Brenna og Pinsli. Dette tilsvarer 1,9 km elvestrekning uten muslinger. På stasjon 5 ble det heller ikke funnet mer enn to individ, men mellom Hadeland og Bogstadvatnet ble det funnet elvemusling langs hele elvestrengen i moderate til høye tettheter.

Det er imidlertid funnet muslinglarver på ørret ved Brenna både i 1999 og 2007. Dette kan bety at det faktisk står noen elvemuslinger i området som ikke er blitt oppdaget. Alternativt kan ørretungene ha vandret opp fra Ringerike-Solberg-Hadeland etter at de ble infisert den foregående høsten.

Det vi med sikkerhet vet er at elvemuslingen er utbredt på hele strekningen mellom Hadeland og Bogstadvatnet. Dette er en strekning på ca 4,7 km og tilsvarer den samme strekningen som ved kartleggingene på 1990-tallet (Sandaas & Enerud 1998) og i 1999 (Larsen m.fl. 2001).

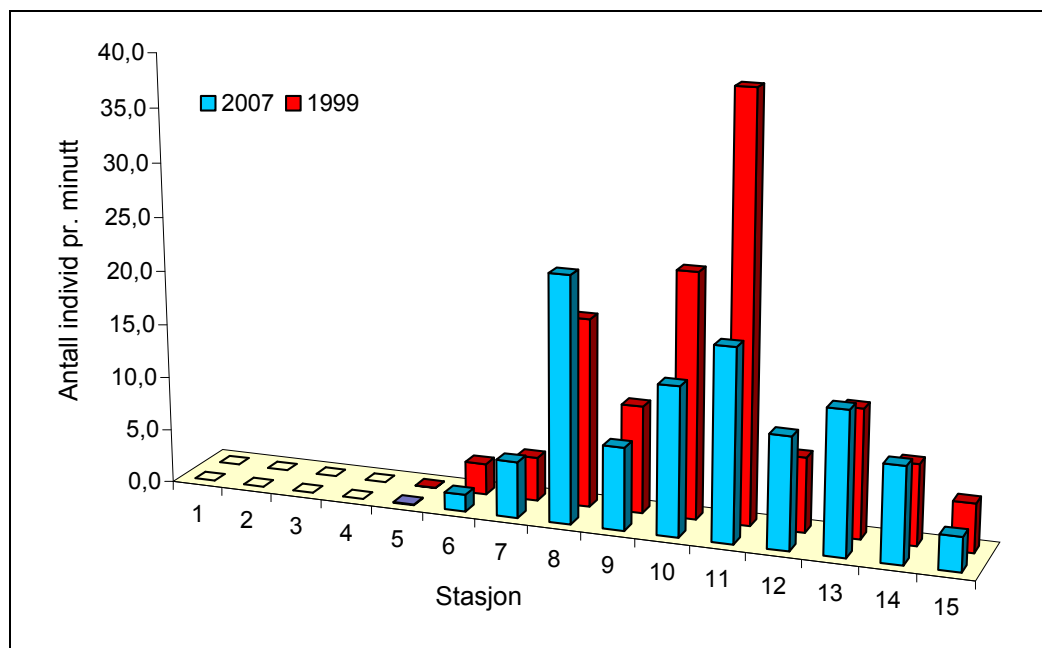
Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på 15 stasjoner mellom Brenna og Bogstadvatnet var 1,84 individ pr. m² i 2007. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 12,7 individ pr. m² på de ulike stasjonene (**figur 16, vedlegg 2**). Det ble funnet muslinger i 10 av de 15 transektene som ble undersøkt både i 1999 og 2007. Størst tetthet var det på strekningen mellom Solberg og OFA-anlegget (stasjon 8-12). Tidsbegrensede tellinger ("fritelling") på de samme stasjonene bekreftet den lave tettheten i øvre del av Sørkedalselva, men påviste elvemusling på en stasjon i tillegg både i 1999 og 2007 (**figur 17**). Antall elvemusling varierte mellom 0 og 22,7 individ pr. minutt søketid med et gjennomsnitt på 7,0 individ pr. minutt i 2007 (**vedlegg 2**).



Figur 16. Tetthet av levende elvemusling i Sørkedalselva basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²) i 1999 og 2007.

Tettheten av muslinger varierte betydelig også innenfor transektene. Utbredelsen og tettheten var begrenset i grunne partier, og i enkelte år kan det forekomme overdødelighet på grunn av islegging og innfrysing av elvemusling i deler av elva. Vinterdødelighet inntraff for eksempel i 1995/1996 og 1996/1997 da hundrevis av tomme skall ble funnet i grunne partier av elva (Sandaas & Enerud 1998). Ved Solberg (stasjon 8) ble det i 2007 funnet 40 tomme skall som satt i naturlig posisjon i substratet. Disse hadde sannsynligvis frosset i hjel i løpet av vinteren 2006/2007. De største tetthetene ble derfor ofte observert i djupålen av elva og i kulper.



Figur 17. Relativ tetthet av levende elvemusling i Sørkedalselva basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 1999 og 2007.

Tettheten av elvemusling var relativt lik på mange av stasjonene i 1999 og 2007. Store endringer var det imidlertid i transektene på stasjonene 10 (Ringerike) og 11 (Bakk) (**figur 16**). Det var en betydelig økning i antall individ på stasjon 10, men en enda større reduksjon i antall på stasjon 11. På fritellingene i tilknytning til transektene var det en betydelig reduksjon i antall på begge stasjonene. Da det var disse to stasjonene som hadde de høyeste tetthetene i 1999, resulterte det i en lavere gjennomsnittlig tetthet av muslinger i Sørkedalselva i 2007 sammenlignet med 1999.

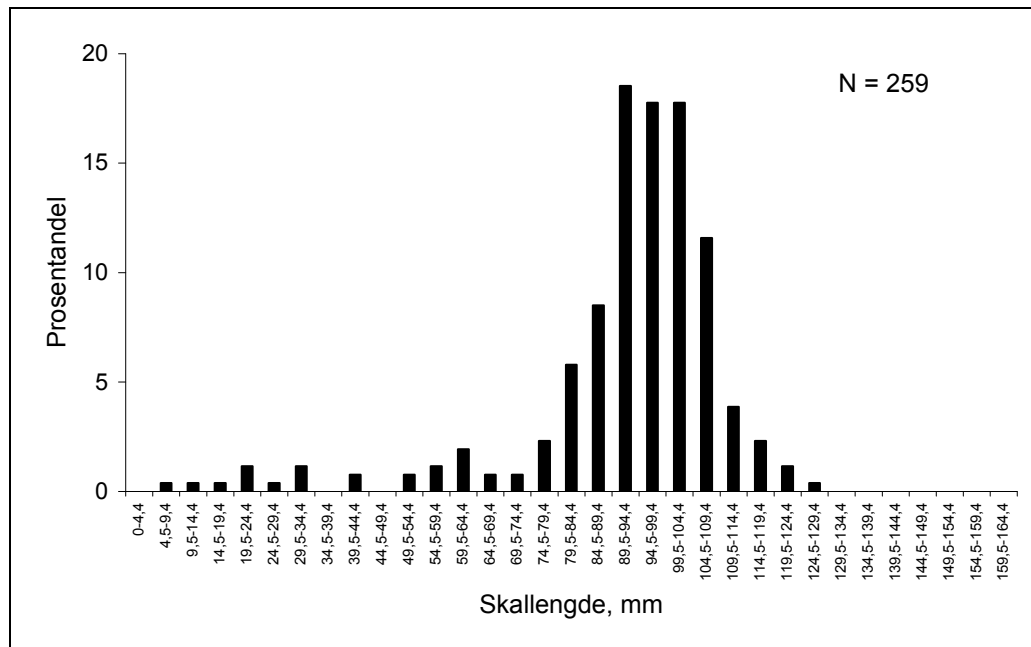
Populasjonsstørrelse

Arealet av Sørkedalselva fra Brenna til Bogstadvatnet er tidligere beregnet til 103.150 m² (Larsen m.fl. 2001). Med en gjennomsnittlig tetthet på 1,84 muslinger pr. m² på strekningen, gir dette en total bestand på nær 190.000 elvemusling i Sørkedalselva. Dette estimatet gir en reduksjon i antall muslinger på om lag 12 % fra 1999 til 2007. Tidligere estimater fra 1990 (150.000 individ; A. Wollan upublisert materiale) og 1996 (50.000 – 100.000 individ; Sandaas & Enerud 1998) er ikke direkte sammenlignbare med senere undersøkelser i Sørkedalselva. Forskjellen skyldes i hovedsak et mer omfattende stasjonsnett, og en mer nøyaktig metode ved undersøkelsene i 1999 og 2007.

Generelt er alle estimat som baserer seg på telling av synlige individ for lavt. Enkelte elvemusling vil til en hver tid være helt eller nær fullstendig nedgravd i substratet (Sandaas & Enerud 1998, Larsen m.fl. 2007). I en undersøkelse fra Sverige fant Bergengren (2000) i gjennomsnitt at om lag 80 % av individene ble oppdaget ved direkte observasjon, men andelen vil avta når det er et stort antall unge individ (Young m.fl. 2001). For muslinger som er 30-50 mm lange vil bare 25-50 % av individene være synlige (B.M. Larsen upublisert materiale). For 80-100 mm lange muslinger derimot vil 85-90 % av individene være synlige. I Sørkedalselva ble så mye som 89 % av muslingene oppdaget ved direkte observasjon i juni 2007. Til sammenligning fant Sandaas (2008) at 9 % av muslingene var nedgravd i september 2007. Alle muslinger mindre enn 30 mm ble funnet nedgravd i substratet i 2007, men det var generelt få små muslinger. Tar vi hensyn til de nedgravde muslingene i beregningen av populasjonsstørrelsen vil antall muslinger øke til nær 211.000 individ.

Lengdefordeling

Lengden av levende elvemusling varierte fra 8 til 127 mm i Sørkedalselva i juni 2007. Minste musling som ble observert uten å grave i substratet var 33 mm. Hovedvekten av muslinger var 90-110 mm (**figur 18**), og gjennomsnittslengden var 92 mm (N = 259; SD = 19).



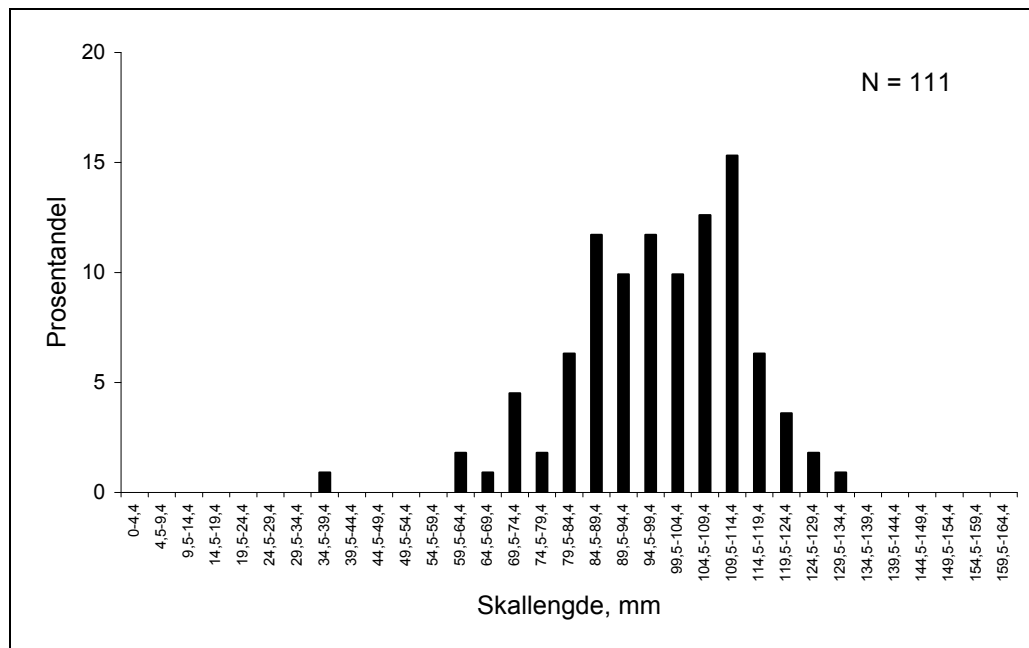
Figur 18. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Sørkedalselva i juni 2007.

Tomme skall som ble funnet i Sørkedalselva varierte i lengde mellom 37 og 131 mm (**figur 19**) med et gjennomsnitt på 99 mm (N = 111; SD = 16). Det var en høy andel tomme skall i lengdegruppene 85-115 mm, og dødeligheten kan ikke skyldes høy alder alene. Dødelighet på grunn av innfrysing i løpet av vinteren rammer alle størrelsesgrupper, og mange muslinger som ble funnet i 2007 var døde på grunn av innfrysing vinteren 2006/2007. Skall fra små muslinger (<50 mm) kan være vanskeligere å finne, men observeres også fra tid til annen.

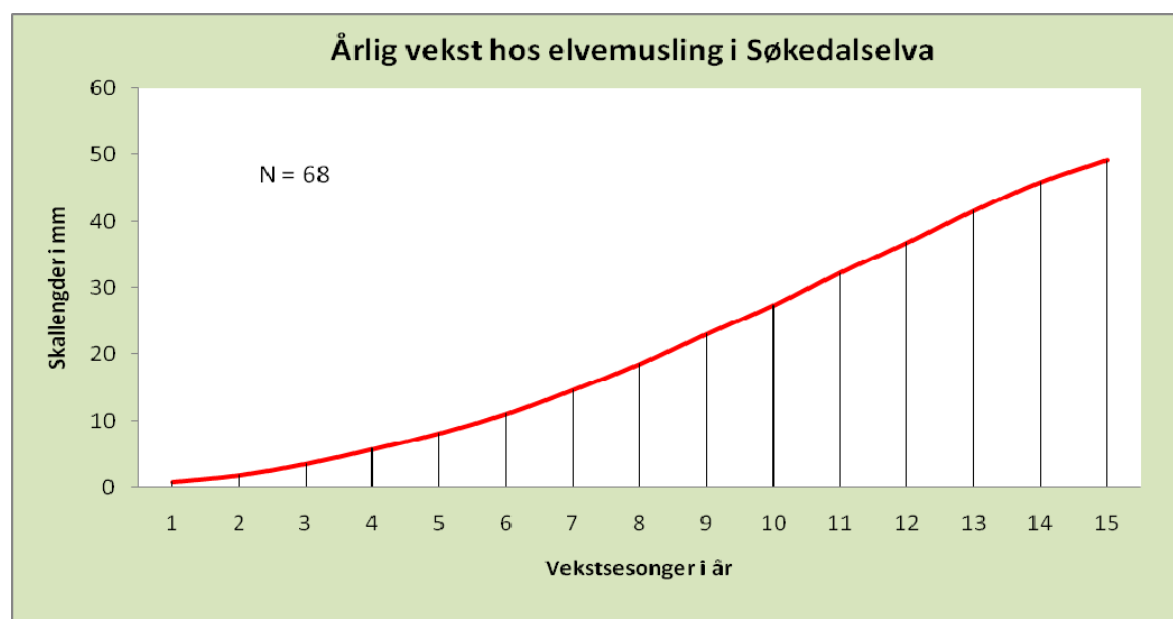
Største levende musling som ble funnet ved tilfeldig innsamling var 129 mm i 2007, og maksimumslengden i Sørkedalselva ser ut til å ligge nær 13 cm. Tolv muslinger (4,6 %) var mindre enn 50 mm i lengdefordelingen, og tre (1,2 %) av disse var mindre enn 20 mm. I 1999 ble det bare funnet tre muslinger mindre enn 50 mm, og ingen som var mindre enn 20 mm (Larsen m.fl. 2001). Denne forskjellen kommer i hovedsak av at det ikke ble gravd i substratet i 1999. Sandaas & Enerud (1998) fant ved gjentatte undersøkelser i vassdraget, som også inkluderte graving i substratet, flere muslinger mindre enn 20 mm. Den minste var bare 11 mm og ble funnet ved Solberg. I 2007 ble det under tellingene på de ulike stasjonene tilfeldig plukket opp 45 muslinger som var mindre enn 50 mm lange. De fleste ble funnet på stasjonene 9 og 10 mellom Solberg og Ringerike som peker seg ut som det viktigste oppvekstområdet for elvemusling i Sørkedalselva.

Alderssammensetning, reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Sørkedalselva i denne undersøkelsen. Minste musling funnet av Sandaas & Enerud (1998) var 11 mm, og alderen ble vurdert til fem år. Vekstkurven for elvemusling fra Sørkedalselva viser at muslinger på 20 mm er 8-9 år gamle mens en 50 mm lang musling er om lag 15 år (**figur 20**, Sandaas 2008). Den årlige tilveksten var 3-5 mm fra muslingen var fem til den var femten år. Videre avtar veksten raskt etter hvert som muslingene når opp i kjønnsmoden alder.



Figur 19. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Sørkedalselva i juni 2007.

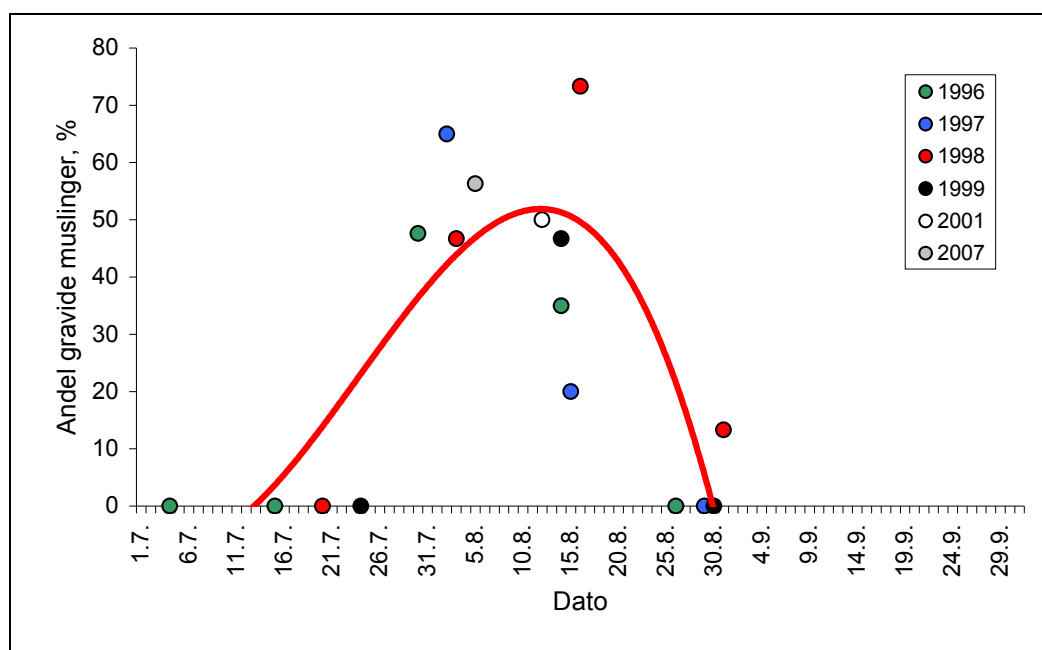


Figur 20. Vekstkurve for årlig lengdevekst hos elvemusling i Sørkedalselva basert på 68 skall lengdemålt i perioden 1995-1999 (Sandaas & Enerud 1998; upubliserte data 1995-1999). Fra Sandaas (2008).

Selv om det er en overvekt av eldre muslinger i Sørkedalselva, reproduserer de voksne individene normalt. Det ble undersøkt for mulig graviditet i 2007, og i begynnelsen av august var graviditetsfrekvensen 56 %. Tidligere er det undersøkt for mulig graviditet i 1996-1999 og 2001, og graviditetsfrekvensen er ofte 50-70 % i løpet av august (tabell 6, figur 21). I enkelte utvalg har den maksimale graviditetsfrekvensen vært så høy som 86 %. Det er funnet gravide muslinger fra månedsskiftet juli/august (30. juli) til slutten av august (31. august) i Sørkedalselva.

Tabell 6. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Sørkedalselva i 1996-1999, 2001 og 2007. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

År	Dato	Stasjon	L (\pm SD), mm	N	Graviditet %
1996	15.7.	OFA	93,6 \pm 9,2	20	0
	30.7.	OFA	98,7 \pm 8,5	21	47,6
	14.8.	OFA	99,3 \pm 9,4	20	35,0
	26.8.	OFA/BAKK	94,1 \pm 12,8	34	0
1997	2.8.	BAKK	82,6 \pm 11,0	20	65,0
	15.8.	BAKK	86,0 \pm 16,1	20	20,0
	29.8.	OFA	97,1 \pm 8,4	16	0
1998	20.7.	OFA	101,0 \pm 8,3	15	0
	3.8.	OFA	96,5 \pm 8,9	15	46,7
	16.8.	OFA	92,3 \pm 8,1	15	73,3
	31.8.	OFA	97,8 \pm 6,6	15	13,3
1999	24.7.	OFA	102,4 \pm 10,1	15	0
	2.8.	OFA	96,2 \pm 8,3	15	86,7
	14.8.	OFA	99,6 \pm 5,6	15	46,7
	30.8.	OFA	96,4 \pm 8,8	15	0
2001	12.8.	OFA	99,8 \pm 7,1	10	50,0
2007	4.8.	OFA	99,9 \pm 8,3	16	56,3



Figur 21. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Sørkedalselva i 1996-1999, 2001 og 2007. Den heltrukne linjen er den statistisk beste kurvetilpasningen som beskriver det gjennomsnittlige forløpet av graviditeten hos elvemusling i Sørkedalselva basert på enkeltobservasjonene.

Referansemateriale

Det ble samlet inn et referansemateriale på ti elvemusling fra Sørkedalselva 4. august 2007 slik det er foreslått i opplegget for overvåkingsundersøkelsene (Larsen m.fl. 2000). Materialet er frosset og lagret for senere bearbeiding og framtidig analysering.

3.5 Oppsummering

Det finnes opplysninger om elvemusling fra 22 lokaliteter i Oslo/Akershus, men noen av disse kan gjelde andemusling og noen lokaliteter er usikre (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999). Det finnes undersøkelser fra flere av vassdragene, men det finnes levende muslinger bare i et fåtall av lokalitetene i dag (bl.a. Sandaas & Enerud 1999). Muslingforekomsten i Sørkedalselva har vært kjent i lang tid, men det er sparsomt med opplysninger om tidligere utbredelse og forekomst. Elvemuslingens utbredelse begrenser seg i dag til den ca 4,7 km lange elvestrekningen mellom Hadeland og Bogstadvatnet. Utbredelsen har vært stabil i hvert fall siden 1990 (A. Wollan upublisert materiale). I tillegg finnes det fortsatt en liten bestand av elvemusling i Lysakerelva (Enerud 2007). Elvemuslingen har imidlertid hatt en langt større utbredelse i Sørkedalselva tidligere (T. Bakk og G. Ringerike pers. medd. i Sandaas & Enerud 1998). Selv om det foreligger sparsomt med historiske opplysninger, har mange faktorer uavhengig av hverandre stedvis og over tid begrenset muslingens leveområde og oppvekstmuligheter i elva (Sandaas & Enerud 1998).

Med en gjennomsnittlig tetthet på 1,84 muslinger pr. m², er det estimert en total bestand på nær 190.000 individer i Sørkedalselva. Tar vi hensyn til at det også finnes om lag 21.000 muslinger som lever nedgravd i substratet gir dette et korrigert estimat på nær 211.000 individer. Dette var likevel en reduksjon på 12 % i antall muslinger i Sørkedalselva fra 1999 til 2007. Tettheten av elvemusling var riktignok lik på de fleste stasjonene i de to årene. Størst endringer var det på stasjonene ved Ringerike og Bakk. Det var en betydelig økning i antall individ på stasjon 10, men en enda større reduksjon i antall på stasjon 11. På fritellingene var det en betydelig reduksjon i antall på begge stasjonene. Da det var disse to stasjonene som hadde de høyeste tetthetene i 1999, resulterte det i en lavere gjennomsnittlig tetthet av muslinger i Sørkedalselva i 2007 sammenlignet med 1999. Dette kan skyldes ekstreme vannføringer og høy flom som kan gi stor skade og høy dødelighet i bestander av elvemusling (Hastie m.fl. 2001). Samtidig kan det endre fordelingen av muslinger innad i vassdraget.

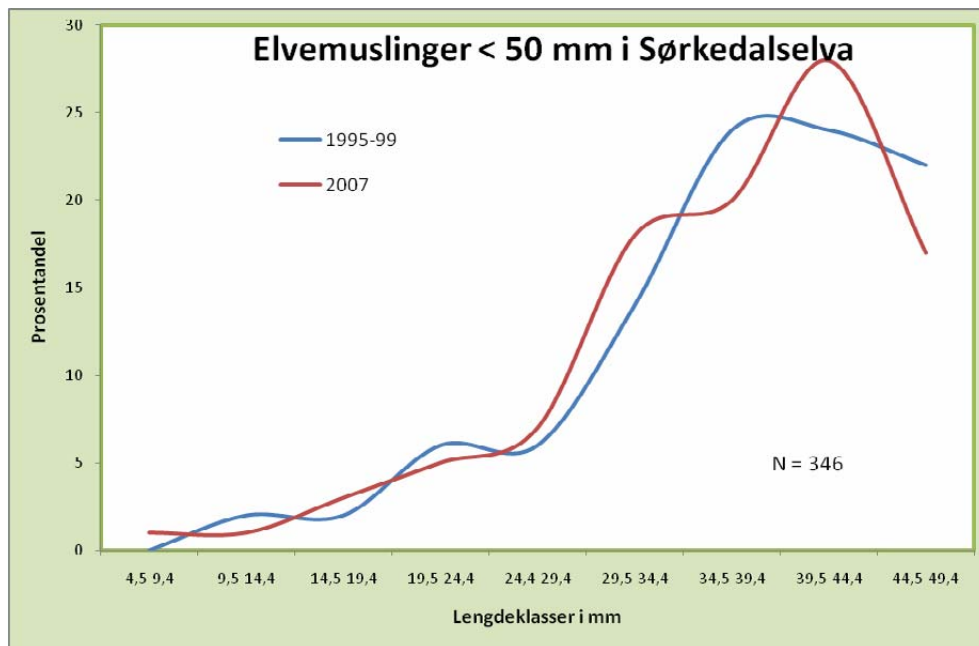
Tolv muslinger (4,6 %) var mindre enn 50 mm i lengdefordelingen fra 2007, og tre (1,2 %) av disse var mindre enn 20 mm. I 2007 ble det under tellingene på de ulike stasjonene tilfeldig plukket opp 45 muslinger som var mindre enn 50 mm lange. De fleste ble funnet på stasjonene 9 og 10 mellom Solberg og Ringerike som peker seg ut som det viktigste oppvekstområdet for elvemusling i Sørkedalselva.

Lengdefordelingen for elvemusling i Sørkedalselva er positiv med hensyn til at det er funnet små muslinger i alle størrelsesgrupper. Men når mindre enn fem prosent av individene var mindre enn 50 mm betyr det at rekrutteringen blir for liten til å opprettholde bestanden på lang sikt. Rekrutteringen har allerede vært lav i mange år. Sandaas (2008) sammenlignet rekrutteringen i 1995-1999 med 2007 og fant at andelen muslinger i lengdegruppene mindre enn 50 mm var sammenfallende i de to periodene (**figur 22**). Kurvene følger hverandre systematisk over hele spekteret av lengdeklasser. En nærliggende tolkning er at rekrutteringen er tilnærmet lik i begge perioder.

Bestanden i Sørkedalselva ble karakterisert som levedyktig (klasse II: høy verneverdi) i 1999, og oppnådde 14 av 36 poeng i en verdivurdering (**tabell 7** og nærmere beskrevet i **vedlegg 4**). Når det ble tatt hensyn til at det var funnet muslinger ned til 11 mm ved andre undersøkelser i vassdraget økte poengsummen til 17. Sørkedalselva ble vurdert å være i faresonen med en økende andel av eldre individ. Andelen små muslinger var for liten til å opprettholde bestanden, og det ble påpekt at tiltak måtte settes i verk for å sikre populasjonen mens den enda var så stor som den var. Utbredelsen hadde gått tilbake, og muslingene var forsvunnet fra den øvre delen av Sørkedalselva.

Bestanden karakteriseres fortsatt som levedyktig i 2007, og oppnådde 17 av 36 poeng (**tabell 7** og **vedlegg 4**). Dette var en bekreftelse og styrking av statusen fra 1999. Det viser at elvemuslingen fortsatt opprettholder en liten, men årlig rekruttering i Sørkedalselva. Det generelle

inntrykket i 2007 var da også at de unge muslingene ble funnet i en større del av utbredelsesområdet enn tidligere.



Figur 22. Elvemuslinger mindre enn 50 mm fra Sørkedalselva fra periodene 1995-99 (N=259) og juni/september 2007 (N=87) vist som prosentvis fordeling i lengdeklasser. Fra Sandaas (2008).

Tabell 7. Oppsummering av data fra Sørkedalselva i 1999 og 2007. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i vedlegg 4.

Vassdrag	År	Utbredelse, km	Tetthet, ind/m ²	Populasjon, antall ♦	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
Sørkedalselva	1999	4,7	2,10	217 000	90 ± 10	41(11♣)	116(128♣)	0	1,1	14(17)	II
	2007	4,7	1,84	190 000	92 ± 19	8	127(131♣)	1,2	4,6	17	II

♦ ikke korrigeret for nedgravde individer

♣ levende muslinger eller tomme skall som er funnet utenom det tilfeldige utvalget til lengdefordelingen

Hvilke faktorer kan tenkes å virke inn på rekrutteringen og overlevelsen til elvemusling i Sørkedalselva? Hvilke tiltak kan være aktuelle for å opprettholde og styrke bestanden?

Vassdragsregulering: Reguleringer fører mer enn 40 % av nedslagsfeltet bort fra vassdraget (Hole 1988). Elvene i Oslo marka er gjennomregulerte, og Sørkedalselva ble regulert annerledes før med høyere sommervannføring og mindre flommer. Det er ikke konsesjonskrav om å slippe minstevannføring til Heggelielva. Bærum kommune vurderer imidlertid å innføre en ordning med å slippe en minstevannføring fra Søndre Heggelivann til Heggelielva. Oslo kommune

opprettholder i dag en selvpålagt helårig minstevannføring ut fra Langlia. Minstevannføringen er i utgangspunktet 0,3 m³/s, men med mulighet for å gå ned til 0,1 m³/s i spesielt tørre perioder. Nå er det på tale å utvide bruken av Langlivannet som reservevannkilde for Oslo, og det øker behovet for å sikre en minstevannføring til vassdraget. Reguleringene fører i tørre perioder til meget liten vannføring i elva, noe som øker konsentrasjonen av forurensninger, algeproduksjon og vanntemperatur vesentlig. Dette kan ha stor betydning for elvemuslingen spesielt i varme somre. Eksempelvis var Sørkedalselva nesten tørrlagt i årene 1975, 1976 og 1977. Sommervannføringen kan derfor være en minimumsfaktor, men dødelighet av muslinger om vinteren tyder også på at vintervannføringen kan være kritisk.

Vannuttak: Tryvann Vinterpark har i dag et vannuttak i Sørkedalselva ved Bakk for snøproduksjon. Tryvann Vinterpark kan ta ut maksimalt 0,08 m³/s, og Oslo kommune, Vann- og Avløpsetaten, har forpliktet seg til å opprettholde minstevannføringskravet i elva selv når det tas ut vann for snøproduksjon. I 2007 ble det sendt søknad om en ny konsesjon for overføring av vann fra Sørkedalselva til to mindre tjern for snøproduksjon ved Holmenkollen Nasjonalanlegg og Tryvann Vinterpark (Oslo kommune og Tryvann Skisenter AS 2007). Dette vil øke uttaket fra Sørkedalselva ytterligere. Det er viktig at økt vannuttak kompenseres med økt vannslipp høyere opp i vassdraget. Redusert vannføring om vinteren vil være kritisk og vi vet at eksisterende vannføring allerede er kritisk for muslingene i enkelte år. Larsen m.fl. (2001) nevner høy vinterdødelighet i andre halvdel av 1990-tallet på grunn av innfrysing, og observasjoner i 2007 tydet også på at innfrysing hadde skjedd vinteren 2006/2007.

Flere gårder har hevd på vannuttak i Sørkedalen, men det benyttes lite da det er god tilgang på vann fra andre kilder og ingen driver vanningsbasert jordbruk.

Tømmerfløting: Vassdraget var tidligere sterkt regulert i forbindelse med tømmerfløting. Vassdraget oppstrøms muslingforekomstene er rensket utallige ganger. De mest alvorlige inngrepene skjedde i perioden fra 1940-tallet og fram mot 1960. Det ble benyttet bulldosere og gravemaskiner for å renske elvebunnen og bygge voller. Substratet i elva var mer variert tidligere med sterkere innslag av blokk, stein og grovere grus. Sand og finere sedimenter ble mer vanlig ettersom elveløpet jevnlig ble rensket. Tømmerfløting foregikk i vassdraget helt opp til 1963. Tilbakeføring av stein og grovere grus for å gjenskape det opprinnelige elveløpet vil i tillegg til å gi gode oppvekstområder for muslinger også være et bidrag til å øke fiskeproduksjonen i vassdraget.

Plukking av muslinger: Episoder med perlefiske er kjent fra Ringerike i årene 1970-1975 og fra Bakk så sent som i 1982-1983, men perlefiske anses ikke som noen trussel mot muslingbestanden i dag. Det kan være viktig å informere de som ferdes og bor langs vassdraget at det eksisterer et fangstforbud som gjør at det er ulovlig å plukke elvemusling. Mange vet at det finnes muslinger i elva, men få vet kanskje hvilken betydning de har og hvilken skade man kan gjøre ved å drepe muslingene på jakt etter eventuelle perler.

Mangel på vertsfisk: Ørret er vertsfisk for muslinglarvene i Sørkedalselva. En god ørretbestand er derfor en forutsetning for å opprettholde en god muslingbestand. Det var 22 ettårige og 5 toårige eller eldre ørretunger i gjennomsnitt pr. 100 m² i mai 2007. Det ble funnet muslinglarver på mer enn halvparten av de ettårige ørretungene. Flest muslinglarver var det på fisken i nedre del av Sørkedalselva der tettheten av muslinger også var størst. Ziuganov m.fl. (1994) har angitt at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når glochidiene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes. I en svensk undersøkelse av 111 muslingbestander i Västernorrlands län (Söderberg m.fl. 2008) ble det funnet at muslingbestander med god status hadde mer enn 5 ørretyngel pr. 100 m² (5-25 individ). Mangel på vertsfisk er derfor neppe begrensende for rekrutteringen hos elvemusling i Sørkedalselva.

Vannkvalitet (forurensning, erosjon og partikkeltransport): Lokalt i Sørkedalen kan utslipp fra den spredte bebyggelsen være merkbar. Dette gjelder spesielt kloakk og tilsig fra gjødsel. Det

er også en del landbruksavrenning med fosfor og nitrogen. I tillegg kommer jordpartikler som renner ut ved nedbør på pløyd mark og gir høy turbiditet i elva. I Sørkedalselva har det også vært mange andre episoder med høy turbiditet og tilslamming på grunn av uttak av elvegrus, flomforbygningsarbeider og hyppig ridning i elveløpet. Jordbruksarealene i dalen har i lang tid vært en viktig deponiplass for overskuddsmasser fra store anleggsarbeider. Graden og betydningen av denne avrenningen og sedimenttransporten har det vært vanskelig å konkretisere.

Det er positive endringer med hensyn til tilførselen av næringsstoff til Sørkedalselva fra begynnelsen av 1980-tallet og fram til i dag. Denne tendensen er tydelig også i Lysakerelva (Wold & Roberg 2007). Fra årlige gjennomsnittsverdier av nitrat på 300-400 µg/l og maksimumsverdier opp til 700 µg/l i 1983 og 1984 lå gjennomsnittet nærmere 200 µg/l i de siste årene. Tendensen var den samme for innholdet av total fosfor, og gjennomsnittet var ca 4 µg/l i de siste årene. Når medianverdien for nitrat og totalfosfor er lavere enn henholdsvis 125 og 5 µg/l beskrives det som god vannkvalitet, og unge muslinger har gode oppvekstforhold (Moorkens m.fl. 2007). Nitratverdiene er etter dette fortsatt litt for høye, men reduksjonen av næringstilførsel over tid kan være en viktig faktor for at det kanskje er en svak økning i reproduksjonen hos elvemusling.

I en svensk undersøkelse av 111 muslingbestander i Västernorrlands län (Söderberg m.fl. 2008) ble det funnet at muslingbestander med god status kunne skilles fra svake bestander ved følgende grenseverdier: fargetall under vårfloppen <80 mg Pt/l, konsentrasjon av totalfosfor <15 µg/l (gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca 5 µg/l) samt turbiditet <1 (0,5-1,0 FNU). Sørkedalselva har i perioder nokså høy turbiditet med verdier større enn 1,5 FTU i 20 % av tilfellene som er målt i de siste årene. Gjennomsnittsverdien for 1996-2007 var 1,23 FTU (SD = 1,06; N = 20). Det er derfor nødvendig å få styrket tiltakene mot erosjon slik at tilførselen av finpartikulært materiale avtar.

Osломarka er utsatt for svak forsurening i øvre deler av nedbørfeltet på grunn av langtransporterte luftforurensninger. Enkelte små innsjøer kalkes, og forsureningen har generelt avtatt i takt med internasjonale avtaler om reduksjon i utslipp til luft slik at situasjonen i Sørkedalselva er tilfredsstillende.

Ridningen i elva foregår alt vesentlig på strekningen ovenfor Pinsli. I tillegg til den stadige omrøringen av bunnsubstratet vil det oppstå mekanisk skade på eventuelle muslinger i vassdraget. Når skallet til en musling brister vil muslingen normalt dø da den ikke lenger er i stand til å lukke skallet på normal måte. Det er ikke observert levende musling på strekningen ovenfor Pinsli, men substratet kan være egnet, og utgjør et potensiale for en naturlig økning av utbredelsen av elvemusling i vassdraget.

Naturmiljøet i Sørkedalen er under stadig press, og den bynære beliggenheten betyr en utfordring i arbeidet med å opprettholde gode leveforhold for elvemusling og fisk i vassdraget. 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. I et slikt perspektiv må elvemuslingen i Sørkedalselva fortsatt overvåkes for å identifisere problemene knyttet til rekrutteringen. Nødvendige tiltak bør settes i verk for å øke rekrutteringen slik at bestanden kan øke ytterligere i vassdraget. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Sørkedalselva vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.

4 Borråselva i Gråelvavassdraget, Nord-Trøndelag (vassdragsnr. 124.2Z)

Bjørn Mejdell Larsen, Hans Mack Berger¹ & Kristian Julien²

¹Berger FeltBio, Flygata 6, 7500 Stjørdal

²Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, 7734 Steinkjer

4.1 Innledning

Forekomsten av elvemusling i Borråselva i Gråelvavassdraget ble første gang beskrevet i forbindelse med en kartlegging av utbredelsen til elvemusling i Nord-Trøndelag i 1995 (Fylkesmannen i Nord-Trøndelag upublisert materiale), men arten har vært kjent i vassdraget i lang tid (L. Myhr pers. medd.). Det er gjennomført undersøkelser av elvemuslingens biologi og livssyklus samt forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i vassdraget i perioden fra 1996 til 1999 (B.M. Larsen upublisert materiale). Disse arbeidene lå til grunn for overvåkingsundersøkelsene som ble gjennomført i 1999 (Larsen & Hårsaker 2001). Overvåkingen av muslinger begrenset seg til Borråselva mellom Ausetvatn og Almovatn-Buvatn; en ca 7,8 km lang elvestrekning. Det var fortsatt en stor og levedyktig bestand i vassdraget, og antall muslinger ble anslått å være noe over 400.000 individ. Bestanden kunne ikke uten videre karakteriseres som livskraftig, og status var noe usikker. Andelen individ mindre enn 50 mm var for lav (10 %), men det positive var likevel at det ble funnet muslinger mindre enn 20 mm.

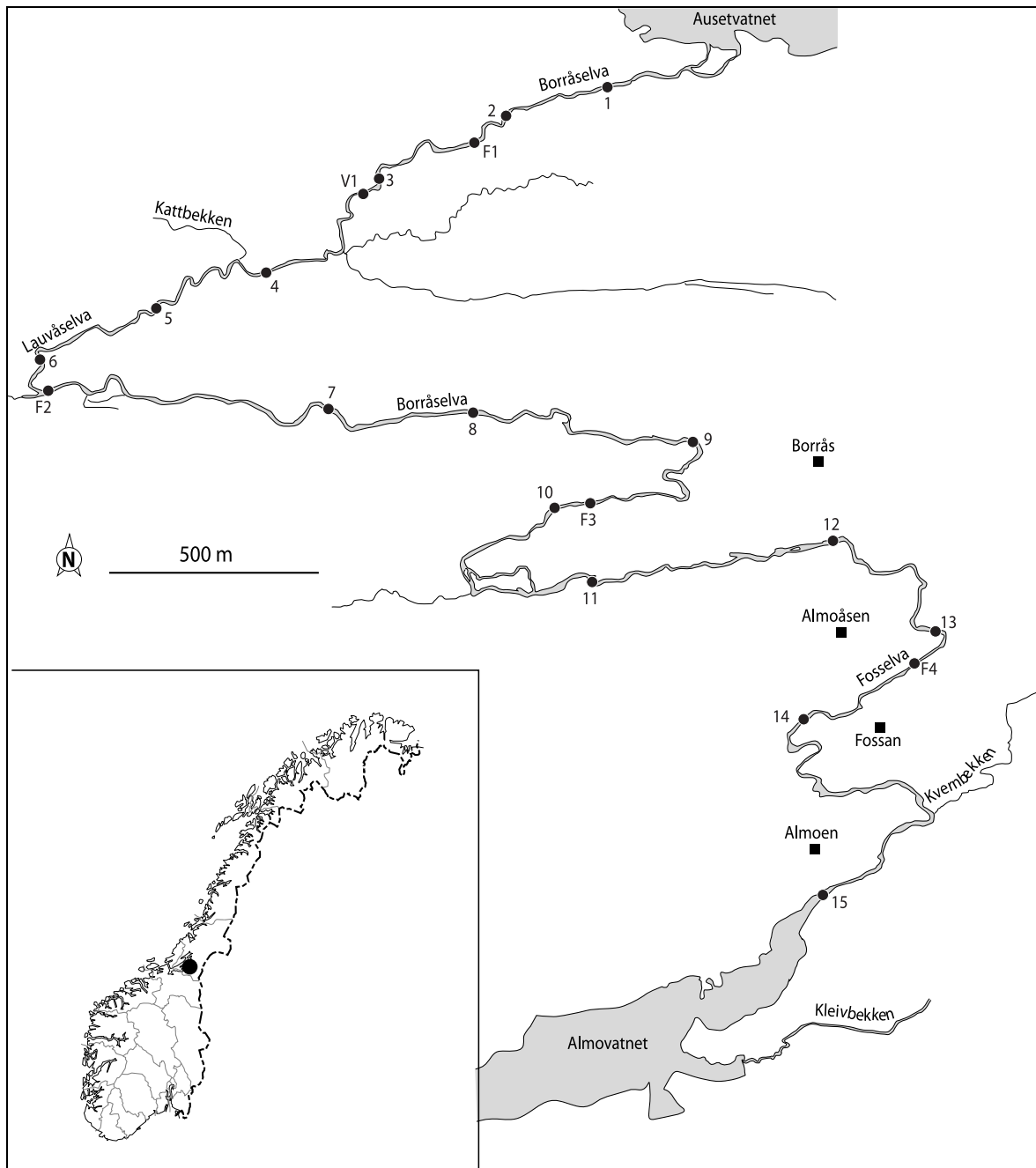
Borråselva inngår nå i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge (Larsen m.fl. 2000; 2007), og overvåkingen ble fulgt opp med en ny vurdering av bestanden i 2006. I tillegg ble det gjennomført kurs i feltmetodikk i Borråselva i juni 2006 og 2007 (som oppfølging av Handlingsplanen for elvemusling; Direktoratet for naturforvaltning 2006). Innsamlede data fra øvre del av vassdraget ga en utfyllende beskrivelse av rekrutteringen til elvemusling i vassdraget, og resultatene er inkludert i denne rapporten.

4.2 Område

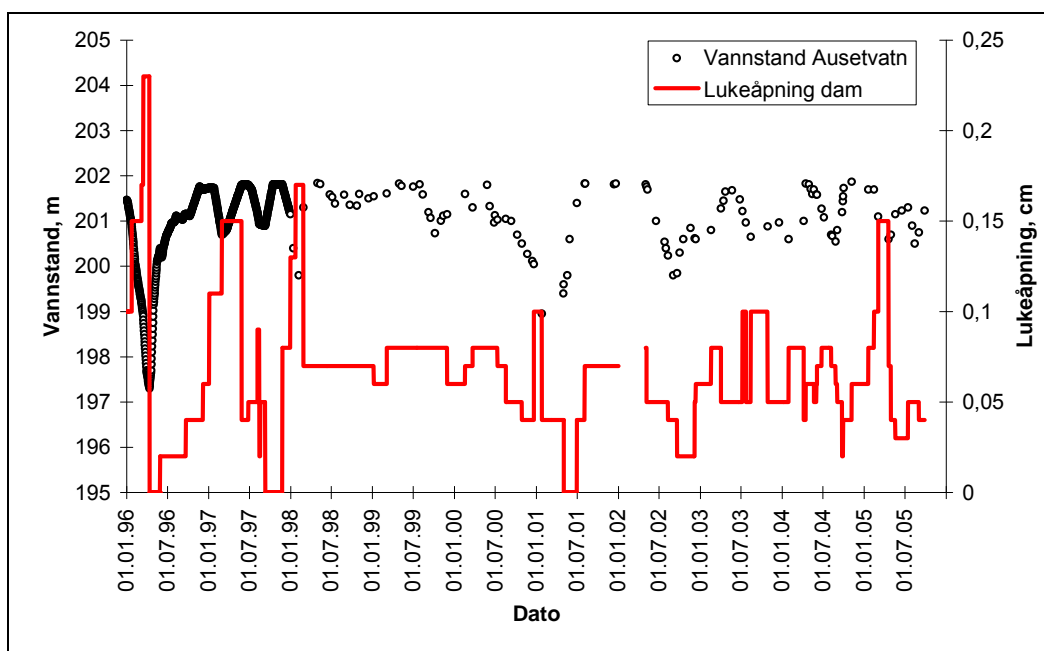
Gråelvassdraget ligger i Stjørdal kommune i Nord-Trøndelag fylke. Vassdraget består av tre større delfelt: Mæleselva, Stokkbekken og Vollelva som til sammen utgjør et 93 km² stort nedbørsfelt. En beskrivelse av vassdraget er tidligere gitt av Larsen & Hårsaker (2001) og Berger m.fl. (2004), og det henvises til disse for utfyllende detaljer.

Mæleselva drenerer et 47 km² stort nedbørfelt med flere store innsjøer: Liavatn (101 m o.h.), Almovatn-Buvatn (140 m o.h.), Ausetvatn (200 m o.h.) og Geitvatnet (284 m o.h.). Borråselva er den delen av vassdraget som ligger mellom Ausetvatn og Almovatn-Buvatn (**figur 24**).

Ausetvatn er demt opp og regulert i forbindelse med vannkraftutbygging. Vannføringen i Borråselva styres ved å øke eller minke lukeåpningen i dammen (jf. **figur 25**). I tillegg kan det i flomperioder være overvann på dammen som øker vannføringen ytterligere. I enkelte år kan vannføringen variere betydelig ved nedtapping av Ausetvatn med påfølgende stenging av lukeåpningen i dammen (se 1996 i **figur 25**). Det er sjelden lukeåpningen er stengt, men det har kommet ved tre lengre perioder i årene 1996-2005; 11. april – 28. mai 1996, 9. september – 23. november 1997 og 2. mai – 28. juni 2001.



Figur 24. Borråselva i Gråelvavassdraget med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusing (1-15), ungfisk (F1-F4) og vannkjemi (V1) i 2006-2007.



Figur 25. Relativ vannføring i Borråselva vist ved vannstanden i Ausetvatn og lukeåpning i dammen på utløpet av Ausetvatn i tiårs-perioden 1996-2005 . Data fra NVE.



Borråselva er stilleflytende i øvre del og omgitt av blandingskog som domineres av gran, bjørk og orekratt. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

4.3 Metode

Feltarbeidet i Borråselva i Gråelvavassdraget ble gjennomført 16. mai og 29. mai - 1. juni 2006 samt 15. august 2007 og 12. august 2008 på lav til moderat vannføring. Det ble avholdt kurs i kartlegging av elvemusling i Borråselva 7.-8. juni 2006 og 7.-8. juni 2007 (som oppfølging av Handlingsplanen for elvemusling; Direktoratet for naturforvaltning 2006), og data samlet inn i forbindelse med kursene er inkludert i overvåkingen.

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver fra en stasjon i Borråselva (stasjon V1, **figur 24**) i mai og november 2006 og april, juni og august 2007. I tillegg er det inkludert resultatet av fem vannprøver som ikke tidligere er rapportert fra 2001-2005. Prøvene ble samlet på 250 eller 500 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA (t.o.m. 2005) eller laboratoriet til Analysesenteret i Trondheim (f.o.m. 2006).

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på fire stasjoner i Borråselva i mai 2006 (stasjon F1-F4, **figur 24**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin m.fl. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin m.fl. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom ettårige (1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

I mai 2006 ble det samlet inn fisk fra fire stasjoner i Borråselva for å undersøke infeksjonen av muslinglarver på gjellene til ørret. Det ble tatt vare på til sammen 63 ettårige og 29 toårige ørret. Disse ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt. All fisk ble senere undersøkt under mikroskop. Antall glochidier ble normalt bare talt opp på gjellene på fiskens venstre side. Ble det ikke funnet muslinglarver på gjellene på fiskens venstre side ble imidlertid gjellene på høyre side også undersøkt. Resultatene er presentert ved bruk av termene prevalens (prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt), abundans (gjennomsnittlig antall parasitter på all fisk undersøkt, dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk) og infeksjonsintensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i henhold til Margolis m.fl. (1982).

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individ (Larsen & Hartvigsen 1999). De samme 15 stasjonene som ble valgt ut ved overvåkingen i 1999/2000 ble undersøkt på nytt i månedsskiftet mai/juni 2006 (**figur 24**). Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene, og tellinger ble foretatt i transekter/arealer i vassdraget som var mellom 36 og 76 m² store. Transektene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger (jf. Larsen m.fl. 2000).

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling på tre av stasjonene (stasjon 2, 8 og 13). Alle synlige individ innenfor et nærmere definert areal ble plukket opp, steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å avdekke eventuelle nedgravde muslinger. Det ble gjennomført henholdsvis 2,5, 6,8 og 9,3 m² på stasjon 2, 8 og 13 på denne måten, og det ble samlet inn 305 elvemusling til sammen for lengdemåling. Antall muslinger nedgravd i substratet ble notert. Alle levende elvemuslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter før de ble satt tilbake i substratet.

I tillegg ble tomme (og hele) muslingskall plukket opp og lengdemålt på vanlig måte til nærmeste 0,1 mm. Skallene ble samlet inn fra hele vassdraget (stasjon 1-15, N = 196).

I august 2007 og 2008 ble muslinger undersøkt med hensyn til graviditet (forekomst av muslinglarver i gjellene). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig, og inspisere gjellene i felt før muslingen ble satt tilbake i substratet.

4.4 Resultater

4.4.1 Vannkvalitet

Borråselva har en relativt stabil vannkvalitet, og ingen forsuringsproblemer. pH-verdier målt i øvre del av vassdraget (stasjon V1) i 1996-2007 har variert mellom 7,1 og 7,7 med en gjennomsnittsverdi på 7,3 (**tabell 8**). Dette gjenspeiler seg også i høy alkalitet og høy konsentrasjon av kalsium som har gjennomsnittsverdier på henholdsvis 368 $\mu\text{ekv/l}$ og 7,86 mg/l i 1996-2007.

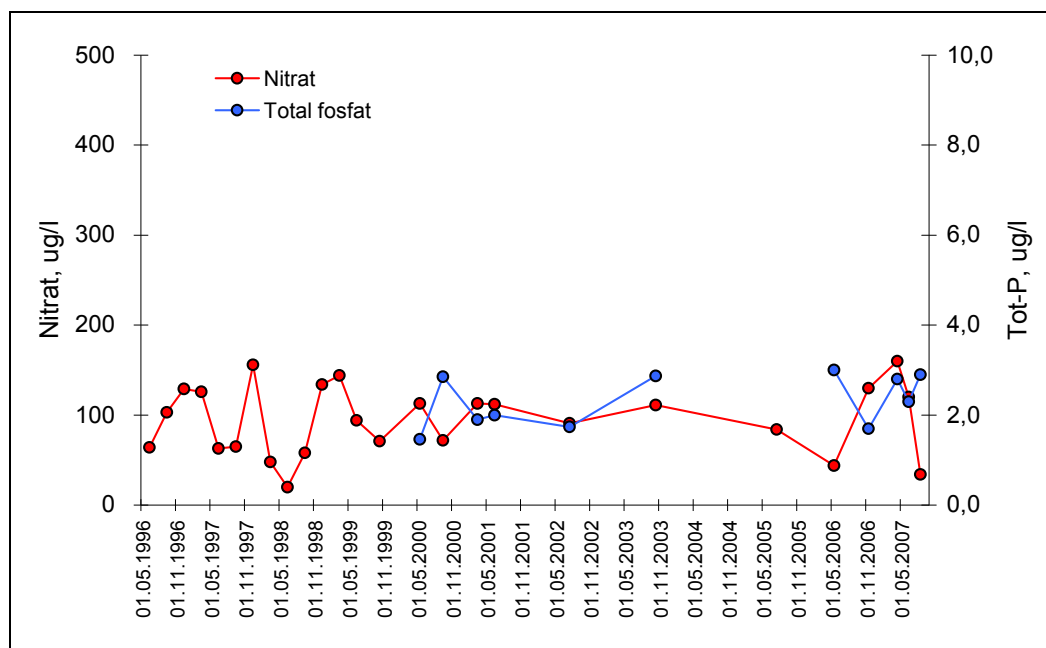
Tabell 8. Vannkvaliteten i Borråselva i 1996-2007 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, $\mu\text{S/cm}$), pH, alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv/l}$), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klorid (Cl, mg/l), nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$), total fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, $\mu\text{g/l}$) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, $\mu\text{g/l}$).

Dato	FTU Turb	mg Pt/l Farge	$\mu\text{S/cm}$ Kond	pH	$\mu\text{ekv/l}$ Alk	mg/l Ca	mg/l Na	mg/l Cl	$\mu\text{g/l}$ NO_3	$\mu\text{g/l}$ Tot-P	$\mu\text{g/l}$ Tr-Al	$\mu\text{g/l}$ Um-Al
20.06.96	0,76	38	65,3	7,34	386	8,62	3,21	5,44	64	-	35	7
03.09.96	0,65	26	62,3	7,22	347	7,79	3,10	5,36	103	-	23	8
10.12.96	0,40	34	66,0	7,13	387	8,27	3,39	5,94	129	-	33	9
07.03.97	2,00	36	64,7	7,15	359	7,66	3,59	6,82	126	-	44	4
17.06.97	0,55	50	47,2	7,13	274	5,45	2,86	4,90	63	-	50	1
16.09.97	1,90	62	73,2	7,19	506	10,26	3,39	5,87	65	-	53	3
12.12.97	0,35	31	66,4	7,23	383	7,97	3,36	5,64	156	-	37	6
28.03.98	0,91	40	57,5	7,14	307	6,70	3,45	6,39	48	-	70	1
15.06.98	1,60	58	51,2	7,18	329	6,63	2,91	4,48	20	-	61	1
15.09.98	0,53	41	59,4	7,40	372	7,61	3,10	5,09	58	-	36	2
14.12.98	0,39	43	55,1	7,13	334	7,28	3,06	4,95	134	-	54	7
21.03.99	0,45	43	57,3	7,12	361	7,48	3,18	5,12	144	-	56	3
15.06.99	0,73	33	55,7	7,39	349	7,23	2,87	4,62	94	-	52	6
05.10.99	0,47	38	59,3	7,48	388	7,94	2,96	4,67	71	-	35	4
20.05.00	1,14	-	56,1	7,35	332	6,74	2,94	5,29	113	1,5	21	5
13.09.00	1,80	45	61,4	7,40	401	8,21	3,14	5,51	72	2,9	34	3
23.03.01	0,25	4	39,4	7,33	417	8,83	3,65	5,73	113	1,9	34	1
25.06.01	0,42	24	59,3	7,43	355	7,61	3,19	4,92	112	2,0	31	3
30.07.02	0,82	21	65,3	7,43	418	8,42	3,35	5,59	91	1,7	27	2
31.10.03	0,91	65	56,6	7,07	297	6,23	3,09	5,68	111	2,9	71	0
02.07.05	0,58	42	61,8	7,46	379	8,07	3,33	5,15	84	-	48	4
16.05.06	0,96	43	66,0	7,38	389	8,52	3,09	4,51	44	3,0	39	2
02.11.06	0,70	58	74,0	7,28	413	8,72	3,29	5,47	130	1,7	53	4
19.04.07	0,10	39	72,0	7,34	307	9,01	4,51	8,34	160	2,8	50	4
06.06.07	0,30	28	69,0	7,69	368	7,92	3,34	5,68	120	2,3	34	2
15.08.07	0,68	34	71,0	7,35	405	9,25	3,46	5,30	34	2,9	31	2
Gj.snitt	0,78	39	61,2	7,30	368	7,86	3,26	5,48	95	2,3	43	4
SD	0,52	13	8,1	0,15	48	1,02	0,33	0,80	38	0,6	13	2
Min	0,10	4	39,4	7,07	274	5,45	2,86	4,48	20	1,5	21	0
Maks	2,00	65	74,0	7,69	506	10,26	4,51	8,34	160	3,0	71	9

Borråselva hadde en moderat høy vannfarge med et gjennomsnitt på 39 mg Pt/l (**tabell 8**). Elva har i perioder moderat høy turbiditet med enkelte verdier som er større enn 1,5 FTU. Høyeste verdi som er målt var 2,0 FTU i mars 1997. Dette henger sammen med tapping av vann fra Ausetvatn. Høy turbiditet har andre ganger direkte sammenheng med store nedbørmengder, som samtidig gir forhøyede verdier av natrium og klorid.

Nitratinnholdet var lavt i Borråselva med et gjennomsnitt på 95 $\mu\text{g/l}$ i 1996-2007 og maksimum på 160 $\mu\text{g/l}$ målt i april 2007 (**tabell 8, figur 26**). Det er bare analysert for totalt fosfor fra og med 2000, men konsentrasjonen av totalt fosfor har hele tiden vært stabilt lav (1,5-3,0 $\mu\text{g/l}$; **ta-**

bell 8, figur 26). Vannkvaliteten klassifiseres etter dette som "meget god" med hensyn til innhold av næringssalter i henhold til miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Andersen m.fl. 1997). De målte verdiene ligger nær det en ville forvente var den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen av fosfor og nitrogen i avrenning fra utmarksområder i Trøndelag.



Figur 26. Vannkvaliteten i Borråselva i 1996-2007 uttrykt ved mengde nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$) og totalt innhold av fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$).

4.4.2 Fisk

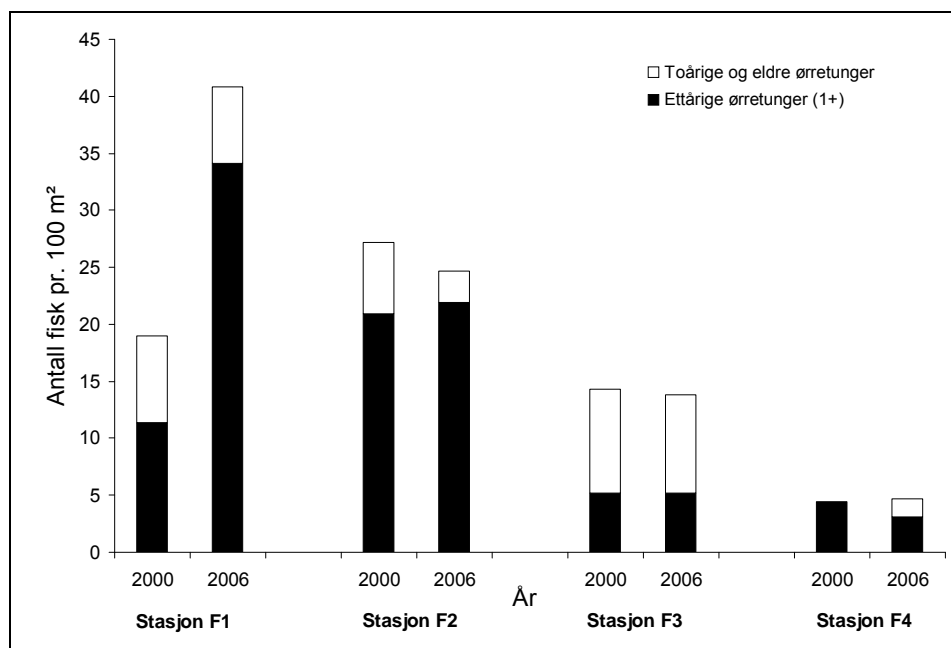
Ungfisktetthet og vekst

Det var lavest tetthet av ørret i nedre del av Borråselva. Høyest tetthet var det øverst i vassdraget (stasjon F1) med 34 ettårige ørretunger pr. 100 m² (**figur 27**). Dette var en vesentlig økning sammenlignet med 2000, men i resten av vassdraget var det samme antall ørret i begge årene (**figur 27**). Gjennomsnittlig tetthet av ettårige og toårige eller eldre ørretunger var henholdsvis 14 og 5 individ pr. 100 m² i 2006. Av andre arter ble det bare påvist trepigget stingsild på tre av stasjonene i vassdraget.

I midten av mai 2006 var de ettårige ørretungene i Borråselva mellom 46 og 82 mm lange med et gjennomsnitt på 64 mm (SD = 9; N = 94). Toårige ørretunger var i gjennomsnitt 107 mm (SD = 11; N = 29). Dette var om lag de samme gjennomsnittslengdene som ble funnet på høsten 1999 og våren 2000.

Muslinglarver på gjellene

Det var generelt veldig høy infeksjon på ørretungene i Borråselva (**tabell 9**). Det var en økende infeksjon på de ettårige ørretungene nedover i vassdraget (**figur 28**). I den øvre delen (stasjon F1) var to tredeler av individene infisert med 290 muslinglarver i gjennomsnitt på gjellene på fiskens venstre side. Nederst i Borråselva (stasjon F4) var alle de ettårige ørretungene infisert, og det satt i gjennomsnitt 709 muslinglarver på gjellene på fiskens venstre side. Det var bare mindre forskjeller i infeksjon på ørretungene i 2006 sammenlignet med 2000 (**figur 28**). Det høyeste antall muslinglarver på en enkelt fisk var 1316 individ i 2006. Fiskens totale infeksjon var imidlertid mer enn 2600 muslinglarver da antall larver er om lag det samme på begge sider av fisken (B.M. Larsen upublisert materiale).

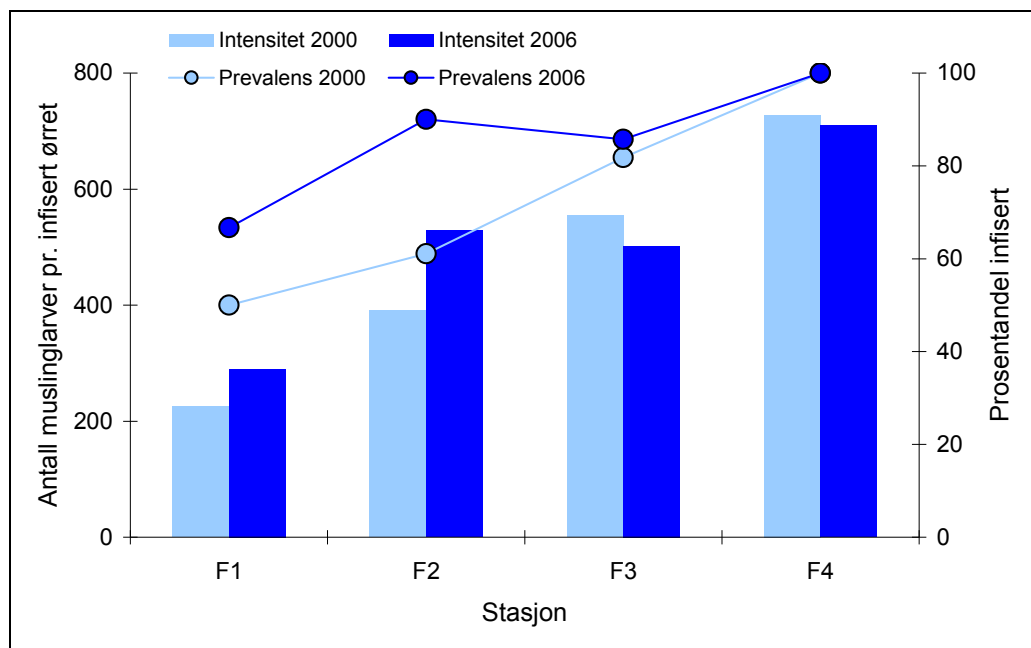


Figur 27. Tetthet av ettårige (1+) og toårige eller eldre (≥2+) ørretunger i Borråselva i 2000 og 2006. Fisket er gjennomført om våren, og tettheten er angitt pr. 100 m² for den enkelte stasjon.

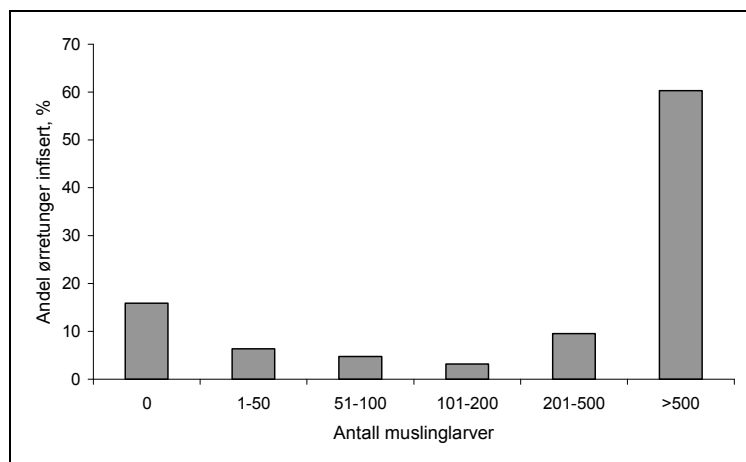
Tabell 9. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret (bare på fiskens venstre side) i Borråselva i mai 2006 (stasjon F1-F4). Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

År	Dato	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjnsnitt ± SD	Intensitet Gjnsnitt ± SD	Maks
2006	16.05.	1+	F1	18	66,7	193,5 ± 238,6	290,3 ± 239,4	787
	16.05.	1+	F2	20	90,0	476,3 ± 337,2	529,2 ± 312,2	1222
	16.05.	1+	F3	14	85,7	430,3 ± 497,4	502,0 ± 503,2	1316
	16.05.	1+	F4	11	100,0	709,3 ± 190,0	709,3 ± 190,0	1038
	16.05.	1+	F1-F4	63	84,1	426,0 ± 372,7	506,3 ± 352,4	1316
2006	16.05.	2+	F1	6	16,7	2,2 ± 5,3	13,0	13
	16.05.	2+	F2	3	33,3	1,3 ± 2,3	4,0	4
	16.05.	2+	F3	12	25,0	225,1 ± 561,6	900,3 ± 907,1	1815
	16.05.	2+	F4	8	12,5	2,0 ± 5,7	16,0	16
	16.05.	2+	F1-F4	29	20,7	94,3 ± 369,4	455,7 ± 752,6	1815

Så mye som 60 % av de ettårige ørretungene var infisert med mer enn 500 muslinglarver til sammen (**figur 29**). Enkelte ettårige ørretunger (16 %) var ikke infisert i mai 2006, og ytterligere noen få (6 %) var infisert med mindre enn 50 muslinglarver. Dette betyr at bare om lag en femdel av de ettårige ørretungene ikke er så kraftig infisert at de utvikler immunitet mot en infeksjon senere i livet. Det var derfor forventet at antall toårige ørretunger som hadde muslinglarver på gjellene ville være lavt. Det ble da også funnet at bare 21 % av dem var infisert i mai 2006. Flere av dem hadde i tillegg et lite antall larver slik at det bare var 456 muslinglarver i gjennomsnitt på de toårige ørretungene (**tabell 9**). Bare to av de infiserte toårige ørretungene hadde mer enn 500 muslinglarver på gjellene.



Figur 28. Forekomst av muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) til ettårige ørretunger (1+) presentert som prevalens (prosentandel fisk som var infisert) og intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i Borråselva i mai 2006 sammenlignet med in-feksjonen i mai 2000.



Figur 29. Fordeling av antall muslinglarver på gjellene (bare på fiskens venstre side) til ett-årige ørret i Borråselva i mai 2006. Merk at akse for antall muslinglarver ikke er lineær.

Tre- og fireårige ørretunger ble ikke undersøkt denne gang. Et fåtall treårige ørretunger, men ingen fireårige ørretunger, er påvist med muslinglarver ved andre undersøkelser i vassdraget (B.M. Larsen upublisert materiale).

4.4.3 Elvemusling

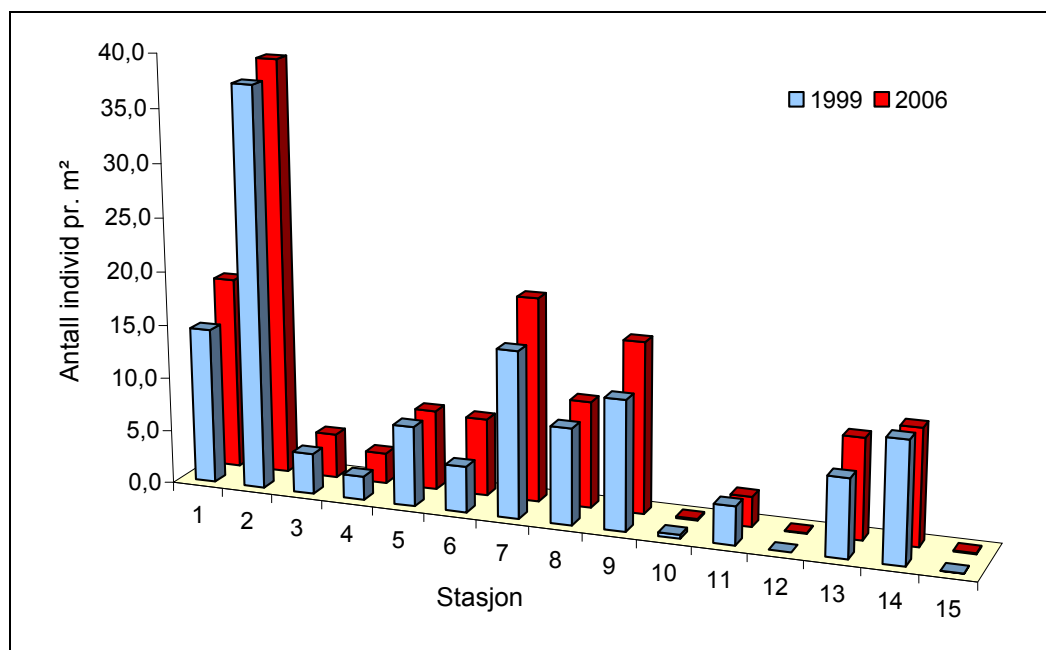
Utbredelse

Det ble funnet elvemusling langs hele Borråselva fra utløpet av Ausetvatn til innløpet av Almovatn-Buvatn. Dette tilsvarer en strekning på 7,8 km. Det ble funnet elvemusling på alle de undersøkte stasjonene. Det er kjent at det også finnes muslinger i Brekkelva mellom Almovatn-Buvatn og Liavatn (Dolmen & Kleiven 1997b, FeltBio 2007, egne observasjoner) og i Mæleselva nedenfor Liavatn (Dolmen & Kleiven 1997b, Moen m.fl. 2003). Utbredelsen i Gråelvvass-

draget er dermed splittet opp av de store innsjøene i nedslagsfeltet. Det er derfor atskilte bestander i Mæleselva, Brekkelva og Borråselva. Opplysninger om at det også skulle finnes elvemusling i Kaldåa (innløpselva til Ausetvatn) (Anonym pers. medd.) ble kontrollert ved en befarings i mai 2006 uten at det ble påvist skall av elvemusling eller levende muslinger.

Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på 15 stasjoner mellom Ausetvatn og Almovatn-Buvatn var 9,77 individ pr. m² i 2006. Antall elvemusling varierte mellom 0,06 og 38,9 individ pr. m² på de ulike stasjonene (**figur 30, vedlegg 3**). Det ble funnet muslinger på alle stasjonene, men det var betydelige variasjoner innad i vassdraget. Størst tetthet var det på den øverste strekningen (stasjon 1-9). Tidsbegrensede tellinger ("fritelling") på de samme stasjonene påviste også elvemusling på alle stasjonene, og bekreftet at tettheten var lavest i nedre del av Borråselva. Antall elvemusling varierte mellom 0,70 og 58,0 individ pr. minutt søketid (**figur 31**) med et gjennomsnitt på 22,9 individ pr. minutt (**vedlegg 3**).



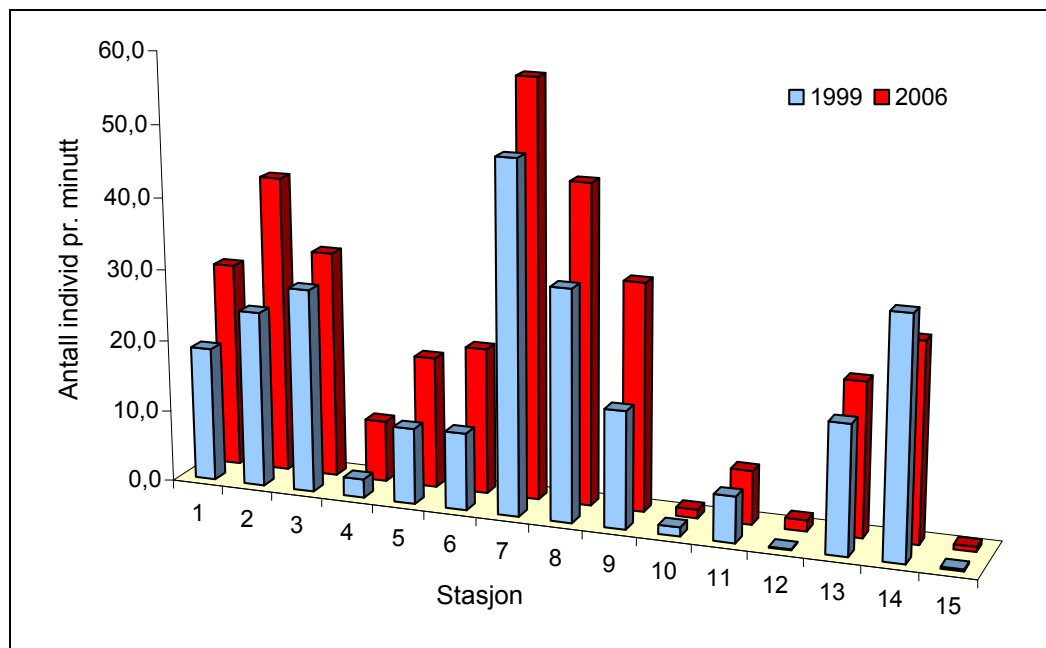
Figur 30. Tetthet av levende elvemusling i Borråselva basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²) i 1999 og 2006.

Det var gjennomgående noe høyere antall muslinger i hele Borråselva i 2006 sammenlignet med 1999. Det var lavere gjennomsnittlig tetthet i tre av transektene i nedre del, samme tetthet på en stasjon og høyere tetthet på 11 av de 15 stasjonene som ble undersøkt (**figur 30**). Resultatet fra fritellingene var enda klarere. Det var lavere relativ tetthet bare på to av stasjonene, og høyere tetthet på 13 av de 15 stasjonene som ble undersøkt (**figur 31**).

Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Borråselva fra Ausetvatn til Almovatn-Buvatn er beregnet til ca 46.740 m² (Larsen & Hårsaker 2001). Med en gjennomsnittlig tetthet på 9,77 muslinger pr. m² på strekningen, gir dette et estimat på nær 457.000 elvemusling i Borråselva. Dette estimatet er imidlertid for lavt da mange muslinger var helt eller nær fullstendig nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon. I tre ulike prøveflater som ble gravd ut i forbindelse med lengdemålingen av muslinger ble det funnet at mellom 4 og 27 % av alle muslinger var nedgravd. Gjennomsnittet var 17 %. I seks flater som ble gravd ut i forbindelse med kursvirksomheten i 2006 og 2007 var det gjennomsnittlige resultatet nær det samme (19 %). Legger vi dette til

grunn vil totalbestanden av elvemusling øke tilsvarende, og vi får et korrigert estimat på nær 535.000 elvemusling i Borråselva.



Figur 31. Relativ tetthet av levende elvemusling i Borråselva basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 1999 og 2006.

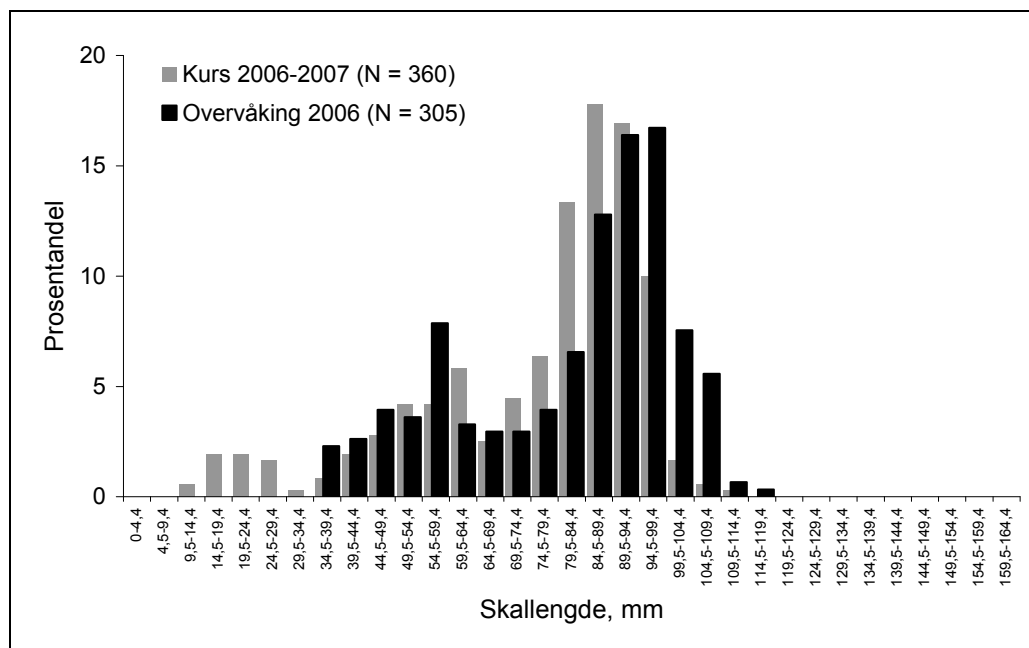
Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 35 til 117 mm hos levende elvemusling på overvåkingslokalitetene i Borråselva i 2006. Hovedvekten av muslingene var 85-100 mm (**figur 32**), og gjennomsnittslengden var 82 mm ($N = 305$; $SD = 19$). Dette ga et litt feil inntrykk av antall unge muslinger i Borråselva i 2006. Det ble funnet flere små muslinger i lengdegruppene 14-35 mm på kurslokalitetene i øvre del av elva (**figur 32**), og på fem av overvåkingslokalitetene ble det også notert muslinger mindre enn 35 mm ved direkte observasjon med vannkikkert. Det var 29 individ som var mindre enn 50 mm i lengdefordelingen på overvåkingslokalitetene. Dette utgjorde 9,5 % av individene, men ingen av disse var mindre enn 20 mm.

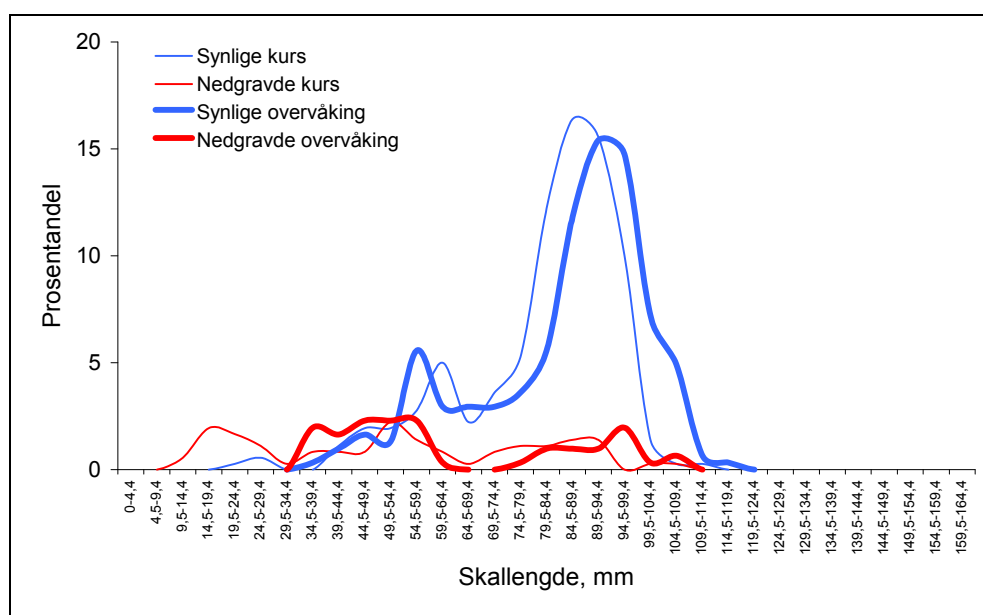
Skallengden varierte fra 14 til 110 mm hos levende elvemusling på kurslokalitetene i øvre del av Borråselva i 2006 og 2007. Hovedvekten av muslingene var 80-100 mm (**figur 32**), og gjennomsnittslengden var 76 mm ($N = 360$; $SD = 21$). Det var 45 individ som var mindre enn 50 mm i lengdefordelingen på kurslokalitetene. Dette utgjorde 12,5 % av individene, og av disse var ni individ (2,5 %) mindre enn 20 mm. Dette tegner et bilde av en bestand med relativt god rekruttering, og viser at små individ fortsatt vokser opp i vassdraget.

Det var svært få individ mindre enn 40 mm som var synlige ved direkte observasjon, og ingen individ som var mindre enn 20 mm ble funnet uten å grave i substratet (**figur 33**). En liten andel individer i de fleste størrelsesgrupper opp til 110 mm ble funnet nedgravd.

Tomme skall som ble funnet i Borråselva varierte i lengde mellom 18 og 111 mm (**figur 34**) med et gjennomsnitt på 86 mm ($N = 196$; $SD = 16$). Hovedvekten av de tomme skallene var bare ubetydelig større enn de levende muslingene. Dødeligheten var gjennomgående lav i hele elva. Foruten dødelighet på grunn av høy alder, kan liten vannføring i tørre somrer være et problem ved at muslinger tørrelegges. På grunn av reguleringen blir det sjelden eller aldri is på elva i den øvre delen, og vi har ikke notert innfrysing som noe problem.



Figur 32. Lengdefordeling av levende elvemusling fra overvåkingslokalitetene i Borråselva i mai/juni 2006 sammenlignet med lengdefordeling av levende elvemusling på kurslokalitetene i øvre del av Borråselva i 2006 og 2007.

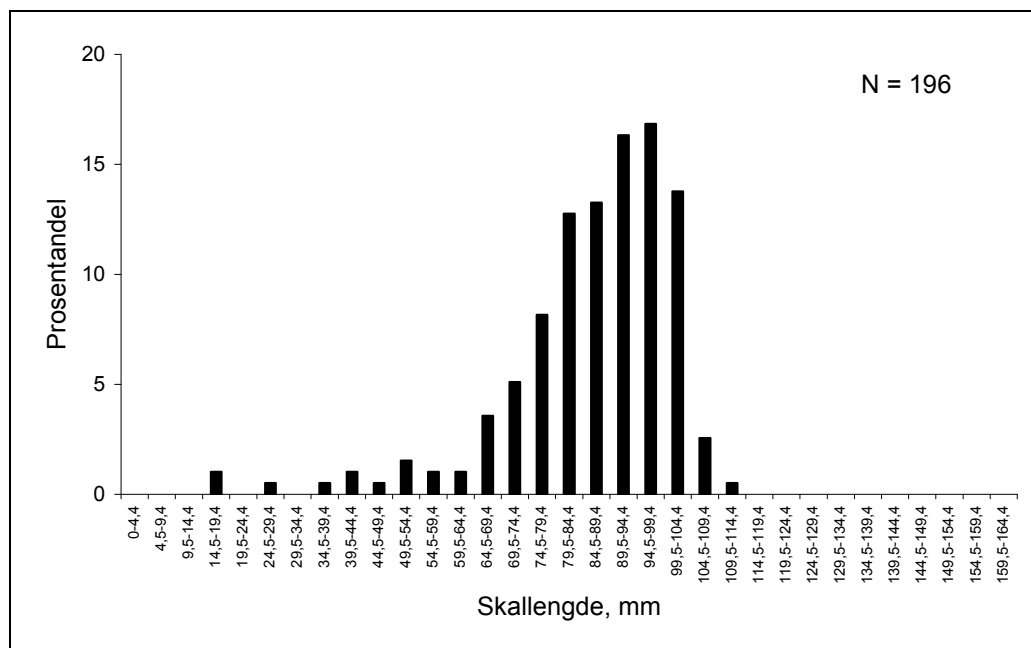


Figur 33. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Borråselva i mai/juni 2006 (overvåkingsundersøkelsen). Til sammenligning er det vist resultatet fra undersøkelser i forbindelse med kursvirksomhet i Borråselva i juni 2006 og 2007.

Alderssammensetning, reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Borråselva i denne undersøkelsen. Det er tidligere funnet at muslinger mindre enn 20-25 mm er yngre enn 10 år, og muslinger mindre enn 50 mm er yngre enn 20 år i Borråselva (Larsen & Hårsaker

2001). Lengden til den minste muslingen som ble undersøkt i 1999 var 8,5 mm, og alderen til denne ble antatt å være 5 år. Tilveksten var størst fra muslingene var seks til de var 12 år gamle da den årlige tilveksten var 3-5 mm i gjennomsnitt.



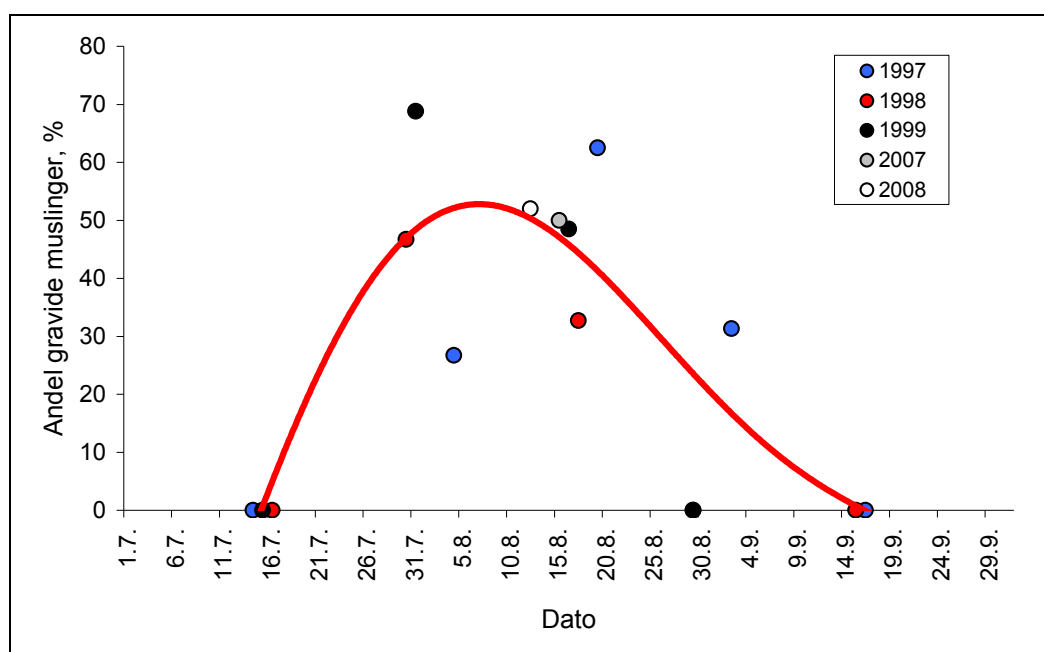
Figur 34. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Borråselva i mai/juni 2006.

Tabell 10. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Borråselva i 1996-1999 og 2007-2008. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

År	Dato	Stasjon	L (\pm SD), mm	N	Graviditet %
1996	22.7.	2-3	89,3 \pm 7,6	20	0
	7.8.	2-3	89,9 \pm 11,5	21	0
	19.8.	2-3	90,0 \pm 9,2	22	0
	3.9.	2-3	91,9 \pm 6,6	20	0
	17.9.	2-3	89,2 \pm 8,1	22	4,5
	1.10.	2-3	88,4 \pm 9,2	20	0
1997	14.7.	2-3	89,1 \pm 7,8	15	0
	4.8.	2-3	88,6 \pm 4,7	15	26,7
	19.8.	2-3	93,6 \pm 7,9	16	62,5
	2.9.	2-3	94,4 \pm 6,4	16	31,3
	16.9.	2-3	92,9 \pm 6,2	16	0
1998	16.7.	2-3	86,9 \pm 8,9	15	0
	30.7.	2-3	86,2 \pm 8,5	15	46,7
	17.8.	2-3	89,3 \pm 4,0	49	32,7
	29.8.	2-3	94,8 \pm 7,3	15	0
	15.9.	2-3	94,9 \pm 7,3	15	0
1999	15.7.	2-3	91,4 \pm 7,9	15	0
	31.7.	2-3	81,0 \pm 16,3	16	68,8
	16.8.	2-3	89,5 \pm 7,5	33	48,5
	29.8.	2-3	90,5 \pm 10,1	15	0
2007	15.8.	2-3	92,7 \pm 8,0	20	50,0
2008	12.8.	1-2	91,1 \pm 5,6	25	52,0

Ut fra lengdefordelingen som er funnet i 2006 ser det ut til at det er en liten, og sannsynligvis årlig rekruttering til bestanden av elvemusling i Borråselva. Men andelen muslinger som er yngre enn 20 år er bare halvparten av det som skal til for å opprettholde den høye tettheten i Borråselva på lang sikt.

Selv om det er en overvekt av eldre muslinger i Borråselva, reproducerer de voksne individene normalt. Det ble undersøkt for mulig graviditet i 2007 og 2008, og i midten av august var graviditetsfrekvensen henholdsvis 50 og 52 %. Tidligere er det undersøkt for mulig graviditet i 1996-1999, og graviditetsfrekvensen når opp til 50-70 % i løpet av august (**figur 35**). Det er funnet gravide muslinger fra månedsskiftet juli/august (30. juli) til begynnelsen av september (2. september) i Borråselva. Året 1996 skiller seg ut fra dette bildet da reproduksjonen ser ut til å ha sviktet totalt det året. Årsaken til dette er ikke utredet. Det ble bare funnet en gravid musling 17. september det året (jf. **tabell 10**).



Figur 35. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Borråselva i 1997-1999 og 2007-2008. Data fra 1996 avviker vesentlig fra det normale forløpet og er utelatt fra figuren. Den heltrukne linjen er den statistisk beste kurvetilpasningen som beskriver det gjennomsnittlige forløpet av graviditeten hos elvemusling i Borråselva basert på enkeltobservasjonene.

Referansemateriale

Det ble ved en forglemmelse ikke samlet inn referansemateriale fra Borråselva i 2006/2007. Innsamling av 10 elvemusling slik det er foreslått i opplegget for overvåkingsundersøkelsene (Larsen m.fl. 2000) ble derfor ikke gjort før 12. august 2008. Materialet er frosset og lagret for senere bearbeiding og framtidig analysering.

4.5 Oppsummering

Det finnes opplysninger om 62-64 lokaliteter med elvemusling i Nord-Trøndelag hvorav 2-3 bestander er oppgitt som utdødd og ytterligere tre med klar tilbakegang (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999). Det er mange gode bestander, og fylket representerer ett av de viktigste områdene for elvemusling i Norge i dag. Lokaliteter som fortsatt har gode oppvekstmuligheter for elvemusling har høy verneverdi både lokalt og nasjonalt, men også i internasjonal sammen-

heng. Sviktende rekruttering er den vanligste årsaken til bestandsnedgang i hele utbredelsesområdet, og arten har vært i tilbakegang i lang tid i hele Europa.

I Borråselva forekommer elvemusling på hele den ca 7,8 km lange elvestrekningen mellom Ausetvatn og Almovatn-Buvatn. Med en gjennomsnittlig tetthet på 9,77 muslinger pr. m² på strekningen, gir dette en total bestand på nær 457.000 elvemusling i Borråselva. Tar vi hensyn til at det også finnes om lag 78.000 muslinger som lever nedgravd i substratet gir dette et korrigeret estimat på 535.000 individer. Selv om estimatet er beheftet med unøyaktighet gir det en bekreftelse på at det fortsatt er en stor bestand av elvemusling i Borråselva.

Det var en økning på 14 % i antall muslinger i Borråselva fra 1999 til 2006. Økningen kom til uttrykk på mange av transektene og ved et flertall av fritellingene, og var derfor fordelt over hele elva. Det var flere halvstore muslinger i lengdegruppene 55-65 mm i 2006 sammenlignet med 1999. Disse muslingene antas å være et sted mellom 23 og 25 år gamle, og det har tydeligvis vært noen sterke årsklasser som etablerte seg i elva på begynnelsen av 1980-tallet. Disse muslingene var selvsagt til stede i elva i 1999 også. Men de var bare 35-40 mm lange den gangen, og en stor andel av dem var nedgravd i substratet.

Lengdefordelingen på overvåkingsstasjonene fanget ikke opp muslinger mindre enn 35 mm i 2006, og ga inntrykk av at rekrutteringen hadde stoppet opp. Dette er misvisende da det ved andre undersøkelser i Borråselva er vist at alle størrelsesgrupper fortsatt er til stede i små antall. Young m.fl. (2001) mener at bestander som har opprettholdt populasjonsstrukturen i lang tid karakteriseres av at de har minst 20 % muslinger som er yngre enn 20 år samt at noen muslinger skal være yngre enn 10 år. Dette tilsvarer muslinger som er henholdsvis 50 og 20-25 mm lange i Borråselva. Ut fra dette er det usikkert om bestanden kan karakteriseres som livskraftig. Andelen individer mindre enn 50 mm er bare halvparten av det som forutsettes, men det positive er at det fortsatt finnes muslinger mindre enn 20 mm.

Bestanden av elvemusling oppnår meget høy verneverdi (klasse III) i en verdivurdering, og oppnår 20(27) av 36 poeng i 2006 (**tabell 11** og nærmere beskrevet i **vedlegg 4**). Dette baserer seg på at populasjonen er stor og at den har en liten, men sannsynligvis årviss rekruttering. Tap av poeng fra 1999 til 2006 skyldes at det ikke ble funnet muslinger mindre enn 20 mm i forbindelse med utvalget til lengdefordelingen i den ordinære overvåkingen. Det ble imidlertid funnet muslinger ned til 10 mm i nærliggende deler av elva i forbindelse med kursvirksomhet og tilsvarende undersøkelse av lengdefordeling i 2006 og 2007. Legger vi dette til grunn ikke bare opprettholder vassdraget den høye poengsummen, men den øker også i forhold til 1999. De minste muslingene syntes å være begrenset til spesielle lokaliteter i vassdraget (små "stryk" med grus og god vanngjennomstrømning) som sannsynligvis fungerer som "yngelkammer" for den nærliggende delen av elva.

Tabell 11. Oppsummering av data fra Borråselva i 1999 og 2006. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i **vedlegg 4**.

Vassdrag	År	Utbredelse, km	Tetthet, ind/m ²	Populasjon, antall ♦	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
Borråselva	1999	7,8	8,58	401 000	83 ± 19	10 (8,5♣)	113	1,3	10,0	24	III
	2006	7,8	9,77	457 000	82 ± 19	35 (10♣)	117	0 (2,5)	9,5 (12,5)	20 (27)	III

♦ ikke korrigeret for nedgravde individer

♣ levende muslinger eller tomme skall som er funnet utenom det tilfeldige utvalget til lengdefordelingen

Hvilke faktorer kan tenkes å virke inn på rekrutteringen og overlevelsen til elvemusling i Borråselva? Hvilke tiltak kan være aktuelle for å opprettholde og styrke bestanden?

Vassdragsregulering: Ausetvatn har vært regulert til kraftproduksjon i over 80 år, med Nord-Trøndelag Energiverk (NTE) som dagens konsesjonshaver. Reguleringsdammene i Almovatn-Buvatn ble bygd i 1923 og i Ausetvatn i 1926. Disse to sjøene har reguleringshøyder på henholdsvis 5,3 og 5,0 m og fungerer som tappemagasin for Liavatn som er inntaksmagasin for Skulbørstadfoss kraftverk. Ausetdammen ble restaurert sist gang i 1963 og Buandammen i 1964. En ombygging og restaurering av demningene er påbegynt igjen i 2008. Liten vannføring kan være et problem for elvemuslingen i enkelte år eller i enkelte deler av året. Vannføringen ut fra Ausetvatn kontrolleres gjennom en luke i bunnen av dammen og tapping av vann til Borråselva varierer betydelig i enkelte år. Det har forekommet lengre perioder der tappeluka er stengt, og hvilke følger dette har hatt for elvemuslingen er ikke undersøkt. Bunntapping kan også gi større tilførsel av sedimentert materiale fra reguleringsbassenget, og høyere vanntemperatur om vinteren. I 1996 reproduserte ikke elvemuslingen som normalt i Borråselva. Dette kan skyldes miljøpåvirket stress på grunn av reguleringene i vassdraget. Lukeåpningen var stengt fra begynnelsen av april til slutten av mai 1996. Hele sommeren og fram til midten av september var åpningen bare 2 cm. Maksimal lukeåpning er 20-25 cm, og "normalt" ligger åpningen på 5-10 cm (jf. **figur 25**).

I 1980 ble en del muslinger drept på grunn av tørke og liten vannføring (L. Myhr pers. medd.). Liten vannføring vil i alle tilfelle begrense utbredelsen i de grunne partiene av elveløpet, og innfrysing kan være et problem i kalde vintre i nedre del av vassdraget.

Avrenningsmønsteret endrer seg også som følge av reguleringen. Flommer dempes eller de har ikke lenger tilstrekkelig effekt til å "renske" elveløpet. Finsedimentene avleirer seg permanent, og fyller igjen porer og hulrom i substratet.

Skogbruk: En skogsbilvei som bare i liten grad kommer i kontakt med elveløpet ble bygd inn i området i 1970. Hogst ned mot elveløpet kan være et problem på grunn av økt avrenning fra hogstflatene spesielt i forbindelse med kjøreskader i terrenget.

Grøfting av myrer er et inngrep som kan gi høy avrenning av humusholdig vann. I tillegg vil det medføre erosjon og transport av finpartikulært materiale til elva. Nedslamming og oppfylling av hulrommene i substratet utgjør en betydelig trussel mot de unge muslingene i deres første leveår. Da lever de nedgravd i grusen og er helt avhengig av at rent, oksygenrikt vann og næring når ned til dem.

Mangel på vertsfisk: Ørret er vertsfisk for elvemuslingen i Borråselva. En god ørretbestand er derfor en forutsetning for å opprettholde en god muslingbestand. Gjennomsnittlig tetthet av ett- og toårige (og eldre) ørretunger var henholdsvis 14 og 6 individ pr. 100 m² i 2006. Ziuganov m.fl. (1994) har angitt at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når glochidiene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes. I forhold til det som er funnet i Borråselva burde ikke mangel på vertsfisk være det som begrenser rekrutteringen. I tillegg var 84 % av de ettårige ørretungene infisert med tusen muslinglarver i gjennomsnitt. Ettårige ørretunger kunne på det meste ha 2600 muslinglarver på gjellene, og toårige ørretunger helt opp mot 3600 muslinglarver.

Tettheten av ørret avtok nedover i vassdraget. Ved Fossan er bestanden av ørret svært tynn, og der kan mangel på vertsfisk virke begrensende på rekrutteringen hos elvemusling. En gammel mølledam som er restaurert og bygget opp igjen skaper nå et vandringshinder for ørret mellom Almovatn-Buvatn og elva opp mot Fossan og Almoåsen.

Plukking av skjell: Episoder med perlefiske er ikke kjent fra Borråselva, og dette har neppe vært noen trussel mot bestanden i vassdraget.

Vannkvalitet: Det er ingen markerte endringer i vannkvalitet i de siste ti årene som tilsier at det har virket negativt på bestanden av elvemusling. Nitratinnholdet er lavt i Borråselva med et gjennomsnitt på 95 µg/l i 1996-2007, og konsentrasjonen av totalt fosfor har hele tiden vært stabilt lav. Når medianverdien for nitrat og totalfosfor er lavere enn henholdsvis 125 og 5 µg/l beskrives det som god vannkvalitet og unge muslinger har gode oppvekstforhold (Moorkens m.fl. 2007). I en svensk undersøkelse av 111 muslingbestander i Västernorrlands län (Söderberg m.fl. 2008) ble det funnet at muslingbestander med god status kunne skilles fra svake bestander ved følgende grenseverdier: fargetall under vårflommen <80 mg Pt/l, konsentrasjon av totalfosfor <15 µg/l (gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca 5 µg/l) samt turbiditet <1 (0,5-1,0 FNU). Selv om gjennomsnittsverdien for turbiditet i Borråselva bare var 0,8 FTU i 1996-2007 er det perioder med høy avrenning (mye nedbør eller tapping av vann fra Ausetvatn) som kan være et problem.

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. I et slikt perspektiv må elvemuslingen i Borråselva fortsatt overvåkes for å identifisere problemene knyttet til rekrutteringen. Nødvendige tiltak bør settes i verk for å øke rekrutteringen slik at bestanden kan øke ytterligere i vassdraget. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Borråselva vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.

5 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.
- Bergengren, J. 2000. Metodstudie flodpärlemussla 1999-2000. Delrapport 1: Nedgravningsstudie. – Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2000-12. 27 s. + vedlegg.
- Berger, H.M., Hesthagen, T., Fløystad, L., Jensås, J.G. & Hamstad, A. 2004. Fiskebestander i Ausetvatnet, Buan-Almogatnet og Liavatnet i Gråelvavassdraget i Nord-Trøndelag med vekt på introduksjon av kanadarøye (*Salvelinus namaycush*). – NINA Oppdragsmelding 828. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Direktoratet for naturforvaltning 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. – DN-Rapport 1993-3: 1-161.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997a. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 1. - Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1997-6: 1-27.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997b. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. - Vitenskapsmuseet Zool. Notat 1997-2: 1-28.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1999. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* status og utbredelse i Norge. – Fauna 52: 26-33.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 2004. The impact of acidic precipitation and eutropication on the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in Southern Norway. – Fauna norv. 24: 7-18.
- Enerud, J. 2007. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Bærum kommune i 2006. – Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport. 15 s.
- Enerud, J. & Sandaas, K. 1998. Registrering av forekomst og tetthet av ørret *Salmo trutta* i Sørkedalselva, Oslo kommune 1995. – Oslo kommune, Etat for miljørettet helsevern og næringsmiddeltilsyn. Rapport 1998-88. 11 s.
- FeltBio 2007. Kjøretrasé over Brekkelva nedstrøms regulerte Buvatnet/Buandammen. – FeltBio notat. 5 s.
- 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.
- Heggland, A., Blindheim, T. & Olsen, K.M. 2006. Naturverdier i Sørkedalen. – Siste Sjanse rapport 2006-2. 50 s. + vedlegg.
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlemusslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. - Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlemusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Hole, E. 1988. Bruken av Maridals- og Sørkedalsvassdraget. – Universitetet i Oslo, Rapportserie Hydrologi nr. 19/88.
- Jørgensen, G. 1992. Vannbruksplan for Sørkedalsvassdraget. - Oslo kommune, Etat for miljørettet helsevern. Rapport. 76 s.
- Kaste, Ø. & Håvardstun, J. 2000. Vannkjemiske undersøkelser i Assævatn/Lilleelv, Arendal kommune 1998-1999. – NIVA Rapport 4219-2000. 26 s.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006. – Artsdatabanken. 415 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. 2008. Overvåking av elvemusling i Oгна, Steinkjervassdraget i forbindelse med kjemisk behandling for å fjerne *Gyrodactylus salaris* fra vassdraget i 2006 og 2007. – NINA Rapport 352. 39 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - NINA-Fagrappport 37: 1-41.
- Larsen, B.M. & Hårsaker, K. 2001. Borråselva i Gråelvavassdraget, Nord-Trøndelag (vassdragsnr. 124.2Z). – s. 25-35 i Larsen, B.M. (red.). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. NINA Oppdragsmelding 725.
- Larsen, B.M. & Simonsen, J.H. 2001. Lilleelv, Aust-Agder (vassdragsnr. 019.A1Z). – s. 8-15 i Larsen, B.M. (red.). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. NINA Oppdragsmelding 725.
- Larsen, B.M., Aspholm, P.E., Berger, H.M., Hårsaker, K., Karlsen, L.R., Magerøy, J., Sandaas, K. & Simonsen, J.H. 2007. 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, B.M., Sandaas, K. & Enerud, J. 2001. Sørkedalselva, Oslo/Akershus (vassdragsnr. 007.Z). – s. 16-24 i Larsen, B.M. (red.). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. NINA Oppdragsmelding 725.
- Larsen, B.M., Sandaas, K., Hårsaker, K. & Enerud, J. 2000. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Forslag til overvåkingsmetodikk og lokaliteter. – NINA Oppdragsmelding 651: 1-27.

- Liltved, H. & Hansen, B.R. 1990. Screening as a method for removal of parasites from inlet water to fish farms. – *Aquacultural Engineering* 9: 209-215.
- Lysakervassdragets Venner 2008. Forvaltningen av Lysakervassdraget. – Rapport. 30 s.
- 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.
- Moen, A., Lund, E. & Røkke, E. 2003. Konsekvensrapport for mikrokraftverk i Mæleselva. – Biosmart as. Rapport nr. 1-2003. 7 s.
- Moorkens, E.A., Killeen, I.J. & Ross, E. 2007. *Margaritifera margaritifera* (the fresheater pearl mussel) conservation assessment. Backing document. – Report to the National Parks and Wildlife Service, Dublin. 42 pp.
- NOU (Norges offentlige utredninger) 1976. Verneplan for vassdrag. – NOU 1976: 15. 150 s.
- NOU (Norges offentlige utredninger) 1991. Verneplan for vassdrag IV. – NOU 1991: 12A og 12B. 151 s. og 373 s.
- Oslo kommune og Tryvann Skisenter AS 2007. Overføring av vann fra Sørkedalselva til Øvresetertjern og Skomakerertjern. Søknad om konsesjon. – Rapport. 35 s. + vedlegg.
- Poppe, T. 1986. Gjellebetennelse forårsaket av glochidier på settefiskanlegget i Sørkedalen. – OFA-Nytt nr.2-1986: 5-6.
- Rimstad, E. 1986. Dødelighet hos ørrettyngel etter infeksjon med glochidier. – *Norsk Veterinærtidsskrift* 98: 889-890.
- Sandaas, K. 2008. Rekruttering hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sørkedalselva, Oslo kommune 1995-2007. – Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Miljøvernvedelingsfgen. Rapport 1-2008. 28 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1996. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sørkedalselva, Oslo kommune 1995. Utbredelse og bestandsstatus. - Oslo kommune, Etat for miljørettet helsevern og næringsmiddeltilsyn. Rapport 1996-32. 20 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1998. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sørkedalselva, Oslo kommune 1995-1998. Utbredelse og bestandsstatus. - Oslo kommune, Etat for miljørettet helsevern og næringsmiddeltilsyn. Rapport 1998-12. 32 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1999. Undersøkelse av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Oslo-området. – *Fauna* 52: 43-46.
- Simonsen, J.H. 1999. Registrering av sjøarebekker i Aust-Agder. – Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvernvedelingsfgen. Rapport 1-1999: 1-181.
- Söderberg, H. 1998. Undersøkingstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Del III i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. – Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. Rapport 8-2008. 28 s.
- Taranger, A. 1890. De norske perlefiskerier i ældre tid. – *Historisk tidsskrift* 3(1): 186-237.
- Vassdragsgruppe Sørkedalens Vel 2006. Plan for Sørkedalsvassdraget. – Rapport. 55 s.
- Wold, T. 1991. Vassdrag i Oslo. Årsrapport 1990. – Oslo vann- og avløpsverk, Oslo kommune.
- Wold, T. 1992. Vassdrag i Oslo. Årsrapport 1991. – Oslo vann- og avløpsverk, Oslo kommune.
- Wold, T. & Roberg, T. 2007. Byvassdragene – vannkvalitet og biologi 2006. – Oslo kommune. Vann og avløpsetaten. Fagrapport 9-2007. 37 s.
- Young, M., Hastie, L. & al-Mousawi, B. 2001. What represents an "ideal" population profile for *Margaritifera margaritifera*? – s. 35-44 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa – Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Database for funn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge, etter arkivet til Jan og Karen Anna Økland. Upublisert database NINA, Trondheim.

Vedlegg

Vedlegg 1. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Lilleelv

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 12 stasjoner i Lilleelv som ble undersøkt i begynnelsen av august 2006 basert på tellinger i transekter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Jf. **figur 7**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 2**.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m ²	NS/m ²
1	88	0	0	0	0
2	117	0	1	0	0,01
3	105	0	0	0	0
4	96	0	0	0	0
5	91	6	0	0,07	0
6	62	3	2	0,05	0,03
7	115	0	0	0	0
8	93	2	0	0,02	0
9	61	0	0	0	0
10	76	0	0	0	0
11	76	0	0	0	0
12	83	0	0	0	0
1-12	1063	11	3	0,010	0,003
Gjennitt ± sd				0,011 ± 0,023	0,003 ± 0,009

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 12 stasjoner i Lilleelv som ble undersøkt i begynnelsen av august 2006 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. **figur 8**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 2**.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
1	30	0	0	0	0
2	45	1	2	0,02	0,04
3	30	0	0	0	0
4	30	5	0	0,17	0
5	30	3	0	0,10	0
6	30	1	0	0,03	0
7	15	0	0	0	0
8	30	6	1	0,20	0,03
9	30	8	0	0,27	0
10	30	7	0	0,23	0
11	30	1	0	0,03	0
12	30	0	0	0	0
1-12	360	32	3	0,089	0,008
Gjennitt ± sd				0,088 ± 0,101	0,006 ± 0,015

Vedlegg 2. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Sørkedalselva

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Sørkedalselva som ble undersøkt i midten av juni 2007 basert på tellinger i transekter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Jf. figur 16. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 10.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m ²	NS/m ²
1	112	0	0	0	0
2	106	0	0	0	0
3	112	0	0	0	0
4	109	0	0	0	0
5	109	0	0	0	0
6	108	45	0	0,42	0
7	99	39	2	0,39	0,02
8	107	357	40	3,34	0,37
9	95	70	2	0,74	0,02
10	90	1144	2	12,71	0,02
11	104	509	4	4,89	0,04
12	125	296	3	2,37	0,02
13	113	87	7	0,77	0,06
14	122	115	7	0,94	0,06
15	103	111	0	1,08	0
1-15	1614	2773	67	1,72	0,04
Gjennsnitt ± sd				1,84 ± 3,33	0,04 ± 0,09

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Sørkedalselva som ble undersøkt i midten av juni 2007 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. figur 17. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 10.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
1	45	0	0	0	0
2	30	0	0	0	0
3	30	0	0	0	0
4	30	0	0	0	0
5	30	2	0	0,07	0
6	45	71	0	1,58	0
7	30	156	1	5,20	0,03
8	30	682	3	22,73	0,10
9	30	230	0	7,67	0
10	30	413	4	13,77	0,13
11	30	533	3	17,77	0,10
12	30	311	9	10,37	0,30
13	30	398	5	13,27	0,17
14	30	266	16	8,87	0,53
15	30	96	0	3,20	0
1-15	480	3158	41	6,58	0,09
Gjennsnitt ± sd				6,97 ± 7,34	0,09 ± 0,15

Vedlegg 3. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Borråselva

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Borråselva som ble undersøkt i slutten av mai/begynnelsen av juni 2006 basert på tellinger i transekter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Jf. figur 30. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 24.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m ²	NS/m ²
1	45	810	7	17,96	0,16
2	40	1571	11	38,89	0,27
3	48	198	8	4,11	0,17
4	38	109	1	2,85	0,03
5	36	268	3	7,44	0,08
6	49	351	10	7,19	0,20
7	48	917	20	18,99	0,41
8	49	485	17	9,90	0,51
9	53	843	14	15,94	0,26
10	76	11	1	0,15	0,01
11	55	155	2	2,80	0,04
12	63	4	0	0,06	0
13	53	495	2	9,36	0,04
14	50	535	1	10,81	0,02
15	73	7	3	0,10	0,04
1-15	776	6759	108	8,71	0,14
Gjennsnitt ± sd				9,77 ± 10,21	0,15 ± 0,16

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Borråselva som ble undersøkt i slutten av mai/begynnelsen av juni 2006 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. figur 31. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 24.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
1	30	860	11	28,67	0,37
2	30	1247	20	41,57	0,67
3	30	951	15	31,70	0,50
4	30	256	13	8,53	0,43
5	30	550	4	18,33	0,13
6	30	611	20	20,37	0,67
7	30	1740	9	58,00	0,30
8	30	1334	12	44,47	0,40
9	30	950	10	31,67	0,33
10	30	36	0	1,20	0
11	30	224	1	7,47	0,03
12	30	46	0	1,53	0
13	30	638	2	21,27	0,07
14	30	824	7	27,47	0,23
15	30	21	5	0,70	0,17
1-15	450	10288	129	22,86	0,29
Gjennsnitt ± sd				22,86 ± 17,21	0,29 ± 0,22

Vedlegg 4. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av levedyktighet

Söderberg (1998) og Henrikson m.fl. (1998) foreslo en modell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Modellen er senere modifisert av Larsen & Hartvigsen (1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 20 mm og andel muslinger mindre enn 50 mm), og det gis 0-6 poeng innenfor hvert kriterium. Samlet poengsum plasserer muslingpopulasjonen innenfor en av tre klasser av verneverdi: Klasse I – verneverdig (men med liten levedyktighet; 1-7 poeng), klasse II – høy verneverdi (levedyktig; 8-17 poeng) og klasse III – meget høy verneverdi (høy levedyktighet; 18-36 poeng).

Kriterium	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	<5	5-10	11-50	51-100	101-200	>200
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	<2	2,1-4	4,1-6	6,1-8	8,1-10	>10
3 Utbredelse (km)	<2	2,1-4	4,1-6	6,1-8	8,1-10	>10
4 Minste musling funnet (mm)	>50	41-50	31-40	21-30	11-20	≤10
5 Andel muslinger <2 cm (%)	>0-1	>1-2	>2-3	>3-4	>4-5	>5
6 Andel muslinger <5 cm (%)	>0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	>25

Lilleelv

Kriterium	Poeng 2000	Poeng 2006
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	1	1
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	1	1
3 Utbredelse (km)	2	2
4 Minste musling funnet (mm)	1	1
5 Andel muslinger <2 cm (%)	0	0
6 Andel muslinger <5 cm (%)	0	0
Totalt antall poeng	5	5

Sørkedalselva

Kriterium	Poeng 1999	Poeng 2007
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	6	5
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	2	1
3 Utbredelse (km)	3	3
4 Minste musling funnet (mm)	2(5)	6
5 Andel muslinger <2 cm (%)	0	1
6 Andel muslinger <5 cm (%)	1	1
Totalt antall poeng	14(17)	17

Borråselva

Kriterium	Poeng 1999	Poeng 2006
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	6	6
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	5	5
3 Utbredelse (km)	4	4
4 Minste musling funnet (mm)	6	3(6)
5 Andel muslinger <2 cm (%)	1	0(3)
6 Andel muslinger <5 cm (%)	2	2(3)
Totalt antall poeng	24	20(27)

NINA Rapport 417

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1983-9



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