

Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001

Bjørn Mejdell Larsen (red.)

NINA Oppdragsmelding 762



NINA • NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

NINA Norsk institutt for naturforskning

Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001

Bjørn Mejdell Larsen (red.)

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befarringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennesenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Larsen, B.M. (red.) 2002. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001. – NINA Oppdragsmelding 762: 46pp.

Trondheim, november 2002

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1350-8

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Kari Fagernæs

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 75

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet:

Prosjekt nr.: 13540 Overvåking elvemusling

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Larsen, B.M. (red.) 2002. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001. – NINA Oppdragsmelding 762: 46pp.

Et overvåkingsprogram for elvemusling i Norge ble startet i 2000. Det er foreslått minimum 15 vassdrag som skal undersøkes etter en felles metode. Tre av disse vassdragene inngikk i overvåkingen i 2001: Hunnselva (Oppland), Hoenselva (Buskerud) og Enningdalselva (Østfold). Rapporten beskriver utbredelse, tetthet, populasjonsstørrelse, lengdefordeling med kommentarer til alderssammensetning, reproduksjon og rekruttering hos elvemusling. Ørret- og laksunger ble undersøkt med hensyn til andel infiserte individer og antall muslinglarver på gjellene. I tillegg inkluderer programmet en beskrivelse av vannkvalitet og tetthet av fiskunger.

Det var en betydelig forskjell i tetthet og populasjonsstørrelse mellom vassdragene. Hunnselva har en liten og sårbar bestand estimert til 2100 individer. Det ble bare funnet muslinger større enn 65 mm, og det kan være nødvendig å sette inn tiltak for at elvemuslingen skal overleve på lang sikt. I Hoenselva og Enningdalselva var populasjonsstørrelsen henholdsvis 74.000 og 283.000 individer. Utfra lengdefordelingen til elvemusling i vassdragene var det bare Hoenselva som har hatt en liten, men sannsynligvis årviss rekruttering, i de siste årene. Det var imidlertid store forskjeller innad i vassdraget, og nederst har det ikke vært noen rekruttering til bestanden i løpet av de siste 20 årene. Vassdraget karakteriseres som svært verneverdig, men bestanden kan ikke uten videre karakteriseres som livskraftig. Andelen individer yngre enn 20 år var for lavt til det, men det positive var forekomsten av noen individer yngre enn 10 år. I Enningdalselva var andelen elvemusling yngre enn 20 år enda lavere, og det ble bare funnet individer yngre enn 10 år i nedre del av vassdraget. Det har vært en mangelfull rekruttering på 1980-tallet, men det kan se ut til at enkelte årsklasser på 1990-tallet har klart seg bedre. Men elvemuslingen er fortsatt i faresonen, og bestanden i øvre del er direkte truet på grunn av manglende rekruttering og lav tetthet av vertsfisk.

Det ble påvist muslinglarver på ørret i Hunnselva, Hoenselva og øvre del av Enningdalselva. I nedre del av Enningdalselva derimot var laks vertsfisk for muslinglarvene. I Hoenselva settes det ut ensomrige laksunger. Muslinglarvene utviklet seg ikke normalt, og falt av etter kort tid på laksungene i Hoenselva. Det samme ble funnet i øvre del av Enningdalselva, og muslinglarvene utviklet seg normalt bare på ørret. Dette viser at elvemuslingen kan ha tilpasninger innad i et vassdrag med hensyn til valg av vertsfisk for muslinglarvene ("laksømusling" og "ørretmusling"). Antall larver på fiskungene varierte med fiskens størrelse, men det var også betydelige forskjeller mellom vassdragene og innen de enkelte vassdragene.

Vassdragene som ble undersøkt i 2001 skal etter planen undersøkes på nytt om fem år. Det arbeidet som er startet med kartlegging og overvåking av elvemusling i Norge er viktig

også i internasjonal sammenheng. Elvemuslingen er en truet art i Europa, og Norge framstår som et av de siste landene der arten fortsatt finnes i store og verneverdige bestander.

Emneord: Elvemusling, overvåking, utbredelse, tetthet, lengde, muslinglarver, ørret, laks.

Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning, Tun-gasletta 2, 7485 Trondheim.

Abstract

Larsen, B.M. (red.) 2002. Monitoring the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Norway. Annual report 2001. – NINA Oppdragsmelding 762: 46pp.

A monitoring programme for the freshwater pearl mussel commenced in 2000 in Norway. Proposals have been made for monitor surveys in accordance to a common monitoring technique in at least 15 watercourses. Three watercourses were investigated in 2001, and the programme included both a population survey of the freshwater pearl mussel, water quality and a survey of young host fish.

Watercourses included in the monitoring programme in 2001 were the rivers Hunnselva in Oppland county, Hoenselva in Buskerud county and Enningdalselva in Østfold county. The report describes the freshwater pearl mussel, densities and population sizes, and individual length distributions with comments on the age distributions, reproduction and recruitment. In addition, the densities of young potential host fish (i.e. brown trout *Salmo trutta* and Atlantic salmon *Salmo salar*) were examined and their gills were examined for abundance of mussel larvae.

There was a significant difference in the densities and population sizes between the watercourses. Hunnselva has a small and vulnerable stock estimated at 2100 individuals. Only mussels which exceeded 65 mm were found, and it may be necessary for measures to be taken to ensure the survival of the freshwater pearl mussel in the long term. In Hoenselva and Enningdalselva the populations were 74,000 and 283,000 individuals respectively. Based on the length distribution of the freshwater pearl mussel in these waters, only Hoenselva has had a small although annual recruitment in recent years. There are, however, considerable differences along the watercourse, and in the lower reaches no recruitment has occurred at all during the last 20 years. The watercourse is characterised as extremely worthy of preservation, but the stock cannot unconditionally be described as vigorous. The proportion of individuals under 20 years are too low for this, but there are positive signs with the existence of some individuals less than 10 years. In Enningsdalselva the proportion of river mussels under 20 years was even lower, and individuals less than 10 years were only found in the lower reaches of the watercourse. There was inadequate recruitment during the 1980s although it does appear that certain year-classes in the 1990s have been more successful. However, the freshwater pearl mussel continues to be in the danger zone, and the stocks in the upper reaches are directly threatened by the lack of recruitment and low density of host fish.

The surveys showed mussel larvae in the gills of young brown trout in Hunnselva, Hoenselva and the upper parts of Enningsdalselva. In the lower part of Enningdalselva salmon was the only host fish for the mussel larvae. There is large-scale stocking of salmon fry in Hoenselva. The hatchery-produced salmon were resistant to the mussel larvae and showed no

infection. The same was seen in the upper parts of Enningdalselva. The mussel larvae could develop successfully only on young trout. The freshwater pearl mussels may adapt to the local conditions within a river course with regard to choice of host fish for mussel larvae ("salmon mussel" and "trout mussel"). The number of larvae on the young host fish varied according to the size of the fish, but there were also significant differences between the watercourses and between the different stretches along each watercourse.

The intention is that the watercourses studied in 2001 shall be surveyed again in 5 years time. The work which has commenced on registration and surveillance of freshwater pearl mussels in Norway is also important within an international context. The freshwater pearl mussel is in danger in Europe, and Norway stands out as one of the last countries where the species continues to be found in large populations worthy of preservation.

Keywords: Freshwater pearl mussel, monitoring, density, length, mussel larvae, Brown trout, Atlantic salmon.

Bjørn Mejdell Larsen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

Forord

Direktoratet for naturforvaltning har på oppdrag fra Miljøvern-departementet utarbeidet en nasjonal plan for overvåking av biologisk mangfold. Intensjonen om å etablere et helhetlig program for overvåking av biologisk mangfold er nedfelt i Stortingsmelding nr. 58 (1996-97): "Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling".

Elvemusling har vært prioritert i forbindelse med natur- og dyrevernarbeid i store deler av Europa på grunn av en negativ utvikling og kraftig tilbakegang i bestandene gjennom hele 1900-tallet. Årsaken til fokuseringen på elvemusling ligger i artens spennende kulturhistoriske bakgrunn og fascinerende levevis i kombinasjon med et komplisert trusselbilde og usikkerhet om artens framtid i et moderne kulturlandskap. Elvemuslingen er en såkalt rødliste-art, og har status som sårbar også i Norge.

NINA fikk i 1999 i oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning å utarbeide forslaget til en landsomfattende overvåking av elvemusling. Prosjektets viktigste formål var å utvikle passende metodikk og forslag på lokaliteter som skulle inngå i overvåkingen. Utredningen, som ble levert våren 2000 forutsatte at overvåkingen skulle komme i gang allerede fra 2000. Direktoratet for naturforvaltning finansierte en slik overvåking i tre av vassdragene i 2000, og arbeidet ble videreført i 2001 med tre nye vassdrag. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvern-avdelingen var med å finansiere undersøkelsene i Enningdalselva, og stilte opp på en meget positiv måte under hele prosjektperioden.

Vannprøver som er tatt i forbindelse med prosjektet er analysert av Syverin Lierhagen ved NINAs analyselaboratorium i Trondheim.

Trondheim, november 2002

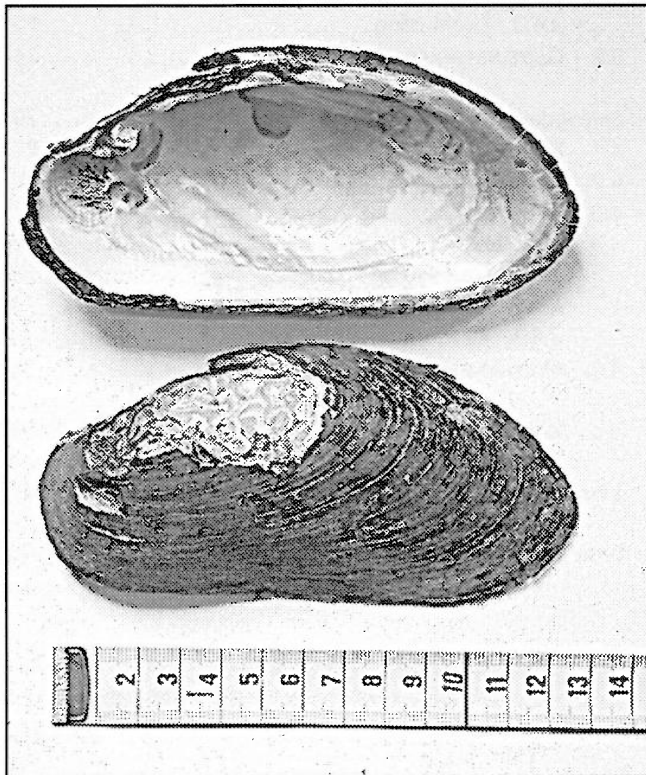
Bjørn Mejdell Larsen
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Hunnselva, Oppland (vassdragsnr. 002.DCZ)	7
2.1 Innledning	7
2.2 Område	7
2.3 Metode	8
2.4 Resultater	9
2.4.1 Vannkjømi	9
2.4.2 Fiskg	10
2.4.3 Elvemusling	12
2.5 Oppsummering	15
3 Hoenselva, Buskerud (vassdragsnr. 012.BZZ)	16
3.1 Innledning	16
3.2 Område	16
3.3 Metode	17
3.4 Resultater	18
3.4.1 Vannkvalitet	18
3.4.2 Fisk	19
3.4.3 Elvemusling	19
3.5 Oppsummering	24
4 Enningdalselva, Østfold (vassdragsnr. 001.1Z)	26
4.1 Innledning	26
4.2 Område	26
4.3 Metode	27
4.4 Resultater	28
4.4.1 Vannkvalitet	28
4.4.2 Ungfisk	29
4.4.3 Elvemusling	30
4.5 Oppsummering	35
5 Samlet vurdering	38
6 Litteratur	41
Vedlegg	43

1 Innledning

Direktoratet for naturforvaltning (DN) utarbeidet i 1998 en nasjonal plan for overvåking av biologisk mangfold (DN 1998). I denne sammenheng ble det utarbeidet et forslag til overvåkingsmetodikk og et utvalg av lokaliteter som skulle inngå i et nasjonalt overvåkingsprogram for elvemusling (Larsen et al. 2000a). I henhold til konvensjonen om biologisk mangfold skal artsovervåking i relasjon til biologisk mangfold prioritere truede, sårbare og sjeldne arter og utnyttbare arter. Konvensjonen pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, spesielt i de tilfellene der også store deler av verdens totalbestand finnes i Norge (ansvarsarter). Elvemusling ser ut til å være en slik art (figur 1). I Europa (med unntak av Russland) er det bare Norge, Sverige og i noen grad Skottland og Irland som har bestander av noe størrelse. Norge har definitivt de største enkeltpopulasjonene, og er det landet i Europa som totalt har det største antall individer av elvemusling. Det var derfor naturlig å følge opp dette med tilstrekkelige ressurser slik at Norge kan oppfylle de forpliktelsene som forventes av oss gjennom de internasjonale konvensjonene som vi har tiltrådt.



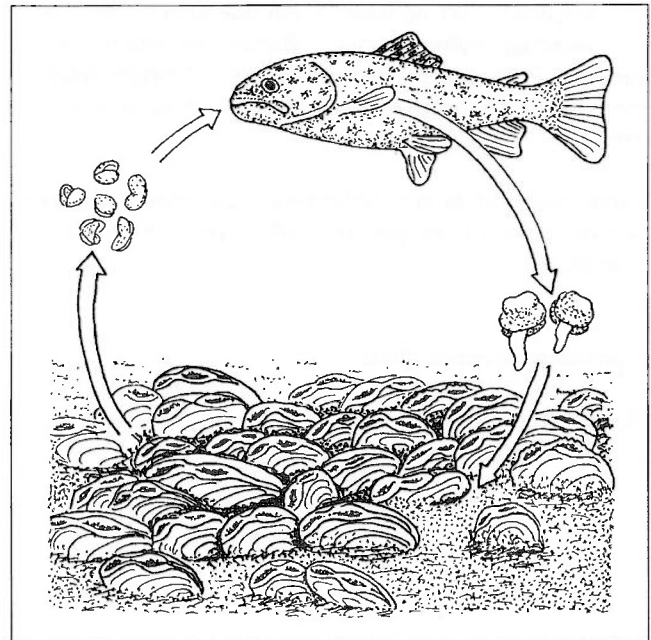
Figur 1

Elvemusling *Margaritifera margaritifera* oppnår normalt en størrelse på 10-13 cm. Skallet er mørkt, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet

Elvemusling finnes utbredt i kystområdene i alle deler av Norge, men utbredelsen er generelt ufullstendig kartlagt (Dolmen

& Kleiven 1997a; 1999, Økland & Økland 1998; 1999). Arten er i tilbakegang, og har forsvunnet fra mange vassdrag, bl.a. på grunn av forurening, overgjødning, vassdragsregulering og andre inngrep i og langs vassdragene. Elvemusling er likevel fortsatt tilstede i hele landet, men inntrykket er at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er nedsatt, og at gjenværende bestander mange steder er splittet opp. Summen av dette har gjort at elvemusling er ført opp på listen over truede dyrearter i Norge (DN 1999), og den ble totalfredet mot all fangst fra 1. januar 1993.

Fordelen med å kunne anvende elvemusling som et ledd i naturovervåkingen er artens høye krav til vannkvalitet og habitat. Spesielt interessant er også artens høye levealder (150-200 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 (figur 2). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret. Vellykket rekruttering hos elvemusling kan ses på som et synlig bevis på at vannkvaliteten i vassdraget er lite påvirket av menneskeskapt inngrep, og er tilfredsstillende for overlevelse av elvemusling også på lang sikt.



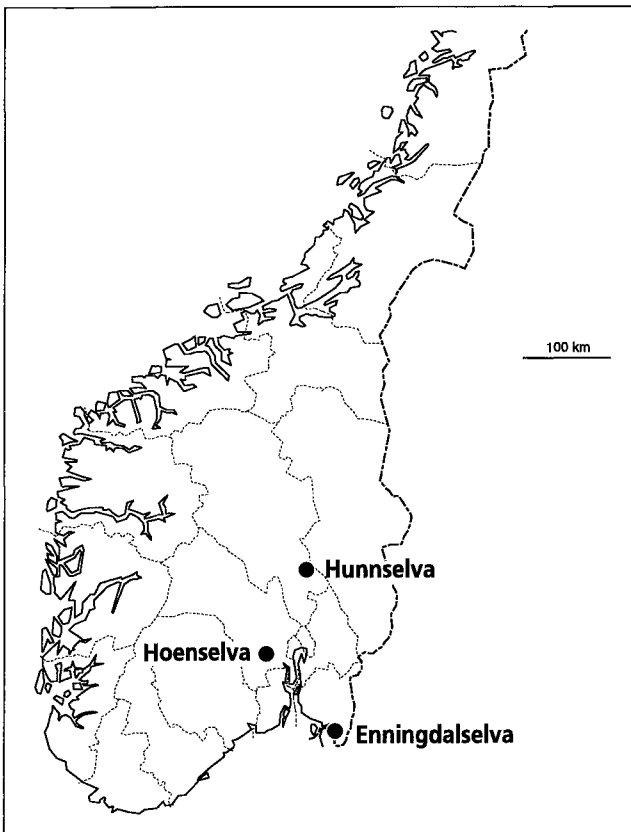
Figur 2

Skjematisert framstilling av elvemuslingens generelle livssyklus. Fra Ziuganov et al. (1994).

I forslaget til nasjonalt overvåkingsprogram for elvemusling ble det foreslått 16 vassdrag som skulle prioriteres med undersøkelser etter en felles metode (Larsen et al. 2000a). I henhold til forslaget skulle det undersøkes fire vassdrag hvert år slik at det enkelte vassdrag ble undersøkt hvert fjerde år. Program-

met skulle starte med undersøkelser av fire vassdrag i 2000. På grunn av manglende bevilgninger, ble det ikke gjennomført undersøkelser i mer enn tre vassdrag i hvert av årene 2000 og 2001. Programmet er revidert i tråd med dette, og det er nå foreslått å undersøke tre vassdrag hvert år i fem år. Dermed vil det inngå 15 vassdrag totalt som etter planen skal undersøkes hvert femte år framover.

Vassdrag som inngikk i overvåkingen i 2001 var Hunnselva (Oppland), Hoenselva (Buskerud) og Enningdalselva (Østfold) (figur 3). Foreliggende rapport gjengir i første rekke resultatene av den overvåking som ble utført i disse tre vassdragene i 2001. Men i den grad det har foreligget upubliserte data fra tidligere år er disse bearbeidet og rapportert så langt det har vært mulig. Vassdragene som inngikk i 2001 er alle undersøkt tidligere, og det fantes referansemateriale fra 3-5 år tilbake som tilstanden i 2001 kunne sammenlignes med. Det er valgt å presentere materialet vassdragsvis slik at delrapportene kan leses uavhengig av hverandre.



Figur 3
Geografisk plassering av lokaliteter som er undersøkt i 2001 i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling.

2 Hunnselva, Oppland (vassdragsnr. 002.DCZ)

Bjørn Mejdell Larsen & Karstein Hårsaker¹

¹NTNU, Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, Zoologisk avdeling, Erling Skakkesgt. 47A, 7012 Trondheim

2.1 Innledning

Forekomsten av elvemusling i Hunnselva ble første gang beskrevet i et reskript av 29. juni 1725 utarbeidet av stattholder D. Vibe "ang. Hexumelven paa Toten" (Taranger 1890). Hunnselvas øvre del ble tidligere i offentlige dokumenter benevnt som Hexumelva (se Larsen 1998). Lenger nord derimot bruktes navnet Hune Å. Navnet Hexumelva ble senere feilaktig tolket og skrevet om til Hegshuselva av Helland (1913), som angir at det i tidligere tider ble drevet perlefiske i elva. Elvemusling fantes tidligere mellom Einavatnet og Raufoss (Dolmen & Kleiven 1997b). Det var imidlertid en god bestand av muslinger også nedenfor Raufoss fram til 1940-tallet (B. H. Larsen, Raufoss pers. medd.). Det ble plukket bøttevis av skjell på leting etter perler på den tiden. Det var en betydelig reduksjon i antall muslinger i Hunnselva etter 1940-50. Elvemusling var imidlertid fortsatt vanlig i den øvre delen av Hunnselva på midten av 1970-tallet (A. Madsbakken, Raufoss pers. medd.), og det ble også dykket etter muslinger på leting etter perler på den tiden. Senere har bestanden gått tilbake, og i 1994-97 ble det bare påvist 25-30 levende elvemuslinger i nedre del av vassdraget (B.H. Larsen, Raufoss pers. medd.). Det ble derfor gjennomført kartlegging av bestanden i 1998 for å beskrive status for arten i Hunnselva (Larsen 1998). Elvemusling ble funnet spredt og i lite antall langs den 6 km lange strekningen mellom Reinsvoll og Raufoss. Det var en reduksjon både i utbredelse og antall individer sammenlignet med opplysninger man hadde fra tidligere år. Hunnselva inngår i den årlige tiltaksorienterte overvåkingen av Mjøsa, og det har skjedd en betydelig reduksjon i tilførselen av næringsstoffer (spesielt total fosfor) i de siste 20 årene. Dette kan på sikt gi bedre oppvekstvilkår for elvemuslingen, og gjør det interessant å følge utviklingen i bestanden videre.

2.2 Område

Hunnselva ligger hovedsakelig i Vestre Toten kommune i Oppland fylke, og er en del av et 378 km² stort nedbørsfelt som også berører Gran, Søndre Land og Gjøvik kommuner. Innenfor nedbørsfeltet ligger Einavatnet med tilløpselvene Helgedalselva, Vigga, Skreppelva og Strømsdalselva fra Skjeldrebreda. Selve Hunnselva har utspring fra Einavatnet (398 m o.h.) og renner ut i Mjøsa ved Gjøvik (123 m o.h.). Vassdraget er ca 23 km langt og renner relativt rolig i de midtre delene forbi Reinsvoll og Raufoss. På de nederste 7,5 km ned mot Mjøsa har elva et fall på 170 m.

Einavatnet er regulert med en demning ved Fiskevoll (Eina dam). Dessuten er det bygget demninger i Hunnselva ved Vestbakken, Reinsvoll, Raufoss, Beritknappen og Gjøvik. Demningene ved Vestbakken og Fiskevoll har gjort deler av elvestrekningen ovenfor Reinsvoll stilleflytende og dyp, og mellom demningen ved Vestbakken og Vestbakken kraftverk er det periodevis lite vann i elveløpet.

Geologisk domineres nedbørfeltet av grunnfjell på vestsiden og marin kambrium, ordovicium og marin silur på østsiden. Dette fører til en større hardhet, høyere pH og større ledningsevne i vannet som renner til Hunnselva østfra sammenlignet med tilsig fra vestsiden. Vannet ut fra Einavatnet har etter norske forhold et høyt saltinnhold og god bufferkapasitet (bl.a. Kjellberg & Rognerud 1985).

De viktigste bruksinteressene er vannforsyning (drikkevann, jordbruksvanning og prosessvann for industri), elkraftproduksjon (reguleringsmagasin) og rekreasjon (bading og fiske). I løpet av 1980-årene ble vannkvaliteten i Hunnselva rutinemessig overvåket (Kjellberg 1983; 1984, Kjellberg & Rognerud 1985, Lien & Lindstrøm 1987). Der ble det konkludert med at Hunnselva nedstrøms Raufoss var sterkt forurenset av husholdningskloakk og utslipp fra flere industribedrifter. Biologisk ble elva karakterisert som nær totalskadet. Ovenfor Raufoss hadde vassdraget fortsatt en rik og variert fauna. Men en moderat overgjødning og en til tider merkbar saprobiering gjorde seg gjeldende. Etter Mjøsaksjonen (1976-81) ble forureningsbelastningen til vassdraget betydelig redusert. I 1985-87 var konsentrasjonen av total fosfor og total nitrogen henholdsvis 16 µg/l og 1440 µg/l i gjennomsnitt (data fra Lien & Lindstrøm 1987). Maksimumsverdiene var henholdsvis 34 µg/l og 3012 µg/l. Flora- og faunasammensetningen i 1993 indikerte i likhet med tidligere en viss organisk belastning og tilførsel av næringssalter (Kjellberg 1994). Vassdraget har fortsatt en betydelig konsentrasjon av total fosfor og total nitrogen ved utløpet i Mjøsa. I 1997-2000 var de årlige gjennomsnittsverdiene henholdsvis 11-37 µg/l og 1000-1650 µg/l (Kjellberg 1998, Kjellberg et al. 1999; 2000; 2001). Dagens forureningsbelastning ligger fortsatt over tålegrensen for Hunnselva om målet er at vassdraget skal være i god økologisk likevekt.

Det foregår et betydelig fiske etter ørret i Hunnselva på strekningen mellom Einavatnet og Raufoss. Vestre Toten Jeger- og Fiskerforening setter ut et varierende antall en-somrige og/eller to-somrige ørretunger i Hunnselva med tilløpsbækker (tabell 1). Normalt blir fisken satt ut i andre halvdel av september eller i begynnelsen av oktober (A. Madsbakken pers. medd.).

2.3 Metode

For en beskrivelse av den generelle metodikken som benyttes i forbindelse med overvåking av elvemusling henvises det til Larsen et al. (2000a).

Tabell 1. Antall utsatte ørret (Tunhovdørret) i Hunnselva i 1994-2001 produsert ved A/L Settefisk på Reinsvoll (A. Madsbakken, Raufoss pers. medd.).

År	En-somrig ørret	To-somrig ørret
1994	ca 4 000	0
1995	0	1 000
1996	0	0
1997	ca 1 000	300
1998	0	640
1999	9 000	790
2000	0	1 000
2001	7 000	500

Feltarbeidet i Hunnselva ble gjennomført 5.-7. august og 1.-2. oktober 2001. Det var lav vannføring i august når tellingene av elvemusling ble foretatt, men noe høy vannføring ved elfiske i oktober.

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver fra en stasjon i Hunnselva (Raufoss, stasjon V1, figur 4) i august og oktober 2001. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA.

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på 5 stasjoner i Hunnselva i oktober 2001 (stasjon F1-F5, figur 4). På grunn av høy vannføring måtte fisket på stasjon F1 avbrytes, og resultatet fra de andre stasjonene må også antas å være påvirket av høy vannføring. Dette kan ha gitt noe lavere tettheter enn forventet spesielt på stasjon F2 og F3. Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$). For yngel av ørret ble det skilt mellom villfisk og settefisk utfra ytre kriterier (slitasje på ryggfinne, brystfinner og halefinne). Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m².

Det ble samlet inn fisk til gjelleanalyser fra de samme stasjonene som ble elfisket i Hunnselva i oktober 2001. Det ble tatt vare på mellom 9 og 17 ørretyngel (0+) og mellom 10 og 18 ettårige ørret fra hver av stasjonene F2-F5. På stasjon F1 ble det bare fanget en ettårig ørret. All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd, og senere bearbeidet på laboratoriet og undersøkt under mikroskop med hensyn til forekomst av muslinglarver. 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 et al. (1982).

I oktober 2001 ble det kontrollert til sammen 104 ørret fordelt på 55 yngel (21 villfisk og 34 settefisk) og 49 ettårige ørretunger.

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 12 stasjoner mellom Raufoss og Vestbakken kraftverk (stasjon 3-14, **figur 4**). Stasjonene ble undersøkt i begynnelsen av august 2001 ved vading i elveløpet. Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene, og tellinger ble foretatt i transekter/arealer i vassdraget som var mellom 117 og 198 m² store. Transektene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger. I tillegg ble det gjennomført minst to tidsbegrensede tellinger av 15 minutters varighet ("fritelling") fordelt med en telling ovenfor og en telling nedenfor transektet.

Det ble samlet inn levende elvemusling for måltaking. På grunn av den lave tettheten ble det valgt å måle tilnærmet alle individene som ble observert innenfor transektene eller ved "fritellingene" i tilknytning til stasjonene (N = 83). Disse ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm før de ble satt tilbake i substratet. I tillegg ble det samlet inn og lengdemålt tomme muslingskall fra nedre del av vassdraget (stasjon 3-10, N = 19).

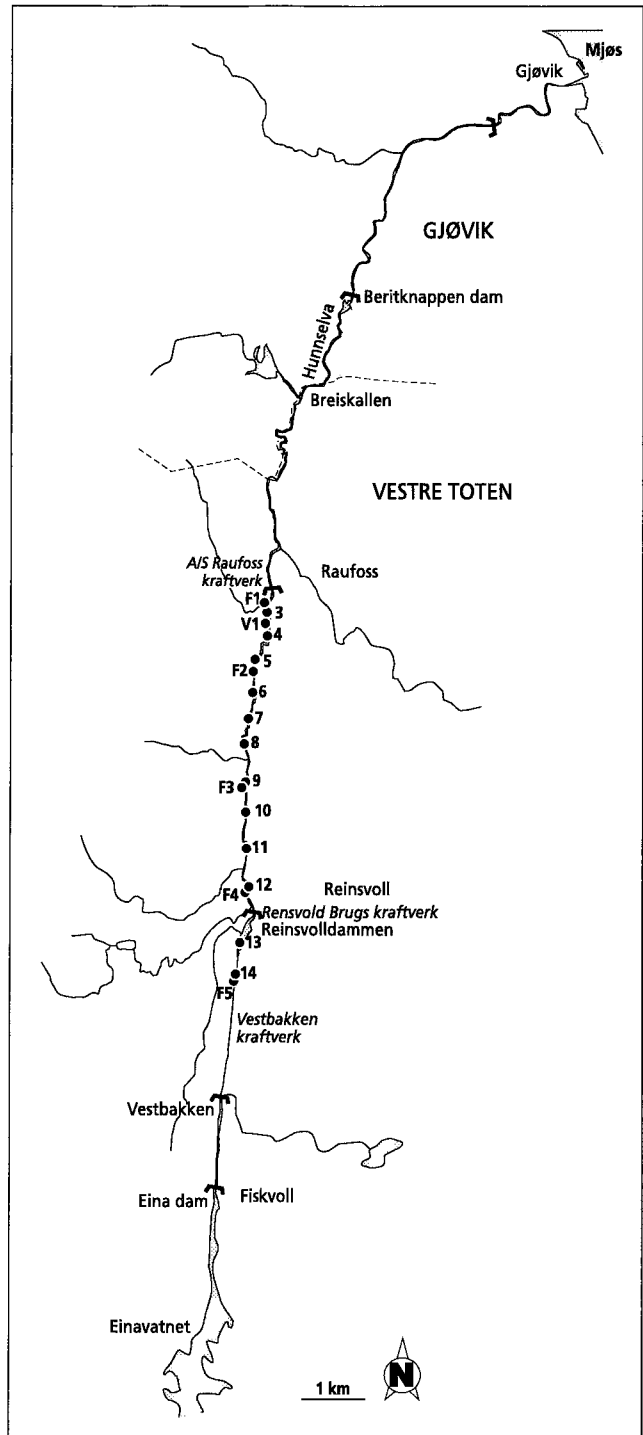
I august 2001 ble levende muslinger undersøkt med hensyn til "graviditet" i Hunnselva. Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig og undersøke gjellene i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingen ble satt tilbake i substratet.

2.4 Resultater

2.4.1 Vannkjemi

Hunnselva hadde en stabil vannkvalitet sommeren og høsten 2001. I perioder med høy vannføring er det imidlertid forventet et høyere partikkelinnhold som vil gi en høyere turbiditet, mørkere vannfarge og høyere nitratinnhold.

Fosfor og nitrogen er de vanligste næringsstoffene som tilføres vassdrag enten naturlig fra skog, myr og utmark eller som utslipp fra industri, landbruk og bosetting. Begge nitratverdiene som ble målt i 2001 var høyere enn 500 µg/l og faller inn under tilstandsklasse "dårlig" eller "meget dårlig" i henhold til klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Andersen et al. 1997). Konsentrasjonen av totalt fosfor var bare 4-5 µg/l ovenfor Raufoss ved våre målinger i 2001 (**tabell 2**).



Figur 4

Hunnselva med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (stasjon 3-14), ungfisk (stasjon F1-F5) og vannkjemi (stasjon V1) i 2001

2.4.2 Fisk

Ungfisktetthet og vekst

Ørret forekom i lave eller middels tettheter i hele Hunnselva. Høyest tetthet av ørretyngel (0+) ble funnet nedenfor Reinsvoll med 17 individer pr. 100 m² i oktober 2001 (**figur 5**). Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger var 7 individer pr. 100 m² for begge aldersgrupper.

På grunn av utsetting av 7000 en-somrig ørret (ørretyngel, 0+) og 500 to-somrig ørret (1+) i vassdraget i andre halvdel av september inngår også den utsatte fisken i estimatene. Totalt 64 % av all ørretyngel som ble fanget var settefisk. Det ble ikke påvist to-somrige ørretunger med sikre tegn på at fisken stammet fra utsettingene i 2001. Da det ikke ble satt ut en-somrig ørret i 2000 antar vi at de fleste ettårige ørretungene som ble fanget var villfisk.

I begynnelsen av oktober 2001 var naturlig produsert ørretyngel i Hunnselva mellom 49 og 97 mm lange med et gjennomsnitt på 76 mm (SD = 12; N = 21). Den en-somrige settefisken var mellom 63 og 96 mm lange med et gjennomsnitt på 79

mm (SD = 7; N = 38). Ettårige ørretunger var i gjennomsnitt 142 mm (SD = 15; N = 49).

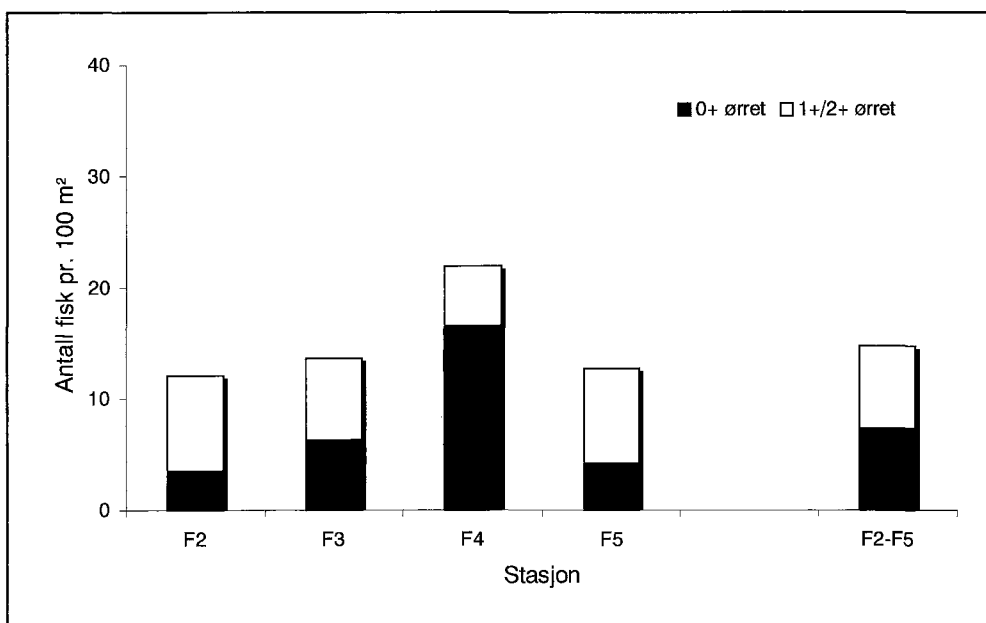
I tillegg til ørret ble det fanget store mengder ørekyte og spredte individer av gjedde i Hunnselva i oktober 2001. Det er tidligere også fanget mort og abbor i vassdraget (Larsen 1998).

Muslinglarver på gjellene

Det ble funnet muslinglarver på ørret på alle de undersøkte stasjonene i Hunnselva høsten 2001. På stasjon F1 ble det bare fanget en ettårig ørret, men det ble funnet fem glochidier på gjellene. Det var høyest antall muslinglarver på ørret fanget i nedre del av vassdraget (**figur 6**). Dette henger sammen med at antall muslinger er størst i nærheten av Raufoss. I gjennomsnitt hadde 57 % av ørretyngelen (villfisk) larver på gjellene (**tabell 3**). All ørret var infisert på stasjon F2, men andelen avtok til ca 30 % i øvre del. Intensiteten var lav med et gjennomsnitt på 7 muslinglarver pr. infisert ørretyngel. Høyest antall på en enkelt fisk var 34 muslinglarver.

Tabell 2. Vannkvaliteten i Hunnselva i 2001 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, μ S/cm), pH, alkalitet (Alk, μ ekv/l), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klorid (Cl, mg/l), nitrat (NO₃, μ g/l), total fosfor (Tot-P, μ g/l), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, μ g/l) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, μ g/l).

Dato	FTU Turb	mg Pt/l Farge	μ S/cm Kond	pH	μ ekv/l Alk	mg/l Ca	mg/l Na	mg/l Cl	μ g/l NO ₃	μ g/l Tot-P	μ g/l Tr-Al	μ g/l Um-Al
07.08.01	0,89	33	99,1	7,75	649	14,78	2,58	4,67	584	4,1	46	8
01.10.01	0,86	35	87,7	7,47	533	12,88	2,31	4,20	738	4,8	41	5
Gj.snitt	0,88	34	93,4	7,61	591	13,83	2,45	4,44	661	4,5	44	7

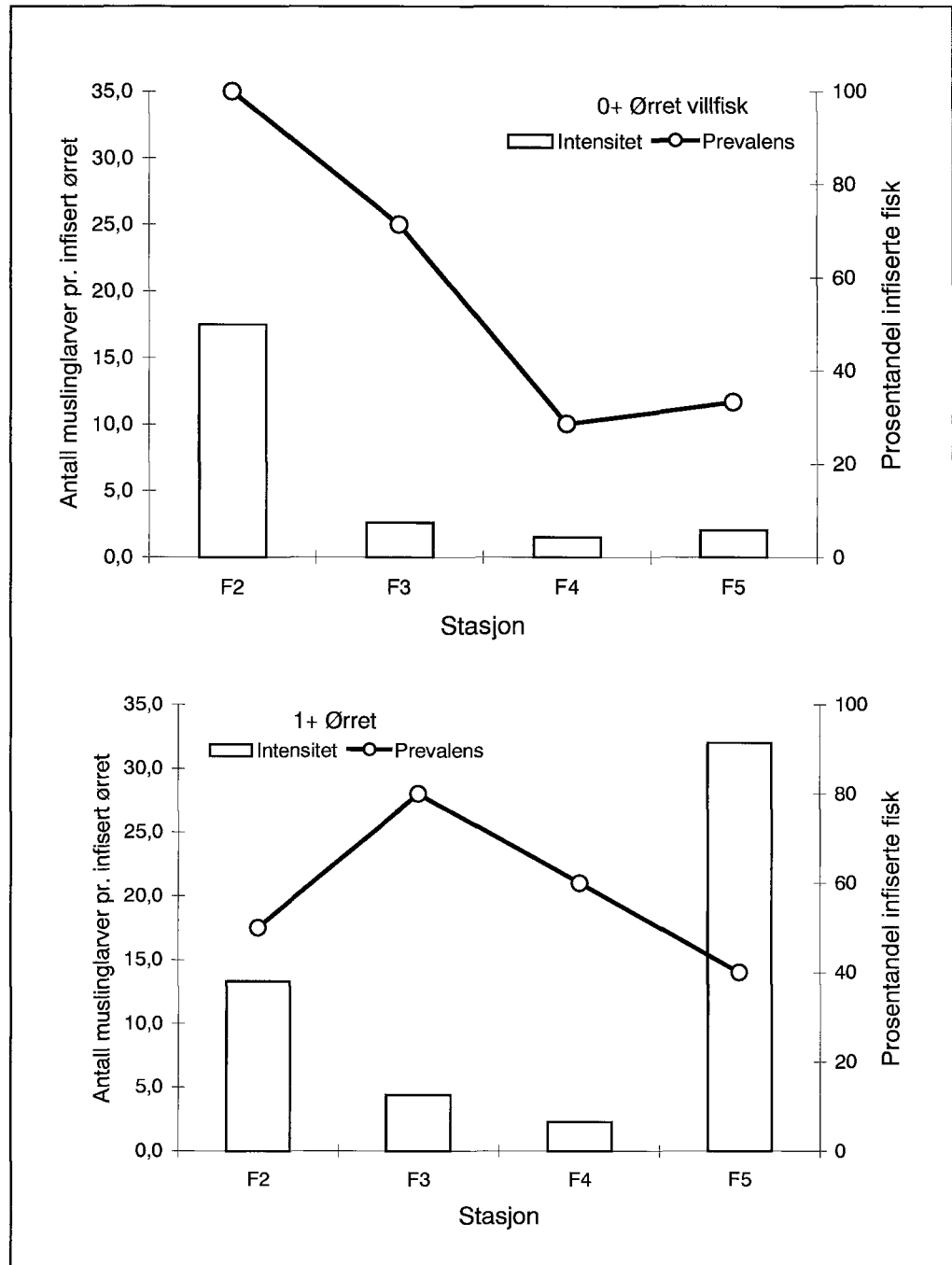


Figur 5

Tetthet av ørretyngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$) i Hunnselva i oktober 2001. Tettheten er angitt pr. 100 m² for den enkelte stasjon (F2, F3, F4 og F5), og som gjennomsnitt for stasjonene på strekningen fra Raufoss til Vestbakken kraftverk (F2-F5). Estimaten av ørretyngel inkluderer også en-somrig settefisk som ble satt ut i Hunnselva i slutten av september.

Figur 6

Forekomst av glochidier på gjellene til ørretyngel (0+ villfisk) og ettårige ørretunger (1+) i Hunnselva presentert som prevalens (= prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk) i oktober 2001.



Det ble bare påvist en muslinglarve på en av settefiskene (stasjon F5). Elvemuslingen skal normalt ha gytt før den en-somrige settefisken ble satt ut. Men i øvre del kan enkelte muslinger ha sluppet larvene noe senere, eller at ørretungen ved en feil ble karakterisert som settefisk på tross av finneslitasje. En annen mulighet er at settefisken ble infisert allerede i anlegget på Reinsvoll, som har inntaksvannet fra Hunnselva.

Det var i gjennomsnitt 57 % av de ettårige ørretungene som var infisert med muslinglarver (tabell 3). Andelen varierte mellom 40 og 80 %, og var høyest på stasjon F3 (figur 6). Intensiteten var generelt lav, men ett individ på stasjon F5 hadde 125 muslinglarver på gjellene. Dette gjorde at antall

muslinglarver pr. infisert ørretunge ble høyere enn forventet på denne stasjonen.

Den lave infeksjonsgraden indikerer at tettheten av muslinger er lav på de undersøkte stasjonene. Ovenfor Reinsvolldammen var antall ørret med muslinglarver likevel høyere enn forventet, og indikerer at det finnes flere muslinger der enn det som framkommer ved tellingene på de to stasjonene i området. Ørret som settes ut i slutten av september er ikke noen reell vertsfisk for muslinglarvene i fiskens første leveår.

Tabell 3. Registreringer av muslinglarver på ungfisk av ørret (gjellene på begge side) i Hunnselva i oktober 2001 (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.

Dato	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
01.10.01	0+villfisk	F1	0	-	-	-	-
	0+villfisk	F2	4	100,0	17,5 ± 11,4	17,5 ± 11,4	34
	0+villfisk	F3	7	71,4	1,9 ± 2,8	2,6 ± 3,0	8
	0+villfisk	F4	7	28,6	0,4 ± 0,8	1,5 ± 0,7	2
	0+villfisk	F5	3	33,3	0,7 ± 1,2	2,0	2
	0+villfisk	F1-F5	21	57,1	4,2 ± 8,1	7,3 ± 9,8	34
01.10.01	0+settefisk	F1	0	-	-	-	-
	0+settefisk	F2	9	0	0	0	0
	0+settefisk	F3	2	0	0	0	0
	0+settefisk	F4	10	0	0	0	0
	0+settefisk	F5	13	7,7	0,1 ± 0,3	1,0	1
	0+settefisk	F1-F5	34	2,9	0,03 ± 0,2	1,0	1
01.10.01	1+	F1	1	100,0	5,0	5,0	5
	1+	F2	18	50,0	6,7 ± 10,0	13,3 ± 10,6	29
	1+	F3	10	80,0	3,5 ± 3,9	4,4 ± 3,9	12
	1+	F4	10	60,0	1,4 ± 1,7	2,3 ± 1,6	5
	1+	F5	10	40,0	12,8 ± 39,4	32,0 ± 62,0	125
	1+	F1-F5	49	57,1	6,2 ± 18,6	10,8 ± 23,7	125

2.4.3 Elvemusling

Utbredelse

Elvemusling ble funnet på strekningen fra Raufoss sentrum til like ovenfor Reinsvolldammen; en strekning på ca 6 km. Det var imidlertid få individer på de øverste ca 3 km av denne strekningen. Det ble i tillegg funnet muslinglarver på flere ørretunger som ble fanget mellom Reinsvolldammen og Vestbakken kraftverk i 2001. Dette sannsynliggjør at det fortsatt finnes spredte elvemusling på hele denne strekningen.

Elvemusling hadde en mye større utbredelse i vassdraget tidligere. Arten skal ha vært utbredt opp til Einavatnet, og det var også en god bestand av muslinger nedenfor Raufoss (i det minste ned til Breiskallen) fram til 1940-tallet. Etter den tid forsvant både bunndyr og fisk på grunn av utslipp og forurensning fra lokal industri i denne delen av vassdraget. Fra Vestbakken kraftverk og opp mot Einavatnet er vassdraget mindre egnet for elvemusling i dag på grunn av kraftverksregulering med dammer ved henholdsvis Vestbakken og Fiskevoll, og en ca 1,5 km lang strekning med minstevannføring ovenfor Vestbakken kraftverk.

Det vi vet om elvemuslingens utbredelse i dag begrenser seg til Hunnselva mellom Vestbakken kraftverk og Raufoss sentrum. Dette er en strekning på noe over 7 km.

Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på 12 stasjoner i Hunnselva mellom Vestbakken kraftverk og Raufoss sentrum ble estimert til 0,027 individer pr. m² i 2001. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 0,16 individ pr. m² på de ulike stasjonene (**figur 7, vedlegg 1**), og det ble funnet muslinger i 7 av de 12 transektene som ble undersøkt. Størst tetthet var det på de nederste stasjonene nærmest Raufoss sentrum (stasjon 3-5). Tidsbegrensede tellinger ("fritelling") på de samme stasjonene bekreftet den lave tettheten, men det ble funnet levende muslinger på ytterligere to av stasjonene, og antall muslinger var noe høyere i midtre deler av Hunnselva enn det transektene viste. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 0,37 individer pr. minutt søketid (**figur 8**) med et gjennomsnitt på 0,12 individer pr. minutt (**vedlegg 1**). Til sammen beskriver de to metodene utbredelsen og tettheten av elvemusling på en god måte i Hunnselva.

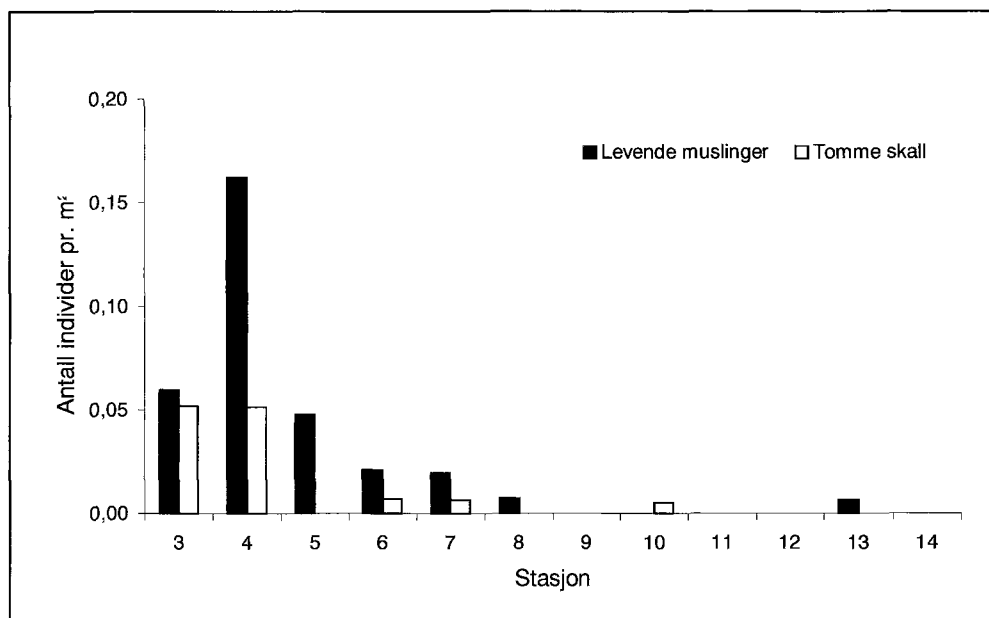
Det var flest tomme skall nederst i vassdraget ved Raufoss sentrum, der det ble funnet 0,05 tomme skall pr. m² på stasjon 3 og 4 (**figur 7**).

Populasjonsstørrelse

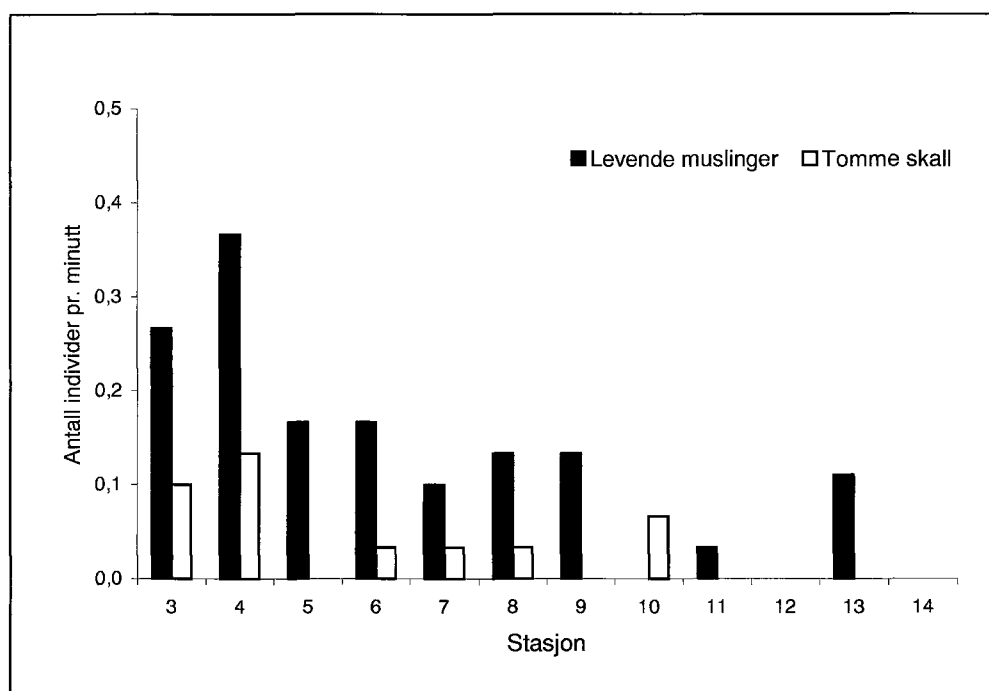
Totalt elveareal i Hunnselva fra Raufoss sentrum til Reinsvolldammen (strekning med stasjon 3-12) er beregnet til ca 67.000 m² (Larsen 1998). Legger vi til strekningen mellom

Figur 7

Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hunnselva basert på tellinger i transektorer (oppgitt som antall muslinger pr. m²). Jf. vedlegg 1.

**Figur 8**

Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hunnselva basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. vedlegg 1.



Reinsvolldammen og Vestbakken kraftverk blir det totalt 73.700 m². Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 0,027 muslinger pr. m² på strekningen, gir dette en total bestand på nær 2100 elvemusling i Hunnselva. Elvearealet er relativt stort, og estimatet blir derfor usikkert på grunn av den lave tettheten i store deler av arealet. Men estimatet kan også være noe lavt da ca 20 % av muslingene vil være helt eller nær fullstendig nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon (Bergengren 2000). Legger vi dette til grunn får vi et korrigert estimat på nær 2600 elvemusling i Hunnselva. Uavhengig av beregningsmåte kan det slås fast at bestanden i Hunnselva er liten og sårbar.

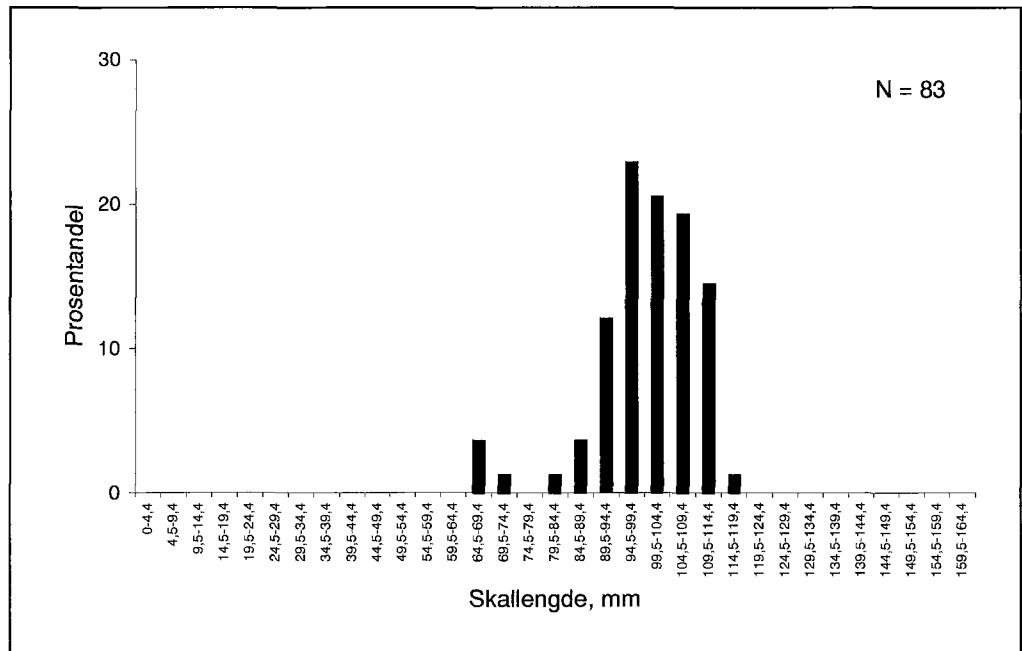
Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 65 til 116 mm hos levende elvemusling i Hunnselva. Majoriteten av muslinger var mellom 95 og 110 mm (figur 9), og gjennomsnittslengden var 100 mm (N = 83; SD = 10). Det ble ikke funnet individer som var mindre enn 50 mm, og bare fire individer var mindre enn 75 mm.

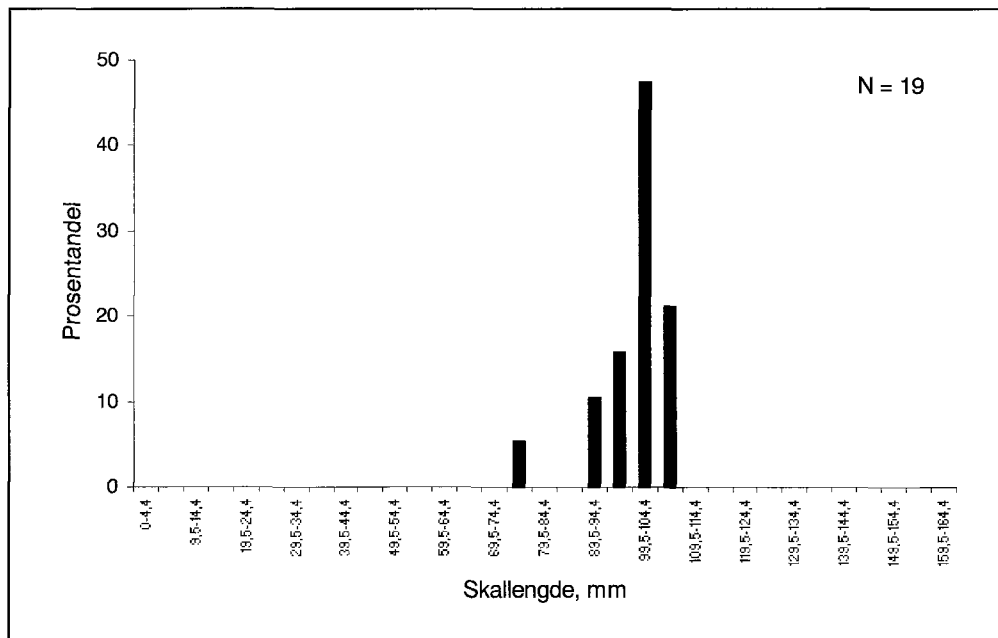
Tomme skall som ble funnet i Hunnselva varierte i lengde mellom 77 og 109 mm (figur 10) med et gjennomsnitt på 100 mm (N = 19; SD = 7). Materialet er lite, men lengdefordelingen er omtrent den samme som for de levende individene. Bestanden i Hunnselva har en høy gjennomsnittsalder, og dødeligheten kan i hovedsak skyldes høy alder.

Figur 9

Lengdefordeling av levende elvemusling fra Hunnselva i august 2001.

**Figur 10**

Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Hunnselva i august 2001.



Reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Hunnselva. Mangel på individer mindre enn 65 mm antyder imidlertid at rekrutteringen har vært liten i mange år. De yngste individene som ble funnet i 2001 var ca 15 år, og bekrefter at det har vært en svak rekruttering i enkelte år på 1980-tallet. Det kan se ut til at noen flere muslinger har vokst opp etter 1980 enn i perioden tidligere. Det er imidlertid en kraftig aldring i bestanden, og rekrutteringen ble kraftig redusert allerede før 1970. De voksne individene har imidlertid reprodusert hele tiden, og reproduserer normalt fortsatt. Det

ble undersøkt for mulig graviditet i 2001, og i begynnelsen av august var graviditetsfrekvensen 87 %. I august 1998 var 82 % av muslingene gravide (Larsen 1998). Den høye graviditetsfrekvensen antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbe-fruktning. Det er beskrevet eksperimentelt at elvemusling i en normal bestand med hanner og hunner kan gå over til selvbe-fruktning når tettheten av individer blir for lav (Bauer 1987b).

Referansemateriale

Det er ikke samlet inn referansemateriale fra vassdraget slik det er foreslått i opplegget for overvåkingsundersøkelsene (Larsen et al. 2000a). Bestanden i Hunnselva er direkte truet, og det er ikke forsvarlig å gjøre uttak av individer.

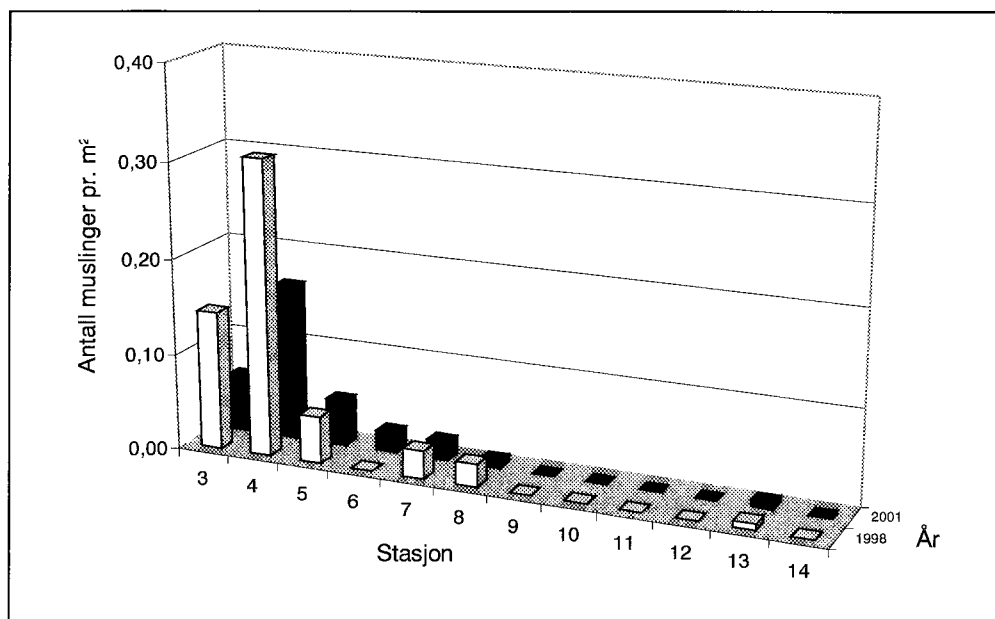
2.5 Oppsummering

Det har vært en negativ utvikling i bestanden av elvemusling i Hunnselva. Tidligere fantes arten langs hele strekningen mellom Einavatnet forbi Raufoss og ned til Breiskallen. I dag finnes det elvemusling bare på strekningen mellom Vestbakken kraftverk og Raufoss. Det er mange faktorer som har spilt en rolle i denne utviklingen, men bygging av demninger og kraftverksutbygging, industriforurensning, eutrofiering og nedslamming av elvebunnen synes å være av overordnet betydning. Tidligere ble bestanden i Hunnselva påvirket ved perle-fiske. Plukking av skjell har sannsynligvis redusert bestanden etter at rekrutteringen forsvant, og det bare var igjen store skjell i elva. I området ovenfor Reinsvoll dammen var det tidligere en tett bestand med muslinger. Det ble bekreftet noen flere muslinger ovenfor Reinsvoll i 2001 sammenlignet med undersøkelsene i 1998, og det ble funnet muslinglarver på ørret som tilsier at det finnes muslinger på strekningen som ikke er påvist. Men antall individer er likevel lavt.

Etter mange år med manglende rekruttering ser det ut til at enkelte elvemusling har vokst opp i vassdraget i løpet av 1980-tallet (individer mindre enn 75 mm). Utviklingen i antall elvemusling er imidlertid negativ. Estimert som ble gjort i

1998 var i overkant av 3000 individer (Larsen 1998). Legger vi til grunn bare de stasjonene som ble undersøkt i 2001, og inkluderer elvearealet mellom Vestbakken kraftverk og Reinsvoll dammen vil estimatet øke til 3600 individer i 1998. I 2001 var dette redusert til om lag 2100 individer. Dette er en reduksjon på ca 42 %. Det var en signifikant nedgang i antall individer ved Raufoss (stasjon 3 og 4, figur 11). Da tettheten er størst her er dette bekymringsfullt for overlevelsen av bestanden på lang sikt. Selv om estimatene er beheftet med usikkerhet gir det en bekreftelse på at bestanden av elvemusling i vassdraget er liten og meget sårbar for ytterligere reduksjon i utbredelse og antall. I Mellom-Europa vurderer man at bestander av elvemusling klarer seg langsiktig om konsentrasjonen/verdien av nitrat, fosfat og konduktivitet ikke overstiger henholdsvis 500 µg/l, 30 µg/l og 70 µS/cm (Bauer 1988). I Hunnselva er spesielt nitrat-verdiene oversteget store deler av året, og årsgjennomsnittet har vært nær det dobbelte i enkelte år. Både vekst og overlevelse hos elvemusling er negativt korrelert til faktorer som er indikatorer på eutrofiering (Bud-densiek 1995). Totalt fravær av individer mindre enn 50 mm indikerer manglende rekruttering i de siste 10 årene. Det ble ikke funnet så små muslinger i Hunnselva i 2001, og de yngste individene som ble påvist var om lag 15 år gamle. Manglende rekruttering har derfor ført til en betydelig forgubbing i bestanden, og hovedvekten av individer var nå mellom 95 og 110 mm lange.

Ørret er vertsfisk for muslinglarvene i Hunnselva. En god ørretbestand er derfor en forutsetning for å opprettholde en god muslingbestand. Tettheten av ørret var mellom 14 og 24 individer pr. 100 m² på fire stasjoner i Hunnselva i oktober 2001.



Figur 11. Tetthet av levende elvemusling på 12 stasjoner i Hunnselva i 1998 og 2001.

Det ble funnet muslinglarver på 57 % av ørretyngelen (villfisk) og 57 % av de ettårige ørretungene. Tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individer pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov et al. 1994). Det synes som om dette oppfylles i Hunnselva (jf. Kjellberg 1994). Selv om det er en alminnelig oppfatning av at ørretbestanden har gått kraftig tilbake på 1980- og 1990-tallet i Hunnselva er det likevel ingenting som skulle indikere at nedgangen i muslingbestanden skulle skyldes en reduksjon i tettheten av vertsfisk. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til den fisken som settes ut. Det er vist at ørret som kommer fra samme vassdrag som elvemuslingens larver er en mye bedre vertsfisk enn ørret fra andre vassdrag (Dettmer 1982, Buddensiek 1995). Hvorvidt dette gjelder for Tunhovdørret som settes ut i Hunnselva, vet vi ikke. Utsettingene skjer etter at muslingene har gytt. Dette gjør at settefiskens uansett ikke er reell vert for muslinglarvene første året den er i vassdraget.

Vi vil foreslå at Hunnselva fortsatt bør inngå blant vassdrage- ne i overvåkingen av elvemusling i Norge. Selv om bestanden er liten og har en høy gjennomsnittsalder er det håp om at bestanden kan overleve i vassdraget i mange år enda. Men tiltakssiden må følges opp, og arbeidet med utslippsreduksjoner må videreføres for å begrense den menneskeskaptet tilførselen av næringsstoffer og organisk materiale til et minimum. I tillegg vil tiltak for å sikre erosjonsutsatte jordområder langs vassdraget være viktig. I forbindelse med den pågående vannovervåkingen i Hunnselva har vi sett en reduksjon i tilførselen av næringsstoff, og ytterligere reduksjoner kan gi håp om at flere muslinger etter hvert skal overleve de første årene i substratet. Andre tiltak som kan øke muligheten for at elvemuslingen skal overleve i vassdraget bør også vurderes. Dette kan innebære flytting av muslinger innad i vassdraget eller kunstig infeksjon av ørretunger som settes ut i vassdraget.

Senere undersøkelser i vassdraget begrenses fortsatt til Hunnselva mellom Raufoss og Vestbakken kraftverk, og alle stasjoner knyttet til elvemusling og fisk legges til denne strekningen. Stasjonsnettet for elvemusling kan opprettholdes uforandret, eller man kan velge å gjøre et utvalg av de 12 stasjonene. For beregning av ungfisktetthet bør dette gjennomføres på fem stasjoner slik det ble forsøkt i 2001. De samme stasjonene benyttes også til innsamling av ørretyngel og ettårige ørret for undersøkelse av prevalens og intensitet av muslinglarver på fisken.

3 Hoenselva, Buskerud (vassdragsnr. 012.B2Z)

Bjørn Mejdell Larsen & Karstein Hårsaker

¹NTNU, Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, Zoologisk avdeling, Erling Skakkesgt. 47A, 7012 Trondheim

3.1 Innledning

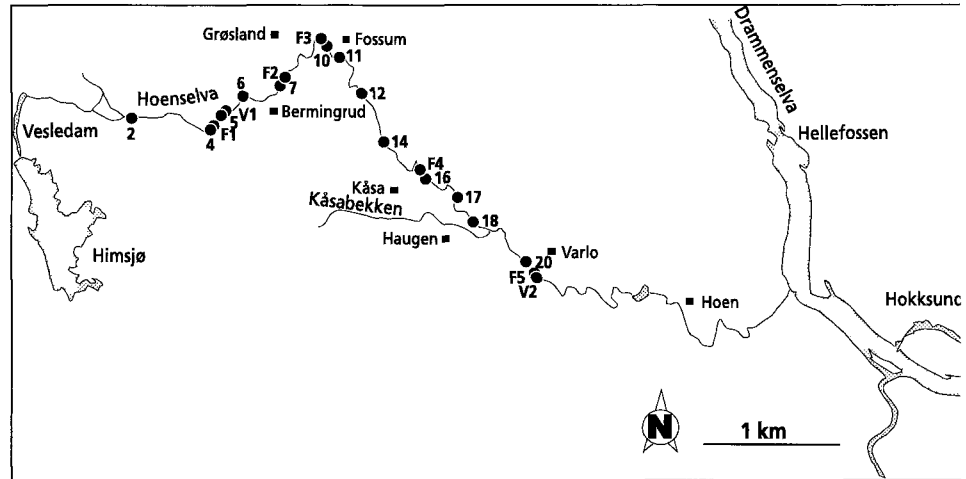
Elvemusling er kjent fra 19-20 lokaliteter i Buskerud (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999). Elvemusling finnes i flere av sidevassdragene langs Drammensvassdraget mellom Hokksund og Tyrifjorden (bl.a. Røisli 1996, Larsen et al. 1995), men utbredelsen har avtatt og antall individer har gått betydelig tilbake. Det ble bare funnet elvemusling i fem lokaliteter i Øvre Eiker, og de største forekomstene ble funnet i Hoenselva og Bingselva (Røisli 1996). I årene fra 1996 til 1998 ble det gjennomført omfattende undersøkelser av elvemuslingbestanden i Hoenselva (Larsen et al. 2002). Dette arbeidet omfattet undersøkelser av utbredelse, tetthet og bestandsstørrelse, lengdefordeling, rekruttering, vekst og dødelighet og omfattende undersøkelser av ørret og laks som vertsfisk. Disse arbeidene og supplerende undersøkelser i 1999 og 2000 ligger til grunn for de overvåkingsundersøkelsene som ble startet i 2001. Kunnskapen om elvemuslingen i vassdraget var god, og det var naturlig å følge videre dette arbeidet i det nasjonale overvåkingsprogrammet.

3.2 Område

Hoenselva, som er en sideelv til Drammenselva, ligger i Øvre Eiker kommune, og munner ut nord for Hokksund. Hoenselva er ca 8 km lang opp til Himsjø, og har et nedslagsfelt på 43 km². Fra utløpet av Himsjø renner elva i et barskogsområde ned til Bermingrud (**figur 12**). Under den marine grense, som går omlag ved Bermingrud, renner elva vesentlig gjennom dyrket mark. Elva blir leirholdig, og påvirkes av avrenning og erosjon fra landbruksområdene. Vannføringen varierer betydelig gjennom året, og påvirkes lett av høy nedbør eller tørke. Av vannkjemiske data fra Hoenselva kjenner vi opplysningene til Johansen (1989) som beskriver pH og ledningsevne i 1988 ved Varlo og Bermingrud. Det var høyere pH-verdi ved Varlo sammenlignet med Bermingrud ved alle måletidspunktene, og differansen var mellom 0,5 og 1,0 pH-enhet. Ledningsevnen ved Varlo varierte mye, men de målte verdiene lå hele tiden over de på stasjonen ved Bermingrud hvor det ble målt en stabil ledningsevne på ca 20 µS/cm. Vanntemperaturen var høyest ved Bermingrud pga. varmt vann fra Himsjøen. Larsen et al. (2002) beskriver vannkvaliteten fra Hoenselva ved Bermingrud i 1996-97. Disse resultatene inngår som bakgrunnsdata i denne rapporten, og refereres nærmere i avsnitt 3.4.1.

Figur 12

Hoenselva med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (stasjon 2-20), ungfisk (stasjon F1-F5) og vannkjemi (stasjon V1 og V2) i 2001.



Det har foregått utsetninger av laksyngel i Hoenselva siden slutten av 1960-tallet selv om aktiviteten har vært størst etter begynnelsen av 1980-tallet (E. F. Olsen pers. medd.). I 1993-98 ble det satt ut til sammen 245.000 laksyngel med en årlig utsetning varierende fra 25.000 til 75.000 individer (Larsen et al. 2002).

Det er liten kunnskap om fiskebestandene i Hoenselva, og det finnes ingen opplysninger om tettheten av ungfisk overfor anadrom del av vassdraget eller undersøkelser som beskriver effekten utsettingene av laksyngel har hatt på bestanden av ørret. Ørret forekom imidlertid i lave tettheter i Hoenselva i 1996-97 basert på inntrykket etter den kvalitative innsamlingen av fisk (Larsen et al. 2002). Laks derimot forekom i betydelig antall i de undersøkte områdene, og ble også funnet i typiske "ørretområder". I tillegg til laks og ørret er det påvist ørekyte, niøye og bekkerøye i Hoenselva (Larsen et al. 2002).

3.3 Metode

For en beskrivelse av den generelle metodikken som benyttes i forbindelse med overvåking av elvemusling henvises det til Larsen et al. (2000a).

Feltarbeidet i Hoenselva ble gjennomført 2.-4. august, 11. august og 2. oktober 2001 samt 2.-3. august 2002. Det var lav vannføring i august 2001 når tellingene av elvemusling ble foretatt, men høy vannføring ved elfiske i oktober. Ved elfiske i august 2002 var vannføringen lav.

Det er tatt vannprøver fra to lokaliteter i Hoenselva; ved Bermingrud (stasjon V1, figur 12) og ved Varlo (stasjon V2) i august og oktober 2001. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA. I tillegg foreligger det 2 prøver fra 1996 og 5 prøver fra 1997 i forbindelse med annet arbeid i Hoenselva (se Larsen et al. 2002), og disse inkluderes også i rapporten.

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på to stasjoner i Hoenselva i oktober 2001 (stasjon F1 og F3). På grunn av høy vannføring kunne ikke elfiske fortsette, og det ble derfor gjennomført et nytt elfiske i august 2002 som omfattet fem stasjoner (stasjon F1-F5, figur 10). Arealene ble avfiske tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt før de ble sluppet ut igjen i elva. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre fiskeunger ($\geq 1+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m².

Det ble samlet inn fisk til gjelleanalyser fra stasjon F1 i Hoenselva i oktober 2001 (figur 12). Det ble tatt vare på 9 laksyngel (0+) og 9 ettårige (1+) laksunger samt 3 ørret. Disse ble fiksert på 4 % formaldehyd, og senere bearbeidet på laboratoriet og undersøkt under mikroskop med hensyn til forekomst av muslinglarver. 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 et al. (1982).

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble foretatt ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble valgt ut 13 stasjoner som ble undersøkt i august 2001 ved vading i elveløpet (figur 12). Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene, og tellinger ble foretatt i transekter/arealer i vassdraget som var mellom 46 og 176 m² store. Transektene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger. I tillegg ble det gjennomført to tidsbegrensede tellinger av 15 minutters varighet ("fritelling") fordelt med en telling ovenfor og en telling nedenfor transektet. Det ble skilt mellom tomme skall (døde dyr) og levende individer.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling på tre stasjoner i Hoenselva. På hver stasjon ble det valgt et område nedenfor det undersøkte transektet der minst 50 muslinger skulle samles inn. Det ble lagt ut en halv meter bred tellestripe der alle individer ble samlet inn for lengdemåling. Det ble lagt flere tellestriper nedenfor hverandre hvis det ikke ble funnet minst 50 individer i første tellestripe. En påbegynt tellestripe ble fullført selv om antall individer da ville overstige 50 individer. Det ble lagt ut henholdsvis 4, 5 og 7 tellestriper på stasjon 4, 11 og 16, og det ble samlet inn 178 elvemusling til sammen. På stasjon 16 ble det ikke oppnådd mer enn 34 muslinger innenfor området som var tilgjengelig nedenfor transektet. På stasjon 4 og 11 ble det samlet inn henholdsvis 80 og 64 individer.

Alle levende elvemuslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter før de ble satt tilbake i substratet. I tillegg ble det lengdemålt tomme muslingskall som ble samlet inn spredt langs hele vassdraget (stasjon 4-20, N = 133).

I september 1996 og årlig i begynnelsen av august fra 1997 til 2002, ble levende muslinger undersøkt med hensyn til "graviditet" i Hoenselva. Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig og undersøke gjellene i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingen ble satt tilbake i substratet.

3.4 Resultater

3.4.1 Vannkvalitet

Hoenselva har en relativt stabil vannkvalitet og ingen forsøringsproblemer ble avdekket i 1996-97 eller 2001. pH-verdier målt i øvre del av vassdraget varierte mellom 6,3 og 6,9 med en gjennomsnittsverdi på 6,6 (tabell 4). Dette gjenspeiler seg også i en moderat høy alkalitet og relativt høy konsentrasjon av kalsium som har gjennomsnittsverdier på henholdsvis 85 $\mu\text{ekv/l}$ og 2,82 mg/l i 1996-2001. pH økte 0,2-0,3 pH-enheter mot nedre del av vassdraget i 2001, og konsentrasjonen av kalsium var nær 5 mg/l ved Varlo.

Hoenselva hadde en moderat høy vannfarge med et gjennomsnitt på 41 mg Pt/l ved Bermingrud i 1996-2001 (tabell 4). Dette skyldes vesentlig humussyrer hovedsakelig fra naturlig avrenning fra skog og skogsmark i nedslagsfeltet. Elva har i perioder moderat høy turbiditet i øvre del med enkelte verdier som er større enn 1,5 FTU. I nedre del derimot var turbiditeten større enn 4 FTU i oktober 2001. 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, og turbiditeten øker nedover i Hoenselva ettersom de største jordbruksområdene ligger i nedre del av vassdraget.

Tabell 4. Vannkvaliteten i Hoenselva i 1996-2001 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (mg Pt/l), konduktivitet (Kond, $\mu\text{S/cm}$), pH, alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv/l}$), kalsium (Ca, mg/l), natrium (Na, mg/l), klor (Cl, mg/l), nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$), 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
Stasjon V1												
08.09.96	0,67	28	23,9	6,61	76	2,83	0,86	1,14	26	-	69	4
31.12.96	0,39	49	26,3	6,48	70	3,36	1,01	1,50	146	-	140	1
26.03.97	0,47	41	27,6	6,67	103	3,36	1,02	1,54	197	-	127	3
30.05.97	0,45	30	22,0	6,60	88	2,57	0,88	1,14	17	-	84	2
13.06.97	0,36	27	23,0	6,86	105	2,76	0,91	1,17	8	-	65	3
14.09.97	1,60	35	23,6	6,73	109	3,03	0,89	1,15	21	-	88	1
12.12.97	0,71	56	23,0	6,26	61	2,67	0,86	1,37	123	-	200	4
02.08.01	0,58	30	16,6	6,74	79	2,23	0,66	0,60	10	3,5	100	2
02.10.01	0,86	72	18,0	6,53	72	2,57	0,68	0,83	36	3,5	205	4
Gj.snitt	0,68	41	22,7	6,61	85	2,82	0,86	1,16	65	3,5	120	3
Stasjon V2												
02.08.01	1,15	31	44,6	7,04	212	5,21	1,75	1,87	484	9,9	74	1
02.10.01	4,41	80	37,4	6,75	139	4,60	1,31	2,10	508	12,2	310	3
Gj.snitt	2,78	56	41,0	6,90	176	4,91	1,53	1,99	496	11,1	192	2

Fosfor og nitrogen er de vanligste næringsstoffene som tilføres vassdrag enten naturlig fra skog, myr og utmark eller som utslipp fra industri, landbruk og bosetting. Nitratinnholdet var relativt lavt i Hoenselva ved Bermingrud med et gjennomsnitt på 65 µg/l i 1996-2001. Det ble målt nær 200 µg/l i mars 1997 som var den høyeste verdien i øvre del (**tabell 4**). I nedre del derimot var belastningen vesentlig høyere med verdier nær 500 µg/l i 2001. Vannkvaliteten ved Bermingrud er god med hensyn til totalt nitrogeninnhold i henhold til klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Andersen et al. 1997), men må betraktes som dårlig i nedre del. Mengden av total fosfor gjenspeiler også en større tilførsel av næringsstoff i vassdraget ved Varlo sammenlignet med Bermingrud, men tilførselen er likevel moderat ved de to prøvedatoene i 2001. Det ble ikke analysert for totalt fosfor i 1996-97.

3.4.2 Fisk

Ungfisktetthet og vekst

Det ble bare fanget en ørretyngel (62 mm) på stasjon F1 og ingen ørret på stasjon F3 i oktober 2001. Ved ytterligere fiske utenfor stasjon F1 ble det bare observert to to-årige ørretunger (149 og 166 mm). På stasjon F3 var det derimot 148 laksyngel og 24 eldre laksunger pr. 100 m². På stasjon F1 var det ingen laksyngel, men 3 eldre laksunger pr. 100 m². Mindre enn to hundre meter nedenfor stasjon F1 var det en betydelig tetthet av laksyngel. Et lite strykp parti gjør at laksyngelen har problemer med å spre seg oppover elva.

Det ble ikke fanget laksyngel (0+) i Hoenselva i begynnelsen av august 2002, og fisket ble gjennomført før utsettingene av en-somrige laksunger ble foretatt. Tettheten av eldre laksunger var derimot moderat høy i hele vassdraget (**figur 13**), og gjennomsnittlig tetthet var 19 individer pr. 100 m². Det var bare eldre ørretunger på tre av stasjonene i lite antall. Det var høy tetthet av ørretyngel på stasjon F1, men på de andre stasjonene var det lav eller moderat lav tetthet (**figur 13**). Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger var henholdsvis 19 og 1 individ pr. 100 m².

I begynnelsen av oktober 2001 var laksungene mellom 47 og 129 mm lange. Det var overlapp i lengde mellom laksyngel og ettårige laksunger, og det var vanskelig å bestemme alderen på grunnlag av skjellene hos flere av individene. Beregning av gjennomsnittlig lengde for aldersgruppene er derfor utelatt. I august 2002 var laksungene mellom 90 og 142 mm lange, og både ett- og to-årige laksunger inngår i materialet.

I begynnelsen av august 2002 var ørretungene mellom 35 og 325 mm lange. Ørretyngelen var i gjennomsnitt 50 mm (SD = 6; N = 83). Eldre ørretunger ble ikke aldersbestemt.

Muslinglarver på gjellene

Det ble ikke funnet muslinglarver på noen av laksungene i oktober 2001 (**tabell 5**). Det ble undersøkt få ørretunger i oktober 2001, men alle hadde likevel muslinglarver på gjellene. Intensiteten var moderat og høyeste antall på en enkelt fisk var 180 muslinglarver.

Ørret fanget i Hoenselva i 1996-98 og 2000 hadde et stort antall muslinglarver på gjellene gjennom hele året (Larsen et al. 2002). Det var et tap av muslinglarver i løpet av høsten og vinteren, men dette er normalt (jf. Larsen & Hårsaker 2001). Fra muslinglarvene ble funnet første gang i slutten av juli eller i begynnelsen av august var 70-100 % av ørretyngelen (0+) infisert med muslinglarver fram til midten av oktober. Senere avtok andelen fisk som var infisert, men materialet som ble undersøkt om vinteren og tidlig på våren var lite da det var vanskelig å fange et tilstrekkelig stort nok antall ørret. I Hoenselva vil enkelte larver kunne slippe seg av fra vertsfisken i andre halvdel av mai, men normalt vil det fortsatt være larver på enkelte ørret fram mot midten av juni.

Gjennomsnittlig infeksjon i september 1996 var 315 muslinglarver på gjellene på ørretyngelens venstre side, og høyeste antall på en enkelt fisk var 770 muslinglarver (Larsen et al. 2002). Fiskens totale infeksjon var imidlertid det dobbelte da antall muslinglarver normalt er like høyt på begge sider av fisken (B. M. Larsen upubl. materiale). I september 1997 og oktober 1998 var det henholdsvis 45 og 85 individer i gjennomsnitt på ørretyngelens venstre side. Høyeste antall på en enkelt fisk var henholdsvis 293 og 398 muslinglarver.

Muslinglarver som infiserte laks falt av etter kort tid uten å bli kapslet inn (Larsen et al. 2002). I slutten av juli og i begynnelsen av august var de fleste laksungene infisert, men det ble funnet få muslinglarver på hver fisk. Senere avtok andelen fisk som var infisert, og i slutten av august ble det ikke lenger funnet glochidier på noen av laksungene.

3.4.3 Elvemusling

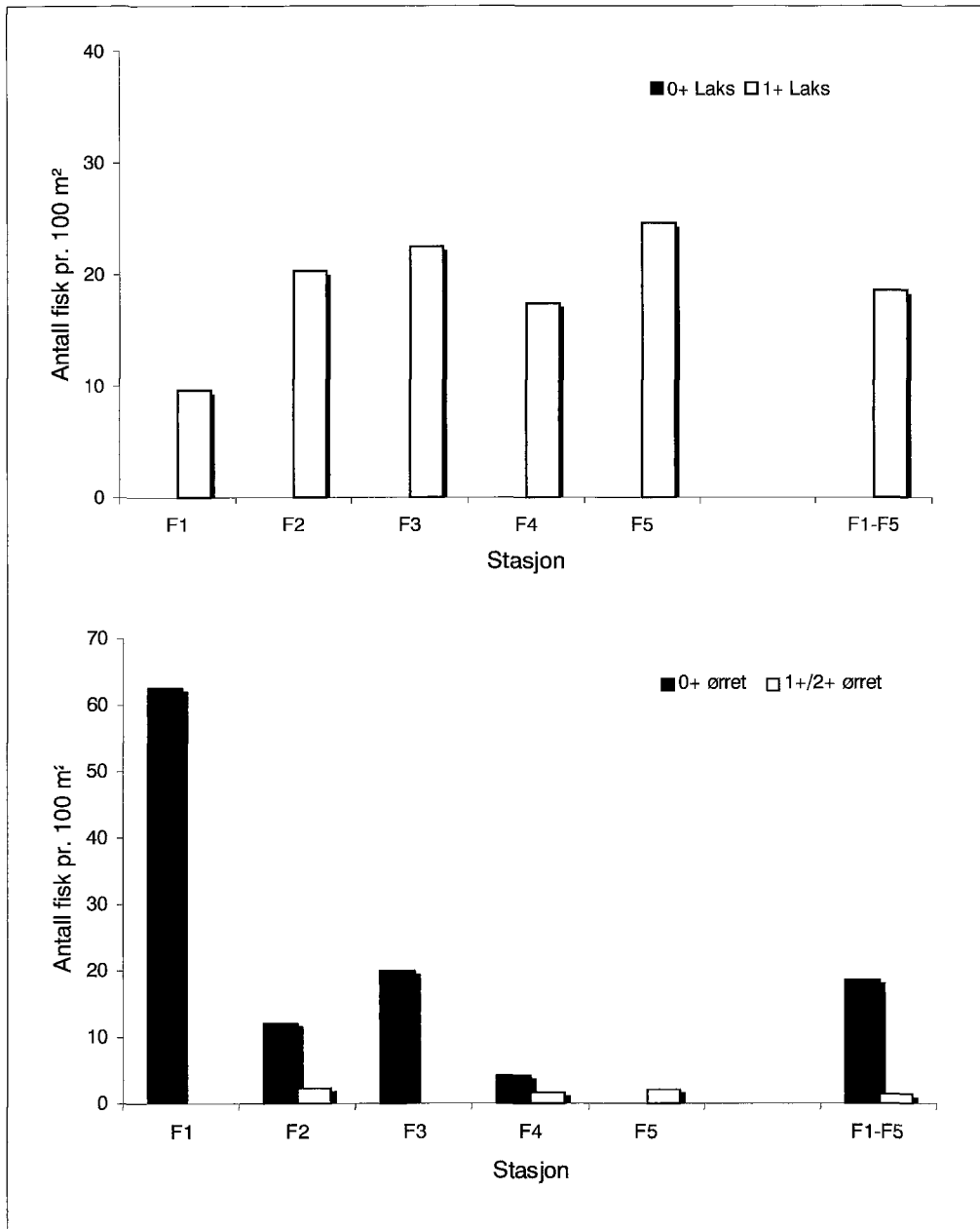
Utbredelse

Det ble funnet elvemusling i Hoenselva fra om lag en kilometer nedenfor utløpet av Himsjø og ned til Haugen ved samløpet med Kåsabekken. Det ble funnet muslinger på alle stasjonene som ble undersøkt på denne strekningen. Nedenfor Kåsabekken ble en stasjon undersøkt som ikke hadde muslinger. I tillegg er det tidligere undersøkt andre stasjoner nedenfor Haugen uten å påvise muslinger (Larsen et al. 2002, Røisli 1996). Det er også undersøkt en stasjon like nedenfor utløpet av Himsjø og en stasjon i innløpsbekken til Himsjø med negativt resultat.

Utbredelsen av elvemusling i Hoenselva er begrenset til utløpet av Vesledam og ned til Kåsabekkens samløp med Hoenselva. Dette tilsvarer en strekning på ca 6,2 km.

Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på 13 stasjoner i Hoenselva mellom Himsjø og Varlo ble estimert til 2,18 individer pr. m² i 2001. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 5,5 individ pr. m² på de ulike stasjonene (**figur 14, vedlegg 2**), og det ble funnet muslinger i 12 av de 13 transektene som ble undersøkt. Størst tetthet var det i øvre del av vassdraget mellom Bermingrud og Fossum (stasjon 4-11). Tidsbegrensede tellinger ("fritelling") på de samme stasjonene bekreftet den høye tettheten i denne delen av vassdraget, men også at det



Tabell 5. Registreringer av muslinglarver på ungfisk av ørret og laks i Hoenselva i oktober 2001. 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.

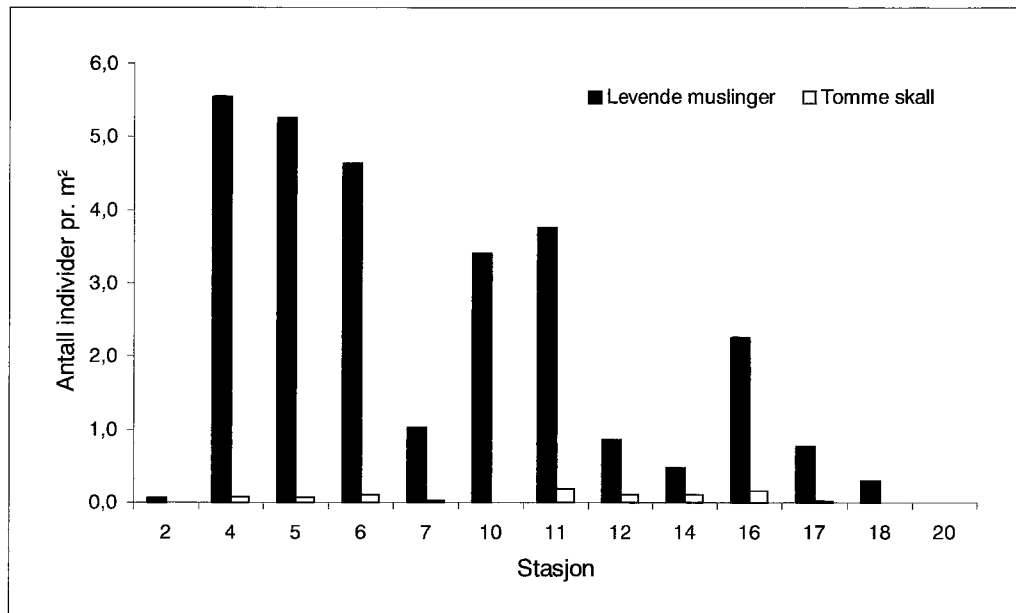
Art	Dato	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjnsnitt ± SD	Intensitet Gjnsnitt ± SD	Maks
Ørret	02.10.01	0+	F1	1	100,0	79	79	79
	02.10.01	2+	F1	2	100,0	101,5 ± 111,0	101,5 ± 111,0	180
Laks	02.10.01	0+	F1	9	0	0	0	0
	02.10.01	1+	F1	9	0	0	0	0

var lav tetthet i nedre del av vassdraget og helt øverst (stasjon 2). Antall elvemusling varierte mellom 0 og 32,1 individer pr. minutt søketid (figur 15) med et gjennomsnitt på 8,53 individer pr. minutt (vedlegg 2).

Tettheten av muslinger varierte betydelig innenfor transekte- ne. Utbredelsen og tettheten var begrenset i grunne partier av elva, og i enkelte år har det forekommet overdødelighet på grunn av islegging og innfrysing av elvemusling i deler av elva (Larsen et al. 2002).

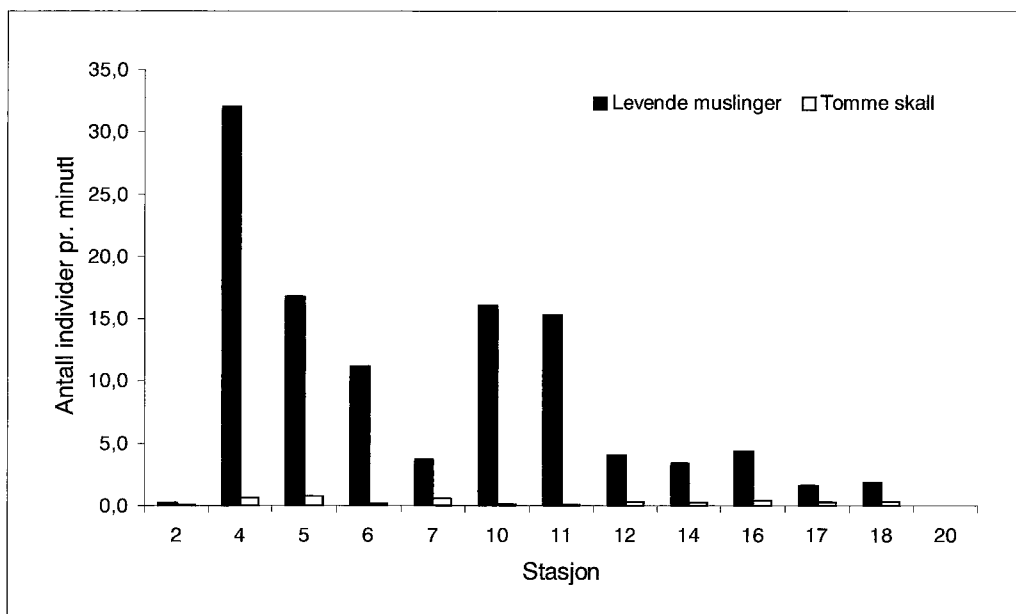
Figur 14

Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hoenselva basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²). Jf. vedlegg 2.



Figur 15

Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hoenselva basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. vedlegg 2.



Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Hoenselva fra Vesledam til Varlo er beregnet til ca 34.000 m² basert på en elvelengde på 6,8 km og en gjennomsnittlig bredde på 5,0 m. Med en gjennomsnittlig tetthet på 2,18 muslinger pr. m² på strekningen, gir dette en total bestand på over 74.000 elvemusling i Hoenselva. Sannsynligvis kan dette estimatet være for lavt da ca 20 % av muslingene er helt eller nær fullstendig nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon (Bergengren 2000). Legger vi dette til grunn får vi et korrigert estimat på nær 94.000 elvemusling i Hoenselva.

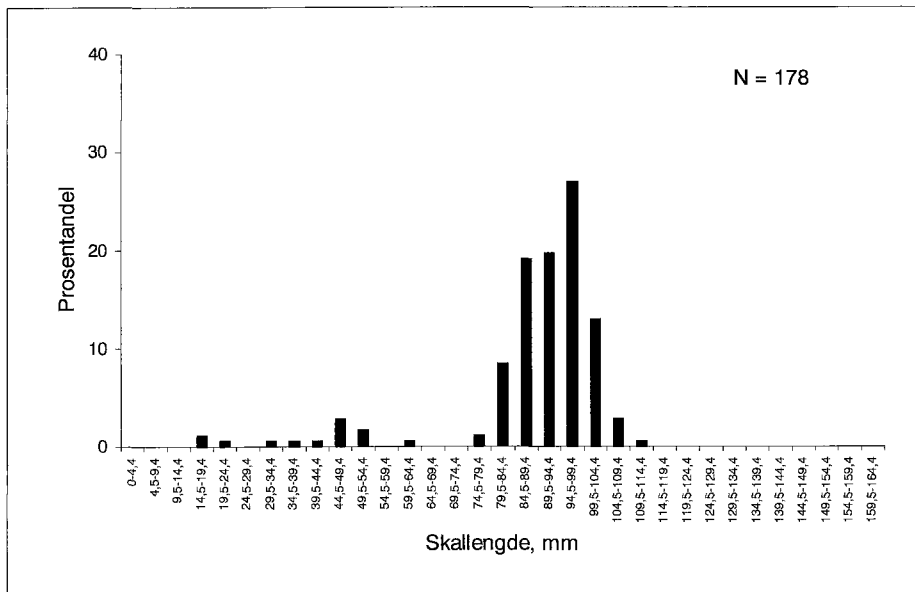
Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 18 til 110 mm hos levende elvemusling i Hoenselva. Majoriteten av muslinger var mellom 85 og 100 mm (**figur 16**), og gjennomsnittslengden var 89 mm (N = 178; SD = 16). De minste individene ble funnet i øvre del av vassdraget (Bermingrud), men det var enkelte individer mindre enn 50 mm også ved Fossum. I nedre del av vassdraget derimot ble det bare funnet individer større enn 80 mm (**figur 17**). Det var til sammen 11 individer som var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde 6,2 % av de lengdemålte individene, men av disse var bare to individer (1,1 %) mindre enn 20 mm. Dette tegner et bilde av en bestand med en svak rekruttering. Selv om enkelte små individer fortsatt kan påtreffes i Hoenselva er rekrutteringen begrenset til øvre del av vassdraget. Bestanden hadde en overvekt av gamle individer, og må som helhet betraktes som sårbar.

Tomme skall som ble funnet i Hoenselva varierte i lengde mellom 59 og 111 mm (**figur 18**) med et gjennomsnitt på 93 mm (N = 133; SD = 9). Det var lav tetthet av tomme skall i hele vassdraget, og dødeligheten var ikke påfallende høy noe sted. Hovedvekten av de tomme skallene var imidlertid bare ubetydelig større enn de levende muslingene. Foruten dødelighet på grunn av høy alder, kan liten vannføring være et problem i deler av vassdraget. I tørre år kan liten vannføring om vinteren føre til innfrysing i grunne partier.

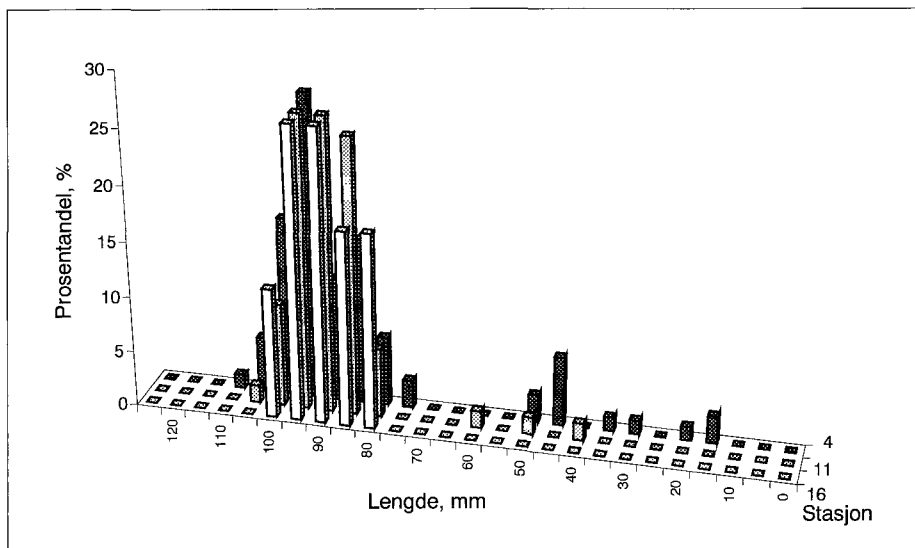
Alderssammensetning, reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Hoenselva i denne undersøkelsen. En vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 17-årsalder er utarbeidet tidligere (Larsen et al. 2002). Lengden til den minste muslingen var 17 mm, og alderen til denne ble antatt å være 6 år. Veksten var lineær fra muslingene var tre år til de var 17, og den årlige tilveksten var 4-6 mm.



Figur 16

Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hoenselva basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. vedlegg 2.



Figur 17

Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 4, 11 og 16 i Hoenselva i august 2001.

Det er en begrenset rekruttering til bestanden av elvemusling i Hoenselva. Det var bare 1 % av individene som var mindre enn 20 mm eller yngre enn 6-8 år, og 6 % av individene som var mindre enn 50 mm eller yngre enn 12-13 år i 2001. Muslingene er ca 80 mm når de er 20 år gamle i Hoenselva (se Larsen et al. 2002). Det var henholdsvis 18, 5 og 0 % av individene som var mindre enn 80 mm på stasjon 4, 11 og 16 (figur 17). Vi ser at det ikke har vært rekruttering til bestanden i nedre del i løpet av de siste 20 årene.

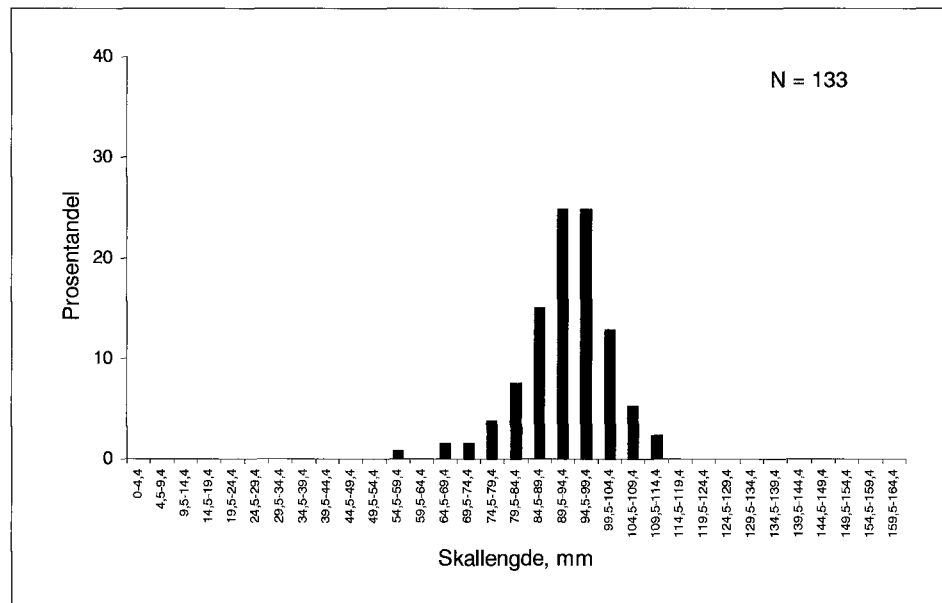
Det er tidligere undersøkt for mulig graviditet hos elvemusling i Hoenselva fra 1996 til 2000 (Larsen et al. 2002), og kontrollert på nytt i 2001 og 2002. De voksne individene reproduserte normalt, noe også undersøkelsene av muslinglarver på gjellene til ørret har bekreftet. Den årlige maksimale graviditetsfrekvensen var svært høy i Hoenselva, og alle eller nær alle

muslingene var gravide i 1997, 1998, 1999, 2001 og 2002 (tabell 6). I 1996 ble kontrollen av muslingene gjort for sent på høsten, og ingen av individene var gravide i begynnelsen av september. I 2000 hadde muslingene gytt allerede i begynnelsen av august, og bare enkelte individer på den ene av stasjonene var gravide (tabell 6). Ørretungene i Hoenselva var imidlertid infisert med et betydelig antall muslinglarver på samme tidspunkt (Larsen et al. 2002), og det er sannsynlig at graviditetsfrekvensen hadde vært like høy i 2000 som i de andre årene.

Referansemateriale

Det ble samlet inn et referansemateriale på 10 elvemusling fra Hoenselva i august 2001 slik det er foreslått i opplegget for overvåkingsundersøkelsene (Larsen et al. 2000a). Materialet er frosset og lagret for senere bearbeiding og framtidig analysing.

Figur 18
Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Hoenselva i august 2001.



Tabell 6. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Hoenselva i 1996-2001. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt. Data fra 1996-2000 er tatt fra Larsen et al. (2002).

År	Dato	Stasjon	L (± SD), mm	N	Graviditet %
1996	8.9.	4	94,3 ± 10,4	21	0
1997	3.8.	4	95,6 ± 5,5	20	100,0
1998	2.8.	4	93,4 ± 6,5	15	93,3
	2.8.	11	94,4 ± 3,5	15	100,0
1999	2.8.	4	94,1 ± 5,3	15	100,0
2000	2.8.	4	95,4 ± 4,5	15	0♣
	2.8.	11	98,9 ± 4,8	15	26,7
2001	2.8.	4	97,5 ± 6,2	20	95,0
	4.8.	11	93,3 ± 6,7	15	100,0
	3.8.	16	91,6 ± 6,5	15	86,7
2002	2.8.	4	98,3 ± 4,0	15	100,0

♣ Det ble påvist høy infeksjon av muslinglarver på gjellene til ørret

3.5 Oppsummering

Hoenselva hører med blant vassdragene som fortsatt har en god bestand av elvemusling (Larsen et al. 2002). Slike lokaliteter har høy verneverdi både lokalt og nasjonalt, men også i internasjonal sammenheng. I Hoenselva forekommer elvemusling i elva mellom utløpet av Vesledam og ned til Haugen ved samløpet med Kåsabekken. Dette er en ca 6,2 km lang elvestrekning. Med en gjennomsnittlig tetthet på 2,18 muslinger pr. m², gir dette en total bestand på noe over 74.000 elvemusling i Hoenselva i 2001. Selv om estimatet er unøyaktig gir det en bekreftelse på at det fortsatt er en stor bestand av elvemusling i vassdraget. I 1997 var tettheten 1,43 muslinger pr. m² basert på undersøkelser av 21 stasjoner i vassdraget (Larsen et al. 2002). Korrigerer vi dette estimatet til bare å gjelde de samme stasjonene som ble undersøkt i 2001 blir tettheten 1,97 individer pr. m² i 1997. Selv om tettheten var høyest i 2001, er forskjellen liten og skyldes sannsynligvis en bedre metodikk og en mer systematisk gjennomføring av tellingene i 2001. Dette medførte for eksempel at flere små muslinger ble observert. Dette ser vi også ved at gjennomsnittslengden var lavere i 2001 sammenlignet med 1997. Det konkluderes derfor med at størrelsen på bestanden var om lag den samme ved de to tellingene (jf. figur 19), men at undersøkelsene var mer nøyaktige i 2001 og flere små muslinger inngår i tellingene.

Det er ikke klarlagt hvordan en livskraftig bestand bør se ut (Young et al. 2001). 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. Disse aldersgrenser tilsvarer grovt sett en skallengde på henholdsvis 80 og 35-40 mm i Hoenselva. Utfra dette må framtidsutsiktene for elvemuslingen i Hoenselva betegnes som usikker, og bestanden kan ikke uten videre karakteriseres som livskraftig. Andelen individer yngre enn 20 år er for lavt til det, men det positive er forekomsten av individer yngre enn 10 år. Det er imidlertid store forskjeller innad i Hoenselva. I øvre del av vassdraget var andelen muslinger yngre enn 20 år nesten 20 %, og er nær det som kan forventes i en livskraftig bestand. I nedre del derimot var det ingen individer yngre enn 20 år, og bestanden står i fare for å forsvinne.

Ørret er vertsfisk for elvemuslingen i Hoenselva. En god ørretbestand er derfor også en forutsetning for å opprettholde en god muslingbestand. Det finnes lite data om fisketetthet i Hoenselva, men inntrykket er at tettheten av ørret er lav i hele vassdraget. Dette skyldes i noen grad utsettinger av ensomrige laksunger (0+) i Hoenselva, og tettheten av laksunger kan være større enn 170 individer pr. 100 m² på enkelte lokaliteter. Det er ikke funnet muslinglarver som kapsler seg inn og gjennomfører en normal utvikling på laksungene i Hoenselva (Larsen et al. 2002). Det ble bare undersøkt tre ørretunger i 2001, men alle disse var infiserte. Tidligere er det vist at 62 % av ørretungelen, 35 % av ett-årige ørretunger og 11 % av to-årige ørretunger er infisert i Hoenselva (Larsen et al. 2002). Det ble funnet ørret med mer enn 1500 muslinglarver. Tettheten av ett-årig ungfisk (1+) må være større enn 5 individer

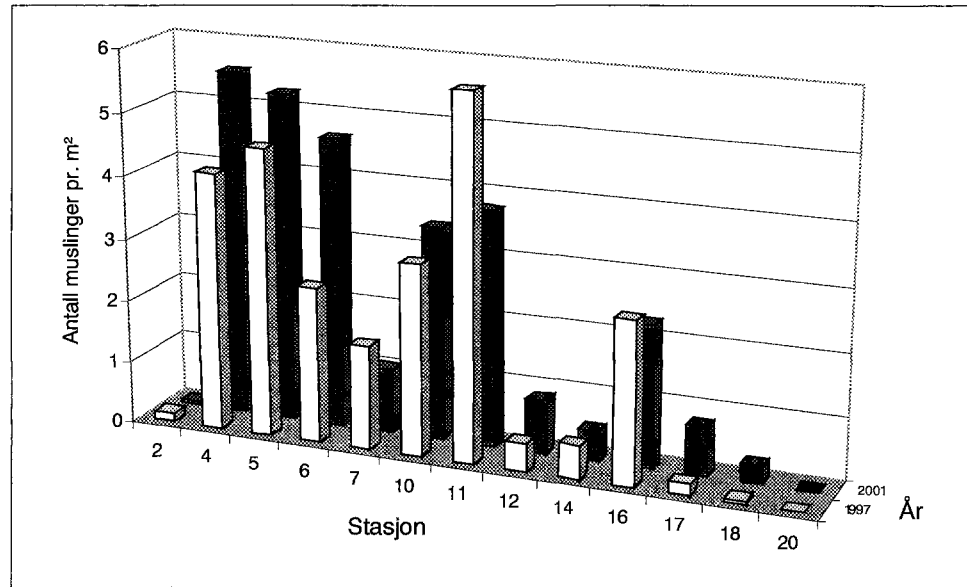
pr. 100 m² i mai/juni når glochidiene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov et al. 1994). I forhold til det som er observert i Hoenselva kan mangel på vertsfisk være en faktor som er med på å begrense rekrutteringen.

Episoder med perlefiske er ikke kjent fra Hoenselva, og dette har neppe vært noen trussel mot bestanden i vassdraget. Liten vannføring kan i noen tilfeller begrense utbredelsen i de grunneste partiene av elveløpet, og innfrysing kan være et problem i kalde vintre. Hogst helt ned til elveløpet kan øke faren for graving i elvekanten og økt erosjon som fører mer finpartikulært materiale til vassdraget (nedslamming av elvebunnen). Lekkasje av næringsstoffene nitrogen og fosfor samt utslipp av organisk stoff som havner i vassdraget, er også av de ting som virker negativt på vannkvaliteten. De unge muslingene er avhengig av god vanngjennomstrømming i substratet, og kan bare overleve i sedimenter med lavt innhold av organisk materiale (Bauer 1988). Det er liten belastning av næringsstoff i øvre del av Hoenselva, og det er antatt at det er et nært samsvar med funnet av små muslinger ved Bermingrud, lavt nitratinnhold og moderat turbiditet. I nedre deler av Hoenselva derimot er næringstilførselen samt tilførsel av jord- og leirpartikler betydelig høyere.

Vi vil foreslå at Hoenselva fortsatt bør inngå blant vassdragene i overvåkingen av elvemusling i Norge. Vassdraget har en moderat stor bestand, og det ble påvist muslinger mindre enn 20 mm. På tross av dette er status usikker da andelen muslinger yngre enn 20 år er for liten til at bestanden kan karakteriseres som livskraftig. Lokaliteten ligger med øvre del i et typisk skogsområde, men med store jordbruksområder langs vassdragets nedre del. Dette gir en tydelig gradient i vannkjemiske parametere som er med å bestemme utbredelse og rekruttering innad i vassdraget. En reduksjon i næringstilførsel og en økning i bestanden av ørret vil på sikt kunne gi seg utslag i en større andel små muslinger også i midtre og nedre deler av vassdraget.

Senere undersøkelser i Hoenselva begrenses fortsatt til vassdraget mellom Himsjø og Varlo, og alle stasjoner knyttet til elvemusling og fisk legges til denne strekningen. Stasjonsnettet for elvemusling kan opprettholdes uforandret, eller man kan velge å gjøre et utvalg av de 13 stasjonene. Det bør i midlertid gjennomføres et elfiske på fem stasjoner i vassdraget for å bestemme fisketetthet og fordeling mellom laks og ørret. De samme stasjonene benyttes også til innsamling av ørret for undersøkelse av prevalens og intensitet av muslinglarver på gjellene.

Figur 19
Tetthet av levende elvemusling på
13 stasjoner i Hoenselva i 1997 og
2001.



4 Enningdalselva, Østfold (vassdragsnr. 001.1Z)

Bjørn Mejdell Larsen, Leif R. Karlsen¹ & Jan-Erik Eggen¹

¹Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen, Postboks 325, 1501 Moss

4.1 Innledning

Enningdalselva er ett av vassdragene i Verneplan IV (NOU 1991), og Enningdalselva har meget store verneverdier i landsammenheng. Vassdraget har en rik fiskefauna, og mer enn 120 arter virvelløse ferskvannsdyr er identifisert i Enningdalselva nedstrøms Bullaresjön (Afzelius & Hardeng 1995). En av disse artene er elvemusling, som er rødlistet og sterkt truet eller sårbar i hele Europa.

De første opplysningene om elvemusling i Enningdalselva stammer fra begynnelsen av 1800-tallet. Laksefisket på Berby var meget viktig på denne tiden, og "i elven fisket man ogsaa dengang perler" (Bakke 1915). Ett av Oslos gullsmedfirmaer opplyste i 1890 at det i de siste 55 år hadde kjøpt inn norske perler for ca 1000 kr årlig (Taranger 1890). Perlene ble fisket bl.a. i Berbyelven ved Fredrikshald som er nevnt blant flere andre lokaliteter. Noen hundre meter fra elva under en steinhelle finnes fortsatt hauger med tomme skall som vitner om tidligere tiders perlefiske (Fredrikstad Blad 24. desember 1996). I nyere tid har vi liten eller ingen opplysninger om elvemuslingen i vassdraget med unntak av en svensk undersøkelse fra Göteborgs og Bohus län som undersøkte en lokalitet i Enningdalselva på norsk side (Eriksson et al. 1986). Elvemuslingen fantes tidligere også på svensk side i Långevallsälven (mellom Norra og Södra Bullaresjön), Kynne älv, Sögårdsbäcken og Torpbäcken, men forsvant med sannsynlig årsak i økende forsuring. Elvemusling nevnes i mange rapporter og beskrivelser fra vassdraget, men opplysninger om bestandsstørrelse, tetthet og annet mangler (bl.a. Hardeng 1982, Afzelius & Hardeng 1995). Kunnskapen om arten i Enningdalselva var mangelfull inntil Fylkesmannen i Østfold tok initiativet til å gjennomføre undersøkelser sommeren 1996 for å beskrive utbredelse, tetthet og lengdefordeling av elvemusling i vassdraget (Larsen & Karlsen 1997). Elvemusling ble funnet på strekningen fra utløpet av Norra Bullaresjön til utløpet av Ørbekken der Enningdalselva blir brakkvannspåvirket. Det var få individer på strekningen mellom Kirkevatnet og Mjølnerødfossen, og det var en strekning på ca 1,5 km i dette området der arten ikke ble påvist. Populasjonen telte minst 170.000 individer, og de yngste individene som ble observert var 10-14 år i 1996. Dette referansematerialet danner et grunnlag som det var naturlig å følge videre i det nasjonale overvåkingsprogrammet.

4.2 Område

Enningdalselva har sine kilder fra Nordre (173 m o.h.) og Søre Boksjø (166 m o.h.) i Aremark og Halden kommuner på grensa mot Sverige. Fra Boksjøene heter elva Hallerudelva sørover til

Kornsjøene (141-134 m o.h.) før den renner vestover som Kynne älv ned til Södra Bullaresjön (44 m o.h.) og Norra Bullaresjön (38 m o.h.). Utløpet av N. Bullaresjön danner riksgrensen mot Sverige ved Holtet før vassdraget i sin helhet går inn i Norge. Elva heter nå Enningdalselva videre ned til utløpet i Iddefjorden - en strekning på nær 14 km som inkluderer de to innsjøene Kirkevatnet (37 m o.h.) og Rødsvatnet (17 m o.h.). Den egentlige elvestrekningen er i underkant av 11 km, og er det som inngår i denne undersøkelsen (figur 20). Elva har et fall på 20 m på den ca 5 km lange strekningen mellom Kirkevatnet og Rødsvatnet. Fra Rødsvatnet ned til Ørbekken blir fallet 17 m på 2,5 km slik at elva har større vannhastighet og er langt striere på den nedre delen ved Berby.

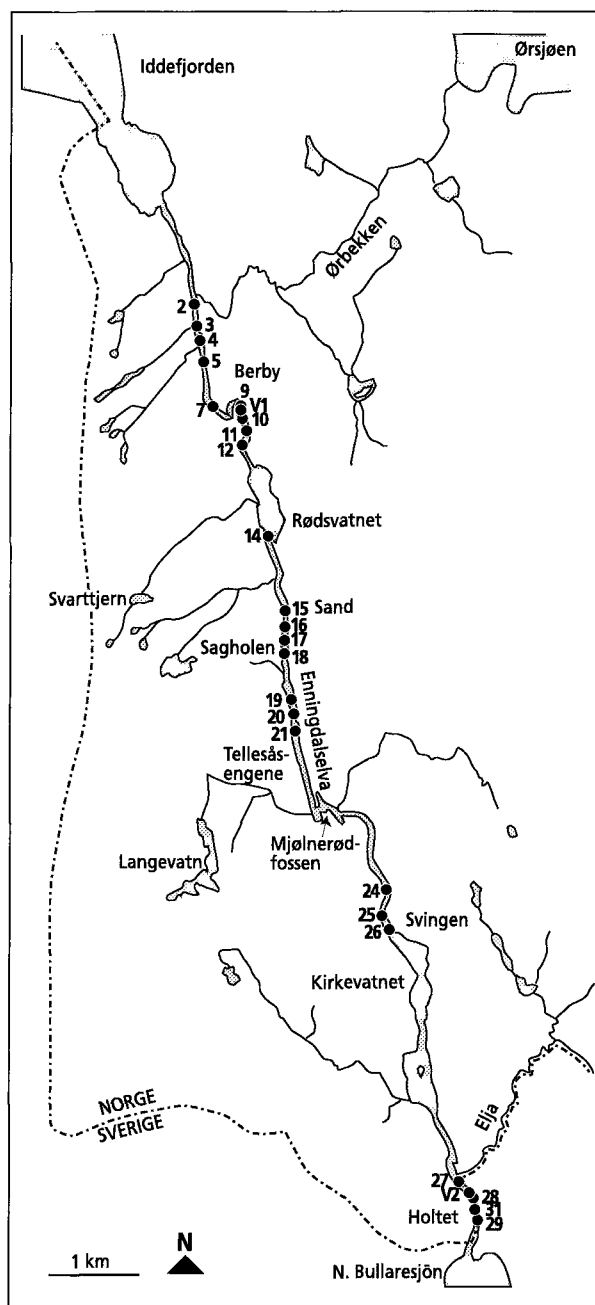
Landskapet er småkupert skogsterreng i øvre deler og kulturlandskap med gårdsbebyggelse i Enningdalen. Nedbørsfeltet preges av barskog med innslag av løvskog (ca 70 %), overveiende sure næringsfattige vatn (11 %), myr (11 %) og dyrket mark (ca 8 %) (Olofsson 1986 i Afzelius & Hardeng 1995). Særlig i de nedre deler forekommer det frodig løvskog langs elva.

Forsuring og redusert bufferkapasitet har vært et problem i mange av innsjøene i nedslagsfeltet. I Nordre og Søre Boksjø var for eksempel pH lavere enn 5,0 i det minste fra 1950-tallet og fram til 1980-tallet da kalking ble satt i gang (se Larsen & Karlsen 1997). Utviklingen i Kornsjøene gikk også i løpet av 1970-tallet mot en mer markert forsuring (Fiskeristyrelsen & Statens naturvårdsverk 1979), og kalkes nå regelmessig.

Den store tilførselen av surt vann fra Boksjø-Kornsjø-systemet påvirket også vannkvaliteten i Bullaresjön. Der viste prøvetaking at bufferkapasiteten gjennom hele 1970-tallet minket suksessivt, og pH sank fra et aritmetisk årsgjennomsnitt på 6,42 i 1972 til 6,00 i 1977 på utløpet av Norra Bullaresjön (www.ma.slu.se/db.html).

Enningdalselva har inngått i en vannkjemisk overvåking av de større elvene i Østfold, og det finnes opplysninger fra 1991, og årlig fra 1995 på en eller flere stasjoner (Løvstad 1994; 1999, Fylkesmannen i Østfold upubl. materiale). Vannkvaliteten i de nedre deler av vassdraget preges generelt av høy pH og god bufferkapasitet på grunn av store marine avsetninger, leire og skjellsandbanker (Rekstad 1931). Det har vært en positiv utvikling i Enningdalselva i årene etter kalking av de store innsjøene i nedslagsfeltet. pH varierte i 1995-96 mellom 6,6 og 7,3 (Fylkesmannen i Østfold upubl. materiale), og vassdraget hadde en god og stabil vannkvalitet fra Holtet til utløpet i sjøen (Larsen & Karlsen 1997).

I Södra Bullaresjön har det vært drevet et kommersielt oppdrettсанlegg for regnbueørret. Dette anlegget tilførte store mengder næringsstoff til innsjøen gjennom hele 1980-tallet, og årsgjennomsnittet for mengde total fosfor var så mye som 44 µg/l i 1986 (se figur 4 i Larsen & Karlsen 1997). Det var en bedring i vannkvaliteten mot midten av 1990-tallet, og mengden fosfor nærmet seg igjen situasjonen slik den var på begynnelsen av 1970-tallet. Årsgjennomsnittet for mengde total nitrogen var også høyt i Södra Bullaresjön i 1986 og 1987 med henholdsvis 947 µg/l og 974 µg/l. Verdiene i Södra Bullaresjön varierte mer



Figur 20
Enningdalselva med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (2-31), ungfisk og vannkjemi (V1 og V2) i 2001.

og var betydelig høyere sammenlignet med Norra Bullaresjön. Likevel var tilførselen av næringsstoffer høyere enn forventet ved utløpet av N. Bullaresjön, og ga forhøyede verdier i Enningdalselva på 1980-tallet. Enningdalselva fikk store begroingsproblemer, som gikk ut over gyte plassene for anadrom fisk og bestanden av elvemusling (Brev av 12.07.94 fra Fylkesmannen i Østfold til Direktoratet for naturforvaltning). Årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor og total nitrogen varierte mellom henholdsvis 9 og 17 $\mu\text{g/l}$ og 539 og 665 $\mu\text{g/l}$ ved utløpet av Enningdalselva i årene 1995-2001 (Løvstad 1999, Fylkesmannen i Østfold upubl. materiale). Dette tilsvarer fortsatt en tilførsel av næringsstoff som ligger over det ønskelige, og vannkvaliteten klassifiseres som "mindre god" (jf. Andersen et al. 1997).

Hovedvassdragets nedre deler og Indre Iddefjord har en rik fiskefauna med 20 ferskvannstilknyttede arter (bl.a. Afzelius & Hardeng 1995). Størst allmenn interesse er knyttet til forekomsten av laks og ørret. Enningdalselva er en middels god lakseelv, og det tas årlig mellom 500 og 1000 kg laks på stang i elva. På 1990-tallet ble det årlig satt ut mellom 50.000 og 100.000 laksyngel jevnt fordelt mellom svenskegrensa og utløpet i fjorden (T. Towsen pers. medd.). Fra 1996 ble det ikke lenger tatt ut stamfisk, og all laksyngel i 1997 og senere er et resultat av naturlig rekruttering.

4.3 Metode

For en beskrivelse av den generelle metodikken som benyttes i forbindelse med overvåking av elvemusling henvises det til Larsen et al. (2000a).

Feltarbeidet i Enningdalselva ble gjennomført 20.-25. august, 10. og 21. september, 8. og 19. oktober og 28. november 2001 på moderat lav vannføring i august og september, men noe høyere vannføring ved innsamlingen av fisk og elvemusling i oktober og november. I tillegg er det samlet inn fisk 13. april 2000 og 11. mai 2001 som også inkluderes i rapporten.

Enningdalselva er delt inn i fem strekninger (Larsen & Karlsen 1997):

- Strekning 0: Iddefjorden til Ørbekken (brakkvannsområde) - 1250 m
- Strekning 1 (stasjon 2-12): Utløpet av Rødsvatnet til Ørbekken - 2600 m
- Strekning 2 (stasjon 14-21): Mjølnerødfossen til innløp Rødsvatnet - 3250 m
- Strekning 3 (stasjon 24-26): Utløp Kirkevatnet til Mjølnerødfossen - 1950 m
- Strekning 4 (stasjon 27-31): Utløpet av N. Bullaresjön til innløp Kirkevatnet - 1800 m

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver fra to stasjoner i Enningdalselva (Berby, stasjon V1 og Holtet, stasjon V2, figur 20) i august og oktober 2001. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA.

Tetthet av fiskeunger ble ikke undersøkt i forbindelse med overvåkingen av elvemusling, da det foreligger data fra ungfiskundersøkelser i 1997, 1999, 2000 og 2001 (Saltveit 1998; 2002) som refereres i denne rapporten. Det ble hvert år undersøkt 12 stasjoner på til sammen mellom 1500 og 2500 m² fordelt langs hele elvestrengen.

Det er samlet inn fisk fra tre områder i Enningdalselva for kontroll av antall muslinglarver på fiskens gjeller: Berby, Sagholen og Holtet (**figur 20**). Det ble tatt vare på et mindre antall laksyngel eller eldre laksunger fra hvert område. Disse ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt. Ørret var vanskeligere å fange, og bare et svært lite materiale foreligger. Det ble heller ikke fanget laks på alle de tre stasjonene ved hver innsamling, men dette kom i noen grad av for stor vannføring og problemer med å gjennomføre et forsvarlig elfiske.

All fisk ble senere undersøkt under lupe på laboratoriet med hensyn til forekomst av muslinglarver. 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 et al. (1982).

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling er gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble valgt ut 24 stasjoner i Enningdalselva som ble undersøkt med varierende grad av nøyaktighet i august (**figur 20**). På 15 av stasjonene ble det undersøkt en avgrenset flate på 100 m² (10 x 10 m). Flatene ble lagt langs den ene elvebredden og om lag halvveis ut i elveløpet. Flatene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger. Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr). Telling i hele transekter ble forsøkt i 1996, men det var vanskelig å gjennomføre med stor nok nøyaktighet da vassdraget er 20-30 m bredt. Den generelle metoden for transektelling ble derfor fraveket i Enningdalselva.

I tillegg til flatetelling ble det gjennomført to tidsbegrensede telling av 15 minutters varighet ("fritelling") på hver av de 15 stasjonene fordelt med en telling ovenfor og en telling nedenfor arealet. Det ble i tillegg gjennomført fritelling av 15-30 minutters varighet på ytterligere ni stasjoner i vassdraget. Innsjøene inngikk ikke i undersøkelsesområdet. Også en ca 2 km lang elvestrekning ved Mjølnærødfossen og deler av vassdraget ovenfor Rødsvatnet var stilleflytende med dype partier, og ble utelatt.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling på tre stasjoner (stasjon 5, 17 og 28). På hver stasjon ble alle individer innenfor et nærmere definert areal (transekt eller ramme) plukket opp. Området ble undersøkt detaljert ved at steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet. Det ble gjennomført henholdsvis 3, 10 og 15 m² på stasjon 5, 17 og 28 på denne måten, og det ble samlet inn 228 elvemusling til sammen. Alle levende elvemuslinger ble målt med skyvelære

til nærmeste 0,1 millimeter før de ble satt tilbake i substratet. I tillegg ble det lengdemålt tomme muslingskall som ble samlet inn spredt langs hele vassdraget (stasjon 2-28, N = 242).

Hos unge individer er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov et al. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. Aldersbestemmelse ble foretatt på 11 muslinger i 2001 fordelt med 10 individer fra stasjon 5 (strekning 1) og ett individ fra stasjon 28 (strekning 4). For individer som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm. I tillegg er det inkludert 18 individer som ble samlet inn på strekning 1 og 2 i Enningdalselva i juli 1996 (se Larsen & Karlsen 1997).

Fra august til oktober 2001 ble muslinger undersøkt med hensyn til "graviditet" på tre lokaliteter i Enningdalselva (Berby, Sagholen og Holtet). Dette ble enten gjort ved å åpne skallene forsiktig og undersøke gjellene i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingene ble satt tilbake i substratet, eller det ble gjort en tilfeldig innsamling av levende muslinger som ble frosset og undersøkt på laboratoriet ved en senere anledning.

4.4 Resultater

4.4.1 Vannkvalitet

Enningdalselva har en relativt stabil vannkvalitet og ingen forureningsproblemer ble avdekket i 2001 i denne undersøkelsen (**tabell 7**), eller ved annen overvåking som foregår i vassdraget (www.ma.slu.se/db.html). pH-verdier målt i øvre og nedre del var henholdsvis 6,8 og 6,7 i gjennomsnitt i 2001. Dette gjenspeiler seg også i moderat høy alkalitet og relativt høy konsentrasjon av kalsium som har gjennomsnittsverdier på henholdsvis 111-119 µekv/l og 3,17-3,28 mg/l.

Enningdalselva hadde en relativt høy vannfarge med et gjennomsnitt på henholdsvis 54 og 70 mg Pt/l ved Holtet og Berby i 2001 (**tabell 7**). Dette skyldes vesentlig humussyrer hovedsakelig fra naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedslagsfeltet. Elva har i perioder moderat høy turbiditet med verdier som er større enn 1,5 FTU. 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, og det varierer om turbiditeten er høyest ved Holtet eller ved Berby.

Fosfor og nitrogen er de vanligste næringsstoffene som tilføres vassdraget enten naturlig fra skog, myr og utmark eller som utslipp fra industri, landbruk og bosetting. Nitratinnholdet varierte mellom 129 og 231 µg/l i 2001, og var noe lavere enn i 1996 da nitratinnholdet varierte mellom 202 og 252 µg/l. Totalt nitrogeninnhold, som også omfatter ammonium, nitritt og organisk bundet nitrogen, var til sammenligning 385-980 µg/l nederst i vassdraget i 1995-96 (Fylkesmannen i Østfold upubl. materiale). Konsentrasjonen av total nitrogen var høy (Løvstad 1994), og

faller inn under vannkvalitetsklasse "nokså dårlig" til "dårlig" i henhold til klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens forurensningstilsyn (se Andersen et al. 1997). Det er en tendens til at tilførselen av næringsstoff har avtatt i de siste årene.

Konsentrasjonen av total fosfor var henholdsvis 5,6 og 9,1 $\mu\text{g/l}$ i gjennomsnitt ved Holtet og Berby i 2001 (tabell 7). I 1995 og 1996 var gjennomsnittsverdien ca 12 $\mu\text{g/l}$ nederst i vassdraget (Fylkesmannen i Østfold upubl. materiale). Dette tilsvarer en overgang fra vannkvalitetsklasse "nokså dårlig" i 1995-96 til "ganske god" i 2001.

4.4.2 Ungfisk

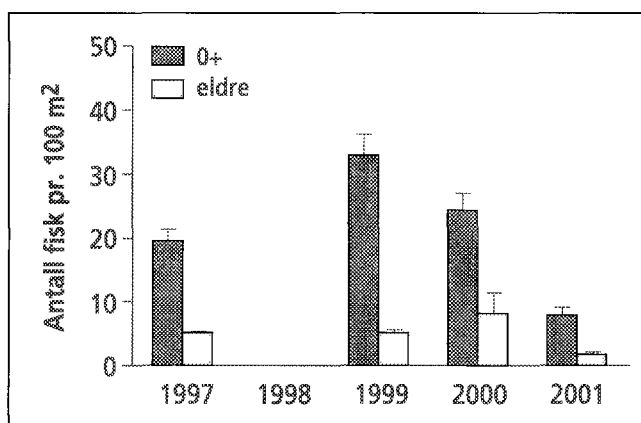
Ungfisktetthet og vekst

Laks er dominerende fiskeart i Enningdalselva (Bruun 1989, Dervo 1990, Saltveit 1998; 2002). Laks forekom i lav til moderat høy tetthet i Enningdalselva i 1997-2001 (Saltveit 2002). Den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel (0+) varierte mellom 8 (2001) og 33 (1999) individer pr. 100 m^2 , mens tettheten av ett-årige laksunger (1+) var mellom 2 (2001) og 8 (2000) individer (figur 21). Høyeste tetthet av årsyngel og ett-årige laksunger ble funnet på strekningen Tellesåsengene-Sand i 1997. Antall laksunger var høyere ved Svingen enn den var ved Berby både i 1989 og 1997 (Dervo 1990, Saltveit 1998).

Veksten til laksungene i Enningdalselva er svært god. Laksyngelen var i gjennomsnitt 67-76 mm lange i 1997-2001 (Saltveit 2002). Ett-årige laksunger var større enn 110 mm, med en gjennomsnittslengde på 135-138 mm. I begynnelsen av oktober 2001 var lengden av laksyngel og ett-årige laksunger henholdsvis 73 mm (N = 15) og 137 mm (N = 11) ved Berby. Laksungene hadde bedre vekst ved Holtet (jf. Saltveit 1998) og lengden av 0+ og 1+ laks var henholdsvis 80 mm (N = 12) og 159 mm (N = 8) i begynnelsen av oktober 2001.

Den totale tettheten av ørret (alle årsklasser) ble estimert til ett individ pr. 100 m^2 i 1997 (Saltveit 1998). Dette var likevel den høyeste tettheten av ørret som ble beregnet i perioden 1997-2001 (Saltveit 2002). Det var størst tetthet av ørretyngel på en av stasjonene ved Holtet. Ørretyngelen var mellom 65 og 80 mm lange med et gjennomsnitt på 74 mm i 1997 (Saltveit 1998). Eldre ørret bestod av fisk fra 11 til 24 cm.

I tillegg til laks og ørret ble det også påvist laue, ørekyte, mort, gullbust, vederbuk, ål, abbor, hork og gjedde ved elfiske i vassdraget i 1997 (Saltveit 1998). I oktober 2001 ble det fanget ørekyte, ål, abbor, hork, gjedde og laue på stasjonene ved Holtet og Berby.



Figur 21

Gjennomsnittlig tetthet av laksyngel (0+) og eldre laksunger ($\geq 1+$) på strykstrekninger i Enningdalselva høsten 1997 og 1999-2001. Fra Saltveit (2002).

Muslinglarver på gjellene

I begynnelsen av oktober 2001 ble det funnet muslinglarver på alle laksungene ved Berby (tabell 8). Samtidig ble det også funnet muslinglarver på en hork og to laue. Elvemuslingene hadde bare så vidt begynt gytingen og alle muslinglarvene var ikke kapslet inn. De ville med stor sannsynlighet falle av etter

Tabell 7. Vannkvaliteten i Enningdalselva i 2001 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
Berby												
24.08.01	1,65	65	51,1	6,65	107	3,03	4,82	7,44	129	9,2	157	0
08.10.01	2,21	74	56,7	6,78	131	3,52	5,13	7,69	204	9,0	185	3
Gj.snitt	1,93	70	53,9	6,72	119	3,28	4,98	7,57	167	9,1	171	2
Holtet												
24.08.01	0,97	51	52,7	6,84	111	3,17	4,74	7,47	173	6,0	97	2
08.10.01	2,25	57	53,1	6,77	110	3,16	5,18	7,89	231	5,2	122	3
Gj.snitt	1,61	54	52,9	6,81	111	3,17	4,96	7,68	202	5,6	110	3

kort tid på hork og laue. På laksungene derimot økte antallet muslinglarver utover høsten, og i slutten av november 2001 var det henholdsvis 73 og 114 individer i gjennomsnitt på 0+ og 1+ laks. Det forventes at en del av muslinglarvene faller av i løpet av vinteren eller våren (jf. Larsen & Hårsaker 2001). Det var likevel flere laksunger som hadde mistet alle muslinglarvene på gjellene enn forventet ved Berby våren 2000 og 2001. Det er liten forskjell mellom de to årene, og samlet finner vi at 41 % av de ett-årige laksungene og 18 % av de to-årige laksungene var infisert. Det var i gjennomsnitt bare 10 muslinglarver på de ett-årige laksungene. Størst antall på en enkelt fisk var 86 muslinglarver. Det var to to-årige laksunger som var infisert med henholdsvis 2 og 584 muslinglarver. Det var lite ørret ved Berby, og bare to individer er undersøkt i mai 2001. Ingen av disse hadde muslinglarver på gjellene.

Mellom Mjølnerødfossen og Rødsvatnet ble det ikke funnet muslinglarver på laks i mai eller oktober 2001 (tabell 8). Resultatet fra våren var noe overraskende, men antallet fisk som ble undersøkt var relativt lite. Ovenfor Rødsvatnet er antall muslinger lavt, og muligheten fisken har for å bli infisert blir dermed mindre enn den er ved Berby. I begynnelsen av oktober 2001 hadde ikke elvemuslingen sluppet larvene enda ved Sagholen. Gytingen var noe senere her sammenlignet med strekningen ved Berby (se avsnitt 4.4.3), og laksungene hadde ikke rukket å bli infisert på innsamlingstidspunktet.

Ingen av laksungene ved Holtet hadde muslinglarver på gjellene i april 2000 eller i oktober 2001. Det var få ørretunger i

området, og bare tre årsyngel (0+) og en ett-årig ørret ble fanget i oktober 2001. Det var muslinglarver på tre av ørretungene, men antall muslinglarver var lavt og 20 glochidier var høyeste antall på en enkelt fisk (tabell 8). Muslingene ved Holtet hadde gytt allerede i første halvdel av september (se avsnitt 4.4.3), og muslinglarvene var derfor ganske store i begynnelsen av oktober. Fravær av muslinglarver på laksungene kan tyde på at larvene har falt av etter kort tid og ikke utviklet seg på normal måte. Dette kan tyde på at muslinglarvene bare utvikler seg på ørret på strekningen ved Holtet. Dette innebærer i så fall at ørret er vertsfisk på strekning 4 mellom Kirkevatnet og N. Bullaresjøen, og at laks er vertsfisk på strekning 1 og 2 mellom Ørbekken og Mjølnerødfossen.

4.4.3 Elvemusling

Utbredelse

Elvemusling ble funnet på strekningen fra utløpet av Norra Bullaresjön til utløpet av Ørbekken der elva blir brakkvannspåvirket. Utbredelsen av elvemusling er imidlertid splittet opp av innsjøene Kirkevatnet og Rødsvatnet som til sammen utgjør ca 3 km av elvestrengen. I tillegg er Enningdalselva langsomtrennende over relativt lange strekninger med bunnsubstrat av grus, sand og mudder. Det er derfor svært få elvemuslinger på strekningen mellom Kirkevatnet og Mjølnerødfossen (strekning 3), og det er en sone på ca 1,5 km på denne strekningen der arten ikke er påvist (Larsen & Karlsen 1997). Dette gir en samlet strekning på ca 8,5 km der elvemusling kan påtreffes.

Tabell 8. Registreringer av muslinglarver på ungfisk av ørret og laks (gjellene på begge sider) i Enningdalselva i 2000 og 2001. 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.

Art	Strekning	Dato	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
Ørret	Berby	11.05.01	2+	2	0	0	0	0
	Holtet	08.10.01	0+	3	66,7	8,7 ± 10,3	13,0 ± 9,9	20
			1+	1	100,0	2,0	2,0	2
Laks	Berby	13.04.00	1+	21	38,1	1,1 ± 2,8	3,0 ± 4,1	13
			2+	7	14,3	83,4 ± 220,7	584,0	584
		11.05.01	1+	8	50,0	12,0 ± 30,0	24,0 ± 41,4	86
			2+	4	25,0	0,5 ± 1,0	2,0	2
			08.10.01	0+	10	100,0	14,9 ± 5,1	14,9 ± 5,1
		28.11.01	1+	8	100,0	41,6 ± 24,0	41,6 ± 24,0	81
	0+		5	80,0	58,2 ± 69,7	72,8 ± 71,2	172	
	1+		10	100,0	114,1 ± 288,8	114,1 ± 288,8	935	
	Sagholen	11.05.01	1+	7	0	0	0	0
			2+	1	0	0	0	0
		08.10.01	0+	10	0	0	0	0
1+			5	0	0	0	0	
Holtet	13.04.00	1+	12	0	0	0	0	
		08.10.01	0+	12	0	0	0	
	1+	8	0	0	0	0		

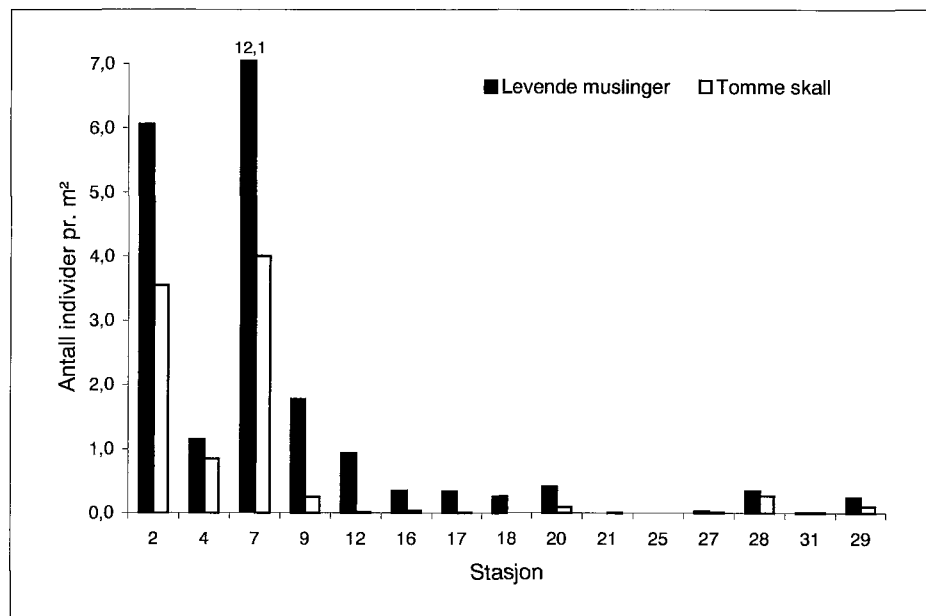
Elvemusling fantes tidligere også på svensk side i Långevallsälven (mellom Norra og Södra Bullaresjön), Kynne älv, Sögårdsbäcken og Torpbäcken (I. Olofsson pers. medd.). Årsaken til at muslingene forsvant var antagelig forsuringssituasjonen i området.

Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på 15 stasjoner (flater) mellom Ørbekken og Holtet var 1,60 individer pr. m² i 2001. Det var størst tetthet på stasjonene ved Berby nederst i vassdraget (stasjon 2-9) med opptil 12,1 individ pr. m² på stasjon 7 (figur 22, vedlegg 3). Dette ble bekreftet ved de tidsbegrensede tellingene ("fritelling") som ble gjennomført på de samme stasjonene, og tellinger på andre stasjoner på strekningen verifiserte resultatet (figur 23, vedlegg 3). Gjennomsnittlig tetthet av muslinger på strekningen nedenfor Rødsvatnet var 4,40 individer pr. m².

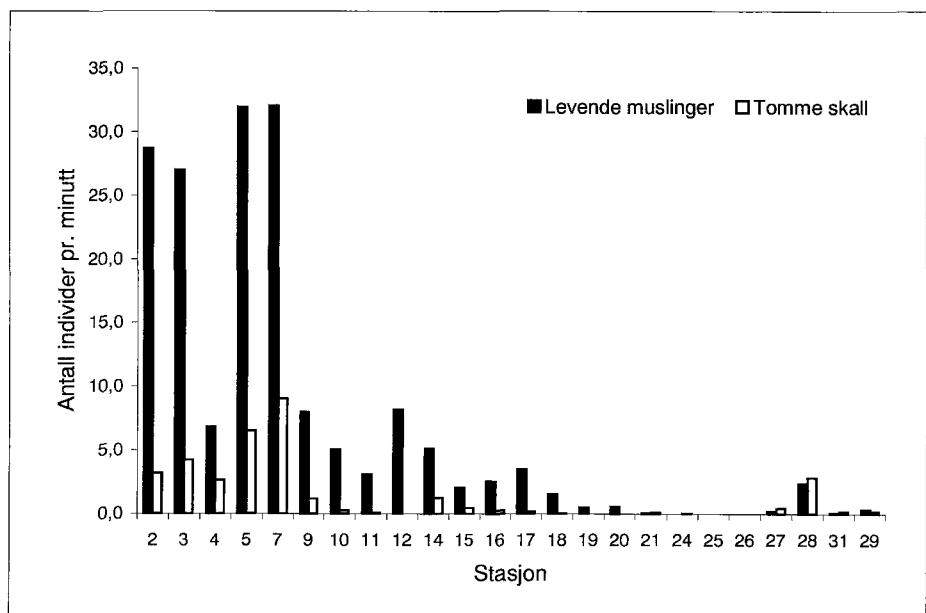
Figur 22

Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Enningdalselva basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²). Jf. vedlegg 3.



Figur 23

Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Enningdalselva basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. vedlegg 3.



Mellom Kirkevatnet og N. Bullaresjön er det derimot en liten bestand av elvemusling. Tettheten var høyest på stasjon 28 ved Holtet med 0,35 individer pr. m², men gjennomsnittlig tetthet på strekningen var bare 0,16 individer pr. m².

Det ble telt 8961 levende og døde elvemuslinger til sammen på strekningen ved Berby i 2001. Tomme skall utgjorde 20 % av antallet. Dette var en mindre økning i forhold til 1996 da andelen tomme skall var 16 % (Larsen & Karlsen 1997). Høy vannføring høsten 2000 har sannsynligvis medført graving i elveløpet, og muslinger kan i enkelte områder ha løsnet fra bunnen og blitt ført av gårde med flomvannet. Ovenfor Berby ble det for eksempel funnet 550-600 tomme skall i et tørrlagt sideløp til elva i august 2001. Mange av muslingene sto i normal posisjon i substratet, og hadde ikke overlevd da vannet trakk seg tilbake gjennom våren og sommeren. Ikke alle skall som ble funnet i andre deler av elva var ferske, og antall tomme skall er et resultat av dødeligheten over flere år.

Ved Sagholen ble det telt 563 levende og døde elvemuslinger til sammen i 2001. Tomme skall utgjorde 10 % av antallet. Dette var en nedgang i forhold til 1996 da andelen var 18 %. Ved Holtet ble det telt 304 levende og døde elvemuslinger til sammen i 2001. Av dette var halvparten tomme skall. Dette var om lag samme andel som i 1996, og det kan se ut til at dødeligheten har vært høyere enn normalt på denne strekningen i flere år. I 1996 ble det antatt at en del av muslingene hadde frosset inne i isen om vinteren eller tørket ut ved lav vannføring om sommeren, idet enkelte individer fortsatt sto i substratet med rester av innmaten synlig.

Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal fra utløpet av N. Bullaresjön til Ørbekken er beregnet til 253.250 m² (Larsen & Karlsen 1997). Basert på gjennomsnittlig tetthet på 1,60 individer pr. m² gir dette en total bestand på mer enn 400.000 elvemusling i Enningdalselva (**tabell 9**). Dette estimatet er sannsynligvis noe høyt da tettheten av elvemusling er svært ujevnt fordelt innad i vassdraget, og store deler av arealet ikke er potensielt leveområde. Baserer vi i stedet estimatet på gjennomsnittlig tetthet av muslinger innenfor hver enkelt strekning og arealet for hver av strekningene får vi en totalbestand på nær 283.000 individer (**tabell 9**). Sannsynligvis må også dette estimatet korrigeres da ca 20 % av muslingene er helt eller nær fullstendig nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon (Bergengren 2000). Legger vi dette til grunn får vi et korrigert estimat på nær 360.000 elvemusling i Enningdalselva.

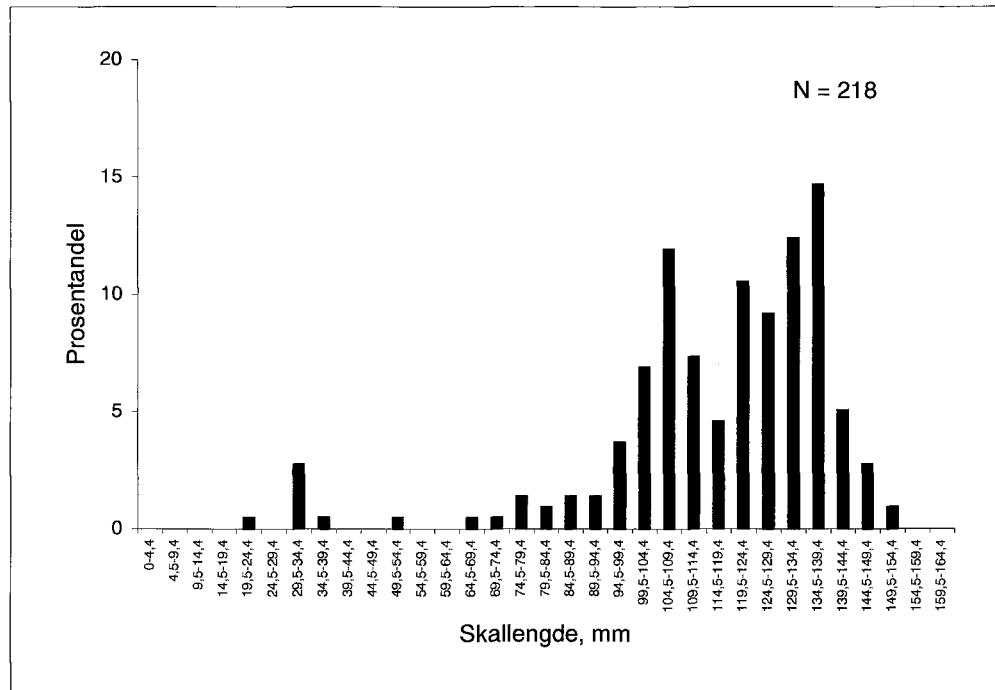
Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 24 til 152 mm hos levende elvemusling i Enningdalselva. Majoriteten av muslinger var 100-140 mm (**figur 24**), og gjennomsnittslengden var 117 mm (N = 218; SD = 24). Det ble funnet åtte individer som var mindre enn 50 mm i 2001, men ingen i 1996. Dette utgjorde 3,7 % av de lengdemålte individene i 2001. Ingen muslinger var mindre enn 20 mm. Det er to markerte toppler i lengdefordelingen som skyldes store vekstforskjeller innad i vassdraget (**figur 24**). På strekningene Rødsvatnet-Ørbekken og Mjølnerødfossen-Rødsvatnet var det størst innslag av individer mellom 120 og 140 mm (**figur 25**). Gjennomsnittslengden av levende elvemusling var henholdsvis 117 og 131 mm (**tabell 10**). På strekningen N. Bullaresjön-Kirkevatnet var de fleste individene mellom 100 og 115 mm (**figur 25**), og gjennomsnittslengden var 104 mm (**tabell 10**).

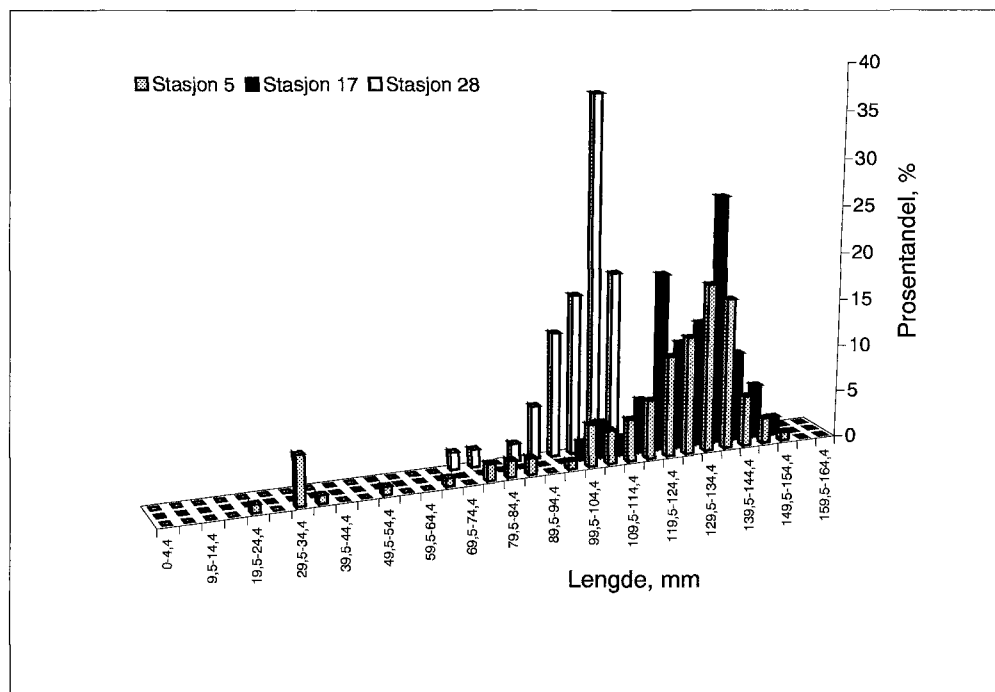
Tabell 9. Beregnet populasjonsstørrelse av elvemusling i Enningdalselva i 1996 og 2001 avrundet til nærmeste hele hundre. Mellom Mjølnerødfossen og Kirkevatnet (strekning 3) er det bare observert spredte individer, og det er usikkert om det er noen reell bestand på strekningen (angitt med + i tabellen).

År	Strekning	Areal, m ²	Gj.snitt tetthet pr. m ²	Antall elvemusling
1996	1	57 000	2,26	128 800
	2	83 750	0,15	12 600
	3	53 500	+	+
	4	59 000	0,47	27 700
	Sum			169 100
2001	1	57 000	4,40	250 800
	2	83 750	0,27	22 600
	3	53 500	+	+
	4	59 000	0,16	9 400
	Sum			282 800
1996	1-4	253 250	1,05	265 900
2001	1-4	253 250	1,60	405 200

Figur 24
Lengdefordeling av levende elvemusling fra Enningdalselva i august 2001.



Figur 25
En sammenligning av lengdefordeling av levende elvemusling fra stasjon 5 (strekning 1: Rødsvatnet - Ørbekken), stasjon 17 (strekning 2: Mjølnerødfossen - Rødsvatnet) og stasjon 28 (strekning 4: N. Bullaresjön - Kirkevatnet) i Enningdalselva i august 2001.



Tomme skall som ble funnet i Enningdalselva varierte i lengde mellom 87 og 155 mm (figur 26) med et gjennomsnitt på 117 mm (N = 242; SD = 15). De bekrefter den store vekstforskjellen det er på muslinger fra Holtet (strekning 4) sammenlignet med muslinger fra Berby (strekning 1).

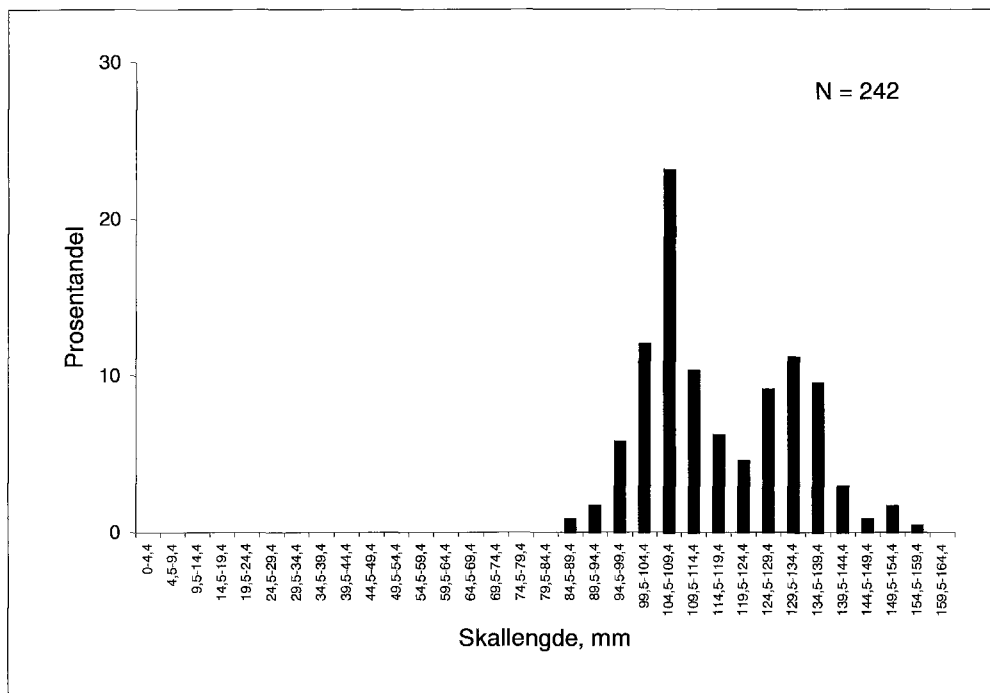
Alderssammensetning, reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Enningdalselva i denne undersøkelsen.

Men noen av de minste muslingene ble undersøkt, og ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 14-årsalder (figur 27). Den innerste delen av skallet ved umbo blir tidlig erodert hos elvemusling slik at de første vintersonene ikke lenger kan gjenfinnes i skallet. Det kan derfor være vanskelig å vite hvor mange vintersoner som skal legges til det antall som blir observert. Vekstkurver fra ulike elvemuslingpopulasjoner overestimerer veksten i de første leveårene (Buddensiek 1995).

Tabell 10. Gjennomsnittslengde (mm) og største og minste elvemusling (levende individer og tomme skall) funnet på de ulike strekningene i Enningdalselva i august 2001.

Strekning	1	2	4
Levende elvemusling			
Min	23,5	103,0	71,1
Maks	151,4	151,8	119,8
Gj.snitt ± SD	116,5 ± 29,4	130,6 ± 10,9	103,8 ± 8,4
N	112	53	53
Tomme skall elvemusling			
Min	87,3	97,8	89,1
Maks	154,9	141,6	124,0
Gj.snitt ± SD	129,4 ± 12,2	126,7 ± 9,8	105,7 ± 5,8
N	84	34	122



Figur 26

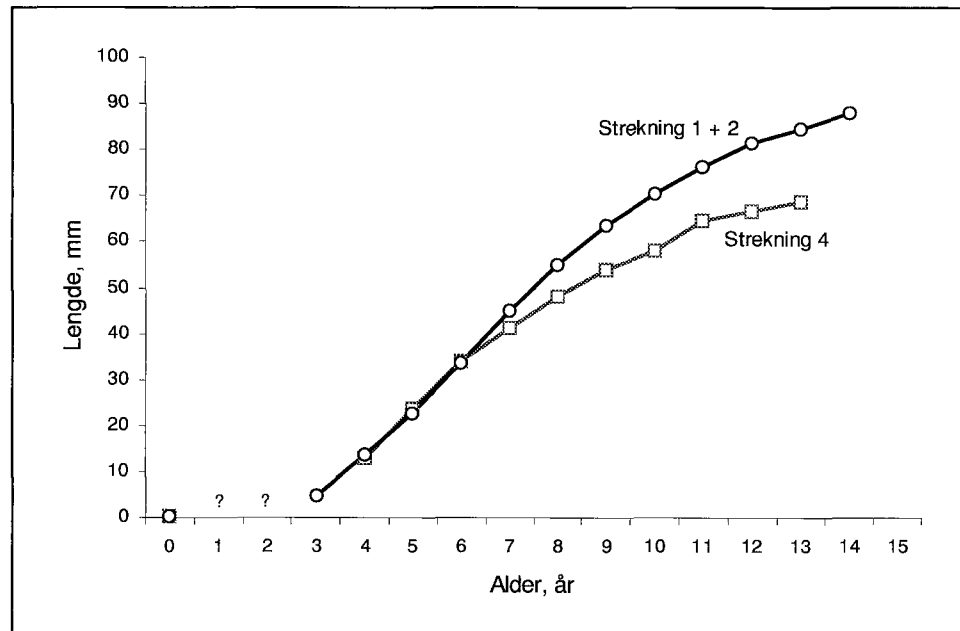
Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Enningdalselva i august 2001.

Gjennomsnittlig lengde etter første til fjerde leveår var henholdsvis 1, 3, 5 og 9 mm i Skottland (Buddensiek 1995). Flere yngre individer ble samlet inn i Enningdalselva i 2001 enn det som var tilgjengelig i materialet fra 1996. De innerste vintersoneene som kunne måles på skallet i 2001 var 4-6 mm lange. Legger vi til grunn at muslingene da er tre år gamle, skal vi altså legge til to vintersoner til det som ble observert på skallet. Vekstforløpet så ut til å være raskere i de første årene enn det som ble lagt til grunn i 1996. Dette gjør at alderen på muslingene fra 1996 skal korrigeres med ett år, og vekstkurven (figur 9 i Larsen & Karlsen 1997) skal forskyves ett år til venstre.

De minste muslingene i Enningdalselva hadde 5 vintersoner i skallet, og var 25-35 mm lange i august 2001. Gjennomsnittlig lengde for fem år gamle muslinger var 23 mm. Når muslingen er ca 50 mm er den mellom 7 og 8 år, og er 70 mm når den er 10 år ved Berby i Enningdalselva (figur 27). Antall muslinger som er yngre enn 10 år er imidlertid lite, og det er tvil om andelen er stor nok til å opprettholde tettheten av muslinger på lang sikt. Årlig tilvekst fra 5- til 15-årsalder ved Berby varierte mellom 3 og 11 mm. Muslinger ved Holtet (strekning 4) vokser om lag like raskt de første 6-7 leveårene. Men deretter flater veksten ut, og muslingene får en mindre total skallengde enn ved Berby.

Figur 27

Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Enningdalselva fram til 14-års alder på strekning 1+2 (N = 28) og strekning 4 (N = 1).



Det ble undersøkt for mulig graviditet i 2001 på tre stasjoner i Enningdalselva. I slutten av august var det ingen gravide individer ved Berby, men 45 % var gravide ved Holtet (tabell 11). Ved Holtet er det antatt at muslinglarvene ble gytt i første halvdel av september, og 21. september ble det ikke lenger funnet gravide individer. Ved Berby derimot ble de første egg eller muslinglarver funnet 10. september, og det var en økende graviditetsfrekvens utover i september. Gytingen startet i begynnelsen av oktober, men pågikk over lang tid. I hele oktober var 40 % av muslingene gravide, men antall muslinglarver (fylling) i gjellene var lavere 19. oktober sammenlignet med 8. oktober. Det er antatt at de fleste muslingene slapp larvene i perioden 10.-25. oktober. Det var en betydelig forskjell i gytetidspunkt innad i Enningdalselva i 2001, og muslingene ved Holtet avsluttet gytingen om lag en måned før muslingene i nedre del av elva.

Referansemateriale

Det ble samlet inn et referansemateriale på 10 elvemusling fra Enningdalselva i august 2001 slik det er foreslått i opplegget for overvåkingsundersøkelsene (Larsen et al. 2000a). Materialet er frosset og lagret for senere bearbeiding og framtidig analysing.

4.5 Oppsummering

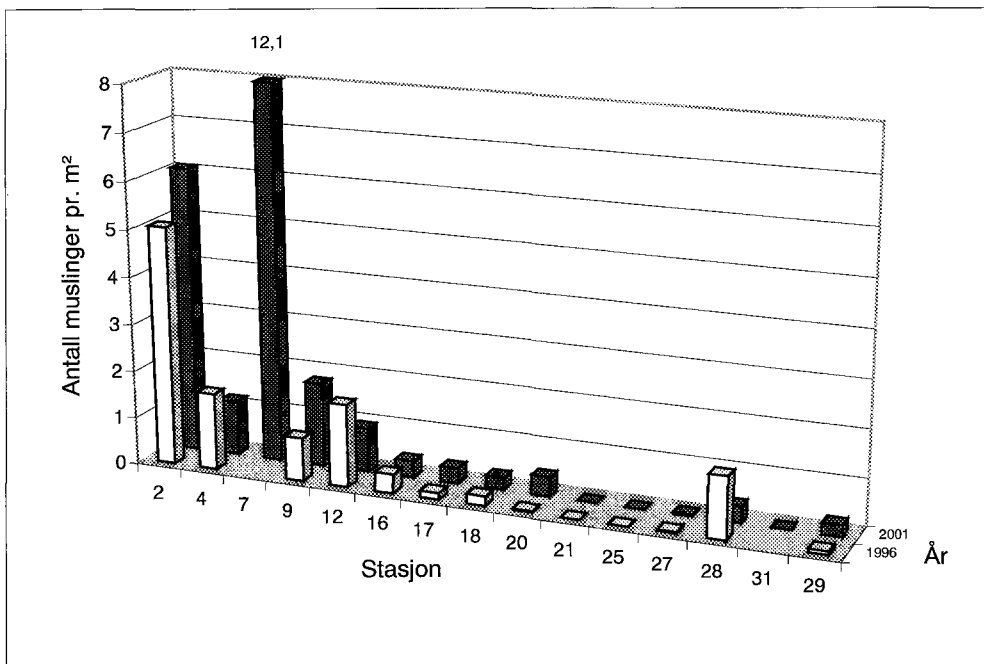
I Østfold finnes det opplysninger om elvemusling fra seks lokaliteter, men i flere av disse lokalitetene kan det i realiteten dreie seg om andemusling *Anodonta anatina* (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999). Elvemusling er bare kjent fra Enningdalselva i vår tid (Afzelius & Hardeng 1995), men den er tidligere funnet med sikkerhet i Hobøelva. Det vi vet om elvemuslingens utbredelse i Enningdalselva begrenser seg til vassdraget mellom Norra Bullaresjøen og Ørbekken. Dette er en strekning på 13 km. Utbredelsen er imidlertid splittet opp av innsjøene Kirkevatnet og Røds-

vatnet, og i tillegg er det en lengre strekning mellom Kirkevatnet og Mjølnerødfossen der arten ikke er påvist (Larsen & Karlsen 1997). Dette gir en samlet strekning på ca 8,5 km der elvemusling egentlig er utbredt. Det var en gjennomsnittlig tetthet på 1,60 individer pr. m² i vassdraget i 2001, og bestanden er beregnet til minimum 283.000 individer. Selv om estimatet er unøyaktig gir det en bekreftelse på at det fortsatt er en stor bestand av elvemusling i vassdraget. Forholdene ved Berby er svært viktige for å opprettholde det store antallet muslinger da 92 % av individene ble funnet nedenfor Rødsvatnet i 2001. Vi ser at beregnet antall individer var nesten dobbelt så høyt mellom Ørbekken og Mjølnerødfossen (strekning 1 og 2) i 2001 sammenlignet med 1996 (tabell 9). Vi skal imidlertid være forsiktig med å sammenligne tallene direkte da både gjennomføringen av undersøkelsene, stasjonsvalg og metodikken var mer nøyaktig i 2001. Stasjonen med størst tetthet i 2001 ble for eksempel ikke undersøkt i 1996 (figur 28). På strekningen mellom Kirkevatnet og N. Bullaresjøen var det derimot færre elvemusling i 2001 sammenlignet med 1996. Dette tolkes som en reell nedgang, og denne delen av bestanden kan stå i fare for å forsvinne i løpet av få år.

Det er ikke klarlagt hvordan en livskraftig bestand av elvemusling bør se ut (Young et al. 2001). Bestander som har opprettholdt populasjonsstrukturen i lang tid karakteriseres imidlertid av at de har minst 20 % muslinger som er yngre enn 20 år samt at noen muslinger skal være yngre enn 10 år. Disse aldersgrenser tilsvarer grovt sett en skallengde på henholdsvis 95 og 70 mm i nedre del av Enningdalselva (strekning 1 og 2). Dette tilsier at 14 % av individene var yngre enn 20 år ved Berby, men at ingen individer var så unge ved Sagholen. Framtidsutsiktene for elvemuslingen i nedre del av Enningdalselva må derfor betegnes som usikker, spesielt mellom Mjølnerødfossen og Rødsvatnet. Bestanden ved Berby kan heller ikke uten videre karakteriseres som livskraftig. Andelen individer yngre enn 20 år er litt for lavt til det, men det positive er forekomsten av individer yngre enn 10 år. I øvre del av

Tabell 11. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Enningdalselva i 2001. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

Stasjon	Dato	$L (\pm SD)$, mm	N	Graviditet %
5	25.8.01	$129,8 \pm 9,9$	15	0
	10.9.01	$125,6 \pm 16,4$	15	13,3
	21.9.01	$123,4 \pm 13,6$	15	33,3
	8.10.01	$122,5 \pm 14,7$	15	40,0
	19.10.01	$122,9 \pm 16,6$	15	40,0
17	25.8.01	$128,5 \pm 7,9$	25	0
	8.10.01	$132,5 \pm 12,8$	28	66,7
28	24.8.01	$106,7 \pm 4,4$	20	45,0
	10.9.01	$105,2 \pm 5,3$	15	20,0
	21.9.01	$106,6 \pm 5,2$	15	0



Figur 28

Tetthet av levende elvemusling på 13 stasjoner i Enningdalselva i 1996 og 2001. Stasjon 7 og 31 ble bare undersøkt i 2001.

vassdraget (strekning 4) ble det bare funnet to individer som vi antar var yngre enn 20 år. Dette gjør at framtidsutsiktene er usikre, og bestanden ved Holtet er sårbar og står i fare for å forsvinne.

Bestanden av elvemusling i Enningdalselva ser ut til å bestå av to adskilte populasjoner. Det finnes en liten populasjon på strekningen mellom Norra Bullaresjön og Kirkevatnet som utseendemessig skiller seg fra populasjonen som finnes mellom Mjølnerødfossen og Ørbekken ved mindre totallengde og skallvekt. Muslingene ved Holtet oppnår bare omlag en tredel av skallvekten sammenlignet med muslinger fra Berby (Larsen & Karlsen 1997). Det kan være store forskjeller i skallvekt mellom lokaliteter med forskjellig kalkinnhold (Dyk & Dykova 1974). Tidligere på-

virket tilførselen av surt vann vannkvaliteten i Bullaresjön der bufferkapasiteten avtok på 1970-tallet. I løpet av 1980-årene ble det satt i gang kalking, og vannkvaliteten endret seg raskt med heving av pH og økende kalsium-innhold i vannet. I dag er derfor vannkvaliteten ved Holtet og Berby nær den samme. Elvemuslinger som har vokst opp ved Holtet i løpet av de siste 15-20 årene vokser fortsatt saktere enn muslinger fra Berby (figur 27). Forskjellen i vekst skyldes derfor neppe ulik vannkvalitet.

Andre faktorer som kan medvirke til forskjellig vekst hos muslinger er temperatur og næringstilgang. Ser vi på veksten til laksungene, som også påvirkes av de samme faktorene, er den best ved Holtet. Det kan indikere at muslingene også kunne hatt best

vekst ved Holtet. Det er derfor mer sannsynlig at de to populasjonene er genetisk forskjellige. Dette underbygges ved at populasjonene har forskjellig livssyklus og ser ut til å ha ulik vertsfisk for muslinglarvene.

Elvemuslingen gyter ikke før i oktober ved Berby, og laks er vertsfisk for muslinglarvene. Ved Holtet skjer gytingen i september, og ørret er vertsfisk. Selv om antall ørret som er undersøkt er lite, er denne konklusjonen underbygd ved at det ikke ble funnet muslinglarver på noen av laksungene ved Holtet. Dette gjør at vi kan omtale muslingene som "ørretmusling" i øvre del og "laksemusling" i nedre del av Enningdalselva. Elvemuslingen ser derfor ut til å ha vandret inn til øvre del av vassdraget sammen med ørret. Det er usikkert om laks noen gang har passert området ved Mjølnærød. Idd og Marker Fiskeristyre uttalte 20. november 1952: "Fiskeristyret har foretatt grundige undersøkelser for å forsøke å få bragt på det rene om laksen i tidligere tider har hatt fri adgang til vassdraget ovenfor Solhaugstenfossen, men kan ikke få bekreftet at så har vært tilfelle. Det finnes ingen dokumenter som kan tyde på at det har vært fanget laks på oppsiden av fossen uten enkelte slengere som det må ha lyktes å passere demningen ved gunstig vannstand." Dammen ved Mjølnærød er meget gammel, men hvordan muligheten var for laks til å passere fossen før dammen ble bygd sies det ikke noe om. Etter en privat overenskomst ble lukene i dammen åpnet i 1960. Dette gjorde at laks passerte Mjølnærødfossen, og i noen år på slutten av 1960-tallet ble det drevet sportsfiske etter laks i Kyne älv på svensk side. Laks betraktes som naturlig og opprinnelig utbredt på svensk side (Fiskeriverket 1999), men dette er ikke underbygget nærmere. Hvis laks kunne vandre opp til Holtet og videre inn i Sverige i gammel tid er det vanskelig å skjønne hvorfor elvemuslingen bare er tilpasset laks i nedre del av vassdraget og ikke i øvre. Er laks en ny art som først har kommet opp til Holtet etter 1960 kan den naturlig ha en sterk immunrespons mot elvemuslingens larver fordi disse er tilpasset ørret. Det er usikkert om laks over tid kan få redusert immunrespons og hvor langt tidsperspektiv som i så fall må legges til grunn før laksungene eventuelt vil fungere som vertsfisk for muslinglarvene. Det er kjent at laksunger som settes ut ovenfor anadrom strekning i elver som naturlig har bestander av ørret og elvemusling ikke fungerer som vert for muslinglarvene (Larsen et al. 2002). Utfra elvemuslingens "valg" av vertsfisk i Enningdalselva kan det se ut til at laks har vært fraværende i lang tid ovenfor Mjølnærødfossen, og det stilles spørsmål ved om den noen gang har vært naturlig utbredt ved Holtet.

I dag dominerer laks fiskesamfunnet ved Holtet, og høsten 1997 var tettheten av laks og ørret henholdsvis 55 og 5 individer pr. 100 m² (se Saltveit 1998). Tettheten av ørret er lavere enn det som er antatt å være et minimum for å opprettholde bestanden av elvemusling på lang sikt, og mangel på vertsfisk er en medvirkende årsak til at bestanden nå går tilbake. Det er nødvendig å bygge opp igjen en sterk bestand av ørret i Enningdalselva mellom Bullaresjön og Kirkevatnet om man ønsker å opprettholde bestanden av elvemusling.

Laks dominerer fiskesamfunnet ved Berby, og tettheten av laksunger er høyere enn det som er antatt å være minimum for å opprettholde bestanden av elvemusling på lang sikt. Det

foreligger ingen opplysninger om endringer i bestandsforholdene hos laks som skulle indikere at nedgangen i rekrutteringen til muslingbestanden skulle skyldes for lav tetthet av vertsfisk mellom Mjølnærødfossen og Ørbekken.

I 1996 ble det ikke funnet muslinger mindre enn 50 mm i Enningdalselva, og bare et fåtall individer var i størrelsesgruppen opp til 90 mm (Larsen & Karlsen 1997). De yngste individene som ble observert var 10-14 år. Utfra dette ble det konkludert med at rekrutteringen hadde sviktet i løpet av 1980-årene. Bestanden i hele elva bestod av store og gamle individer fordi rekrutteringen hadde vært dårlig i mange år. Det er flere faktorer som har spilt inn, men eutrofiering og økt begroing samt nedslamming av elvebunnen synes å være av overordnet betydning. I 2001 ble det igjen funnet flere 5 år gamle individer (1996-årsklassen) ved Berby, og også 8 og 9 år gamle individer ble påvist. Dette kan tyde på at rekrutteringen har tatt seg opp igjen utover på 1990-tallet. Konsentrasjonen av fosfor og nitrogen har gått ned, og dette kan være en viktig faktor for at de unge muslingene igjen kan overleve de første årene nedgravd i substratet.

Det er viktig å begrense den menneskeskaptet tilførselen av næringsstoffer og organisk materiale til et minimum i Enningdalselva. Det er derfor viktig at tiltakssiden styrkes, og at vannkvaliteten fortsatt overvåkes. Tiltak i landbruket med endret jordbearbeiding og sikring av erosjonsutsatte områder synes viktig. Avrenningen er spesielt stor fra planerte områder der naturlige vegetasjonsbelter og smådaler er forsvunnet. Fjerning av vegetasjon og snauhogst av skog langs vassdraget påvirker også elvemuslingen negativt ved økt erosjon og endrede temperatur- og innstrålingsforhold. For overlevelse av elvemusling på lang sikt er det spesielt viktig at uønskede fiskesykdommer eller parasitter ikke kommer inn i vassdraget. I den sammenheng er diskusjonen om fortsatt drift ved oppdrettsanlegget i Bullaresjön viktig. Skulle det komme inn *Gyrodactylus salaris* på laksungene vil dette også bety at rekrutteringen til elvemuslingen blir redusert som følge av mangel på vertsfisk. Tiltak som er med på å forsterke laksebestanden vil indirekte også styrke bestanden av elvemusling ved Berby.

Vi vil foreslå at Enningdalelva fortsatt bør inngå blant vassdragene i overvåkingen av elvemusling i Norge. Enningdalselva har fortsatt en stor bestand av elvemusling, men status er usikker i deler av vassdraget da andelen muslinger yngre enn 20 år er for liten til at bestanden kan karakteriseres som livskraftig. Senere undersøkelser i Enningdalselva opprettholdes på hele strekningen mellom utløpet av N. Bullaresjön og Ørbekken. Stasjonsnettet kan opprettholdes uforandret, eller man kan gjøre et utvalg av de 15 stasjonene med 100 m² flater. Det bør inngå et elfiske på minst fem stasjoner i vassdraget for å bestemme fisketetthet og fordeling mellom laks og ørret. De samme stasjonene kan også benyttes til innsamling av ett- og to-årige laks og ørret for undersøkelse av prevalens og intensitet av muslinglarver på gjellene.

5 Samlet vurdering

Et langsiktig overvåkingsprogram for elvemusling ble startet i Norge i 2000 (Larsen et al. 2000a). Valget av vassdrag de første to årene har vist seg å være vellykket av flere grunner. Vassdragene er svært forskjellige med hensyn til tetthet av elvemusling, populasjonsstørrelse, lengdefordeling og bestandsstatus. Det er både "ørretmuslinger" og "laksemuslinger" blant de undersøkte populasjonene, og i Enningdalselva har vi også påvist begge typer. Resultatet fra undersøkelserne viser vassdrag i ulike kategorier, og er dermed et godt grunnlag for videre overvåking. Vassdragene var ellers lett tilgjengelige og lot seg undersøke med den metodikken som er beskrevet for formålet. Enkelte vassdrag har en vannkvalitet som er i bedring, og dette kan på sikt gi seg uttrykk i bedre, og etter hvert gode nok, oppvekstforhold for små muslinger. En langsiktig overvåking har nettopp som målsetting å dokumentere tilstanden, og beskrive de positive og negative endringer som skjer i vassdragene. Det vil imidlertid være en styrke å få slike overvåkingsdata fra flest mulig lokaliteter, og for å oppnå en geografisk spredning over hele Norge bør vi se oss i stand til å opprettholde målsettingen med minimum 15 vassdrag.

Elvemuslingens krav til enkelte miljøparametere kan være forskjellig i løpet av levetiden. Forandringer i vannkvalitet og habitat kan medføre at de unge stadiene dør mens de voksne dyrene fortsatt er tilstede. De unge muslingene er avhengig av god vanngjennomstrømning i substratet, og kan bare overleve i sedimenter med lavt innhold av organisk materiale (Bauer 1988). Det er i første rekke de unge individene som mangler i Hunnselva, Hoenselva og Enningdalselva, og forgubbingen som observeres er et karakteristisk trekk i de fleste muslingbestandene som er undersøkt i Norge (jf Larsen et al. 1995, Larsen & Karlsen 1997, Larsen 2000; 2001a). De voksne individene er mer motstandsdyktige mot miljøpåvirkninger generelt, og kan overleve lengre perioder med ugunstig vannkvalitet.

Tilførsel av næringsstoffene nitrogen og fosfor samt utslipp av organisk stoff som havner i vassdragene virker negativt på vannkvaliteten. Av de undersøkte vassdragene i 2001 har øvre deler av Hoenselva de laveste verdiene av tilført nitrat (**tabell 12**), og både nitrogen og fosfor tilføres vassdraget bare i mengder som ligger nær den naturlige bakgrunnstilførselen i løpet av året. Men vassdraget drenerer dyrket mark, og næringstilførselen øker betydelig mot nedre deler. Selv en moderat gjødsling kan medføre forhøyet algevekst og begroing i små vassdrag når vanntemperaturen blir høy. Dette gir en økt sedimentering av partikler som gjør at elvebunnen blir tilsilmet. Denne eutrofieringen kan være en medvirkende årsak til nedsatt rekruttering og nedgang i antall elvemusling. Hoenselva har derfor bare rekruttering i øvre deler i dag. I Hunnselva har tilførselen av næringsstoffer vært betydelig høyere tidligere, og bestandssituasjonen for elvemusling er et resultat av dette og ikke det vi kan måle i dag. Men fortsatt har vassdraget en betydelig tilførsel av næringsstoffer som er en viktig årsak til at rekrutteringen fortsatt er minimal i Hunnselva. I Enningdalselva er næringstilførsel, turbiditet og fargetall fortsatt noe høy. Det er nedsatt og manglende rekruttering i øvre og midtre deler av vassdraget. Ved Berby økte antall yngre elvemusling i 2001 sammenlignet med 1996, og det er håp om at flere årsklasser etter hvert skal overleve og vokse opp i elva. Den kritiske fasen i elvemuslingens livssyklus er den første tiden etter at muslingen har etablert seg i grusen der de lever nedgravd i de første årene (Bauer 1989, Wächtler et al. 1987). Young & Williams (1984) estimerte at 95 % av muslingene døde i de første 5-8 årene, og små endringer i miljøet kunne øke dødeligheten ytterligere.

Elvemuslingen er avhengig av helt bestemte fiskearter for å kunne gjennomføre en vellykket livssyklus. I Hunnselva og Hoenselva er ørret eneste vertsfisk. Muligheten for muslinglarvene til å "finne" en vertsfisk påvirkes direkte når tettheten av fisk i vassdraget er lav. Tiltak som er med på å forsterke ørretbestandene vil derfor indirekte også styrke bestanden av elvemusling i disse vassdragene. Tettheten av ett-årig ungfisk

Tabell 12. Gjennomsnittsverdier for utvalgte parametere som beskriver vannkvaliteten i de tre elvemuslinglokalitetene som ble undersøkt ved overvåkingen i 2001 (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), nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$), total fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, $\mu\text{g/l}$). Se **tabell 2, 4 og 7** for detaljer.

Vassdrag	FTU Turb	mg Pt/l Farge	$\mu\text{S/cm}$ Kond	pH	$\mu\text{ekv/l}$ Alk	mg/l Ca	$\mu\text{g/l}$ NO_3	$\mu\text{g/l}$ Tot-P	$\mu\text{g/l}$ Um-Al
Hunnselva	0,88	34	93,4	7,61	591	13,83	661	4,5	7
Hoenselva-Bermingrud	0,68	41	22,7	6,61	85	2,82	65	3,5	3
Hoenselva-Varlo	2,78	56	41,0	6,90	176	4,91	496	11,1	2
Enningdalselva-Holtet	1,61	54	52,9	6,81	111	3,17	202	5,6	3
Enningdalselva-Berby	1,93	70	53,9	6,72	119	3,28	167	9,1	2

(1+) må være større enn 5 individer pr. 100 m² i mai/juni når glochidiene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov et al. 1994). Det synes som om dette er oppfylt i Hunnselva, men at mangel på vertsfisk kan være en medvirkende årsak til rekrutteringssvikt i Hoenselva.

I Enningdalselva er det påvist to ulike populasjoner av elvemusling med forskjellige vertsfisk. I nedre deler av vassdraget (Berby) er laks vertsfisk for muslinglarvene, mens larvene bare utvikler seg normalt på ørret i øvre del (Holtet). Det finnes laksunger i hele vassdraget, og selv om tettheten er lavest i nedre del foreligger det ingen opplysninger som skulle tilsi at svak rekruttering hos elvemusling skulle skyldes for lav tetthet av vertsfisk. Tettheten av ørret derimot er lav i hele vassdraget, og lavere enn nødvendig for å opprettholde en bestand av elvemusling i øvre del. Mangel på vertsfisk er en medvirkende årsak til at bestanden nå går tilbake ved Holtet. Det er nødvendig å bygge opp igjen bestanden av ørret i Enningdalselva mellom Bullaresjön og Kirkevatnet om man ønsker å opprettholde bestanden av elvemusling.

Undersøkelsene våre påviste muslinglarver på ørret eller laks i alle vassdragene, og bekreftet at larvene også utviklet seg normalt. I Hunnselva var 57 % av både ørretyngel og ett-årige ørretunger infisert med muslinglarver i oktober 2001, men intensiteten var lav med henholdsvis 7 og 11 muslinglarver i gjennomsnitt pr. infisert ørret. I Hoenselva ble det bare undersøkt tre ørretunger i 2001, men alle disse var infisert. Tidligere er det påvist at 62 % av ørretyngelen, 35 % av ett-årige ørretunger og 11 % av to-årige ørretunger er infisert i Hoenselva (Larsen et al. 2002). Laksunger som settes ut i Hoenselva fungerer derimot ikke som vertsfisk, og muslinglarver som fester seg på gjellene kapsles ikke inn og faller av etter kort tid. Ved Berby i Enningdalselva var nesten alle laksungene infisert i slutten av november 2001, og antall muslinglarver var i gjennomsnitt henholdsvis 73 og 114 individer på 0+ og 1+ laks. Det var et betydelig tap av muslinglarver på gjellene i løpet av vinteren og våren. Det er usikkert hva dette kan komme av, og forholdene burde vært undersøkt nærmere for å finne en årsakssammenheng.

Det er ved flere undersøkelser i Norge i de senere årene funnet at elvemusling i mye større grad er avhengig av laks eller ørret som vertsfisk enn det man har vært klar over tidligere (Larsen & Brørs 1998, Larsen et al. 2000b; 2002, B.M. Larsen unpubl. materiale). Derfor ble begrepene "laksemusling" og "ørretmusling" innført avhengig av muslingenes krav til vertsfisk. Reproduksjonen hos elvemusling er derfor følsom for forandringer i sammensetningen og tettheten av det opprinnelige fiskesamfunnet. Generelt vil utsetting av fremmed fisk øke konkurransen om næring og oppholdssteder. Dette kan føre til en nedgang i de lokale fiskepopulasjonene, og dermed true elvemuslingens reproduksjon (Bauer 1988, Woodward 1995). Dette gjør at utsetting av fisk og spredning av fiskearter kan komme i konflikt med vernet av elvemusling.

Generelt anser man at små populasjoner av dyrearter løper stor risiko for å dø ut på grunn av tilfeldige variasjoner i miljøet eller forplantningen. Men man vet ikke hvor mange individer

som er nødvendig for at små elvemuslingpopulasjoner skal kunne overleve på lang sikt. Denne og andre undersøkelser (Young & Williams 1983, Bauer 1987a; 1988, Larsen & Brørs 1998) viser imidlertid at forplantningen synes å fungere tilfredsstillende selv i små bestander. I en populasjon med hanner og hunner reproducerer ikke alle muslingene hvert år. Dette gjør at graviditetsfrekvensen i en "normal" bestand vil være ca 30 % (Bauer 2001). I enkelte lokaliteter kan imidlertid hunner forvandles til hermafroditter og selvbefruktning kan skje (Bauer 1987b). I Hoenselva har vi en bestand der alle individene er i stand til å produsere muslinglarver, og muslingene reproducerer i tillegg hvert år. Det er også i Hunnselva, i deler av Enningdalselva (Sagholen) og ved andre undersøkelser i Norge funnet bestander med høy graviditetsfrekvens (f.eks. Larsen 2000; 2001a; b), og andelen hermafroditter er høyere i mange norske bestander enn det som er beskrevet for elvemusling lenger sør i Europa. Alle bestander kan altså ta seg opp igjen bare årsakene til at de små muslingene ikke vokser opp fjernes.

I utgangspunktet er alle gjenværende populasjoner av elvemusling verneverdige. Det er foreslått en modell (Söderberg 1998) med enkelte modifikasjoner (Larsen & Hartvigsen 1999) for å bedømme verneverdien av ulike lokaliteter. 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 – (1-7 poeng), klasse II – høy verneverdi (8-17 poeng) og klasse III – meget høy verneverdi (18-36 poeng).

Hunnselva oppnår etter denne modellen bare 7 poeng (**tabell 13**). Dette vil være typisk for sterkt truede populasjoner når antall individer er lavt, og det ikke blir funnet muslinger mindre enn 50 mm. Dette viser at populasjonen har liten mulighet for overlevelse på lang sikt uten at tiltak settes inn som kan stabilisere forholdene, og samtidig øke overlevelsen av de unge stadiene av muslinger. Det er kanskje et paradoks at modellen ikke "mener" at utrydningstruede bestander ikke har høy verneverdi, men den synliggjør likevel status på en god måte. Verneverdi må imidlertid også bedømmes regionalt utifra kunnskap om andre lokaliteter i området og avstanden til disse. Hunnselva er for eksempel den eneste kjente lokaliteten for elvemusling i Mjøsas nedslagsfelt. Avstanden til nærmeste kjente populasjon er ca 12 km og ligger i et annet vassdragsystem. Hunnselva har derfor stor verdi som typevassdrag i regional sammenheng.

Hoenselva oppnår etter modellen 19 poeng, og kan karakteriseres som svært verneverdig (**tabell 13**). Dette er et vassdrag i faresonen med en stor andel av eldre individer, og en meget svak rekruttering. Andelen små muslinger er for liten til å opprettholde bestanden, og tiltak bør settes i verk for å sikre bestanden mens den enda er så stor som den er. Utbredelsen har sannsynligvis vært større tidligere, og muslingene har forsvunnet i den nedre delen av Hoenselva. Vassdraget er sterkt påvirket av næringsstoff i områdene med dyrket mark,

og tilførselen av næringsstoff bør begrenses i nedre del. Likeledes bør bestanden av ørret, som er vertsfisk for muslinglarvene, styrkes i hele vassdraget for å sikre at flere muslinglarver får en fullstendig utvikling og mulighet for å etablere seg på elvebunnen. Utsettingene av laksyngel bør samtidig begrenses til et minimum.

Enningdalselva oppnår etter modellen 17 poeng, og kan karakteriseres som et vassdrag med høy verneverdi (**tabell 13**). Dette baserer seg på at populasjonen er stor og at den i nedre del har en liten rekruttering. Enningdalselva har to adskilte populasjoner som skiller seg fra hverandre med hensyn til skallstørrelse (lengde og vekt), valg av vertsfisk og gytetidspunkt. Bestanden ved Holtet er sterkt truet og det har vært en reduksjon i antall individer i løpet av de siste årene. Ved Berby derimot er det fortsatt en stor og livskraftig bestand, og det ble også funnet muslinger som var mindre enn 50 mm med en

alder ned til 5 år. Det kan synes som om rekrutteringen varierer betydelig mellom år, og at enkelte årsklasser har betydelig større overlevelse enn andre. Rekrutteringen synes å være begrenset til spesielle partier i vassdraget som sannsynligvis fungerer som "yngelkammer" for den nærliggende delen av elva.

Vassdragene som ble undersøkt i 2001 skal etter planen undersøkes på nytt om fem år. Det arbeidet som er startet med kartlegging og overvåking av elvemusling i Norge er viktig også i internasjonal sammenheng. Elvemuslingen er en truet art i Europa, og Norge framstår som et av de siste landene der arten fortsatt finnes i store og verneverdige bestander. Men hvor mange av disse som kan regnes for å være livskraftige har vi dessverre liten kunnskap om. Det er derfor viktig at igangsatte prosjekter blir videreført og videreutviklet slik at vi får god nok kunnskap til å forvalte arten på en best mulig måte.

Tabell 13. Oppsummering av data fra de tre elvemuslingpopulasjonene som ble undersøkt ved overvåkingen i 2001.

Vassdrag	Utbredelse, km	Tetthet, ind/m ²	Populasjonsstørrelse♦	Gj.snitt lengde±sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
Hunnselva	7,0	0,027	2 100	100 ±10	65	116	0	0	7	I
Hoenselva	6,2	2,18	74 120	89 ±16	18	110	1,1	6,2	19	III
Enningdalselva	8,5	1,60	282 800	117 ± 24	24	152	0	3,7	17	II

♦ ikke korrigert for nedgravde individer

6 Litteratur

- Afzelius, L. & Hardeng, G. 1995. Faunaen i Enningdalselva og Indre Iddefjord, med oversikt over naturfaglig litteratur. - Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen. Rapport 8-1995. 39 s.
- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Roseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. - SFT-veiledning 97: 04, TA-1468/1997. 31 s.
- Bakke, H. 1915. Id Herred. En grænsebygds historie. - Id kommune. 604 s.
- Bauer, G. 1987a. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). II. Susceptibility of brown trout. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 76: 403-412.
- Bauer, G. 1987b. Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. - J. Anim. Ecol. 56: 691-704.
- Bauer, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. - Biol. Conserv. 45: 239-253.
- Bauer, G. 1989. Die bionomische strategie der flussperlmuschel. - Biologie in unserer Zeit 19: 69-75.
- Bergengren, J. 2000. Metodstudie flodpärlmussla 1999-2000. Delrapport 1: Nedgravningsstudie. - Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2000-12. 27 s. + vedlegg.
- 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.
- Bruun, P. 1989. Laksen i Enningdalselva. - Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen. Rapport 1-1989. 50 s.
- Buddensiek, V. 1995. The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: A contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. - Biol. Cons. 74: 33-40.
- Dervo, B.K. 1990. Undersøkelse av laksen i Enningdalselva og sjørretten i Ørbekken og Vevienbekken, Halden 1989. - Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen. Rapport 12-1990. 28 s.
- Dettmer, R. 1982. Untersuchungen zur Ökologie der Flusperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.) in der Lutter im Vergleich mit bayrischen und schottischen Vorkommen. - Dipl. Thesis, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- DN (Direktoratet for naturforvaltning) 1998. Plan for overvåking av biologisk mangfold. - DN-Rapport 1998-1: 1-170.
- DN (Direktoratet for naturforvaltning) 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. - DN-Rapport 1993-3: 1-161.
- 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.
- Dyk, V. & Dykova, S. 1974. The pearl oyster (*Margaritana margaritifera*, Linnaeus 1758) a neglected indicator of the pollution of mountain and submontane water flows of the crystalline region of Czechoslovakia. - Acta Vet. Brno 43: 287-304.
- Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Oscarson, H.G. 1986. Flodpärlmusslan i Göteborgs och Bohus län 1984. - Naturinventeringar i Göteborgs och Bohus län. Länsstyrelsen, Naturvårdsenheten. Rapport 2-1986. 10 s.
- Fiskeristyrelsen & Statens naturvårdsverk 1979. Kalkning av sjöar och vattendrag 1977-1979. Erfarenheter av vidtagna åtgärder samt behov av fortsatta insatser. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1979-8: 1-67.
- Fiskeriverket 1999. Väst kustens laxår. En beskrivning av västkustens 23 laxår med tonvikt på naturliga förutsättningar och erforderlige åtgärder för att långsiktig bevara laxen. - Fiskeriverket Information 1999-9: 1-156.
- Hardeng, G. 1982. Naturfaglige og naturvernmessige forhold i Haldenvassdraget og tilgrensende områder med norsk del av Store Le. - Østfold-Natur nr.15: 1-148.
- Helland, A. 1913. Norges land og folk topografisk-statistisk beskrevet. V. Kristians amt. 1. del. - H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard), Kristiania. 615 s.
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlmusslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. - Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Johansen, O.T. 1989. Sammensetning og variasjon av drivet på to ulike stasjoner i Hoenselva, en lavlandselv i Buskerud. - Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi. Zoologisk museum, Universitetet i Oslo. 45 s.
- Kjellberg, G. 1983. Rutineundersøkelser i nedre delen av Hunnselva 1982. - Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA Rapport 104/83. 37 s.
- Kjellberg, G. 1984. Rutineundersøkelser i nedre del av Hunnselva 1983. - Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA Rapport 157/84. 36 s.
- Kjellberg, G. 1994. Biologisk befaringsundersøkelse av Hunnselva i 1993. - Norsk institutt for vannforskning. O-93086. 31 s. + vedlegg.
- Kjellberg, G. 1998. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1997. - NIVA Rapport 3847/98. 97 s.
- Kjellberg, G. & Rognerud, S. 1985. Tiltaksorientert overvåking i Hunnselva 1984. - Statlig program for forurensningsovervåking. - NIVA Rapport 203/85. 44 s.
- Kjellberg, G., Hegge, O., Lindstrøm, E.-A. & Løvik, J.E. 1999. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1998. - NIVA Rapport 4022/99. 96 s.
- Kjellberg, G., Hegge, O., Lindstrøm, E.-A. & Løvik, J.E. 2000. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1999. - NIVA Rapport 4170/2000. 127 s.

- Kjellberg, G., Hegge, O. & Løvik, J.E. 2001. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 2000. - NIVA Rapport 4364/2001. 129 s.
- Larsen, B.M. 1998. Utbredelse av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Østre og Vestre Toten kommuner, Oppland. - NINA Oppdragsmelding 570: 1-22.
- Larsen, B.M. 2000. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Begna, Oppland. - Fylkesmannen i Oppland. Miljøvernnavdelingen. Rapport 5-2000: 1-19.
- Larsen, B.M. 2001a. Bestandssituasjon for laks og elvemusling i Hammerbekken og tiltak for å bevare disse nedstrøms Aklandstjern, Aust-Agder. Utredningsarbeid i forbindelse med ny E 18 Brokelandsheia-Vinterkjær. - NINA Oppdragsmelding 682: 1-25.
- Larsen, B.M. (red.) 2001b. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. - NINA Oppdragsmelding 725: 1-43.
- Larsen, B.M., Eken, M. & Tysse, Å. 1995. Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Simoa, Buskerud - Utbredelse og bestandsstatus. - NINA Oppdragsmelding 380: 1-17.
- Larsen, B.M. & Karlsen, L.R. 1997. Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Enningdalselva, Østfold - Utbredelse og bestandsstatus. - NINA Oppdragsmelding 505: 1-25.
- Larsen, B.M. & Brørs, S. 1998. Forekomst av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Ognå, Rogaland - Utbredelse og bestandsstatus. - NINA Oppdragsmelding 537: 1-20.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - NINA-Fagrapport 37: 1-41.
- Larsen, B.M., Sandaas, K., Hårsaker, K. & Enerud, J. 2000a. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Forslag til overvåkingsmetodikk og lokaliteter. - NINA Oppdragsmelding 651: 1-27.
- Larsen, B.M., Hårsaker, K., Bakken, J. & Barstad, D.V. 2000b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Steinkjervassdraget og Figga, Nord-Trøndelag. Forundersøkelse i forbindelse med planlagt rotenonbehandling. - NINA Fagrapport 39: 1-39.
- Larsen, B.M. & Hårsaker, K. 2001. Borråselva i Gråelvvassdraget, 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: 1-43.
- Larsen, B.M., Eken, M. & Hårsaker, K. 2002. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* og fiskeutsettinger i Hoenselva og Bingselva, Buskerud. - NINA Fagrapport 56: 1-33.
- Lien, L. & Lindstrøm, E.-A. 1987. Tiltaksorientert overvåking av Hunnselva 1985-1987. - Statlig program for forurensningsovervåking. - NIVA Rapport 302/88. 99 s.
- Løvstad, Ø. 1994. Vannkvalitet i Hobøl-, Hera-, Rakkestad- og Enningdalselva (1987-1993). Blågrønnalger og diatomeer som forurensnings-indikatorer. - Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernnavdelingen. Rapport 3-1994. 30 s.
- Løvstad, Ø. 1999. Vassdragsovervåking 1998 - Østfold. - Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernnavdelingen. Rapport 3-1999. 41 s. + vedlegg.
- 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.
- NOU (Norges offentlige utredninger) 1991. Verneplan for vassdrag IV. - NOU 1991: 12A og 12B. 151 s. og 373 s.
- Rekstad, J. 1931. En oversikt over de kvartære avleiringer i grensestrøket, som omfattes av kartbladene Hvaler, Aremark og Boksjø. - Norsk Geol. Tidsskrift 12: 475-485.
- Røisli, M. 1996. Elveperlemusling i Øvre Eiker. - Miljøvernkontoret, Øvre Eiker kommune. Rapport 1996-2: 1-18.
- Saltveit, S. J. 1998. Kartlegging av gytebestand og naturlig rekruttering i Enningdalselva, Østfold. - Rapp. Lab. ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 173: 1-19.
- Saltveit, S. J. 2002. Tetthet, vekst og naturlig rekruttering hos laks i Enningdalselva, Østfold. - Rapp. Lab. ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 214: 1-17.
- Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Del III i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- Taranger, A. 1890. De norske perlefiskerier i ældre tid. - Historisk tidsskrift 3(1): 186-237.
- Wächtler, K., Dettmer, R. & Buddensiek, V. 1987. Zur situation der flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* (L.)) in Niedersachsen: Schwierigkeiten eine bedrohte tierart zu erhalten. - Ber. Naturhist. Ges. Hannover 129: 209-224.
- Woodward, F.R. 1995. Thoughts on *Margaritifera* conservation: Is it too little too late? - s. 113-118 i Valovirta, I., Harding, P.T. & Kime, D., red. Proceedings of the 9th international colloquium of the European invertebrate Survey, Helsinki, 3-4 September 1993. WWF Finland Report No 7.
- www.ma.slu.se/db.html. - Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för miljöanalys, Databank: Databank för vattenkemi → flodmynningar → Enningdalsälva N. Bullaren.
- Young, M. & Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. - Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.
- 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., Nezhlin, 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.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1999. Vann og vassdrag 4. Dyr og planter: Innvandring og geografisk fordeling. - Vett & Viten as. 200 s.

Vedlegg 1

Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hunnselva

Tabell 1.1. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 12 stasjoner i Hunnselva som ble undersøkt i begynnelsen av august 2001 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 4**.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m ²	NS/m ²
3	134	8	7	0,06	0,05
4	117	19	6	0,16	0,05
5	147	7	0	0,05	0
6	143	3	1	0,02	0,01
7	154	3	1	0,02	0,01
8	140	1	0	0,01	0
9	157	0	0	0	0
10	198	0	1	0	0,01
11	140	0	0	0	0
12	142	0	0	0	0
13	156	1	0	0,01	0
14	182	0	0	0	0
3-14	1 810	42	16	0,023	0,009
Gjennnitt ± sd				0,027 ± 0,047	0,010 ± 0,020

Tabell 1.2. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 12 stasjoner i Hunnselva som ble undersøkt i begynnelsen av august 2001 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 4**.

Stasjon	Tid, min.	N	NS	N/min.	NS/min.
3	30	8	3	0,27	0,10
4	30	11	4	0,37	0,13
5	30	5	0	0,17	0
6	30	5	1	0,17	0,03
7	30	3	1	0,10	0,03
8	30	4	1	0,13	0,03
9	30	4	0	0,13	0
10	30	0	2	0	0,07
11	30	1	0	0,03	0
12	30	0	0	0	0
13	45	5	0	0,11	0
14	30	0	0	0	0
3-14	375	46	12	0,123	0,032
Gjennnitt ± sd				0,123 ± 0,112	0,033 ± 0,045

Vedlegg 2.

Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Hoenselva.

Tabell 2.1. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 13 stasjoner i Hoenselva som ble undersøkt i august 2001 basert på tellinger i transekter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Jf. **figur 14**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 12**.

Stasjon	Areal, m ²	N	NS	N/m ²	NS/m ²
2	176	10	0	0,06	0
4	73	402	6	5,55	0,08
5	58	306	4	5,26	0,07
6	56	260	6	4,64	0,11
7	67	69	2	1,03	0,03
10	60	204	0	3,40	0
11	58	219	11	3,76	0,19
12	46	39	5	0,86	0,11
14	47	22	5	0,47	0,11
16	74	168	12	2,26	0,16
17	57	44	1	0,77	0,02
18	64	19	0	0,30	0
20	90	0	0	0	0
1-21	926	1762	52	1,90	0,06
Gjennsnitt ± sd				2,18 ± 2,07	0,07 ± 0,07

Tabell 2.2. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 13 stasjoner i Hoenselva som ble undersøkt i august 2001 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 15**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 12**.

Stasjon	Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
2	30	7	2	0,23	0,07
4	30	962	19	32,07	0,63
5	30	504	22	16,80	0,73
6	30	336	6	11,20	0,20
7	30	113	18	3,77	0,60
10	15	482	3	16,07	0,10
11	30	459	1	15,30	0,03
12	30	61	4	4,07	0,27
14	30	102	7	3,40	0,23
16	30	132	13	4,40	0,43
17	30	49	8	1,63	0,27
18	30	58	11	1,93	0,37
20	30	0	0	0	0
1-21	375	3 265	114	8,71	0,30
Gjennsnitt ± sd				8,5 ± 9,36	0,30 ± 0,24

Vedlegg 3

Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Enningdalselva.

Tabell 3.1. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Enningdalselva som ble undersøkt i august 2001 basert på tellinger i transekter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Jf. figur 22. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 20.

Stasjon	Areal, m ²	N	NS	N/m ²	NS/m ²
2	100	606	355	6,06	3,55
4	100	115	84	1,15	0,84
7	100	1211	400	12,11	4,00
9	100	177	25	1,77	0,25
12	100	93	2	0,93	0,02
16	100	35	4	0,35	0,04
17	100	33	1	0,33	0,01
18	100	26	0	0,26	0
20	100	41	9	0,41	0,09
21	100	0	1	0	0,01
25	100	0	0	0	0
27	100	3	1	0,03	0,01
28	100	35	27	0,35	0,27
31	100	1	2	0,01	0,02
29	100	24	10	0,24	0,10
2-31	1 500	2 400	921	1,60	0,61
Gjnsnitt ± sd				1,60 ± 3,28	0,61 ± 1,30

Tabell 3.2. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 23 stasjoner i Enningdalselva som ble undersøkt i august 2001 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 23**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 20**.

Stasjon	Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
2	30	861	96	28,70	3,20
3	30	844	66	28,13	2,20
4	30	205	80	6,83	2,67
5	30	959	195	31,97	6,50
7	30	962	271	32,07	9,03
9	30	240	35	8,00	1,17
10	30	212	5	7,07	0,17
12	30	246	0	8,20	0
14	15	77	19	5,13	1,27
15	15	31	7	2,07	0,47
16	30	76	8	2,53	0,27
17	30	104	6	3,47	0,20
18	30	46	1	1,53	0,03
19	30	16	0	0,53	0
20	30	17	0	0,57	0
21	30	2	3	0,07	0,10
24	30	0	1	0	0,03
25	30	0	0	0	0
26	30	0	0	0	0
27	30	6	13	0,20	0,43
28	30	71	86	2,37	2,87
31	30	2	5	0,07	0,17
29	30	11	7	0,37	0,23
2-31	660	4 988	904	7,56	1,37
Gjennsnitt ± sd				7,39 ± 11,07	1,35 ± 2,30

NINA Oppdragsmelding 762

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1350-8

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
www.ninaniku.no

