

537

# OPPDRAKSMELDING

Elvemusling  
*Margaritifera margaritifera*  
i Oгна, Rogaland  
- Utbredelse og bestandsstatus

Bjørn Mejdell Larsen  
Sturla Brørs



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Elvemusling  
*Margaritifera margaritifera*  
i Oгна, Rogaland  
- Utbredelse og bestandsstatus

Bjørn Mejdell Larsen  
Sturla Brørs

## NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

### NINA Fagrapport

### NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs 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

### NIKU Oppdragsmelding

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

### NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes 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 "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes 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 NINA og NIKUs 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 og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Larsen, B.M. & Brørs, S. 1998. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Ogna, Rogaland - Utbredelse og bestandsstatus. - NINA Oppdragsmelding 537: 1-20.

Trondheim, mai 1998

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0928-4

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Ann Kristin Schartau

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13546 Elvemusling i Ogna

Ansvarlig signatur:

*Ann Kristin Schartau*

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

## Referat

Larsen, B.M. & Brørs, S. 1998. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Ogna, Rogaland - Utbredelse og bestandsstatus. - NINA Oppdragsmelding 537: 1-20.

Det har vært en negativ utvikling i bestanden av elvemusling i Ogna i andre halvdel av 1900-tallet. Bestanden ble redusert og forsvant fra enkelte områder allerede i midten av 1940-årene og framover mot 1960. Senere undersøkelser (1995) konkluderte med at elvemuslingen var blitt helt borte på grunn av forsurening, men dette har senere vist seg å være feilaktig. En liten bestand av elvemusling har overlevd i Ogna, men har vært vanskelig å påvise. I forbindelse med pågående kalkingstiltak og overvåking av ungfiskbestanden i Ogna ble det i 1994 funnet muslinglarver på gjellene til laks. Denne observasjonen gjorde at det var ønskelig å få en bedre dokumentasjon på forekomst og utbredelse til elvemusling i vassdraget, og DN ga NINA i oppdrag å gjennomføre en slik undersøkelse i 1997.

Undersøkelsene omfattet både gjelleundersøkelser hos laks- og aureunger i vassdraget og direkte observasjon og telling av synlige muslinger.

Det var muslinglarver på ett-årige laksunger på alle stasjonene fra Ualand til litt nedenfor Hetland kraftstasjon. Bare en liten del av fisken var infisert (4-20 %). Antall glochidier pr. infisert fisk var også lavt (1-34 individer) med et gjennomsnitt på 5,7 glochidier pr. infisert laksunge. Hos to- og tre-årige laksunger ble muslinglarver funnet på fisk fra den samme strekningen som ett-årige laksunger, men i tillegg ble det også funnet muslinglarver mellom Øvrabøvatnet og Krågevatn. Bare en liten del av de to- og tre-årige laksungene var infisert (4-40 %). Antall glochidier pr. infisert fisk var også her lavt (1-25 individer) med et gjennomsnitt på 4,7 glochidier pr. infisert laksunge. Det ble ikke påvist muslinglarver hos aure i noen del av vassdraget.

Det ble funnet levende elvemusling på strekningen mellom Øvrabøvatnet og Hetland kraftstasjon samt ett individ ovenfor innløpet til Øvrabøvatnet. Skallrester ble i tillegg funnet ved Hylland, men ovenfor Ognavatnet var det ingen tegn til muslinger. Nåværende utbredelse var begrenset til 4-5 km mot tidligere ca 20-25 km eller hele den lakseførende strekningen. Det har også skjedd en reduksjon i antall muslinger i områder der den fortsatt finnes.

Det ble funnet 74 levende elvemusling til sammen på åtte av de 26 undersøkte stasjonene. Enkeltindivider ble påvist på fem av stasjonene, og > 80 % av muslingene ble funnet på en stasjon ovenfor Ualand. Antall elvemusling varierte mellom 0,01 og 0,44 individer pr. minutt observasjonstid på de ulike stasjonene. Gjennomsnittlig tetthet for strekningen Hetland-Øvrabøvatnet (stasjon 3-13) var 0,09 individer pr. minutt eller ca 0,01 individer pr. m<sup>2</sup>. Dette er en meget lav tetthet. Restpopulasjonen av elvemusling i Ogna overstiger neppe 500 individer.

Skallengden hos levende elvemusling i Ogna varierte fra 37 til 142 mm (N = 71). Hovedvekten av muslinger var 110-130 mm. Bare ett individ var <50 mm. Lengdefordelingen viser at rekrutteringen har vært dårlig og totalt fraværende i mange år. Et karakteristisk trekk ved bestanden i Ogna er den observerte «forgubbingen» med et stort antall eldre individer. Det var derfor gledelig at det ble funnet ett yngre individ som viser at rekrutteringen kan ta seg opp igjen bare forholdene i vassdraget blir tilfredsstillende. Dette individet etablerte seg i bunnsubstratet sommeren 1990 (eller 1991). Dette er første påviste overlevelse av unge muslinger i Ogna på mange år - kanskje helt tilbake til 1960-tallet.

Fertiliteten til elvemusling er overraskende uavhengig av miljøforholdene. Dette indikerer at alle populasjoner vil kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen opphører. Som årsak til tilbakegangen av elvemusling i Ogna synes forsurening, eutrofiering og nedslamming av elvebunnen å være av overordnet betydning. For å få snudd den negative utviklingen var kalking ett viktig tiltak på veien. I tillegg er det nødvendig å sette igang tiltak for å begrense den menneskede tilførselen av næringsstoffer og organisk materiale til et minimum. Tiltak i landbruket med endret jordbearbeiding og sikring av erosjonsutsatte områder synes viktig.

Det er ingen ting som indikerer at reproduksjonen hos elvemusling ikke er normal i Ogna, men bestanden er liten og svært sårbar. På grunn av sen vekst og høy alder før kjønnsmodning vil det også ta mange år før bestanden vil øke vesentlig i antall. Det kan derfor være nødvendig å vurdere andre tiltak for å styrke elvemuslingen i vassdraget.

Dette kan tenkes iverksatt ved:

- Kontrollert infeksjon av laksunger fra Ogna med muslinger fra Ogna.
- Kontrollert infeksjon av laksunger fra Ogna med muslinger fra Håelva og/eller Figgjo
- Utsetting av grupper på ca 250 elvemusling med opphav fra Håelva og/eller Figgjo på tre-fire lokaliteter i Ogna.

Elvemusling bør inngå som del av kalkingsovervåkingen i Ogna. Forekomst av unge muslinger vil være det synlige bevis på at rekrutteringen er vellykket, og at tilstanden igjen er tilfredsstillende for å opprettholde et naturlig biologisk mangfold i vassdraget.

Emneord: Elvemusling - utbredelse - tetthet - lengde - Ogna - kalking.

Bjørn Mejdell Larsen & Sturla Brørs, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

## Abstract

Larsen, B. M. & Brørs, S. 1998. The river pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in river Ogna, Rogaland county, south west Norway. Distribution and population size. - NINA Oppdragsmelding 537: 1-20.

The population size of river pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in the river Ogna, has shown a negative trend over the last half of this century. The population was reduced to a low level, and even disappeared in parts of the river from 1945 up to 1960. Recent investigations (1995) concluded that the river pearl mussel had disappeared because of acidification, but this has later been shown to be wrong. In connection to ongoing liming of the river and monitoring of the fish population in the river Ogna some glochidia of river pearl mussel were observed in 1994 on gills of salmon. This observation led to the present project documenting the status of the river pearl mussel in this river. The study has been financed by the Norwegian Directorate for Nature Management and was carried out in 1997.

The investigations included both examinations of the gills of salmon and trout for glochidia, as well as direct observations and counting of live mussels on the river bed.

We found glochidia on the gills of one year old salmon at all sampling stations from Ualand to below Hetland power station. Only a small proportion of the fish were infected (prevalence 4-20 %). Number of glochidia per fish ranged from 1-34, and the average number (intensity) was 5,7 glochidia per infected fish, which is considered to be a very low infection. We found glochidia on two and three year old salmon caught in the same stretch of the river as well. In addition we found glochidia in a part of the river (between Øvrabøvannet and Krågevatn) were none of the 1+ salmon were infected. Only a small proportion of the two and three year old salmon were infected (prevalence 4-40 %). Number of glochidia on the older fish ranged from 1-25 individuals with an intensity of 4,7 glochidia per infected salmon. None of the trout that we examined were infected with glochidia.

Live river pearl mussel were observed between Øvrabøvatn and Hetland power station, as well as one individual above the inlet to Øvrabøvatn. Empty shells were found at Hylland, but above Ognavatnet no live mussels or empty shells were observed. The present distribution of the river pearl mussel in this watercourse is at present limited to 4-5 km, as opposed to 20-25 km earlier. The population size is also considerably smaller than before.

We looked for mussels at 26 sampling sites covering approx. 25 km of the river. We found live mussels at 8 sampling sites. In total we counted 74 live individual mussels. Single individuals were found at 5 sampling sites, and > 80 % of the mussels were found at one site above Ualand. Number of mussels observed varied between 0.01 and 0.44 individuals per minute over all sampling sites. Average density of mussels in the river between Hetland

and Øvrabøvatn (sites 3-13) was 0.09 individuals observed per minute representing approx. 0.01 individuals per m<sup>2</sup>. This is considered a very low density. The total population of river pearl mussel in river Ogna most probably contains less than 500 individuals.

The total length of the mussel shell varied between 37 mm and 142 mm (N = 71). The majority of shells measured 110-130 mm. Only one shell was smaller than 50 mm. The length distribution indicates that the recruitment to the population has been poor or absent for many years. A characteristic trait of the population of river pearl mussels in river Ogna is that it contains only old individuals. It was therefore uplifting to observe one young individual which may indicate that recruitment is possible if the conditions improve. This one individual established itself on the river bed in the summer 1990 (or 1991), and it is the first young mussel observed for many years, maybe since 1960.

It seems as if the fertility of the pearl mussel is relatively unaffected by the environmental conditions. This indicates that all populations of pearl mussel have the potential to recover if the conditions improve. The reasons for the disappearance of river pearl mussels from Ogna seems to be a combination of acidification, eutrophication and increased silting. To reverse this negative trend liming is an important measure. But it will also be necessary to reduce the influx of run-off from human activities (farming, households etc.). Changed land use and securing of areas which are prone to erosion would also contribute to improving the conditions for the mussel.

There are no indications that the reproduction of the mussel in river Ogna is not normal, but the population is very small and therefore vulnerable to extinction. Because of slow growth and high age at first reproduction, it will take many years before the population size will increase. Other measures to preserve the river pearl mussel in river Ogna may therefore be considered.

We suggest the following measures:

- Infect salmon fingerlings and parr from river Ogna with glochidia from river Ogna.
- Infect salmon fingerlings and parr from river Ogna with glochidia from rivers Håelva and/or Figgjo.
- Release groups of up to 250 pearl mussels from Håelva and/or Figgjo in three to four localities in river Ogna.

Monitoring of river pearl mussels ought to be a part of the effects studies of liming in river Ogna. Occurrence of young mussels will be the best indicator of successful recruitment, and that the conditions in the river are such that normal biodiversity is restored.

Key-words: River pearl mussel - distribution - population density - shell length - river Ogna - liming

Bjørn Mejdell Larsen & Sturla Brørs, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

## Forord

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har det sentrale forvaltningsansvaret for kalkingsvirksomheten i Norge. Den overordnede målsettingen for kalking av vann og vassdrag er å bevare eller å få tilbake biologisk mangfold i de forursingsskadede områdene. Elvemusling har forsvunnet fra mange av de store laksevassdragene på Sørvestlandet, og er regnet som en truet og sårbar art i hele utbredelsesområdet. I utgangspunktet er alle gjenværende populasjoner verneverdige. Men særlig viktig blir det å kartlegge og bevare de få naturlige populasjonene som fortsatt finnes i de forursingsrammede vassdragene på Sørlandet.

I Ogna var det antatt at elvemuslingen var utdødd på grunn av foruring. Men i forbindelse med pågående kalkingstiltak og overvåking av ungfiskbestanden i vassdraget ble arten gjenfunnet. Det var ønskelig å få en bedre dokumentasjon på forekomst og utbredelse til elvemusling i vassdraget, og DN ga NINA i oppdrag å gjennomføre en slik undersøkelse i 1997. Arbeidet må også sees på som et ledd i den pågående kartlegging og kunnskapsoppbygging som gjøres med hensyn til de store ferskvannsmuslingene i Norge. Foreliggende utredning er i sin helhet bekostet av DN.

Bjørn Mejdell Larsen ved NINA har vært ansvarlig for prosjektet og rapporteringen. Feltarbeidet i april/mai ble gjennomført av Sturla Brørs og Bjørn Mejdell Larsen, mens sistnevnte gjennomførte feltarbeidet i august. Bearbeidingen av fiskematerialet ble gjort av Sturla Brørs som takkes for verdifull hjelp og god innsats. Rita Hartvigsen Daverdin har vært behjelpelig med å skrive det engelske sammendraget.

Trondheim, april 1998

Bjørn Mejdell Larsen  
prosjektleder

## Innhold

Referat.....	3
Abstract .....	4
Forord.....	5
1 Innledning .....	6
2 Områdebeskrivelse .....	7
2.1 Vannkvalitet og kalkingstiltak .....	7
2.2 Invertebrater .....	9
2.3 Fisk.....	10
3 Materiale og metoder .....	11
3.1 Ungfisk .....	11
3.2 Elvemusling .....	11
4 Resultater og diskusjon .....	12
4.1 Ungfisk .....	12
4.2 Elvemusling .....	14
4.2.1 Utbredelse.....	14
4.2.2 Tetthet.....	14
4.2.3 Populasjonsstørrelse.....	15
4.2.4 Lengdefordeling og vekst.....	15
4.2.5 Rekruttering.....	17
5 Oppsummering .....	17
6 Litteratur.....	19



# 1 Innledning

Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* er vurdert som truet og sårbar i hele dens utbredelsesområde i Europa (Wells & Chatfield 1992). Av den grunn er den tatt med i Bernkonvensjonens vedlegg III over truede og sårbare arter, og den er klassifisert som sårbar på rødlisten for norske og nordiske ferskvanns-bløtdyr (Størkersen 1992, Nordisk ministerråd 1995). Med hjemmel i lov om laksefisk og innlandsfisk m.v. av 15. mai 1992 fastsatte Direktoratet for naturforvaltning en forskrift om forbud mot fangst av elvemusling i Norge som trådte i kraft 1. januar 1993.

I Norge er elvemuslingen registrert i alle landets fylker (Økland & Økland 1996, Dolmen & Kleiven 1997a), men den har hatt en negativ utvikling fra slutten av forrige århundre til i dag. Den største nedgangen har funnet sted i fylkene Aust-Agder, Vest-Agder og Rogaland der arten har forsvunnet fra henholdsvis 89, 100 og 43 % av lokalitetene. Dolmen & Kleiven (1997a) konkluderer med at denne tilbakegangen med stor grad av sannsynlighet skyldes forsurening av vassdragene i Agder og landbruksforurensning i Rogaland. Forsuring er den enkeltfaktor som har ført til størst reduksjon i biologisk mangfold i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 1995), og man regner med at 25 laksestammer er utryddet på grunn av sur nedbør (Hesthagen & Hansen 1991). Dette har åpenbart hatt følger for elvemuslingen som tidligere fantes i mange av disse vassdragene (f.eks. Storelva, Mandalselva, Lygna og Audna). Hvis laks og aure dør ut, kan det i noen tiår rett nok være muslinger tilbake, men ingen forplantning kan skje (Økland & Økland 1997). Noen total oversikt over skadeomfanget har vi derimot ikke.

Ognaelva er nevnt som en god muslingelva i forbindelse med perlefiske på 1700-tallet. I et memorial datert 20. april 1724 omtaler stattholder Ditlev Vibe «de elve, hvor man i det aar bør fiske, samt hvem der skal overvære skjællenes aabning» (Taranger 1890). På Jæren skal det fiskes i Nerimselven, Figgeneelven, Kvadsemselven, Ougneelven og Stenbroelven. Disse elvene blir karakterisert som de «anseligste» i Norge. På et kart over Jæren som byskriver U. F. Aagaard tegnet i 1728 er Ogne Elven angitt som en av seks inntegnede perleelver (Riksarkivet - NRA KBK 16). Men allerede i en dagbok utarbeidet av G. Schanche og U. F. Aagaard for fiskesesongen i 1725 ble Ougneelven og Kvadsemselven beskrevet som «udfiskede og fordærvede». Etter mange år med rovfangst på begynnelsen av 1700-tallet begynte rapporter om utfisking og tomme vassdrag å komme fra ulike deler av landet. Fangstreguleringer ble innført, og i 1733 kom det en midlertidig fredningsbestemmelse. Perlefisket ble ulønnsomt mange steder, og det ble drevet mer sporadisk i andre halvdel av 1700-tallet. De Fine (1745) nevner fortsatt Ogna som en av totalt 29 lokaliteter/elver i Rogaland der perler blir «opfiskede til Hendes Majestæts Tieniste». Senere er det lite opplysninger å finne om Ogna spesielt, men elvene på Jæren beskrives fortsatt som de viktigste perlefiske-elvene i Norge.

Ledje (1996a; 1996b) gjennomførte i 1995 en spørreundersøkelse vedrørende tidligere og nåværende lokaliteter med elvemusling i Rogaland supplert med feltundersøkelser i de fleste lokalitetene. Den siste kjente observasjonen av elvemusling i Ogna var fra 1988 da ett individ ble funnet nedenfor Ualand (E. R. Håland pers. komm.). Ved undersøkelser i dette området i 1995 ble det ikke påvist levende individer eller skall (Ledje 1996b), og det ble konkludert med at elvemuslingen med all sannsynlighet var dødd ut pga. forsurening. E. R. Håland undersøkte imidlertid området på nytt i 1996, og det samme individet var fortsatt tilstede. Men han kjente ikke til flere individer fra elva, og det har heller ikke blitt funnet tomme skall i de senere årene. Dolmen & Kleiven (1997b) nevner elvemusling fra Ognaelva i Bjerkreim og Hå kommuner, men N. Eikeland (pers. komm.) angir at arten forsvant ca 1945 ved Eikeland på grunn av graving og kanalisering av elva. I Steinslandsbekken ca 300 m nedenfor Steinsland bro ble det tidligere gjort forsøk på perlefiske. Elvemuslingen forsvant imidlertid før 1960, og siloutslipp i 1950-årene er angitt som mulig årsak. Det er også opplysninger om elvemusling i utløpsbekken fra Langavatnet (338 m o.h.) (K. B. Slettebø pers. komm.). På 1920-tallet var det en liten bestand i området, men denne kan ha forsvunnet på 1950-tallet. På midten av 1960-tallet ble det bare funnet et skall på utløpet av Langavatnet. I 1930-årene var det en bra bestand på sandbunn i utløpet av Øvrabøvatnet, og det ble også funnet muslinger på innløpet av vatnet (K. Øvrebø pers. komm.). For ca 50 år siden (ca 1945) var det også levende skjell ved Hylland der de ble funnet under bading (E.R. Håland pers. komm.).

De spredte observasjonene av elvemusling som foreligger fra Ogna tyder på at arten tidligere har vært utbredt i hele vassdraget. Observasjonene omfatter Hylland, Ualand og Øvrabøvatnet i nedre del og Eikeland, Steinsland og Langavatnet i øvre del, og dekker hele den lakseførende strekningen av elva.

En generell beskrivelse av elvemuslingens biologi, habitat/miljøkrav og bestandssituasjon er gitt av Larsen (1997). Elvemuslingen har i løpet av sin livssyklus et parasittisk stadium på gjellene av laks eller aure. Etter befruktningen utvikles zygotene til larver (glochidier) som oppbevares av hunnen i gjellebladene som fungerer som yngelkammer. Når muslinglarven er ferdig utviklet slippes de ut i vannmassene. Dette skjer normalt i løpet av august/september. Der må de i løpet av kort tid komme i kontakt med en vertfisk (laks eller aure). På vertsfisken gjennomgår muslinglarven en vekst og omvandling før den slipper seg av og starter et bunnlevende liv. Det parasittiske stadiet strekker seg normalt fra august/september til påfølgende vår eller forsommer. I hele denne perioden vil larvene kunne påvises og identifiseres på fiskens gjeller.

NINA gjennomfører en løpende overvåking av ungfiskbestanden av laks og aure i Ogna i forbindelse med kalkingen av vassdraget som kom igang i 1991 (Larsen 1993). I den anledning blir det samlet inn fisk fra hele vassdraget, og fra 1994 også gjelleprøver av eldre ungfisk for histologiske

analyser (Kvellestad & Larsen 1998). I materialet fra august 1994 kom det tilbakemelding fra Veterinærinstituttet om mulig funn av glochidielarver på en av laksungene som var analysert (A. Kvellestad og T. Poppe pers. komm.).

Referansematerialet fra den delen av vassdraget som fisken var samlet inn ble gjennomgått på NINAs laboratorium ved at første gjellebue på venstre side ble undersøkt i mikroskop hos 17 laksyngel og 12 eldre laksunger samt 14 aureyngel og 1 eldre aureunge. Materialet var imidlertid spritfiksert, og dette vanskeliggjorde observasjonen av muslinglarvene på gjellene. På tross av dette ble det funnet larver på tre eldre laksunger, og med stor sannsynlighet på en laksyngel. Det var bare 1-2 observerte larver på tre av fiskene, men på en av de eldre laksungene var det ca 25 glochidier på den ene gjellebuen. Dette bekreftet at elvemusling senest i 1994 gjennomførte gyting i Ogna, og at det fortsatt måtte være en restbestand i området.

Observasjonen var faglig meget interessant ved at man i Ogna kunne få mulighet til å følge en naturlig reetablering av elvemusling i et kalket vassdrag. I dag vet vi ikke om noe annet kalket vassdrag som samtidig har elvemusling av opprinnelig stamme i hovedvassdraget. Med unntak av Audna der elvemusling er innført og utsatt, gjennomføres det ikke noe forskning eller overvåking av elvemusling i forbindelse med forsuring/kalking i Norge. Også i forbindelse med bevaring av biologisk mangfold i kalkede vassdrag var det av stor interesse å følge opp de observasjonene som var gjort i Ogna.

NINA tok derfor et initiativ for å få gjennomført en undersøkelse som skulle beskrive forekomsten av elvemusling i Ogna. Hovedmålsettingen var å beskrive utbredelsen for å sikre bevaring av arten i vassdraget. Undersøkelsene skulle videre danne grunnlaget for en framtidig overvåking av elvemusling i vassdraget.

## 2 Områdebeskrivelse

Ogna ligger i kommunene Hå og Bjerkreim i Rogaland. Vassdragets totale nedbørfelt er 117 km<sup>2</sup> hvorav 39 km<sup>2</sup> er tilført ved overføring av Helgåvassdraget til Hetland kraftstasjon ca tre kilometer fra utløpet i sjøen. Hovedvassdraget har utspring i høiområdene ved Laksesvelafjellet (536 m o.h.) og Svartaknuten (498 m o.h.) vest for Vikeså ca 23 km fra sjøen. I Ognadalen danner elva tre mindre innsjøer (Øvrabøvatnet, Krågevatn og Ognavatnet, 88-104 m o.h.) (figur 1).

Årlig nedbørmengde er ca 2 000 mm. Gjennomsnittlig vannføring er beregnet til 3,9 m<sup>3</sup>/s ovenfor utløpet fra Hetland kraftstasjon, og 6,6 m<sup>3</sup>/s ved utløpet i sjøen (Enge & Nordland 1989). På grunn av relativt små innsjøer med liten magasinkapasitet i nedslagsfeltet vil vannføringen i hovedelva variere med nedbørmengden.

Området ligger i sin helhet innenfor Egersund-feltets anortositt-bergarter. Det som finnes av løsmasser er vasket vekk fra de høyereliggende områder og ned i senkningene (Abrahamsen et al. 1972). Vegetasjonen utgjøres stort sett av lite kravfulle arter, og i høydene dominerer torv- og lyngmark. Lenger nede øker kulturpreget, og i Ognadalen samt fra Hetland og ned til utløpet preges nærområdet av intensivt jordbruk.

### 2.1 Vannkvalitet og kalkingstiltak

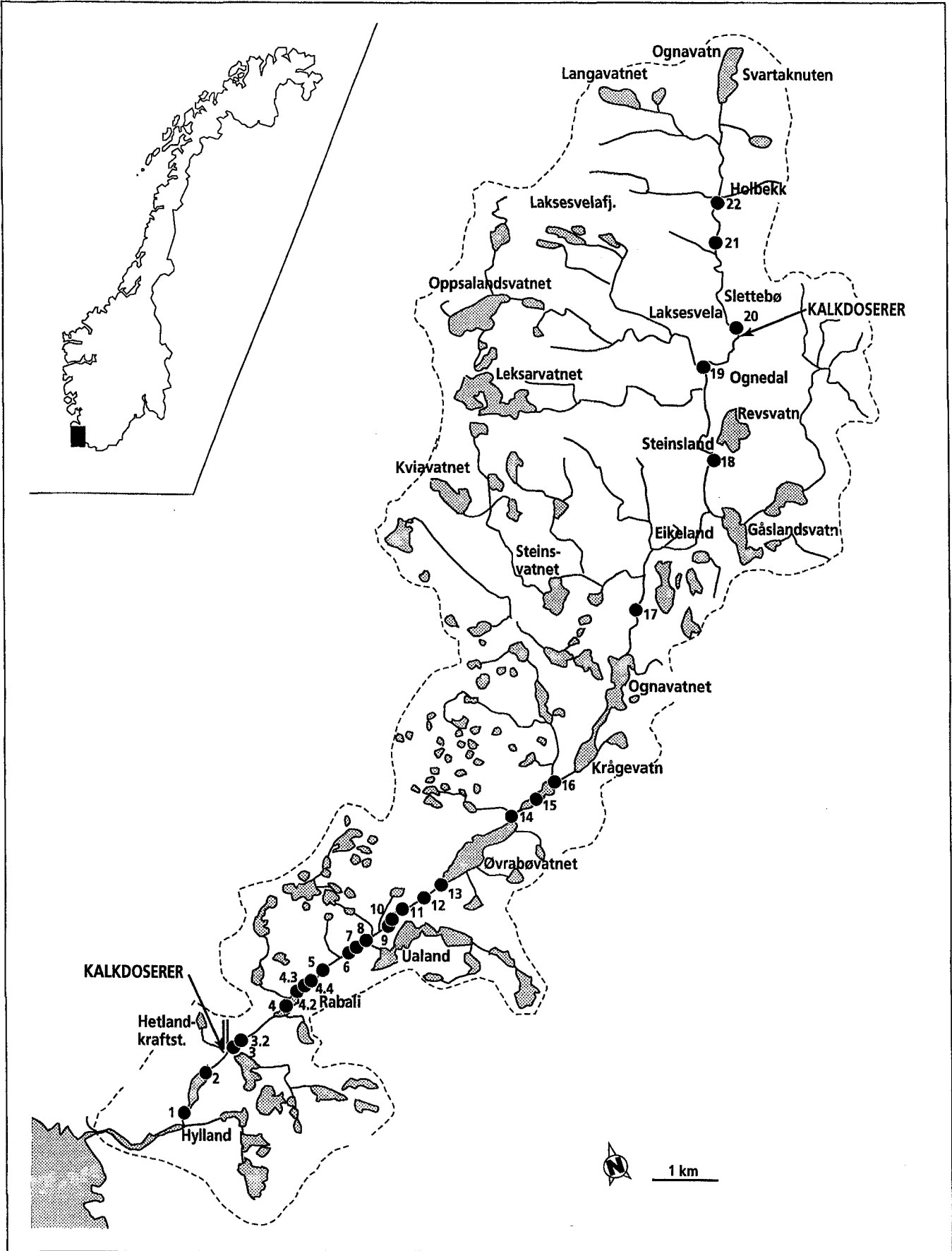
Vannkvaliteten i Ogna varierte før kalking (1971-90) fra moderat til sterkt sur om vinteren (pH < 5,5) til pH over 6,0 om sommeren i hovedvassdraget like ovenfor Hetland kraftstasjon (Larsen et al. 1992). Gjennomsnittsverdien for pH gjennom året var 5,6-6,0 med unntak av 1981 og 1982 da pH var henholdsvis 5,47 og 5,37 (figur 2). Vinteren 1981/82 var elva surere enn i de andre årene. Ved de fleste målinger var pH < 5,1 og minimumsverdien 4,67 ble målt under en periode med snøsmelting.

Helgåvassdraget som overføres til Ogna gjennom Hetland kraftstasjon var tidligere kronisk surt med gjennomsnittlig pH gjennom året mellom 4,7 og 4,8 i 1982-90 (Larsen et al. 1992). Dette ga seg utslag for elvestrekningen nedstrøms kraftverket der gjennomsnittlig pH var 4,9-5,1 i 1982-90.

Helgåvassdraget hadde også periodevis svært høye verdier med labilt aluminium (Skogheim et al. 1984). Gjennomsnittlig verdi for totalt syrereaktivt aluminium i Ogna ovenfor kraftstasjonen var 105 µg/l for 1988-90, mens tilsvarende verdi for utløpet av kraftstasjonen var 264 µg/l (Larsen et al. 1992). Høyeste målte verdi har vært 416 µg/l.

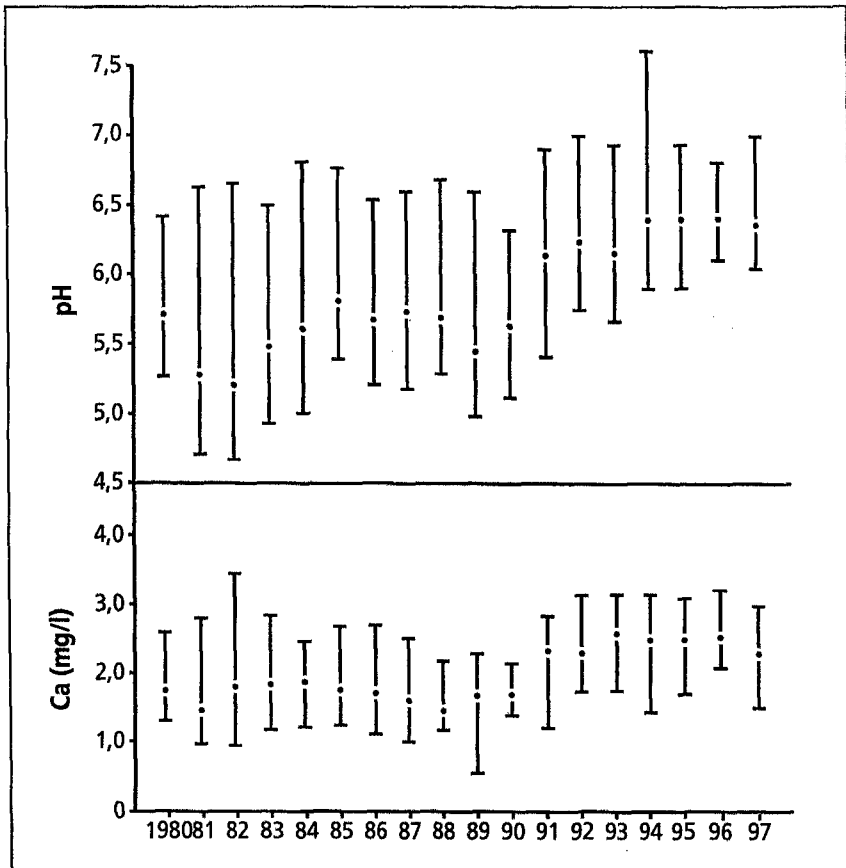
I kalkingsplanen for Rogaland ble Ogna prioritert for å sikre bestandene av laks og sjøaure (Enge & Nordland 1989). Det ble besluttet å kalke Ogna fra februar 1991. Kalkingen





Figur 1. Ognafjella med lokalisering av undersøkte stasjoner (1-22, 3.2, 4.2, 4.3 og 4.4) med hensyn til utbredelse av elvemusling i 1997.

**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min- og maks-verdier for pH og kalsium (Ca) i Ogna i hovedvassdraget like ovenfor Hetland kraftstasjon i perioden 1980-1997. Fra Nøst et al. (1998).



blir gjennomført fra to kalkdoserere - en ved Laksesvela bru i øvre del av elva, og en ved utløpet av Hetland kraftverk som kalker vannet som passerer kraftverket. Doseringen styres automatisk etter vannføringen i vassdraget, men det er ikke angitt noen spesifikke vannkvalitetsmål for kalkingen. I tillegg foregår det innsjøkalking i de fleste større vatn i nedslagsfeltet (Ognavatn, Langavatnet, Oppsalandsvatnet og Leksarvatnet).

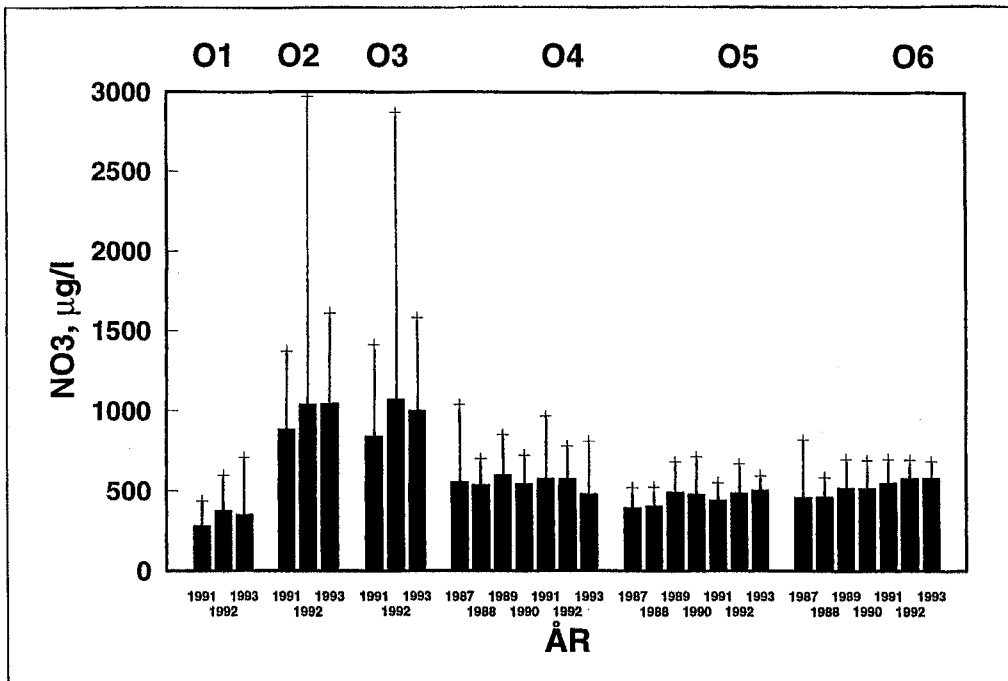
Det har vært en markert bedring i vannkvaliteten i Ogna etter at kalkingen startet i 1991. På lokaliteten i hovedvassdraget ovenfor Hetland har årsgjennomsnittet for pH økt til 6,15 i 1991 og videre til 6,4-6,5 i 1994-97 (Nøst et al. 1998). I 1997 var årsgjennomsnittet i pH på 6,37, og resultatene fra 1996 og 1997 tyder på at pH-verdiene nå synes å ha stabilisert seg på et jevnere høyt nivå gjennom året. Det ble i motsetning til tidligere år ikke registrert pH-verdier lavere enn 6,0 i 1996 og 1997. En økning i kalsiuminnholdet registreres også fra 1991, og årsgjennomsnittet har de siste årene stabilisert seg omkring 2,5 mg Ca/l (figur 2). Analysene av aluminiumsfraksjoner viser at verdiene for den uorganiske delen nå er gjennomgående lave og lavere enn deteksjonsgrensen på 6µg/l.

Fosfor og nitrogen er de vanligste næringsstoffene som tilføres vassdraget enten naturlig fra skog, myr og utmark eller som utslipp fra landbruk og bosetting. Det finnes data om nitrat-innholdet ( $\text{NO}_3$ ) i det vannkjemiske overvåkingsprogrammet som NINA har hatt i Ogna i forbindelse med Elveserien (1987-90: Jonsson & Blakar (1988), Løvhøiden (1993)) og senere i forbindelse med overvåkingen av

kalkingstiltaket (1991-93: Schartau (1993), NINA upubl. data). Nitrat-innholdet i Ogna har variert mellom år og lokalitet, men var spesielt høyt i området Laksesvela-Steinsland. Her var gjennomsnittsverdien for nitrat-innholdet 840-1 070 µg/l i 1991-93 med maksimumsverdier helt opp mot 3 000 µg/l i 1992 (figur 3). I hovedvassdraget like ovenfor Hetland var gjennomsnittsverdien 480-600 µg/l, og karakteriseres som svært høyt av Løvhøiden (1993). I klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens forurensningstilsyn bestemmes tilstandsklasse utfra innholdet av totalt nitrogen (Holtan & Rosland 1992). Dette omfatter i tillegg til nitrat også ammonium, nitritt og organisk bundet nitrogen. Uavhengig av dette faller Ogna inn under vannkvalitetsklasse V (meget dårlig) for området Laksesvela-Steinsland, og vannkvalitetsklasse (III-)IV (nokså dårlig til dårlig) for området ved Hetland.

## 2.2 Invertebrater

Det har vært gjennomført regelmessig prøvetaking av bunnsfaunaen i Ogna siden 1983. Forsuringsindeksen i den kalkede delen av Ogna har vist en tendens til bedring i de senere år (Nøst et al. 1998). Døgnfluen *Baetis rhodani* var den mest utbredte av de sensitive artene i 1997, men også døgnfluen *Caenis horaria* og snegleartene *Lymnaea peregra* og *Acroloxus lacustris* hadde stabile og levedyktige populasjoner i vassdraget. Det har vært en utvikling i antall arter som er sensitive overfor forsurening fra ni arter i 1991 (Fjellheim & Raddum 1993) til 12 arter i 1995 (Nøst et al.



**Figur 3.** Årsmiddelverdier (søyler) og årsmaksimum (linje) for nitrat ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{g/l}$ ) i Ogna i 1987-1993. Lokalitetene er O1: Holbekk, O2: Laksesvela, O3: Steinsland, O4: Ovenfor Hetland, O5: Utløp Hetland kraftstasjon og O6: Lintjørnhølen ovenfor Hylland. Data fra Jonsson & Blakar (1988), Løvhøiden (1993), Schartau (1993), NINA upubl. data.

1996) og 21 registrerte arter/grupper i 1997 (Nøst et al. 1998). Totalt ble det registrert 6 døgnfluearter, 14 steinfluearter, 20 arter/slekter av vårfluer og tre arter av ferskvannsnegl i vassdraget i 1997.

Av muslinger ble det i 1991 funnet småmuslinger (*Pisidium* sp.) på tre stasjoner ved Gåslandsvatnet som har en naturlig uforurett vannkvalitet. Senere (1996 og 1997) er småmuslinger også funnet ved Steinsland, Ualand og Hylland i lite antall samt en lokalitet i nedre del av Helgåvassdraget. Elvemusling er ikke anmerket i noen av årene.

## 2.3 Fisk

Forsuringsskadene på fisk i Rogaland var størst i de sørlige delene av fylket spesielt i grenseområdene mot Vest-Agder (Sevaldrud & Muniz 1980, SFT 1986; 1988). Men tapene av aurepopulasjoner var betydelig også i Egersund/Bjerkreim/Hå-området. Det ble allerede høsten 1969 rapportert om fiskedød i flere vassdrag i Rogaland, deriblant Ogna (Snekvik 1975). Våren 1982 kom det nye meldinger om sviktende rekruttering og funn av døde laksunger i vassdraget (Moi 1982), og fram mot 1990 var det årlige episoder med fiskedød i Ogna (Larsen et al. 1992). Laksebestanden ble redusert og vurdert som truet (Skogheim et al. 1984, Sivertsen 1989).

Fiskebestandene i Ogna utgjøres av laks, aure og sjøaure, ål og trepigget stingsild (Larsen et al. 1992). Ogna har en lakseførende strekning på omlag 30 km, og laks og sjøaure kan passere helt opp mot Ognavatnet ovenfor Laksesvela. Det er tidligere gjennomført ungfiskundersøkelser i Ogna i 1983-88 (Larsen et al. 1992). I forbindelse med kalkingstiltakene ble det startet en ny overvåking av ungfiskbestand-

en i vassdraget i 1991 (Larsen 1993). Dette er videreført hvert år fram til 1997 (Nøst et al. 1998).

På tross av fiskedød på 1980-tallet opprettholdt Ogna i alle år en naturlig rekruttering av laks og aure. Tettheten av laksyngel før kalking var < 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (Nøst et al. 1998). I de tre første årene etter kalkingsstart var det bare små endringer i tettheten av laksyngel (12-31 individer pr. 100 m<sup>2</sup>). Det skjedde en forandring fra 1994 med en markert økning i tettheten av laksyngel, og i årene 1994-97 har tettheten ligget mellom 59 og 88 individer. Dette har medført en økning i tetthet av eldre laksunger fra ca 10 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1991-94 til 37 individer i 1997.

Det har vært en nedgang i tettheten av aureyngel etter kalking (Nøst et al. 1998). I 1983-88 var tettheten 10-30 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten etter 1991 har vært < 10 individer. Tettheten av eldre aureunger har vært lav i alle år, men den har også gått noe tilbake etter kalking.

### 3 Materiale og metoder

Feltarbeidet ble gjennomført i to perioder: 29. april - 2. mai og 11.-13. august 1997 på moderat vannføring i april/mai, og på svært lav vannføring i august.

#### 3.1 Ungfisk

Et mindre antall ungfisk av laks og aure ble samlet inn kvalitativt med elektrisk fiskeapparat fra 22 stasjoner i lakseførende del av Ognå i april/mai (stasjon 1-22, **figur 1**). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og gjellene ble undersøkt med hensyn til glochidier. All fisk med antatte muslinglarver eller andre ubestemte objekter på gjellene ble fiksert på 4 % formalin for senere bearbeiding på laboratoriet. Som kontroll på metoden ble også tre individer uten påviste muslinglarver på gjellene fiksert fra hver stasjon.

Det ble fanget og kontrollert 410 ettårige laksunger (1+), 325 to- og tre-årige laksunger ( $\geq 2+$ ) og 60 aureunger ( $\geq 1+$ ). Av disse ble 133 laks og 4 aure bearbeidet på laboratoriet. All fisk ble lengdemålt på nytt og veid, og aldersbestemt ved hjelp av skjell og/eller otolitter. Gjellene ble undersøkt i stereomikroskop for eventuell forekomst av muslinglarver. Alle gjellebuer på begge sider av fisken ble undersøkt, og antall glochidier telt opp på hver enkelt gjellebue.

#### 3.2 Elvemusling

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling er gjennomført ved direkte observasjon og telling av synlige individer. Metoden kan underestimere antallet av de minste individene som kan være vanskelige å oppdage (Eriksson & Henrikson 1997). Når elvemuslingen er blitt 4-5 mm kan de finnes tilfeldig i rote- og sparkeprøver (Sandaas 1995), og det blir bare unntaksvis funnet muslinger som er mindre enn 10-12 mm på elvebunnen uten å grave i substratet. Dette kommer av at elvemuslingen lever nedgravd i substratet de fire-fem første leveårene (Bauer 1989, Wächtler et al. 1987). I vassdrag i Norge er det ved direkte observasjon funnet elvemuslinger ned til 13 mm på bunnen, og 9,5 mm i overflaten, men gjemt under steiner (Larsen unpubl. data). Det er først når muslingene er 20-30 mm at de normalt er lette å oppdage. Totalt fravær av individer  $< 50$  mm indikerer opphør i rekrutteringen i det minste i de siste 10 årene (Buddensiek 1995).

Utvalgte stasjoner (1-22 og 3.2, 4.2, 4.3, 4.4, **figur 1**) ble undersøkt ved vading i elveløpet og bruk av vannkikkert (jf. Grundelius 1987). I store elver og i elver med stort dyp ( $> 1,5$  m) vil det være metodiske begrensninger for hvor god dekingen av elvebunnen blir ved vading. I Ognå er det enkelte større og mindre kulper som av den grunn ikke kunne undersøkes. I stilleflytende områder med dype parti-

er var imidlertid bunnssubstratet nedslammet. Disse områdene ble bare tilfeldig undersøkt, men ingen elvemusling ble funnet.

Forekomst av elvemusling ble undersøkt ved 78 tellinger hver av 15 minutters varighet på 26 tilfeldige (vadbare) stasjoner i lakseførende del av vassdraget. Det ble skilt mellom tomme skall (døde dyr) og levende individer, og antall ble notert for hver telling. Antall tellinger på hver stasjon varierte mellom en telling (15 min.) og ni tellinger (135 min.), men forekomsten er angitt som antall muslinger pr. min. på de ulike stasjonene.

Levende muslinger som ble observert ble med tre unntak, tatt opp og lengdemålt til nærmeste 0,1 mm før de ble satt tilbake i opprinnelig posisjon i substratet (N = 71). Alle individer på en stasjon ved Ualand (stasjon 11, N = 59) fikk i tillegg gravert inn et nummer i skallet for senere overvåking og kontroll. På disse individene ble også andre standard utvendige mål (høyde: H, høyde ved umbo: UH og tykkelse: T) målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm.

I tillegg ble det samlet inn tomme muslingskall langs hele vassdraget (N = 32). Disse ble lengdemålt til nærmeste 0,1 mm, og på hele skall ble også H, UH og T målt.

## 4 Resultater og diskusjon

### 4.1 Ungfisk

Laksungene varierte i lengde fra 44 til 183 mm i april/mai 1997. Ettårige laksunger var 44-106 mm med gjennomsnittlig lengde 74 ( $\pm 11$ ) mm (N = 410, **tabell 1**). To- og treårige laksunger var 87-183 mm med gjennomsnittslengde 126 ( $\pm 21$ ) mm (N = 325).

Det ble funnet muslinglarver på ett-årige laksunger på alle stasjonene fra Ualand til litt nedenfor Hetland kraftstasjon (stasjon 2-11, **tabell 1**). Det var bare en liten del (4-20 %) av fisken som var infisert på de ulike stasjonene. Antall glochidier pr. infisert fisk var også lavt (1-34 individer) med et gjennomsnitt på 5,7 glochidier pr. infisert laksunge. Hos to- og tre-årige laksunger ble muslinglarver funnet på fisk på 7 av de 10 samme stasjonene, men i tillegg ble det også funnet muslinglarver på en fisk fra en stasjon mellom Øvrabøvatnet og Krågevatn (stasjon 16, **tabell 2**). Andel to- og treårige laksunger med glochidier varierte mellom 4 og 40 % (**tabell 2**). Antall glochidier pr. infisert fisk var lavt (1-25 individer) med et gjennomsnitt på 4,7 glochidier pr.

infisert laksunge. Resultatet samlet for alle laksunger er vist i **figur 4**.

Aure forekom i lave tettheter i Oгна, men 60 individer ble fanget og undersøkt med hensyn til muslinglarver. Aureungene varierte i lengde fra 57 til 227 mm i april/mai 1997. Ettårige aureunger var 57-102 mm med gjennomsnittlig lengde 88 ( $\pm 10$ ) mm (N = 22). To- og treårige aureunger var i gjennomsnitt 144 ( $\pm 31$ ) mm (N = 38). Det ble ikke påvist muslinglarver hos aure i noen del av vassdraget.

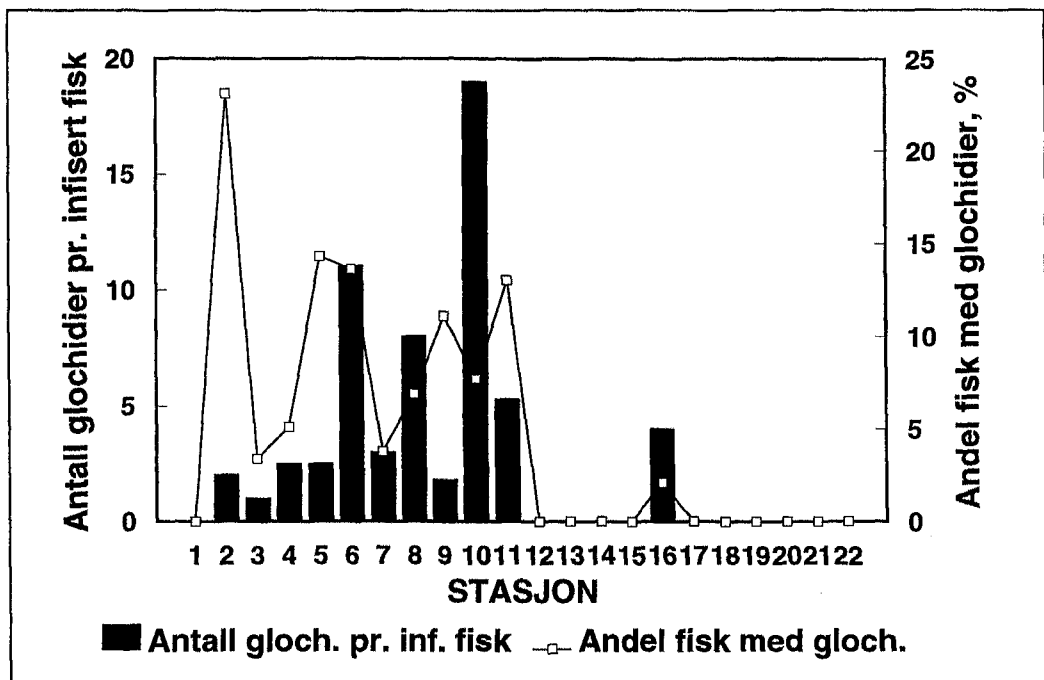
Det var mer enn fem muslinglarver til sammen bare på fire av de 30 infiserte laksungene. Det vanligste var en eller to muslinglarver som ble funnet på 67 % av laksen. Det var flere laksunger som ble oppgitt å ha muslinglarver på gjellene etter undersøkelsen i felt enn det som ble bekreftet på laboratoriet (**tabell 1 og 2**). Dette kom av den lave infeksjonsgraden, og gjaldt bare individer med to eller færre «muslinglarver» der vannmidd, andre smådyr og mineraler kunne være årsak til forveksling. Alle usikre observasjoner ble kontrollert på laboratoriet. Det ble ikke funnet muslinglarver på kontrollfisken som i felt ble angitt uten muslinglarver. Vi anser derfor metoden som er benyttet for å være pålitelig.

**Tabell 1.** Ettårige laksunger (1+) fra 22 stasjoner i Oгна undersøkt med hensyn til forekomst av glochidier i april/mai 1997.

Stasjon	Ant. fisk (N)	Gj.s.lengde (L), mm	Standardavvik (sd)	Ant. fisk med gloch. Felt	Ant. fisk med gloch. Lab	And. fisk med gloch., %	Ant. gloch. totalt	Ant. gloch. Pr. inf. fisk
1	12	69,6	5,2	0(1?)	0	0	0	-
2	5	66,6	7,0	0(1?)	1	20,0	1	1,0
3	20	73,5	6,0	0(1?)	1	5,0	1	1,0
4	31	74,1	8,6	1(1?)	2	6,5	5	2,5
5	23	76,9	6,6	2(1?)	2	8,7	2	1,0
6	19	78,4	8,5	3	3	15,8	33	11,0
7	26	89,7	7,0	2(1?)	1	3,8	2	2,0
8	19	77,2	9,9	2	1	5,3	9	9,0
9	17	91,9	8,7	4(2?)	3	17,6	6	2,0
10	13	81,3	15,4	4(1?)	1	7,7	34	34,0
11	28	75,4	8,8	2(2?)	2	7,1	4	2,0
12	22	76,0	9,3	(2?)	0	0	0	-
13	11	66,6	8,1	0	0	0	0	-
14	23	79,7	8,3	0	0	0	0	-
15	22	71,2	9,8	(1?)	0	0	0	-
16	23	66,6	8,0	(1?)	0	0	0	-
17	17	70,8	9,5	(1?)	0	0	0	-
18	21	67,4	5,9	(1?)	0	0	0	-
19	12	63,3	7,0	0	0	0	0	-
20	16	62,8	5,3	0	0	0	0	-
21	20	67,0	3,8	(1?)	0	0	0	-
22	10	64,8	5,0	(1?)	0	0	0	-
1-22	410	74,2	11,1	20(19?)	17	4,1	97	5,7

**Tabell 2.** To- og treårige laksunger (2+/3+) fra 22 stasjoner i Ogna undersøkt med hensyn til forekomst av glochidier i april/mai 1997.

Stasjon	Ant. fisk (N)	Gj.s.lengde (L), mm	Standard-avvik (sd)	Ant. fisk med gloch. Felt	Ant. fisk med gloch. Lab	And. fisk med gloch., %	Ant. gloch totalt	Ant. gloch. Pr. inf. fisk
1	8	108,1	14,2	0	0	0	0	-
2	8	116,9	17,3	2	2	25,0	5	2,5
3	9	128,1	20,2	0	0	0	0	-
4	8	128,0	20,3	0	0	0	0	-
5	5	128,0	19,0	2	2	40,0	8	4,0
6	3	133,0	10,2	0	0	0	0	-
7	26	155,6	14,1	1	1	3,8	4	4,0
8	10	145,5	5,9	1	1	10,0	7	7,0
9	19	143,6	14,4	4	1	5,3	1	1,0
10	13	144,5	17,0	1(1?)	1	7,7	4	4,0
11	18	133,4	15,2	4	4	22,2	28	7,0
12	7	119,1	11,4	0	0	0	0	-
13	22	139,2	13,1	0	0	0	0	-
14	17	131,4	14,7	0	0	0	0	-
15	13	129,2	13,7	1	0	0	0	-
16	25	116,6	16,4	1(1?)	1	4,0	4	4,0
17	18	124,2	11,0	(1?)	0	0	0	-
18	11	103,5	9,6	0	0	0	0	-
19	25	111,5	16,8	(1?)	0	0	0	-
20	28	110,1	19,2	(2?)	0	0	0	-
21	26	105,8	10,1	0	0	0	0	-
22	6	117,5	7,6	0	0	0	0	-
1-22	325	126,1	21,4	17(6?)	13	4,0	61	4,7

**Figur 4.** Antall glochidier pr. infisert laks (søylar) og andel laksunger med glochidier (linje) i Ogna i april/mai



Infeksjonen hos individer av ett-årig aure på lokaliteter i andre vassdrag med moderate tettheter av elvemusling kan være > 2 000 muslinglarver, og gjennomsnittlig infeksjon kan være 400-1 000 muslinglarver om våren (Larsen unpubl. data). Hos eldre aureunger kan antall muslinglarver være langt større, men samtidig vil en større andel ikke være infisert da fisk som har vært infisert tidligere ser ut til å opparbeide en immunreaksjon som gjør at muslinglarvene faller av i løpet av noen dager (Bauer & Vogel 1987, Ziuganov et al. 1994). Resultatene fra Ognå viser at bestanden av elvemusling er svært liten utfra graden av infeksjon og antall larver på hver fisk. Tettheten av muslinger korrelerer ifølge Bauer (1988) positivt med antall glochidier på vertsfisken

## 4.2 Elvemusling

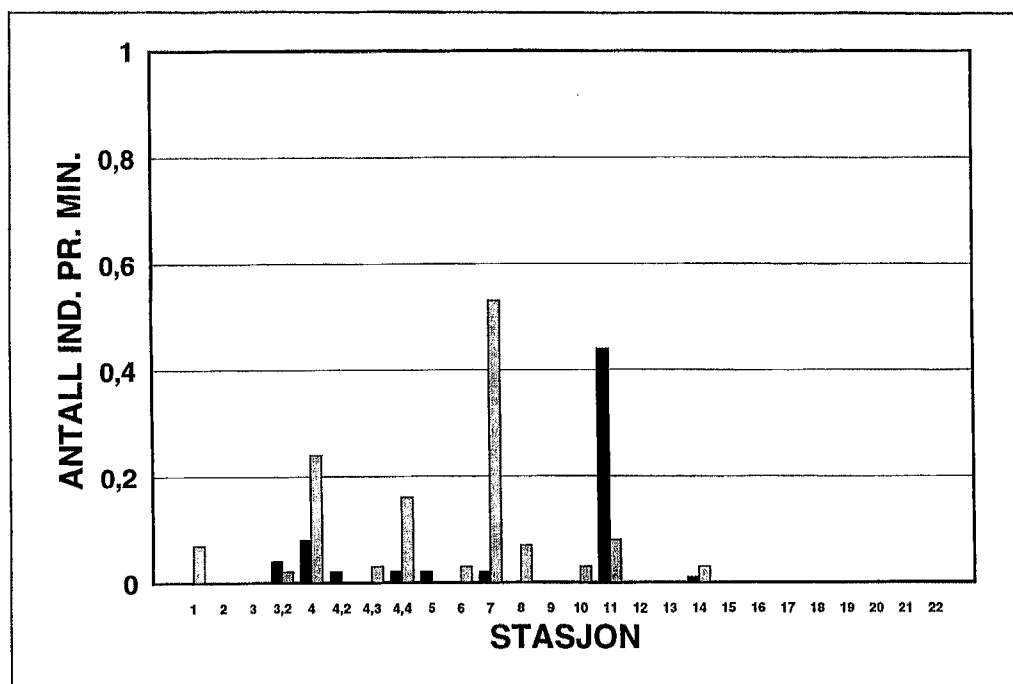
### 4.2.1 Utbredelse

Det ble funnet levende elvemusling på strekningen mellom Øvrabøvatnet og Hetland kraftstasjon samt ett individ ovenfor innløpet til Øvrabøvatnet. Dette er en reduksjon i tidligere kjente utbredelse idet ingen elvemusling ble funnet ovenfor Ognavatnet i Ognedalen og ingen levende muslinger ble funnet nedenfor Hetland eller ved Hylland. Skallrester ble funnet ved Hylland, men ovenfor Ognavatnet var det heller ikke skallrester fra muslinger. Nåværende utbredelse var begrenset til 4-5 km mot tidligere 20-25 km langs hele den lakseførende strekningen med unntak av innsjøene.

Ved undersøkelsene i 1997 ble ingen av sidevassdragene undersøkt. Ledje (1996b) undersøkte bekken opp til Ualandsvatnet uten å kunne påvise noe, men det skal ikke utelukkes at elvemusling fortsatt kan finnes i enkelte mindre bekker i området. Flere av lokalitetene som ikke blir kalket, f.eks. feltet fra Gåslandsvatnet har en naturlig uforsuret vannkvalitet. Andre lokaliteter, spesielt i den nordvestlige delen av nedlagsfeltet er imidlertid sure. Disse inneholder bunndyrsamfunn med lav diversitet som utelukkende består av forsuretolerante arter (Nøst et al. 1998).

### 4.2.2 Tetthet

Det ble funnet levende elvemusling bare på åtte av de 26 undersøkte stasjonene. Enkeltindivider ble påvist på fem av stasjonene, og > 80 % av individene ble funnet på en stasjon ovenfor Ualand (stasjon 11, figur 5 og tabell 3). Antall elvemusling varierte mellom 0,01 og 0,44 individer pr. minutt observasjonstid på de ulike stasjonene. Dette tilsvarer etter Larsen et al. (1998) en tetthet på ca 0,08 individer pr. m<sup>2</sup> på stasjon 11 der antall individer var størst. Gjennomsnittlig tetthet for strekningen Hetland-Øvrabøvatnet (stasjon 3-13) var ca 0,01 individer pr. m<sup>2</sup> (eller 0,09 individer pr. minutt). Dette er en meget lav tetthet. Til sammenligning kan nevnes en svensk undersøkelse av mer enn 50 populasjoner der gjennomsnittlig tetthet varierte mellom 0,2 og 33,7 muslinger pr. m<sup>2</sup> (Henrikson et al. 1997).



**Figur 5.** Antall elvemusling (levende dyr (mørke søyler) og tomme skall (lyse søyler)) basert på 15 minutters tellinger på 26 stasjoner i Ognå i 1997. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt. Jf. tabell 3.

**Tabell 3.** Antall elvemusling (levende dyr (N) og tomme skall (NS)) basert på 15 minutters tellinger (T) på 26 stasjoner i Oгна i 1997. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr (N/min) og tomme skall pr. minutt (NS/min). Jf. figur 5.

Stasjon	T	N	NS	N/min	NS/min
1	2	0	2	0	0,07
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
3.2	3	2	1	0,04	0,02
4	6	7	22	0,08	0,24
4.2	3	1	0	0,02	0
4.3	2	0	1	0	0,03
4.4	3	1	7	0,02	0,16
5	3	1	0	0,02	0
6	5	0	2	0	0,03
7	3	1	24	0,02	0,53
8	2	0	2	0	0,07
9	3	0	0	0	0
10	5	0	2	0	0,03
11	9	60	11	0,44	0,08
12	2	0	0	0	0
13	2	0	0	0	0
14	5	1	2	0,01	0,03
15	4	0	0	0	0
16	3	0	0	0	0
17	2	0	0	0	0
18	2	0	0	0	0
19	2	0	0	0	0
20	2	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0
22	2	0	0	0	0
1-22	78	74	76	0,06	0,06

Ser vi på andelen laksunger som hadde glochidier og antall glochidier pr. fisk (figur 4) kan det forventes å finne flere muslinger enn det som ble påvist i området ved stasjon 5 og 6. Det kan også være mindre forekomster ved Ualand (stasjon 9 og 10) som ikke er oppdaget. I noen mindre partier gjorde mose og annen vegetasjon det også vanskelig å observere bunnen.

På strekningen Hetland-Øvrabøvatnet (stasjon 3-13) var gjennomsnittlig tetthet av tomme skall 0,09 individer pr. minutt. Det var størst antall tomme skall på stasjon 7 nedenfor Ualand (0,53 individer pr. minutt), og på stasjon 4 ved Rabali (0,24 individer pr. minutt, tabell 3). Nedenfor Hetland ble det funnet to tomme skall ved Hylland (stasjon 1). Ovenfor Øvrabøvatnet ble det bare funnet to tomme skall på stasjon 14.

### 4.2.3 Populasjonsstørrelse

Det ble funnet 74 levende elvemusling til sammen på åtte stasjoner i 1997. Av disse var 60 individer innenfor et begrenset område på en av stasjonene. Flere av disse individene satt skjult under og i mellomrom mellom steiner på bunnen slik at de var vanskelige å oppdage. Store deler av Oгна ved Ualand har grovt substrat med stor stein og steinblokker. Flere muslinger kan derfor stå dypt nede i substratet på områder med grus og småstein, men gjemt og ute av syne. Likevel er store områder av elva undersøkt, og under gunstige observasjonsforhold er bare enkeltindivider observert andre steder. Restpopulasjonen av elvemusling i Oagna overstiger derfor neppe 500 individer.

### 4.2.4 Lengdefordeling og vekst

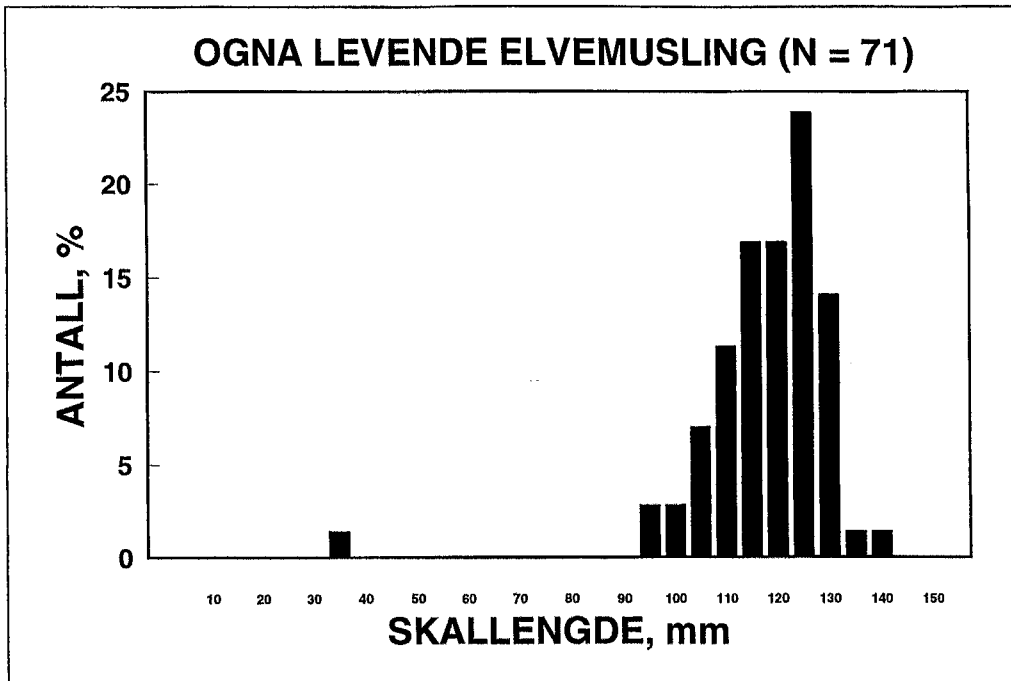
Skallengden hos levende elvemusling i Oagna varierte fra 37 til 142 mm i august 1997 (N = 71). Gjennomsnittlig lengde var imidlertid 119 mm, og det går også fram av lengdefordelingen at hovedvekten av muslinger var 110-130 mm (figur 6). Bare en liten del (8 %) var < 100 mm, og bare ett individ var < 50 mm.

Skallengden hos døde individer (tomme skall) i Oagna varierte mellom 90 og 131 mm, og hadde en gjennomsnittlig lengde på 111 mm (N = 32). Hovedvekten av muslingskall var 100-120 mm (figur 7), og de var generelt mindre enn de levende elvemuslingene.

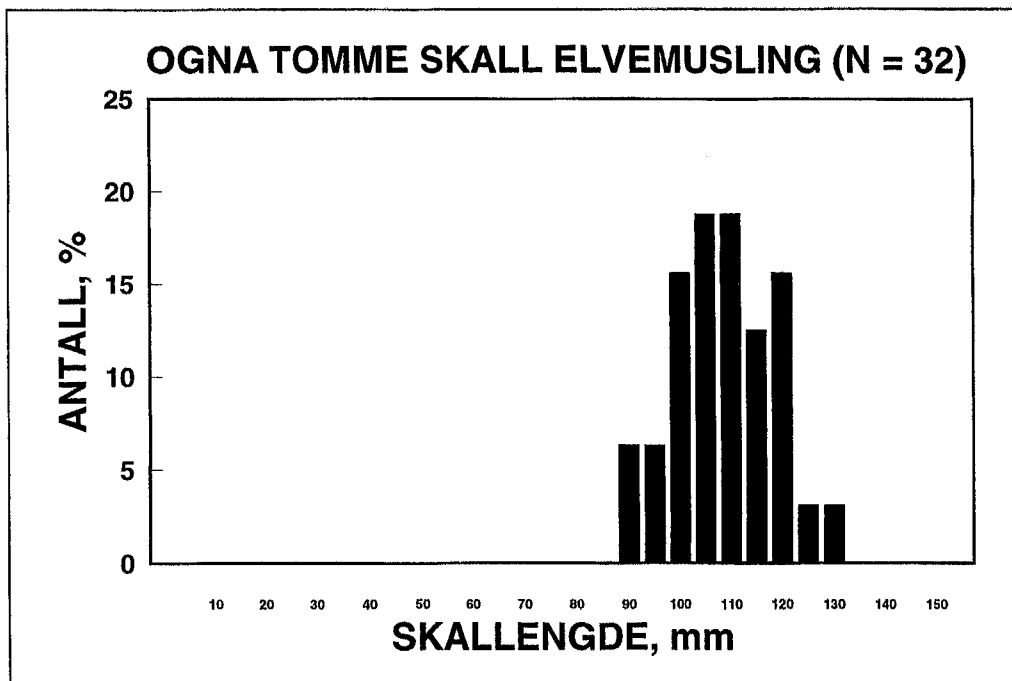
Det er vist at skalltilveksten hos elvemusling øker etter kalking av vassdrag som har vært utsatt for sterk forsuring (Mutvei & Dunca 1995). Etter omfattende kalkinger av Slereboåen i Sør-Sverige økte tilveksten flere hundre prosent, og tilveksten økte hos samtlige undersøkte individer som var fra 29 til 69 år. Også frekvensen av vekststyrrelser avtok etter kalking.

De fleste tomme skall som ble funnet i Oagna var kraftig erodert, og hadde ligget lenge på bunnen. Selv om 50 % av muslingene som ble funnet var døde dyr (tomme skall) var det ingen individer som hadde dødd de siste årene. Alle levende individer sto normalt nedgravd i substratet, og reagerte på bevegelse og berøring. Det antas derfor at dødeligheten har avtatt etter kalking, og at også tilveksten har bedret seg. Diifferansen i skallengde mellom tomme skall (døde dyr) og levende individer kan derfor være et utslag av økt veksthastighet etter kalking.

Det minste individet som ble funnet i Oagna hadde også god tilvekst. Årlig tilvekst var 6,7-8,5 mm fra 3- til 7-årsalder i årene 1993-96. Veksten var bedre enn det som er vist for elvemusling i Simoa der Larsen et al. (1995) ved tilbakemåling fant en årlig tilvekst på mellom 3 og 7 mm fra 5- til 20-årsalder, men omlag det samme som hos individer i de første leveårene i Enningdalselva (Larsen & Karlsen 1997). Geiler (1976) fant en årlig tilvekst på opptil 11 mm fram til



**Figur 6.** Lengdefordeling av levende elvemusling fra Ojna i august 1997 basert på 71 undersøkte individer



**Figur 7.** Lengdefordeling av tomme skall (døde individer) av elvemusling fra Ojna i 1997 basert på 32 undersøkte individer.

20-årsalder, men når dyrene var 45-50 år ble tilveksten redusert til 2 mm.

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, og metoden er tilstrekkelig nøyaktig hvis alderen ikke overstiger 30-40 år (Hendelberg 1960). I Ojna kunne ikke denne metoden benyttes på døde individer fordi de enten var for store eller skallet var erodert og delvis ødelagt.

Levende individer var også for store med unntak av det minste individet som var 37 mm. Alderen til denne muslingen ble bestemt til (6-)7 år utfra telling av vintersoner utvendig på skallet. Usikkerheten i aldersbestemmelsen kommer av at den eldste delen av skallet ved umbo var erodert, og det er uvisst hvor mange tilvekstringer som var borte.

## 4.2.5 Rekruttering

Lengdefordelingen viser at rekrutteringen i Ogna har vært dårlig og totalt fraværende i mange år. Et karakteristisk trekk ved bestanden i Ogna, som i muslingbestander over hele utbredelsesområdet, er den observerte «forgubbingen» med et stort antall eldre individer. Det er imidlertid ingen ting som indikerer at selve reproduksjonen hos elvemusling ikke er normal i Ogna. Det ble funnet ett gravid individ i august 1997, og det er bekreftet at glochidiene overlever og fester seg til vertsfisken. Det var derfor gledelig at det ble funnet ett yngre individ som viser at rekrutteringen kan ta seg opp igjen bare forholdene i vassdraget blir tilfredsstillende. Dette individet startet et bunnlevende liv sommeren 1990 (eller 1991). Dette er første påviste overlevelse av unge muslinger i Ogna på mange år - kanskje helt tilbake til 1960-tallet.

## 5 Oppsummering

Det har vært en negativ utvikling i bestanden av elvemusling i Ogna. Tidligere er det antatt at elvemusling fantes langs hele den lakseførende strekningen, men at dette nå er redusert til strekningen mellom Øvrabøvatnet og Hetland. Det har også skjedd en reduksjon i antall muslinger i områder der den fortsatt finnes. Av de spredte opplysningene som foreligger kan det se ut til at bestanden ble redusert og forsvant fra enkelte områder allerede i midten av 1940-årene og framover mot 1960. Som årsaker til denne tilbakegangen er det nevnt forsurening, siloutslipp og graving. Det kan være mange faktorer som har spilt inn, men forsurening, eutrofiering og nedslamming av elvøbunnen synes å være av overordnet betydning også i mange andre vassdrag (Larsen et al. 1995, Larsen & Karlsen 1997). Tidligere ble også bestanden påvirket ved perlefiske, og plukking av skjell kan ha vært medvirkende til å redusere bestanden i en periode hvor rekrutteringen også har blitt dårligere.

De fleste arter av snegler og småmuslinger er mer forsuringsfølsomme enn fisk, og forsvinner når pH blir lavere enn 6,0 (Økland & Økland 1986). Hos elvemusling kan voksne muslinger overleve ved pH ned mot 5,0 (Henrikson 1996), men forsurening skaper ubalanse i kalsiumopptaket slik at muslingen etterhvert tærer på skallet. Dette gir størst negative effekter hos unge muslinger da tilveksten er størst i de første leveårene (Heming et al. 1988). Hos Anodonta fant Huebner & Pynnönen (1992) en avtagende levedyktighet hos glochidiene ved lav pH og/eller høye aluminiumskonsentrasjoner. Forsuringseffekter hos elvemusling er påvist i Sverige (Eriksson et al. 1981, Henrikson 1996), og har vært en viktig faktor for tap av elvemusling også i Norge (Dolmen & Kleiven 1997a).

I nedre del av Ogna har pH på hele 1980-tallet vært nær 5 eller lavere i gjennomsnitt, og i perioder gikk pH ned mot 4,6-4,7 (Larsen et al. 1992). Forskjellen mellom opptak og tap av kalsium forskyves i negativ retning når pH i vannmassen avtar (pH = 5,25), og det skjer en gradvis utarming av dyrenes kalsiumreserver. Når det i tillegg også var høy konsentrasjon av aluminium har dette utryddet elvemuslingen i området nedenfor Hetland. Ovenfor Hetland kraftstasjon var pH i samme periode mellom 5,5 og 6,0 i gjennomsnitt. Dette var tilstrekkelig til at enkelte individer har overlevd på gunstige lokaliteter, men sikret ikke overlevelsen av elvemusling på lang sikt. Rekrutteringen sviktet, og det skjedde en aldring i bestanden. Söderberg (1995) fant at lokaliteter med små muslinger (< 5 cm) måtte ha en stabil vannkvalitet utfra forsurings synspunkt, og pH var ikke lavere enn 6,3-7,3 under vårfloppen. Effekten av pH på kalsium-regnskapet har også større negativ virkning hos unge individer når skalltilveksten er på sitt høyeste.

I Ognadalen ovenfor Ognavatnet preges nærområdet til elva av intensivt jordbruk. Tidligere var det kraftig begroing i vassdraget, og man kjørte med traktor og svans i vassdraget for å fjerne vegetasjonen om høsten før gytetida til laksen (Anonym pers. komm.). Jordbruksavrenning, og

særlig lekkasje av næringsstoffene nitrogen og fosfor samt utslipp av organisk stoff som havner i vassdraget, kan virke negativt på vannkvaliteten og overlevelsen av elvemusling på lang sikt. I Mellom-Europa vurderer man at bestander av elvemusling klarer seg langsiktig om konsentrasjonen av nitrat ikke overstiger 500 µg/l (Bauer 1988). I Ognadalen er denne verdien oversteget i store deler av året, og årsgjennomsnittet er nær det dobbelte. Ovenfor Hetland er forholdene noe bedre, men også her ligger årsgjennomsnittet nær grenseverdien for langsiktig overlevelse. Buddensiek (1995) viser at både vekst og overlevelse hos elvemusling hovedsakelig er negativt korrelert til faktorer som er indikatorer på eutrofiering. De unge muslingene kan ifølge Bauer (1988) bare overleve i sedimenter med lavt innhold av organisk materiale. De voksne individene derimot er mer motstandsdyktige mot miljøpåvirkninger generelt, og kan overleve perioder med ugunstig vannkvalitet.

For å få snudd den negative utviklingen for elvemusling i Oгна var kalking ett viktig tiltak på veien. Men i tillegg er det nødvendig å sette igang tiltak for å begrense den menneskede tilførselen av næringsstoffer og organisk materiale til et minimum. Tiltak i landbruket med endret jordbearbeiding og sikring av erosjonsutsatte områder synes viktig.

Fertiliteten til elvemusling er ifølge Bauer (1987) overraskende uavhengig av miljøforholdene. Dette indikerer at alle populasjoner vil kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen opphører. Selv om ett yngre individ ble funnet i Oгна i 1997 er flaskehalsen fortsatt den perioden da de unge individene skal starte livet på eller i substratet. Elvemuslingen lever de første fire-fem årene nede i substratet, og er bundet til mikrohabitat med høy grad av utskifting til de frie vannmasser (Buddensiek et al. 1993a). Ved tilførsel av næringsstoff og når partikkeltransporten er stor vil substratet bli dårlig egnet som oppvekstområde for de unge muslingene (Bauer 1988, Buddensiek et al. 1993b). Substratet nedslammes, oksygenet forbrukes til nedbrytingen av tilført organisk materiale og de unge muslingene kveles. Det er derfor viktig at tiltakssiden styrkes i Oгна, og at vannkvaliteten overvåkes også med hensyn til tilførte næringsstoffer.

Overlevelsen til muslinglarvene og rekrutteringen vil også påvirkes indirekte når tettheten av vertsfisk er lav. Glochidiene er spesialiserte parasitter som bare gjennomfører larveutviklingen på laks og aure i Norge. Ziuganov et al. (1994) oppgir at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være > 5 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i mai/juni når glochidiene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes. Før kalking kunne dette i enkelte år og i enkelte områder av elva være en begrensende faktor, men etter kalking har tettheten av laksyngel og eldre laksunger økt vesentlig slik at antall vertsfisk nå er tilfredsstillende.

Bestanden av elvemusling er liten og svært sårbar i Oгна. På grunn av sen vekst og høy alder før kjønnsmodning vil det også ta mange år før bestanden vil øke vesentlig i

antall. Det kan derfor være nødvendig å vurdere andre tiltak for å styrke elvemuslingen i vassdraget.

Dette kan tenkes iverksatt ved:

- Kontrollert infeksjon av laksunger fra Oгна med muslinger fra Oгна. Dette vil øke sannsynligheten for muslinglarvene til å finne egnet vertsfisk, og tapet av larver vil bli minst mulig.
- Kontrollert infeksjon av laksunger fra Oгна med muslinger fra Håelva og/eller Figgjo
- Utsetting av grupper på ca 250 elvemusling med opphav fra Håelva og/eller Figgjo på tre-fire lokaliteter i Oгна. Dette forutsetter at giverlokalitetene har store nok bestander slik at uttak kan forsvares. Alle individer må merkes og overvåkes over tid for å evaluere verdien av utsettingene.

Oгна har elvemuslingen overlevd i et område der det ikke finnes jordbruksaktivitet eller andre menneskelige inngrep langs elvestrengen. Slik situasjonen med næringstilførsel er i dag ved Steinsland og Laksesvela har det ingen hensikt å sette ut muslinger ovenfor Ognavatnet. Dette kan først skje når den antropogene belastningen blir liten og ikke lenger forårsaker fare for dødelighet i bestanden.

Elvemusling i Oгна bør inngå som del av en framtidig overvåking av det biologiske mangfoldet i vassdraget. Målsettingen må være å følge bestandens utvikling kvantitativt og kvalitativt. For senere å kunne forklare og rette tiltak mot unaturlige forandringer som observeres må også forandringer i bestanden av vertsfisk, vannkvalitet og inngrep/forandringer i nedlagsfeltet inngå som en del av overvåkingen. Dette er langt på vei ivarettatt ved den årlige overvåkingen som drives i forbindelse med kalkingstiltaket. I overvåkingen av elvemusling bør tetthet og lengdefordeling av individer undersøkes med tre års mellomrom i starten og senere med fem års mellomrom. I tillegg bør det gjennomføres en overvåking av andel fisk som er infisert med muslinglarver og antall larver på fisken. Forekomst av unge muslinger (< 50 mm) vil være det synlige bevis på at rekrutteringen er vellykket, og at tilstanden igjen er tilfredsstillende for å opprettholde et naturlig biologisk mangfold i vassdraget.

## 6 Litteratur

- Abrahamsen, J., Pallesen, P.F. & Solbakken, T. 1972. Fylkeskompendium for Rogaland. Om naturvitenskapelige interesser knyttet til uregulerte og «ubetydelige» regulerte vassdrag. Bind II. - Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Univ. Oslo. 372 s.
- Bauer, G. 1987. Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel. - *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. - *Biol. Unserer Zeit* 19: 69-75.
- Bauer, G. & Vogel, C. 1987. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). I. Host response to glochidiosis. - *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 76: 393-402.
- Buddensiek, V. 1995. The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: A contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. - *Biol. Conserv.* 74: 33-40.
- Buddensiek, V., Ratzbor, G. & Wächtler, K. 1993a. Auswirkungen von sandeintrag auf das interstitial kleiner fließgewässer im bereich der Lüneburger heide. - *Natur Landschaft* 68: 47-51.
- Buddensiek, V., Engel, H., Fleischauer-Rössing, S. & Wächtler, K. 1993b. Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments og bivalve habitats in several northern German lowland waters. II. Microhabitats of *Margaritifera margaritifera* L., *Unio crassus* (Philipsson) and *Unio tumidus* Philipsson. - *Arch. Hydrobiol.* 127: 151-166.
- de Fine, B.C. 1745. Stavanger Amptes udførlige beskrivelse. - Med eit tillegg utgjeve av P. Thorson. Rogaland Historie- og Ættesogelag. Stavanger 1952. 294 s.
- Direktoratet for naturforvaltning 1995. Kalking - bringer liv tilbake i forsurede vann og vassdrag. - Brosjyre. 42 s.
- 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.
- Enge, E. & Nordland, J. 1989. Kalkingsplan for Rogaland.. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernvedlingen. Rapport 1989-2. 32 s.
- Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Oscarson, H.G. 1981. Försurningseffekter på sötvattensmollusker i Älvsborgs län. - Länsstyrelsen Älvsborgs län, Naturvårdsenheten. Rapport 1981-2.
- Eriksson, M.O.G. & Henrikson, L. 1997. Flodpärlmuslan i Sverige: Status, trender och hotbild. - I Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.). Flodpärlmuslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1993. Ognå. Invertebrater. - S. 224-229 i Romundstad, A.J., red. Kalking i vann og vassdrag 1991. FoU-årsrapporter. DN-notat 1993-1.
- Geiler, H. 1976. Biometrische bearbeitung der schalen einer teilpopulation der flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.) aus dem oberen Vogtland (Sachsen) im vergleich zu angaben anderer autoren über europäische, insbesondere nordeuropäische herkünfte. - *Malak. Agh.* 5: 75-90.
- Grundelius, E. 1987. Flodpärlmuslans tilbakagång i Dalarna. - Fiskeristyrelsens sötvattenslaboratorium. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1987-4. 72 s.
- Heming, T.A., Vinogradov, G.A., Klerman, A.K. & Komov, V.T. 1988. Acid-base regulation in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: Effects of emersion and low water pH. - *J. Exp. Biol.* 137: 501-511.
- Hendelberg, J. 1960. The freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.). - *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning.* 41: 149-171.
- Henrikson, L. 1996. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia) in southern Sweden - effects of acidification and liming. - I Henrikson, L., ed. Acidification and liming of freshwater ecosystems - examples of biotic responses and mechanisms. Zoologisk Institut, Universitetet i Göteborg. Doktorgradsavhandling.
- Henrikson, L., Bergström, S-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1997. Flodpärlmuslan i Sverige: Dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 flodpärlmuslepopulationer i Sverige. - I Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmuslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991. Tap av laks i forsurede lakseelver i Norge. - NINA-Oppdragsmelding 94: 1-12.
- Holtan, H. & Rosland, D. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. - SFT-veiledning 92:06. 32 s.
- Huebner, J.D. & Pynnönen, K.S. 1992. Viability of glochidia of two species of Anodonta exposed to low pH and selected metals. - *Can. J. Zool.* 70: 2348-2355.
- Jonsson, N. & Blakar, I. 1988. Kjemisk overvåking av norske vassdrag 1987. - Direktoratet for naturforvaltning, Fiskeforskningen. Rapport 1988-3. 72 s.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1998. Histologisk undersøking av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestandar i lakseførande vassdrag i Agder og Rogaland. - NINA-Fagrapport [Under arbeid].
- Larsen, B.M. 1993. Ognå. Fiskebiologiske undersøkelser. - S. 230-238 i: Romundstad, A.J., red. Kalking i vann og vassdrag 1991. FoU-årsrapporter. DN-notat 1993-1.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. - NINA Fagrapport 28: 1-51.
- Larsen, B.M. Söderberg, H. & Hartvigsen, R. 1998. Metodikk for feltundersøkelser og overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (og andre store ferskvannsmuslinger) i Norge. - NINA-Oppdragsmelding [Under arbeid].



- Larsen, B.M., Hesthagen, T. & Lierhagen, S. 1992. Vannkvalitet og ungfisk av laks og aure i Oгна, Rogaland før kalking. - NINA Oppdragsmelding 130: 1-37.
- 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.
- Ledje, U.P. 1996a. Kartlegging av utbredelsen av elvemusling (*M. margaritifera*) i Rogaland 1995. Del 1. - Rogaland Consultants a.s. Rapport nr. 24502-1: 30 s.
- Ledje, U.P. 1996b. Kartlegging av utbredelsen av elvemusling (*M. margaritifera*) i Rogaland 1995. Del 2. - Rogaland Consultants a.s. Rapport nr. 24502-2: 47 s.
- Løvhøiden, F. 1993. Kjemisk overvåking av norske vassdrag - Elveserien 1988-90. - NINA Oppdragsmelding 156: 1-58.
- Moi, S. 1982. Ognaelven. - Medlemsblad for Jæren jakt- og fiskelag 9 (2): 1-3.
- Mutvei, H. & Dunca, E. 1995. Struktur och tillväxt av flodpärlmusselskal i relation til miljøförändringar. - S. 59-70 i Flodpärlmusslan i tvärvetenskaplig belysning. Rapport fra seminar om elvemusling i Jokkmokk august 1992. Åttje, svenskt fjäll- och samemuseum, Duoddaris 7.
- Nordisk ministerråd 1995. Hotade djur och växter i Norden. Noridisk rödlista. - TemaNord 1995, 520: 142 s.
- Nøst, T., Fjellheim, A., Raddum, G.G. & Larsen, B.M. 1996. Oгна. - I Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat [Manuskript].
- Nøst, T., Fjellheim, A., Raddum, G.G. & Larsen, B.M. 1998. Oгна. - I Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. Framdriftsrapport.
- Sandaas, K. 1995. Rapport fra studietur og feltarbeid i Sverige, Västernorrlands län, juli 1995. Inventering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - Oslo kommune, Etat for miljørettet helsevern og næringsmiddeltilsyn. Rapport. 7 s.
- Schartau, A.K.L. 1993. Oгна. Vannkjemiske undersøkelser. - S. 219-223 i Romundstad, A.J., red. Kalking i vann og vassdrag 1991. FoU-årsrapporter. - DN-notat 1993-1.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. - SNSF-prosjekt, IR 77/80. 95 s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - NINA-Utredning 10: 1-28.
- Skogheim, O.K., Rosseland, B.O. & Sevaldrud, I.H. 1984. Deaths of spawners of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in River Oгна, SW Norway, caused by acidified aluminiumrich water. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 61: 195-202.
- Snekvik, E. 1975. Episoder med fiskedød i forbindelse med forsurening av vassdrag i 1969. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskeforskningen. Rapport. 9 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 1986. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. - SFT-rapport 256/86. 199 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 1988. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. - SFT-rapport 333/88. 242 s.
- Størkersen, Ø.R. 1992. Truete arter i Norge. Norwegian Red List. - Direktoratet for naturforvaltning, DN-rapport 1992-6. 89 s.
- Söderberg, H. 1995. Europas flodpärlmussleldorado? - Utblick från en pågående flodpärlmussleinventering i Västernorrlands län. - S. 37-52 i Flodpärlmusslan i tvärvetenskaplig belysning. Rapport fra seminar om elvemusling i Jokkmokk august 1992. Åttje, svenskt fjäll- och samemuseum, Duoddaris 7.
- 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.
- Wells, S.M. & Chatfield, J.E. 1992. Threatened non-marine molluscs of Europe. - Council of Europe. Nature and environment, no. 64. 163 s.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. - VNIRO Publishing house, Moskva. 104 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. - Experimentia 42: 471-486.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1996. Mollusca Bløtdyr. - S.72-79 i Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsf fauna. Tapir forlag, Trondheim.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1997. Bløtdyr (Mollusca) og svamp (Porifera). - S. 19-38 i Aagaard, K. & Framstad, E., red. Forventede effekter av kalking på det biologiske mangfoldet. Bunndyr og plankton. Utredning for DN 1997-5.

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0928-4

537

**NINA**  
**OPPDRAGS-**  
**MELDING**

NINA Hovedkontor  
Tungasletta 2  
7005 TRONDHEIM  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefax: 73 80 14 01

**NINA**  
**Norsk institutt**  
**for naturforskning**