

682

# OPPDRA GSMELDING

Bestandssituasjon for laks og  
elvemusling i Hammerbekken og  
tiltak for å bevare disse nedstrøms  
Aklandstjern, Aust-Agder

Utredningsarbeid i forbindelse  
med ny E18 Brokelandsheia - Vinterkjær

Bjørn Mejdell Larsen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Bestandssituasjon for laks og  
elvemusling i Hammerbekken og  
tiltak for å bevare disse nedstrøms  
Aklandstjern, Aust-Agder

Utredningsarbeid i forbindelse  
med ny E18 Brokelandsheia - Vinterkjær

Bjørn Mejdell Larsen

## 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 befaringsrapporter, 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. 2001. 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.

Trondheim, februar 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1206-4

Forvaltningsområde:

Naturinngrep

'Impact assessment

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning  
NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon

Torbjørn Forseth

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 75

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13542 E 18 Brokelandsheia, Vinterkjær

Ansvarlig signatur:

*Torbjørn Forseth*

Oppdragsgiver:

Statens Vegvesen Aust-Agder vegkontor



## Referat

Larsen, B.M. 2001. 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.

I forbindelse med planer om bygging av ny E 18 fra Brokelandsheia til Akland ba Fylkesmannens miljøvern-avdeling om at Statens vegkontor måtte utrede mulige tiltak for å unngå at sårbare arter som laks og elvemusling skulle gå tapt i bekken mellom Aklandstjern og Hammertjern; en strekning som kan bli berørt av tilslamming og partikkeltransport under anleggsfasen for ny E 18. NINA ble bedt om å foreta de nødvendige undersøkelsene i Hammerbekken, og resultatene presenteres i denne rapporten.

Det finnes historiske opplysninger om elvemusling fra 20 lokaliteter i Aust-Agder, men i dag er det bare tre lokaliteter der den fortsatt finnes i lite antall. Arten betraktes som sterkt truet i Aust-Agder, og bevaring er gitt høy prioritet. I Hammerbekken ble elvemusling funnet på strekningen mellom utløpet i sjøen og opp til Fossen. Dette tilsvarte den anadrome strekningen i vassdraget som utgjør ca 620 m elvestrekning. Antall elvemusling er estimert til ca 1 600 individer. Dette bekrefter at bestanden i Hammerbekken er liten og sårbar. Det konkluderes med at det er en svak eller helt manglende rekruttering i vassdraget, og at det har vært slik i mange år. Dette har medført en betydelig forgubbing i bestanden med hovedvekt av individer som var mellom 100 og 115 mm lange. Det har vært en nedgang både i tetthet og utbredelse av elvemusling i Hammerbekken i de siste 30-40 årene, og tidligere var den i det minste utbredt opp til Aklandstjern.

Hammerbekken er tidligere vurdert som meget interessant på grunn av lakseoppgang. Ved våre undersøkelser i 2000 ble det funnet laksunger i Hammerbekken mellom Hammertjern og Fossen, men alle var ettårige individer, og var avkom etter gyting i vassdraget høsten 1998. Sannsynligvis går det bare opp laks i enkelte år i Hammerbekken. Hvorvidt dette er rester av en lokal stamme, feilvandrende laks fra andre vassdrag eller laks med oppdrettsbakgrunn er det ikke mulig å gi noe entydig svar på. Det er imidlertid et faktum at laks har forekommet sporadisk i vassdraget i mange år, og stor gytelaks er observert oppunder Fossen. At laks i enkelte år finner Hammerbekken attraktiv som gyteelv kan henge sammen med den normalt gode vannkvaliteten. Hammerbekken er imidlertid en god sjørretelv. Det er oppgang av mye stor fisk hvert år, og det har til tider blitt tatt store fangster med fisk i forhold til størrelsen på bekken.

Planene for den nye traseen til E 18 mellom Brokelandsheia og Akland vil bare indirekte berøre Hammer-

bekken. Veien vil krysse Hammerbekken på utløpet av Aklandstjern slik den gjør i dag, men et nytt veikryss ved avkjøringen til Risør vil legge beslag på ca 10 dekar av Aklandstjernnet. Det vil dessuten bli bygget en kulvert i bekken ovenfor Aklandstjern, og Molandsbekken vil bli kanalisert langs den nye veitraseen i ca 300 m lengde. Graving i og langs elveløpet vil tilføre Aklandstjern en stor mengde løsmasser, og sammen med en utfylling i Aklandstjern er dette av betydning også for vannkvaliteten videre nedover i Hammerbekken. Det er i dette den største usikkerheten ligger med hensyn til skadevirkningen en utbygging vil få for laks og elvemusling. Rapporten beskriver ulike tiltak som kan redusere avrenning og partikkelforurensning som følge av utgraving, fyllinger, deponering av masser og tunnel-driving, samt tilførsel av næringsstoffer fra sprengstoff.

Det må utarbeides en plan for gjennomføring av anbefalte tiltak i anleggsfasen. I planen bør det inngå lokalisering, utforming og dimensjonering av tiltakene. Planen må også omfatte et opplegg for kontroll og overvåking av forurensningssituasjonen under anleggsdriften. Dette omfatter også en årlig overvåking av elvemusling på faste stasjoner i vassdraget. Formålet er å etterprøve tiltakene og avdekke eventuelle behov for supplerende tiltak.

Emneord: Elvemusling – laks – tetthet – lengde – veiutbygging – tiltak.

Bjørn Mejdell Larsen, NINA, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

## Abstract

Larsen, B.M. 2001. The situation for salmon and freshwater pearl mussel populations in Hammerbekken and measures undertaken to preserve these downstream from Aklandstjern, Aust-Agder county. Investigations in connections with a new E18 section Brokelandsheia-Vinterkjær. – NINA Oppdragsmelding 682: 1-25

In connection with the plans to construct a new section of the E 18 motorway from Brokelandsheia to Akland, the Environmental office of the County Governor required that the Public Roads Administration should examine the possible measures to be taken in order to avoid vulnerable species such as salmon (*Salmo salar*) and freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) being lost in the stream between Aklandstjern and Hammertjern. – a stretch which may be affected by siltation and particle transport during the construction phase for the new E 18. NINA was asked to undertake the necessary investigations in Hammerbekken. The results are presented in this report.

Historic data exists on freshwater pearl mussels for some 20 sites in Aust-Agder, but today there are only three localities where they are still to be found in small quantities. The species is considered to be especially threatened in Aust-Agder, and conservation is given high priority. In Hammerbekken the river mussel was found on the stretch from the point where the river enters the sea and up to Fossen. This corresponds to the anadromous stretch of the river and has a length of about 620 metres. The number of freshwater pearl mussels is estimated at 1600 individuals. This confirms that the population in Hammerbekken is small and vulnerable. It is concluded that there is a slight or even an absence of recruiting in the water course and that this has been the situation for many years. This has resulted in a considerable ageing of the stock and where the majority of individuals are between 100 and 115 mm long. There has been a decline in both the density and extent of freshwater pearl mussels in Hammerbekken during the last 30–40 years, and which previously extended at least as far as Aklandstjern.

Hammerbekken has previously been considered as extremely interesting on account of the ascending of salmon. During our survey in 2000, young salmon were found in Hammerbekken between Hammertjern and Fossen, but comprised solely one-year old individuals and were the offspring of spawning activity in autumn 1998. It is probable that salmon go up Hammerbekken only in occasional years. To what extent these are the remnants of a local stock, salmon who have diverted from the normal migratory pattern from other courses, or are salmon from fish farms, is difficult to say with any degree of certainty. It is nevertheless a fact that salmon have occurred sporadic in the river course for many years, and large spawning salmon are observed just

below Fossen. The fact that spawning salmon find Hammerbekken attractive in certain years can be associated with the normally good quality of the water. Hammerbekken is also a good river for sea trout. There has been an ascending of large fish each year and at times considerable catches have been made relative to the size of the river.

The plans for the new stretch of the E18 between Brokelandsheia and Akland will only have an indirect effect on Hammerbekken. The road will cross Hammerbekken at the outflow of Aklandstjern, as it does today, but a new crossroads with a turn-off to Risør will result in about 2 ½ acres of this lake being lost. Further, a culvert will be constructed in the stream above Aklandstjern, and Molandsbekken will be channelled along 300 m of the new stretch of road. Excavations alongside the river will result in a considerable amount of loose material finding its way into the river which, together with the filling in of parts of Aklandstjern, will be of significance for the water quality further down Hammerbekken. It is here that the greatest uncertainty is to be found with respect to the damage this development will have on salmon and river mussels. The report describes the various measures which can reduce the drainage and particle pollution arising from excavations, fillings, deposits of material and tunnelling, together with the supply of nutrients from explosives.

A plan is required to be prepared for carrying out recommended measures. The plan should include the localisation, formulation and dimensioning of the measures. The plan must also include means for control and monitoring pollution during the construction period. This also includes an annual survey of freshwater pearl mussels at permanent stations along the water course. The aim is to check these measures and to reveal the need for any supplementary measures.

Keywords: Freshwater pearl mussel – salmon – density – length – road construction – measures.

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

## Forord

Elvemusling er klassifisert som en rødlisteart, og 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 trekkes stadig oftere fram som en art med stor betydning i overvåking av vassdrag, og en god indikator på vannkvalitet og naturtilstand.

Laksen forsvant fra stadig flere vassdrag på Sørlandet i løpet av 1960- og 1970-årene. Totalt regner man med at 12 av 15 laksebestander ble utryddet i Aust- og Vest-Agder, og bevaring av de resterende bestandene er gitt høy prioritet.

Status for elvemusling og laks i Hammerbekken (eller Hammertjernbekken) i Aust-Agder var usikker, og det manglet kunnskap om artenes nøyaktige utbredelse og forekomst i vassdraget. NINA ble bedt om å foreta en undersøkelse i Hammerbekken som et ledd i denne kartleggingen. I tillegg skulle det vurderes hvilke tiltak som måtte iverksettes for å bevare forekomstene i forbindelse med bygging av ny veitrase for E 18 Brolandsheia-Vinterkjær. Undersøkelsen ble finansiert av Statens Vegvesen Aust-Agder vegkontor, som takkes for et godt samarbeid. Vi vil gi en særskilt takk til Arild Eeg som bisto under feltarbeidet i mai, og som senere var ansvarlig for innsamlingen av vannprøver. Vannprøvene ble analysert av Syverin Lierhagen og Sissel Wolan ved NINAs analyselaboratorium i Trondheim. Jan Henrik Simonsen deltok under feltarbeidet i august, og bidro ellers med verdifull kunnskap om området. I tillegg vil vi takke alle vi har vært i kontakt med, og i særdeleshet Ingebjørg og Normann Eriksen og Per Hammeren med familie for positiv interesse og hyggelige samtaler.

Trondheim, februar 2001

Bjørn Mejdell Larsen  
prosjektleder

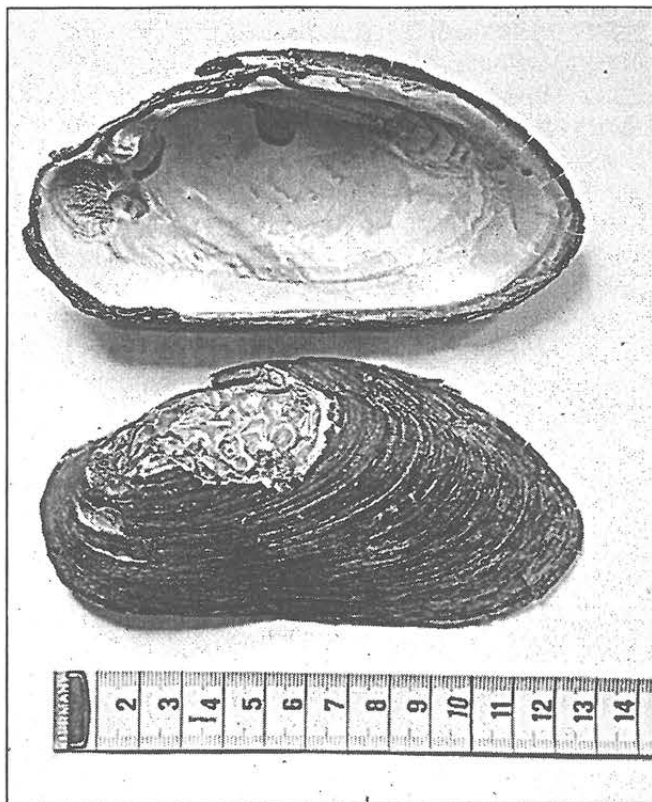
## Innhold

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Referat .....                                 | 3  |
| Abstract .....                                | 4  |
| Forord .....                                  | 5  |
| 1 Innledning .....                            | 6  |
| 2 Område.....                                 | 8  |
| 2.1 Utbyggingsplanene for E 18 .....          | 8  |
| 3 Materiale og metoder .....                  | 10 |
| 3.1 Vannprøver .....                          | 10 |
| 3.2 Ungfisk.....                              | 10 |
| 3.3 Elvemusling .....                         | 10 |
| 4 Resultater.....                             | 12 |
| 4.1 Vannkjemi .....                           | 12 |
| 4.2 Ungfisk og muslinglarver på gjellene..... | 13 |
| 4.3 Elvemusling i Hammerbekken .....          | 14 |
| 5 Oppsummering og diskusjon .....             | 18 |
| 5.1 Elvemusling .....                         | 18 |
| 5.2 Laks.....                                 | 19 |
| 5.3 Utbygging av E 18 .....                   | 20 |
| 6 Konklusjon .....                            | 23 |
| 7 Litteratur .....                            | 23 |



# 1 Innledning

Elvemusling *Margaritifera margaritifera* (**figur 1**) er ført opp i IUCN<sup>1</sup> Red Data Book som en truet dyreart. Den er også ført opp i liste III i Bern-konvensjonen over arter som det skal tas spesielle hensyn til. Bern-konvensjonen har som formål å verne om europeiske arter av ville dyr og planter samt deres levesteder. Elvemusling er også nevnt i EUs Habitatdirektiv om bevaring av naturtyper samt ville dyr og planter (bilag II og V).



**Figur 1.** Elvemusling *Margaritifera margaritifera*. Normal størrelse på voksne elvemuslinger er 10-13 cm, men de kan bli opp til 15-16 cm. Skallet er mørkt, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

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 forsurening, overgjødning og vassdragsregulering. 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 også i Norge (Direktoratet for naturforvaltning 1999). Den ble total-

fredet mot all fangst 1. januar 1993, og det er viktig å fokusere på artens overlevelsesmulighet og bevaring i gjenværende lokaliteter.

Elvemusling er kjent fra 20 lokaliteter i Aust-Agder (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999). Så sent som på 1950-tallet var den ganske vanlig i mange av vassdragene, men i dag er den så godt som forsvunnet i hele fylket. Bare tre lokaliteter har i dag en liten forekomst av muslinger. I Hammerbekken foreligger det flere observasjoner av elvemusling fra de siste årene (bl.a. Johnsen & Sægrov 1995, Dolmen & Kleiven 1997b, Kiland et al. 1999), men det finnes ingen opplysninger om muslingens nøyaktige utbredelse, tetthet, lengdefordeling eller reproduksjon. Det finnes imidlertid noe data fra en forundersøkelse i Hammerbekken i 1998 (Larsen, upubl. materiale) som presenteres i denne rapporten.

Med grunnlag i de få forekomstene som er kjent av elvemusling i Aust-Agder betraktes arten som sterkt truet i fylket, og hensynet til bevaring er gitt høy prioritet. I forbindelse med planer om bygging av ny E 18 fra Brokelandsheia til Akland ba Fylkesmannens miljøvernavdeling i brev til Statens vegkontor av 20. desember 1999 om å utrede mulige tiltak for å unngå at verdifulle deler av det biologiske mangfoldet skulle gå tapt i bekken mellom Aklandstjern og Hammertjern, en strekning som kan bli berørt av tilslamming og partikkeltransport under anleggsfasen for ny E 18. Fylkesmannen påpeker at det finnes en bestand av elvemusling og rekruttering av laks i vassdraget.

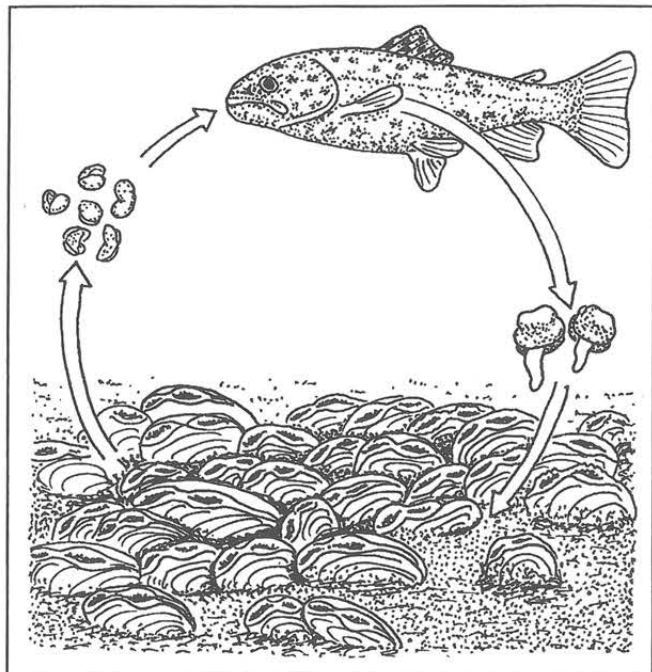
En generell beskrivelse av elvemuslingens biologi, habitat og miljøkrav, bestandssituasjon, trusselfaktorer og tiltak er gitt av Larsen (1997; 1999), og bare en kort oppsummering vil bli gitt her. Elvemuslingen har i løpet av sin livssyklus et stadium som parasitt på gjellene av laks eller ørret. Etter befruktningen utvikles zygotene til små muslinglarver (glochidier<sup>2</sup>) som oppbevares av hunnen i gjellene, som fungerer som yngelkammer. Når muslinglarven er ferdig utviklet (størrelse 0,06 mm) slippes de ut i vannmassene. Der må de i løpet av kort tid komme i kontakt med en vertsfisk (**figur 2**). På vertsfisken gjennomgår muslinglarven en vekst og omvandling før den slipper seg av og starter et bunnlevende liv (størrelse 0,5 mm). Det parasittiske stadiet strekker seg normalt fra august/september til påfølgende vår eller forsommer (normalt til juni). I hele denne perioden vil larvene kunne påvises og identifiseres på fiskens gjeller.

Lite er kjent om hva som egentlig skjer med muslingen etter at den har forlatt fisken, men de yngste individene lever nedgravd i substratet de første leveårene. Etter kjønnsmodning i 15-20-års alder formerer elvemuslingen seg resten av livet, og høy levealder gir et stort antall generasjoner. Antall muslinglarver som produseres

<sup>1</sup> International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

<sup>2</sup> Begrepene »muslinglarver» og »glochidier» betyr det samme, og benyttes om hverandre i rapporten

varierer betydelig mellom ulike individer (fra mindre enn 1 til 10 millioner muslinglarver), men i løpet av hele livet kan en hunn i gjennomsnitt produsere ca 200 millioner larver (Bauer 1987). En elvemusling kan bli opptil 15-16 cm lang, og oppnår en imponerende høy levealder (150-200 år).



**Figur 2.** Sjematisk framstilling av elvemuslingens generelle livssyklus. Fra Ziuganov et al. (1994).

Da elvemuslingen er avhengig av laks og/eller ørret som vert for larvene er en sunn fiskebestand også viktig for overlevelse av elvemusling på lang sikt.

Hammerbekken er en god sjørørtebekk, og det er også registrert laks i bekken ovenfor Hammertjern (Matzow et al. 1990, Simonsen 1999). Johnsen & Sægrov (1995) fant ikke laksunger ved sine undersøkelser, og det er usikkert om det er en fast bestand av laks i bekken. Ifølge opplysninger fra Risør jeger- og fiskerforening skal det imidlertid gå opp laks hver høst (A. Eeg pers. medd.). Fylkesmannen i Aust-Agder har regnet Hammerbekken som betydningsfull fordi laksen nesten har vært utryddet i Agderfylkene på grunn av sur nedbør.

Mange tilfeller av vannforurensning er rapportert fra vei og veianlegg under eller like etter anleggsperioden (Åstebøl 1994). Anleggsdrift kan bl.a. forårsake partikkelforurensning, tilførsel av næringssalter, oljespill og oljeholdig avløp og sur avrenning med utvasking av metaller. Både partikkelforurensning, næringssalter og sur avrenning kan redusere overlevelse og rekruttering hos elvemusling. Lengdefordeling er en viktig parameter for å avgjøre om en bestand av elvemusling har en vellykket rekruttering eller ikke. Fravær av individer

mindre enn 50 mm indikerer opphør i rekrutteringen i det minste i de siste ti årene (Buddensiek 1995).

Ut i fra de opplysninger som foreligger om observasjoner av elvemusling i Hammerbekken ble arbeidet konsentrert til strekningen mellom Hammertjern og Aklands-tjern. Prosjektet skulle i første fase primært avgrense utbredelsen til elvemusling i vassdraget, estimere populasjonsstørrelsen og sette opp en lengdefordeling (= alderssammensetning). Dette er sammen med en beskrivelse av fiskebestanden og vannkvaliteten nødvendig basiskunnskap for å kunne vurdere virkningen av inngrep i vassdragets nedslagsfelt, tiltak for å bevare elvemusling og laks og hvordan man kan begrense eventuelle skadevirkninger på disse artene.



## 2 Område

Hammerbekken ligger i Risør kommune i Aust-Agder fylke, og er en del av et 15,9 km<sup>2</sup> stort nedbørsfelt som også berører Gjerstad kommune. Vassdraget kommer fra heiområdene rundt Mjåvatn og Molandsvatn (117 m o.h.) og drenerer via Molandsbekken til Aklandstjern (42 m o.h.). Fra Aklandstjern kalles bekken Hammartjernbekken i vassdragsregisteret (Homstvedt 1989), men navnet bør skrives uten «tjern» (Simonsen 1999). Det er denne delen av vassdraget som omtales i denne rapporten. Hammerbekken munner ut innerst i Søndeledfjorden (Sørfjorden) ved Rød, ca 10 kilometer vest for Risør.

Bekken renner stort sett gjennom skogsområder og langs gammel kulturmark. Om lag 150 meter fra sjøen ligger Hammertjern (5 m o.h.) (**figur 3**). Nedenfor dette har det i gammel tid vært både jernhammer og sagbruk. Simonsen (1999) gjennomførte en fysisk beskrivelse av den laks- og sjørøretførende delen av Hammerbekken, opp til en ca 6 m høy foss som sperrer i Henriksdalen. Fordelingen mellom stryk og stille vann var halvparten av hver kategori. Elvebunnen besto av stein (42 %), grus (36 %) og sand (23 %) (Simonsen 1999). Bredden på elva varierte mellom 3,5 og 7 m, med et gjennomsnitt på 5,8 m (denne undersøkelsen). Den gjennomsnittlige vannføringen i Hammerbekken er oppgitt til 0,4 m<sup>3</sup>/s (398 l/s) (Simonsen 1999). Midlere sommerlavvann er 0,04 m<sup>3</sup>/s og midlere høstflom er 2,8 m<sup>3</sup>/s. Det er store variasjoner i vannføringen i løpet av året avhengig av nedbørforholdene.

Vannkvaliteten i Hammerbekken er beskrevet som god, og det er lite forurensning i vannet (Matzow et al. 1990, Hindar 1990, Kaste & Håvardstun 1998). Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på 3-5 µg/l, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, ofte omkring 8-12 µg/l (Bratli et al. 1995, Skjelkvåle et al. 1996). Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen kan ligge opp mot 300-500 µg/l i utmarksområder på Sørlandet. Hindar (1990) fant i juni 1988 at konsentrasjonen av total fosfor og total nitrogen var henholdsvis 6 og 340 µg/l på en stasjon mellom Hammertjern og Fossen. Kaste & Håvardstun (1998) gjennomførte analyser av seks vannprøver i vassdraget i 1997, og fant i gjennomsnitt at konsentrasjonen av total fosfor var 7 µg/l og total nitrogen var 428 µg/l. Maksimumsverdiene i 1997 var henholdsvis 8 og 535 µg/l.

Hammertjern er tidligere undersøkt med hensyn til forekomst av vannkalver og buksvømmere (Hagenlund 1984, Simonsen 1985), og resten av vassdraget er undersøkt med hensyn til bunndyr i forbindelse med utbygging av E 18 (Johnsen & Sægrov 1995, Kiland et al. 1999). Det ble da påvist mange arter av steinfluer og

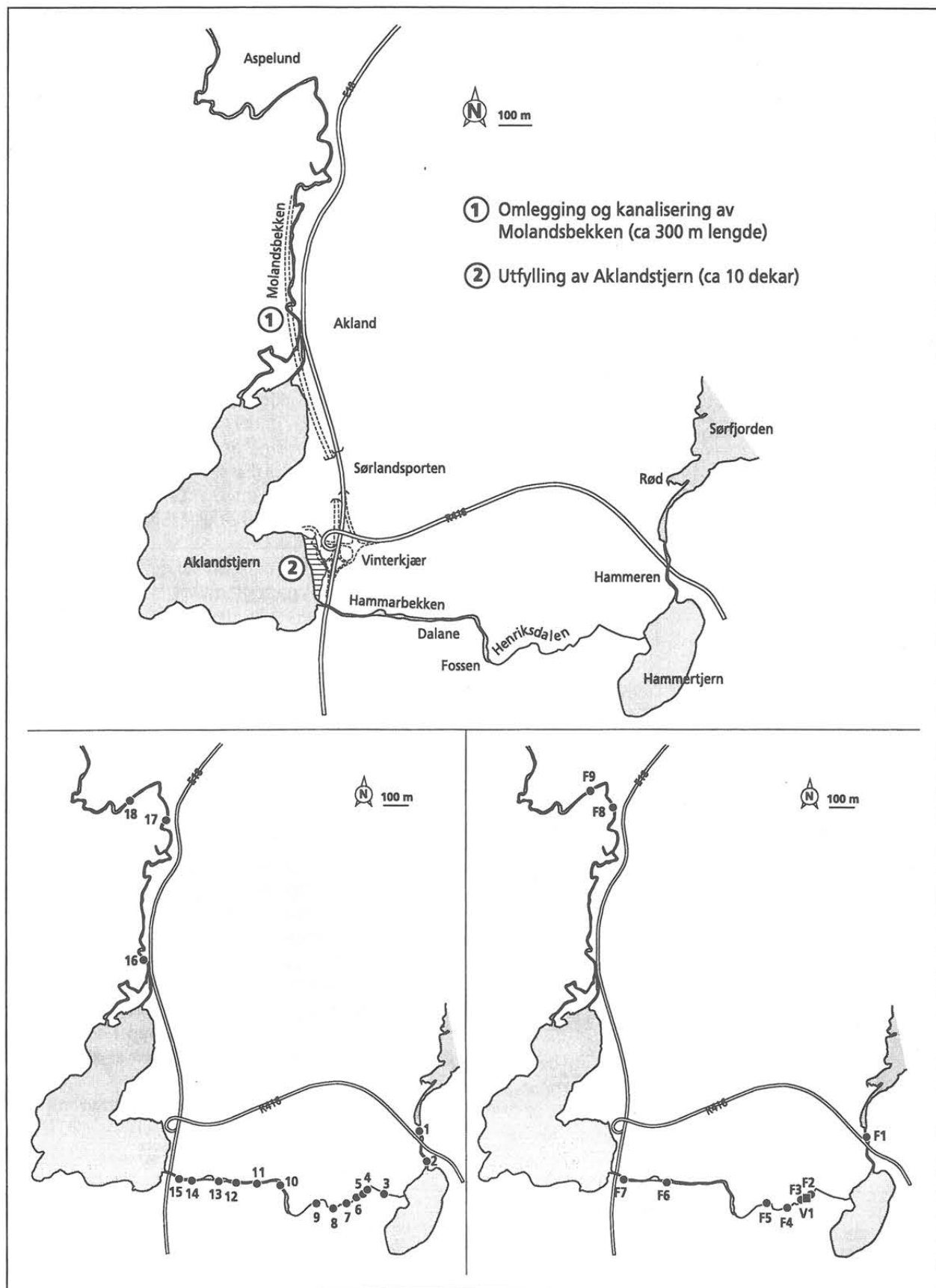
døgnfluer, bl.a. døgnfluen *Caenis horaria* som er ett av to kjente funnsteder i Agder-fylkene.

Vassdraget har mange fiskearter, og i Hammertjern er det påvist ørret, laks, bekkerøye, abbor, suter, trepigget stingsild, nipigget stingsild og ål (Matzow et al. 1990). Hammerbekken er en god sjørøretbekk, og i tillegg forekommer det laks i vassdraget (Matzow et al. 1990, Simonsen 1999). Både gytemuligheter og oppvekstmuligheter er svært gode (se Simonsen 1999). Det settes ikke ut fisk. I Aklandstjern finnes det ørret, abbor, suter og ål (Kiland et al. 1999). Vassdraget har høyere oppbestander av ørret og abbor i innsjøene (Johnsen & Sægrov 1995).

### 2.1 Utbyggingsplanene for E 18

Den planlagte traseen for E 18 fra Brokelandsheia til Akland er ca 12 km lang. I nord er det stort sett fattige barskogsområder som blir berørt, mens det i sør kommer innslag av rikere naturtyper under marin grense. Vassdraget fra Aklandstjern og nedover til sjøen peker seg ut med en gunstigere vannkvalitet og et stort arts mangfold av bunndyr (Kiland et al. 1999).

Vegtraseen vil krysse Haugselva, Molandsvatnet, Smalmyrbekken og Molandsbekken i Styggedal med bru og kommer ikke i direkte berøring med selve vannstrengen. I en strekning på ca 300 m langs Molandsbekken ovenfor innløpet i Aklandstjern vil derimot bekken bli direkte berørt (**figur 3**). Bekken skal rettes ut, kant-skogen fjernes og deler av bekken legges i kulvert. Det skal lages en ny tunnel gjennom Sørlandsporten, og et nytt kryss med avkjøring til Risør vil delvis bli lagt på fylling ut i Aklandstjern. Det planlegges en utfylling av fuktengene på utsiden av nåværende E 18, og Aklandstjern blir redusert med ca 10 dekar. Veien vil deretter komme inn på nåværende trase og krysse Hammerbekken i en utvidet bru på samme sted som nåværende E 18. Hammerbekken berøres derfor ikke direkte av veiutbyggingen.



**Figur 3.** Hammerbekken med den planlagte traseen for den nye E 18 forbi Aklandstjern og Vinterkjær samt lokalisering av undersøkte stasjoner med hensyn til vannkvalitet (stasjon V1), ungfisk (stasjon F1-F9) og elvemusling (stasjon 1-18).

## 3 Materiale og metoder

Feltarbeidet ble gjennomført i tre perioder med innsamling av fisk fra Hammerbekken for gjelleundersøkelser 9.-10. mai og 28. september 2000 på lav til moderat vannføring. Tetthet av laks og ørret, og utbredelse og tetthet av elvemusling ble kartlagt på moderat lav vannføring 2.-5. august 2000. En forundersøkelse som ble gjennomført 27. april og 5. august 1998 er også inkludert i rapporten.

### 3.1 Vannprøver

I forbindelse med prosjektet ble det tatt vannprøver fra en stasjon i Hammerbekken (stasjon V1, **figur 3**) månedlig i perioden mai-november 2000 samt en tilleggsprøve i januar 2001. Prøvene ble samlet på 250 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på analyselaboratoriet ved NINA. Det ble analysert på turbiditet, farge, konduktivitet, pH, alkalitet, kalsium (Ca), natrium (Na), klorid (Cl), nitrat (NO<sub>3</sub>), total fosfat (Tot-P), totalt reaktivt aluminium (Tr-Al) og uorganisk aluminium (Um-Al) etter standard metoder beskrevet av Nøst et al. (2000).

### 3.2 Ungfisk

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på 9 stasjoner i Hammerbekken og Molandsbekken i august 2000 (stasjon F1-F9, **figur 3**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). Stasjon F1 ligger nedenfor Hammetjern, stasjon F2-F5 ligger mellom Hammetjern og Fossen, stasjon F6 og F7 ligger mellom Fossen og Aklandstjern og stasjon F8 og F9 ligger i Molandsbekken ovenfor Aklandstjern. 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 ungfisk ( $\geq 1+$ ). Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>.

Det ble samlet inn 9 ørretunger i Hammerbekken i 1998 for å undersøke gjellene med hensyn til forekomst av muslinglarver (jf. Larsen & Brørs 1998). Fisken ble artsbestemt og lengdemålt, og gjellene til all ørret ble undersøkt i felt. Bare en ørret med antatte muslinglarver ble fiksert på 4 % formaldehyd for senere bearbeiding på laboratoriet. I 2000 ble det samlet inn fisk fra åtte stasjoner i Hammerbekken, og Molandsbekken ovenfor Aklandstjern ble også inkludert. Det ble tatt vare på mellom 10 og 14 ettårige individer fra hver stasjon som ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere under-

søkelser i felt. Gjellene ble senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver under mikroskop på laboratoriet. I tillegg ble 14 ettårige ørret og 35 eldre ørret mellom 120 og 269 mm undersøkt i felt før de ble sluppet ut igjen i elva. På grunn av høyere vann-temperatur enn normalt våren 2000 hadde muslinglarvene vokst raskere enn forventet, og larvene hadde i all hovedsak forlatt vertsfisken ved innsamlingstidspunktet. Det måtte derfor foretas en ny innsamling, hovedsakelig av ørretyngel (0+), på seks av stasjonene i vassdraget i september. 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).

I mai 2000 ble det i alt fanget og kontrollert 142 ørret og 12 laks, og i september 79 ørret og 3 laks. I tillegg til ørret og laks ble det påvist abbor, ål og trepigget stingsild i vassdraget.

### 3.3 Elvemusling

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 13 stasjoner til sammen i mai og august 1998. I 2000 ble det valgt ut fem nye stasjoner som i tillegg til fem av de tidligere stasjonene ble undersøkt i august ved vading i elveløpet. Totalt presenteres det data fra 18 stasjoner i vassdraget (**figur 4**). Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene, og tellinger ble foretatt i transekt-er/arealer i vassdraget som var mellom 50 og 140 m<sup>2</sup> store. Transektene ble delt opp i mindre »tellestriper» ved hjelp av kjettinger (jf. Larsen et al. 2000).

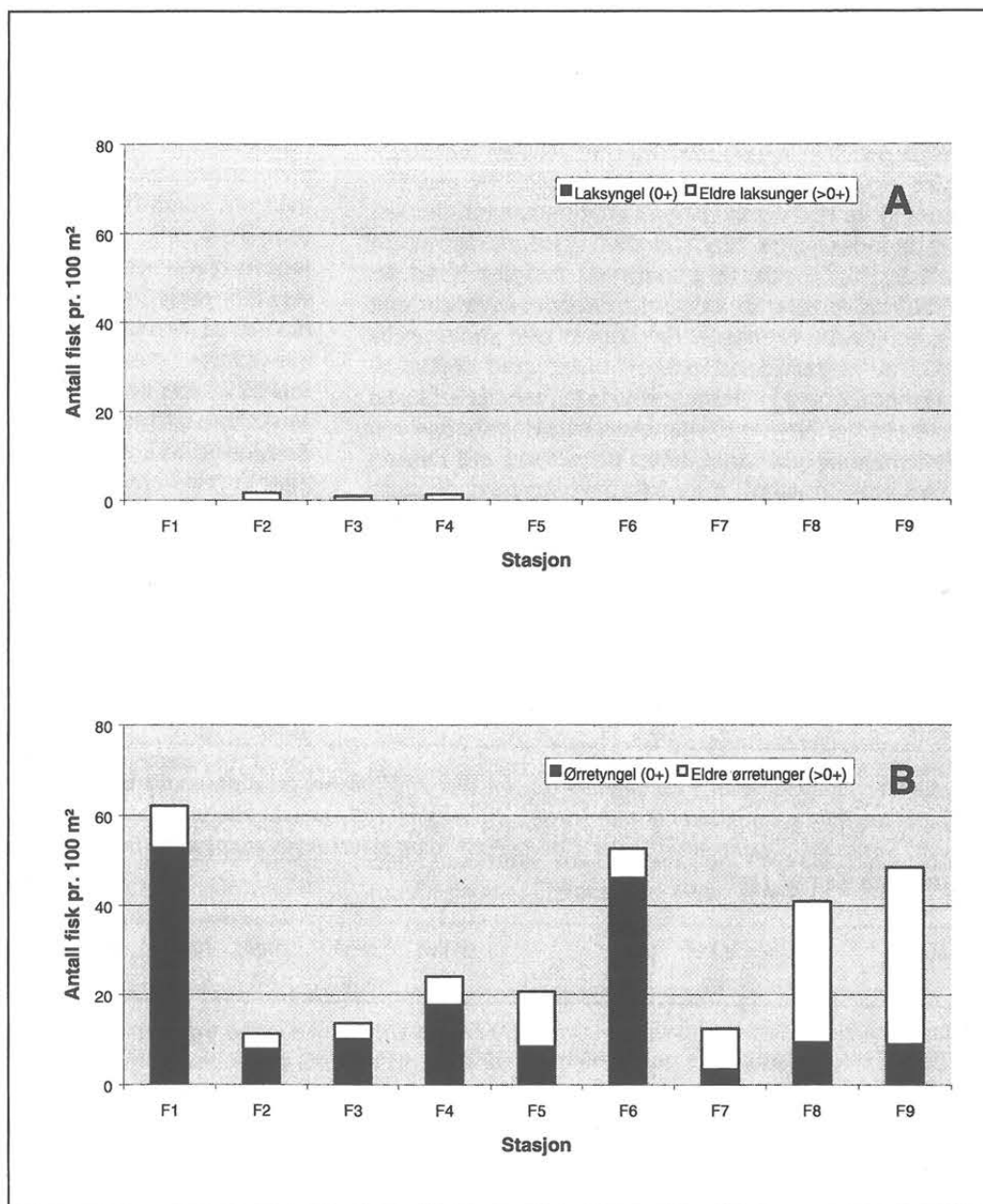
Både i 1998 og 2000 ble det samlet inn levende elvemusling for lengdemåling. I 1998 ble det foretatt et tilfeldig utvalg fra hver av stasjonene 3-8 (N = 51). I 2000 ble hele utvalget samlet inn på stasjon 8 (N = 55). Dette ble gjort ved utlegging av en ramme (0,5 x 0,5 m) på elvebunnen, og alle muslinger som ble funnet innenfor rammen ble tatt opp. Substratet innenfor rammen ble deretter gravd opp for å avdekke eventuelle nedgravde individer. Disse ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm før de ble satt tilbake i substratet. Det ble undersøkt fire rammer på denne måten (= 1 m<sup>2</sup>). I tillegg ble det samlet inn tomme muslingskall fra ulike deler av vassdraget. Disse ble også lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm.



I begynnelsen av august 1998 og 2000 ble det undersøkt om det fantes gravide muslinger, og hvor stor denne andelen var på stasjon 8 i Hammerbekken. Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig, og inspisere gjellene i felt før muslingen ble satt tilbake i substratet.

Dette er en litt unøyaktig, men relativt skånsom måte for å framskaffe informasjon om reproduksjon hos muslinger. Elvemuslingen oppbevarer muslinglarvene i mordyrets gjeller i tre til fire uker etter befruktningen.

**Figur 4.** Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av A) laks og B) ørret i Hammerbekken i august 2000. Stasjon F1: nedenfor Hammartjern; stasjon F2-F5: Hammartjern-Fossen; stasjon F6-F7: Fossen-Aklandstjern og stasjon F8-F9: ovenfor Aklandstjern.



# 4 Resultater

## 4.1 Vannkjemi

Hammerbekken hadde en stabil vannkvalitet hele våren og sommeren 2000. Men på grunn av store nedbørmengder hele høsten ble det funnet økt forsurening og redusert alkalitet samt redusert ledningsevne og redusert ioneinnhold i november.

Hammerbekken hadde en relativt høy vannfarge som varierte mellom 38 og 59 mg Pt/l (**tabell 1**). Dette skyldes vesentlig humussyrer hovedsakelig fra naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedslagsfeltet. Bekken har i perioder nokså høy turbiditet med verdier 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 i Hammerbekken var det høyest turbiditet etter høy nedbør i november. Hammerbekken har normalt en god vannkvalitet uttrykt ved pH. Bekken er bare svakt forsuret, men i forbindelse med de store nedbørmengdene høsten 2000 falt pH betydelig, og i november var pH 5,59 (**tabell 1**). Dette fallet i pH holdt seg i lang tid, og Hammerbekken var fortsatt betydelig forsuret i januar 2001 (pH = 5,66). På grunn av den logaritmiske pH-skalaen var vannet ti ganger

surere i denne perioden sammenlignet med resultatene fra sommeren 2000. Samtidig falt alkaliteten fra 60-70  $\mu\text{ekv/l}$  om sommeren til 12  $\mu\text{ekv/l}$  i november 2000. Det var samtidig en betydelig økning i konsentrasjonen av uorganisk monomert aluminium fra 2-3  $\mu\text{g/l}$  om sommeren til 24  $\mu\text{g/l}$  i november. Ved slike aluminiums-konsentrasjoner kan det oppstå skade på bestandene av fisk (Hindar et al. 1997).

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 moderat i Hammerbekken med et gjennomsnitt på 181  $\mu\text{g/l}$  og maksimum på 232  $\mu\text{g/l}$  målt om våren (**tabell 1**). Dette var om lag det samme som ble funnet i 1997 da Kaste & Håvardstun (1998) fant et gjennomsnitt og maksimum på henholdsvis 147 og 235  $\mu\text{g/l}$ . Dette tilsvarte et totalt nitrogeninnhold (Tot-N) på henholdsvis 428 og 535  $\mu\text{g/l}$ . Vannkvaliteten klassifiseres som god til mindre god for totalt nitrogeninnhold i henhold til klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann gitt av Statens Forurensningstilsyn (Holtan & Rosland 1992). Høyeste konsentrasjon av totalt fosfor ble funnet om høsten, men variasjonen var liten gjennom året og gjennomsnittet var 4  $\mu\text{g/l}$  i 2000 (**tabell 1**). Dette var lavere enn i 1997, og plasserer vassdraget i beste tilstandsklasse. Bekken er likevel mesotrof, og har et høyt produksjonspotensiale for bunndyr og fisk.

**Tabell 1.** Vannkvaliteten i Hammerbekken fra mai 2000 til januar 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 ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{g/l}$ ), 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<br>Turb | mg Pt/l<br>Farge | $\mu\text{S/cm}$<br>Kond | pH   | $\mu\text{ekv/l}$<br>Alk | mg/l<br>Ca | mg/l<br>Na | mg/l<br>Cl | $\mu\text{g/l}$<br>$\text{NO}_3$ | $\mu\text{g/l}$<br>Tot-P | $\mu\text{g/l}$<br>Tr-Al | $\mu\text{g/l}$<br>Um-Al |
|----------|-------------|------------------|--------------------------|------|--------------------------|------------|------------|------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 10.05.00 | 1,51        | 38               | 50,4                     | 6,49 | 56                       | 2,19       | 5,59       | 10,62      | 232                              | 2                        | 174                      | 3                        |
| 08.06.00 | 0,86        | 41               | 47,5                     | 6,35 | 51                       | 2,15       | 5,32       | 9,29       | 219                              | 4                        | 183                      | 2                        |
| 14.07.00 | 0,58        | 39               | 49,7                     | 6,55 | 63                       | 2,28       | 5,79       | 9,74       | 180                              | 3                        | 137                      | 2                        |
| 05.08.00 | 0,30        | 42               | 49,9                     | 6,39 | 72                       | 2,27       | 5,78       | 10,11      | 134                              | 3                        | 123                      | 2                        |
| 16.08.00 | 1,06        | 39               | 49,4                     | 6,58 | 70                       | 2,28       | 5,79       | 10,03      | 144                              | 4                        | 133                      | 2                        |
| 20.09.00 | 1,08        | 46               | 49,7                     | 6,50 | 67                       | 2,26       | 5,70       | 10,03      | 201                              | 5                        | 167                      | 3                        |
| 23.11.00 | 1,56        | 59               | 32,4                     | 5,59 | 12                       | 1,49       | 3,18       | 6,14       | 160                              | 5                        | 281                      | 24                       |
| 11.01.01 | 1,64        | 59               | 33,6                     | 5,66 | 15                       | 1,51       | 3,80       | 5,91       |                                  | 4                        | 301                      |                          |
| Gj.snitt | 1,07        | 45               | 45,3                     | 6,26 | 51                       | 2,05       | 5,12       | 8,98       | 185                              | 4                        | 187                      | 5                        |
| SD       | 0,48        | 9                | 7,7                      | 0,40 | 24                       | 0,35       | 1,03       | 1,86       | 40                               | 1                        | 67                       | 8                        |
| Min      | 0,30        | 38               | 32,4                     | 5,59 | 12                       | 1,49       | 3,18       | 5,91       | 134                              | 2                        | 123                      | 2                        |
| Maks     | 1,64        | 59               | 50,4                     | 6,58 | 72                       | 2,28       | 5,79       | 10,62      | 232                              | 5                        | 301                      | 24                       |

## 4.2 Ungfisk og muslinglarver på gjellene

Ørret forekom i gode tettheter i hele Hammerbekken, men med høyest tetthet av ørret yngel nedenfor Hammertjern og på en av stasjonene mellom Fossen og Aklandstjern med henholdsvis 53 og 46 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (**figur 4**). På anadrom strekning mellom Hammertjern og Fossen var tettheten av ørret yngel lavere enn 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på alle stasjonene. I Molandsbekken var innslaget av stasjonær ørret større. Dette gjenspeiler seg også i de høyeste tetthetene av eldre ørretunger på stasjon F8 og F9 (henholdsvis 32 og 40 individer pr. 100 m<sup>2</sup>).

Ørret yngel var tilstede i høye tettheter i vassdraget allerede i begynnelsen av mai 2000 varierende i lengde mellom 21 og 31 mm. Ettårige ørretunger var mellom 63 og 124 mm lange med en gjennomsnitt på 93 mm (N = 107) (**tabell 2**), og det ble også observert to-årig sjøørretsmolt nedenfor Hammertjern. I slutten av september 2000 var ørret yngelen mellom 44 og 69 mm lange med en gjennomsnitt på 72 mm (N = 67) (**tabell 2**). Ettårige ørretunger var i gjennomsnitt 123 mm lange. Det var god vekst i Hammerbekken og en del av ørretungene kan smoltifisere og vandre ut fra den anadrome strekningen nedenfor Fossen allerede som ettårig smolt. Tilsvarende vil en del ungfisk også vandre tidlig fra bekken og ut i innsjøene. I Molandsbekken var innslaget av bekelevende ørret størst, og flere årsklasser ble funnet på bekken. Det var betydelige vekstforskjeller i de ulike delene av vassdraget, og ørretungene var størst nær utløpene av Aklandstjern og Hammertjern (stasjon F6-F7 og F1). Dette henger sannsynligvis sammen med et overskudd av næring og høyere vanntemperatur på utløpet av innsjøene sammenlignet med innløpet.

Det ble påvist et lavt antall laks i Hammerbekken mellom Hammertjern og Fossen. Det ble ikke funnet laks yngel i august, men tettheten av eldre laksunger var ett individ pr. 100 m<sup>2</sup> mellom Hammertjern og Fossen. All laks var ettårige individer med meget god vekst. I mai var laksungene mellom 79 og 105 mm lange med et gjennomsnitt på 95 mm (N = 12) (**tabell 2**). I september var gjennomsnittslengden 142 mm. Noen av laksungene kan ha vandret ut av vassdraget allerede som ettårig smolt våren 2000, men de fleste vil smoltifisere våren 2001 så sant de ikke blir stående igjen på elva som gyteparr. Da det ikke ble påvist laks yngel i 2000, kan resultatet tyde på at laks ikke reproducerer hvert år i Hammerbekken.

All ørret ble sjekket for muslinglarver i felt i april 1998, og det ble gjort anmerkninger om mulige glochidier bare på ett av individene. Dette ble senere verifisert på laboratoriet, og totalt 22 muslinglarver ble funnet (**tabell 3**). I mai 2000 ble det bare funnet en ørret med en muslinglarve i et stort materiale (74 ørret) samlet inn fra flere stasjoner i vassdraget. Muslinglarven var så stor at det ble konkludert med at muslinglarvene hadde sluppet seg av fisken allerede i andre halvdel av april 2000. Det ble derfor gjennomført en ny innsamling med kontroll av infeksjonsgraden hos ørret yngel (0+) og ettårige ørretunger (1+) i september 2000. Henholdsvis 29 og 13 % av ørret yngelen og de ettårige ørretungene hadde muslinglarver på gjellene (**tabell 3**). Det var en moderat intensitet med et gjennomsnitt på 75 muslinglarver pr. infisert ørret yngel, men med i alt 402 muslinglarver som det høyeste antall på en enkelt fisk. Ettårige ørretunger var bare tilfeldig infisert, og bare ett individ med to muslinglarver ble funnet. Det var liten forskjell i prevalens hos ørret yngel samlet inn på ulike stasjoner i den anadrome strekningen, og det ble også funnet muslinglarver i lite antall på ørret nedenfor Hammertjern

**Tabell 2.** Vekst hos ørret i Hammerbekken i 2000 uttrykt ved gjennomsnittslengder av årsyngel (0+), ettårig (1+) og toårig (2+) ungfisk. Lengden (mm) er oppgitt med standardavvik og antall undersøkte individer i parentes.

| Art   | Dato                    | Alder         |               |               | Minst | Størst |
|-------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|--------|
|       |                         | 0+            | 1+            | 2+            |       |        |
| Ørret | 9.-10.5.00 <sup>1</sup> | 27 ± 2 (76)   | 93 ± 13 (107) | 141 ± 16 (12) | 21    | 269    |
|       | 4.-6.8.00 <sup>2</sup>  | 63 ± 10 (157) | -             | -             | 39    | 270    |
|       | 28.9.00                 | 72 ± 12 (67)  | 123 ± 25 (12) | (0)           | 46    | 171    |
| Laks  | 9.-10.5.00              | (0)           | 95 ± 7 (12)   | (0)           | 79    | 105    |
|       | 4.-6.8.00               | (0)           | 125 ± 3 (4)   | (0)           | 120   | 128    |
|       | 28.9.00                 | (0)           | 142 ± 10 (3)  | (0)           | 131   | 150    |

<sup>1</sup> I tillegg: 3+ ørret: 231 mm (N = 1)

<sup>2</sup> I august ble ikke eldre ørretunger aldersbestemt



**Tabell 3.** Registreringer av muslinglarver på ungfisk av ørret i Hammerbekken (stasjon F1-F5) i april 1998, mai og september 2000. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

| År   | Dato   | Alder | N  | Prevalens (%) | Abundans<br>Gjennsnitt ± SD | Intensitet<br>Gjennsnitt ± SD | Maks |
|------|--------|-------|----|---------------|-----------------------------|-------------------------------|------|
| 1998 | 27.04. | 1+    | 5  | 20,0          | 4,4 ± 9,8                   | 22,0                          | 22   |
|      |        | ≥ 2+  | 4  | 0             | 0                           | 0                             | 0    |
| 2000 | 10.05  | 1+    | 61 | 1,6           | 0,02 ± 0,1                  | 1,0                           | 1    |
|      |        | ≥ 2+  | 13 | 0             | 0                           | 0                             | 0    |
|      | 28.09. | 0+    | 41 | 29,3          | 22,1 ± 73,9                 | 75,5 ± 124,4                  | 402  |
|      |        | 1+    | 8  | 12,5          | 0,3 ± 0,7                   | 2,0                           | 2    |

(figur 5). Det var derimot store forskjeller i infeksjonsintensitet, og størst antall muslinglarver ble funnet på stasjon F3 og F5 (figur 5). Mellom Fossen og Aklandstjern (stasjon F6) og ovenfor Aklandstjern (stasjon F8) ble det ikke funnet muslinglarver i det hele tatt.

### 4.3 Elvemusling i Hammerbekken

#### Utbredelse

Det ble funnet elvemusling på hele strekningen mellom Hammertjern og Fossen. Dette er en strekning på ca 470 m. I tillegg ble det påvist muslinglarver på ørret nedenfor Hammertjern som viser at det også er en liten bestand på strekningen mellom Hammertjern og sjøen. Disse ble ikke observert i forbindelse med transektene, men bare deler av den 150 m lange elvestrekningen ble undersøkt. Mellom Fossen og Aklandstjern ble det ikke funnet levende elvemusling ved denne undersøkelsen. Det er bekreftet lokalt at elvemusling fantes i gode bestander på strekningen tidligere, men eneste «bevis» på dette i vår undersøkelse var funn av et tomt skall på stasjon 13. I forbindelse med arbeid i elva for om lag 15 år siden ble det fortsatt observert levende elvemusling nedenfor Aklandstjern (N. Eriksen pers. medd.). Tettheten hadde imidlertid vært større tidligere, og muslinger fantes da også i de stilleflytende delene av elva i Dalane like ovenfor Fossen. Elvemusling har derfor med sikkerhet vært utbredt opp til Aklandstjern tidligere. Hvorvidt det har vært elvemusling videre opp i Molandsbekken har vi ingen opplysninger om. Topografi, substrat og det faktum at bekken har en god bestand av ørret tilsier imidlertid at elvemusling kan ha vært utbredt forbi Aspelund opp til første vandringshinder for fisken i Molandsbekken.

#### Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling mellom Hammertjern og Fossen var 0,65 individer pr. m<sup>2</sup> (tabell

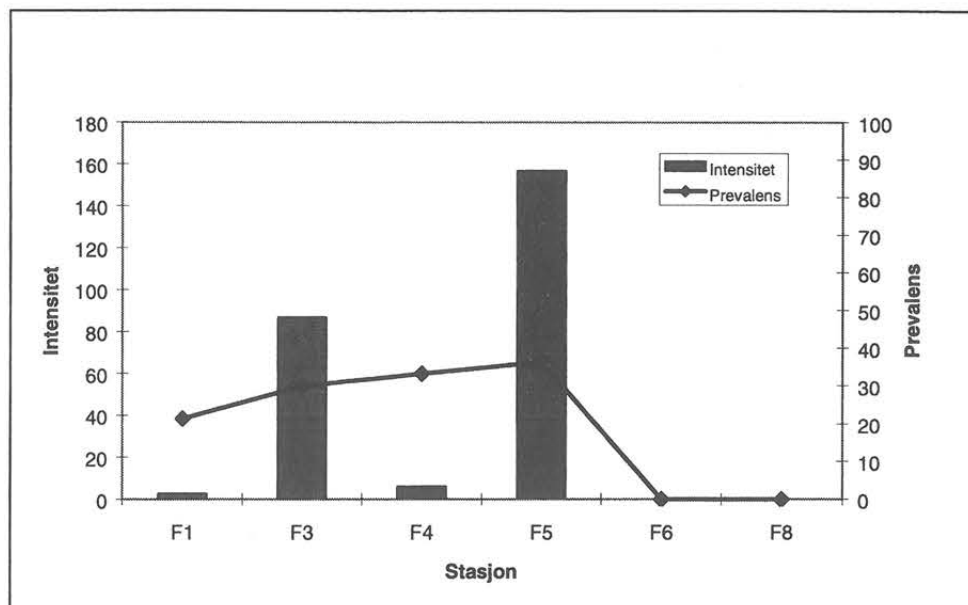
4). Beregnes tettheten for hele den anadrome strekningen (stasjon 1-9) får vi 0,51 individer pr. m<sup>2</sup>. Antall elvemusling varierte mellom 0,1 og 1,6 individ pr. m<sup>2</sup> på de ulike stasjonene (tabell 4, figur 6A). Dette er en lav tetthet, og det var ingen steder i vassdraget der antall individer var særlig høyt over store flater. På strekningen mellom sjøen og Hammertjern (stasjon 1-2) ble det ikke funnet elvemusling ved direkte observasjon på stasjonene, men arten ble indirekte påvist ved funn av muslinglarver på ørretyngel. Dette indikerer at det fortsatt finnes noen spredte individer ovenfor riksveien. Det ble ikke funnet elvemusling på noen av stasjonene mellom Fossen og Aklandstjern (stasjon 10-15) eller i Molandsbekken ovenfor Aklandstjern (stasjon 16-18) (figur 6A).

Det ble registrert tomme skall i lite antall på alle stasjonene mellom Hammertjern og Fossen (tabell 4). Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,09 individ pr m<sup>2</sup> (tabell 4, figur 6B). Med unntak av et tomt skall som ble funnet på stasjon 13 i april 1998 ble det ikke funnet døde individer i noen annen del av Hammerbekken ovenfor Fossen eller i Molandsbekken.

#### Populasjonsstørrelse

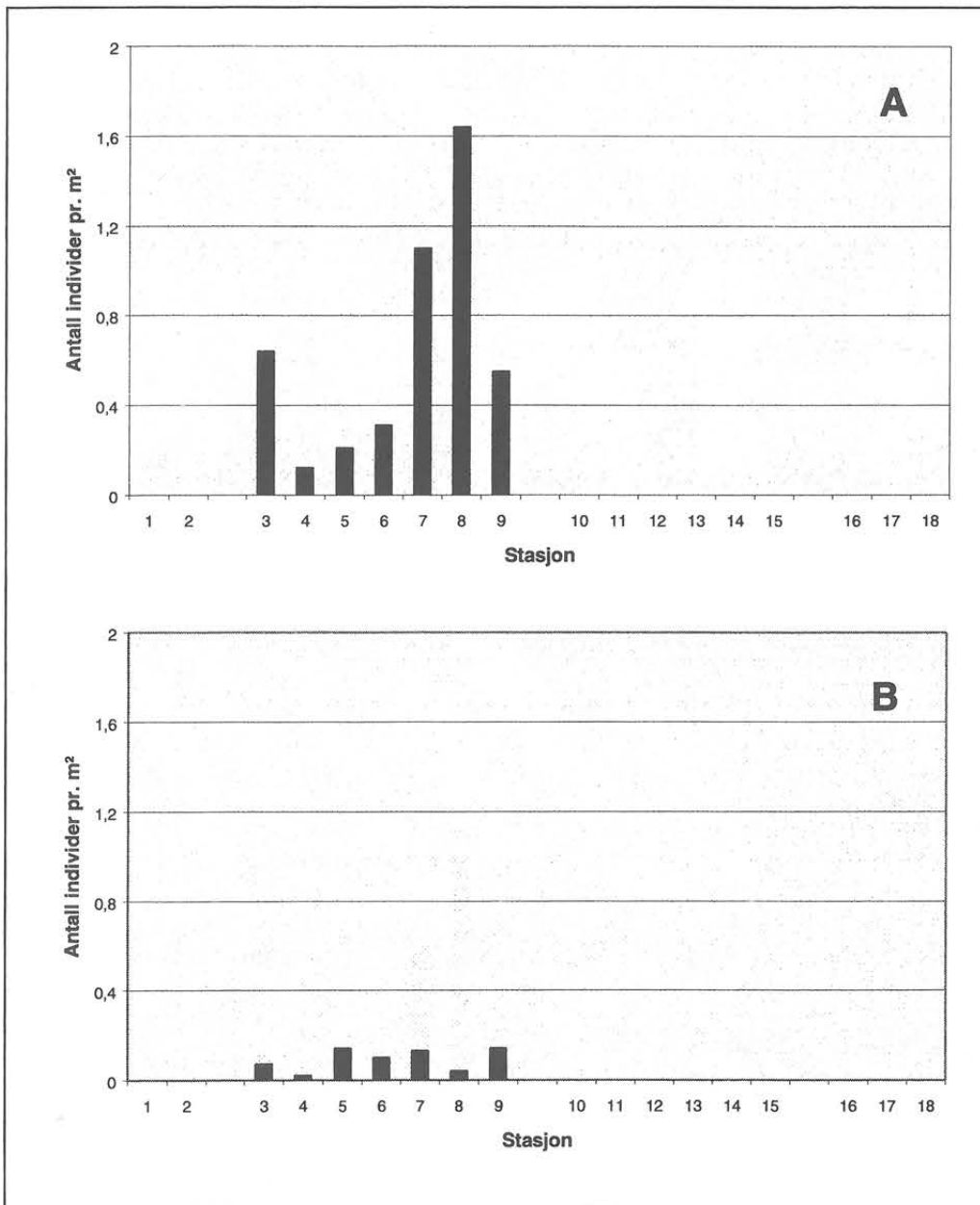
Totalt elveareal i Hammerbekken fra utløpet i sjøen til Hammertjern og fra Hammertjern til Fossen er beregnet til ca 2 480 m<sup>2</sup> (Simonsen 1999). Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 0,51 muslinger pr. m<sup>2</sup> på strekningen, gir dette en total bestand på 1 260 elvemusling i Hammerbekken. Dette er et noe lavt estimat da en del individer vil være helt eller nær fullstendig nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon. Elvemuslingen lever normalt nedgravd og skjult i grusen de første leveårene. Det blir bare unntaksvis funnet muslinger som er mindre enn 10-12 mm lange på elvebunnen uten å grave i substratet. Men også voksne individer kan i perioder være nedgravd i substratet. I en undersøkelse fra Sverige fant Bergengren (2000) i gjennomsnitt at 79 % av individene ble oppdaget ved direkte observasjon. De nedgravde muslingene var i

**Figur 5.** Registrering av muslinglarver på gjellene til ørretyngel (0+) presentert som intensitet (antall glochidier pr. infisert ørret) og prevalens (andel ørretunger med glochidier) i Hammerbekken i september 2000. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 3.



**Tabell 4.** Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 18 stasjoner i Hammerbekken som ble undersøkt i 1998 eller 2000 basert på tellinger i transekter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m<sup>2</sup> (levende dyr: N/m<sup>2</sup> og tomme skall: NS/m<sup>2</sup>). Jf. figur 6. Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 3.

| Stasjon        | Dato     | Areal | N   | NS | N/m <sup>2</sup> | NS/m <sup>2</sup> |
|----------------|----------|-------|-----|----|------------------|-------------------|
| 1              | 27.04.98 | 101   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 2              | 27.04.98 | 50    | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 3              | 02.08.00 | 59    | 38  | 4  | 0,64             | 0,07              |
| 4              | 02.08.00 | 82    | 10  | 2  | 0,12             | 0,02              |
| 5              | 02.08.00 | 58    | 12  | 8  | 0,21             | 0,14              |
| 6              | 02.08.00 | 71    | 22  | 7  | 0,31             | 0,10              |
| 7              | 02.08.00 | 69    | 76  | 9  | 1,10             | 0,13              |
| 8              | 02.08.00 | 69    | 113 | 3  | 1,64             | 0,04              |
| 9              | 04.08.00 | 76    | 42  | 11 | 0,55             | 0,14              |
| 10             | 05.08.98 | 60    | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 11             | 05.08.98 | 121   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 12             | 05.08.00 | 104   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 13             | 05.08.00 | 103   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 14             | 05.08.98 | 140   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 15             | 05.08.00 | 84    | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 16             | 05.08.98 | 105   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 17             | 05.08.98 | 125   | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 18             | 05.08.98 | 79    | 0   | 0  | 0                | 0                 |
| 3-9            |          | 484   | 313 | 44 | 0,65             | 0,09              |
| Gjennnitt ± sd |          |       |     |    | 0,65 ± 0,55      | 0,09 ± 0,05       |
| 1-9            |          | 635   | 313 | 44 | 0,49             | 0,07              |
| Gjennnitt ± sd |          |       |     |    | 0,51 ± 0,55      | 0,07 ± 0,06       |



**Figur 6.** Tetthet av A) levende elvemusling og B) tomme skall (døde dyr) i Hammerbekken i august 2000 basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²). Jf. **tabell 4**.

gjennomsnitt ca 20 mm kortere enn de som ble funnet på overflaten. Innenfor et areal på en kvadratmeter i et område med høy tetthet av muslinger i Hammerbekken ble det funnet til sammen 55 individer. Av disse ble 12 individer (22 %) ikke oppdaget før det ble gravd lett i den øvre delen av substratet. Legger vi dette til grunn vil det gi et korrigert estimat på ca 1 600 elvemusling i Hammerbekken.

Dette er den største kjente populasjonen av elvemusling i Aust-Agder. De to andre kjente bestandene er svært små og er oppgitt å ha henholdsvis ca 30 og ca 140 individer (Dolmen & Kleiven 1997b, Larsen upubl. materiale).

### Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 71 til 131 mm hos levende elvemusling i Hammerbekken (**tabell 5**). Forskjellen i

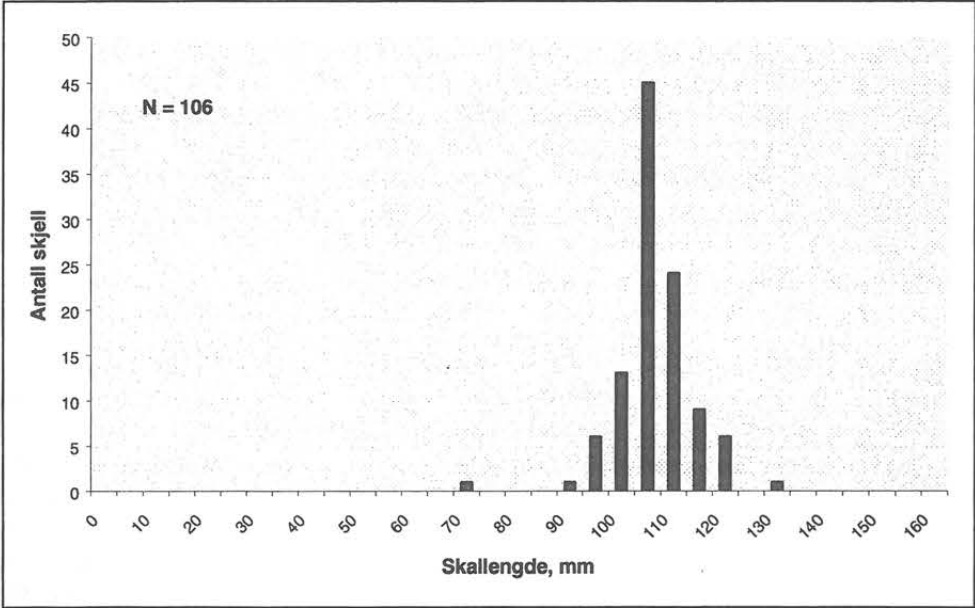
gjennomsnittlig lengde av muslinger fanget i 1998 og 2000 var mindre enn 4 mm, og tilsvarer den forventede tilveksten i en bestand av voksne individer i løpet av de to årene. Hovedvekten av muslinger var 100-115 mm (**figur 7**), og gjennomsnittslengden var 108 mm ( $N = 106$ ;  $SD = 7$ ). Det ble ikke funnet noen individer som var mindre enn 50 mm, og bare ett individ var mindre enn 90 mm.

Tomme skall som ble funnet i Hammerbekken varierte i lengde mellom 82 og 118 mm med et gjennomsnitt på 106 mm ( $N = 61$ ;  $SD = 6$ ). Hovedvekten av muslinger var 100-115 mm (**figur 8**). Lengdefordelingen er omtrent den samme som for de levende individene, og dødeligheten skyldes ikke bare høy alder alene. Det ble for eksempel funnet enkelte muslinger som hadde dødd på grunn av lav vannføring eller innfrysing om vinteren.

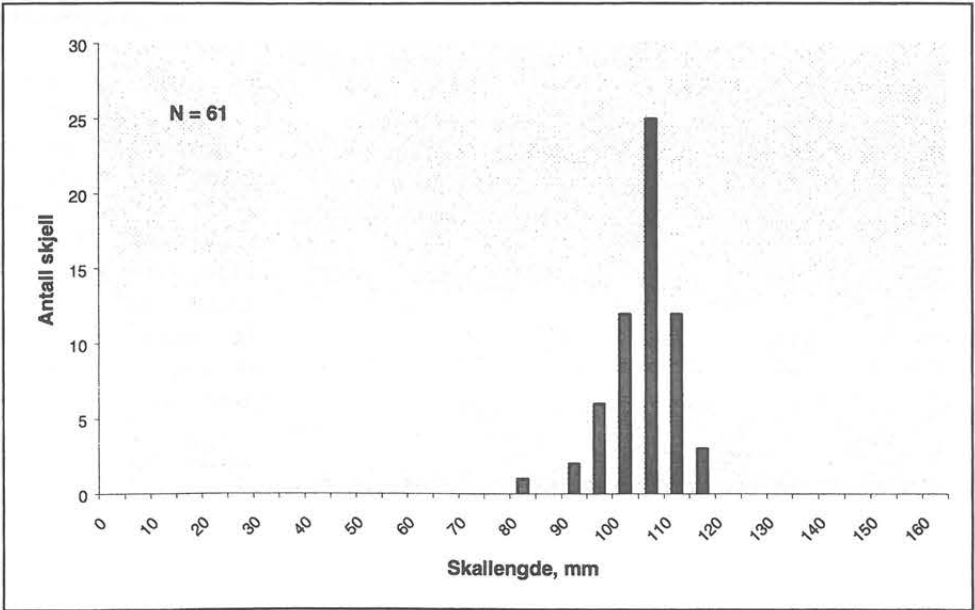
**Tabell 5.** Gjennomsnittslengde (L, mm) angitt med standardavvik ( $\pm$  SD) samt minste og største elvemusling (levende individer og tomme skall) funnet i Hammerbekken i 1998 og 2000. N = antall undersøkte individer.

|              | År        | Stasjon | L ( $\pm$ SD)      | N   | Minste | Største |
|--------------|-----------|---------|--------------------|-----|--------|---------|
| Levende ind. | 1998      | 3-8     | 106,2 ( $\pm$ 8,6) | 51  | 70,6   | 130,9   |
|              | 2000      | 8       | 109,9 ( $\pm$ 5,4) | 55  | 94,8   | 122,5   |
|              | 1998-2000 | 3-8     | 108,2 ( $\pm$ 7,3) | 106 | 70,6   | 130,9   |
| Tomme skall  | 1998-2000 | 3-15    | 105,8 ( $\pm$ 6,3) | 61  | 82,0   | 117,7   |

**Figur 7.** Lengdefordeling av levende elvemusling funnet i Hammerbekken i 1998-2000.



**Figur 8.** Lengdefordeling av tomme skall (døde individer) funnet i Hammerbekken i 1998-2000.





Gamle skallrester i ansamlinger på land tydet også på at det tidligere har vært lett etter perler i bekken.

### Reproduksjon og rekruttering

Det er ikke foretatt aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Hammerbekken, men med nær fullstendig mangel av individer mindre enn 90 mm kan det antydes at rekrutteringen har vært dårlig i mange år, og at den kan ha sviktet allerede i løpet av 1970-tallet. Selv om de minste individene kan være vanskelige å oppdage, er det lite som tyder på at bestanden har hatt noen vellykket rekruttering på flere tiår. Dette har medført en betydelig forgubbing i bestanden. De voksne individene reproduserte imidlertid normalt. Det ble undersøkt for mulig graviditet både i 1998 og 2000, og i begynnelsen av august var graviditetsfrekvensen henholdsvis 81 og 93 % (**tabell 6**). Det var antatt at tømningen av larver ikke ville foregå før 10-15. august i 2000. Den høye graviditetsfrekvensen antydte at store deler av bestanden var hermafroditter med evne til selvbefruktning. Det er beskrevet eksperimentelt at elvemusling i en normal bestand med hanner og hunner kan gå over til selvbefruktning når tettheten av individer blir for lav (Bauer 1987).

**Tabell 6.** Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Hammerbekken i august 1998 og 2000. Gjennomsnittslengde (L, mm) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD). N = antall elvemusling som ble undersøkt.

| Dato   | L (±SD)      | N  | Graviditet % |
|--------|--------------|----|--------------|
| 5.8.98 | 106,9 (±6,6) | 16 | 81,3         |
| 2.8.00 | 111,8 (±5,1) | 15 | 93,3         |
| 5.8.00 | 109,1 (±4,0) | 15 | 93,3         |

## 5 Oppsummering og diskusjon

### 5.1 Elvemusling

Det finnes historiske opplysninger om elvemusling fra 20 lokaliteter i Aust-Agder (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999), men i dag er det bare tre lokaliteter der den fortsatt finnes i lite antall. Med grunnlag i de få forekomstene som er kjent betraktes arten som sterkt truet i Aust-Agder, og bevaring er gitt høy prioritet. I forbindelse med planer om bygging av ny E 18 fra Brokelandsheia til Akland var det derfor naturlig at Fylkesmannens miljøvernavdeling tok initiativ til å få undersøkt forholdene for elvemusling i Hammerbekken som indirekte vil bli berørt av den nye veitraseen. Resultatet fra denne undersøkelsen konkluderer med at Hammerbekken har den største gjenværende bestand av elvemusling i Aust-Agder.

I Hammerbekken ble elvemusling funnet på strekningen mellom utløpet i sjøen og opp til Fossen. Dette tilsvarte den anadrome strekningen i vassdraget som utgjør ca 620 m elvestrekning. Det var ingen steder i vassdraget der tettheten var særlig høy over store flater, og nedenfor Hammertjern ble elvemusling bare indirekte påvist som muslinglarver på gjellene til ørretengel. Vassdraget er enkelt å undersøke, og elva kunne vades alle steder ved lav vannføring. Dette ga en god oversikt over bestanden, og kvaliteten på tellingene betraktes som god. Det er likevel antatt at ca 20 % av individene ikke er synlig ved direkte observasjon, men selv om man tar hensyn til dette er ikke populasjonen i Hammerbekken større enn ca 1 600 individer. Selv om estimatet er beheftet med unøyaktighet gir det en bekreftelse på at bestanden av elvemusling i vassdraget er liten og sårbar.

Det finnes ingen generelle opplysninger om bestands-situasjonen i Hammerbekken tidligere, men bestanden har gått tilbake i de siste 30-40 årene. Dette baseres på samtaler med lokalkjente som opplyste om tidligere perlefiske i vassdraget, og beskrivelser av større bestander av skjell i de områdene som vi undersøkte. Elvemuslingen hadde også en større utbredelse i vassdraget tidligere da den i det minste var utbredt opp til Aklandstjern; ytterligere 500 m elvestrekning. Det ble ikke funnet unge muslinger i Hammerbekken ved denne undersøkelsen, og bare ett individ var mindre enn 90 mm. Utfra dette må det konkluderes med at det er en svak eller helt manglende rekruttering i vassdraget, og at det har vært slik i mange år. Dette har medført en betydelig forgubbing i bestanden med hovedvekt av individer som var mellom 100 og 115 mm lange.

Overlevelse av muslingens larver og rekruttering vil påvirkes direkte når tettheten av laksefisk i vassdraget er lav. Elvemuslingen er avhengig av bestemte fiskearter for å kunne gjennomføre en vellykket livssyklus, og i

Hammerbekken er ørret påvist som vertsfisk. Tiltak som er med på å forsterke ørretbestanden vil indirekte også styrke bestanden av elvemusling. Ziuganov et al. (1994) har angitt at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i mai/juni når glochidene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes. Det synes som om dette er oppfylt i Hammerbekken. Det foreligger heller ingen opplysninger om endringer i bestandsforholdene hos ørret som skulle tilsa at nedgangen i muslingbestanden skulle skyldes en reduksjon i tettheten av vertsfisk.

Undersøkelsene våre påviste muslinglarver på ørret i Hammerbekken, og bekreftet at larvene utviklet seg normalt på fisken i vassdraget. Det var imidlertid en noe lavere andel av ørreten som var infisert enn det som var forventet, ut fra observert fordeling og tetthet av muslinger. Bare 27 % av ørreten i Hammerbekken var infisert, og intensiteten var, med få unntak, relativt lav. I mindre vassdrag med en moderat høy tetthet av elvemusling vil det være normalt med en prevalens på 60-100 %, og en intensitet på 100-400 muslinglarver på ettårige ørretunger (Larsen upubl. materiale). Liten vannføring og høy vanntemperatur i Hammerbekken i august vil gi liten spredning og kort levetid for muslinglarvene. Dette kan medføre at muslinglarvene ikke så lett kommer i kontakt med ørretungene, og gir en mindre mulighet til vellykket infeksjon enn i vassdrag med lavere vanntemperatur og/eller høyere vannføring. Det kan forekomme betydelige variasjoner i infeksjonsgraden mellom ulike år i et vassdrag (Larsen upubl. materiale), og i Hammerbekken bør det undersøkes nærmere om resultatet fra høsten 2000 er et reelt bilde av situasjonen. Skulle resultatet vise seg å være likt i flere år vil den lave infeksjonen kunne virke begrensende på rekrutteringen.

Nå vil også andre faktorer virke inn på rekrutteringen hos elvemusling i vassdrag som er påvirket av menneskelig aktivitet. Lekkasje av næringsstoffene nitrogen og fosfor samt utslipp av organisk stoff som havner i vassdraget, virker negativt på vannkvaliteten. Foruten tilførsel fra landbruksarealer tilføres nitrogen og fosfor også gjennom tilsig fra skog, myr og utmark samt utslipp fra industri og bosetting. Hammerbekken er sterkere forurensset med nitrogen enn med fosfor, men begge næringsstoffene tilføres vassdraget bare i moderate mengder utover den naturlige bakgrunns-tilførselen i løpet av året. Men selv en moderat gjødsling kan medføre større algevekst og begroing i et lite vassdrag med høy vanntemperatur. Dette gir en økt sedimentering av partikler som gjør at elvebunnen blir tilsilmet. Denne eutrofieringen kan være en medvirkende årsak til lav rekruttering og nedgang i antall elvemusling i Hammerbekken. Den kritiske fasen i livssyklus vil være 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. 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 Hammerbekken, og forgubbingen som observeres i vassdraget er et karakteristisk trekk i mange norske muslingbestander (jf Larsen et al. 1995, Larsen & Karlsen 1997, Larsen 2000). De voksne individene er mer motstandsdyktige mot miljøpåvirkninger generelt, og kan overleve lengre perioder med ugunstig vannkvalitet.

Vannføringen i Hammerbekken varierer mye i løpet av året, og laveste vanddekte areal om sommeren eller islegging om vinteren kan virke begrensende for utbredelsen av elvemusling.

I utgangspunktet er alle gjenværende populasjoner av elvemusling verneverdige. Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) har foreslått en modell for å bedømme verneverdien av ulike lokaliteter. Modellen slik den er brukt her er modifisert noe av Larsen & Hartvigsen (1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 2 cm og andel muslinger mindre enn 5 cm), og det gis 0-6 poeng innenfor hvert kriterium. Samlet poengsum plasserer muslingpopulasjonen innenfor en av tre klasser av verneverdi: Klasse I – verneverdig (1-7 poeng), klasse II – høy verneverdi (8-17 poeng) og klasse III – meget høy verneverdi (18-36 poeng).

Hammerbekken oppnår etter denne modellen bare 4 poeng (verneverdig – klasse I). Dette viser bare at populasjonen er liten og sårbar med en liten utbredelse i vassdraget, liten populasjonsstørrelse med en lav gjennomsnittstetthet, og at det ikke er funnet muslinger mindre enn 50 mm. Verneverdi må imidlertid også bedømmes utfra avstand til nærmeste kjente elvemuslingpopulasjon. Hammerbekken er den eneste kjente lokaliteten for elvemusling i Risør, og avstanden til nærmeste kjente populasjon er ca 35 km i Arendal kommune. Hammerbekken har derfor stor verdi som typevassdrag i regional sammenheng.

## 5.2 Laks

Hammerbekken er tidligere vurdert som meget interessant på grunn av lakseoppgang (Matzow et al. 1990). Ved fiske med elektrisk fiskeapparat sommeren og høsten 1988 ble det til sammen tatt 41 ungfisk i Hammerbekken, hvorav fire var laks, 36 var ørret og en var bekkørøye. Tre av laksungene var to år, den fjerde ble ikke aldersbestemt. På bakgrunn av dette beskriver Simonsen (1999) Hammerbekken som den eneste mindre bekk i Aust-Agder med en bestand av laks. Ved et elfiske i Hammerbekken i mai 1995 ble det derimot

ikke observert laks (Johnsen & Sægrov 1995). Ved våre undersøkelser i 2000 ble det igjen funnet laksunger i Hammerbekken mellom Hammertjern og Fossen. Til sammen 19 individer ble påvist, men alle var ettårige individer. Laksungene tilhørte samme årsklasse, og var avkom etter gyting i vassdraget høsten 1998. Det faktum at det ikke ble funnet årsyngel (0+) i 2000 viser at det trolig ikke var vellykket gyting i Hammerbekken høsten 1999. Selv om noen laksunger kan gå ut som ettårig smolt vil de fleste sannsynligvis stå på elva i to år før de smoltifiserer. Da det heller ikke ble funnet toårige laksunger i mai 2000 er det sannsynlig at laks heller ikke har gytt i Hammerbekken høsten 1997. Johnsen & Sægrov (1995) stiller spørsmålsteget ved hvorvidt dette i det hele tatt kan karakteriseres som en lakseelv. Sannsynligvis går det bare opp laks i enkelte år i Hammerbekken. Hvorvidt dette er rester av en lokal stamme, feilvandrende laks fra andre vassdrag eller laks med oppdrettsbakgrunn er det ikke mulig å gi noe entydig svar på. Det er imidlertid et faktum at laks har forekommet sporadisk i vassdraget i mange år, og stor gytelaks er observert oppunder Fossen (N. Eriksen pers. medd.). Det er tidligere også fisket laks jevnlig i den innerste delen av Sørfjorden. Det er i seg selv interessant nok at laks i enkelte år finner Hammerbekken attraktiv som gyteelv, og dette kan henge sammen med den normalt gode vannkvaliteten. Men vannføringen er liten, og høy temperatur om sommeren kan gjøre det vanskelig for stor fisk å oppholde seg der. Det er få høler, og det er ikke mange steder stor fisk kan stå over lengre tid. I år med høy vannføring vil imidlertid laks lettere ta seg opp i vassdraget, og det kan være en sammenheng mellom gode gyteår og vannføring om høsten i Hammerbekken. Resultatene fra høsten/vinteren 2000/2001 viste imidlertid at Hammerbekken i enkelte år kan oppleve perioder med en betydelig forsurening etter langvarig nedbør. Vannets surhetsgrad falt til pH 5,6, og konsentrasjonen av uorganisk monomert aluminium økte til 24 µg/l i november. Ved slike aluminiumskonsentrasjoner vil det kunne oppstå skade på laksesmolt i ferskvann samt moderat dødelighet dersom smolten vandrer ut i sjøen like etter en slik eksponering (Hindar et al. 1997). Det er usikkert hvor ofte vassdraget har vært utsatt for slike episoder, men det kan være med på å forklare fraværet av enkelte årsklasser med laksunger. Fiske med elektrisk fiskeapparat i flere påfølgende år vil imidlertid enkelt kunne gi svar på hvor ofte det forekommer laks i Hammerbekken, og hvilke årsklasser som overlever. Laksungene som vandrer ut våren 2001 vil kunne komme tilbake til bekken som smålaks høsten 2002 eller som mellomlaks i 2003. Dette kan gi opphav til laksyngel i Hammerbekken i 2003 eller 2004.

Hammerbekken er imidlertid en god sjøørretelv. Det er oppgang av mye stor fisk hvert år (A. Eeg pers. medd.), og det har til tider blitt tatt store fangster med fisk i forhold til størrelsen på bekken (Eeg 1996). Nå er det innført totalforbud mot fiske i Hammerbekken. Dette kan være med på å styrke bestanden av sjøørret, og øke

antall ørretunger i den anadrome delen av vassdraget. Dette er i så fall positivt for elvemuslingen som får et større antall potensielle vertsfisk til muslinglarvene.

### 5.3 Utbygging av E 18

Planene for den nye traseen til E 18 mellom Brokelandsheia og Akland vil bare indirekte berøre Hammerbekken. Veien vil krysse Hammerbekken på utløpet av Aklandstjern slik den gjør i dag, men et nytt veikryss ved avkjøringen til Risør vil legge beslag på ca 10 dekar av Aklandstjernet. Det vil dessuten bli bygget en kulvert i bekken ovenfor Aklandstjern, og Molandsbekken vil bli kanalisert langs den nye veitraseen i ca 300 m lengde.

Det er ikke funnet elvemusling i Molandsbekken, og området ligger ovenfor lakseførende strekning slik at utbyggingen i denne delen bare vil berøre ørret. Det er allerede påpekt av Johnsen & Sægrov (1995) at det viktigste blir å sikre fisken fri passasje fra Aklandstjernet forbi den berørte strekningen. Området tjener ifølge Johnsen & Sægrov (1995) ikke som gyteområde for fisken i innsjøen, og har også en begrenset funksjon som oppvekstområde.

Graving i og langs elveløpet vil imidlertid tilføre Aklandstjern en stor mengde løsmasser, og sammen med en utfylling i Aklandstjern er dette av betydning også for vannkvaliteten videre nedover i Hammerbekken. Det er i dette den største usikkerheten ligger med hensyn til skadevirkningen en utbygging vil få for laks og elvemusling.

Veibygging i og langs vassdrag har mange konsekvenser for vannmiljøet, og noen av disse er erosjon, partikkeltransport, utfylling i vassdrag og avskjæring av bukter og viker i innsjøer. Det er velkjent at suspendert materiale i vann har innvirkning på akvatisk liv (ref. i Berger et al. 1997). Effekten av uoppløselige suspenderte stoffer i vann er tosidig. Finpartikler (som leire) hindrer gjennomgangen av sollys, og reduserer primærproduksjonen (planteveksten). Større partikler vil ha en slipende effekt på bunnsedimentene, og fjerner algevekst så vel som bunnfauna. Partikler som transporteres av vannstrømmen vil fylle opp hulrom i grusen og mellom steiner, og således redusere tilgjengelige mikrohabitat for bunnfaunaen (Brusven & Prather 1974). Elvemusling som lever de første årene i substratet er bundet til mikrohabetet med høy grad av utskifting av vann mot de frie vannmasser (Buddensiek et al. 1993). Eutrofiering sammen med høy partikkeltransport er antatt å være den viktigste årsaken til nedgangen i bestanden av elvemusling over store deler av utbredelsesområdet (Larsen 1997). Gytingen av ørret og laks kan bli påvirket etter som de forsøker å unngå turbid vann og klumper seg sammen i områder med klarere vann for å gyte. Sedimentering av finmateriale (leire) på grusen vil føre til mindre vanngjennomstrømning i gytegroppene og



redusert klekkesuksess som følge av oksygenmangel (Ziebell 1960). I tillegg vil sedimentering av gyte plassene forhindre nyklekket yngel i å komme opp av elvegrusen (Sægrov & Kålås 1994). Oppløste partikler vil avsettes nedover i vassdraget, men graden av dette avhenger av størrelsen på partiklene, vannhastigheten, turbulens og bunnoverflate (Bogen 1986).

Mange tilfeller av vannforurensning er rapportert fra vei og veianlegg under eller like etter anleggsperioden (Åstebøl 1994). Anleggsdriften kan forårsake følgende forurensningstilfeller:

- Partikkelforurensning som følge av utgraving, fyllinger, deponering av masser og tunneldriving
- Tilførsel av næringssalter fra sprengstoff og boligavløp
- Oljespill og oljeholdig avløp fra riggområde og lagerplasser
- Sur avrenning og utvasking av metaller som følge av blottlegging av sulfidholdige mineraler eller drenering av myrer

Ved bygging av veier langs vassdrag vil partikkelforurensning alltid inntreffe i større eller mindre grad. Dette inntreffer når overflatevann eroderer i løsmasser og transporterer med seg finpartikler til vassdrag. Når vegetasjon fjernes blir jorda sårbar for erosjon i forbindelse med mye nedbør og snøsmelting. Erosjon oppstår blant annet i skjæringer og fyllingsskråninger. I Aklandsområdet vil veitraseen ligge i områder med marine avsetninger som eroderer lett (silt/leire). Risikoen for erosjon og partikkelforurensning er derfor størst ved anleggelse av veien langs Molandsbekken.

Utbyggingen medfører i tillegg utfylling i Aklandstjernet. Når fyllingsarbeidet pågår vil man få en tilslamming av sjøbunnen. Dette reduserer bunnfaunaen i hvert fall for en periode. Utfyllingen vil ha direkte negative effekter på dyrelivet i strandsonen, fiskens gyteforhold og vannvegetasjonen. For sårbare arter lenger ned i vassdraget blir det viktigste å hindre denne partikkelforurensningen i å nå ut i Hammerbekken.

Ved deponering av overskuddsmasser (løsmasser og tunnelmasser) kan det oppstå erosjon og avrenning til vassdrag. I planene for ny E 18 skal det bygges en ny tunnel gjennom Sørlandsporten, og tunnelmassen vil bli benyttet til anleggelse og utforming av nytt kryss og avkjøring til Risør. Tunnelmasser sprengt ut på konvensjonell måte inneholder ca 5 vektprosent svært fint og lett eroderbart materiale (Åstebøl 1994). Plassering og fordeling av massene i terrenget er avgjørende for omfanget av utvasking av finpartikler. Avløpsvann fra tunneldriving fører også med seg store mengder partikler og representerer en meget stor kilde til partikkelforurensning. Avløpsvannet fra Sørlandsporten har avløp direkte til Aklandstjern. Terrenget er slik at ikke noe av avløpsvannet vil drenere direkte til Hammerbekken. Dette gjør det enklere å kontrollere utslippene, og avløpsvannet får en viss oppholdstid i

tjernet med mulig utfelling av partikler før det havner i Hammerbekken.

Skadeterskelen for fisk er avhengig av partikkeltype. Generelt er avrundede partikler fra naturlige løsmasser langt mindre skadelige enn nydannede partikler fra sprengning og knusing som er flisete og nålformede. Partiklene kan gi direkte effekter på fisk ved at det skader gjellene. Denne effekten vil bli størst nær utløpet av Aklandstjern. Det er sannsynlig at mengden med partikler vil avta med økende avstand fra tjernet. Liten vannføring og lengst mulig oppholdstid før vannet når fram til Fossen er gunstig for å minske effekten av partiklene på strekningen med laks og elvemusling. Det er ca 600 meter fra utløpet av Aklandstjern til nedre del av Fossen som er øvre grense for dagens utbredelse av laks og elvemusling i vassdraget. Sedimentasjon av partikler i Hammerbekken kan redusere bestanden av bunndyr, og begrense næringstilgangen for fisk i en periode. Sedimentasjon på gyte plassene til fisk er skadelig fordi rogn og yngel er følsomme for tilslamming når de befinner seg nede i grusen. For ørret og laks er perioden oktober-mai mest kritisk for partikkelforurensning.

For elvemusling er situasjonen usikker, men kritisk med hensyn til overlevelse på lang sikt i Hammerbekken. Flere stressfaktorer virker på bestanden, og det har ikke vært mulig å peke på én konkret årsak til den negative bestandsutviklingen. Generelt vil elvemuslingen unngå lokaliteter i vassdrag med høy turbiditet (partikkelinnhold). Når vannet i forbindelse med nedbør og høy vannføring i perioder tilslammes og får uvanlig høy turbiditet, kan muslingene trekke seg sammen og lukke skallet (Jackson 1925, Roscoe & Redelings 1964). Under slike episoder vil det sannsynligvis oppstå en vekststans, men dette er vanlig også ved andre ytre påvirkninger (Larsen 1997). De voksne muslingene er mer motstandsdyktige mot miljøpåvirkninger enn de unge individene, og de kan overleve lengre perioder med ugunstig vannkvalitet. Hammerbekken har i dag store svingninger i turbiditet, og i perioder vår og høst er den større enn 1,5 FTU som karakteriseres som en mindre god vannkvalitet med hensyn på partikler. En langvarig økning høyere enn 2-5 FTU kan raskt få negative følger også for de voksne elvemuslingene.

Ved anleggsdrift nær Aklandstjern og Hammerbekken bør overflatevannet ledes via midlertidig anlagte sedimentasjonsbasseng før vannet slippes ut til vassdraget. Det er også viktig å forhindre erosjon ved å revegetere skjæringer og fyllinger så snart arbeidene er avsluttet. Langs Hammerbekken ved utløpet av Aklandstjern må det tilstrebes at den naturlige vegetasjonen i størst mulig grad forblir urørt. Større gravearbeider i eroderbare områder bør unngås i perioder med mye nedbør og stor avrenning ved snøsmelting. Tunnelavløpet må ledes til et sedimentasjonsbasseng med tilstrekkelig oppholdstid til at det meste av materialet sedimenteres. Ved deponering av overskuddsmasser må det gjennomføres tiltak



under og etter deponeringen. Et viktig prinsipp er å få kontroll med overflatevannet på deponioverflaten slik at en unngår stor utvasking av finstoff.

Sprengstoff bidrar til betydelig tilførsel av nitrogenforbindelser (nitrat) (Åstebøl 1994). Nitrogenet renner av til vassdrag med tunnelavløpet og ved utvasking fra deponerte tunnelmasser. Avrenningen inneholder ellers fosfor som er bundet til partikler. I avrenningsvann fra sprengstein er det tidligere målt nitrogenkonsentrasjoner på 5-10 mg/l (Bjerknes et al. 1988). En må regne med at utvaskingen vil pågå over lang tid, men at konsentrasjonen vil avta med tiden. Anleggelse av sedimentasjonsbassenger som er foreslått for å redusere partikkelutslippet vil også redusere utslippet av fosfor. Nitrogenet foreligger derimot i løst form og fanges i mindre grad opp av bassengene.

Det er ikke planlagt riggområder eller vask- og vedlikeholdsplasser for maskiner i nærheten av det området som behandles i denne rapporten. Vi forventer derfor ikke noen problemer med kloakkavløp fra riggområder i nedslagsfeltet til Hammerbekken. Heller ikke utslipp av olje- og kjemikalieholdig avfall vil være av avgjørende betydning. Slike utslipp er generelt uakseptabelt både ut fra biologiske og estetiske hensyn, og vil normalt håndteres på forsvarlig måte av utbygger.

Det er flere eksempler på at avrenning fra veier bygd i sulfid- og metallholdige bergarter har gitt skader i vassdrag (Åstebøl 1994). Avrenningen er sur og inneholder store mengder metaller som blant annet er skadelig for fisk. Bergarten i Sørlandsporten består av granitt og gneis med amfibolittlag som ikke forventes å inneholde sulfidholdige masser. Hvis videre planlegging eller bygging av tunnelen skulle påvise inhomogeniteter med sulfidholdige soner må disse tunnelmassene behandles og deponeres særskilt og ikke blandes sammen med øvrig tunnelmasse.

I forbindelse med tiltak under anleggsfasen ser vi det som svært viktig å tilstrebe en maksimal begrensning av partikkeltransporten ut i selve Hammerbekken. Aklandstjern vil virke som et sedimentasjonsbasseng, men i perioder med høy vannføring vil oppholdstiden for vannet bli for kort til at partiklene rekker å bunnfelle. Anleggsarbeidene langs Molandsbekken må derfor planlegges slik at de begrenses i perioder med høy vannføring for å redusere tilførselen til Aklandstjern mest mulig. Hammerbekken kan imidlertid bli mer direkte påvirket av utfyllingen i Aklandstjern da denne skal skje nær utløpet av tjernet. Det bør vurderes om det er praktisk mulig å benytte naturlige fyllmasser ytterst og legge sprengstein og annen masse fra tunneldrivingen innenfor slik at man unngår avrenning av de skarpe og mest skadelige partiklene.

Sårbare arter i Hammerbekken som laks og elvemusling blir ikke direkte berørt av utbyggingen av ny E 18 fra Brokelandsheia til Akland. Men indirekte vil de kunne

berøres ved at partikkeltransporten i avløpsvannet fra Aklandstjern vil øke. Det er derfor viktig at det etableres en overvåking av vannkvaliteten som beskriver omfanget av partikkeltransporten før, under og etter anleggsarbeidet. Det er nødvendig å komme i gang med en overvåking i god tid før anleggsarbeidene starter da dette vil gi en bedre dokumentasjon på den nåværende naturlige variasjonen i partikkeltransport. Under anleggsfasen vil overvåkingen gi utbygger en tilbakemelding på hvordan aktiviteten i nedslagsfeltet påvirker vannkvaliteten, og med bakgrunn i dette kan det settes inn nødvendige tiltak. Slike vannprøver må tas på to lokaliteter (utløp Aklandstjern og i øvre del av anadrom strekning). I tillegg bør det legges opp til en enkel overvåking av elvemusling i vassdraget der faste arealer (fem stasjoner) undersøkes en gang i året (august), og ytterligere ved behov i forbindelse med høy partikkeltransport avdekket gjennom vannprøveprogrammet. I denne sammenheng er det nødvendig å ha en kriseplan klar for en eventuell flytting av muslinger til midlertidige opphold i andre bekker med god vannkvalitet. Det må utredes om andre bekker i nærområdet har god nok vannkvalitet slik at de kan tjene som oppholdssted i den perioden arbeidene pågår. Men dette må ses på som en nødløsning. I utgangspunktet bør tiltakene i forbindelse med selve anleggsarbeidet være gode nok slik at man unngår dette da flytting av muslinger i seg selv er uheldig.

## 6 Konklusjon

- Hammerbekken er den lokaliteten i Aust-Agder som har den største gjenværende bestand av elvemusling. Det er funnet elvemusling på strekningen mellom utløpet i sjøen og opp til Fossen. Dette tilsvarer den anadrome strekningen i vassdraget som utgjør ca 620 m elvestrekning. Tidligere var muslingen utbredt minst opp til Aklandstjern; ytterligere 500 m elvestrekning. Antall levende elvemusling er estimert til ca 1 600 individer. Det var en svak eller helt manglende rekruttering i vassdraget, og slik har det vært i mange år. Dette har medført en betydelig forgrubbing i bestanden med hovedvekt av individer som var mellom 100 og 115 mm lange. Bestanden er sårbar, og ytterligere miljøbelastning vil redusere muligheten som elvemuslingen har til å overleve på lang sikt.
- Hammerbekken er tidligere vurdert som meget interessant på grunn av lakseoppgang. Ved våre undersøkelser ble det funnet laksunger i Hammerbekken mellom Hammertjern og Fossen, men alle var ettårige individer, og var avkom etter gyting i vassdraget høsten 1998. Sannsynligvis går det bare opp laks i enkelte år i Hammerbekken. Hvorvidt dette er rester av en lokal stamme, feilvandrende laks fra andre vassdrag eller laks med oppdrettsbakgrunn er det ikke mulig å gi noe entydig svar på. At laks i enkelte år finner Hammerbekken attraktiv som gyteelv kan henge sammen med den normalt gode vannkvaliteten.
- Hammerbekken er en god sjørretelv. Det er oppgang av mye stor fisk hvert år, og det har til tider blitt tatt store fangster med fisk i forhold til størrelsen på bekken. Tettheten av ørretunger er moderat høy i hele vassdraget.
- Planene for den nye traseen til E 18 mellom Brokelandsheia og Akland vil bare indirekte berøre Hammerbekken. Graving i og langs Molandsbekken vil tilføre Aklandstjern en stor mengde løsmasser, og sammen med en utfylling i Aklandstjern er dette av betydning også for vannkvaliteten videre nedover i Hammerbekken. Det er i dette den største usikkerheten ligger med hensyn til hvilken skadevirkning en utbygging vil få for laks og elvemusling.
- Det må utarbeides en plan for gjennomføring av anbefalte tiltak i anleggsfasen. I planen bør det inngå lokalisering, utforming og dimensjonering av tiltakene. Planen må også omfatte et opplegg for kontroll og overvåking av forurensningssituasjonen før, under og etter anleggsdriften. Dette omfatter også en årlig overvåking av elvemusling på faste stasjoner i vassdraget. Formålet er å etterprøve tiltakene og avdekke eventuelle behov for supplerende tiltak.

## 7 Litteratur

- Bauer, G. 1987. 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.
- Berger, H.M., Breistein, J.B., Larsen, B.M. & Nøst, T. 1997. Gråelva – Mindre leirslam gir mer bunndyr og fisk. Sluttrapport 1991-95. – NINA Oppdragsmelding 468: 1-42.
- Bjerknes, V., Aanes, K.J. & Tjomsland, T. 1988. Miljøvirkninger av slam fra veifylling i Vangsvannet. Rv. 13 ved Balken, Voss kommune. – NIVA notat O-88029.
- 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.
- Bogen, J. 1986. Erosjonsprosesser og sedimenttransport i norske vassdrag. Utredning av forvaltningsansvar, faglig status og forskningsbehov. – Norsk Hydrologisk Komite. Rapport nr. 20. 109 s.
- Bratlie, J.L., Holtan, H. & Jacobsen, T. 1995. Miljømål for vannforekomstene – forventet naturtilstand. – SFT-veileder 95: 04, TA-1141/1995. 41 s.
- Brusven, M.A. & Prather, K.V. 1974. Influence of stream sediments on distribution of macrobenthos. – J. Entomol. Soc., Brit. Colombia 71: 25-32.
- 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.
- Buddensiek, V., Ratzbor, G. & Wächtler, K. 1993. Auswirkungen von sandeintrag auf das interstitial kleiner fließgewässer im bereich der Lüneburger heide. – Natur Landschaft 68: 47-51.
- 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.
- Eeg, A. 1996. Kultivering av marginale sjørretbekker i Risør kommune 1996/97. Del 1. – Risør Jeger og Fiskerforening. Rapport. 35 s. + vedlegg.

- Hagenlund, G. 1984. Livshistorier og habitatvalg til vannkalver (Coleoptera, Noteridae og Dytiscidae) i seks innsjøer i Risør og Gjerstad kommuner, Aust-Agder. – Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo. 119 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.
- Hindar, A. 1990. Vurdering av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag i Aust-Agder – grunnlag for tiltak. – NIVA Rapport O-88211. 66 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsurings-situasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. – NIVA Rapport 3606-97. 96 s.
- Holtan, H. & Rosland, D. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. – SFT-veileder 92: 06, TA-905/1992. 32 s.
- Homstvedt, S. (red.) 1989. Nedbørfelt i vassdragsregisteret. – NVE Vassdragsdirektoratet. Publikasjon nr. V 22.
- Jackson, J.W. 1925. The distribution of *Margaritifera margaritifera* in the British Isles. Part I. – J. Conch. London 17: 195-211 og 270-278.
- Johnsen, G.H. & Sægrov, H. 1995. Konsekvensvurdering av alternative løsninger for E18 Akland – Brokelandsheia: Fisk og vassdrag. – Rådgivende biologer AS. Rapport 159: 1-20.
- Kaste, Ø. & Håvardstun, J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i kystnære småvassdrag i Aust-Agder 1995 og 1997. – NIVA Rapport 3865-98. 38 s.
- Kiland, H., Johansen, B.S., Simonsen, J.H. & Solvang, R. 1999. Ny E18 Brokelandsheia – Akland. Verknader for fugl, fisk, vassdrag, sjeldne og sårbare dyrearter. – Sørnorsk økosenter. Rapport 27 s.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. – NINA Fagrapport 028: 1-51.
- Larsen, B.M. 1999. Biologien til elvemusling *Margaritifera margaritifera* L. – en kunnskapsoversikt. – Fauna 52: 6-25.
- Larsen, B.M. 2000. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Begna, Oppland. – Fylkesmannen i Oppland. Miljøvern-avdelingen. Rapport 5-2000: 1-19.
- 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 037: 1-41.
- Larsen, B.M., Sandaas, K., Hårsaker, K. & Enerud, J. 2000. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Forslag til overvåkingsmetodikk og lokaliteter. – NINA Oppdragsmelding 651: 1-27.
- 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.
- Matzow, D., Simonsen, J.H. & Valland, N. 1990. Registrering av sjørretvassdrag i Aust-Agder 1988-1989. – Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvern-avdelingen. Rapport 5-1990: 1-66.
- Nøst, T., Schartau, A.K. & Daverdin, R.H. 2000. Kjemisk overvåking av norske vassdrag – Elveserien 1999. – NINA Oppdragsmelding 655: 1-48.
- Roscoe, E.J. & Redelings, S. 1964. The ecology of the fresh-water pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) – Sterkiana 16: 19-32.
- Simonsen, J.H. 1985. En undersøkelse av buksvømmere (Hemiptera, Corixidae) i littoralsonen i seks innsjøer i Risør og Gjerstad kommuner, Aust-Agder. – Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo. 71 s.
- Simonsen, J.H. 1999. Registrering av sjøarebekker i Aust-Agder. – Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvern-avdelingen. Rapport 1-1999: 1-181.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1996. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. – SFT Rapport 677/96. 73 s.
- Söderberg, H. 1998. Undersøkningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Del III i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. - Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- Sægrov, H. & Kålås, S. 1994. Massetransport og silting i Flåmselva i 1992-93. Effekter på rogn, yngel, ung-fisk og botndyr. – Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen. Rapport. 23 s.
- 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.
- 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.

- Ziebell, C.D. 1960. Problems associated with spawning and growth of salmonids in Northwest Watersheds. – Proc. Seventh Symposium on Water Poll. Res. V. S. Dep. Health Educ., Welfare, Portland, Oregon.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- 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.
- Åstebøl, S.O. 1994. Ny Rv.7 Sokna – Ørgenvika. Konsekvensutredning om vannforurensning. – Geofuturum as. Rapport. 29 s.



ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-1206-4

682

**NINA  
OPPDRAKS-  
MELDING**

NINA Hovedkontor  
Tungasletta 2  
7485 TRONDHEIM  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA  
Norsk institutt  
for naturforskning**