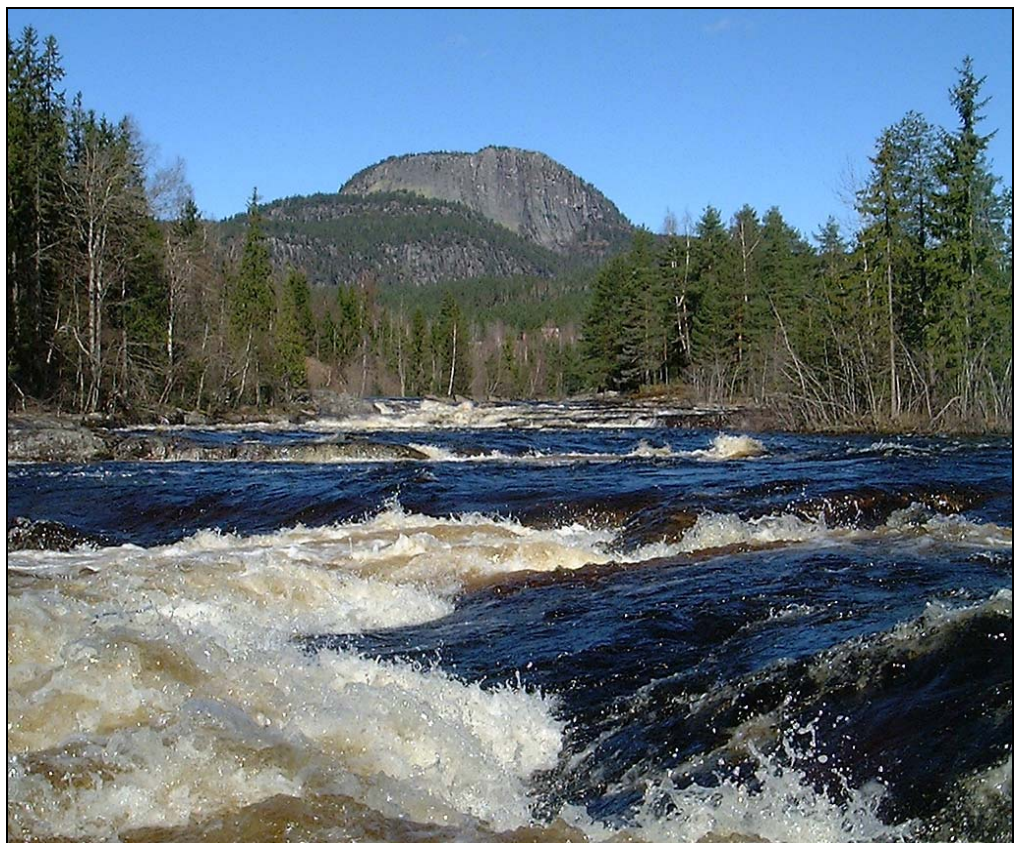


## Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006.

Bjørn Mejdell Larsen  
Morten Eken  
Åsmund Tysse  
Øystein Engen



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

## **Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006.**

Bjørn Mejdell Larsen

Morten Eken

Åsmund Tysse

Øystein Engen

Larsen, B.M., Eken, M., Tysse, Å. & Engen, Ø. 2007. Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006. - NINA Rapport 314. 45 s.

Trondheim, desember 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1878-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Mejdell Larsen

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund, NINA

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Fylkesmannen i Buskerud

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Erik Garnås

FORSIDEBILDE

Simoa med Andersnatten - et karakteristisk landemerke i Sigdal.

Foto: Øystein Engen

NØKKEWORD

Elvemusling – overvåking – utbredelse – tetthet – lengde – muslinglarver – ørret – Simoa

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – monitoring – distribution – density – length – mussel larvae – Brown trout – River Simoa

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

##### **NINA Tromsø**

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

##### **NINA Lillehammer**

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Larsen, B.M., Eken, M., Tysse, Å. & Engen, Ø. 2007. Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006. - NINA Rapport 314. 45 s.

Det har vært en positiv utvikling for bestanden av elvemusling i Simoa fra 1995 til 2006. Utviklingen ble beskrevet som negativ på midten av 1990-tallet, og bestanden var sårbar. Det vakte derfor stor interesse da det sommeren 2005 på nytt ble funnet små muslinger i Simoa. Var dette et tegn på at forholdene var blitt bedre i vassdraget? NINA fikk i oppdrag fra Fylkesmannen i Buskerud å gjennomføre en ny overvåking av elvemusling i Simoa i 2006 for å sammenligne med resultatene fra 1995.

Det finnes elvemusling i Simoa fra innløpet til Solevatn og nesten ned til Åmot; en elvestrekning på ca 39 km når vi ser bort fra innsjøene. Det viktigste utbredelsesområdet er imidlertid på den 12 km lange strekningen mellom Solevatn og Soneren. I 2006 ble det funnet en gjennomsnittlig tetthet på nesten tre muslinger pr. m<sup>2</sup> i de delene av elva som ble undersøkt. Det var størst antall elvemusling på strekningen fra Solemoa til Hagavoll og nedenfor Kolsrudfossen. Det var bare små forskjeller i fordelingen av muslinger innad i vassdraget sammenlignet med 1995. Det er fortsatt en stor bestand av elvemusling i Simoa, og et grovt estimat anslø bestanden til mer enn to millioner individ i 2006.

Den største forskjellen fra 1995 til 2006 var at andelen unge muslinger hadde økt i Simoa. Rekrutteringen er fortsatt for liten til å opprettholde bestanden på lang sikt, men det positive er likevel at det er funnet muslinger yngre enn ti år på hele strekningen fra utløpet av Solevatn til Kolsrud. I motsetning til i 1995 da den minste muslingen var 69 mm lang, ble det i 2006 funnet en musling som bare var 10 mm lang og tre år gammel. Alle muslinger som var mindre enn 70 mm var "født" i Simoa i 1995 eller senere. Det ble anslått at om lag 5 % av muslingene i Simoa var yngre enn 20 år i 2006.

Elvemuslingen har et obligatorisk larvestadium på gjellene til ørret fra begynnelsen av oktober til slutten av juli i Simoa. Om lag halvparten av muslingene i Simoa produserer et stort antall larver hvert år. Men dårlig vannkvalitet om høsten i enkelte år kombinert med lav tetthet av ørret kan gjøre at svært få muslinglarver overlever. Det var mye mindre muslinglarver enn forventet på ørretungene våren 2007. Rekrutteringen er derfor alt for lav i enkelte år, og det er fortsatt slik at små negative endringer i vannkvalitet kan slå ut hele årsklasser.

Det ser ut til at det er kalking og stadig mindre svovelholdig nedbør som har gitt den største og mest åpenbare positive utviklingen i vannkvalitet i Simoa i de siste 20-25 årene. Dette gir seg også utslag i høyere konsentrasjon av kalsium, høyere alkalitet (bedre bufferevne mot forsurening) og lavere konsentrasjon av aluminium og andre tungmetaller. Faktorer som turbiditet og mengde næringssalt, som også påvirker rekruttering og overlevelse hos elvemusling, har imidlertid holdt seg på omtrent samme nivå fra begynnelsen av 1980-tallet og fram til i dag.

Det er spesielt de unge muslingene som forsvinner ved høye tilførsler av næringssalter. Tilførselen av næringsstoff må ikke overstige 5 µg/l når det gjelder total fosfor og 125 µg/l for nitrat. Det er bare ved utløpet av Solevatn at tilførselen av næringsstoff er på samme nivå eller noe lavere enn de angitte verdiene. Ved Soneren er tilførselen av næringsstoff på samme nivå eller noe høyere enn de angitte verdiene. Ved Åmot derimot er tilførselen av næringsstoff hele tiden høyere enn de anbefalte verdiene. Dette betyr at det ikke kan forventes å finne unge muslinger ved Åmot selv om tilførselen av fosfor har avtatt de siste årene. Det må derfor fortsatt fokuseres på tiltak som begrenser den menneskeskapte tilførselen av næringsstoffer og organisk materiale til et minimum.

Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim; [bjorn.larsen@nina.no](mailto:bjorn.larsen@nina.no)  
Morten Eken, Modum kommune, Postboks 38, 3371 Vikersund; [morten.eken@modum.kommune.no](mailto:morten.eken@modum.kommune.no)  
Åsmund Tysse, Fylkesmannen i Buskerud, Postboks 1604, 3007 Drammen; [asmund.tysse@fmbu.no](mailto:asmund.tysse@fmbu.no)  
Øystein Engen, Sigdal kommune, 3350 Prestfoss; [oystein.engen@sigdal.kommune.no](mailto:oystein.engen@sigdal.kommune.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>4</b>
<b>Forord .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Område .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Metoder .....</b>	<b>15</b>
3.1 Vannkvalitet .....	15
3.2 Fisk .....	15
3.3 Elvemusling .....	17
<b>4 Resultater og diskusjon .....</b>	<b>19</b>
4.1 Vannkvalitet .....	19
4.2 Fisk .....	21
4.2.1 Ungfisktetthet og vekst .....	21
4.2.2 Muslinglarver på gjellene .....	22
4.3 Elvemusling .....	25
4.3.1 Utbredelse .....	25
4.3.2 Tetthet .....	26
4.3.3 Populasjonsstørrelse .....	29
4.3.4 Lengdefordeling .....	30
4.3.5 Alderssammensetning og vekst .....	32
4.3.6 Reproduksjon og rekruttering .....	34
<b>5 Oppsummering .....</b>	<b>36</b>
<b>6 Referanser .....</b>	<b>41</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>43</b>

## Forord

I 1995 ble utbredelse og bestandsstatus for elvemusling undersøkt i Simoa fra innløpet til Solevatn i Sigdal kommune til samløpet med Drammenselva i Modum kommune. Undersøkelsen viste en bestand av gamle individ og svak rekruttering. I løpet av de siste ti årene har vannkvaliteten i Simoa bedret seg: pH har steget – som en følge av vassdragskalking og generelt mindre sur nedbør og innholdet av fosfor er redusert som følge av kloakksanering og tiltak i landbruket.

Stikkprøver i Simoa de siste årene har gitt funn av små elvemuslinger i øvre del av vassdraget, noe som kunne tyde på at rekrutteringen hadde tatt seg opp. Samtidig har Sigdal og Modum kommuner fra 2002 til 2005 gjennomført kartlegging av naturtyper og biologisk mangfold. Fylkesmannen i Buskerud mente det var viktig å supplere dette arbeidet med en oppdatert oversikt over elvemuslingen i Simoa. Det har dessuten kommet en egen handlingsplan for elvemusling i løpet av 2006, og Fylkesmannen i Buskerud ønsket å bidra med bedre kunnskap om denne arten i fylket.

NINA fikk i brev fra Fylkesmannen i Buskerud av 13. desember 2005 i oppdrag å gjennomføre en ny kartlegging av elvemuslingen i Simoa med bakgrunn i de undersøkelsene som ble gjennomført i 1995. I et nytt brev av 27. mars 2007 ble det i tillegg gitt tilsagn om midler for å gjennomføre en innsamling av ørret i Simoa. Man ønsket opplysninger om tettheten av ørretunger og en beskrivelse av infeksjonen av muslinglarver på gjellene til ørret i ulike deler av vassdraget.

Vannprøver som er samlet inn til prosjektet i løpet av 2005 er analysert ved Analyselaboratoriet, Trondheim kommune (prøver samlet inn i juli) og EUROFINS Buva (prøver samlet inn i oktober).

Vi vil takke alle som lokalt har vist interesse og engasjement for vårt arbeid i Simoa, og som gjennom samtaler på elvekanten har bidratt med nyttige opplysninger til prosjektet.

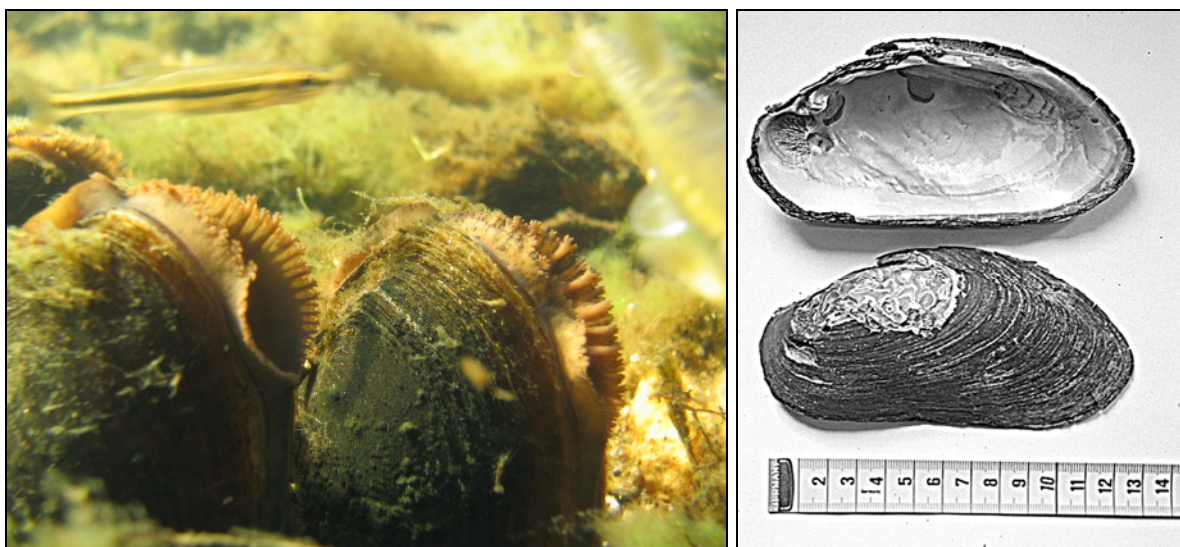
Trondheim, desember 2007

Bjørn Mejdell Larsen  
Prosjektleder



# 1 Innledning

Elvemusling (**figur 1**) finnes utbredt i kystområdene i alle deler av Norge, men utbredelsen er fortsatt noe ufullstendig kartlagt (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999, Økland & Økland 1998; 1999, Larsen 2005). Arten er i tilbakegang, og har forsvunnet fra mange vassdrag bl.a. på grunn av forsurening, overgjødning, vassdragsregulering og andre inngrep i og langs vassdragene. Elvemusling er likevel fortsatt til stede i hele landet, men inntrykket er at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er nedsatt, og at gjenværende bestander mange steder er splittet opp. Summen av dette har gjort at elvemusling er ført opp på listen over truede dyrearter i Norge (DN 1999, Kålås m. fl. 2006), og den ble totalfredet i Norge mot all fangst fra 1. januar 1993. Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, spesielt i de tilfellene der også store deler av verdens totalbestand finnes i Norge (ansvarsarter). Elvemusling ser ut til å være en slik art (Larsen 2005).



**Figur 1.** Elvemusling *Margaritifera margaritifera* oppnår normalt en størrelse på 10-13 cm. Skallet er mørkt, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Direktoratet for naturforvaltning (DN) utarbeidet en egen handlingsplan for elvemusling i løpet av 2006 (DN 2006). Handlingsplanen er et ledd i regjeringens målsetting om stans av tapet av det biologiske mangfoldet innen 2010. Handlingsplanen inneholder konkrete tiltak som skal sikre at arten fortsatt skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Tiltakene som foreslås omfatter supplerende kartlegging av utbredelsen, overvåking, informasjon, biotopforbedrende tiltak samt forbedring av rutiner i saksbehandling etter lovverk som er relevant for elvemuslingen. Elvemuslingen opptre i reduserte bestander i mange vassdrag i Sør-Norge, og Simoa er ett av vassdragene der vi ser at arten trenger hjelp for å bygge opp igjen en levedyktig bestand.

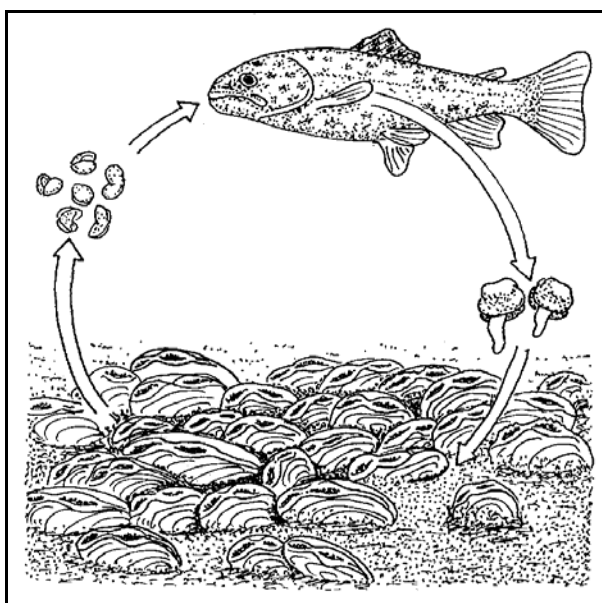
Elvemusling er kjent fra 19-20 lokaliteter i Buskerud (Dolmen & Kleiven 1997a; 1999). De fleste lokalitetene ligger i tilknytning til Drammensvassdraget der elvemusling finnes både i hovedvassdraget og i flere av de små og store sideelvene (bl.a. Simoa, Sokna, Hoenselva). Forekomsten av elvemusling i Simoa er best kjent, og vi har opplysninger om perlefangst i vassdraget helt tilbake til midten av 1700-tallet (Mørck 1964). Vibe (1895) nevner at elvemusling finnes på strekningen mellom Solumvand og Kolsrud, og at "Simoa har været en af vore bedste perleelver." Bestanden av elvemusling ble høstet hardt i perioder på jakt etter perler, og Helland



(1903) skriver f.eks.: "Saaledes kom der for nogle år siden en hel del perler fra Sigdal, men produktionen ophørte snart, og de dræbte muslinger laa langs elvebredden." I årene omkring 1917 var det fortsatt et aktivt perlefiske i elva fra Flåtastøa oppover til Skartumøya (Mørck 1964). På 1940-tallet var det også stor leteaktivitet nedenfor Solevatn, og bestanden ble kraftig redusert. Sommeren 1947 var det ekstrem lav vannføring, og store mengder skjell ("hestelass") ble tatt opp fra elva. Det var lukt av dyr i forråtnelse langs hele vassdraget (bl.a. O. Enderud og H. Gunnerud pers. medd.). Det ble drevet flåtefiske på elva nedenfor Prestfoss helt fram til 1950-åra (H. Støvern pers. medd.). I en spørreundersøkelse på slutten av 1980-tallet om forekomsten av elvemusling i Norge er arten nevnt i Simoa fra utløpet av Solevatn til noen hundre meter nedstrøms Kolsrudfossen (Dolmen & Kleiven 1997b). Leting etter perler har vært en beskjeftigelse de fleste med tilknytning til elva har holdt på med, og perlefiske foregikk systematisk til langt ut på 1970-tallet eller begynnelsen av 1980-tallet (Anonym pers. medd.). Det ble også dykket etter muslinger og store mengder ble tatt opp.

Kunnskapen om utbredelsen av elvemusling i Simoa i nyere tid var imidlertid mangelfull, og det fantes heller ingen vurdering av bestandsforholdene. I 1995 ble det derfor gjennomført en undersøkelse som skulle beskrive utbredelse, tetthet og alderssammensetning (=lengdefordeling) til elvemusling i vassdraget (Larsen m.fl. 1995). Det ble funnet elvemusling fra utløpet av Solevatn og ned til Bakke bru. Tettheten av muslinger varierte betydelig på strekningen, og det var størst tetthet ved Solemoa nedenfor Solevatn og på strekningen nedstrøms Kolsrudfossen. Nedenfor Soneren var individtettheten lav, og det var en høy andel døde og døende individ i området fra Prestfoss og ned mot Hovland. Skallengden hos levende elvemusling varierte fra 69 til 148 mm. De yngste individene som ble funnet var om lag 20 år, og rekrutteringen hadde stanset opp i løpet av 1970-årene. På grunn av dette besto bestanden i hele elva for det meste av store og gamle individ, og høy dødelighet gjorde at bestanden av muslinger var sårbar og truet av utryddelse.

Fordelen med å kunne anvende elvemusling som et ledd i naturovervåkingen er artens høye krav til vannkvalitet og habitat. Spesielt interessant er det at elvemuslingen kan oppnå en imponerende høy levealder (150-280 år). Selv om rekrutteringen har vært helt fraværende i mange år vil bestander av elvemusling kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen blir fjernet. Elvemusling er avhengig av laks eller ørret i et obligatorisk stadium som muslingens larver må ha på fiskeungenes gjeller (**figur 2**). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret. En generell beskrivelse av elvemuslingens biologi, habitat-/miljøkrav og bestandssituasjon er gitt av Larsen (1999; 2005).



**Figur 2.** Skjematisk framstilling av elvemuslingens generelle livssyklus. Fra Ziu-ganov m.fl. (1994).

I årene 1996-1999 ble det gjennomført undersøkelser av musling og fisk i Simoa for å beskrive elvemuslingens biologi og livssyklus (B.M. Larsen og M. Eken upublisert materiale). Et stort antall ørretunger ble undersøkt for å se på infeksjonen av muslinglarver. Det parasittiske stadiet som muslinglarvene har på fiskeungenes gjeller strekker seg normalt fra august/september til påfølgende vår eller forsommer. Samtidig ble et utvalg av voksne muslinger undersøkt for å skaffe tilveie mer detaljerte data om artens livssyklus (bl.a. tidspunkt for graviditet og frigivelse av muslinglarver), og eventuelle forskjeller mellom år.

Det pågikk overvåking av vannkvaliteten i Simoa i 1982-1992 for å kartlegge forurensningssituasjonen og utviklingstendensen i vassdraget over tid (Tysse 1994). Bestemmelse av forurensningsgrad ble foretatt for konsentrasjonen av næringssalt, farge og organisk stoff, forsuring, partikkelinnhold og bakterier. Dette var nyttig for senere å kunne utvikle tiltaksplaner for Simoa. På 1990-tallet var overvåkingen mer tilfeldig, men både Sigdal og Modum kommuner har tatt en del vannprøver i denne perioden, og fra 2005 har Fylkesmannen i Buskerud tatt opp igjen overvåkingen ved Åmot. Forsuring, eutrofiering og nedslamming av elvebunnen syntes å være av overordnet betydning for å forklare den negative utviklingen for elvemuslingen i Simoa (Larsen m.fl. 1995). Etter hvert som ulike tiltak har kommet i gang var det et økende behov for å kunne knytte denne vannovervåkingen opp mot de biologiske systemene i vassdraget.

Etter at det sommeren 2005 ble funnet små elvemuslinger (40-50 mm lange og yngre enn 10-15 år) i øvre del av Simoa (se Drammens Tidende 22. november 2005), var det et tegn på at det igjen hadde vært en vellykket rekruttering i vassdraget. I forbindelse med den nye handlingsplanen for elvemusling er det etterspurt resultater av tiltaksorientert overvåking. Har oppvekstforholdene for elvemusling blitt bedre i Simoa, og hvordan har det gått seg utslag? For å svare på disse spørsmålene var det derfor nødvendig å gjennomføre en ny undersøkelse av elvemusling i Simoa i 2006. Foreliggende rapport gjengir resultatene av de undersøkelsene som ble utført i Simoa i 2006 og 2007. I tillegg er det gitt en sammenstilling av vannkjemiske data og en oppsummering av tidligere undersøkelser om elvemuslingens biologi og livssyklus.



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

## 2 Område

Simoa har et nedbørfelt på 888 km<sup>2</sup>. Bortsett fra nedre del av vassdraget som ligger i Modum kommune (27 km<sup>2</sup>) følger nedbørfeltet i hovedsak kommunegrensen til Sigdal. Høydevariasjonen er fra 14 m o.h. ved samløp Drammenselva til 1466 m o.h. på Gråfjell med et variert spekter av landskapstyper: jordbruksland, skogsmark, myr, vatn og snaufjell. Nedbørfeltet til Simoa domineres av kalkfattige og harde bergarter. Berggrunnen i øvre del av feltet består av sandstein, gneis og kvartsitt i store ensartede felt (se Tysse 1994; **vedlegg 1**). På begge sider av Soneren og på vestsiden av dalføret til Eggedal består berggrunnen av gneis. Fra Soneren og ned til samløpet med Drammenselva er geologien langt mer sammensatt. Fra Prestfoss og nedover dalen er berggrunnen ulike gneiser. På østsida av Simoa består berggrunnen av oppløselige bergarter som inneholder mer kalk enn grunnfjellsområdene øverst i nedbørfeltet.

Det er berggrunnen, jordsmonn/vegetasjon og aktivitet som sammen med nedbør skaper vannkvaliteten i Simoa. Helt ned til utløpet av Soneren domineres nedbørfeltet av kalkfattige bergarter. Det har satt sitt preg på vannkvaliteten og dannet grunnlaget for de relativt store forsureningsskadene i denne delen av nedbørfeltet. I 1988 ble det innhentet opplysninger om fiskebestanden i 57 vatn i Sigdal (SFT 1989, Tysse 1989). Omlag halvparten av vatna hadde tapte eller reduserte bestander av ørret. Det var en klar sammenheng mellom fiskestatus og vannkvalitet, og reduksjon eller tap av bestander forekom ved pH <5,5.

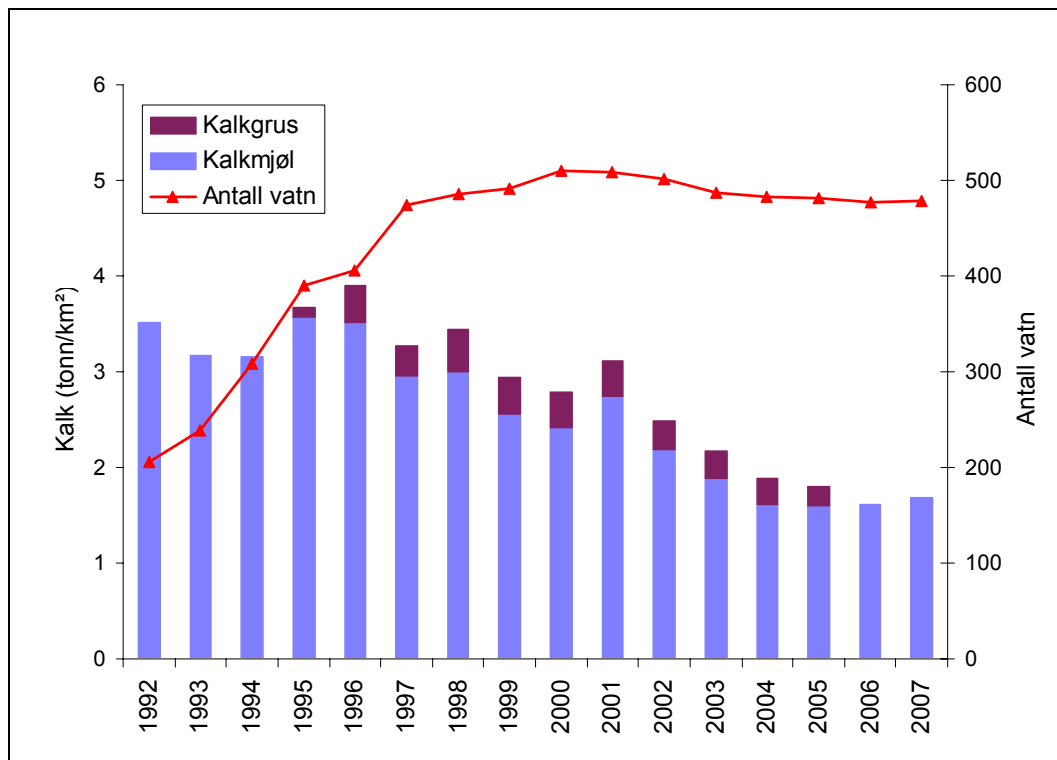
De aller fleste lokalitetene som kalkes i Simoas nedbørfelt er derfor høyereliggende vatn i den delen av vassdraget (**vedlegg 1**). Sør for Prestfoss og ned mot Simostranda påvirkes vannkvaliteten av mektige løsmasser under marin grense som i Sigdal går ved innløpet til Solevatn ca. 170 m o.h. De marine avsetningene påvirker både pH, kalsium-innhold, fosfor-nivå, ledningsevne og turbiditet, og skaper på mange måter en helt annen vannkvalitet enn nord for Solevatn.

På kort sikt var kalking den eneste måten som kunne bøte på forsureningsskadene. Kalkingsarbeidet i Sigdal kom i gang på midten av 1980-tallet. I årene 1988-1993 ble det kalket med ca 50 tonn kalksteinsmel pr. år (4-6 vatn). Det var en viss økning i 1994 da kalkingen ble utvidet til 17 vatn (87 tonn kalksteinsmel). Men fra 1995 fikk kalkingen i Simoas nedbørfelt et oppsving da 57 vatn ble kalket med 323 tonn kalksteinsmel (**tabell 1**). Fem år senere, i 2000, ble det kalket i 71 vatn med 301 tonn, og i 2006 ble det lagt ut 202 tonn kalk i 70 vatn.

**Tabell 1.** Utviklingen i kalkingsarbeidet i Simoas nedbørfelt fra 1995 til 2006.

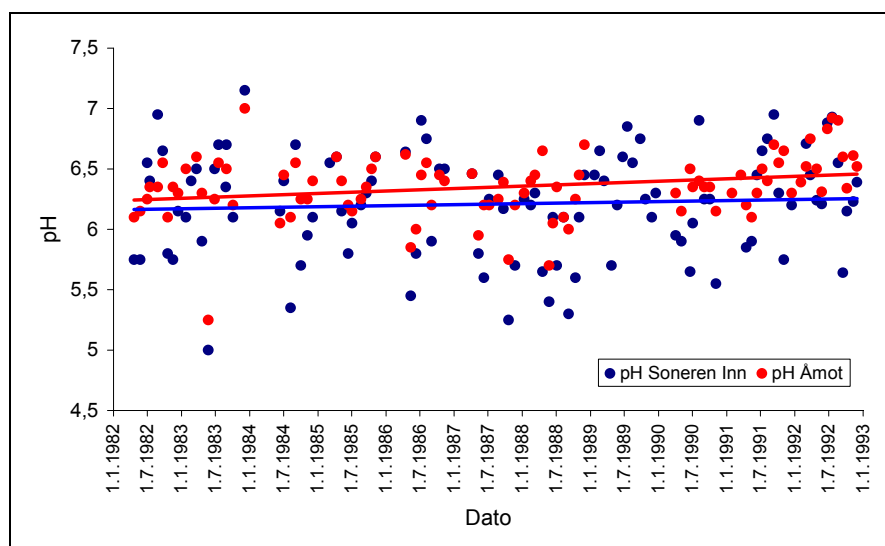
År	Antall vatn	Tonn kalk	Areal felt (km <sup>2</sup> )	Tonn/km <sup>2</sup>
1995	57	323	84	3,84
2000	71	301	101	2,98
2006	70	202	105	1,92

I 1995 var ble det lagt ut 3,8 tonn kalk pr. km<sup>2</sup> nedbørfelt i Simoa (**tabell 1**). I 2000 var kalkbehovet redusert til 3,0 tonn pr. km<sup>2</sup> og i 2006 til 1,9 tonn. Redusert kalking avspeiler mindre sur nedbør, og at kalkingsvatna etter hvert kommer i "god hevd". Ser vi på utviklingen for hele Buskerud var mengden kalk som ble benyttet på topp i 1995/96 (**figur 3**). I årene fram til 2006/07 ble kalkbehovet halvert selv om antall lokaliteter som kalkes fortsatt holder seg stabilt. Det er et tydelig samsvar mellom forsureningssituasjonen i Simoa og resten av Buskerud.

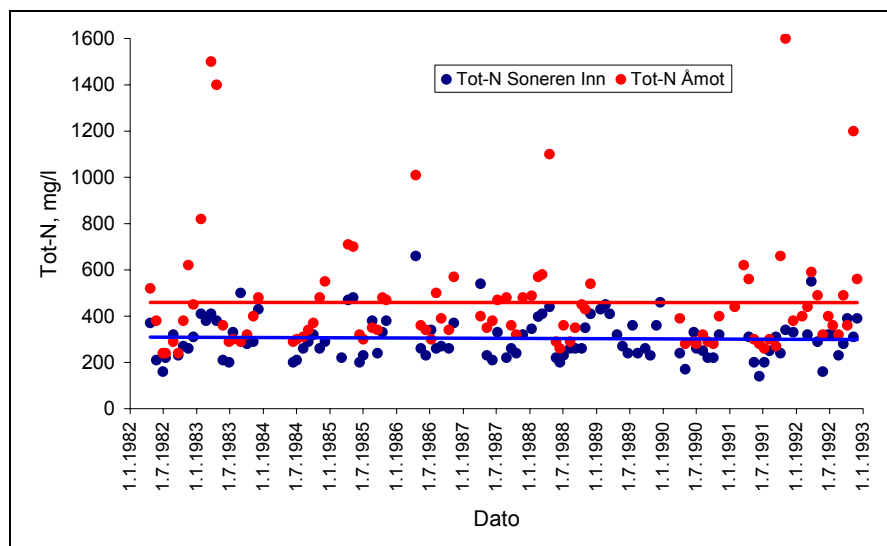


**Figur 3.** Utviklingen i kalkforbruk og antall vatn som er kalket i Buskerud i årene 1992-2007.

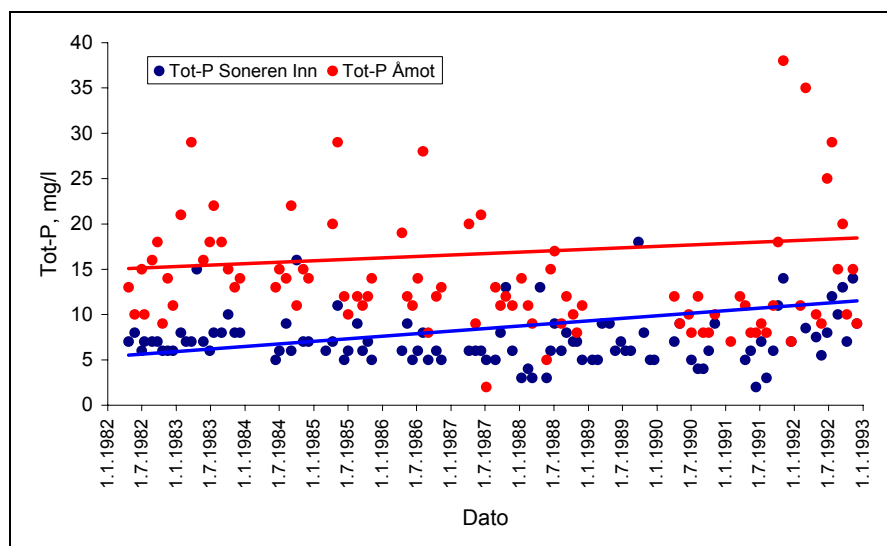
Ved innløpet til Soneren var Simoa tidligere markert forurenset av sur nedbør (Tysse 1994, **figur 4**), men lite til moderat forurenset når det gjaldt andre stoffer (**figur 5-7**). pH var nær 6,2 i gjennomsnitt i 1982-1992 ved innløpet til Soneren, men med episoder der pH var helt ned mot 5,0. Selv om pH ikke har endret seg mye i denne perioden er det likevel en svakt positiv tendens når man også legger til prøvene som ble tatt i 1996 (Alsaker-Nøstdahl 1997) og 1999 (Modum kommune upublisert materiale). I tillegg har de sureste episodene avtatt med årene.



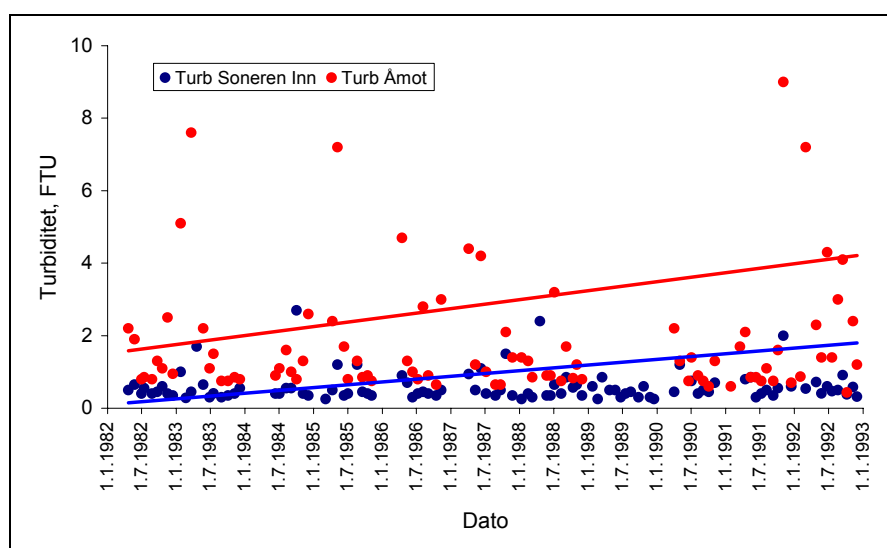
**Figur 4.** pH i Simoa ved innløpet til Soneren og ved Åmot i perioden 1982-1992. Data fra Tysse (1990; 1994). De heltrukne linjene viser de lineære sammenhengene mellom enkelt-observasjonene.



**Figur 5.** Innhold av total nitrogen (mg/l) i Simoa ved innløpet til Soneren og ved Åmot i perioden 1982-1992. Data fra Tysse (1990; 1994). De heltrukne linjene viser de lineære sammenhengene mellom enkelt-observasjonene.



**Figur 6.** Innhold av total fosfor (mg/l) i Simoa ved innløpet til Soneren og ved Åmot i perioden 1982-1992. Data fra Tysse (1990; 1994). De heltrukne linjene viser de lineære sammenhengene mellom enkelt-observasjonene.

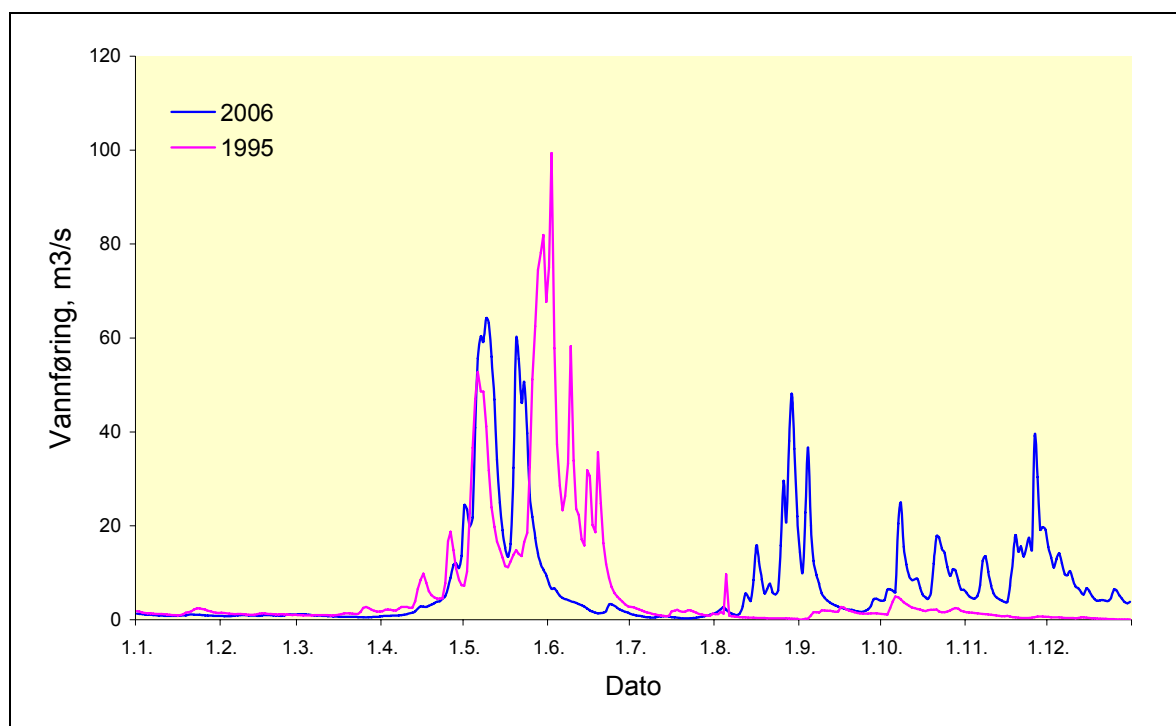


**Figur 7.** Turbiditeten (FTU) i Simoa ved innløpet til Soneren og ved Åmot i perioden 1982-1992. Data fra Tysse (1990; 1994). De heltrukne linjene viser de lineære sammenhengene mellom enkeltobservasjonene som også inkluderer fire målinger med svært høy turbiditet (>15 FTU) som ikke er vist på figuren.

Ved Bakke bru og Åmot var pH mellom 6,3 og 6,4 i gjennomsnitt, og episodene med pH lavere enn 6,0 var vesentlig færre. Men her var vannkvaliteten moderat til markert forurensset av nitrogen (**figur 5**), total fosfor (**figur 6**) og partikler fra landbruket (turbiditet, **figur 7**). Simoa er mest belastet i nedre del av vassdraget pga. økende aktivitet og bosetting nederst i vassdraget. Det var liten endring i nitrogeninnholdet i Simoa både på innløpet til Soneren og ved Åmot i perioden 1982-1992 (**figur 5**). Konsentrasjonen av total fosfor var også betydelig høyere ved Åmot enn på innløpet av Soneren (**figur 6**). For fosfor er det en svak tendens til at innholdet faktisk stiger noe i perioden 1982-1992. Ved å benytte forurensningsgrad som klassifisering fremstår forsuring, erosjon og bakterier som de største belastningene i Simoa. Erosjon og bakterier er en lokal utfordring, mens sur nedbør skyldes svovel- og nitrogenholdige utslipp ute i Europa.

Simoas nedbørfelt har et typisk innlandsklima, og årsnormalen for nedbør på målestasjonen Hiåsen i Sigdal er 843 mm. I et normalår kommer det mest nedbør i juli og august, minst i mars og april. Nedbøren, både mengde og når den kommer, har stor innvirkning på vannkvaliteten i Simoa (Tysse 1994).

Simoa har en midlere vannføring på 18 m<sup>3</sup>/sek, og en årlig avløpsmengde på 560 mill. m<sup>3</sup> ved Åmot (Horgen 1984). Soneren er regulert med 1,7 m, men foruten vannkraftreguleringen i Horgavassdraget (110 km<sup>2</sup>) er resten av nedbørfeltet uregulert. Dette fører til at elva har en sterkt varierende naturlig vannføring (jfr. **figur 8**). Det er lavest vannføring om vinteren ved Eggedal, og gjennomsnittlig månedsmiddel for januar, februar og mars i 1995-2006 var 1,0-1,1 m<sup>3</sup>/sek (jf. **figur 8**). Størst vannføring er det i april, mai og juni i forbindelse med vårflommen, og gjennomsnittlig månedsmiddel for mai var 24 m<sup>3</sup>/sek i 1995-2006. På høsten er det normalt høyest vannføring i oktober. Høyeste døgnmiddel i 1995-2006 var 134 m<sup>3</sup>/sek i oktober 2000. Ekstreme vannføringer og høy flom kan gi stor skade og høy dødelighet i bestander av elvemusling (Hastie m.fl. 2001). Samtidig kan det endre fordelingen av muslinger innad i vassdraget.



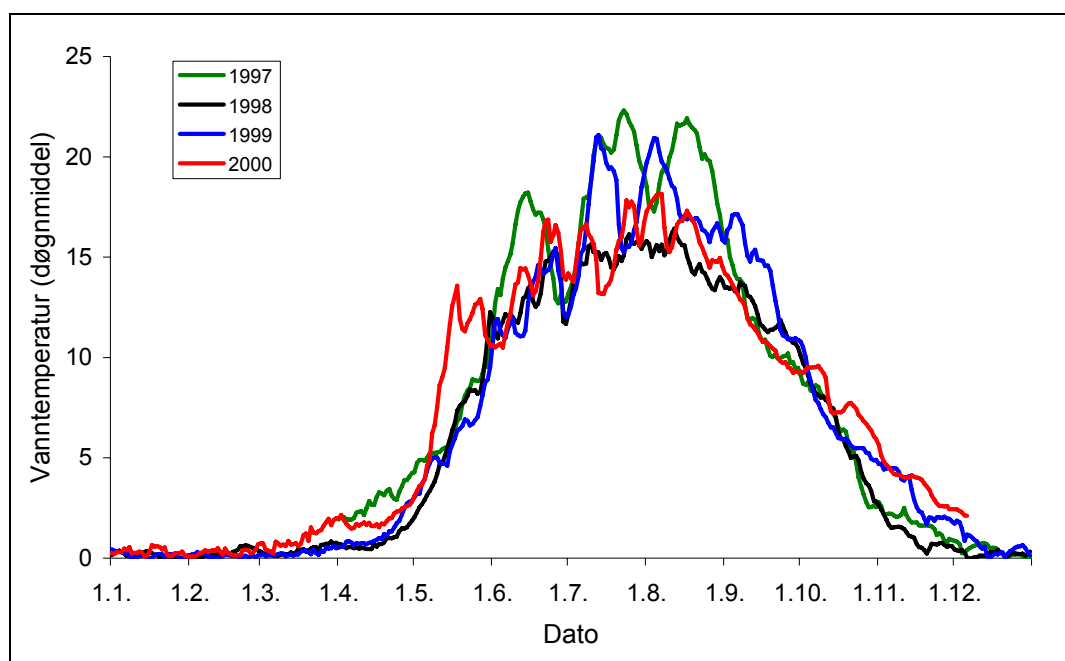
**Figur 8.** Vannføring (døgnmiddelverdier) i Simoa i Eggedal (Vannmerke 12.178) i 1995 og 2006. Data fra NVE.

Det finnes vanntemperaturmålinger i Simoa fra Solemoa i årene 1997-2000 (NINA upubliserte data). Vanntemperaturen ble logget med en StowAway XTI Temperature Logger som målte



temperaturen kontinuerlig hver andre time. Vanntemperaturen i Simoa var høyere enn fem grader fra begynnelsen av mai til slutten av oktober (**figur 9**). Men vanntemperaturen viste store årlige variasjoner. I 1998 var høyeste målte vanntemperatur ved Solemoa bare litt over 16 °C i noen dager i midten av august. I 1997 og 1999 var det derimot lengre perioder med temperaturer høyere enn 20 °C fra midten av juli og hele august. Høyeste målte døgnmiddeltemperatur var henholdsvis 22,3 og 21,1 °C i 1997 og 1999.

Variasjonen i vanntemperatur i løpet av året og mellom år vil i stor grad være avhengig av lufttemperaturen, men den er også nedbøravhengig og om våren vil den variere med snøavsmeltingen i fjellet. Temperatur er en viktig faktor for muslinglarvenes modning og utvikling. Elvemuslingens vekst og livssyklus vil fortone seg forskjellig avhengig av om sommeren er varm eller kald, og hvordan temperatursummen i vekstsesongen varierer. Summen av døgnmiddeltemperaturene fra 1. mai til 31. oktober (184 døgn) varierte fra 2069 døgngrader (1998) til 2421 døgngrader (1997). Dette gjorde at gjennomsnittstemperaturen skilte to grader i de to årene (henholdsvis 11,2 (1998) og 13,2 (1997) °C). I 1999 og 2000 var gjennomsnittstemperaturen 12,3-12,4 °C.



**Figur 9.** Vanntemperatur (døgnmiddelverdier) i Simoa ved Solemoa i 1997-2000. Upubliserte data fra NINA.

I nedbørfeltet til Simoa finnes det ørret, røye, sik, abbor, ål, ørekyte, trepigget stingsild og elvenioye (Enerud & Garnås 1987, Garnås & Fjeldseth 1995). I tillegg er det registrert krøkle i Soneren, og bekkerøye nedenfor Haugsfoss. Ørret og ørekyte finnes i hele vassdraget. Røye derimot finnes bare i øvre del av vassdraget, og er kun sporadisk fanget ned til Solevatn. Abbor er ikke vanlig i Eggedøla eller mellom Solevatn og Soneren, men forekommer i tette bestander i Soneren og er ellers tallrik i de rolige partiene nedenfor Kolsrudfossen. Sik er vanlig i Solevatn og Soneren, og finnes spredt i hele vassdraget nedover. Ål er særlig tallrik i nedre deler av vassdraget, men skal være påtruffet helt opp til Solevatn. Utbredelsen av trepigget stingsild og elvenioye er noe usikker, men begge arter er i det minste påvist opp til Gunnerud.





*Soneren ligger sentralt i Simoas nedbørfelt. Berggrunnen i øvre del av feltet består av kalkfattige og harde bergarter. Foto: Øystein Engen.*



*Simoa har et variert landskapsbilde vekslende mellom dyrket mark og frodig løvskog. Elveløpet veksler mellom stilleflytende partier, som her nedenfor Vad, og mindre stryk. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

## 3 Metoder

Feltarbeidet i Simoa ble gjennomført 17.-23. juli 2006 på svært lav vannføring (0,3-0,5 m<sup>3</sup>/s, **figur 8**). I tillegg ble det samlet inn ørret fra fire stasjoner i vassdraget 26. mai 2007.

Elvestrengen er tidligere delt inn i fire strekninger (Larsen m.fl. 1995):

Strekning 1: ovenfor Solevatn

Strekning 2: utløp Solevatn til innløp Soneren

Strekning 3: utløp Soneren til ca 500 m nedstrøms Kolsrudfossen

Strekning 4: Kolsrudfossen til samløp Drammenselva.

Undersøkelsene i 2006 omfattet bare de tre øverste av disse strekningene. Mellom Kolsrudfossen og Bakke bro var elva for dyp for vading, og strekningen ble befart med båt i 1995 (Larsen m.fl. 1995). Elveprofilen var bratt de fleste steder, og høy turbiditet gjorde at elvebunnen ikke var synlig fra overflaten med bruk av vannkikkert. Det ble i stedet forsøkt med videokamera, men det var fortsatt ikke mulig å telle eller observere muslinger med god nok nøyaktighet over større områder. Denne delen av vassdraget ble derfor tatt ut av overvåkingsundersøkelsene i 2006.

### 3.1 Vannkvalitet

I forbindelse med elvemusling-prosjektet ble det tatt separate vannprøver fra fem lokaliteter i Simoa i 2006 (**figur 10**); ovenfor Solevatn (SIM 1), utløpet av Solevatn (SIM 2), innløpet av Soneren (SIM 3), utløpet av Soneren (SIM 4) og Simoa ved Haugsfoss (SIM 5). Prøvene ble samlet på 500 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på henholdsvis Analysesenteret, Trondheim kommune og Eurofins BUVA for prøvene samlet inn i juli og oktober 2006.

Det er i tillegg gjort en sammenstilling av alle kjente vannkvalitetsdata fra Simoa for å se på utviklingen av en del vannkjemiske parametere; for eksempel farge, turbiditet, pH, total nitrogen, total fosfor og aluminium. Det er hentet inn data fra Tysse (1990; 1994), Larsen m.fl. (1995), Alsaker-Nøstdahl (1997), Engen (1997; 1999; 2000; 2001; 2002; 2004), Garnås (2005), Anonym (2006), Modum kommune (upubliserte data) og NINA (upubliserte data). Stasjonene som inngår var de samme som ble undersøkt i 2006; SIM 1: Innløpet av Solevatn inkludert prøver fra stasjonen Kvennhusfossen/Klemmafossen (Engen 1997; 1999; 2000; 2001; 2002; 2004), SIM 2: Utløpet av Solevatn inkludert stasjonen Nedre Eggedal (Engen 1999; 2000; 2001; 2002; 2004), SIM 3: Innløpet av Soneren, SIM 4: Utløpet av Soneren inkludert stasjonene Nedstrøms Prestfoss (Engen 1999; 2000; 2001; 2002; 2004) og Hengebru nedstrøms Prestfoss (Modum kommune upubliserte data) og SIM 5: Simoa ved Haugsfoss inkludert stasjonen Kjørplass bru og Åmot (Modum kommune upubliserte data, Garnås 2005, Anonym 2006).

### 3.2 Fisk

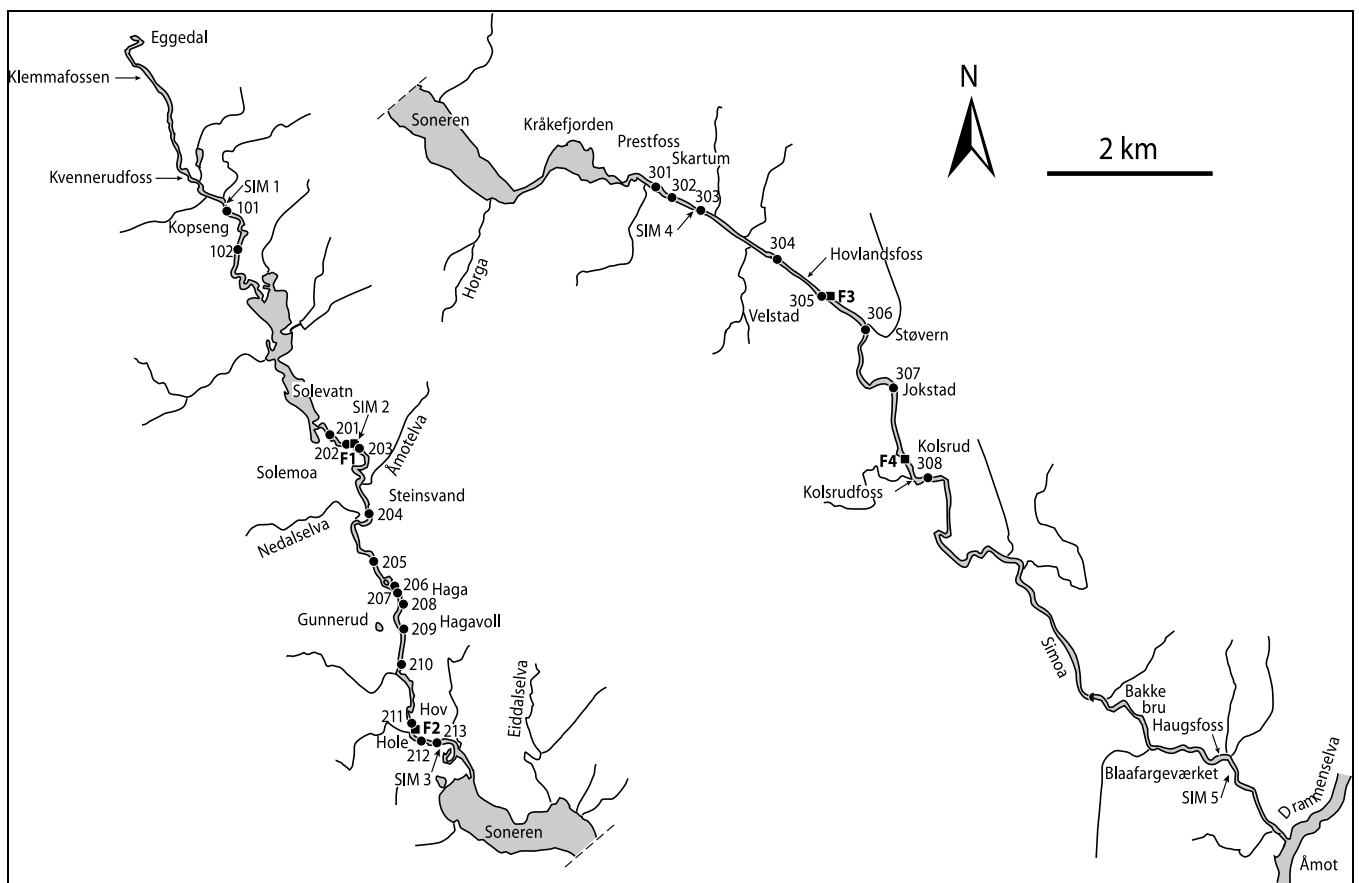
Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på fire stasjoner i Simoa i mai 2007 (stasjon F1-F4: Solemoa, Hole-Hov, Velstad og Kolsrud, **figur 10**). For å få et relativt mål på tettheten av ørret ble det fisket et areal på mellom 500 og 1000 m<sup>2</sup> på hver stasjon. Det ble bare fisket en omgang, men all ørret som ble observert innenfor arealet ble fanget og lengdemålt til nærmeste millimeter. Ut fra antall fisk som ble fanget er det beregnet en sannsynlig tetthet ut fra forutsetningen av at om lag halvparten av fisken som sto på arealet ble fanget ( $p = 0,50$ ).

Det ble samlet inn et mindre antall ørret fra de samme stasjonene (stasjon F1-F4) for kontroll av antall muslinglarver på fiskens gjeller i mai 2007. Det ble tatt vare på mellom 17 og 19 ettårige (1+) ørretunger fra hver stasjon, til sammen 71 individ. I tillegg ble det samlet inn 23 toårige (2+)

ørretunger til sammen. All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd, og ble senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver. Gjellene på begge sider av fisken ble dissekert ut, og muslinglarvene ble talt opp på alle gjellebuene.

Det ble samlet inn et større ørretmateriale fra området ved Solemoa (stasjon F1) i årene 1996-1999 for å kontrollere antall muslinglarver på fiskens gjeller gjennom året i flere påfølgende år (B.M. Larsen og M. Eken upublisert materiale). Dette materialet er ferdig bearbeidet, men resultatene er ikke tidligere presentert og tas derfor med i denne rapporten. Ørret samlet inn i 1996-1999 ble frosset, og normalt ble bare gjellene på fiskens venstre side undersøkt. Ble det ikke funnet muslinglarver på gjellene på venstre side ble imidlertid gjellene også på høyre side av fisken undersøkt for å påvise eventuell infeksjon. Noe av det innsamlede materialet fra 1997 og 1999 ble ødelagt eller forringet da det tinte opp under lagring på grunn av strømsstans på fryserommet. Presisjonen på tellingene av muslinglarver på ørret fra disse årene ble dårlig, og noe fisk var så ødelagt at de måtte kastes.

Resultatene er presentert som andel infiserte fisk av det totale antall fisk som er undersøkt (= prevalens), gjennomsnittlig antall muslinglarver på all fisk, dvs. snitt av både infiserte og uinfiserte fisk (= abundans) og gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk (=infeksjonsintensitet) (Margolis m.fl. 1982).



**Figur 10.** Simoa med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling (stasjon 101-102, 201-213, 301-308), ungfisk (stasjon F1-F4) og vannkjemi (SIM 1-SIM 5) i 2006.

### 3.3 Elvemusling

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling i Simoa er gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt 23 stasjoner i alt i Simoa i 2006 (**figur 10**). Det var mulig å vade tvers over elva på hele eller store deler av alle stasjonene, og telleområdene ble begrenset til den vadbare delen av elva. På grunn av lav vannføring var tilgjengeligheten god over et større areal enn normalt i 2006. Enkelte dypere partier måtte likevel utelates, men redusert sikt begrenset også observasjonsforholdene på slike områder. Tettheten av elvemusling ble undersøkt ved telling av antall muslinger på ni stasjoner med transekter/arealer som var mellom 57 og 268 m<sup>2</sup> store (til sammen 1448 m<sup>2</sup> elveareal). Transektene ble delt opp i mindre "tellestriper" ved hjelp av kjettinger. Det ble også gjennomført 2-4 tidsbegrensede tellinger ("fritellinger" av 15 minutters varighet) i forbindelse med transektene. Fritellingene ble gjennomført med tellinger både ovenfor og nedenfor transektet. I tillegg ble det gjennomført fritellinger på ytterligere 14 stasjoner. Det ble gjennomført 2-5 tellinger av 15 minutters varighet på hver av stasjonene; til sammen 44 tellinger. Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr) under kartleggingen, og antall ble notert for hver telling.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling på fem stasjoner (stasjon 203, 204, 207, 305 og 308, **figur 10**). På tre av stasjonene (203, 204 og 207) ble et mindre område avgrenset (henholdsvis 7,2, 2,2 og 4,1 m<sup>2</sup>), og alle synlige individ plukket opp innenfor de avgrensede flatene. Deretter ble steiner løftet opp og flyttet på, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å finne muslinger som var helt eller delvis skjult i substratet. Andelen muslinger som var nedgravd i substratet ble notert. Muslinger fra flaten på stasjon 204 ble bare telt opp og ikke lengdemålt. På stasjon 203 og 207 ble det til sammen lengdemålt 158 individ.



*Lengdemåling av elvemusling skjer med skyvelære til nærmeste 0,1 mm. Den minste muslingen som ble funnet i Simoa var om lag en centimeter. De største var over 15 centimeter. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*



For å få en lengdefordeling som var mest mulig sammenlignbar med undersøkelsene fra 1995 ble det i tillegg gjennomført lengdemåling av et tilfeldig utvalg av muslinger på stasjonene 203, 204, 305 og 308. De 75 "første" individ som var synlige ble plukket opp på hver av stasjonene; til sammen 300 levende elvemusling. Alle levende muslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter før de ble satt tilbake i substratet.

I tillegg ble det lengdemålt tomme muslingskall som ble samlet inn langs hele vassdraget (stasjon 202-308, N = 209).

Hos unge individ er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov m.fl. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. Aldersbestemmelse ble foretatt på 33 muslinger i 2006 fordelt med 18 individ fra strekning 2 (stasjon 202-210) og 15 individ fra strekning 3 (stasjon 305-308). For individ som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm.

Det ble ikke undersøkt muslinger med hensyn til "graviditet" i juli 2006. Men det finnes i stedet et større materiale fra 1996-1999 da andelen gravide elvemuslinger ble undersøkt flere ganger i løpet av høsten i området ved Solemoa (stasjon 202-203) (B.M. Larsen og M. Eken upublisert materiale). Dette materialet er ferdig bearbeidet, men resultatene er ikke tidligere presentert og tas derfor med i denne rapporten.



*Bearbeiding av innsamlet materiale skjer fortløpende på stasjonen. Her utføres det lengdemåling av levende muslinger før de settes tilbake i elva. Dette er arbeid som krever fangsttillatelse da elvemuslingen er totalfredet! Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

## 4 Resultater og diskusjon

### 4.1 Vannkvalitet

Vannet i Simoa var tydelig brunfarget i oktober (20-82 mg Pt/l, **tabell 2**), og høyt fargetall gir uttrykk for et høyt innhold av humussyrer. Dette skyldes hovedsakelig naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedslagsfeltet. Fargetallet har imidlertid vært relativt høyt i Simoa helt fra begynnelsen av 1980-tallet da vannovervåkingen startet (Tysse 1994). Sur nedbør de siste tiårene kan ha ført til større utlekking av humusstoffer. Likeledes kan grøf팅, drenering av myrer og flatehogst ha ført til økt avrenning og økt utvasking av humusstoffer fra jorda som igjen øker mengden organisk stoff i vannet. Dette har størst lokal virkning, men vil påvirke vannkvaliteten også i hovedvassdraget; mest i øvre del av nedslagsfeltet.

**Tabell 2.** Vannkvaliteten i Simoa i juli og oktober 2006 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), nitrat ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{g/l}$ ), total fosfor (Tot-P,  $\mu\text{g/l}$ ) og totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al,  $\mu\text{g/l}$ ).

Dato	FTU Turb	mg Pt/l Farge	$\mu\text{S/cm}$ Kond	pH	$\mu\text{ekv/l}$ Alk	mg/l Ca	$\mu\text{g/l}$ $\text{NO}_3$	$\mu\text{g/l}$ Tot-P	$\mu\text{g/l}$ Tr-Al
<b>SIM 1 (ovenfor Solevatn)</b>									
21.07.06	0,48	14	21,0	6,68	81	2,01	260	3,5	35
25.10.06	0,45	54	14,0	6,38	37	1,60	93	4,1	105
<b>SIM 2 (utløp Solevatn)</b>									
21.07.06	2,40	22	14,0	6,60	59	1,37	42	3,5	68
25.10.06	0,72	74	14,0	6,10	28	1,50	68	5,7	153
<b>SIM 3 (innløp Soneren)</b>									
21.07.06	2,20	26	21,0	6,80	78	2,05	160	4,4	61
25.10.06	0,70	82	14,0	6,09	26	1,60	91	6,0	161
<b>SIM 4 (utløp Soneren)</b>									
21.07.06	1,70	44	17,0	6,38	50	1,65	130	4,2	141
25.10.06	0,69	78	16,0	6,08	29	1,70	130	6,2	163
<b>SIM 5 (Haugfoss)</b>									
21.07.06	2,10	24	24,0	6,82	82	2,21	180	5,8	119
25.10.06	1,20	20	20,0	6,40	50	2,20	230	7,5	151
<b>Gj.snitt SIM1-SIM5</b>									
21.07.06	1,78	26	19,4	6,66	70	1,86	154	4,3	85
25.10.06	0,75	62	15,6	6,21	34	1,72	122	5,9	147

Det var lavest turbiditet på innløpet av Solevatn både i juli og oktober 2006 (<0,5 FTU). Partikkelbelastningen økte imidlertid nedover i vassdraget (**tabell 2**), og i juli var turbiditeten nær 2 FTU i resten av vassdraget. Dette skyldes både forskjeller i jordsmonnet, størrelsen av komarealene, og at en del av jordbruksarealet langs midtre og nedre del av vassdraget er erosjonsutsatt. Partikkelinnholdet i Simoa er derfor nært knyttet til vannføringen (Tysse 1994), og er normalt størst nedenfor Soneren. Gjennomsnittsverdien for de øverste stasjonene var 0,6-0,9 FTU i perioden 1995-2006, og det var liten endring i forhold til perioden 1982-1992 (**tabell 3**). Ved Åmot var gjennomsnittsverdien 3,8 FTU i perioden 1995-2006, og trenden er at turbiditeten har økt svakt i årene etter 1982 (**figur 11**). Ved flom kan turbiditeten øke til mer enn 50 FTU ved Åmot (bl.a. våren 1995, Modum kommune upubliserte data).

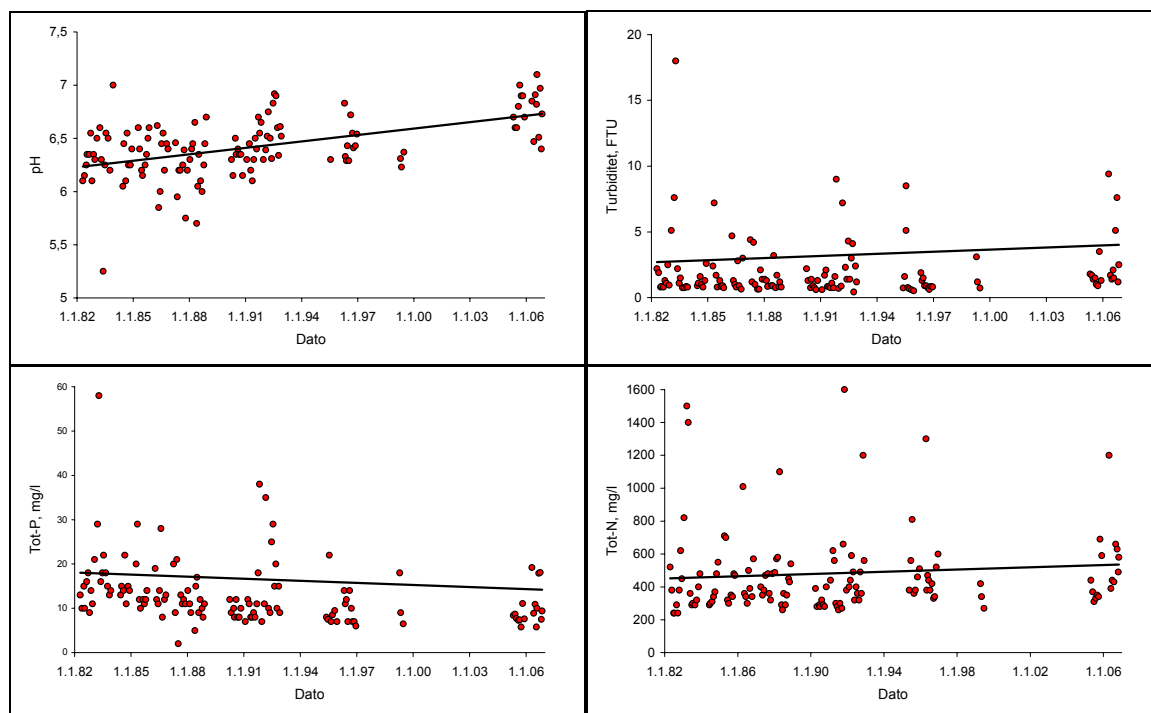
Simoa drenerer fra forsursingsutsatte områder, men det er mulig å spore en positiv utvikling i hovedvassdraget nå i årene etter 1982 (Tysse 1994, **figur 11**). Det var lavest pH på utløpet av Soneren i 2006, og Simoa var bare moderat forsurt (laveste pH = 6,08 i oktober 2006). pH varierte mellom 6,4 og 6,8 i juli, og mellom 6,1 og 6,4 i oktober 2006. Utløpet av Soneren har vært surere enn de andre lokalitetene i vassdraget tidligere også (Tysse 1990; 1994, **tabell 3**). Dette kommer av stor tilførsel av surt vann fra sideelvene til innsjøen (bl.a. Horgavassdraget), og tyder på liten bufferreserve. Surhetsgraden i vassdraget styres i stor grad av nedbørmengden, med fare for sure episoder under snøsmeltingen og i perioder med mye nedbør om høsten. På 1980-tallet

kunne pH variere mye, og enkelte episoder med pH <5,5 var vanlig i løpet av året (pH <5,0 på utløpet av Soneren våren 1983) (Tysse 1990). I de siste 10 årene har denne variasjonen i pH blitt mindre, og det er ikke notert pH <5,8 i årene etter 1995 på utløpet av Soneren (**tabell 3**). Dette har også medført at de lave alkalitet-verdiene som forekom i 1982-1992 (<5  $\mu\text{ekv/l}$ ) er borte i 1995-2006. Det er bare målt alkalitet høyere enn 20  $\mu\text{ekv/l}$  de siste årene (**tabell 3**).

**Tabell 3.** Vannkvaliteten på fem stasjoner i Simoa: Innløp Solevatn (SIM1), Utløp Solevatn (SIM2), Innløp Soneren (SIM3), Utløp Soneren (SIM4) og Åmot (SIM5) i perioden 1982-1992 til sammenligning med perioden 1995-2006 angitt ved konduktivitet (Kond,  $\mu\text{S/cm}$ ), turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), organisk karbon (TOC, mg/l), pH, alkalitet (Alk,  $\mu\text{ekv/l}$ ), totalt syreraktivt aluminium (Tr-Al,  $\mu\text{g/l}$ ), total fosfor (Tot-P,  $\mu\text{g/l}$ ), total nitrogen (Tot-N,  $\mu\text{g/l}$ ) og nitrat ( $\text{NO}_3$ ,  $\mu\text{g/l}$ ). Ingen data fra SIM 1 i 1982-1992.

	Kond	Turb	Farge	TOC	pH	Alk	Tr-Al	Tot-P	Tot-N	Nitrat
	$\mu\text{S/cm}$	FTU	mg Pt/l	mg/l		$\mu\text{ekv/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
<b>SIM 1 – Innløp Solevatn</b>										
<b>1995-2006</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>16,3</b>	<b>0,6</b>	<b>37</b>	<b>4,7</b>	<b>6,51</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>4,3</b>	<b>210</b>	<b>122</b>
Min	13,8	0,5	14	2,5	5,98	32	35	2,0	86	14
Maks	21,0	0,9	54	7,5	6,80	81	105	9,0	370	260
N	3	3	3	25	8	3	2	26	22	3
<b>SIM 2 – Utløp Solevatn</b>										
<b>1982-1992</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>17,9</b>	<b>0,3</b>	<b>26</b>	<b>3,7</b>	<b>6,23</b>	<b>37</b>	-	<b>5,5</b>	<b>247</b>	-
Min	12,5	0,2	19	3,0	5,60	10		3,0	160	
Maks	23,9	0,5	36	5,2	6,70	58		8,0	360	
N	12	12	12	12	12	12	0	12	12	0
<b>1995-2006</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>16,7</b>	<b>0,7</b>	<b>42</b>	<b>5,8</b>	<b>6,19</b>	<b>45</b>	<b>133</b>	<b>5,7</b>	<b>192</b>	<b>92</b>
Min	13,6	0,1	22	4,0	5,89	26	68	3,5	48	19
Maks	23,1	2,4	74	9,0	6,60	68	199	10,0	320	262
N	10	13	13	23	13	13	9	24	20	10
<b>SIM 3 – Innløp Soneren</b>										
<b>1982-1992</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>18,9</b>	<b>1,0</b>	<b>38</b>	<b>4,8</b>	<b>6,21</b>	<b>44</b>	<b>138</b>	<b>8,6</b>	<b>304</b>	<b>133</b>
Min	11,6	0,3	6	2,9	5,00	3	40	2,0	140	20
Maks	32,3	27,0	74	7,8	7,15	320	310	100,0	660	360
N	97	104	104	40	104	104	28	104	104	27
<b>1995-2006</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>16,5</b>	<b>0,9</b>	<b>49</b>	<b>7,3</b>	<b>6,27</b>	<b>38</b>	<b>111</b>	<b>9,2</b>	<b>346</b>	<b>97</b>
Min	14,0	0,4	26	5,3	5,95	21	61	3,0	140	40
Maks	21,0	2,2	82	9,4	6,80	78	161	22,0	620	160
N	3	15	15	13	15	15	2	14	13	3
<b>SIM 4 – Utløp Soneren</b>										
<b>1982-1992</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>17,9</b>	<b>0,8</b>	<b>40</b>	<b>4,8</b>	<b>5,93</b>	<b>34</b>	<b>159</b>	<b>6,9</b>	<b>292</b>	<b>93</b>
Min	12,1	0,3	21	3,5	4,90	2	30	2,0	190	35
Maks	25,1	5,2	74	6,4	6,80	300	240	14,0	470	210
N	69	76	76	40	76	76	25	76	76	24
<b>1995-2006</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>16,4</b>	<b>0,8</b>	<b>51</b>	<b>6,6</b>	<b>6,03</b>	<b>32</b>	<b>152</b>	<b>7,7</b>	<b>317</b>	<b>128</b>
Min	16,0	0,4	38	4,6	5,81	22	141	4,2	182	125
Maks	17,0	1,7	78	8,6	6,38	50	163	24,0	530	130
N	3	22	16	39	16	16	2	39	36	3
<b>SIM 5 – Åmot</b>										
<b>1982-1992</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>25,1</b>	<b>2,9</b>	<b>42</b>	<b>5,3</b>	<b>6,35</b>	<b>64</b>	<b>183</b>	<b>16,8</b>	<b>459</b>	<b>254</b>
Min	13,0	0,4	11	3,7	5,25	5	60	2,0	240	40
Maks	49,5	65,0	76	7,9	7,00	330	430	160,0	1600	1400
N	85	93	93	41	92	92	26	93	93	26
<b>1995-2006</b>										
<b>Gj.snitt</b>	<b>25,3</b>	<b>3,8</b>	<b>53</b>	<b>7,4</b>	<b>6,61</b>	<b>68</b>	<b>135</b>	<b>15,9</b>	<b>544</b>	<b>211</b>
Min	20,0	0,5	37	5,3	6,23	38	119	5,8	270	180
Maks	31,8	43,0	81	11,0	7,10	200	151	130,0	2200	230
N	3	40	16	38	32	16	2	39	38	3





**Figur 11.** Vannkvaliteten i Simoa ved Åmot (SIM 5) for perioden 1982-2006. De angitte trendlinjene viser de lineære sammenhengene mellom enkeltobservasjonene for pH, turbiditet (FTU), total fosfor (Tot-P, mg/l) og total nitrogen (Tot-N, mg/l). Det finnes enkelte ekstremverdier som ikke er vist på figuren: Fire målinger av turbiditet (27-65 FTU), fire målinger av total fosfor (98-160 mg/l) og en måling av total nitrogen (2200 mg/l).

Fosfor og nitrogen er de vanligste næringsstoffene som tilføres vassdraget enten naturlig fra skog, myr og utmark eller som utslipp fra industri, landbruk og bosetting. Nitratmengden har i alle år økt nedover i vassdraget, og har vært høyest ved Åmot (**tabell 2** og **3**). Gjennomsnittet for total nitrogen varierte mellom 247 og 459 µg/l i 1982-1992 avhengig av lokalitet. Høyeste verdi ble målt til 1600 µg/l ved Åmot. Mengde total nitrogen økte på innløp og utløp av Soneren samt ved Åmot fra perioden 1982-1992 til 1995-2006 (**tabell 3**, jf. **figur 11**). Det var en reduksjon i total nitrogen bare ved utløpet av Solevatn (**tabell 3**). Gjennomsnittet for total fosfor varierte mellom 5,5 og 16,8 µg/l i 1982-1992 og mellom 5,7 og 15,9 µg/l i 1995-2006 avhengig av lokalitet. Høyeste verdi ble målt til 160 µg/l ved Åmot. Gjennomsnittlig mengde total fosfor økte på alle stasjonene, med unntak av Åmot, fra perioden 1982-1992 til 1995-2006. Ved Åmot er trenden at mengde total fosfor er svakt synkende fra 1982 til 2006 (**figur 11**). Bakgrunnsverdien for nitrogen og fosfor er vurdert til henholdsvis 200 µg/l og 5-8 µg/l. Disse verdiene blir fortsatt oversteget i nedre del av vassdraget, men forholdene er bedre ved utløpet av Solevatn.

## 4.2 Ungfisk

### 4.2.1 Ungfisktetthet og vekst

Ørret er sammen med ørekyte dominerende fiskeart i Simoa, og i mai 2007 ble det i tillegg også fanget trepigget stingsild, nipigget stingsild og niøye.

Tettheten av ørret var lav i hele Simoa (**tabell 4**). Det var bare mellom fire og sju ettårige ørretunger i gjennomsnitt pr. 100 m<sup>2</sup> elveareal på de fire områdene som ble prøvefisket. I tillegg var det mellom en og fire toårige eller eldre ørretunger. Dette ga en samlet tetthet for ørret på 8 individ pr. 100 m<sup>2</sup> for Simoa.

Veksten til ørretungene var moderat god i Simoa. Ørretyngelen (0+) var 46 mm i gjennomsnitt ved Solemoa i midten av august 1996 (**tabell 5**). De ettårige ørretungene økte i lengde fra 51-54 mm i gjennomsnitt i månedsskiftet mai/juni til 92 mm i midten av august 1996. Veksten var bedre for de årsklassene som ble samlet inn våren 1998 og 2007. Da var gjennomsnittslengden av de ettårige ørretungene henholdsvis 68 og 70 mm i månedsskiftet mai/juni ved Solemoa.

**Tabell 4.** Fangst av ørret i Simoa i mai 2007 med beregnet tetthet av ettårig (1+), toårig (2+) og eldre ( $\geq 3+$ ) ørret pr. 100 m<sup>2</sup> elveareal.

Stasjon	Areal, m <sup>2</sup>	Antall fanget			Beregnet tetthet pr. 100 m <sup>2</sup>			Samlet tetthet pr. 100 m <sup>2</sup>
		1+	2+	$\geq 3+$	1+	2+	$\geq 3+$	
Solemoa	500	17	4	1	6,8	1,6	0,4	8,8
Hole/Hov	500	18	5	1	7,2	2,0	0,4	9,6
Velstad	600	17	1	1	5,7	0,3	0,3	6,3
Kolsrud	1000	19	20	1	3,8	4,0	0,2	8,0
Samlet	2600	71	30	4	5,5	2,3	0,3	8,1

Gjennomsnittslengden for ettårige ørretunger i 2007 basert på alle de fire stasjonene i Simoa var 67 mm (SD = 10; N = 71), og det var liten forskjell mellom de ulike stasjonene. Det var imidlertid stor variasjon i fiskelengde innenfor årsklassen, og de ettårige ørretungene varierte fra 49 til 93 mm i 2007. Det var overlapp i lengde med toårige ørretunger som var 85-123 mm lange.

**Tabell 5.** Lengde og aldersbestemmelse av ørret fra Simoa i 1996, 1998 og 2007. Gjennomsnittlig lengde (L, mm) med standardavvik (SD) er angitt for ørret med alder 0+, 1+, 2+ og 3+; N = antall undersøkte individ. Materialet i 1996 og 1998 ble samlet inn bare fra Solemoa og frosset ned, mens materialet i 2007 ble samlet inn fra fire ulike stasjoner og lengden er målt på ferskt materiale.

År	Dato	0+		1+		2+		3+	
		L ± SD	N	L ± SD	N	L ± SD	N	L ± SD	N
1996	21.05.	-	0	50,8 ± 2,6	6	94,0 ± 7,9	3	140,0 ± 1,4	2
	06.06.	-	0	54,4 ± 5,9	13	96,2 ± 8,2	5	141,5 ± 9,2	2
	16.06.	24,3 ± 1,5	8	68,1 ± 7,2	11	100,0 ± 5,6	6	-	0
	25.06.	28,4 ± 2,1	5	65,9 ± 9,3	11	136	1	-	0
	16.07.	37,6 ± 4,1	22	82,7 ± 8,4	30	117,0 ± 1,4	2	-	0
	31.07.	44,2 ± 5,0	19	89,5 ± 7,9	12	125	1	-	0
	13.08.	46,0 ± 4,7	16	91,6 ± 6,6	14	121,7 ± 4,0	3	139	1
1998	03.06.	-	0	67,9 ± 7,2	18	120	1	-	0
	04.07.	30,7 ± 1,2	3	75,8 ± 6,3	12	-	0	-	0
2007	26.05.	-	0	67,0 ± 9,6	71	103,1 ± 10,7	23	130,8 ± 11,6	4

#### 4.2.2 Muslinglarver på gjellene

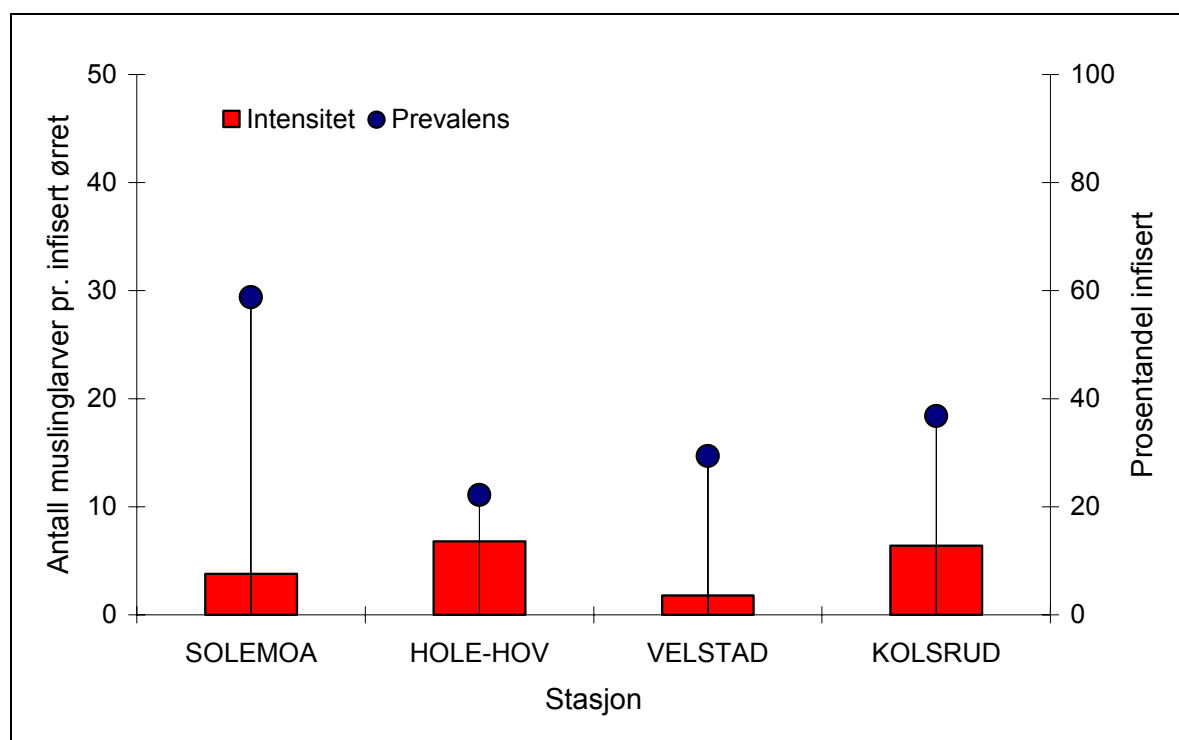
Det ble funnet muslinglarver på ettårige ørretunger i hele Simoa i mai 2007 (**tabell 6, figur 11**). Andelen ørret som var infisert varierte mellom 22 og 59 %. Prevalensen var høyest ved Solemoa, og gjennomsnittet for alle stasjonene var 37 %. Antall muslinglarver på gjellene var imidlertid lavt, og intensiteten varierte mellom 2 og 7 larver i gjennomsnitt på de fire stasjonene. Dette var vesentlig lavere enn forventet, og høyeste antall var 18 muslinglarver på en ørretunge ved Kolsrud.

Andelen toårige ørretunger som var infisert i Simoa var svært lav, og mye lavere enn det som ble funnet på de ettårige ørretungene. Bare to av de toårige ørretungene var infisert (**tabell 6**),

og de hadde bare henholdsvis 1 og 2 muslinglarver på gjellene. Selv om det er forventet at fiskeunger som blir infisert som yngel oppnår en immunitet mot en ny infeksjon, var prevalens og intensitet hos toårige ørretunger i Simoa vesentlig lavere enn forventet i 2007.

**Tabell 6.** Registreringer av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) og toårige (2+) ørretunger på stasjon F1-F4 i Simoa i mai 2007. 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.

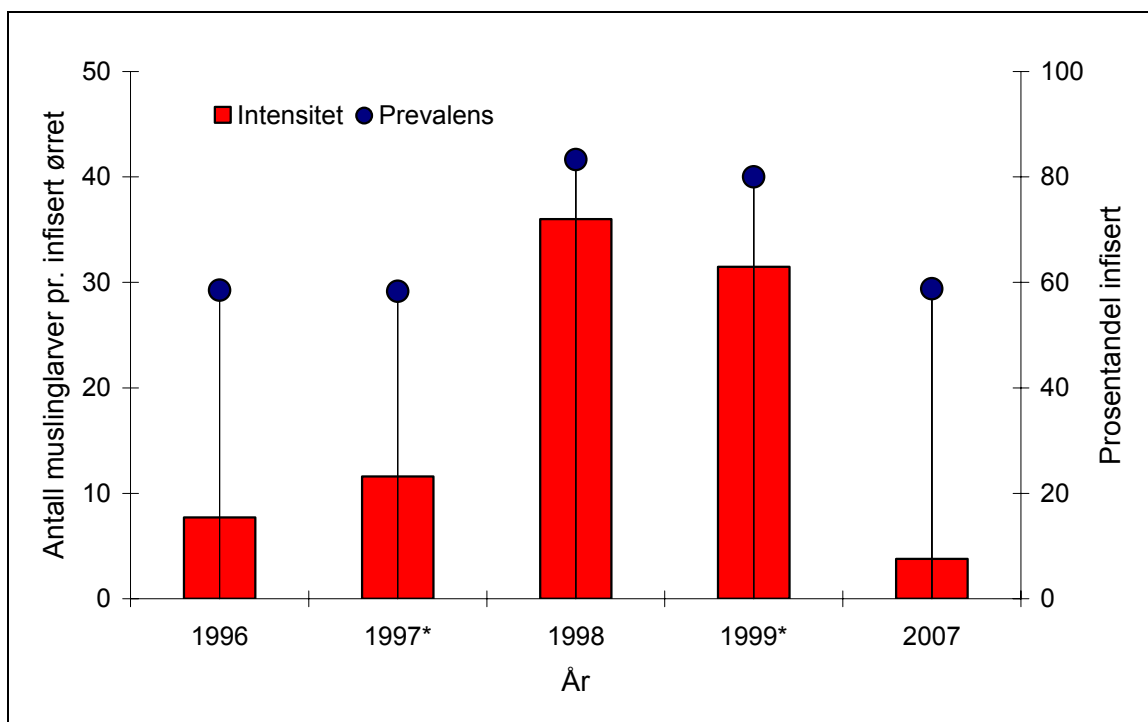
Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans	Intensitet	Maks
					Gj.snitt ± SD	Gj.snitt ± SD	
F1 – Solemoa	26.05.07	1+	17	58,8	2,2 ± 2,8	3,8 ± 2,7	9
F2 – Hole-Hov	26.05.07	1+	18	22,2	1,5 ± 3,0	6,8 ± 2,1	9
F3 – Velstad	26.05.07	1+	17	29,4	0,5 ± 0,9	1,8 ± 0,8	3
F4 – Kolsrud	26.05.07	1+	19	36,8	2,4 ± 4,8	6,4 ± 6,2	18
F1 – Solemoa	26.05.07	2+	4	25,0	0,5 ± 1,0	2,0	2
F2 – Hole-Hov	26.05.07	2+	5	0	0	0	0
F3 – Velstad	26.05.07	2+	1	0	0	0	0
F4 – Kolsrud	26.05.07	2+	13	7,7	0,1 ± 0,3	1,0	1
F1-F4	26.05.07	1+	71	36,6	1,7 ± 3,3	4,6 ± 4,0	18
F1-F4	26.05.07	2+	23	8,7	0,1 ± 0,5	1,5 ± 0,7	2



**Figur 11.** Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) ørretunger i Simoa i mai 2007 presentert som prevalens (= prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk). Jf. **tabell 6**.

Undersøkelser av ørretunger fra Solemoa i Simoa i 1996-1999 viste at det var relativt stor forskjell i antall muslinglarver på gjellene til ørret i vassdraget mellom år (**figur 12**). Det var høyest

infeksjon i 1998 da mer enn 80 % av de ettårige ørretungene var infisert på våren med 36 muslinglarver i gjennomsnitt. Den samme årsklassen av ørret ble også undersøkt fra en innsamling i desember 1997. Da var alle ørretungene infisert, og antall larver varierte fra 3 til 45 muslinglarver på gjellene på venstre siden av fisken. Den totale infeksjonen var imidlertid det dobbelte da antall larver normalt er like stort på begge sider av fisken (B.M. Larsen upublisert materiale). Dette ga et gjennomsnitt på 34 muslinglarver, og bekrefter resultatet fra våren 1998. Generelt var det imidlertid lav infeksjon på ørretungene i alle årene som ble undersøkt. Resultatene fra våren 1997 og 1999 er usikre da materialet var dårlig fiksert. Antall muslinglarver våren 1999 er dessuten basert på få individ. Den samme årsklassen av ørret ble også undersøkt fra en innsamling i desember 1998. Da var 94 % av ørretungene infisert, og antall larver på fisk som var infisert varierte fra 1 til 16 muslinglarver på gjellene på venstre siden av fisken. Med antagelse om at den totale infeksjonen var det dobbelte ga dette et gjennomsnitt på 14 muslinglarver. Dette indikerer at intensiteten kan ha vært lavere våren 1999 enn det **figur 12** viser. Lavest var likevel infeksjonen på våren 2007.



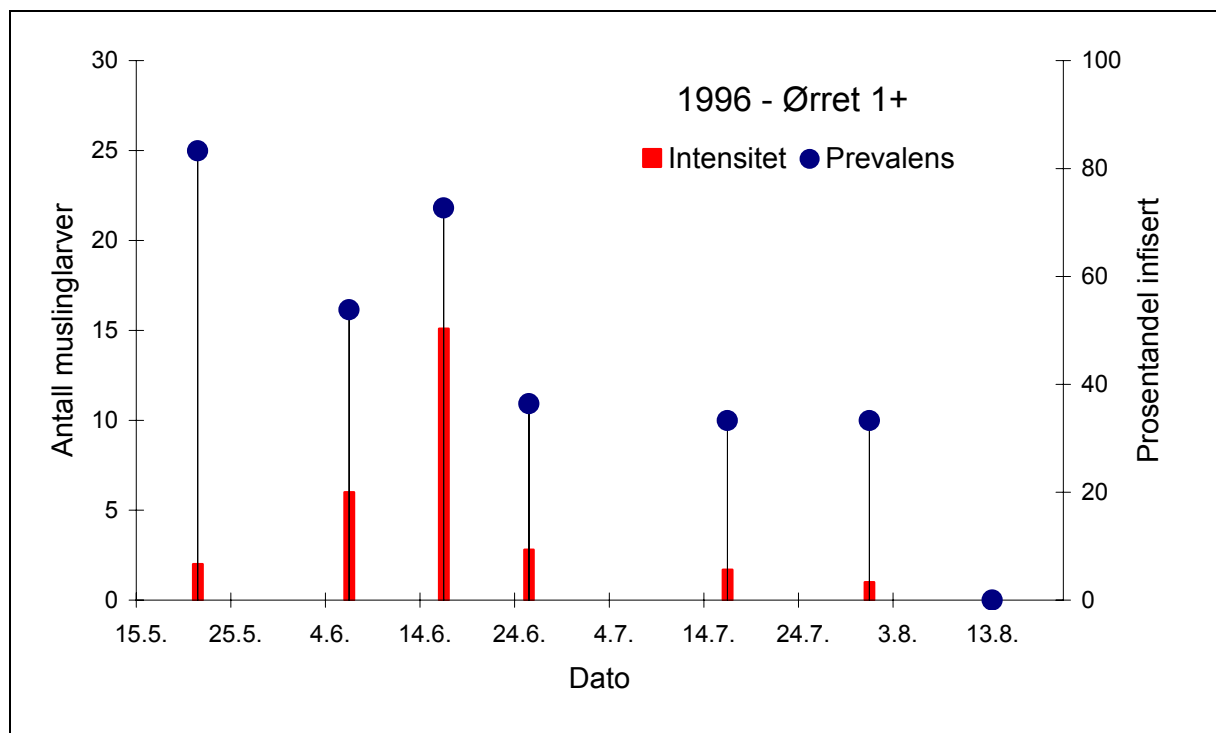
**Figur 12.** Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige ørretunger (1+) fra Solemoa (stasjon F1) i Simoa våren (slutten av mars til slutten av juni) 1996-1999 og 2007. Resultatet er presentert som prevalens (= prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk).\* Materialet fra 1997 og 1999 var dårlig fiksert, og tallene er mindre nøyaktige enn for de andre årene.

I mai/juni 1996 var 54-83 % av de ettårige ørretungene (1+) infisert med muslinglarver (**figur 13**). Prevalensen (andelen av ørretunger som var infisert) gikk ned fra midten av juni, men om lag en tredel av ørretungene var fortsatt infisert fram til slutten av juli. Fra begynnelsen av august forventes det ikke lenger å finne muslinglarver på ørretungene. Det var få larver på de ettårige ørretungene hele våren; intensiteten gikk ned fra 2-15 muslinglarver i gjennomsnitt i mai/juni til mindre enn 3 muslinglarver i gjennomsnitt på de infiserte fiskeungene i juni/juli (**figur 13**). Størst antall på en enkelt ørretunge var 37 muslinglarver.

Larsen m.fl. (1995) fant ikke muslinglarver på gjellene til ørret samlet inn fra Solemoa, Velstad og Kolsrud i midten av oktober 1995. Normalt skulle det være muslinglarver til stede på det

tidspunktet, men fisken var spritfiksert. Det er generelt ikke anbefalt å spritfiksere fisk som skal analyseres med hensyn til muslinglarver da slimet på gjellene "stivner" til et hvitt belegg som skjuler muslinglarvene (Larsen & Hartvigsen 1999). Dette kan forklare at det ikke ble funnet larver i oktober 1995 da de på det tidspunktet også ville være svært små.

Ørret i Simoa vil normalt være infisert med muslinglarver fra begynnelsen av oktober til slutten av juli; en periode på om lag 10 måneder.



**Figur 13.** Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige ørretunger (1+) fra Solemoa (stasjon F1) i Simoa fra midten av mai til midten av august 1996 presentert som prevalens (= prosentandel infiserte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infisert fisk). Nærmere opplysninger om dato, størrelse på fiskeungene og antall fisk undersøkt på de ulike tidspunkt finnes i **tabell 5**.

## 4.3 Elvemusling

### 4.3.1 Utbredelse

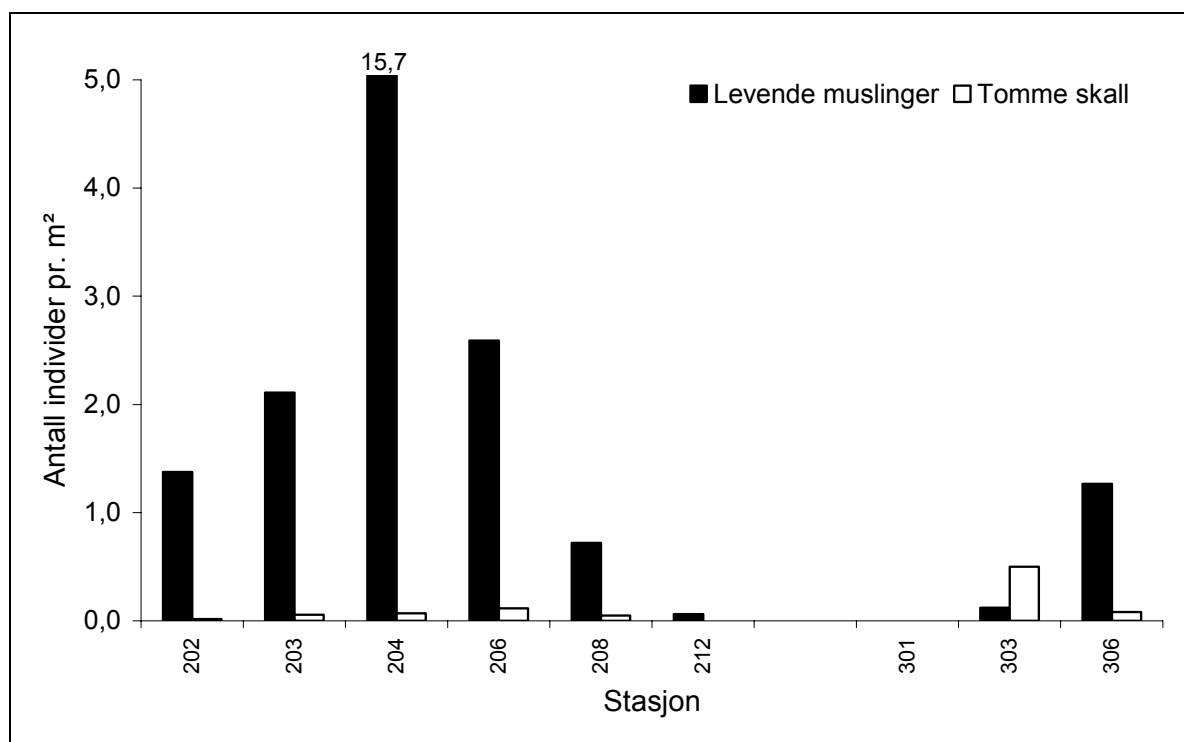
I 1995 ble elvemusling funnet fra utløpet av Solevatn og ned til Bakke bru (Larsen m.fl.1995). Lenger ned ble det bare funnet ett tomt skall ved Blaafargeværket nedenfor Haugsfoss. Det ble imidlertid observert levende musling her under ombyggingen av Haugsfoss kraftverk i 1989 (Anonym pers. medd.). Senere (1997) er det funnet ca 10 levende muslinger nedenfor Kjørapplassen bru (ca 800 m nedenfor Blaafargeværket) (M. Eken upublisert materiale). Ovenfor Solevatn ble det ikke funnet muslinger i 1995, men det skal tidligere ha vært muslinger i mindre antall på strekningen opp til Kvennerudfossen (Anonym pers. medd.). Andre meddelelser gikk ut på at man aldri hadde hørt om eller sett musling på denne strekningen (O. Sannan pers. medd.). Undersøkelsene i 2006 bekreftet imidlertid funn av elvemusling på en av de to stasjonene ovenfor Solevatn. I tillegg ble det funnet elvemusling på hele strekningen fra utløpet av Solevatn til noen hundre meter nedenfor Kolsrudfossen. Simoa ble ikke undersøkt lenger ned i 2006.

Elvemusling ble funnet på alle de 13 stasjonene som ble undersøkt mellom Solevatn og Soneren. Mellom Soneren og Kolsrudfossen manglet det elvemusling på en stasjon like nedenfor Prestfoss, og forekom derfor bare på sju av de åtte stasjonene som ble undersøkt.

Elvemusling finnes på en ca 39 km lang elvestrekning i Simoa når vi ser bort fra innsjøene. Ovenfor Solevatn kan elvemusling potensielt ha vært utbredt opp til Kvennerudfossen i Eggedal (4,5 km lang elvestrekning), men er i dag bare funnet på en kort strekning nær innløpet til Solevatn. Det viktigste utbredelsesområdet er på den 12 km lange strekningen mellom Solevatn og Soneren. Videre finnes den i mindre antall, men fortsatt sammenhengende på den 12,8 km lange strekningen som strekker seg til noen hundre meter nedenfor Kolsrudfossen. Ved Kolsrud endrer Simoa karakter, og elva blir stilleflytende og dypere. Forekomsten av elvemusling blir mer tilfeldig og muslingene står spredt (jf. Larsen m.fl. 1995). Muslingene finnes til Kjørplassen bru (nedenfor Blaafargeværket); en strekning på 13,8 km.

#### 4.3.2 Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på ni transekter mellom utløpet av Solevatn og Kolsrud var 2,7 individ pr. m<sup>2</sup> i 2006. Det var størst tetthet på en stasjon ved Steinsvad med 15,7 individ pr. m<sup>2</sup> (stasjon 204, **figur 14, vedlegg 2.1**). De tidsbegrensede tellingene ("fritelling") bekreftet fordelingen av musling innad i vassdraget, og verifiserte at det var størst antall elvemusling på strekningen fra Solemoa til Hagavoll (stasjon 202-209) og nedenfor Kolsrudfossen (stasjon 308) (**figur 15, vedlegg 2.2**). Relativ tetthet av levende elvemusling funnet ved "fritelling" (tidsbegrensede tellinger) var 8,1 individ pr. minutt søketid i gjennomsnitt på strekning 2 og 3.



**Figur 14.** Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Simoa basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m<sup>2</sup>). Jf. **vedlegg 2.1**.

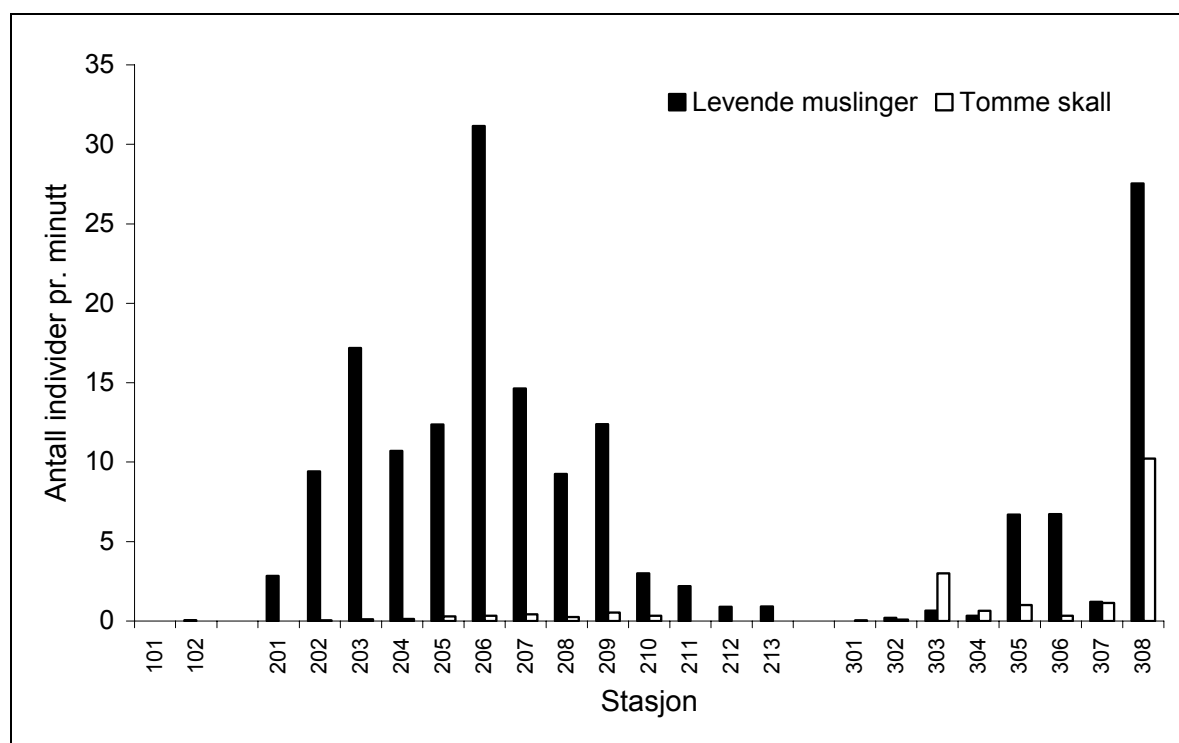
Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall på ni transekter mellom utløpet av Solevatn og Kolsrud var 0,1 individ pr. m<sup>2</sup> i 2006. Det var størst tetthet på en stasjon ved Sandom med 0,5 individ pr. m<sup>2</sup> (stasjon 303, **figur 14, vedlegg 2.1**). Det var generelt mye høyere tetthet av tomme skall på

strekningen nedenfor Soneren enn ovenfor. "Fritellingene" viste dette tydeligere, og relativ tetthet av tomme skall var 0,9 individ pr. minutt søketid i gjennomsnitt på strekning 2 og 3. Størst antall var det nedenfor Kolsrud med 10,2 tomme skall pr. minutt (**figur 15, vedlegg 2.2**).

Muslingene har en noe ujevn fordeling i vassdraget. Dette gjør at enkelte transekter hadde en større tetthet enn nærliggende områder der fritellingene ble gjennomført og omvendt. Det er tidligere likevel funnet en sammenheng når tettheten av muslinger i transektene sammenlignes med den relative tettheten funnet ved fritellingene (Larsen & Hartvigsen 1999). Denne sammenhengen var bare testet for lave tettheter, og det er nå gjennomført en ny analyse som også inkluderer tettheter opp mot 50 individ pr. m<sup>2</sup>. Data fra 16 vassdrag og 186 uavhengige tellinger er inkludert i den nye analysen som kom fram til at den beste sammenhengen var beskrevet av en polynomial kurve uttrykt ved ligningen:

$$y = 0,0001x^3 - 0,0051x^2 + 0,3791x - 0,073 \quad (R^2 = 0,72)$$

der x er antall levende individ funnet pr. minutt søketid (B.M. Larsen upublisert materiale).



**Figur 15.** Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Simoa basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). Jf. **vedlegg 2.2**.

Etter dette vil 8,1 individ pr. minutt i gjennomsnitt på "fritellingene" tilsvare 2,7 individ pr. m<sup>2</sup> elveareal. Dette gir det samme estimatet som ble funnet i transektene i Simoa. Selv om fritellingene bygger på flere stasjoner, og fanger opp variasjonen innad i vassdraget på en bedre måte ga de utvalgte transektene likevel et realistisk bilde av tetthet i 2006. De utvalgte stasjonene kan derfor være et godt utgangspunkt for videre overvåking når de samme arealene telles hver gang.

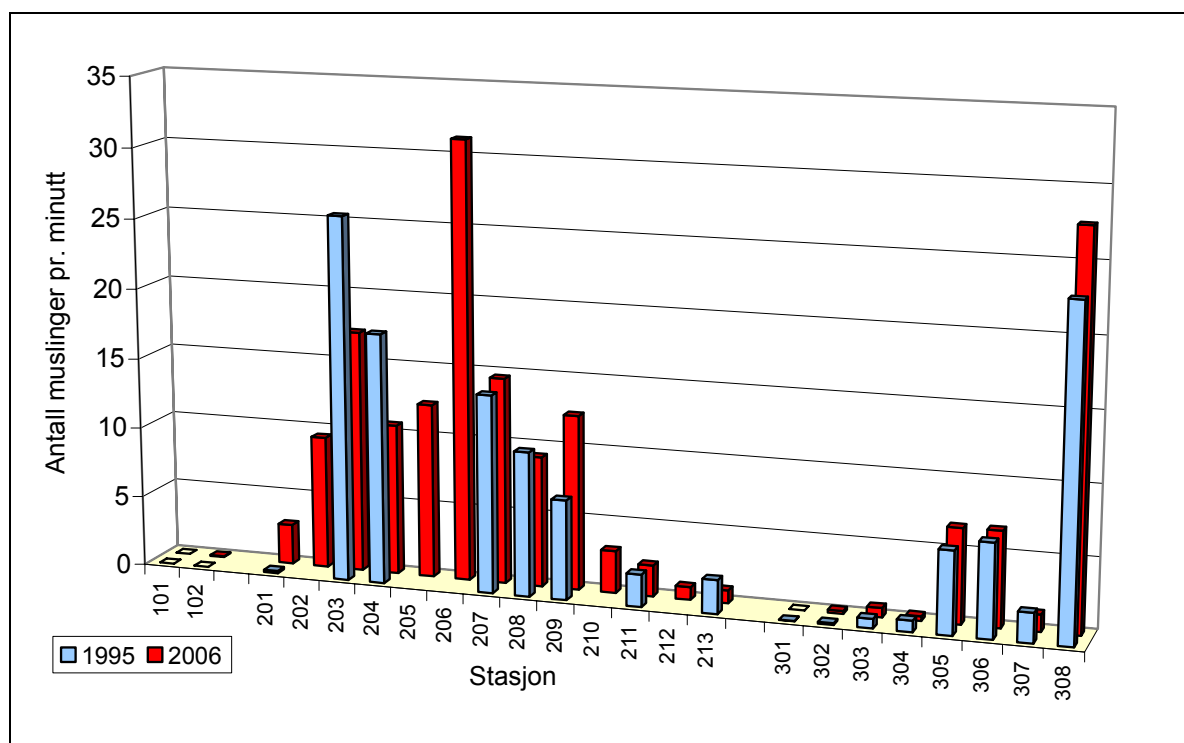
I 1995 var fordelingen av transekter litt annerledes, og tettheten av musling var 1,4 individ pr. m<sup>2</sup> (Larsen m.fl. 1995). Ved fritellingene var den relative tettheten på et større antall stasjoner 7,5 individ pr. minutt søketid på strekning 2 og 3 i gjennomsnitt. Dette tilsvarer en tetthet på 2,5



individ pr. m<sup>2</sup> etter ligningen gitt ovenfor. Det kan tyde på at transektene underestimerte den egentlige tettheten av muslinger i 1995. Dette kan være et resultat av at fritellingene fanget opp variasjonen innad i vassdraget på en bedre måte enn de valgte transektene. Det var lavere tetthet på transektene i 1995 sammenlignet med 2006, men den relative tettheten på fritellingene var ubetydelig forskjellig. Slik tallene framkommer var tettheten av levende elvemusling i beste fall bare ubetydelig høyere i 2006 enn i 1995, og antall tomme skall var nær uforandret.

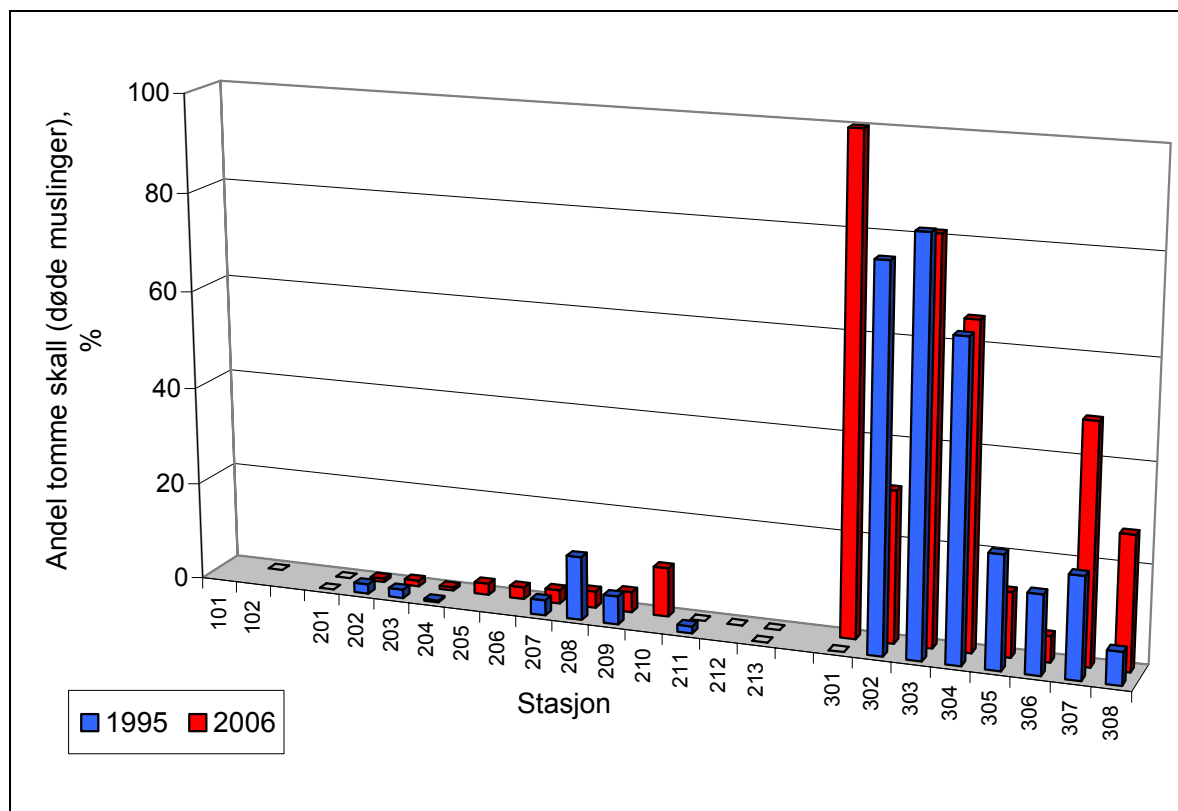
Sju av transektene var de samme i 1995 og 2006, og kan sammenlignes direkte. Det var tilnærmet samme tetthet på seks av transektene. En reell forskjell var det bare på det ene transektet ved Solemoa (stasjon 203) der tettheten gikk ned fra 2,8 til 2,1 individ pr. m<sup>2</sup>.

Denne forskjellen fant vi igjen på fritellingene der det også var færre individ på stasjon 203 (**figur 16**). Det ble gjennomført fritellinger på 14 stasjoner som var de samme i 1995 og 2006. Åtte av stasjonene hadde tilnærmet den samme tettheten i de to årene. I tillegg til stasjon 203 var tettheten lavere også ved Steinsvad (stasjon 204) og på innløpet til Soneren (stasjon 213) (**figur 16**). Høyere tetthet var det derimot på utløpet av Solevatn (stasjon 201), ved Hagavoll (stasjon 209) og nedenfor Kolsrud (stasjon 308).



**Figur 16.** Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Simoa basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 1995 og 2006.

Det var en vesentlig større andel tomme skall (døde individ) på strekning 3 mellom Soneren og Kolsrud enn det var på strekning 2 mellom Solevatn og Soneren (**figur 17**). Dette gjaldt både i 1995 og 2006. Det ble funnet tomme skall eller skallrester på alle stasjonene nedenfor Soneren i 2006, og tomme skall utgjorde mer enn en firedel av alle muslinger som ble funnet. Mellom Solevatn og Soneren var det ingen tomme skall på fire av de 13 stasjonene, og de tomme skallene utgjorde bare 2 % av alle muslinger som ble talt opp.



**Figur 17.** Andelen døde elvemusling (tomme skall) i forhold til totalt antall muslinger (skall og levende individ) i Simoa i 1995 og 2006.

En stor del av skallene som ble observert i 2006 var hele og relativt ferske skall (samlet inn for lengdemåling). Eroderte skall og skallrester, som også ble talt opp, har derimot ligget i vassdraget i flere år. Men i løpet av en tiårsperiode vil med meste av kalken være borte (jf. Sandaas & Enerud 2006), og skallrestene vil etter hvert bli vanskeligere å oppdage. Dødeligheten målt som antall tomme skall og skallrester representerer derfor dødeligheten i mange år, og skall som ble talt opp i 1995 kan ha blitt regnet på nytt i 2006, men denne andelen vil være liten.

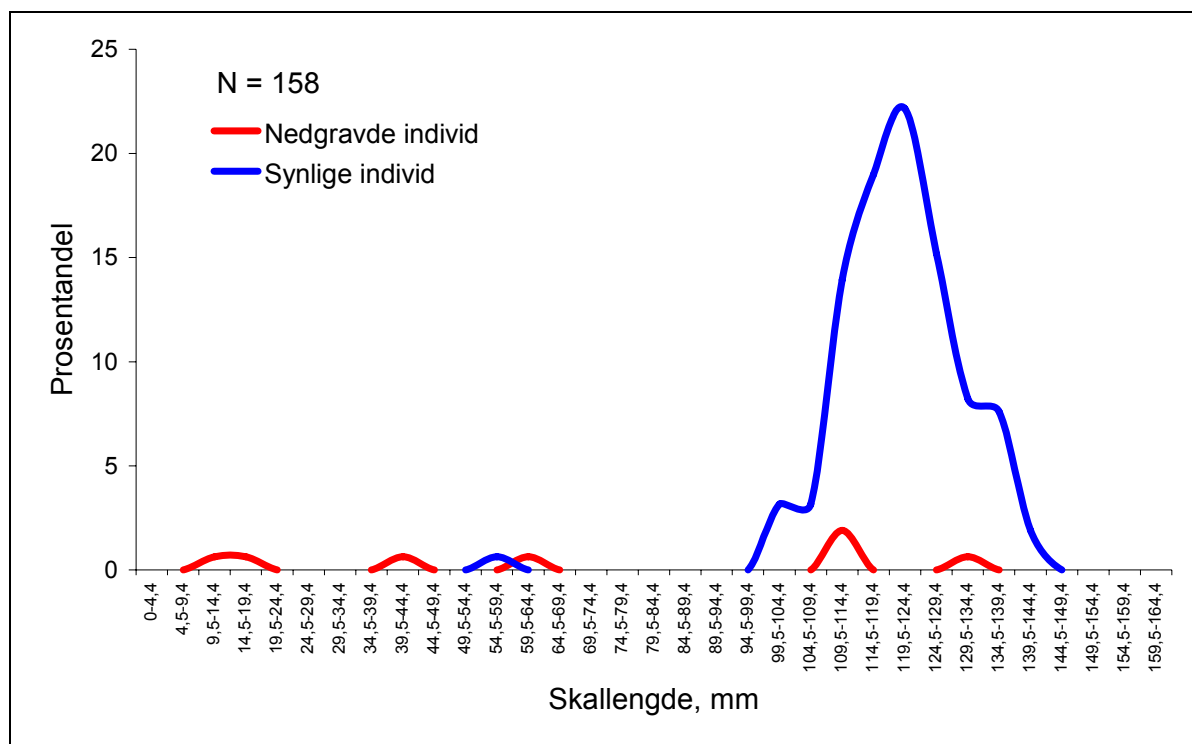
#### 4.3.3 Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Simoa fra Solevatn til nedenfor Kolsrud er beregnet til 808.000 m<sup>2</sup> når vi utelater innsjøen Soneren. Strekning 2 mellom Solevatn og Soneren utgjør 360.000 m<sup>2</sup> av dette, mens strekning 3 mellom Soneren og Kolsrud utgjør 448.000 m<sup>2</sup>. Dette er basert på elvelengder på henholdsvis 12 og 12,8 km på de to strekningene og en gjennomsnittlig bredde på henholdsvis 30 og 35 m. Den gjennomsnittlige bredden er funnet ved ca 280 målinger basert på oversiktsbilder fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no) (målestokk 1: 1667). Målingene er basert på en moderat vannføring, og vanndeckt areal var større enn det som ble observert i juli 2006.

En gjennomsnittlig tetthet på 2,7 muslinger pr. m<sup>2</sup> basert på transekttellinger eller 8,1 muslinger pr. minutt søketid ved fritellingene (= 2,7 muslinger pr. m<sup>2</sup>) gir en total bestand på mellom 2,1 og 2,2 million elvemusling i Simoa. Dette estimatet er imidlertid usikkert av flere grunner. For det første er tetthetsdataene usikre; arealet som ble undersøkt var lite. Transektene utgjorde bare 0,2 % av arealet, og selv om fritellingene dekket litt mer enn en kilometer av elvestrengen var det likevel bare ca 4,0 % av elveløpet. Men en stor feilkilde utgjør også arealberegningene som ikke er beregnet med hensyn til hva som faktisk er vanndeckt areal på laveste vannføring om sommeren, eller hvor mye av arealet som fryser til om vinteren. De delene av elva der vi ikke ville forvente å finne muslinger er ikke undersøkt (for eksempel fosser og stryk og områder

med uegnet substrat), og det er ikke korrigert for dette. Men på den annen side vil alle beregninger av bestandsstørrelse basert på synlige individer underestimere antall muslinger som faktisk er tilstede. I de tre flatene som ble gravd ut i forbindelse med lengmålning av muslinger fant vi at mellom 1 og 9 % av muslingene var nedgravd. Dette ga et gjennomsnitt på 3,7 %. Legger vi til grunn dette resultatet vil det tilsvare et tillegg på nær ett hundre tusen individ i Simoa. Fordeles disse med en gjennomsnittlig tetthet på 2,7 muslinger pr. m<sup>2</sup> tilsvarer det et areal på ca 37.000 m<sup>2</sup> - eller en stripe på ca 1,5 m bredde langs hele elveløpet. Dette kompenserer for noe av den usikkerheten som ligger inne i arealberegningen.

Andelen nedgravde individ blir større jo større andelen er av små muslinger i vassdraget (Young m.fl. 2001). Det var generelt få individ mindre enn 90 mm i Simoa, men de tre minste individene som ble funnet på de utgravde arealene var alle nedgravd i substratet (**figur 18**). I vassdrag som inngår i det nasjonale overvåkingsprosjektet i Norge har andelen nedgravde muslinger variert mellom 6 og 66 % med et gjennomsnitt på 34 % (Larsen m.fl. 2007). Andelen nedgravde muslinger i Simoa var vesentlig lavere enn dette. Dette kan være et tegn på at det generelt er få unge individ, men også at substratet har liten oksyngjennomstrømning på grunn av eutrofiering og nedslamming.



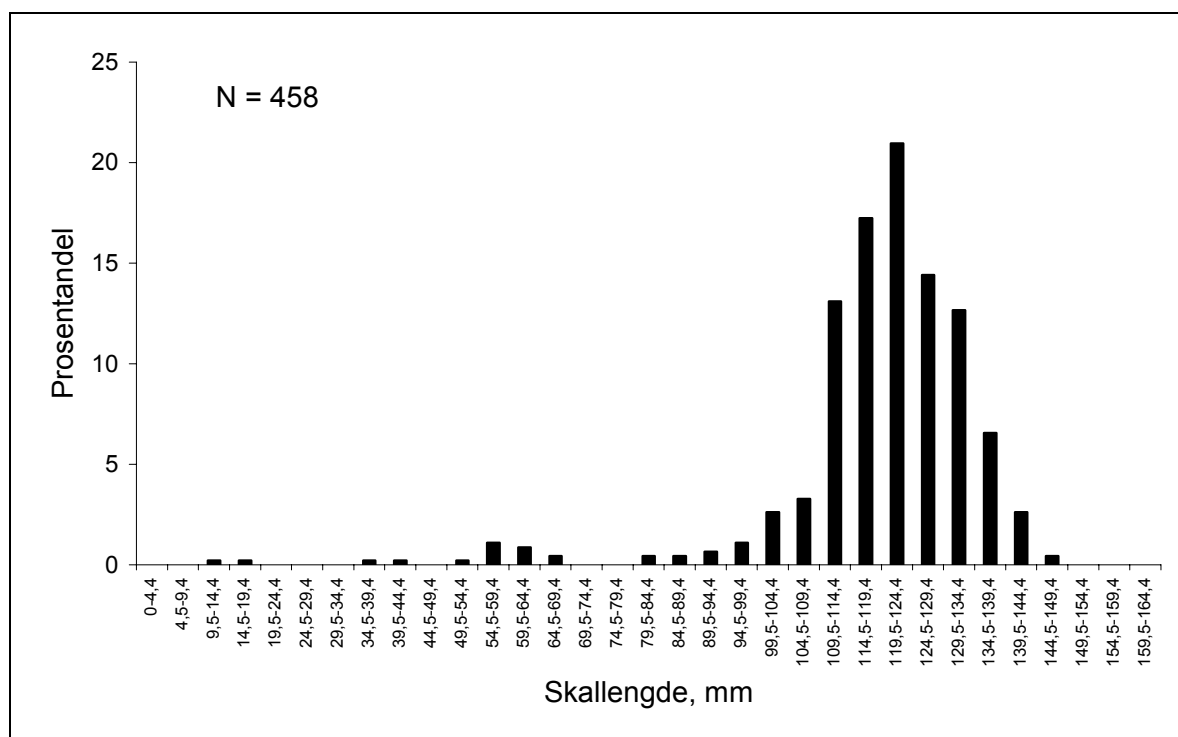
**Figur 18.** Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Simoa i juli 2006.

#### 4.3.4 Lengdefordeling

Skallengden varierte fra 10 til 149 mm hos levende elvemusling i Simoa i juli 2006. Utenom det tilfeldige utvalget til lengdefordelingen var den største muslingen som ble funnet 151 mm. Hovedvekten av muslingene var 110-135 mm (**figur 19**), og gjennomsnittslengden var 119 mm (N = 458; SD = 17). Det ble funnet bare fire individ som var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde mindre enn 1 % av de lengdemålte individene i 2006. Av disse var det imidlertid to individ som var mindre enn 20 mm.

Den "minste" muslingen som ble funnet ble lengdemålt på 11 av de 21 stasjonene som ble undersøkt mellom Solevatn og Kolsrud (**tabell 7**). En av de ti resterende stasjonene hadde ikke

levende musling, og på de ni andre ble det ikke observert muslinger som pekte seg ut som spesielt små. Det er ensbetydende med at det ikke ble sett muslinger mindre enn ca 90 mm på disse stasjonene. Det ble til sammen observert åtte muslinger som var mindre enn 50 mm.



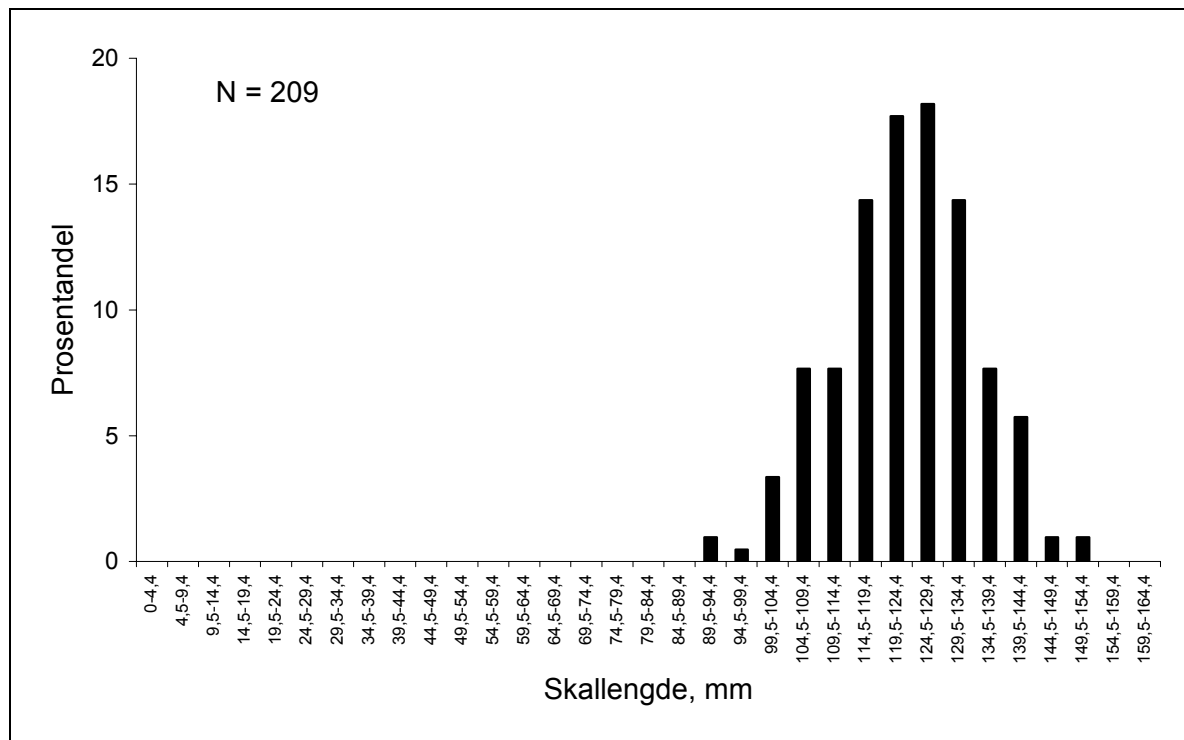
**Figur 19.** Lengdefordeling av levende elvmusling fra Simoa i juli 2006.

**Tabell 7.** Lengdemåling av "minste" musling funnet ved direkte observasjon i ulike deler av Simoa i juli 2006. Muslingene er samlet tilfeldig inn i forbindelse med undersøkte transekter eller ved fritellingene på stasjonene.

Stasjon	Skallengde, mm	Stasjon	Skallengde, mm
203	54,5 <sup>1</sup>	303	77,2
204	37,0	305	49,9
205	48,6	306	56,9
206	43,3	307	52,2
207	46,0	308	50,4
210	50,8		

<sup>1</sup> Muslinger mindre enn 20 mm funnet ved graving i substratet

I 1995 var minste synlige musling 69 mm lang (Larsen m.fl. 1995). I 2006 var 16 av muslingene i lengdefordelingen mindre enn 70 mm (3,5 % av totalantallet, **figur 19**). Fem individ var riktignok nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon (jf. **figur 18**). Men det ble i tillegg funnet flere synlige muslinger som var mellom 40 og 70 mm lange i transektene og ved fritellingene på stasjoner fordelt i hele vassdraget (jf. **tabell 7**).



**Figur 20.** Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Simoa i juli 2006.

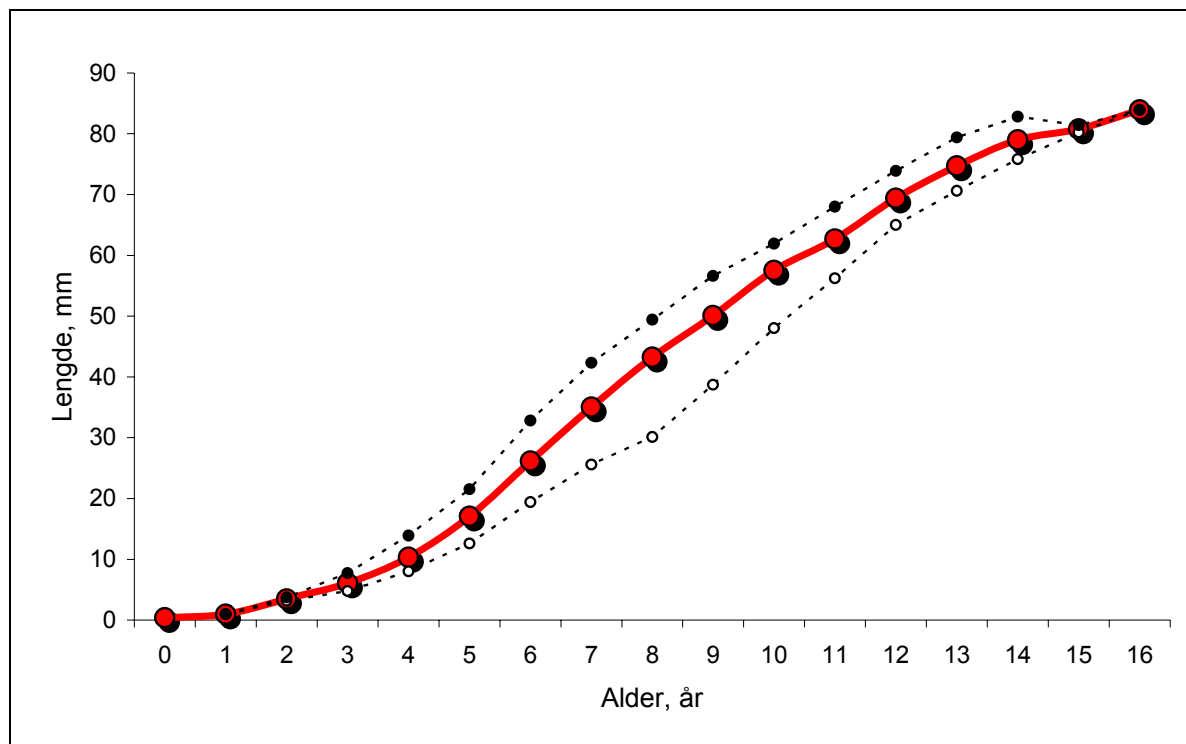
Det ble telt mer enn ti tusen levende elvemuslinger og nær ett tusen tomme skall til sammen på alle stasjonene i Simoa i 2006. Tomme skall utgjorde i gjennomsnitt 8,9 % av alle muslinger (jf. **figur 17**). Selv om vi tar i betraktning at dette representerer dødeligheten over flere år var andelen høyere enn forventet. Tomme skall som ble funnet i Simoa varierte i lengde mellom 90 og 151 mm (**figur 20**) med et gjennomsnitt på 123 mm ( $N = 11$ ;  $SD = 209$ ). Gjennomsnittslengden var litt større enn det som ble funnet for de levende individene. De fleste individene var 115-135 mm lange, og høy alder er en naturlig dødsårsak for mange av disse. Men nedenfor Soneren var det en betydelig overdødelighet som må ha andre årsaker. Perlefiske var utbredt fram til ca 1980 på denne strekningen, men det er ingen opplysninger om at dette skal utgjøre noen trussel i våre dager.

#### 4.3.5 Alderssammensetning og vekst

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling i Simoa i denne undersøkelsen. Noen muslinger (mindre enn 90 mm) ble imidlertid samlet inn for nærmere undersøkelser. Dette ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 16-årsalder (**figur 21**). Den innerste delen av skallet ved umbo blir tidlig erodert hos elvemusling slik at de første vintersonene ikke lenger kan gjenfinnes i skallet. Det kan derfor være vanskelig å vite nøyaktig hvor mange vintersoner som skal legges til det antall som blir observert.

Veksten var svært god på de unge individene som ble samlet inn i Simoa i 2006, og årlig tilvekst fra muslingene var fire år til de ble 14 år var 4-9 mm. Den minste muslingen som ble funnet hadde tre vintersoner i skallet. Gjennomsnittlig lengde for fem år gamle muslinger var 17 mm. Når muslingene var 10 år var de allerede mellom 48 og 62 mm, og gjennomsnittlig lengde var 58 mm. I lengdefordelingen var åtte muslinger (1,7 %) mindre enn dette. Muslingene i Simoa hadde en skallengde på ca 80 mm når de var 15 år gamle, men da avtok den årlige tilveksten til 2-3 mm. Antar vi at tilveksten er om lag 10-15 mm til sammen fra muslingene er 15 til de blir 20 år, vil muslingene ha

en skallengde på 90-95 mm når de er 20 år gamle. Dette betyr at om lag 5 % av muslingene i Simoa var yngre enn 20 år i 2006.



**Figur 21.** Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Simoa fram til 16-års alder. Stiplede linjer angir største og minste muslinger i de ulike aldersgrupper. Skallene var erodert ved umbo slik at de første vintersonene ikke lenger kunne bestemmes med sikkerhet på muslinger eldre enn fire år.

Elvemusling har en relativt lav vekst i de første leveårene mens den lever nedgravd i substratet. Men når den kommer opp fra bunnssubstratet øker veksten og den vokser raskt i årene fram til kjønnsmoden alder. Når muslingen er 70-100 mm avtar lengdeveksten og økningen i vekt dominerer veksten (se Larsen m.fl. 1995). Ettersom muslingen vokser eroderer skallet ved umbo, og de tidligst avsatte vintersonene forsvinner. Dette gjør at veksten ofte overestimeres i de første årene. Veksten varierer imidlertid betydelig fra elv til elv, og det er store forskjeller i en nord-sør gradient, men også lokalt mellom elver. Ti år gamle muslinger kan være alt fra 13 mm i Karpelva i Finnmark (Larsen & Aspholm 2007) til 26 mm i Roksdalsvassdraget i Nordland (Larsen & Berger 2007), 48 mm i Oga i Rogaland (B.M. Larsen upublisert materiale) og, som vi har vist, 58 mm i Simoa i Buskerud.

Elvemuslinger fra Simoa som var mellom 3 og 16 år i 2006 vokste raskere enn det som er funnet i de fleste andre vassdragene som er undersøkt i Norge. Veksten var også vesentlig bedre enn det som ble funnet hos 15-20 år gamle muslinger fra Simoa i 1995 (jf. Larsen m.fl. 1995). En ny gjennomgang av materialet fra 1995 bekreftet i store trekk det som ble funnet tidligere. Muslingene som ble undersøkt i 1995 vokste opp i vassdraget på 1980-tallet eller på slutten av 1970-tallet. Når disse muslingene var 10 år gamle var de mellom 32 og 42 mm, og gjennomsnittlig lengde var 36 mm. Muslinger som ble undersøkt i 2006 vokste opp i vassdraget på 1990-tallet. Selv om aldersbestemmelse som baserer seg på telling av vintersoner i skallet er en usikker metode ble det funnet det samme vekstmønsteret hos flere muslinger, og ti år gamle muslinger var i gjennomsnitt 22 mm lenger i 2006 sammenlignet med tilbakeberegninger gjort i 1995. Denne vekstforskjellen kom av en betydelig bedre vekst i de første årene etter at muslingene hadde kommet

opp fra grusen; fra fem- til åtte-årsalder. I materialet fra 1995 var den gjennomsnittlige årlige tilveksten 3-5 mm i disse årene. I materialet fra 2006 var tilveksten 7-9 mm. Fra ni-årsalder var den årlige tilveksten den samme i de to undersøkelsene; 4-7 mm og langsomt avtagende med økende alder. Denne endringen i veksthastighet har medført at muslingene når en skallengde på 50 mm når de var ni år i 2006, men først når de var 12 (-13) år i 1995.

#### 4.3.6 Reproduksjon og rekruttering

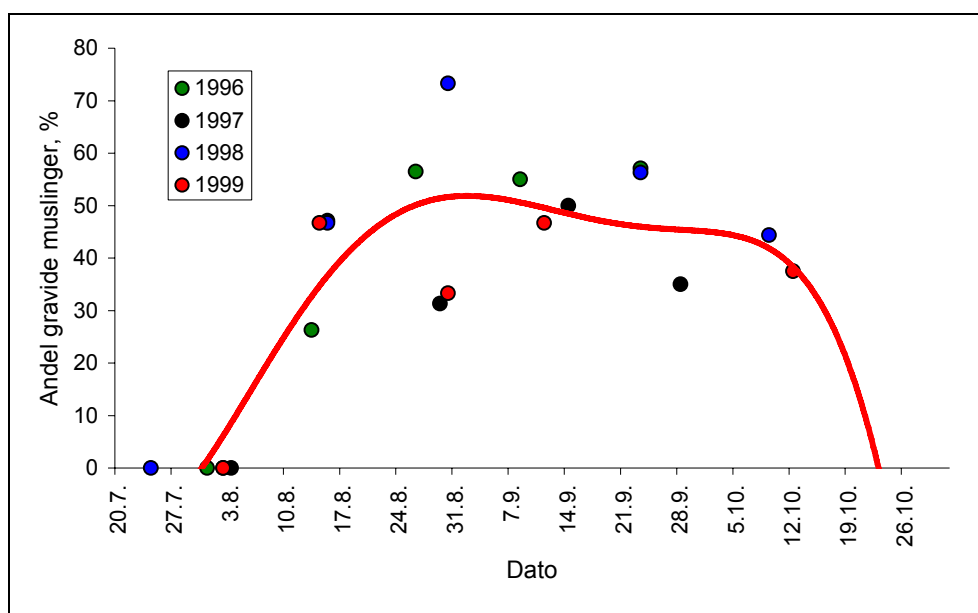
Selv om de minste muslingene kan være vanskelige å finne, reproducerer de voksne individene normalt. Det ble ikke undersøkt for mulig graviditet i Simoa i 2006, men i perioden 1996-1999 finnes det årlige undersøkelser av graviditetsfrekvensen gjennom hele høsten på Solemoa (**tabell 12**). Vi har lite informasjon om variasjonen innad i vassdraget, men i september 1996 ble det i tillegg til Solemoa kontrollert muslinger fra Kolsrud. Graviditetsfrekvensen var om lag 50 % på begge steder (**tabell 12**), og det er ingen ting som tyder på at det ikke er normal reproduksjon i hele vassdraget.

**Tabell 12.** Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Simoa i 1996-1999. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt. i.u. = ikke undersøkt.

År	Dato	Stasjon	L (± SD), mm	N	Graviditet %
1996	31.7.	Solemoa	i.u.	20	0
	13.8.	Solemoa	117,7 ± 12,0	19	26,3
	26.8.	Solemoa	112,6 ± 11,5	23	56,5
	8.9.	Solemoa	107,4 ± 13,5	20	55,0
	8.9.	Kolsrud	124,9 ± 8,2	21	47,6
	23.9.	Solemoa	111,6 ± 13,2	21	57,1
1997	3.8.	Solemoa	110,5 ± 10,8	20	0
	15.8.	Solemoa	117,4 ± 14,5	17	47,1
	29.8.	Solemoa	118,2 ± 9,6	16	31,3
	14.9.	Solemoa	113,0 ± 9,5	16	50,0
	28.9.	Solemoa	119,0 ± 11,0	20	35,0
	24.7.	Solemoa	113,2 ± 10,9	18	0
1998	2.8.	Solemoa	115,7 ± 10,6	15	0
	15.8.	Solemoa	118,4 ± 11,6	15	46,7
	30.8.	Solemoa	110,6 ± 15,2	15	73,3
	23.9.	Solemoa	114,9 ± 9,1	16	56,3
	9.10.	Solemoa	117,3 ± 10,7	18	44,4
	2.8.	Solemoa	112,5 ± 11,0	15	0
1999	14.8.	Solemoa	112,3 ± 13,8	15	46,7
	30.8.	Solemoa	112,5 ± 11,8	15	33,3
	11.9.	Solemoa	121,4 ± 10,9	15	46,7
	12.10.	Solemoa	119,0 ± 10,4	8	37,5

Muslinger med egg og nylig befruktete egg ble funnet fra begynnelsen/midten av august (**figur 22**). Disse utviklet seg videre til umodne larver som ble funnet fra slutten av august og utover mot midten av september. Fullt utviklet var larvene fra midten av september. De ble likevel ikke sluppet ut før tidligst i slutten av september, og normalt var det fortsatt gravide muslinger helt fram mot midten av oktober i Simoa. Elvemuslingen i Simoa oppbevarte muslinglarvene lenger i gjellene enn hva som er vanlig i andre vassdrag (eksempelvis Sørkedalselva i Oslo, B.M. Larsen upublisert materiale). Graviditetsperioden i Simoa varte i nesten to måneder, men dette varierte noe mellom år. I 1997 så det ut til at andelen gravide muslinger begynte å avta i slutten av september, mens det i 1998 og 1999 ikke skjedde noe før i midten av oktober. Vekst og modning av muslinglarvene er i stor grad temperaturavhengig, og sommeren 1997 var vesentlig varmere enn de andre årene (jf. **figur 9**).





**Figur 22.** Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Simoa i 1996-1999. Den heltrukne linjen er det gjennomsnittlige forløpet av graviditeten hos elvemusling i Simoa basert på enkeltobservasjonene i 1996-1999.

Larsen m.fl. (1995) skriver at det var små ansamlinger av muslinglarver i gjellene på elvemusling i slutten av juli 1995 i Simoa. Det ble antatt at tømningen av larver på det nærmeste var avsluttet på det tidspunktet. Ny kunnskap og en ny gjennomgang av materialet fra 1995 har vist at dette var ubefruktede egg som i små mengder var i ferd med å fylle opp gjellene. Det betyr altså at elvemuslingen i enkelte år har en begynnende graviditet allerede fra slutten av juli i Simoa. Det ble påvist egg i gjellene hos 9 % av muslingene ved Solemoa og 26 % av muslingene ved Velstad 18.-20. juli 1995 (Larsen m.fl. 1995).

Gjennomsnittlig graviditetsfrekvens var ca 50 % i september i Simoa uavhengig av år. Fra Tyskland regner man med at gjennomsnittlig graviditetsfrekvens i en intakt populasjon bare er om lag 30 % (Bauer 2001). Andelen gravide hunner vil variere fra år til år avhengig av individenes kondisjon, og "overskudd" til å produsere egg. I Norge er det funnet at graviditetsfrekvensen kan variere fra 33 til 100 % avhengig av vassdrag og år (Larsen m.fl. 2007). I tynne bestander kan forekomsten av hermafroditter være høy, og graviditetsfrekvensen kan bli høyere enn forventet (Bauer 1987a).

## 5 Oppsummering

Utviklingen av elvemuslingbestanden i Simoa ble beskrevet som negativ på midten av 1990-tallet (Larsen m.fl. 1995). Det var høy dødelighet av muslinger, spesielt på strekningen nedenfor Prestfoss. Men bestanden i hele elva bestod av store og gamle individ fordi rekrutteringen hadde vært dårlig i lang tid, og antatt å ha opphørt nesten fullstendig i løpet av 1970-tallet. Forsuring, eutrofiering og nedslamming av elvebunnen syntes å være de viktigste årsakene til dette. I tillegg kunne en lav tetthet av ørret gi en lavere rekruttering enn forventet da muslingene er avhengig av ørret som vertsfisk for larvene sine.

Det vakte derfor stor interesse da det sommeren 2005 ble funnet muslinger som var helt ned mot 40-50 mm, og mindre enn noe individ man hadde sett på lenge i Simoa. Funn av muslinger mindre enn 50 mm har vært brukt som et mål på at det har forekommet rekruttering i de siste årene (Henrikson m.fl. 1998). Var dette tilfellet i Simoa, og hva hadde i så fall forårsaket denne endringen?

Det finnes elvemusling i Simoa fra innløpet til Solevatn og nesten ned til Åmot (Blaafargeværket); en elvestrekning på ca 39 km når vi ser bort fra innsjøene. Det viktigste utbredelsesområdet er imidlertid på den 12 km lange strekningen mellom Solevatn og Soneren. I 2006 ble det funnet en gjennomsnittlig tetthet på 2,7 muslinger pr. m<sup>2</sup> i vassdraget. Det var størst antall elvemusling på strekningen fra Solemoa til Hagavoll og nedenfor Kolsrudfossen. Det var bare små forskjeller i tettheten og fordelingen av muslinger innad i vassdraget sammenlignet med kartleggingen i 1995. Stasjonsvalget var litt forskjellig i 1995 og 2006, og metoden er ikke nøyaktig nok til å kunne si noe sikkert om det hadde blitt flere eller færre muslinger i løpet av de siste 11 årene. Men det var fortsatt en stor bestand av elvemusling i Simoa, og et grovt estimat anslo bestanden til mer enn to millioner individ.

I motsetning til i 1995 da den minste muslingen som ble funnet var 69 mm lang, ble det i 2006 funnet en musling som bare var 10 mm lang. I 2006 var 15 av muslingene i lengdefordelingen mindre enn 70 mm (3,5 % av totalantallet). Enkelte av de små muslingene var riktignok nedgravd i substratet, og ikke synlig ved direkte observasjon. Men det ble i tillegg funnet flere synlige muslinger som var mellom 40 og 70 mm lange i transektene og ved fritellingene på stasjoner fordelt i hele vassdraget.

Den minste muslingen som ble funnet hadde tre vintersoner i skallet. Når muslingene var 10 år var de gjennomsnittlig 58 mm lange. Alle muslinger som var mindre enn 70 mm var "født" i Simoa i 1995 eller senere. Muslinger som hadde en skallengde på 90-95 mm var anslagsvis 20 år gamle. Dette betydde at om lag 5 % av muslingene i Simoa var yngre enn 20 år i 2006. Veksthastigheten hadde økt i Simoa i de siste årene, og ti år gamle muslinger var i gjennomsnitt 22 mm lenger i 2006 sammenlignet med tilbakeberegninger gjort i 1995. Denne vekstforskjellen kom av en betydelig bedre vekst i de første årene etter at muslingene hadde kommet opp fra grusen; fra fem- til åtte-årsalder.

Muslingene som ble undersøkt i 1995 (15-20 år gamle) vokste opp i vassdraget på 1980-tallet eller på slutten av 1970-tallet. Muslinger som ble undersøkt i 2006 (mellom 3 og 16 år gamle) vokste opp i vassdraget på 1990-tallet. Mange miljøfaktorer virker inn på veksthastigheten, og generelt nevnes vanntemperatur, vannkvalitet, næringstilgang, substrat, vannhastighet, lys, dyp og populasjonstetthet (bl.a. Seed 1980). Av disse vil temperatur (jf. **figur 9**), vannkvalitet og nærings-tilgang være de faktorene som kan ha variert mest over tid i Simoa. Undersøkelser i Sverige har vist at forsuring på den ene siden og effekten av kalking på den annen side tydelig kan leses i skalltilveksten og i frekvensen av vekstforstyrrelser (bl.a. Dunca 1999, Mutvei & Westermarck 2001). Forsuringsepisodene har avtatt i Simoa fra 1980-tallet til 1990-tallet, og kan være en av faktorene som har gitt muslingene bedre vekst. Bedre vannkvalitet kan også ha gitt seg utslag i kvaliteten på næringen.

I øvre del av Simoa var forsuring (lav pH og liten bufferevne) et problem tidligere. Sure episoder under snøsmeltingen om våren eller i perioder med mye nedbør forsterket effekten av forsuringen,

og kunne i verste fall forårsake fiskedød. Når man i tillegg vet at de fleste arter av snegler og småmuslinger er mer forsuringfølsomme enn fisk, og forsvinner når pH blir lavere enn 6,0 (Økland & Økland 1986) kan dette også gi effekter spesielt hos unge elvemuslinger (Heming m.fl. 1988). Forsuringseffekter på elvemusling er påvist både i Norge og Sverige (Dolmen & Kleiven 2004, Henrikson 1996). Gjennomsnittlig pH på lokaliteter der elvemuslingen ikke lenger ble funnet var signifikant lavere enn på de lokaliteter der arten fortsatt fantes. Forsøk i Sverige har vist at elvemuslingen har større overlevelse i kalkede vassdrag (Henrikson 1996). I Norge er det beskrevet vellykket reetablering av elvemusling i Ogna på Jæren etter at vassdraget ble kalket (Larsen m.fl. 2006).

Kalkingstiltakene i nedbørfeltet til Simoa har hatt en positiv effekt på vannkvaliteten i hovedvassdraget i løpet av perioden 1982-2006. På 1980-tallet kunne pH variere mye, og episoder med pH <5,5 var vanlig i løpet av året. Når muslinger utsettes for surt vann opprettholder dyrene en gradient mellom pH i kappehulens væske og pH i vannet omkring (Heming m.fl. 1988). H<sup>+</sup>-ionene blir nøytralisert (buffret) på bekostning av CaCO<sub>3</sub>-reservene i muslingen. Forskjellen mellom opptak og tap av kalsium forskyves i en negativ retning når pH i vannmassen blir for lav (pH = 5,25), og det skjer en gradvis utarming av dyrenes kalsiumreserver. Effekten av pH på kalsium-regnskapet har større negativ påvirkning hos unge individ når skalltilveksten er på sitt høyeste. I de siste ti årene har variasjonen i pH blitt mindre i Simoa, og det er ikke notert pH <5,8 i årene etter 1995. Dette har også ført til at de lave alkalitet-verdiene som var vanlige på 1980-tallet er borte. De siste årene har alkaliteten hele tiden vært >20 µekv/l. I 16 vassdrag med elvemusling i det nasjonale overvåkingsprogrammet varierte gjennomsnittet av pH i de ulike vassdragene mellom 6,52 og 7,73 (Larsen m.fl. 2007). Dette viser at Simoa fortsatt har lavere pH-verdier enn det som er funnet i mange andre muslingvassdrag. Tiltak mot forsuring synes derfor å være nødvendig fortsatt slik at man i framtida kan unngå pH-verdier lavere enn 6,0.

Men det er ikke bare pH i seg selv som er viktig; økte metallkonsentrasjoner og lavt kalsiuminnhold er medvirkende faktorer. Ved lav pH løses også mer aluminium, sink, nikkel og flere andre stoffer i vannet. Hos *Anodonta* (dammusling) fant Huebner & Pynnönen (1992) en avtagende levedyktighet hos muslinglarvene ved lav pH og/eller høye aluminiumskonsentrasjoner. V. Ziuganov m.fl. (upublisert materiale) mener at elvemuslingens larver er spesielt følsomme for lave pH-verdier. Ved en kjemisk behandling med aluminiumfosfat for å fjerne parasitten *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdraget i 2006, var overlevelsen til muslinglarvene vesentlig lavere enn normalt (B.M. Larsen upublisert materiale). Det var antatt at forhøyede aluminiumskonsentrasjoner reduserte muslinglarvenes vitalitet og mulighet til å infisere laks eller ørret på en normal måte. Antall muslinglarver på gjellene til ørret i Simoa (spesielt i 2007, men også i 1996 og 1997) var lavere enn forventet. Det kan tenkes at dette skyldes dårlig vannkvalitet om høsten når muslinglarvene slippes ut i vannet (slutten av september – slutten av oktober).

Jordbruksavrenning, og særlig lekkasje av næringsstoffene nitrogen og fosfor samt utslipp av organisk stoff som havner i hovedvassdraget, vil virke negativt på vannkvaliteten. Foruten tilførsel fra landbruksarealer tilføres fosfor og nitrogen også gjennom naturlig tilsig fra skog, myr og utmark samt utslipp fra industri og bosetting. En slik overgjødning medfører algevekst og begroing. I den stilleflytende delen av Simoa nedenfor Prestfoss har det i perioder med lav vannføring og høy temperatur vært tegn til økende begroing (Tysse 1994). Når planter og dyr dør og senere råtner, brytes det organiske stoffet ned under forbruk av oksygen. Dette gir en økt sedimentering av partikler som gjør at elvebunnen blir tilslammet. Eutrofiering sammen med stor partikkeltransport var derfor antatt å være en viktig årsak til nedgangen i bestanden av elvemusling i Simoa.

Bakgrunnsverdien for total nitrogen og fosfor er vurdert til henholdsvis 200 µg/l og 5-8 µg/l i Simoa. Disse verdiene blir fortsatt oversteget i nedre del av vassdraget, men forholdene er bedre ved utløpet av Solevatn. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total nitrogen og fosfor for perioden 1995-2006 var henholdsvis 192 µg/l og 6 µg/l ved utløpet av Solevatn. Til sammenligning var konsentrasjonene henholdsvis 544 µg/l og 16 µg/l ved Åmot. I henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen m.fl. 1997) var vannkvaliteten "meget god" ved utløpet av Solevatn, men "mindre god" ved Åmot med hensyn til næringssalter.

Det er spesielt de unge muslingene som forsvinner ved høye tilførsler av næringssalter. Elvemuslingen lever de første årene nedgravd i elvegrusen, og de unge muslingene er avhengig av god vanngjennomstrømning i substratet. De kan bare overleve i områder med lavt innhold av organisk materiale (Bauer 1988). I vassdrag med elvemusling er det foreslått at tilførselen av næringsstoff ikke må overstige 5 µg/l når det gjelder total fosfor og 125 µg/l for nitrat ([www.friendsoftheireishenvironment.net](http://www.friendsoftheireishenvironment.net) 2007). Det er bare ved utløpet av Solevatn at tilførselen av næringsstoff (oppgitt som gjennomsnitt for perioden 1995-2006) er på samme nivå eller noe lavere enn de angitte verdiene. Men variasjonen gjennom året og mellom år gjør likevel at tilførselene i perioder er betydelig overskredet. Ved Soneren er tilførselen av næringsstoff på samme nivå eller noe høyere enn de angitte verdiene. Ved Åmot derimot er tilførselen av næringsstoff hele tiden høyere enn de anbefalte verdiene. Dette betyr at det ikke kan forventes å finne unge muslinger ved Åmot selv om tilførselen av fosfor har avtatt de siste årene. Høyere opp i vassdraget har det bare vært små endringer i tilførselen av næringssalter fra begynnelsen av 1980-årene til i dag, men i områder med god vanngjennomstrømning finner vi likevel potensielle oppvekstområder for små muslinger. Vannkvaliteten er imidlertid nær den antatte toleransegrensen, og det er lite som skal til for at rekrutteringen mislykkes helt i enkelte år. Det må derfor fortsatt fokuseres på tiltak som begrenser den menneskeskapte tilførselen av næringsstoffer og organisk materiale til et minimum.

Vannets turbiditet, som uttrykker graden av uklarhet eller grumsethet som skyldes suspenderte partikler, viser også klart forskjellen i vannkvalitet ved Åmot og i resten av vassdraget. Ved Åmot er vannkvaliteten "dårlig" i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen m.fl. 1997). Ved innløp og utløp av Soneren og Solevatn derimot er vannkvaliteten "god". I 16 vassdrag med elvemusling i det nasjonale overvåkingsprogrammet varierte gjennomsnittet av turbiditeten i de ulike vassdragene mellom 0,46 og 2,59 (Larsen m.fl. 2007). Dette bekrefter at de øvre delene av Simoa har god vannkvalitet med hensyn til turbiditet sammenlignet med andre vassdrag med elvemusling. Ved Åmot derimot var gjennomsnittet for årene 1982-1992 (2,9 FTU) og 1995-2006 (3,8 FTU) høyere enn alle vassdragene i overvåkingsprogrammet.

Fertiliteten til elvemuslingen er ifølge Bauer (1987b) overraskende uavhengig av miljøforholdene. Dette indikerer at alle populasjoner vil kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen opphører. Det ble påvist muslinglarver hos om lag halvparten av muslingene i Simoa om høsten. Fertiliteten var derfor god og tilfredsstillende. Men etter at muslinglarvene er sluppet ut i vannet om høsten må de i løpet av en til noen få dager komme i kontakt med gjellene på en fisk, ellers dør de (Jansen m.fl. 2001).

Hvor mange muslinglarver som oppnår å feste seg til en ørret er også avhengig av tettheten av ørret. Overlevelsen til muslinglarvene påvirkes derfor indirekte når tettheten av vertsfisk er lav. I Simoa var ørretbestanden tett og rekrutteringen god i følge Garnås & Fjeldseth (1995), men dette var i første rekke knyttet opp mot innsjøene i vassdraget. Våren 2007 var tettheten av ørretunger bare 8 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i selve Simoa. Tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov m.fl. 1994). Det er bare så vidt dette oppfylles, og antall vertsfisk kan være begrensende for rekrutteringen av elvemusling i Simoa. Tiltak som er med på å forsterke den opprinnelige ørretbestanden vil derfor indirekte også styrke bestanden av elvemusling. Ørekyte er imidlertid en konkurrent til ørreten i Simoa (jf. Garnås & Fjeldseth 1995). I enkelte områder med mye ørekyte har ikke muslinglarvene noen reell vertsfisk til larvene sine, og dette reduserer rekrutteringen betydelig i deler av Simoa.

Det var generelt lite muslinglarver på gjellene til ørret i Simoa. Det finnes data fra 1996-1999 og 2007. Infeksjonen av muslinglarver var høyest i 1998, da 80 % av de ettårige ørretungene ved Solemoa var infisert med 36 muslinglarver i gjennomsnitt på våren. Lavest var infeksjonen i 2007 da 59 % av de ettårige ørretungene var infisert med bare 4 muslinglarver i gjennomsnitt. Andelen ørret som var infisert var lavere i andre deler av vassdraget i 2007, men intensiteten var relativt lik. Tar vi utgangspunkt i tettheten av ettårige og toårige ørretunger som våren 2007 hadde henholdsvis 1,7 og 0,1 muslinglarve i abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk som ble

undersøkt) finner vi at det bare var om lag 10 muslinglarver til sammen på denne ørreten innenfor et areal på 100 m<sup>2</sup> i Simoa. Teoretisk produksjon av muslinglarver innenfor det samme arealet høsten 2006 var imidlertid i underkant av 400 millioner muslinglarver! (Dette er basert på følgende forutsetninger: 1) gjennomsnittlig tetthet på 2,7 muslinger pr. m<sup>2</sup>, 2) 5 % av disse er under kjønnsmoden alder, 3) 50 % av de resterende muslingene er gravide og 4) hver voksen musling produserer i gjennomsnitt 3 millioner muslinglarver.) Young & Williams (1984) fant 426 muslinglarver til sammen på ørretunger innenfor et areal på 100 m<sup>2</sup> i en skotsk elv (Stac Burn), men tettheten både av ørret og muslinger var høyere slik at tallet er ikke direkte sammenlignbart med det som ble funnet for Simoa. Andelen muslinglarver som overlevde fra gyting om høsten til fullt utviklede larver på fisken om våren var  $2,1 \cdot 10^{-5}$  % i Stac Burn. I Simoa fant vi at overlevelsen var  $2,5 \cdot 10^{-6}$  %; en overlevelse som var ti ganger lavere. I Simoa var det derfor et misforhold mellom antall muslinglarver som ble sluppet ut i vannmassen høsten 2006 og det som ble gjenfunnet på ørretungene våren 2007.

Den neste kritiske fasen i elvemuslingens livssyklus er perioden etter at muslingen har sluppet seg av fisken og skal etablere seg i grusen (bl.a. Bauer 1989, Jansen m.fl. 2001). Young & Williams (1984) estimerte at 95 % av muslingene døde i de første 5-8 årene, og små endringer i miljøet kunne øke dødeligheten ytterligere. Tar vi utgangspunkt i regnestykket ovenfor vil den lave abundansen i 2007 bare gi opphav til 0,5 muslinger pr. 100 m<sup>2</sup> etter 5-8 år. Dette tilsvarer en tilvekst på 0,2 % pr. år, som er altfor lavt til å opprettholde antall muslinger på arealet. Gitt en levealder på elvemuslingen i Simoa på 100-150 år må årlig tilvekst være ca 1 % (opphav til 2,5 muslinger pr. 100 m<sup>2</sup>) for å opprettholde dagens tetthet. Forutsetter vi fortsatt at 5 % av muslinglarvene overlever de første kritiske årene i substratet (Young & Williams 1984) må det produseres 50 muslinglarver til sammen pr. 100 m<sup>2</sup> elveareal for å oppnå status quo. Dette er fem ganger mer enn det som ble produsert våren 2007. Dette forutsetter imidlertid en optimal vannkvalitet, og dødeligheten i substratet er sannsynligvis mye høyere enn de estimerte 95 % i Simoa. Det er fortsatt slik at små negative endringer i vannkvalitet kan slå ut hele årsklasser.

I utgangspunktet er alle gjenværende populasjoner av elvemusling verneverdige. Det er foreslått en modell for å bedømme verneverdien av ulike lokaliteter (Söderberg 1998) med senere modifikasjoner (Larsen & Hartvigsen 1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 20 mm og andel muslinger mindre enn 50 mm), og det gis 0-6 poeng innenfor hvert kriterium. Samlet poengsum plasserer muslingpopulasjonen innenfor en av tre klasser av verneverdi: Klasse I – verneverdig (1-7 poeng), klasse II – høy verneverdi (8-17 poeng) og klasse III – meget høy verneverdi (18-36 poeng).

Simoa oppnår 21 poeng etter denne modellen i 2006. Dette er en økning fra 15 poeng i 1995, og Simoa går fra klasse II til klasse III, og vassdraget har nå en meget høy verneverdi for elvemusling (**tabell 12**). Det er forekomsten av unge muslinger som øker vassdragets verdi. Reproduserende bestander er sjeldne, og vassdrag som har en naturlig tilvekst av unge muslinger får automatisk høyere bevaringsverdi.

Andelen unge muslinger har økt i Simoa fra 1995 til 2006, men rekrutteringen er fortsatt for liten til å opprettholde bestanden på lang sikt. Det positive er likevel at det er funnet muslinger yngre enn ti år på hele strekningen fra utløpet av Solevatn til Kolsrud. Det ser ut til at det er kalking og stadig mindre svovelholdig nedbør som har gitt den største og mest åpenbare positive utviklingen i vannkvalitet på denne strekningen i de siste 20-25 årene. Dette gir seg også utslag i høyere konsentrasjon av kalsium, høyere alkalitet (bedre bufferevne mot forsuring) og lavere konsentrasjon av aluminium og andre tungmetaller. Faktorer som turbiditet og mengde næringssalt, som også påvirker rekruttering og overlevelse hos elvemusling, har imidlertid holdt seg på omtrent samme nivå fra begynnelsen av 1980-tallet og fram til i dag.

Det er derfor viktig at tiltakssiden fortsatt styrkes i Simoa. Det arbeidet som er satt i gang må fortsette for å bringe vannkvaliteten nærmere naturtilstanden. Det er nødvendig å følge opp tiltakene gjennom et overvåkingsprogram. Vannovervåkingen bør intensiveres med flere stasjoner

i vassdraget som undersøkes for et større antall parametere. Det er fortsatt for surt i perioder, og i kombinasjon med høye konsentrasjoner av aluminium (eller andre tungmetaller) kan dette fortsatt begrense rekrutteringen av elvemusling. Tilførselen av næringssalter er også i perioder alt for høy for å sikre en høy nok overlevelse av de unge muslingene som er nedgravd i substratet.

**Tabell 12.** Oppsummering av data fra Simoa i 1995 og 2006. Poengbedømmelse og angivelse av klasse er beskrevet av Larsen & Hartvigsen (1999).

År	Utbredelse, km	Tetthet, ind/m <sup>2</sup>	Populasjons-størrelse <sup>1</sup>	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
1995	38,6	1,39 (2,5 <sup>2</sup> )	2 mill	119 ± 17	69	148 (150 <sup>3</sup> )	0	0	15	II
2006	>25,2	2,66 (2,7 <sup>2</sup> )	>2,1 mill	119 ± 17	10	149 (151 <sup>3</sup> )	0,4	0,9	21	III

<sup>1</sup> Grovt estimat, ikke korrigert for nedgravde individer

<sup>2</sup> Relativ tetthet fra fritellingene (antall individ pr. minutt søketid) omregnet til tetthet pr. arealenhet (m<sup>2</sup>)

<sup>3</sup> Funn av tomme skall utenom det tilfeldige utvalget til lengdefordelingen

Det bør opprettes et fast overvåkingsopplegg for elvemusling i Simoa. Målsettingen må være å følge bestandens utvikling, kvalitativt og kvantitativt med tiden. For senere å kunne forklare og rette tiltak mot unaturlige forandringer som observeres bør også forandringer i bestanden av vertsfisk, vannkvalitet og inngrep/forandringer i nedslagsfeltet inngå som en del av overvåkingen. Tettheten av muslinger bør undersøkes på de samme stasjonene som ble benyttet i 2006 med en kombinasjon av transekter og fritellinger. Til lengdefordelingen bør muslinger samles inn fra de samme områdene som ble undersøkt i 2006. Overvåkingen bør gjennomføres med 5-10 års mellomrom. For å følge reetableringen nærmere kan det gjennomføres enkle undersøkelser på et mindre antall stasjoner der formålet er å beskrive andelen små muslinger. Dette kan begrenses til graving i substratet f.eks. hvert tredje år. Forekomsten av små muslinger gir en god indikasjon på at rekrutteringen er vellykket. Likeledes bør den generelle overvåkingen inkludere undersøkelser av tetthet av ørret og forekomst av muslinglarver på gjellene på minst fire stasjoner i vassdraget.

## 6 Referanser

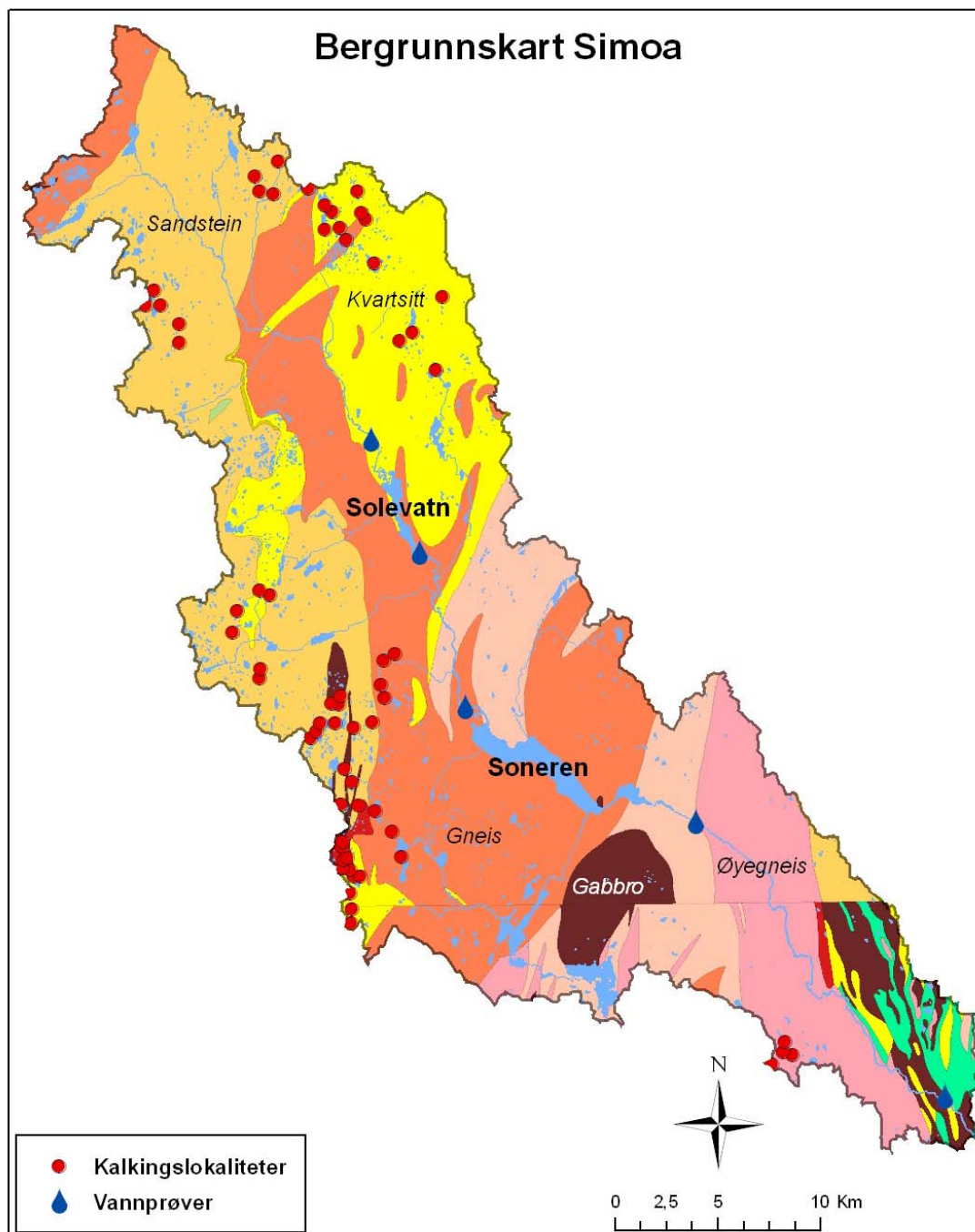
- Alsaker-Nøstdahl, B. 1997. Kartlegging av tilstand og utvikling av vannkvaliteten i Simoa 1996. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr.3-1997. 34 s. + vedlegg.
- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. - SFT-veiledning 97: 04, TA-1468/1997. 31 s.
- Anonym 2006. Resultater fra vassdragsovervåking i Drammensvassdraget 2006. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen. 5 s. [se [www.fylkesmannen.no](http://www.fylkesmannen.no)]
- Bauer, G. 1987a. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). II. Susceptibility of brown trout. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 76: 403-412.
- Bauer, G. 1987b. Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel. - 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.
- Bauer, G. 2001. Die Ökologie der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) und ihre Beziehung zum Lebensraum. Wo greifen Gefährdungsfaktoren an? - s. 11-20 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa - Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- DN (Direktoratet for naturforvaltning) 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. - DN-Rapport 1993-3: 1-161.
- DN (Direktoratet for naturforvaltning) 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. - DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997a. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 1. - Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1997-6: 1-27.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997b. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. - Vitenskapsmuseet Zool. Notat 1997-2: 1-28.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1999. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* status og utbredelse i Norge. - Fauna 52: 26-33.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 2004. The impact of acidic precipitation and eutropication on the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in Southern Norway. - Fauna norv. 24: 7-18.
- Dunca, E. 1999. Bivalve shells as archives for changes in water environment. - Vatten 55: 279-290.
- Enerud, J. & Garnås, E. 1987. Fiskeribiologiske undersøkelser i Soneren 1986. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr.9-1987. 19 s.
- Engen, Ø. 1997. Resipientovervåking av Eggedøla, Sigdal kommune 1996. - Sigdal kommune. Rapport. 25 s.
- Engen, Ø. 1999. Resipientovervåking av Simoa - prøveprosjekt, Sigdal kommune 1999. - Sigdal kommune. Rapport. 24 s.
- Engen, Ø. 2000. Resipientovervåking av Simoa. Vassdrag - renseanlegg, Sigdal kommune 2000. - Sigdal kommune. Rapport. 25 s.
- Engen, Ø. 2001. Resipientovervåking av Simoa. Vassdrag - renseanlegg, Sigdal kommune 2001. - Sigdal kommune. Rapport. 14 s.
- Engen, Ø. 2002. Resipientovervåking av Simoa. Vassdrag - renseanlegg, Sigdal kommune 2002. - Sigdal kommune. Rapport. 12 s.
- Engen, Ø. 2004. Resipientovervåking av Simoa med forslag til miljømål. Sigdal kommune 2003. - Sigdal kommune. Rapport. 36 s.
- Garnås, E. 2005. Vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget 2005. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen. Notat. 3 s.
- Garnås, E. & Fjeldseth, Ø. 1995. Status og tiltak for å utvikle Simoa som fiskeelv. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr.8-1995. 40 s.
- Hastie, L.C., Boon, P.J., Young, M.R. & Way, S. 2001. The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population. - Biol. Conserv. 98: 107-115.
- Helland, A. 1903. Norges land og folk topografisk-statistisk beskrevet. X. Lister og Mandals amt, 1.del. H. Aschehoug & Co (W. Nygaard), Kristiania. 660 s.
- Heming, T.A., Vinogradov, G.A., Klerman, A.K. & Komov, V.T. 1988. Acid-base regulation in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: Effects of emersion and low water pH. - J. Exp. Biol. 137: 501-511.
- Henrikson, L. 1996. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia) in southern Sweden - effects of acidification and liming. - I: Henrikson, L. Acidification and liming of freshwater ecosystems - examples of biotic responses and mechanisms. - Zoologisk Institut, Universitetet i Göteborg. Doktorgradsavhandling.
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgran, 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. 138 s.
- Horgen, A. J. 1984. Samlet plan for vassdrag. Buskerud fylke. Simoa nedstrøms Soneren. - Vassdragsrapport. Simoaprojektet, prosjekt 04390 Kongsfoss, 04391 Haugfoss, 04392 Kolsrudfoss, 04393 Hovlandsfoss.
- Huebner, J.D. & Pynnönen, K.S. 1992. Viability of glochidia of two species of Anodonta exposed to low pH and selected metals. - Can. J. Zool. 70: 2348-2355.



- Jansen, W., Bauer, G. & Zahner-Meike, E. 2001. Glochidial mortality in freshwater mussels. – s. 185-211 i: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.) 2001. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – Ecological Studies, Vol. 145. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006. – Artsdatabanken. 415 s.
- Larsen, B. M. 1999. Biologien til elvemusling *Margaritifera margaritifera* - en kunnskapsoversikt. - Fauna 52: 6-25.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M., Eken, M. & Tysse, Å. 1995. Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Simoa, Buskerud – Utbredelse og bestandsstatus. – NINA Oppdragsmelding 380: 1-17.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - NINA-Fagrapport 37: 1-41.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Saksgård, R. & Simonsen, J.H. 2006. Ogna. 5 Elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 147-150.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2007. Åelva (Roksdalsvassdraget), Nordland (vassdragsnr. 186.2Z). – s. 10-27 i Larsen, B.M. (red). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2005. NINA Rapport 309.
- Larsen, B.M. & Aspholm, P.E. 2007. Karpelva (Siidejohka), Finnmark (vassdragsnr. 247.3Z). – s. 28-45 i Larsen, B.M. (red). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2005. NINA Rapport 309.
- Larsen, B.M., Aspholm, P.E., Berger, H.M., Hårsaker, K., Karlsen, L.R., Magerøy, J., Sandaas, K. & Simonsen, J.H. 2007. Monitoring the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Norway. - Universitæt Bayreuth: Pearl mussels in Upper Franconia and Europe – 3<sup>rd</sup> workshop. Bayreuth, desember 2007. [Poster].
- 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.
- Mutvei, H. & Westermarck, T. 2001. How environmental information can be obtained from Naiad shells. - s. 367-379 i: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.) 2001. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – Ecological Studies, Vol. 145. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Mørck, A. 1964. Bygdebok for Sigdal og Eggedal. Bind IV.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2006. Forvitring av skall fra elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.). - s. 89-96 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. (red.) Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads universitet. Karlstad University Studies 2006: 15.
- Seed, R. 1980. Shell growth and form in the Bivalvia. - s. 23-67 i: Rhoads, D.C. & Lutz, R.A. (red.). Skeletal growth of aquatic organisms. Biological records of environmental change. Plenum Press, New York, London.
- SFT (Statens forurensningstilsyn) 1989. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. - Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 375/89. 274 s.
- Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. – Bilaga 2 i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- Tysse, Å. 1989. Forsuring, fiskestatus og kalkingsplan for Buskerud 1989. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Rapport nr.5-1989. 62 s.
- Tysse, Å. 1990. Vassdragsovervåking i Simoa 1982-1989. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Rapport nr.5-1990. 34 s.
- Tysse, Å. 1994. Overvåking av vannkvaliteten i Simoa i 1990-1992. - Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Rapport nr.5-1994. 36 s.
- Vibe, J. 1895. Norges land og folk topografisk-historisk beskrivelse med enkelte viktigere statistiske data. V. Buskeruds amt. - Jacob Dybwads forlag, Kristiania. 336 s.
- www.friendsoftheirishenvironment.net 2007. 2020 Vision: Protecting and improving Ireland's environment: A commentary by Friends of the Irish environment.
- Young, M. & Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. – Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.
- Young, M., Hastie, L. & al-Mousawi, B. 2001. What represents an "ideal" population profile for *Margaritifera margaritifera*? – s. 35-44 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa – Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. - Experimentia 42: 471-486.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Database for funn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge, etter arkivet til Jan og Karen Anna Økland. Upublisert database NINA, Trondheim.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1999. Vann og vassdrag 4. Dyr og planter: Innvandring og geografisk fordeling. – Vett & Viten as. 200 s.

## Vedlegg

**Vedlegg 1.** Berggrunnskart for Simoas nedbørfelt. Kartet viser samtidig hvilke lokalteter som kalkes i nedbørfeltet (røde sirkler), og lokaliseringen av vannprøvestasjonene i Simoa (blå dråper). Kartet er utarbeidet av Fylkesmannen i Buskerud.



## **Vedlegg 2. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Simoa.**

**Vedlegg 2.1.** Antall elvemusling (levende dyr: *N* og tomme skall: *NS*) på 9 stasjoner i Simoa som ble undersøkt i juli 2006 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 14**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 10**.

Stasjon	Areal, m <sup>2</sup>	N	NS	N/m <sup>2</sup>	NS/m <sup>2</sup>
202	173	238	3	1,38	0,02
203	174	367	10	2,11	0,06
204	57	893	4	15,67	0,07
206	268	694	31	2,59	0,12
208	183	132	9	0,72	0,05
212	175	11	0	0,06	0
301	110	0	0	0	0
303	150	18	75	0,12	0,50
306	150	190	12	1,27	0,08
202-306	1440	2543	144	1,77	0,10
Gjennnitt ± sd				2,66 ± 4,96	0,10 ± 0,16

**Vedlegg 2.2.** Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 23 stasjoner i Simoa som ble undersøkt i juli 2006 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. **figur 15**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 10**.

Stasjon	Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
101	60	0	0	0	0
102	60	3	0	0,05	0
201	30	85	0	2,83	0
202	45	424	2	9,42	0,04
203	60	1031	7	17,18	0,12
204	30	321	4	10,70	0,13
205	30	371	9	12,37	0,30
206	30	935	10	31,17	0,33
207	60	878	25	14,63	0,42
208	60	555	15	9,25	0,25
209	45	557	24	12,38	0,53
210	30	90	10	3,00	0,33
211	45	99	0	2,20	0
212	30	27	0	0,90	0
213	45	41	0	0,91	0
301	30	0	1	0	0,03
302	45	9	4	0,20	0,09
303	30	20	90	0,67	3,00
304	30	10	19	0,33	0,63
305	75	502	76	6,69	1,01
306	30	202	10	6,73	0,33
307	60	73	68	1,22	1,13
308	45	1239	460	27,53	10,22
101-102	120	3	0	0,03	0
Gjsnitt ± sd				0,03 ± 0,04	0
201-213	540	5414	106	10,03	0,20
Gjsnitt ± sd				9,77 ± 8,46	0,19 ± 0,18
301-308	345	2055	728	5,96	2,11
Gjsnitt ± sd				5,42 ± 9,37	2,06 ± 3,43
201-308	885	7469	834	8,44	0,94
Gjsnitt ± sd				8,11 ± 8,86	0,90 ± 2,24





# NINA Rapport 314

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1878-8



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

[www.nina.no](http://www.nina.no)