

1645

NINA Rapport

Elvemusling i Simoa, Buskerud

Årsrapport for 2017 og en oppsummering av tidligere undersøkelser i vassdraget

Bjørn Mejdell Larsen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære 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. 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.

Elvemusling i Simoa, Buskerud

Årsrapport for 2017 og en oppsummering av tidligere undersøkelser i vassdraget

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2019. Elvemusling i Simoa, Buskerud. Årsrapport for 2017 og en oppsummering fra tidligere undersøkelser i vassdraget. NINA Rapport 1645. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, februar 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3388-0

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

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Buskerud

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Åsmund Tysse

FORSIDEBILDE

Kartlegging av elvemusling i Simoa (stasjon 304) © Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Simoa, Buskerud – elvemusling – overvåking – utbredelse – tetthet – lengde – muslinglarver – ørret

KEY WORDS

River Simoa, Buskerud county – freshwater pearl mussel – monitoring – distribution – density – length – mussel larvae – brown trout

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. 2019. Elvemusling i Simoa, Buskerud. Årsrapport for 2017 og en oppsummering fra tidligere undersøkelser i vassdraget. NINA Rapport 1645. Norsk institutt for naturforskning.

I handlingsplanen for elvemusling er målet for arbeidet med forvaltning av arten i et langsiktig perspektiv at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes og sikres en tilfredsstillende rekruttering, og alle vassdrag med elvemusling skal ha god økologisk tilstand.

For Simoa vil det bety at vannkvaliteten må forbedres. Dette innebærer å opprettholde en lav tilførsel av næringssalter (fosfor og nitrogen) og organisk materiale for å hindre eutrofiering av vassdraget. Ovenfor Soneren er forholdene tilfredsstillende, men nedenfor Soneren var det fortsatt periodevis noe høye verdier av totalt fosfor (22–24 µg/l). Ved Åmot er tilførselen av næringsstoff hele tiden høyere enn de anbefalte verdiene på 5–8 µg/l for totalt fosfor og 125 µg/l for nitrat. Dette betyr at det ikke kan forventes å finne unge muslinger i nedre del av vassdraget selv om tilførselen av fosfor har avtatt de siste årene. Turbiditeten bør heller ikke overstige 1 FTU i lengre perioder. Tiltak for å redusere erosjon og avrenning av finpartikulært materiale må derfor prioriteres for å begrense nedslammingen av elvebunnen. Målet må være at Simoa skal oppnå en vannkvalitet som skal tilsvare svært god økologisk tilstand og ligge så nær referansetilstanden som mulig for å oppnå en varig økning i bestanden av elvemusling.

Simoa karakteriseres som kalkfattig og humøs, og det er viktig å unngå pH-verdier som er lavere enn (6,2–) 6,4. Tiltak i form av kalking må derfor opprettholdes for å unngå faren for forsuringsepisoder. I 1995 ble det lagt ut 3,8 tonn kalk pr. km² nedbørfelt i Simoa. I 2000 var kalkbehovet redusert til 2,9 tonn og fram til 2017 ble kalkbehovet redusert ytterligere, til 1,3 tonn kalk pr. km². Det er nå en tendens til at forsuring igjen skaper problemer for elvemuslingen i Simoa.

Det finnes elvemusling i Simoa fra innløpet til Solevatn og nesten ned til Åmot; en elvestrekning på ca. 40 km når vi ser bort fra innsjøene. Det viktigste utbredelsesområdet er imidlertid den 12 km lange strekningen mellom Solevatn og Soneren. I 2017 ble det funnet en gjennomsnittlig tetthet på mer enn tre muslinger pr. m² i de delene av elva som ble undersøkt. Det var bare små forskjeller i fordelingen av muslinger innad i vassdraget sammenlignet med 1995 og 2006. Det er fortsatt en stor bestand av elvemusling i Simoa, og et grovt estimat anslø bestanden til mer enn to og en halv millioner individ i 2017.

Det har i mange år vært en overdødelighet av muslinger på strekningen nedenfor Soneren. Tomme skall utgjorde mer enn en firedel av alle muslinger som ble funnet i 2006, og henholdsvis 15 og 11 prosent i 1995 og 2017. Til sammenligning utgjorde de tomme skallene bare 1–4 % av alle muslinger mellom Solevatn og Soneren.

Minste musling funnet basert på synlige individer (uten graving i substratet) var henholdsvis 69, 37 og 43 mm i 1995, 2006 og 2017. Hovedvekten av muslinger var voksne i lengdegruppene 110–140 mm. På stasjoner som inkluderte graving i substratet ble det funnet muslinger som var henholdsvis 10 og 13 mm i 2006 og 2017. Andelen muslinger mindre enn 20 mm var om lag én prosent og andelen muslinger mindre enn 50 mm var bare 2–3 %. Den største forskjellen fra 1995 til 2006 var at andelen unge muslinger økte i Simoa. Rekrutteringen var fortsatt for liten til å opprettholde bestanden på lang sikt, men det positive var likevel at det ble funnet muslinger yngre enn ti år på hele strekningen fra utløpet av Solevatn til Kolsrud.

Tilveksten til elvemusling samsvarte med endringer i vannkvaliteten i Simoa. Muslingene hadde lavest tilvekst mellom 1975 og 1990, samt etter 2007, mens det var høyest tilvekst mellom 1995 og 2005 da kalkingsaktiviteten var størst i nedbørfeltet. Veksten til muslinger som var <15 år økte fra 1995 til 2006, men avtok noe igjen i 2017.

Kjemiske analyser av muslingskall viste at det har skjedd en viss avrenning av næringssalter fra landbruksaktiviteter og skogsdrift i nedbørfeltet. Skallanalysene viste dessuten at Simoa var påvirket av forsuring på 1970- og 1980-tallet. En økning i konsentrasjonen av metaller som frigis fra berggrunnen ved forsuring økte igjen mot slutten av 2000-tallet.

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. Det har vært mindre muslinglarver enn forventet på ørretungene ved undersøkelser gjort både på 1990-tallet, i 2007, 2016 og 2017. 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.

Økologisk tilstand for Simoa basert på elvemusling (inngår som terskelindikator i vannforskriften) har gått fra moderat tilstand i 1995 til god tilstand i 2006 og 2017. Veien tilbake til moderat tilstand er imidlertid kort. I en annen verdivurdering som er gjort var det bare en ubetydelig nedgang i 2017 sammenlignet med 2006, men tilstanden var fortsatt bedre enn i 1995. Årsaken til dette ligger i nyrekruttering og forekomst av muslinger mindre enn 20 og 50 mm i 2006 og 2017.

Bjørn Mejdell Larsen bjorn.larsen@nina.no, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Område	10
3 Årsrapport 2017	15
3.1 Metoder	15
3.2 Resultater	18
3.2.1 Vannkvalitet	18
3.2.2 Fisk	19
3.2.3 Elvemusling	20
4 Sammenstilling av kjente data om vannkvalitet, fisk og elvemusling i Simoa	27
4.1 Vannkvalitet	27
4.2 Fisk	32
4.2.1 Tetthet og vekst hos ørret	32
4.2.2 Muslinglarver på gjellene	34
4.3 Elvemusling	36
4.3.1 Utbredelse	37
4.3.2 Tetthet	37
4.3.3 Lengdefordeling	39
4.3.4 Alderssammensetning og vekst	41
4.3.5 Reproduksjon og rekruttering	45
4.3.6 Genetiske analyser	47
4.3.7 Kjemiske analyser av muslingskall	49
4.3.8 Spredningsmuligheter	51
4.3.9 Klassifisering	51
5 Oppsummering og konklusjon	53
5.1 Vannkvalitet	53
5.2 Fisk	55
5.3 Elvemusling	55
6 Referanser	58
7 Vedlegg	63

Forord

Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, ved Åsmund Tysse og Erik Garnås, tok i 1995 et initiativ til å få gjennomført den første, større undersøkelsen av elvemusling i Simoa. Hele strekningen fra innløpet til Solevatn i Sigdal kommune til samløpet med Drammenselva i Modum kommune ble undersøkt. Arbeidet ble gjort i forbindelse med annen overvåking i vassdraget og økende kalkingstiltak i nedbørfeltet, men var også et ledd i den generelle kartleggingen av utbredelsen av elvemusling i Buskerud. Undersøkelsen viste en bestand av gamle individ og svak rekruttering.

På slutten av 1990-tallet så man en bedring i vannkvaliteten i Simoa. pH ble høyere og innholdet av fosfor ble redusert. På midten av 2000-tallet ble det funnet muslinger i øvre del av vassdraget som var vesentlig mindre enn det som var funnet tidligere. Dette aktualiserte behovet for en ny kartlegging for å framskaffe en oppdatert oversikt over elvemuslingen i hele Simoa. Dette ble gjennomført i 2006 som en direkte sammenligning med resultatene fra 1995.

Ti år etter forrige undersøkelse tok Fylkesmannen i Buskerud et initiativ til å kartlegge Simoa på nytt. Hvordan hadde utviklingen vært? Hadde redusert kalking i nedbørfeltet betydd noe, og hva måtte gjøres for å oppnå god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften? En ny kartlegging sammen med gode referanser fra tidligere (1995 og 2006) kunne fortelle om vassdraget fortsatt var i en positiv utvikling. I forbindelse med handlingsplanen for elvemusling er resultater av tiltaksorientert overvåking etterspurt. Undersøkelsene ble gjennomført i 2016 og 2017 og ble i sin helhet finansiert av Fylkesmannen i Buskerud. Norsk institutt for naturforskning (NINA) var prosjektansvarlig og faglig ansvarlig for gjennomføring, databehandling og rapportering. Fylkesmannen sammen med Modum kommune og Vannregion Vest-Viken var viktige bidragsytere i gjennomføringen av prosjektet.

Feltarbeidet i juli og september 2017 ble gjennomført av Bjørn Mejdell Larsen, Morten Eken og Åsmund Tysse som også var med ved undersøkelsene i 1995 og 2006. Innsamling av fisk ble gjort av Morten Eken i juni 2016 og 2017. Vannprøvene som ble samlet inn i 2016 og 2017 ble analysert på VestfoldLAB AS. En spesiell takk går til Åsmund Tysse, Fylkesmannen i Buskerud, og Morten Eken, Vannregion Vest-Viken, for hyggelig samvær og fremragende innsats i felt.

Jeg vil dessuten 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 underveis i prosjektet.

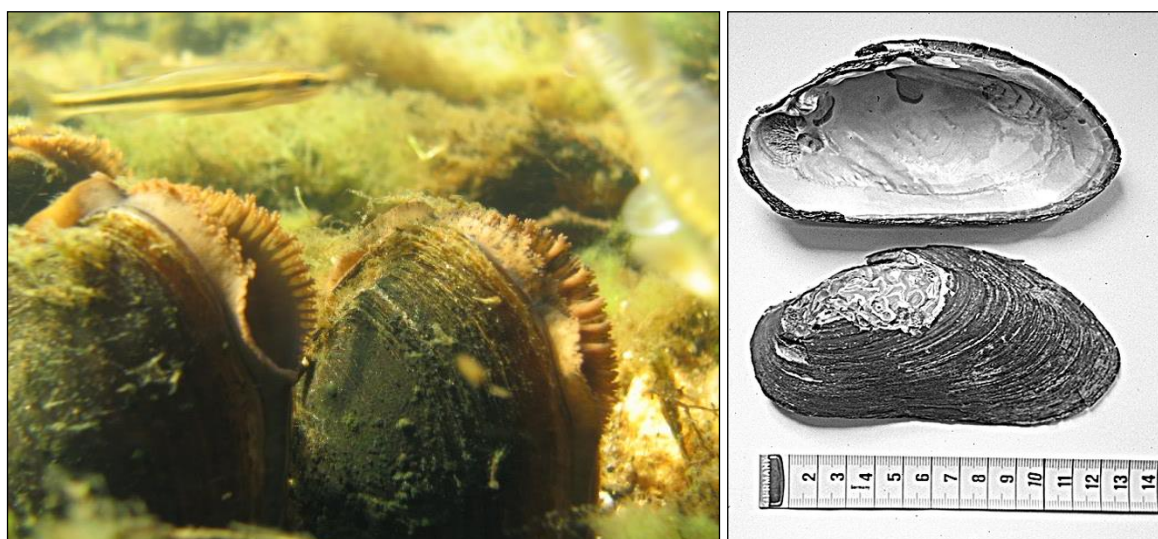
Trondheim, februar 2019

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Elvemusling (**figur 1**) finnes utbredt i hele Norge i et belte langs kysten, men også et stykke innover i vassdragene og enkelte steder opp til 400–450 moh. (se faktaboks 1). Arten er godt kartlagt, men det er fortsatt behov for mer kunnskap om den enkelte populasjon/lokalitet (Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 2015). Selv om vi ikke kjenner alle detaljer i utbredelsen, hadde vi i 2018 opplysninger om levende elvemusling fra 410 lokaliteter (Larsen 2018a). Tar vi med lokaliteter der vi har relativt sikre historiske opplysninger (men der elvemusling ikke er gjenfunnet i nyere tid) og lokaliteter der elvemusling har forsvunnet/dødd ut i nyere tid, kommer vi opp i ca. 540 lokaliteter totalt. Elvemuslingen har forsvunnet fra nær en firedel av de 540 kjente lokalitetene i Norge. Det er samtidig påvist rekrutteringssvikt i om lag en tredel av lokalitetene med levende elvemusling (Larsen 2010). Dette er populasjoner som over tid vil bli redusert i antall og stå i fare for å dø ut. I tillegg er det nedsatt rekruttering i svært mange andre populasjoner, som gjør at populasjonsutviklingen over tid blir negativ. Elvemusling er altså fortsatt til stede, men det skjer en «forgubbing» i populasjonene. De fleste lokalitetene med gode, reproduserende populasjoner av elvemusling finnes i dag i Møre og Romsdal, Trøndelag og Nordland (Larsen 2018a).

Summen av dette har gjort at elvemusling har status som «sårbar» (VU) på listen over truede dyrearter i Norge i 2015 (Henriksen & Hilmo 2015) slik den også var det i 2010 (Kålås et al. 2010), og den ble totalfredet mot all fangst i Norge fra 1. januar 1993. Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, og elvemusling er en ansvarsart for Norge (>25 prosent av europeisk bestand i Norge) (Larsen 2018a).



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.

Elvemusling er kjent fra 23 lokaliteter i Buskerud (hvorav 19 er nåværende kjente lokaliteter, NINA upublisert database). 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, Snarumelva, Sokna, Bingselva og 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 Solevatn og Kolsrud, og at «Simoa har været en af vore bedste perleelver». Bestanden av elvemusling ble høstet hardt i lange perioder

i jakten 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 igjen et aktivt perlefiske i elva fra Flåstø 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. med.). Det ble drevet flåtefiske på elva nedenfor Prestfoss helt fram til 1950-åra (H. Støvern pers. med.). 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 1997). 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. med.). Det ble til og med dykket etter muslinger på den tiden, og store mengder ble tatt opp.

Kunnskapen om utbredelsen av elvemusling i Simoa i nyere tid var likevel mangelfull, og det fantes heller ingen vurdering av bestandsforholdene. I 1995 ble det derfor gjennomført en undersøkelse som skulle beskrive utbredelse, tetthet og lengdefordeling til elvemusling i vassdraget (Larsen et al. 1995). Det ble funnet elvemusling fra utløpet av Solevatn og ned til Bakke bru. Skallengden hos levende elvemusling varierte fra 69 til 148 mm. 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), ble det gjennomført en ny kartlegging av hele vassdraget i 2006 (Larsen et al. 2007). Den største forskjellen fra 1995 til 2006 var nettopp at andelen unge muslinger hadde økt, og den minste muslingen som ble funnet i 2006 var 10 mm lang, og tre år gammel.

I tillegg har Simoa inngått i et større nasjonalt prosjekt i årene 1996–1999 som undersøkte elvemuslingens biologi og livssyklus (Larsen 2012, B.M. Larsen og M. Eken upublisert materiale, se også Larsen et al. 2007). I 2010 ble det dessuten undersøkt om endringer i vannmiljøet over tid hadde påvirket elvemuslingen i Simoa (Dunca & Larsen 2012a). Undersøkelsen baserte seg på tilvekst og kjemiske analyser av skall fra til sammen ti muslinger fra Kolsrud og Solemoa.

Elvemuslingen i Simoa har derfor vært gjenstand for grundige studier i mange år, og da det nå hadde gått over ti år siden forrige overvåkingsundersøkelse var det av interesse å undersøke hvordan utviklingen hadde vært i denne perioden. Hadde redusert kalkingsaktivitet i nedbørfeltet betydd noe, og hva måtte i så fall gjøres for å oppnå god økologisk tilstand i henhold til vannforskriften? Utenom det nasjonale overvåkingsprogrammet (Larsen 2017) er det få vassdrag som er fulgt opp så godt som Simoa. Vassdraget har gode referanser fra tidligere (1995 og 2006) og resultater fra tiltaksorientert overvåking er etterspurt (jf. handlingsplanen for elvemusling, Larsen 2018a).

I Simoa inkluderer elvemuslingens livssyklus et larvestadium på gjellene til ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen (se også **faktaboks 1**). En mer detaljert beskrivelse av elvemuslingens kjennetegn, utbredelse og livssyklus finnes bl.a. hos Larsen (1999; 2005; 2018a).

I denne rapporten er resultatene fra undersøkelsene som ble gjennomført i Simoa i 2016 og 2017 presentert sammen med en oppsummering av de tidligere undersøkelsene av elvemusling i vassdraget.

Faktaboks 1

Elvemusling

Margaritifera margaritifera

KJENNETEGN

Normal størrelse på en voksen elvemusling er 7–15 cm, og de eldste muslingene kan bli over 200 år gamle. Skallet er mørkt brunlig, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Skallet beskytter de myke kroppsdelene. Muslingen har en muskuløs fot som den kan bruke til å forflytte seg med eller forankre seg i substratet med.

LEVESETT

Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium på gjellene til laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen. Gjellene til de voksne muslingene fungerer som «yngel-kammer» for larvene i om lag fire uker tidlig på høsten. Larvestadiet (0,04 mm lange) på gjellene til laks eller ørret varer normalt 9–11 måneder, og er helt nødvendig for at larven skal utvikle seg til en ferdig musling. Larvene er 0,45 mm når de slipper seg fra fiskegjellene. I de første leveårene (opp til en lengde på minst 15–30 mm) lever muslingene fullstendig nedgravd i substratet. Elvemuslingen blir normalt kjønnsmoden i 12–15-årsalder (50–75 mm lang), og vil kunne formere seg resten av livet. Veksthastigheten til muslingen avhenger av vanntemperatur, vannkvalitet og tilgang på næring. Den filtrerer 50 liter vann over gjellene hvert døgn. Dette bidrar til å rense vannet. De voksne muslingene forflytter seg i liten grad etter at de har etablert seg på elvebunnen. Spredning innad i vassdrag og mellom vassdrag skjer derfor mens muslinglarvene er festet til fisken.

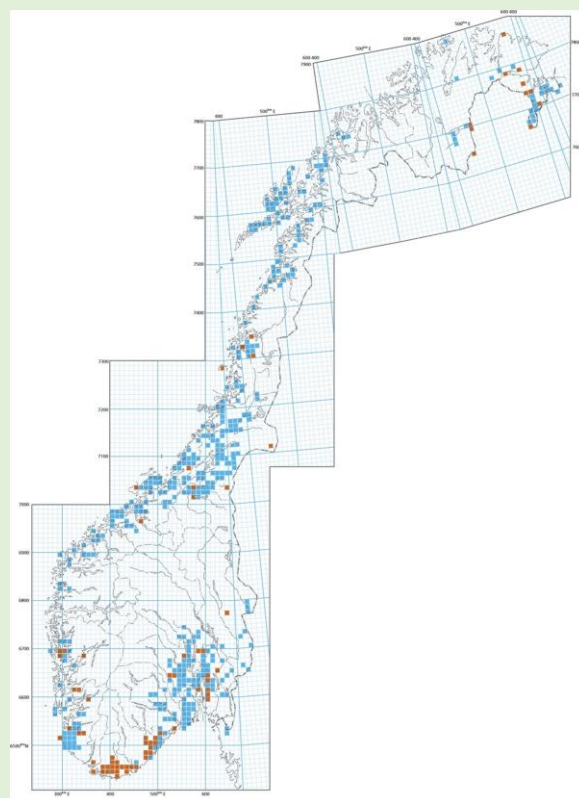
TRUSLER

All aktivitet i nedbørfeltet ovenfor eller i nær tilknytning til en populasjon av elvemusling vil potensielt kunne påvirke muslingene. Høy tilførsel av næringsstoff (eutrofiering), forsurening, utryddelse eller reduksjon i populasjoner av vertsfisk, vassdragsregulering (endringer i vannføring/temperatur), kanalisering, bekkelukking, erosjon fra land- og skogbruksområder, snauhogst, drenering av myrer og annen utmark, graving og byggeaktiviteter med høyt partikkelutslipp, avrenning fra trafikk, giftutslipp og klimavariasjoner kan være viktige faktorer i dette bildet.



UTBREDELSE

Elvemusling er kjent fra store deler av Europa og den østlige delen av Nord-Amerika. Norge har mer enn en firedel av alle kjente lokaliteter med elvemusling og ca. 40 prosent av alle elvemuslinger i Europa (inkludert Russland). Den finnes i et belte langs kysten, og er kjent fra om lag 540 lokaliteter. Elvemusling har imidlertid dødd ut i nær en firedel av disse lokalitetene.



Utbredelse av elvemusling i Norge angitt i 10x10 km ruter. Områder med levende muslinger har blå farge. Områder med bare utdødde bestander har rød farge.

2 Område

Simoa har et nedbørfelt på 890,5 km². Bortsett fra nedre del av vassdraget som ligger i Modum kommune (53 km²) følger nedbørfeltet i hovedsak kommunegrensen til Sigdal. Høydevariasjonen er fra 14 moh. ved samløp Drammenselva til 1466 moh. på Gråfjell med et variert spekter av landskapstyper. Skog dominerer i nedbørfeltet og dekker 73,5 % av arealet. Snaufjell utgjør 7,9 %, og innsjøer og myr dekker henholdsvis 3,6 og 6,3 %. Det er lite dyrket mark (5,1 %) og lite urban bebyggelse (0,2 %) (<http://nevina.nve.no/>) (**figur 2**).

Simoa hører til økoregionen Østlandet og har et middels til stort nedbørfelt (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). Strekningen med elvemusling hører til lavlandsdelen (<200 moh.). Simoa karakteriseres som kalkfattig og humøs i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann og hører etter dette inn under elvetype R106 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

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.



Figur 2. Soneren ligger sentralt i Simoas nedbørfelt. Berggrunnen i øvre del av feltet består av kalkfattige og harde bergarter. Foto: Øystein Engen.

Det er berggrunn, jordsmonn/vegetasjon og menneskelig aktivitet som sammen med nedbør skaper vannkvaliteten i Simoa. Helt ned til utløpet av Soneren domineres nedbørfeltet av kalkfattige bergarter. Dette er årsaken til de relativt store forurensningsskadene i denne delen av nedbørfeltet. I 1988 ble det innhentet opplysninger om fiskebestanden i 57 vatn i Sigdal (Statens forurensningstilsyn 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.

Ved innløpet til Soneren var Simoa tidligere negativt påvirket av sur nedbør (Tysse 1994), men lite til moderat forurenset når det gjaldt andre stoffer. pH var nær 6,2 i gjennomsnitt i 1982–1992, men det forekom episoder der pH var helt ned mot 5,0. Ved Åmot var pH høyere (mellom 6,3 og 6,4 i gjennomsnitt i perioden 1982–1992), og episodene med pH lavere enn 6,0 var vesentlig færre enn

ved innløpet til Soneren. Vannkvaliteten var tidligere moderat til markert forurensset av nitrogen, totalt fosfor og partikler fra landbruket. Simoa var mest belastet i nedre del av vassdraget pga. økende menneskelig aktivitet og bosetting nederst i vassdraget. Ved å benytte forurensningsgrad som klassifisering fremstod forsuring, erosjon og bakterier som de største belastningene i Simoa. Erosjon og bakterier var en lokal utfordring, mens sur nedbør skyldtes langtransporterte svovel- og nitrogenholdige utslipp.

Kalking av innsjøer og vatn er benyttet som tiltak for å motvirke skadene av sur nedbør. De aller fleste lokalitetene som kalkes i Simoas nedbørfelt er derfor høyereliggende vatn ovenfor Soneren (**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 moh. De marine avsetningene påvirker både pH, kalsium-innhold, fosfor-nivå, ledningsevne og turbiditet, og gir på mange måter grunnlag for en helt annen vannkvalitet enn nord for Solevatn.

På kort sikt var kalking det eneste tiltaket som kunne bøte på forsuringsskadene. 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) (**tabell 1**). 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 ytterligere oppsving da 57 vatn ble kalket med 323 tonn kalksteinsmel. Fem år senere, i 2000, ble det kalket i 71 vatn med 301 tonn. Senere har antall vatn som blir kalket gått nedover, og i 2017 ble det bare lagt ut 93 tonn kalk i 40 vatn (**tabell 1**).

Tabell 1. Utviklingen i kalkingsarbeidet i Simoas nedbørfelt.

År	Antall vatn	Tonn kalk	Areal felt (km ²)	Tonn/km ²
1988–1993	4–6	ca. 50	-	-
1994	17	87	-	-
1995	57	323	84	3,8
2000	71	301	101	2,9
2006	70	202	105	1,9
2011	67	141	95	1,5
2013	60	118	87	1,4
2015	52	108	80	1,4
2017	40	93	73	1,3

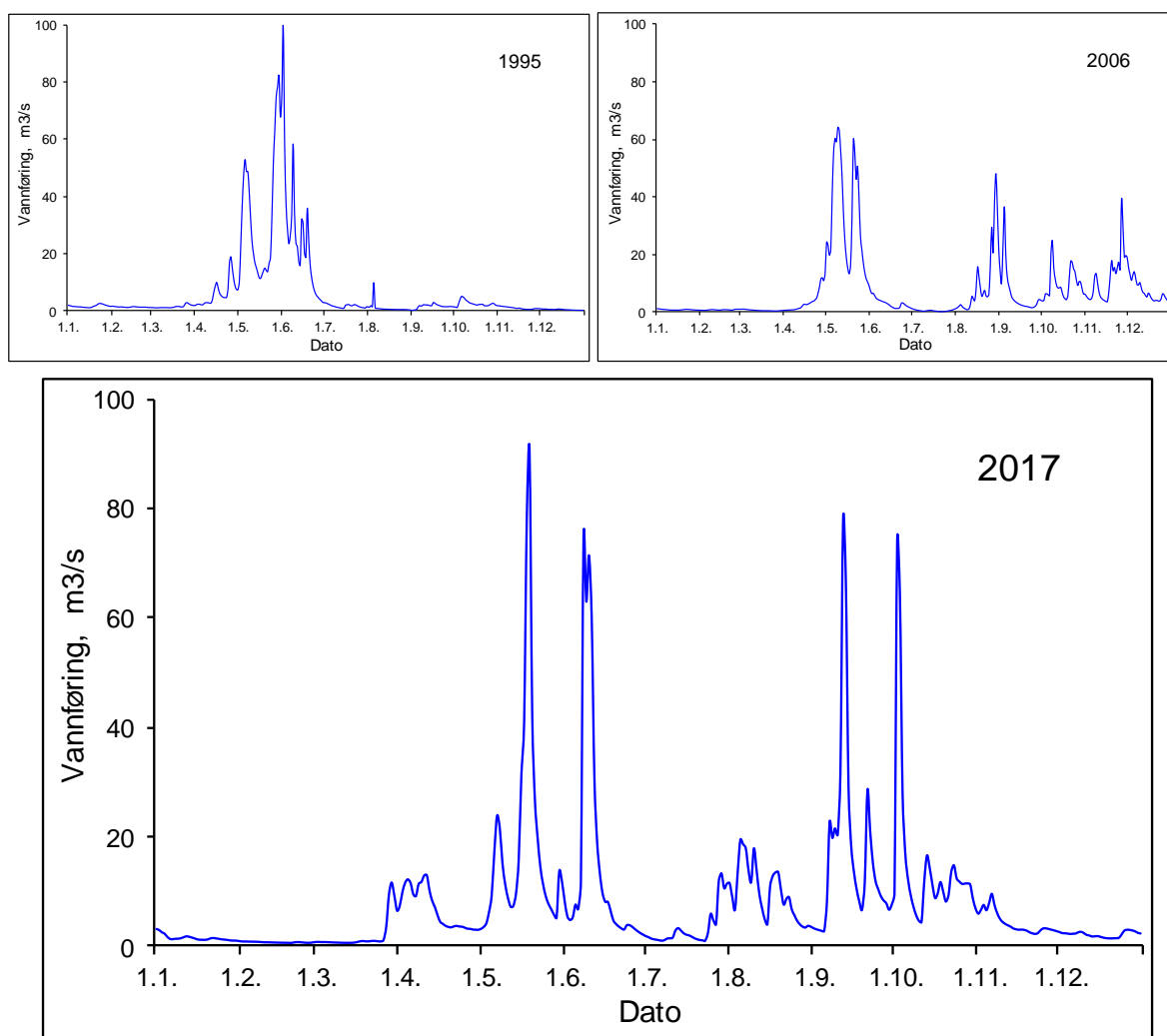
I 1995 ble det lagt ut 3,8 tonn kalk pr. km² nedbørfelt i Simoa (**tabell 1**). I 2000 var kalkbehovet redusert til 2,9 tonn og fram til 2017 ble kalkbehovet redusert ytterligere, til 1,3 tonn kalk pr. km². Redusert kalking avspeiler mindre sur nedbør, og kalkingsvatna kommer etter hvert i «god hevd». Ser vi på utviklingen for hele Buskerud var mengden kalk som ble benyttet på topp i 1995/1996. I årene fram til 2006/2007 ble kalkbehovet halvert selv om antall lokaliteter som ble kalket fortsatt holdt seg stabilt (Larsen et al. 2007). Det er et tydelig samsvar mellom forsuringssituasjonen i Simoa og resten av Buskerud.

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 m³/s, og en årlig avløpsmengde på 560 mill. m³ ved Åmot (Samlet plan 1984). Soneren er regulert med 1,7 m, men foruten vannkraftreguleringen i Horgavassdraget (110 km²) og et par mikro-/minikraftverk (Grønhovdelva og Strandeelva) er resten av nedbørfeltet uregulert. Dette gjør at Simoa har en sterkt varierende naturlig vannføring både i løpet av året, men også mellom ulike år (jf. **figur 3**). Det er normalt lavest vannføring om vinteren

ved Eggedal, og gjennomsnittlig månedsmiddel for januar, februar og mars var 1,1–2,0 m³/s i 1995–2017 (**tabell 2**). Størst vannføring er det i april, mai og juni i forbindelse med vårfloppen, og gjennomsnittlig månedsmiddel for mai var 23,6 m³/s i 1995–2017. På høsten er det normalt høyest vannføring i september-oktober. Ekstreme vannføringer og høy flom kan gi stor skade og høy dødelighet i bestander av elvemusling (Hastie et al. 2001). Samtidig kan det endre fordelingen av muslinger innad i vassdraget.

Med bakgrunn i vannføringsdata fra og med 1972 til og med 2016 vil en middelflom i Simoa ved Eggedal ha en vannføring på 91,7 m³/s, en femårsflom = 118,4 m³/s, en tiårsflom = 142,1 m³/s og en femtiårsflom = 197,6 m³/s (<http://www2.nve.no/h/hd/plotreal/Q/0012.00178.000/>). De tre høyeste døgnmiddelverdiene i 1995–2017 var henholdsvis 186, 141 og 134 m³/s i juli 2007, mai 2013 og oktober 2000.

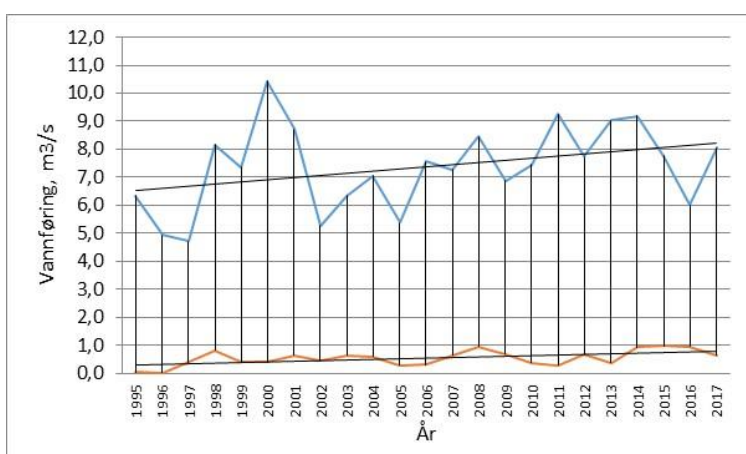


Figur 3. Vannføring (døgnmiddelverdier) i Simoa i Eggedal (vannmerke 12.178) i 1995, 2006 og 2017. Data fra NVE.

Det er beregnet at Q_{95} , som er den vannføringen som overskrides 95 prosent av tiden i observasjonsperioden 1995–2017, er $\geq 0,50$ m³/s i Simoa ved Eggedal. I 1996 var vannføringen lavere enn 0,1 m³/s sammenhengende i 100 dager fra årsskiftet 1995/1996 til begynnelsen av april. Slike episoder vil ha betydning for utbredelsen og overlevelsen av elvemusling i vassdraget. Det har vært en tendens i perioden 1995–2017 at middelvannføringen for året har økt noe (**figur 4**).

Tabell 2. Månedsmiddelvannføring samt årsmiddelvannføring i Simoa ved Eggedal (vannmerke 12.178.0) for årene 1995–2017. Data fra NVE.

År	Måned												Gj.snitt
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	
1995	1,52	1,20	1,33	5,96	32,58	26,08	1,54	0,82	1,47	2,41	0,85	0,29	6,34
1996	0,03	0,02	0,03	8,43	12,61	5,67	6,91	1,86	5,32	10,5	6,12	1,73	4,94
1997	0,65	0,54	0,74	3,70	12,94	8,00	5,33	3,91	7,27	4,95	6,35	2,12	4,71
1998	1,99	3,56	2,56	11,35	28,27	10,22	7,63	5,20	11,91	11,23	2,99	1,08	8,17
1999	0,86	1,04	0,90	17,97	20,42	15,04	7,86	1,00	10,70	8,06	3,37	1,23	7,37
2000	1,01	0,53	0,71	11,63	16,17	4,12	10,90	4,50	7,23	29,25	27,92	11,31	10,44
2001	2,25	1,04	0,78	4,75	39,85	13,83	6,43	4,79	10,90	15,14	2,87	1,95	8,72
2002	0,76	0,89	0,85	12,90	23,24	4,91	10,42	2,01	1,93	2,19	1,81	1,22	5,26
2003	0,97	0,89	2,15	10,96	31,13	6,41	9,08	3,06	3,22	2,94	2,86	2,47	6,35
2004	1,06	1,17	1,74	20,68	20,50	4,70	4,57	6,73	7,84	10,90	3,22	1,61	7,06
2005	1,41	0,59	0,57	7,31	14,62	12,32	4,20	4,01	1,96	4,49	10,63	2,48	5,38
2006	0,95	0,91	0,75	3,85	34,03	3,29	0,64	10,55	6,65	9,93	11,97	7,18	7,56
2007	2,79	1,38	2,84	15,39	12,25	10,00	26,24	8,15	2,04	4,25	1,00	1,06	7,28
2008	1,50	1,89	2,72	10,75	43,56	6,61	9,45	8,12	6,03	5,27	3,97	1,64	8,46
2009	0,95	0,81	1,08	22,10	12,61	2,55	9,92	14,55	5,21	1,81	8,30	2,57	6,87
2010	1,07	0,68	0,93	6,15	30,32	7,12	3,58	15,05	7,36	14,28	2,33	0,51	7,45
2011	0,42	0,37	0,91	13,54	4,79	19,43	19,63	19,52	22,35	4,46	3,97	1,80	9,27
2012	1,46	0,86	9,31	8,06	17,73	10,55	12,01	9,21	3,88	7,45	10,10	2,15	7,73
2013	1,13	0,68	0,47	4,19	44,34	20,40	4,58	8,21	12,18	4,40	5,52	2,28	9,03
2014	3,50	2,33	4,25	19,95	32,60	5,42	3,60	4,15	6,42	16,13	9,84	2,08	9,19
2015	1,77	1,59	2,95	9,23	15,67	8,46	5,22	10,24	29,07	2,76	3,12	2,98	7,76
2016	1,85	1,35	5,24	8,25	24,24	4,68	6,64	5,71	2,91	2,67	4,61	3,99	6,01
2017	1,55	0,75	1,99	6,84	18,77	15,22	3,34	9,76	16,99	14,94	4,28	2,19	8,05
Gj.snitt	1,37	1,09	1,99	10,61	23,62	9,78	7,81	7,00	8,30	8,28	6,00	2,52	7,36

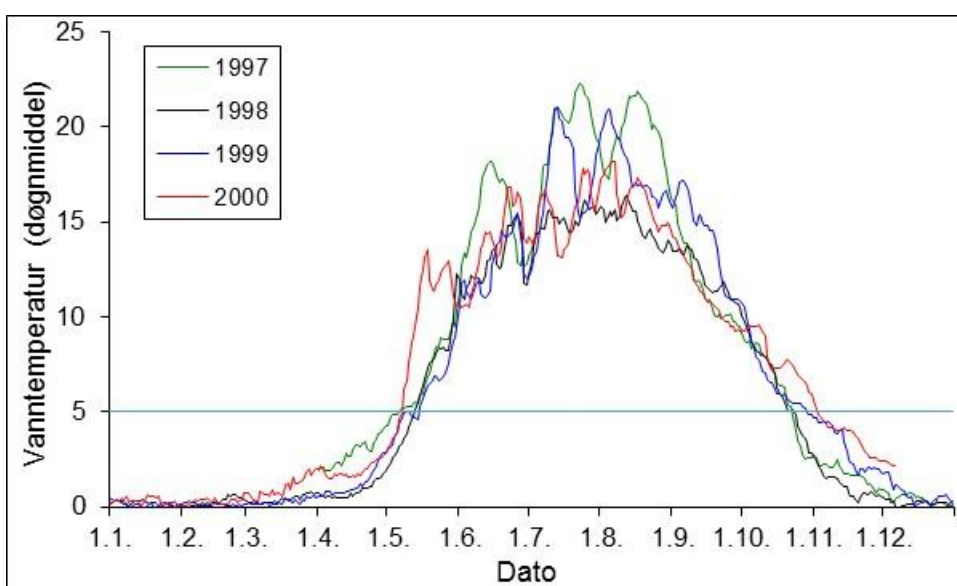


Figur 4. Årsmiddelvannføring (blå linje) og minimumsvannføring (rød linje) i Simoa ved Eggedal (vannmerke 12.178.0) for årene 1995–2017. De heltrukne rette linjene er trendlinjene som viser utviklingen i perioden 1995–2017. Data fra NVE.

Det finnes vanntemperaturmålinger i Simoa fra Solemoa i årene 1997–2000 (Larsen et al. 2007, Larsen 2012). Vanntemperaturen ble logget med en StowAway XTI Temperature Logger som

målte temperaturen kontinuerlig hver andre time. Vekstsesongen til elvemusling, definert som antall dager med vanntemperatur $\geq 5^{\circ}\text{C}$, varte fra begynnelsen av mai til slutten av oktober (**figur 5**). 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 $21,1^{\circ}\text{C}$ 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 (i 1998) til 2421 døgngrader (i 1997). Dette gjorde at gjennomsnittstemperaturen skilte to grader i de to årene ($11,2^{\circ}\text{C}$ i 1998 og $13,2^{\circ}\text{C}$ i 1997). I 1999 og 2000 var gjennomsnittstemperaturen $12,3$ – $12,4^{\circ}\text{C}$.



Figur 5. Vanntemperatur (døgnmiddelverdier) i Simoa ved Solemoa i 1997–2000. Omarbeidet fra Larsen et al. (2007).

I nedbørfeltet til Simoa finnes det ørret, røye, sik, abbor, ål, ørekyte, trepigget stingsild og elvenisøye (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 elvenisøye er noe usikker, men begge arter er i det minste påvist opp til Gunnerud.

3 Årsrapport 2017

3.1 Metoder

Kartlegging og overvåking av elvemusling i Simoa ble gjennomført første gang i 1995 (basisundersøkelse; Larsen et al. 1995), deretter i 2006 (første overvåkingsrunde; Larsen et al. 2007) og siste gang i 2017 (andre overvåkingsrunde), altså med et intervall på elleve år mellom hver gang.

Elvestrengen er tidligere delt inn i fire strekninger (jf. Larsen et al. 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 og 2017 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 et al. 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 fra 2006.

Vannkvalitet

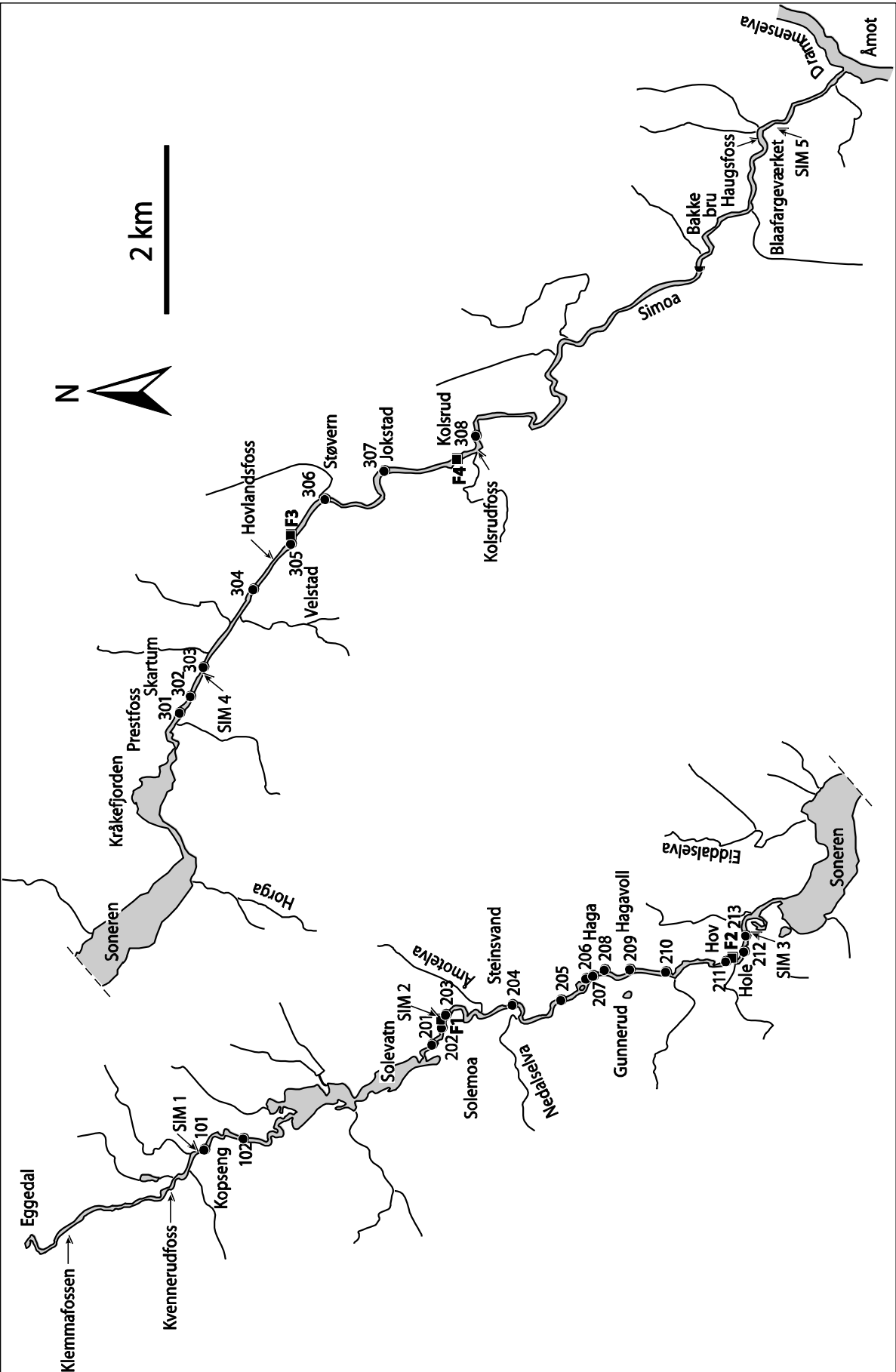
I forbindelse med elvemusling-prosjektet ble det samlet inn vannprøver fra fem stasjoner i Simoa 21. september 2016 (vannføring 2,0 m³/s) og 27. juli 2017 (vannføring 4,0 m³/s); ovenfor Solevatn (SIM 1), utløpet av Solevatn (SIM 2), innløpet av Soneren (SIM 3), utløpet av Soneren (SIM 4) og Simoa ved Haugsfoss (SIM 5) (**figur 6**). Prøvene ble samlet på 500 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på VestfoldLAB AS.

Fisk

For å undersøke forekomsten av muslinglarver på gjellene til ørret ble det samlet inn ett- og toårige ørretunger fra fire stasjoner i Simoa 14. juni 2016 (vannføring 1,7 m³/s) (stasjon F1–F4: Solemoa, Hole-Hov, Velstad og Kolsrud, **figur 6**). Stasjon F1 er øverst og F4 nederst i elva. Det ble undersøkt 62 ettårige (1+) ørretunger til sammen (og en toårig (2+) ørretunge) på de fire stasjonene.

En supplerende innsamling ble gjennomført 28. juni 2017 (vannføring 2,8 m³/s) på tre av de samme stasjonene (F1–F3). Det ble undersøkt 44 ettårige ørretunger til sammen (og en toårig ørretunge) på de tre stasjonene.

All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd og ble senere undersøkt under stereolupe på laboratoriet med hensyn til forekomst av muslinglarver. Antall muslinglarver ble normalt talt opp på gjellene på begge sider av fisken. På ett individ som hadde mer enn hundre larver på gjellene bare på venstre side av fisken, ble ikke gjellene på høyre side talt opp. Det totale antall larver ble da estimert til det dobbelte, da antall larver normalt er likt på begge sider (B.M. Larsen upublisert materiale). Resultatene er presentert som andel infesterte fisk av det totale antall fisk som er undersøkt (= prevalens), gjennomsnittlig antall muslinglarver på all fisk, dvs. snitt av både infesterte og uinfesterte fisk (= abundans) og gjennomsnittlig antall muslinglarver på infestert fisk (=infesteringsintensitet).



Figur 6. Simoa med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling i 2017 (stasjon 101–102, 201–213, 301–308, med unntak av stasjon 208 som ikke ble undersøkt), gjelleundersøkelser ørretunger (stasjon F1–F4) og vannkvalitet (SIM 1–SIM 5) i 2016 og 2017.

Elvemusling

Feltarbeidet i 2017 (telling og lengdemåling av elvemusling) ble gjennomført 24.–27. juli på variabel, men generelt noe høy vannføring (2,5–5,9 m³/s, **figur 3**). På grunn av nedbør måtte dessuten arbeidet avbrytes i løpet av 28. juli da vannføringen raskt ble for høy (12,0 m³/s). På grunn av variabel, men hele tiden for høy vannføring i hele august, ble ikke feltarbeidet tatt opp igjen før 5. september (2,8 m³/s). På grunn av nedbør måtte arbeidet nok en gang avbrytes. Da det bare gjensto én stasjon som ikke var undersøkt (stasjon 208), ble arbeidet likevel avsluttet for godt.

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Det ble undersøkt til sammen 22 stasjoner i Simoa mellom Kopseng (nær innløpet til Solevatn) og Kolsrud (stasjon 101–102, 201–213 (med unntak av 208) og 301–308, **figur 6**). Dette var de samme stasjonene som ble undersøkt i 2006 (Larsen et al. 2007) og 18 av de 22 stasjonene ble også undersøkt i 1995 (Larsen et al. 1995).

Det var mulig å vade tvers over elva på hele eller store deler av alle stasjonene, men telleområdene ble naturlig begrenset til den vadbare delen av elva. På tross av noe høy vannføring var tilgjengeligheten god, men enkelte dypere partier måtte likevel utelates. Det ble gjennomført mellom to og fire tellinger av 15 minutters varighet («fritellinger») i tilknytning til de 22 stasjonene; til sammen 56 tellinger. Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr) under tellingene, og antall individer ble notert for hver avsluttet telling.

Telleflatene (transekter/arealer) som ble målt opp og undersøkt på ni av stasjonene både i 1995 og 2006 (Larsen et al. 1995; 2007), ble ikke undersøkt på nytt i 2017.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling på seks av stasjonene (stasjon 102, 203, 204, 207, 305 og 308, **figur 6**). På stasjon 102 ble alle observerte muslinger tatt opp og lengdemålt (N = 5). På de andre stasjonene ble de «75 første» individene som ble observert samlet inn fra områder i tilknytning til fritellingsområdene. Det ble lengdemålt til sammen 382 levende elvemusling med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter (**figur 7**). Alle muslingene ble lagt tilbake i substratet.



Figur 7. Lengdemåling av elvemusling skjer med skyvelære til nærmeste 0,1 mm. Den minste muslingen som ble funnet i Simoa i 2017 var om lag 13 millimeter. Den største var over 15 centimeter. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Nedenfor Solemoa (stasjon 203) ble det i tillegg avgrenset et mindre område (4,6 m²) med kjetting der alle synlige individ ble plukket opp innenfor den avgrensede flaten. Deretter ble steiner løftet opp og flyttet på, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet. Andelen muslinger

som ble funnet ved graving skjult under steiner eller nedgravd i grusen, ble notert. Det ble lengdemålt til sammen 110 individ på stasjon 203.

I tillegg ble det lengdemålt tomme muslingskall som ble samlet inn langs hele vassdraget (stasjon 202–308, N = 102).

Hos unge individ er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov et al. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. Det ble samlet inn 16 muslinger for aldersbestemmelse i 2017. Bare 13 av dem hadde tydelige nok vintersoner til at de kunne benyttes videre, fordelt med fem individ fra strekning 2 (stasjon 203) og åtte individ fra strekning 3 (stasjon 305–308). For individer som ble aldersbestemt ble lengden av definerbare vintersoner (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm.

Muslingene i Simoa ble i tillegg undersøkt med hensyn til graviditet (forekomst av muslinglarver i gjellene) første gang i slutten av juli og på nytt igjen i begynnelsen av september 2017. Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig fra hverandre og inspisere gjellene i felt, før muslingene ble lagt tilbake i substratet. I tillegg ble det foretatt en kontroll av graviditeten hos muslinger i august 2010. Disse resultatene er ikke tidligere publisert, men presenteres nå i denne rapporten.

3.2 Resultater

3.2.1 Vannkvalitet

Det var lavest turbiditet på innløpet av Solevatn både i september 2016 og i juli 2017 (0,4–0,7 FNU¹). Partikkelbelastningen økte imidlertid nedover i vassdraget (**tabell 3**). Dette skyldes både forskjeller i jordsmonnet, størrelsen av kornarealene langs elva, 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.

Tabell 3. Vannkvaliteten i Simoa i september 2016 og juli 2017 angitt ved turbiditet (Turb, FNU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv}/\text{l}$), syrenøytraliserende kapasitet (ANC, $\mu\text{ekv}/\text{l}$), sulfat (SO_4 , mg/l), kalsium (Ca, mg/l), totalt nitrogen (Tot-N, $\mu\text{g}/\text{l}$), totalt fosfor (Tot-P, $\mu\text{g}/\text{l}$) og totalt organisk karbon (TOC, mg/l).

Dato	Turb FNU	Farge mgPt/l	Kond mS/m	pH	Alk mmol/l	ANC $\mu\text{ekv}/\text{l}$	SO_4 mg/l	Ca mg/l	Tot-N $\mu\text{g}/\text{l}$	Tot-P $\mu\text{g}/\text{l}$	TOC mg/l
SIM 1 (ovenfor Solevatn)											
21.09.2016	0,37	31	0,7	6,47	0,120	125,9	0,60	1,84	270	13	5,2
27.07.2017	0,65	36	1,5	6,76	0,108	79,8	0,60	1,26	210	<2	5,9
SIM 2 (utløp Solevatn)											
21.09.2016	0,46	47	0,6	6,30	0,100	117,5	<0,50	1,62	210	13	7,4
27.07.2017	0,86	34	1,8	6,70	0,113	97,7	0,77	1,50	210	3	5,5
SIM 3 (innløp Soneren)											
21.09.2016	0,45	56	0,7	6,49	0,120	132,9	0,53	1,85	300	14	7,3
27.07.2017	0,85	33	1,8	6,80	0,109	98,0	0,80	1,57	220	6	5,6
SIM 4 (utløp Soneren)											
21.09.2016	0,46	61	0,6	6,10	0,072	108,6	<0,50	1,46	260	8	8,8
27.07.2017	0,88	57	1,7	6,38	0,085	84,3	0,74	1,33	320	9	7,8
SIM 5 (Haugfoss)											
21.09.2016	0,80	62	0,8	6,27	0,110	135,1	0,64	1,80	370	16	8,1
27.07.2017	1,20	55	2,5	6,61	0,119	104,3	1,00	1,80	370	4	7,6

¹ Måleenheten for turbiditet er knyttet til hvilken målemetode som er benyttet. De mest brukte enhetene er FTU (Formazine Turbidity Unit) og NTU (Nephelometric Turbidity Unit), men også FNU (Formazine Nephelometric Unit) og JTU (Jackson Turbidity Unit) er i utstrakt bruk. Omregning mellom disse enhetene er grovt sett 1 FTU = 1 NTU = 1 FNU = 1 JTU.

Vannet i Simoa er generelt tydelig brunfarget, og høyt fargetall gir uttrykk for et høyt innhold av humussyrer. Dette skyldes hovedsakelig naturlig avrenning fra myr og skogsmark i nedbørfeltet. Fargetallet var gjennomgående høyere i september 2016 enn i juli 2017 (**tabell 3**).

Det var lavest pH på utløpet av Soneren både i 2016 og 2017. Simoa var generelt moderat forsuret. pH varierte mellom 6,1 og 6,5 i september 2016, og mellom 6,4 og 6,8 i juli 2017. Utløpet av Soneren har tidligere også vært surere enn de andre lokalitetene i vassdraget (bl.a. Tysse 1990; 1994). 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.

Simoa er kalkfattig, og kalsium-konsentrasjonen varierte lite mellom lokalitet og tidspunkt. Mengde kalsium var mellom 1,5 og 1,9 mg/l i september 2016 og 1,3–1,8 mg/l i juli 2017.

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. Mengden totalt nitrogen økte noe nedover i vassdraget, og var høyest ved Åmot med 370 µg/l både i september 2016 og i juli 2017 (**tabell 3**). Mengden totalt fosfor varierte mellom 8 og 16 µg/l i september 2016 og mellom <2 og 9 µg/l i juli 2017 avhengig av lokalitet. Referanseverdiene for totalt nitrogen og totalt fosfor er henholdsvis 275 og 9 µg/l i Simoa (elvetype R106; Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). Disse verdiene blir fortsatt oversteget i perioder, spesielt i nedre del av vassdraget.

3.2.2 Fisk

Ørret er sammen med ørekyte dominerende fiskeart i Simoa. I juni 2016 og 2017 ble det samlet inn ørretunger fra tre-fire stasjoner i vassdraget (**tabell 4**). Veksten til ørretungene var moderat god i Simoa. Gjennomsnittslengden for ettårige ørretunger basert på alle de fire stasjonene var 78 mm (SD = 11, N = 62) i juni 2016. Det var en viss forskjell mellom de ulike stasjonene (**tabell 4**), og lengden av de ettårige ørretungene varierte fra 56 til 102 mm. Gjennomsnittslengden for ettårige ørretunger basert på innsamling fra tre av de fire stasjonene i juni 2017 var 82 mm (SD = 10, N = 44). Lengden av de ettårige ørretungene varierte fra 66 til 108 mm.

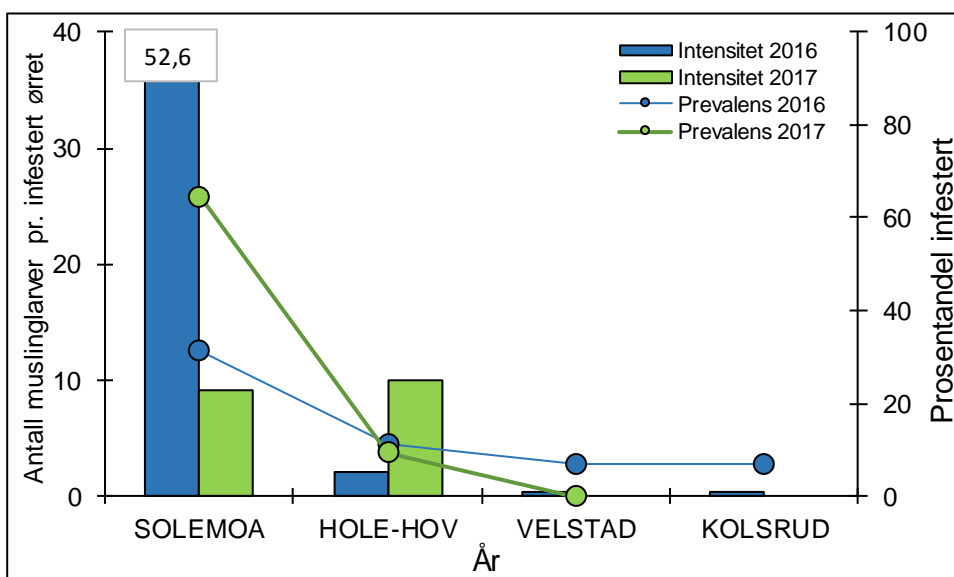
Tabell 4. Fangst av ettårige ørretunger (alder 1+) i Simoa 14. juni 2016 og 28. juni 2017 med beregnet gjennomsnittslengde (L, mm) angitt med standardavvik (SD). Lengden er målt på formalinfiksert materiale. Stasjon F1 er øverst og F4 nederst i elva.

Lokalitet	2016		2017	
	N	L ± SD	N	L ± SD
F1 – Solemoa	16	73,8 ± 7,8	17	81,9 ± 8,9
F2 – Hole-Hov	18	86,4 ± 10,7	21	77,7 ± 7,2
F3 – Velstad	14	69,2 ± 6,6	6	94,7 ± 8,2
F4 – Kolsrud	14	83,8 ± 6,6	0	-
Samlet	62	77,6 ± 11,0	44	81,6 ± 9,6

Det ble funnet muslinglarver på ettårige ørretunger i Simoa både våren 2016 og 2017 (**tabell 5**, **figur 8**). Andelen ørret som var infestert varierte mellom 0 og 65 prosent på de ulike stasjonene. Prevalensen var høyest ved Solemoa, og gjennomsnittet for alle stasjonene var henholdsvis 15 og 30 prosent i 2016 og 2017. Antall muslinglarver på gjellene var imidlertid lavt, og gjennomsnittlig intensitet for alle stasjonene var henholdsvis 31 og 9 larver i 2016 og 2017. Dette var vesentlig lavere enn forventet. Unntaket var en ørretunge med 250 muslinglarver på gjellene. Dette var også utslagsgivende for den moderat høye intensiteten ved Solemoa i 2016.

Tabell 5. Registreringer av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) ørretunger på stasjon F1–F4 i Simoa i juni 2016 og i juni 2017. Infesteringen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infestert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infestert 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	14.06.16	1+	16	31,3	16,4 ± 62,3	52,6 ± 110,4	250
F2 – Hole-Hov	14.06.16	1+	18	11,1	0,6 ± 2,1	5,0 ± 5,7	9
F3 – Velstad	14.06.16	1+	14	7,1	0,1 ± 0,3	1,0	1
F4 – Kolsrud	14.06.16	1+	14	7,1	0,1 ± 0,3	1,0	1
F1 – Solemoa	28.06.17	1+	17	64,7	5,9 ± 15,4	9,1 ± 18,7	64
F2 – Hole-Hov	28.06.17	1+	21	9,5	1,0 ± 3,1	10,0 ± 2,8	12
F3 – Velstad	28.06.17	1+	6	0	0	0	0
F4 – Kolsrud	28.06.17	1+	0	-	-	-	-
F1–F4	14.06.16	1+	62	14,5	4,4 ± 31,7	30,6 ± 82,3	250
F1–F4	28.06.17	1+	44	29,5	2,7 ± 10,0	9,2 ± 17,0	64



Figur 8. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) ørretunger i Simoa i juni 2016 og juni 2017 presentert som prevalens (= prosentandel infesterte fisk av totalantallet fisk undersøkt) og intensitet (= gjennomsnittlig antall muslinglarver på infestert fisk). Jf. **tabell 5**.

3.2.3 Elvemusling

Utbredelse

Det ble funnet elvemusling i lite antall bare på én av de to stasjonene som ble undersøkt ovenfor Solevatn i 2017. Mellom Solevatn og Soneren var elvemusling til stede på alle de 12 stasjonene som var med i programmet. Mellom Soneren og Kolsrudfossen manglet det elvemusling på én stasjon like nedenfor Prestfoss, og arten forekom derfor bare på sju av de åtte stasjonene som ble undersøkt. Elvemusling hadde likevel en mer eller mindre sammenhengende utbredelse på den mer enn 25 km lange elvestrekningen.

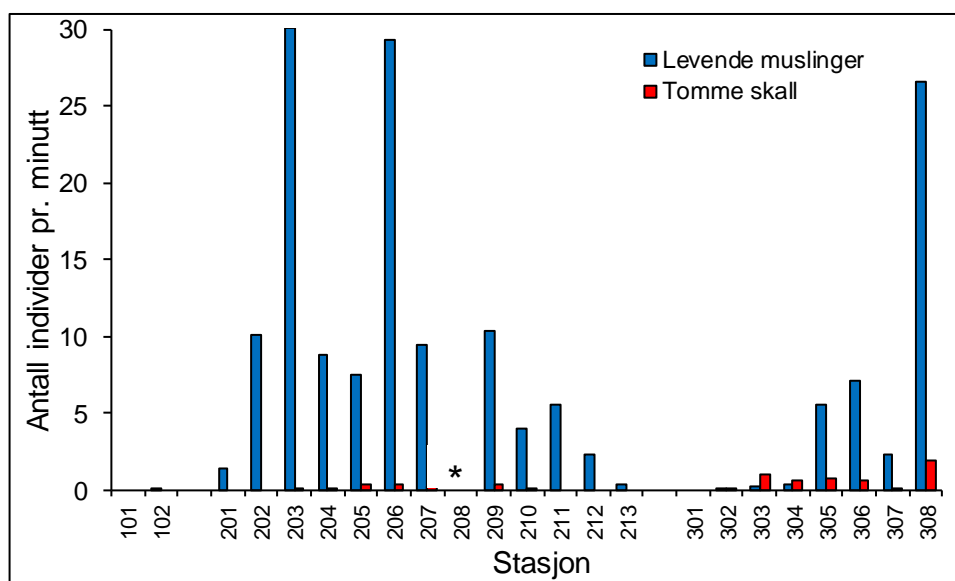
Tetthet

Det ble bare funnet fem levende elvemusling på de to stasjonene ovenfor innløpet til Solevatn (stasjon 101–102). Dette tilsvarte en gjennomsnittlig tetthet på 0,04 individ pr. minutt søketid.

Det var størst antall elvemusling på strekningen fra Solemoa til Hagavoll (stasjon 202–209) og nedenfor Kolsrudfossen (stasjon 308) (**figur 9, vedlegg 6**) med henholdsvis 26,6, 29,2 og 30,1 individ pr. minutt på stasjon 308, 206 og 203. Relativ tetthet av levende elvemusling funnet ved «fritelling» var i gjennomsnitt henholdsvis 11,5 og 5,3 individ pr. minutt søketid på strekning 2 og 3.

Det er funnet en signifikant sammenheng mellom den relative tettheten av muslinger ved tidsbegrensede tellinger («fritellinger») i et vassdrag og tettheten funnet i transekt eller telleflater i tilknytning til fritellingene (Larsen & Hartvigsen 1999, revidert av Larsen 2017). Denne sammenhengen er tilnærmet lik $y = 0,4x$ der y er estimert tetthet av muslinger pr. m² basert på gjennomsnittlig antall muslinger funnet pr. minutt (x). En gjennomsnittlig tetthet på henholdsvis 11,5 og 5,3 individ pr. minutt søketid på strekning 2 og 3 vil, etter ligningen ovenfor, tilsvare 4,6 og 2,1 individ pr. m² på de to strekningene.

Forekomsten av tomme skall varierte en del innad i Simoa. Det var generelt høyere tetthet av tomme skall på strekningen nedenfor Soneren enn ovenfor, og relativ tetthet av tomme skall var i gjennomsnitt henholdsvis 0,1 og 0,7 individ pr. minutt søketid på strekning 2 og 3. Størst antall var det nedenfor Kolsrud med 2,0 tomme skall pr. minutt (**figur 9, vedlegg 6**).



Figur 9. Relativ tetthet av levende elvemusling og tomme skall i Simoa i 2017 basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt). * Stasjon 208 ble ikke undersøkt. Jf. **vedlegg 6**.

Det ble funnet tomme skall eller skallrester på sju av de åtte stasjonene nedenfor Soneren. Andelen tomme skall var høyest mellom Prestfoss og Hovland (stasjon 302–304, se **figur 9**). Mellom Solevatn og Soneren var det ingen tomme skall på fem av de 12 stasjonene.

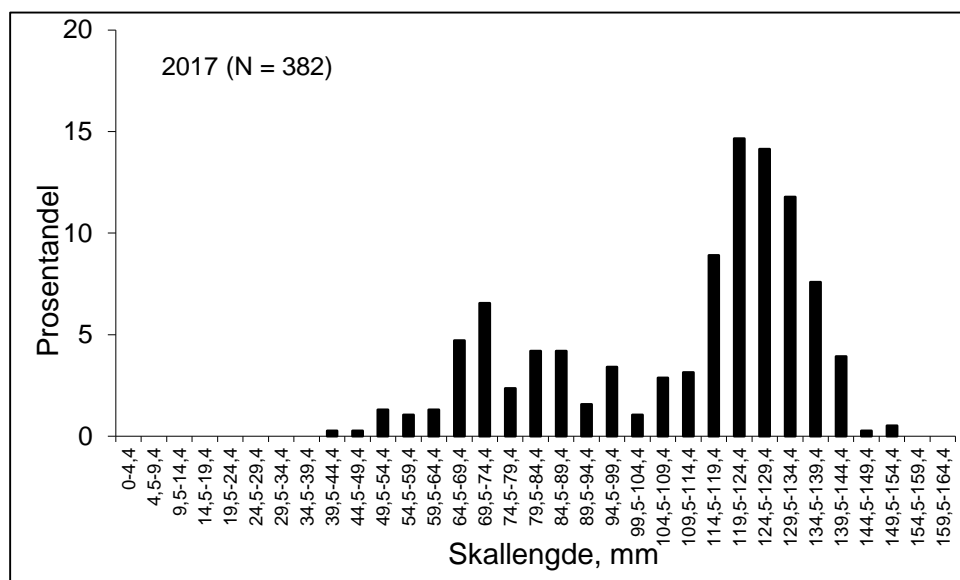
Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Simoa fra Solevatn til nedenfor Kolsrud er beregnet til 808 000 m² når vi utelater innsjøen Soneren (Larsen et al. 2007). Strekning 2 mellom Solevatn og Soneren utgjør 360 000 m² av dette, mens strekning 3 mellom Soneren og Kolsrud utgjør 448 000 m². Basert på en gjennomsnittlig tetthet på henholdsvis 4,6 og 2,1 individ pr. m² på strekning 2 og 3, gir det en total

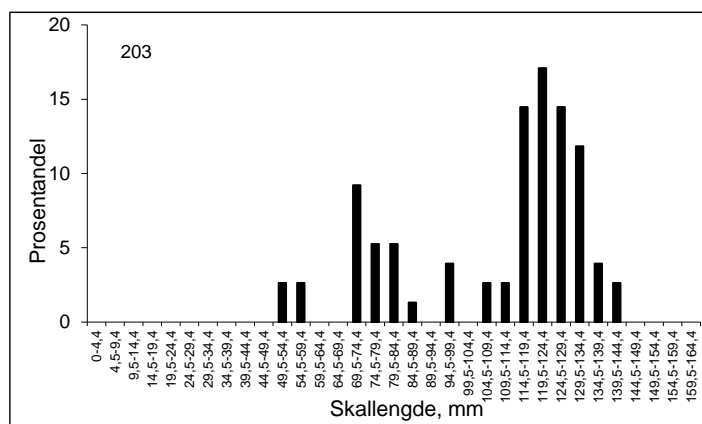
bestand på nær 2,6 million elvemusling i Simoa. Estimater er imidlertid usikkert. For det første er selve tetthetsdataene usikre. Selv om fritellingene dekket litt mer enn en kilometer av elvestrengen var det likevel bare om lag fire prosent av lengden på elveløpet. En annen feilkilde er selve arealet som ligger til grunn for estimatet. Det er ikke beregnet med hensyn til hva som faktisk er vanddekt areal på laveste vannføring, eller hvor mye av arealet som fryser til om vinteren. Det er heller ikke korrigert for arealer med fosser og strie stryk og områder med uegnet substrat der vi ikke ville forvente å finne muslinger. På den annen side vil alle beregninger av bestandsstørrelse basert på synlige individer underestimere antall muslinger som faktisk er til stede, da det i tillegg kan finnes mange muslinger nedgravd i substratet (se nedenfor). Dette kompenserer dermed for noe av den usikkerheten som ligger inne i arealberegningen.

Lengdefordeling

Lengdefordelingen av levende muslinger er basert på synlige individer i Simoa i juli 2017, og skallengden varierte fra 43 til 152 mm (**figur 10** og **11**). Hovedvekten av muslingene var 115–140 mm, men lengdegruppene 65–75 mm var også godt representert (**figur 10**). Gjennomsnittslengden var 110 mm (SD = 25; N = 382). Det ble bare oppdaget to individ som var mindre enn 50 mm i 2017. Dette utgjorde en halv prosent av de lengdemålte individene.

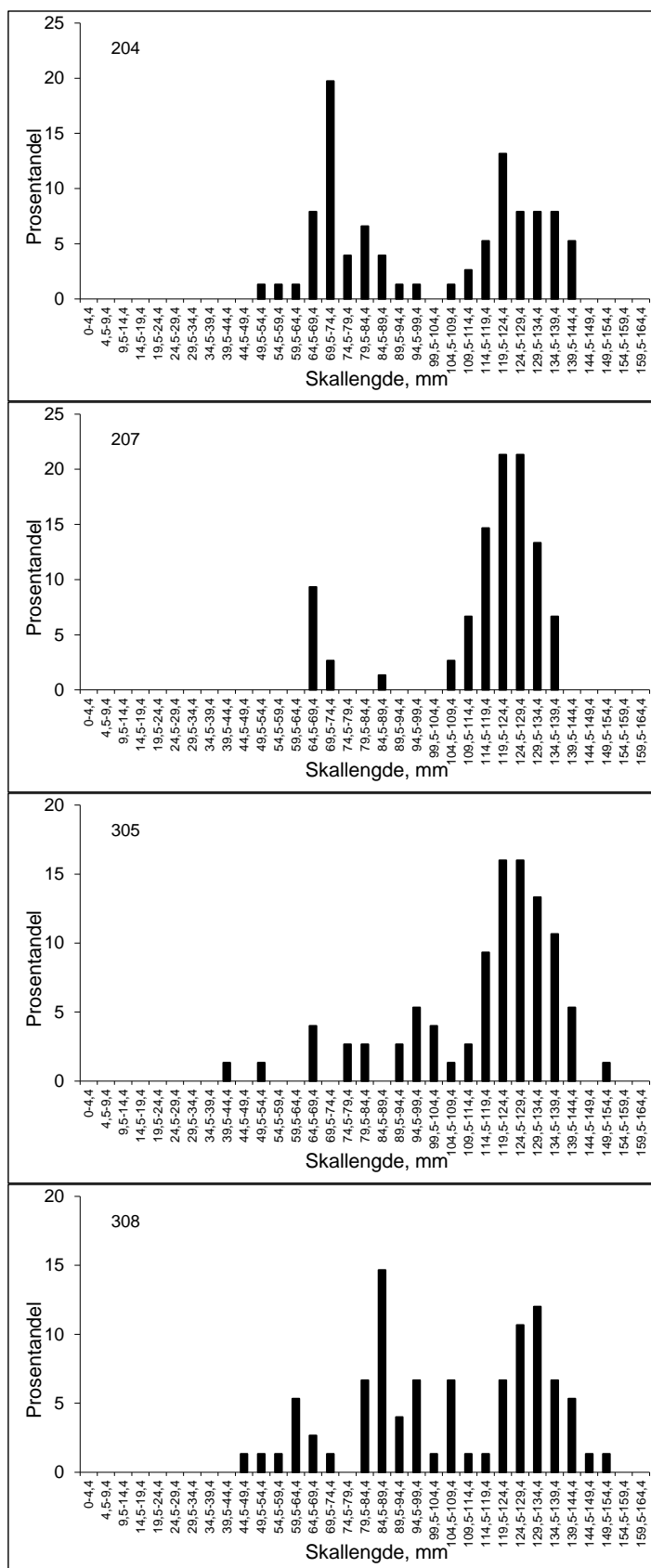


Figur 10. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Simoa i juli 2017.



Stasjon	203
Minste musling	52,7
Største musling	141,8
Gj.snitt ± SD	109,6 ± 24,4
Antall undersøkt (N)	76

Figur 11 (første del). Lengdefordeling på en av fem stasjoner i Simoa (stasjon 203) basert på funn av synlige muslinger (uten graving i substratet) i juli 2017.



Stasjon	204
Minste musling	54,4
Største musling	143,1
Gj.snitt ± SD	101,3 ± 27,7
Antall undersøkt (N)	76

Stasjon	207
Minste musling	65,1
Største musling	138,3
Gj.snitt ± SD	116,5 ± 19,6
Antall undersøkt (N)	75

Stasjon	305
Minste musling	42,9
Største musling	151,5
Gj.snitt ± SD	116,8 ± 22,4
Antall undersøkt (N)	75

Stasjon	308
Minste musling	49,1
Største musling	149,6
Gj.snitt ± SD	106,2 ± 26,6
Antall undersøkt (N)	75

Figur 11 (andre del). Lengdefordeling på fire av fem stasjoner i Simoa (stasjon 204, 207, 305 og 308) basert på funn av synlige muslinger (uten graving i substratet) i juli 2017.

Den «minste» muslingen som ble notert under fritellingene ble lengdemålt på 16 av de 20 stasjonene som ble undersøkt mellom Solevatn og Kolsrud (**tabell 6**). (En av de fire resterende stasjonene hadde ikke levende musling, og på de tre andre ble det ikke observert muslinger som pekte seg ut som spesielt små.) Det ble bare observert muslinger som var mindre enn 50 mm på stasjon 308. Når vi inkluderer det tilfeldige utvalget som ble samlet inn fra stasjon 203, 204, 207, 305 og 308 og som ligger til grunn for lengdefordelingen, ble det bare funnet én annen musling som var mindre enn 50 mm (på stasjon 305; **figur 11** og **tabell 6**).

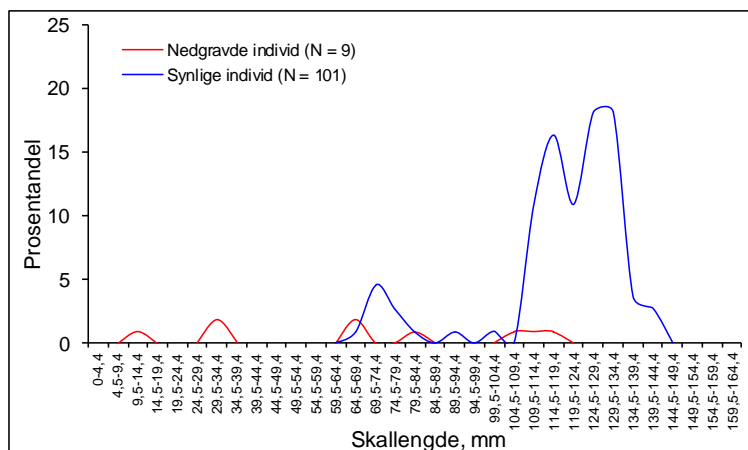
Tabell 6. Lengdemåling av «minste musling funnet» under fritellingene ble notert på et flertall av stasjonene i Simoa i juli/september 2017. I tillegg er lengden av den minste muslingen som ble funnet i utvalget som inngår i lengdefordelingen fra stasjon 203, 204, 207, 305 og 308 oppgitt (angitt med *). På stasjon 203 ble det i tillegg gravd i substratet og minste nedgravde musling som ble funnet er oppgitt (angitt med **).

Stasjon	Skallengde, mm	Stasjon	Skallengde, mm
202	61,9	211	57,0
203	51,1 (52,7*) (13,1**)	212	55,7
204	56,6 (54,4*)	213	82,4
205	62,8	304	69,4
206	59,5	305	61,9 (42,9*)
207	67,0 (65,1*)	306	77,4
209	64,6	307	95,2
210	65,4	308	48,9 (49,1*)

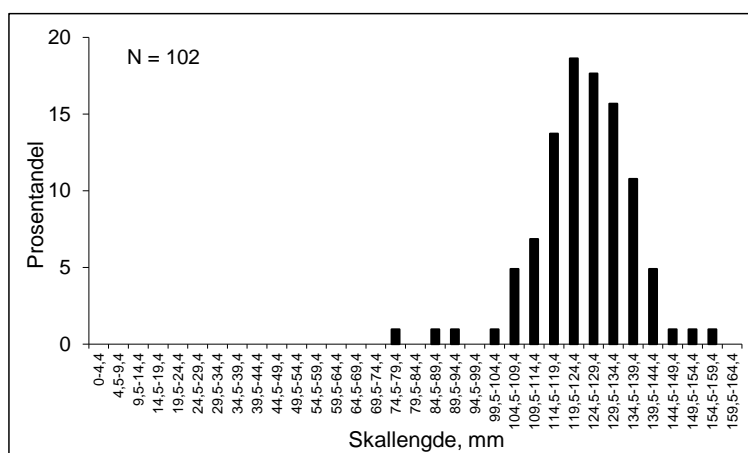
Når vi vet at elvemuslingen lever nedgravd i substratet i de første leveårene, vil vi underestimere andelen unge individer ved bare å registrere individer som står synlige på elvebunnen. Jo større andelen av små muslinger er i et vassdrag jo større er andelen nedgravde individ (jf. Young et al. 2001, Larsen 2017). Det ble bare gjennomført gravestudier på stasjon 203 i 2017 (høy vannføring førte til at det ikke var mulig å gjennomføre gode gravestudier på andre områder). Det ble funnet tre individ mindre enn 50 mm, og alle disse var nedgravd i substratet (**figur 12**). Bare ett individ var mindre enn 20 mm. Men muslinger med lengde helt opp til 118 mm ble også funnet nedgravd i substratet eller skjult under steiner og ute av syne. Til sammen ni individer (8,2 %) var nedgravd i substratet på arealet som ble undersøkt på stasjon 203.

Tomme skall som ble funnet i Simoa varierte i lengde mellom 90 og 151 mm (**figur 13**) med et gjennomsnitt på 123 mm (SD = 11; N = 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. I tillegg til de tomme skallene som ble plukket opp under fritellingene, ble det talt opp 136 relativt hele muslingskall på en tørrlagt grusbanke på stasjon 305, i tillegg til en del fragmenter og biter av skall (**figur 14**). Flere av skallene hadde rester etter inntørkede bløtdeler som tydet på at muslingene hadde blitt liggende igjen delvis nedgravd i grus og sand etter en flomepisode eller en annen akutt hendelse.

Nedenfor Soneren var det betydelig flere døde muslinger enn ellers i vassdraget. På strekning 2 (stasjon 201–213) ble det funnet 67 tomme skall som representerte 1,2 % av antall levende og tomme skall til sammen. På strekning 3 derimot ble det funnet 246 tomme skall, noe som utgjorde 11,0 %.



Figur 12. Lengdefordeling og andel levende elvemusling som ble funnet nedgravd i substratet sammenlignet med lengdefordeling og andel individer som var synlige på elvebunnen på stasjon 203 i Simoa i juli 2017.



Figur 13. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling fra Simoa i juli 2017.

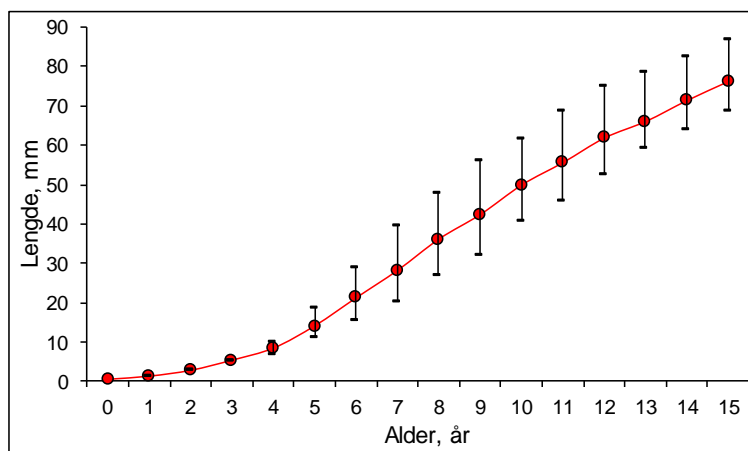


Figur 14. Tomme skall lå i stort antall delvis begravd i grus og sand på stasjon 305 ved Velstad. Foto. Bjørn Mejdell Larsen.

Alderssammensetning og vekst

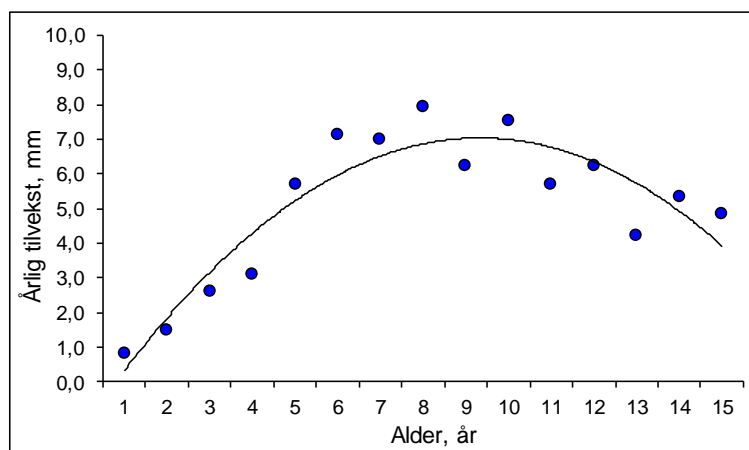
Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling i Simoa i denne undersøkelsen. Noen muslinger (mindre enn 110 mm) ble imidlertid samlet inn for nærmere undersøkelser. Dette ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 15-årsalder (**figur 15**). Den innerste

delen av skallet ved umbo blir tidlig erodert hos elvemusling slik at de første vintersoneene ikke lenger kan gjenfinnes i skallet hos eldre individer. Det kan derfor i en del tilfeller være vanskelig å vite nøyaktig hvor mange vintersoner som skal legges til det antall som blir observert.



Figur 15. Vekstkurve hos elvemusling fram til 15-årsalder i Simoa basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos 13 individer som ble aldersbestemt i 2017. Vertikale linjer angir variasjon i størrelse (største og minste musling) i de ulike aldersgrupper.

Veksten til muslingene i Simoa var svært god, og årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble 12 år var 6–8 mm (**figur 16**). Den minste muslingen som ble funnet hadde fire vintersoner i skallet. Gjennomsnittlig lengde for fem år gamle muslinger var 14 mm. Når muslingene var 10 år var de allerede mellom 41 og 62 mm, og gjennomsnittlig lengde var 50 mm. I lengdefordelingen (**figur 10**) var 14 muslinger (3,7 %) innenfor dette lengdeintervallet. Muslingene i Simoa hadde en skallengde på ca. 75 mm når de var 15 år gamle. Den årlige tilveksten avtok deretter til 2–3 mm. Antar vi at tilveksten er 10–15 mm til sammen fra muslingene er 15 til de blir 20 år, vil muslingene ha en skallengde på 85–90 mm når de er 20 år gamle. Dette kan bety at om lag 25 prosent av muslingene i Simoa var yngre enn 20 år i 2017.



Figur 16. Årlig tilvekst hos elvemusling fram til 15-årsalder i Simoa basert på måling av årringsdiameter hos 13 individer som ble aldersbestemt i 2017.

Reproduksjon og rekruttering

De voksne muslingene reproducerer normalt i Simoa. Det ble sjekket for mulig graviditet 24. juli og 5. september 2017. I slutten av juli var ingen av de 20 individene som ble kontrollert gravide. I begynnelsen av september var derimot 35 prosent av muslingene gravide (stasjon 206). Det ble dermed produsert rikelig med muslinglarver også i 2017. Disse ville senere på høsten bli sluppet ut i vannet i håp om en vellykket infestering på gjellene til ørretunger i vassdraget.

4 Sammenstilling av kjente data om vannkvalitet, fisk og elvemusling i Simoa

4.1 Vannkvalitet

Det er gjort en sammenstilling av alle kjente vannkvalitetsdata fra Simoa for å se på utviklingen av en del vannkjemiske parametere; for eksempel farge, turbiditet, pH, totalt nitrogen, totalt fosfor og aluminium. Alle vannkvalitetsdata som var lagt inn i Vannmiljø (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>) ble hentet inn, men kontrollert² og supplert med data fra Tysse (1990; 1994), Larsen et al. (1995), Alsaker-Nøstdahl (1997), Engen (1997; 1999; 2000; 2001; 2002; 2004), Fylkesmannen i Buskerud (2005; 2007; 2008; 2009a; 2009b; 2010; 2011), Larsen et al. (2007), upubliserte data fra Modum kommune og upubliserte data fra NINA. Stasjonene som inngår var de samme som ble undersøkt i 2016 og 2017; SIM 1: Innløpet av Solevatn inkludert prøver fra stasjonen «Kvennhusfossen/Klemmafossen», SIM 2: Utløpet av Solevatn inkludert stasjonen «Nedre Eggedal», SIM 3: Innløpet av Soneren, SIM 4: Utløpet av Soneren inkludert stasjonene «Nedstrøms Prestfoss» og «Hengebru nedstrøms Prestfoss» og SIM 5: Simoa ved Haugsfoss inkludert stasjonene «Kjørplass bru» og «Åmot».

Verdiene av mengde totalt fosfor (Tot-P) økte noe på strekningen mellom innløpet til Solevatn (stasjon SIM 1) og Åmot (stasjon SIM 5, **tabell 7**). I henhold til veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018) vil områder med Tot-P mellom 1 og 17 µg/l tilfredsstille kravet om svært god økologisk tilstand (**tabell 8**). Gjennomsnittet for totalt fosfor varierte mellom 3,6 og 19,8 µg/l i Simoa i 1989–1998 avhengig av lokalitet, og mellom 4,5 og 10,2 µg/l i 1999–2008. Ved innløp og utløp av Solevatn var konsentrasjonen av Tot-P lavere enn referanseverdien for elvetyper som er 9 µg/l. Høyeste verdi ble målt til 160 µg/l ved Åmot. Ved Åmot er imidlertid trenden at mengde totalt fosfor har vært svakt synkende fra 1979 til 2017 (**figur 17**). Tilstanden har gått fra å være god til å bli svært god etter 2000. Antallet episoder med forhøyede verdier (moderat, dårlig og svært dårlig tilstand) har også avtatt i perioden.

Verdiene av mengde totalt nitrogen (Tot-N) var høyere enn referanseverdien for elvetyper (175 µg/l; **tabell 8**), men gjennomsnittsverdiene for de ulike ti-års periodene var likevel innenfor tilstandsklasse god for stasjonene på innløp og utløp av både Solevatn og Soneren. Vannkvaliteten var dårligst ved Åmot der tilstanden varierte fra god til svært dårlig (**tabell 7, figur 17**).

I sum betyr det at store deler av Simoa bare i liten grad er påvirket av eutrofiering. Det er funnet at muslingbestander med god status skiller seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalt fosfor er mindre enn 15 µg/l (gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l; Degerman et al. 2009). Dette er oppfylt i Simoa ovenfor Soneren, men tendensen er at fosforinnholdet er noe høyere enn dette nedenfor Soneren og spesielt i nedre del av vassdraget ved Åmot. Men tendensen ved Åmot er at mengde fosfor har vært avtagende på 2000-tallet.

Simoa-vassdraget har i lang tid vært negativt påvirket av sur nedbør og lave pH-verdier i nedbørfeltet. Simoa drenerer fra forsursutsatte områder, men det er mulig å spore en positiv utvikling i hovedvassdraget i løpet av 1980-årene (Tysse 1994, **figur 17**). Utløpet av Soneren har vært surere enn de andre lokalitetene i vassdraget (Tysse 1990; 1994, **tabell 7**). Dette kommer av stor tilførsel av surt vann fra sideelvene til innsjøen (bl.a. Horgavassdraget).

² Beklageligvis ble det oppdaget flere feil i Vannmiljø-dataene – både graverende punchefeil (fargetall på 5, skulle vært 50 og pH på 3,25, skulle vært 6,25) og mer uskyldige (konduktivitet 2,36 i stedet for 2,63 mS/m), men også manglende resultater fra enkeltdatoer eller samme resultat lagt inn to eller tre ganger. Samme datasett kunne også være lagt inn på to ulike lokaliteter i vassdraget, men verre var det at det også ble funnet data fra Sokna som var lagt inn på Simoa og konduktivitetsdata som lå under fargetall.

Tabell 7 (første del). Vannkvaliteten på fem stasjoner i Simoa: innløp Solevatn (SIM1), utløp Solevatn (SIM2), innløp Soneren (SIM3), utløp Soneren (SIM4) og Åmot (SIM5) i perioden 1979–2017 oppgitt som gjennomsnitt i tiårsperiodene 1979–1988, 1989–1998, 1999–2008 og 2009–2017 angitt ved konduktivitet (Kond, $\mu\text{S/cm}$), turbiditet (Turb, FNU/FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), totalt organisk karbon (TOC, mg/l), pH, kalsium (Ca, mg/l), alkalitet (Alk, $\mu\text{ekv/l}$), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, $\mu\text{g/l}$), totalt fosfor (Tot-P, $\mu\text{g/l}$), totalt nitrogen (Tot-N, $\mu\text{g/l}$) og nitrat (NO_3 , $\mu\text{g/l}$). Ingen data fra SIM 1 og SIM 2 i 1979–1988.

	Kond $\mu\text{S/cm}$	Turb FNU/FTU	Farge mg Pt/l	TOC mg/l	pH	Ca mg/l	Alk $\mu\text{ekv/l}$	Tr-Al $\mu\text{g/l}$	Tot-P $\mu\text{g/l}$	Tot-N $\mu\text{g/l}$	Nitrat $\mu\text{g/l}$
SIM 1 – Innløp Solevatn											
1989–1998											
Gj.snitt	14,4	0,9	43	4,1	6,45	1,5	32	-	3,6	304	14
Min	13,8	0,9	43	2,9	5,98	1,5	32	-	2,0	210	14
Maks	15,0	0,9	43	5,1	6,80	1,5	32	-	5,0	370	14
N	2	1	1	5	7	2	1	0	5	5	1
1999–2008											
Gj.snitt	17,5	0,5	34	4,8	6,53	1,8	59	70	4,5	182	177
Min	14,0	0,5	14	2,5	6,38	1,6	37	35	2,5	86	93
Maks	21,0	0,5	54	7,5	6,68	2,0	81	105	9,0	290	260
N	2	2	2	20	2	2	2	2	21	17	2
2009–2017											
Gj.snitt	11,2	0,5	34	5,6	6,62	1,6	-	-	7,5	240	78
Min	7,3	0,4	31	5,2	6,47	1,3	-	-	2,0	210	78
Maks	15,0	0,7	36	5,9	6,76	1,8	-	-	13,0	270	78
N	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	1
SIM 2 – Utløp Solevatn											
1989–1998											
Gj.snitt	17,7	0,5	31	3,7	6,22	1,8	43	140	5,5	247	101
Min	12,5	0,2	19	3,0	5,60	1,2	10	93	3,0	160	19
Maks	23,9	1,2	62	5,2	6,70	2,4	68	199	8,0	360	262
N	20	20	20	12	20	20	20	7	12	12	8
1999–2008											
Gj.snitt	14,0	0,9	48	5,8	6,16	1,4	34	111	5,7	192	55
Min	14,0	0,1	22	4,0	5,89	1,2	26	68	3,5	48	42
Maks	14,0	2,4	74	9,0	6,60	1,5	59	153	10,0	320	68
N	2	5	5	23	5	5	5	2	24	20	2
2009–2017											
Gj.snitt	12,0	0,7	41	6,5	6,50	1,6	-	-	8,0	210	19
Min	6,0	0,5	34	5,5	6,30	1,5	-	-	3,0	210	19
Maks	18,0	0,9	47	7,4	6,70	1,6	-	-	13,0	210	19
N	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	1
SIM 3 – Innløp Soneren											
1979–1988											
Gj.snitt	18,9	0,6	39	-	6,15	1,8	50	138	7,0	308	133
Min	11,6	0,3	6	-	5,00	1,0	5	40	3,0	160	20
Maks	32,3	2,7	74	-	7,15	3,1	320	310	16,0	660	360
N	65	64	64	0	64	22	64	28	64	64	27
1989–1998											
Gj.snitt	18,7	1,5	39	5,3	6,31	1,8	37	-	11,0	318	40
Min	12,5	0,3	17	2,9	5,55	1,0	3	-	2,0	140	40
Maks	27,4	27,0	70	9,4	6,95	2,8	100	-	100,0	620	40
N	33	50	50	49	50	41	50	0	49	49	1
1999–2008											
Gj.snitt	17,5	0,9	55	7,0	6,26	1,6	37	111	5,8	215	126
Min	14,0	0,4	26	5,8	6,00	1,3	21	61	3,5	140	91
Maks	21,0	2,2	82	8,7	6,80	2,1	78	161	10,0	320	160
N	2	5	5	4	5	5	5	2	5	4	2
2009–2017											
Gj.snitt	12,6	0,7	45	6,5	6,65	1,7	-	-	10,0	260	91
Min	7,2	0,5	33	5,6	6,49	1,6	-	-	6,0	220	91
Maks	18,0	0,9	56	7,3	6,80	1,9	-	-	14,0	300	91
N	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	1

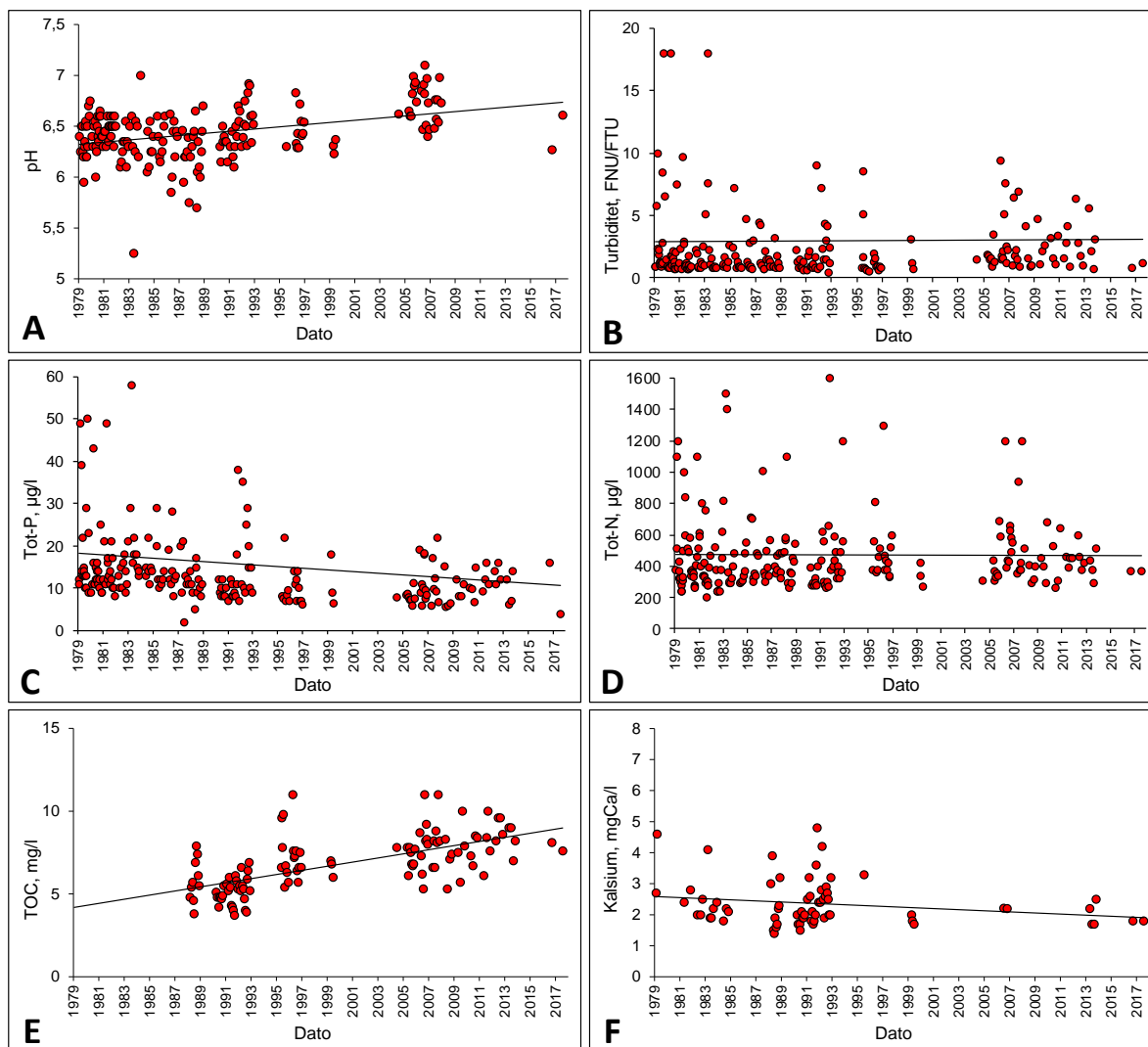
Tabell 7 (andre del).

	Kond µS/cm	Turb FNU/FTU	Farge mg Pt/l	TOC mg/l	pH	Ca mg/l	Alk µekv/l	Tr-Al µg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Nitrat µg/l
SIM 4 – Utløp Soneren											
1979–1988											
Gj.snitt	18,1	0,7	43	-	5,91	1,6	44	159	6,8	282	93
Min	12,1	0,3	21	-	4,90	1,1	5	30	3,0	190	35
Maks	26,6	1,6	74	-	6,80	2,6	300	240	10,0	410	210
N	39	38	38	0	67	22	36	25	38	38	24
1989–1998											
Gj.snitt	18,1	0,8	40	5,3	6,09	1,7	26	-	7,2	326	125
Min	14,6	0,3	26	3,5	5,60	1,3	2	-	2,0	210	125
Maks	25,1	5,2	56	7,7	6,80	2,7	58	-	14,0	530	125
N	33	57	51	56	51	41	51	0	56	56	1
1999–2008											
Gj.snitt	16,5	0,9	59	6,5	6,04	1,6	31	152	7,9	272	130
Min	16,0	0,7	44	4,6	5,81	1,4	22	141	4,2	182	130
Maks	17,0	1,7	78	8,6	6,38	1,7	50	163	24,0	360	130
N	2	5	5	23	5	5	5	2	23	20	2
2009–2017											
Gj.snitt	11,6	0,7	59	7,6	6,22	1,4	-	-	10,3	253	48
Min	6,2	0,5	57	6,1	6,04	1,2	-	-	3,0	200	48
Maks	17,0	0,9	61	8,8	6,38	1,6	-	-	22,5	320	48
N	2	2	2	6	6	6	0	0	6	6	1
SIM 5 – Åmot											
1979–1988											
Gj.snitt	25,2	2,5	46	5,8	6,36	2,4	66	183	16,4	471	254
Min	13,0	0,7	11	3,8	5,25	1,4	5	60	2,0	200	40
Maks	48,3	27,0	76	7,9	7,00	4,6	330	430	98,0	1800	1400
N	62	115	101	10	115	25	61	26	115	115	26
1989–1998											
Gj.snitt	25,4	4,5	41	5,9	6,46	2,4	64	-	19,8	510	224
Min	17,4	0,4	22	3,7	6,10	1,5	24	-	6,0	260	224
Maks	49,5	65,0	66	11,0	6,92	4,8	200	-	160,0	2200	224
N	24	50	42	49	42	32	42	0	49	49	1
1999–2008											
Gj.snitt	22,0	2,5	59	7,6	6,68	2,0	51	135	10,2	491	205
Min	20,0	0,7	43	5,3	6,23	1,7	38	119	5,6	270	180
Maks	24,0	9,4	81	11,0	7,10	2,2	82	151	22,0	1200	230
N	2	33	5	32	29	5	5	2	33	32	2
2009–2017											
Gj.snitt	16,7	2,5	59	8,1	6,44	2,0	-	-	11,0	434	106
Min	8,3	0,6	55	5,7	6,27	1,7	-	-	4,0	260	106
Maks	25,0	6,3	62	10,0	6,61	2,5	-	-	16,0	680	106
N	2	22	2	22	2	6	0	0	22	22	1

På 1980-tallet varierte pH ganske mye, og enkelte episoder med pH <5,5 var vanlig i løpet av året (Tysse 1990). I de siste tiårene har denne variasjonen i pH blitt mindre, og på utløpet av Soneren er det ikke notert pH <5,8 i årene etter 1995. Dette har også medført at de lave alkalitet-verdiene som forekom i 1979–1988 og 1989–1998 (<5 µekv/l) er borte (**tabell 7**). Det ble bare målt alkalitet høyere enn 20 µekv/l på utløpet av Soneren i 1999–2008.

Tabell 8. Referanseverdier og klassegrenser for totalt fosfor og totalt nitrogen for elvetype R106. Data fra tabellene 7.9 og 7.10 i vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Elvetype	Parameter	Referanse	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
R106	Totalt fosfor	9	1–17	17–24	24–45	45–83	>83
R106	Totalt nitrogen	175	1–200	200–400	400–650	650–1300	>1300



Figur 17. Vannkvaliteten i Simoa ved Åmot (SIM 5) for perioden 1979–2017 (jf. **tabell 7**). De angitte trendlinjene viser de lineære sammenhengene mellom enkeltobservasjonene for A: pH, B: turbiditet (FNU/FTU), C: totalt fosfor (Tot-P, µg/l), D: totalt nitrogen (Tot-N, µg/l), E: totalt organisk karbon (TOC, mg/l) og F: kalsium (Ca, mg/l). Det finnes enkelte ekstremverdier som ikke er vist på figuren: Fire målinger av turbiditet (27–65 FNU/FTU i 1988, 1992, 1995 og 1996), fire målinger av totalt fosfor (98–160 µg/l i 1988, 1992, 1995 og 1996) og en måling av totalt nitrogen (2200 µg/l i 1995).

Sure episoder under snøsmeltingen om våren eller i perioder med mye nedbør forsterket effekten av forsuren, og tidligere kunne dette i verste fall forårsake fiskedød. Ettersom de fleste arter av snegler og småmuslinger er mer forsuringfølsomme enn fisk, og forsvinner når pH blir lavere enn 6,0 (Økland & Økland 1986), medførte forsuringen også problemer for elvemuslingen i Simoa. Når muslinger utsettes for surt vann opprettholder dyrene en gradient mellom pH i kappehulens væske og pH i vannet omkring (Heming et al. 1988). H^+ -ionene blir nøytralisert (bufret) på bekostning av $CaCO_3$ -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. Forsuringseffekter på elvemusling er da også påvist i mange områder både i Norge og Sverige (Dolmen & Kleiven 2004, Henrikson 1996).

Tilsetning av kalk i innsjøer og vassdrag er et midlertidig tiltak som motvirker skadene av sur nedbør. I vassdrag som har vært utsatt for sterk forsuring er det vist at kalking øker den årlige tilveksten hos elvemusling (Dunca et al. 2011), frekvensen av vekstforstyrrelser avtar, overlevelse og vitalitet øker (Henrikson 1996), tettheten av vertsfisk øker og rekrutteringen hos elvemusling tar seg opp (Larsen 2018b). Det er nå flere eksempler fra Sør-Norge der bestander av elvemusling har reetablert etter kalkingstiltak (bl.a. Sandaas et al. 2011, Larsen & Magerøy 2016, Larsen 2018b, Sandaas & Enerud 2018).

Kalkingstiltakene i nedbørfeltet til Simoa har også hatt en positiv effekt på vannkvaliteten i hovedvassdraget og de sureste episodene ($\text{pH} < 5,5$) forekommer ikke lenger. I de siste ti-årene har variasjonen i pH blitt mindre i Simoa, og dette har også ført til at alkalitet-verdiene har økt. I 16 vassdrag i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling varierte gjennomsnittet av pH i de ulike vassdragene mellom 6,47 og 7,68 (min og maks alle prøver var henholdsvis 6,13 og 8,51, Larsen 2017). I Sverige ble vannkvaliteten i elver med og uten elvemusling analysert (E. Petersson et al. upubl. materiale, referert hos Henrikson & Söderberg 2018). Sannsynligheten for å påtreffe elvemusling var størst i elver med $\text{pH} \geq 6,2$ og vannfarge mindre enn 125 mg Pt/l. Elver med livskraftige populasjoner hadde enda høyere pH-verdi (rundt 6,7) og fargetall mindre enn 75 mg Pt/l. Dette viser at Simoa fortsatt har lavere pH-verdier enn det som er funnet i mange andre muslingvassdrag. Tiltak mot forsuring kan derfor være nødvendig slik at man i framtida kan unngå pH-verdier lavere enn 6,2–6,4. Simoa har i tillegg et relativt lavt innhold av kalsium. På innløp og utløp av Solevatn og innløp og utløp av Soneren (stasjon SIM 1–SIM 4) er det målt minimumsverdier ned mot 1,0–1,3 mg/l (**tabell 7**). I det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling er det stor variasjon i gjennomsnittsverdien for kalsium i de ulike lokalitetene (1,3–15,9 mg/l; Larsen 2017), men de fleste lokalitetene har årsgjennomsnitt som ligger mellom 2,0 og 4,0 mg/l (B.M. Larsen, upublisert materiale). Vi vet ikke om lave kalsium-konsentrasjoner kan være årsaken til nedsatt rekruttering i Simoa, men kalsium, som er viktig i oppbyggingen av skallet, reduserer også den giftige effekten av aluminium (Brown 1983).

Høyt fargetall gir uttrykk for et høyt innhold av humussyrer. Fargetallet har vært relativt høyt i Simoa helt fra slutten av 1970-tallet da vannovervåkingen startet (Tysse 1994). Sur nedbør de siste tiårene kan ha ført til større utlekking av humusstoffer. Likeledes kan grøfting, drenering av myrer og flatehogst ha ført til økt avrenning og økt utvasking av humusstoffer fra jorda som igjen har økt mengden organisk stoff i vannet. Likevel har ikke vannfargen oversteget 82 mg Pt/l i noen del av vassdraget i perioden 1979–2017 (**tabell 7**), og ligger dermed fortsatt innenfor det som synes å være akseptabelt for elvemusling.

Elvemusling unngår så langt det er mulig lokaliteter i vassdrag med vedvarende høyt partikkelinnhold. Om vannet i perioder tilslammes og får uvanlig høy turbiditet (for eksempel under flom), kan muslingene verne seg mot det ved å trekke seg sammen og lukke skallet. I en svensk undersøkelse var turbiditeten i elver med muslingbestander med god status (med rekruttering) mindre enn 1 FNU (0,5–1,0 FNU) (Söderberg et al. 2008). I Simoa var turbiditeten under normale forhold mindre enn 1,0 FNU/FTU i gjennomsnitt i øvre og midtre del av vassdraget, og innenfor det som antas å være god nok vannkvalitet. Ved Åmot derimot var den gjennomsnittlige turbiditeten 2,5–4,5 FNU/FTU i de fire tiårs-periodene fra 1979 til 2017 (**tabell 7**). Vi vil forvente at slike forhold forårsaker kontinuerlig stress som resulterer i nedsatt levedyktighet og manglende rekruttering.

En voksen elvemusling kan imidlertid overleve i perioder med dårlig vannkvalitet. Problemer med varierende vannkvalitet er i første rekke et problem knyttet til overlevelsen av muslingene i deres første leveår. I Simoa ser det ut til at forsuring (pH ned mot 6,0) og lavt kalsiuminnhold kan være de største utfordringene for å opprettholde en stabil rekruttering.

4.2 Fisk

I nedbørfeltet til Simoa finnes det et titalls fiskearter. Ørret og ørekyte finnes i hele vassdraget, og ørret gyter også i flere av tilløpsbekkene. Ved elfiskeundersøkelser i mai 2007 ble det i tillegg til ørret og ørekyte fanget trepigget stingsild, nipigget stingsild og ubestemt niøye i Simoa (Larsen et al. 2007).

4.2.1 Tetthet og vekst hos ørret

Habitatet for ørret ble gjennomgående vurdert som «egnet» (moderate gytemuligheter og noe skjul til stede) på elfiskestasjonene som ble undersøkt i Simoa i 2007. For at økologisk tilstand skal bedømmes som god eller bedre med hensyn til ørret må tettheten da være større enn 40 individ pr. 100 m² i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vann-direktivet 2018) (**tabell 9**).

Tabell 9. Klassegrenser for økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet med laksefisk. Verdiene (antall ungfisk per 100 m²) etter «habitat ikke beskrevet» gjelder der habitatdata ikke er registrert. Habitatklasse 1 er «lite egnet», habitatklasse 2 er «egnet», habitatklasse 3 er «vel-egnet». Utdrag fra tabell 6.15 i vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vann-direktivet 2018).

Artssamfunn	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Stasjonær allopatrisk, habitat ikke beskrevet	>58	58–44	43–29	28–15	<15
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 1	>34	34–26	25–17	16–9	<8
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 2	>55	55–41	40–28	27–14	<14
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3	>67	67–50	50–34	33–17	<17

Ørretbestanden var ifølge Garnås & Fjeldseth (1995) tett og rekrutteringen god, men dette var i første rekke knyttet opp mot innsjøene i vassdraget. Ved elfiskeundersøkelser i Simoa i 2007 ble tettheten av ørretunger angitt som lav i hele Simoa (Larsen et al. 2007; **tabell 10**). Det var bare mellom fire og sju ettårige ørretunger i gjennomsnitt pr. 100 m² elveareal på de fire områdene som ble prøvfisket. I tillegg var det mellom en og fire toårige eller eldre ørretunger. Dette ga en samlet tetthet på åtte ørretunger pr. 100 m², og ørretbestanden som helhet klassifiseres etter dette som svært dårlig (**tabell 10**). Tilstanden varierte lite innad i vassdraget, og økologisk tilstand på alle de fire stasjonene var svært dårlig i 2007. Nå er klassegrensene for økologisk tilstand hovedsakelig basert på kystvassdrag, og resultater fra referanseelv-prosjektet (Moe et al. 2018, Bækkeli et al. 2018) tyder vel på at disse verdiene må revideres for innlandsfisk. Vi skal dessuten være forsiktige når vi tolker resultater som baserer seg på elfiske i bare ett år.

Tabell 10. Fangst av ørret ved elfiske i Simoa i mai 2007 med beregnet tetthet av ettårig (1+), toårig (2+) og eldre (≥3+) ørret pr. 100 m² elveareal og klassifisering basert på habitatklasse 2 («egnet» habitat). Data fra Larsen et al. (2007).

Stasjon	Areal, m ²	Antall fanget			Beregnet tetthet pr. 100 m ²			Samlet tetthet pr. 100 m ²
		1+	2+	≥3+	1+	2+	≥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

Ørret er eneste aktuelle vertsart for elvemuslingens larver i Simoa. Ørret i moderat høy tetthet er derfor viktig for å opprettholde bestanden av elvemusling. Söderberg et al. (2008) og Degerman et al. (2013) fant at i muslingpopulasjoner med god status var tettheten av ørretungel (0+) større enn fem individ pr. 100 m² (5–23 individ). Geist et al. (2006) fant på sin side ingen klar sammenheng mellom tettheten av ørret og rekrutteringen av musling. For laks har Ziuganov et al. (1994) gjort beregninger i elva Varzuga (på Kola-halvøya) som tilsier at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn fem individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes. Tettheten av ørretunger er bare noe høyere enn dette i Simoa, og mangel på vertsfisk kan være med på å begrense rekrutteringen hos elvemusling.

I tillegg til ørret ble det funnet ørekyte på alle stasjonene i Simoa. På begynnelsen av 1900-tallet var utbredelsen av ørekyte begrenset til lavereliggende strøk i sørøstlige deler av Buskerud (Hesthagen & Sandlund 1997). I Simoa var det allerede den gangen ørekyte til langt opp i Eggedal (Huitfeldt-Kaas 1918). Undersøkelser tyder på at ørekyte kan være en sterk konkurrent til ørret der den forekommer i tette bestander. Ørekyte konkurrerer om plass og næring, og er nok medvirkende til at tettheten av ørret ikke er høyere i Simoa.

Veksten til ørretungene var moderat god i Simoa (Larsen et al. 2007). Ørretungelen (0+) var 46 mm i gjennomsnitt ved Solemoa i midten av august 1996 (**tabell 11**). 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 11. Lengde og aldersbestemmelse av ørret fra Simoa i 1996, 1998, 2007, 2016 og 2017. Gjennomsnittlig lengde (L, mm) med standardavvik (SD) er angitt for ørret med alder 0+, 1+, 2+ og 3+; N = antall undersøkte individ. Gjennomsnittslengdene er ikke direkte sammenlignbare da 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. I 2016 og 2017 ble det samlet inn fisk fra henholdsvis fire og tre stasjoner, og lengden er målt på formalinfiksert materiale. i.u. = ikke undersøkt.

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
2016	14.06.	i.u.	0	77,6 ± 11,0	62	122	1	-	0
2017	28.06.	i.u.	0	81,6 ± 9,6	44	117	1	-	0

Gjennomsnittslengden for ettårige ørretunger var 67 mm (SD = 10; N = 71) i 2007, 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. Det var overlapp i lengde med toårige ørretunger som var 85–123 mm lange. Ettårige ørretunger samlet inn i midten/slutten av

juni 2016 og 2017 var henholdsvis 78 og 82 mm i gjennomsnitt, og noe større enn ørretunger samlet inn på samme tidspunkt i 1996.

4.2.2 Muslinglarver på gjellene

Det er gjort flere innsamlinger av ørretunger i Simoa for å kontrollere gjellene med hensyn til forekomst av muslinglarver. Ørekyte er også undersøkt (Larsen et al. 1995).

Det er funnet muslinglarver på ørret i hele Simoa, men aldri noe på ørekyte. Elvemuslingen i Simoa må derfor karakteriseres som «ørretmusling» selv om påslaget av larver var lavere enn forventet. Ørret i Simoa vil normalt være infestert med muslinglarver fra begynnelsen av oktober til slutten av juli; en periode på om lag 10 måneder (Larsen et al. 2007).

I perioden fra mai til august 1996 ble påslaget av muslinglarver på ettårige ørretunger fra Solemoa undersøkt mer i detalj. I mai/juni var 54–83 % av de ettårige ørretungene (1+) infestert. Prevalensen (andelen av ørretunger som var infestert) gikk ned fra midten av juni, men om lag en tredel av ørretungene var fortsatt infestert fram til slutten av juli. Det var imidlertid få larver på de ettårige ørretungene i hele perioden og intensiteten gikk ned fra 2–15 muslinglarver i mai/juni til mindre enn tre muslinglarver i juni/juli. Størst antall på en enkelt ørretunge var 37 muslinglarver (for flere detaljer se Larsen et al. 2007).

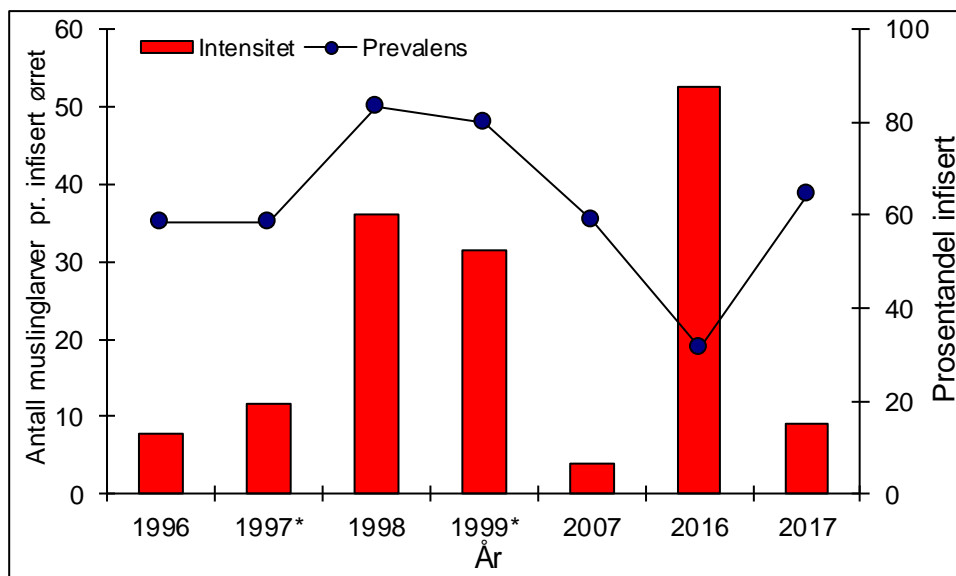
Det har vært relativt stor forskjell i antall muslinglarver mellom år ved Solemoa (**figur 18**). Det var relativt høy infestering i 1998 da mer enn 80 prosent av de ettårige ørretungene var infestert på våren med 36 muslinglarver i gjennomsnitt (for flere detaljer se Larsen et al. 2007), mens infesteringsintensiteten var lavest våren 2007 med bare fem larver i gjennomsnitt. Prevalensen var lavest i 2016, og selv om infesteringen var gjennomgående lav på de fleste ørretungene, var det én av ørretungene som hadde 250 muslinglarver på gjellene som gjorde at intensiteten likevel ble moderat høy (**figur 18**).

En samlet oversikt over muslinglarver funnet på ørretunger fra ulike deler av Simoa i 2007, 2016 og 2017 er gitt i **tabell 12**. I 2007 varierte andelen ørret som var infestert mellom 22 og 59 prosent på de fire stasjonene som ble undersøkt. Prevalensen var høyest ved Solemoa, og gjennomsnittet for alle stasjonene var 37 prosent. Antall muslinglarver på gjellene var imidlertid lavt, og intensiteten varierte mellom 2 og 7 larver i gjennomsnitt på de fire stasjonene. Høyeste antall var 18 muslinglarver på en ørretunge ved Kolsrud.

Det ble også funnet muslinglarver på de ettårige ørretungene i 2016 og 2017 (**tabell 12**). Andelen ørret som var infestert varierte mellom 0 og 65 prosent på de ulike stasjonene. Prevalensen var fortsatt høyest ved Solemoa, og gjennomsnittet for alle stasjonene var henholdsvis 15 og 30 prosent i 2016 og 2017.

Andelen toårige ørretunger som var infestert i Simoa var svært lav, og lavere enn det som ble funnet på de ettårige ørretungene. Bare to av de 23 toårige ørretungene var infestert i 2007, og de hadde bare en og to muslinglarver på gjellene (Larsen et al. 2007). To toårige ørretunger som ble undersøkt i 2016 og 2017 hadde ingen larver på gjellene, mens ett individ fra juni 1998 hadde tre larver. I perioden fra mai til slutten av juli 1996 ble det undersøkt 18 toårige ørretunger fra Solemoa. Av disse hadde 11 individer (61,1 %) muslinglarver på gjellene. Infesteringsintensiteten var i gjennomsnitt 12 larver og høyeste antall på en enkelt ørretunge var 83 muslinglarver.

Selv om det er forventet at fiskeunger som blir infestert om høsten i deres første leveår (0+) vil oppnå en immunitet mot en ny infestering året etter (som tosomrige individer, 1+), var likevel prevalens og intensitet hos toårige ørretunger om våren lavere enn forventet i Simoa.



Figur 18. 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, 2007, 2016 og 2017. Resultatet er presentert som prevalens (= prosentandel infesterte 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.

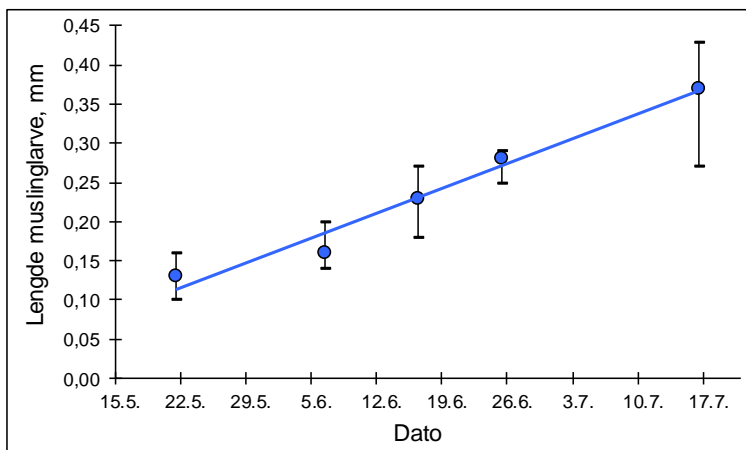
Tabell 12. Registreringer av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) ørretunger på stasjon F1–F4 i Simoa i mai 2007, 2016 og 2017. Infesteringen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infisert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

År	Dato	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans	Intensitet	Maks
					Gj.snitt ± SD	Gj.snitt ± SD	
2007	26.05	F1 – Solemoa	17	58,8	2,2 ± 2,8	3,8 ± 2,7	9
		F2 – Hole-Hov	18	22,2	1,5 ± 3,0	6,8 ± 2,1	9
		F3 – Velstad	17	29,4	0,5 ± 0,9	1,8 ± 0,8	3
		F4 – Kolsrud	19	36,8	2,4 ± 4,8	6,4 ± 6,2	18
		F1–F4	71	36,6	1,7 ± 3,3	4,6 ± 4,0	18
2016	14.06.	F1 – Solemoa	16	31,3	16,4 ± 62,3	52,6 ± 110,4	250
		F2 – Hole-Hov	18	11,1	0,6 ± 2,1	5,0 ± 5,7	9
		F3 – Velstad	14	7,1	0,1 ± 0,3	1,0	1
		F4 – Kolsrud	14	7,1	0,1 ± 0,3	1,0	1
		F1–F4	62	14,5	4,4 ± 31,7	30,6 ± 82,3	250
2017	28.06.	F1 – Solemoa	17	64,7	5,9 ± 15,4	9,1 ± 18,7	64
		F2 – Hole-Hov	21	9,5	1,0 ± 3,1	10,0 ± 2,8	12
		F3 – Velstad	6	0	0	0	0
		F1–F3	44	29,5	2,7 ± 10,0	9,2 ± 17,0	64

I en skotsk elv var andelen muslinglarver som overlevde fra gyting om høsten til fullt utvokste larver på fisken om våren $2,1 \cdot 10^{-5}$ % (Young & Williams 1984). I Simoa var overlevelsen ti ganger lavere i 2006/2007 (Larsen et al. 2007). I Simoa var det derfor et misforhold mellom antall muslinglarver som ble sluppet ut i vannmassen og det som ble gjenfunnet på ørretungene våren etter. Det er fortsatt usikkert hva denne dødeligheten på ørretungene kan komme av.

Den antatt mest kritiske fasen i elvemuslingens livssyklus er likevel perioden etter at muslingen har sluppet seg av fisken og skal etablere seg i grusen (bl.a. Bauer 1989, Jansen et al. 2001). Young & Williams (1984) estimerte at 95 prosent av muslingene døde i de første 5–8 årene. Larsen et al. (2007) beregnet at det våren 2007 bare var om lag 10 muslinglarver til sammen på ørretungene innenfor et areal på 100 m² i Simoa, noe som tilsvarte 0,5 muslinger pr. 100 m² etter 5–8 år. Dette gir 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 om lag en prosent for å opprettholde dagens tetthet. Forutsetter vi at fem prosent av muslinglarvene overlever de første årene i substratet må det produseres 50 muslinglarver til sammen pr. 100 m² 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 små negative endringer i vannkvalitet kan slå ut hele årsklasser.

Størrelse og vekst til muslinglarvene på ettårige ørretunger fra Simoa ble undersøkt i perioden mai–juli 1996 (**figur 19**). Fra en gjennomsnittlig lengde på 0,13 mm (SD = 0,02; N = 25) i slutten av mai økte muslinglarvene til en lengde på 0,37 mm (SD = 0,04; N = 15) i midten av juli. På det tidspunktet var mange av muslinglarvene fullt utviklet og ville i løpet av kort tid falle av fra gjellene. Muslinglarver som ble målt våren 1998, 2007, 2016 og 2017 var noe større enn i 1996 på sammenlignbare tidspunkt, og viste at veksten kan variere noe mellom år (**tabell 13**).



Figur 19. Vekst hos muslinglarver på ettårige ørretunger fra slutten av mai til midten av juli 1996 i Simoa. Figuren viser gjennomsnittlig skallengde samt største og minste muslinglarve på de ulike datoene.

Tabell 13. Skallengde hos muslinglarver samlet inn fra ettårige ørretunger i Simoa våren 1998, 2007, 2016 og 2017.

År	Dato	Skallengde, mm	SD	N
1998	3. juni	0,20	0,03	60
	4. juli	0,32	0,02	12
2007	26. mai	0,18	0,04	62
2016	14. juni	0,31	0,03	45
2017	28. juni	0,34	0,03	43

4.3 Elvemusling

Resultater fra kartlegging og overvåking av elvemusling i Simoa er tidligere publisert i to rapporter som omhandler undersøkelsene i 1995 og 2006 (Larsen et al. 1995; 2007). I tillegg ble det i 2010 gjennomført studier av skalltilvekst og kjemiske analyser av muslingskall fra Simoa (Dunca & Larsen 2012a; 2012b). Data fra Simoa er også inkludert hos Karlsson & Larsen (2013) og Karlsson mfl. (2014) som beskriver genetisk variasjon hos elvemusling i Norge. Data fra Simoa

er også inkludert hos Larsen (2012) som beskriver livssyklus hos elvemusling og vanntemperaturens betydning. I dette kapitlet er det gitt en oppsummering av de tidligere publiserte undersøkelsene sammen med resultatene fra overvåkingsrunden i 2017 sammen med noe materiale som ikke tidligere er publisert.

4.3.1 Utbredelse

I 1995 ble elvemusling funnet fra utløpet av Solevatn og ned til Bakke bru (Larsen et al. 1995). Lenger ned ble det bare funnet ett tomt skall ved Blaafarveværket nedenfor Haugsfoss. Det ble imidlertid observert levende musling her under ombyggingen av Haugsfoss kraftverk i 1989 (Anonym pers. med.). Senere (1997) er det funnet ca. 10 levende muslinger nedenfor Kjørplassen bru (ca. 800 m nedenfor Blaafarveværket) (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. med.). Andre meddelelser gikk ut på at man aldri hadde hørt om eller sett musling på denne strekningen (O. Sannan pers. med.). Undersøkelsene i 2006 og 2017 bekreftet imidlertid funn av elvemusling i lite antall 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 og 2017.

Elvemusling finnes på en ca. 40 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 fra Prestfoss 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 et al. 1995). Muslingene finnes til Kjørplassen bru (nedenfor Blaafarveværket); en strekning på 13,8 km.

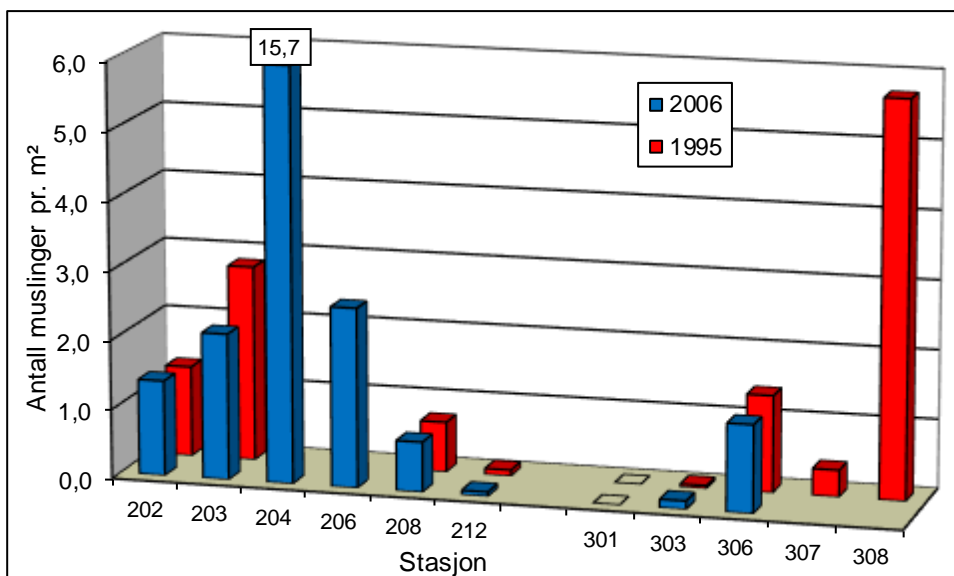
4.3.2 Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på ni transekter mellom utløpet av Solevatn og Kolsrud var henholdsvis 1,4 og 2,7 individ pr. m² i 1995 og 2006 (**figur 20, vedlegg 2–3**). Det var størst tetthet på en stasjon ved Steinsvad i 2006 med 15,7 individ pr. m² (stasjon 204). Gjennomsnittstettheten i de to årene er ikke nødvendigvis direkte sammenlignbar da det ikke er de samme stasjonene som inngår i de to årene. I 2017 ble ingen av transektene undersøkt.

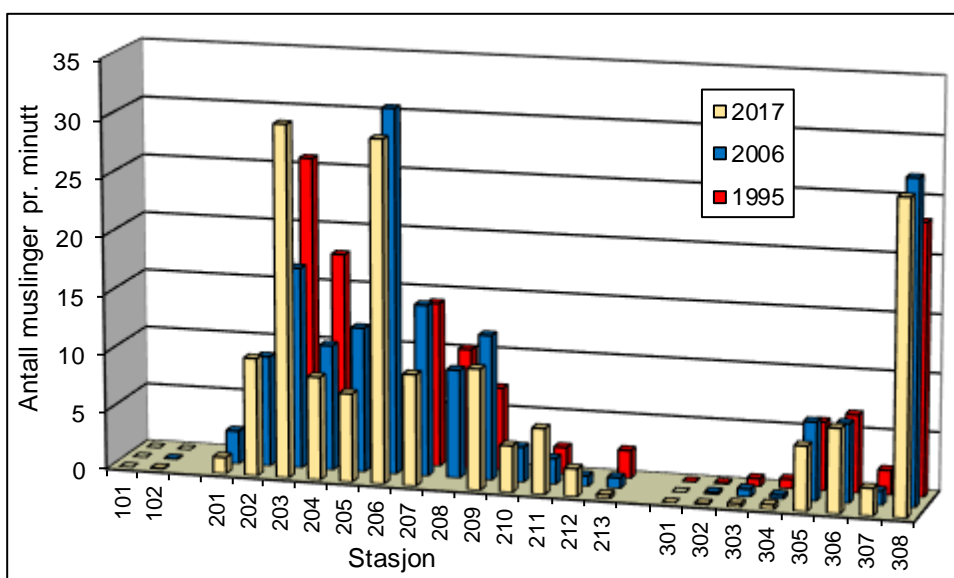
Tettheten av tomme skall var stabilt lav på transektene i 1995 og 2006 (0,1 individ pr. m²). Det var imidlertid høyere tetthet av tomme skall på strekningen nedenfor Soneren enn ovenfor (**vedlegg 2–3**).

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 21, vedlegg 4–6**). Relativ tetthet av levende elvemusling funnet ved «fritellinger» var 7,5 individ pr. minutt søketid i gjennomsnitt på strekning 2 og 3 i 1995. Dette økte til 8,1 individ i 2006. Tettheten har siden holdt seg stabil, og var den samme i 2017.

«Fritellingene» viste også at tettheten av tomme skall var større på strekning 3 enn på strekning 2. Gjennomsnittlig tetthet på strekning 2 varierte fra 0,1 til 0,3 individer pr. minutt søketid i 1995, 2006 og 2017, mens tettheten på strekning 3 var 0,7–2,1 individ (**vedlegg 4–6**).



Figur 20. Tetthet av levende elvemusling i Simoa basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall muslinger pr. m²) i 1995 og 2006. Ingen transekter ble undersøkt i 2017.



Figur 21. Relativ tetthet av levende elvemusling i Simoa basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 1995, 2006 og 2017. Stasjon 202, 205, 206, 210 og 212 ble ikke undersøkt i 1995 og stasjon 208 ble ikke undersøkt i 2017.

Det ble funnet tomme skall eller skallrester på alle stasjonene nedenfor Soneren i 2006 og på sju av åtte stasjoner i 1995 og 2017. Tomme skall utgjorde mer enn en firedel av alle muslinger som ble funnet i 2006, og henholdsvis 15 og 11 prosent i 1995 og 2017. Mellom Solevatn og Soneren utgjorde de tomme skallene bare 1–4 % av alle muslinger som ble talt opp.

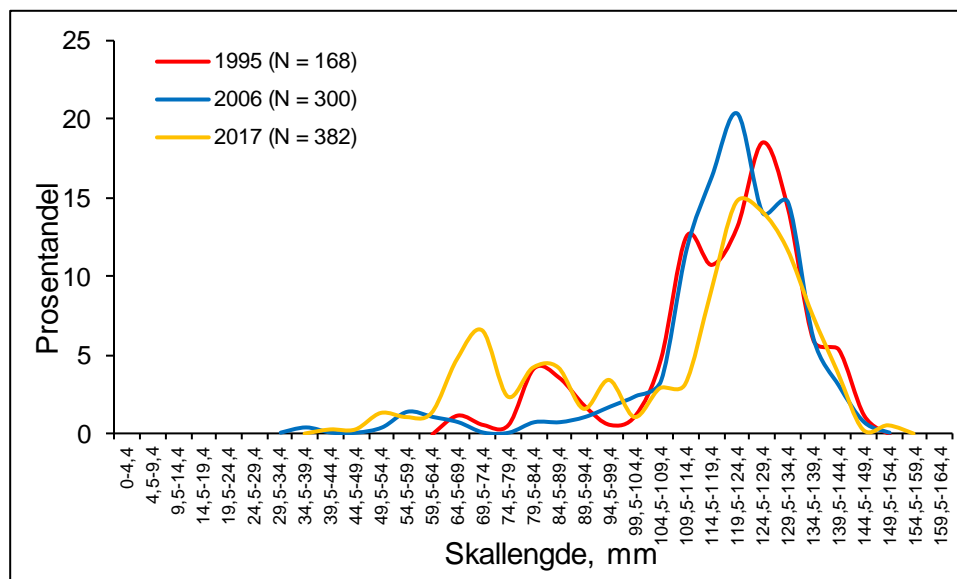
Muslinger har ofte en noe ujevn fordeling i et vassdrag. Dette gjør at enkelte transekter hadde en større tetthet enn nærliggende områder der fritellingene ble gjennomført og omvendt. Det er likevel funnet en sammenheng mellom tettheten av muslinger i transekter og den relative tettheten funnet ved fritellinger når data fra flere vassdrag sammenstilles (Larsen & Hartvigsen 1999, revidert av Larsen 2017). Dette gjør det mulig å få et tilnærmet bilde av reell tetthet av muslinger på en lokalitet eller i et vassdrag bare ved å gjennomføre fritellinger. Gjennomsnittlig tetthet pr. arealenhet på en

lokalitet basert på resultatet fra fritellingene kan tilnærmet uttrykkes ved y i ligningen $y = 0,40x$ der x er gjennomsnittlig antall levende muslinger funnet pr. minutt (Larsen 2017).

En gjennomsnittlig tetthet for strekning 2 og 3 på 7,5 individer pr. minutt i 1995 vil etter ligningen ovenfor tilsvare 3,0 individ pr. m^2 . I 2006 og 2017 var gjennomsnittlig tetthet på fritellingene 8,1 individ pr. minutt i gjennomsnitt, noe som tilsvarer 3,2 individ pr. m^2 elveareal. Dette gir et estimat for tetthet som er noe høyere enn det som ble funnet i transektene i 2006. 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 tettheten i 2006. Transektene underestimerte antagelig den egentlige tettheten av muslinger i 1995. Dette kan være et resultat av at fritellingene fanger 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 det var liten forskjell på den relative tettheten ved fritellingene. Tettheten av levende elvemusling var derfor bare ubetydelig høyere i 2006 og 2017 enn i 1995.

4.3.3 Lengdefordeling

Lengdefordeling av levende muslinger basert på synlige individer (uten graving i substratet) er systematisk undersøkt i 1995, 2006 og 2017 (**figur 22**). Minste musling funnet var henholdsvis 69, 37 og 43 mm i de tre årene (**tabell 14**). Hovedvekten av muslinger var voksne i lengdegruppene 110–140 mm. Gjennomsnittslengden var 119 mm både i 1995 og 2006, men noe lavere i 2017 (110 mm). Dette skyldtes at det i 2017 ble funnet en del muslinger i lengdegruppen 65–75 mm. I 2006 var disse muslingene så små (sannsynligvis <10 mm lange) at de fortsatt var nedgravd i substratet og ute av syne.



Figur 22. Lengdefordeling av elvemusling i Simoa basert på synlige individer uten graving i substratet i 1995 (Larsen et al. 1995), 2006 (Larsen et al. 2007) og 2017.

Den «minste» muslingen som ble funnet (uten å grave i substratet) ble lengdemålt på 11 av 21 stasjoner som ble undersøkt mellom Solevatn og Kolsrud i 2006 og på 16 av 20 stasjoner i 2017 (**tabell 15**). En av de ti resterende stasjonene hadde ikke levende musling 2006, 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. I 2017 var det ikke levende musling på en av de fire resterende stasjonene, og på de tre andre ble det ikke observert muslinger som pekte seg ut som spesielt små. Det ble observert muslinger som var mindre enn 50 mm på

henholdsvis seks (av 21) og tre (av 20) stasjoner i 2006 og 2017. Selv om tendensen var at det var færre små muslinger i 2017 sammenlignet med 2006, var andelen muslinger <50 mm nær den samme i de to årene (**tabell 14**).

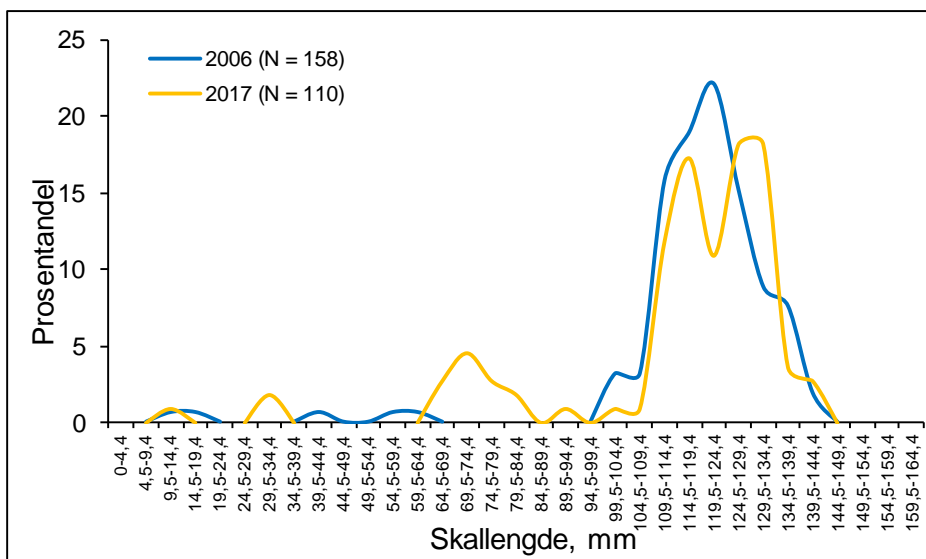
Tabell 14. Lengdemåling av elvemusling i Simoa i 1995 (Larsen et al. 1995), 2006 (Larsen et al. 2007) og 2017 basert på synlige individer uten graving i substratet og lengdemåling av elvemusling på stasjoner som inkluderte graving i substratet (synlige og nedgravde individer) i 2006 (Larsen et al. 2007) og 2017 med angivelse av gjennomsnittslengde, minste og største musling samt prosentandelen av unge muslinger <20 mm og <50 mm.

År	Gj.snitt lengde, mm	SD	N	Minste musling, mm	Største musling, mm	Andel <20 mm, %	Andel <50 mm, %
1995	119	17	168	69	148	0	0
2006	119	16	300	37	149	0	0,3
2006 graving	119	18	158	10	141	1,3	1,9
2017	110	25	382	43	152	0	0,5
2017 graving	115	24	110	13	143	0,9	2,7

Tabell 15. Lengdemåling av «minste» musling funnet ved direkte observasjon (uten graving i substratet) i Simoa i 2006 og 2017. Muslingene er enten observert i forbindelse med tellinger i transekter og ved fritellinger eller inngår i lengdefordelingen fra stasjon 203, 204, 207, 305 og 308. På stasjon 203 ble det i tillegg gravd i substratet og lengden til minste musling som ble funnet er oppgitt (angitt med *).

Stasjon	Skallengde, mm		Stasjon	Skallengde, mm	
	2006	2017		2006	2017
202	-	61,9	212	-	55,7
203	54,5 (10,4*)	51,1 (13,1*)	213	-	82,4
204	37,0	54,4	303	77,2	-
205	48,6	62,8	304	-	69,4
206	43,3	59,5	305	49,9	42,9
207	46,0	65,1	306	56,9	77,4
209	-	64,6	307	52,2	95,2
210	50,8	65,4	308	50,4	48,9
211	-	57,0			

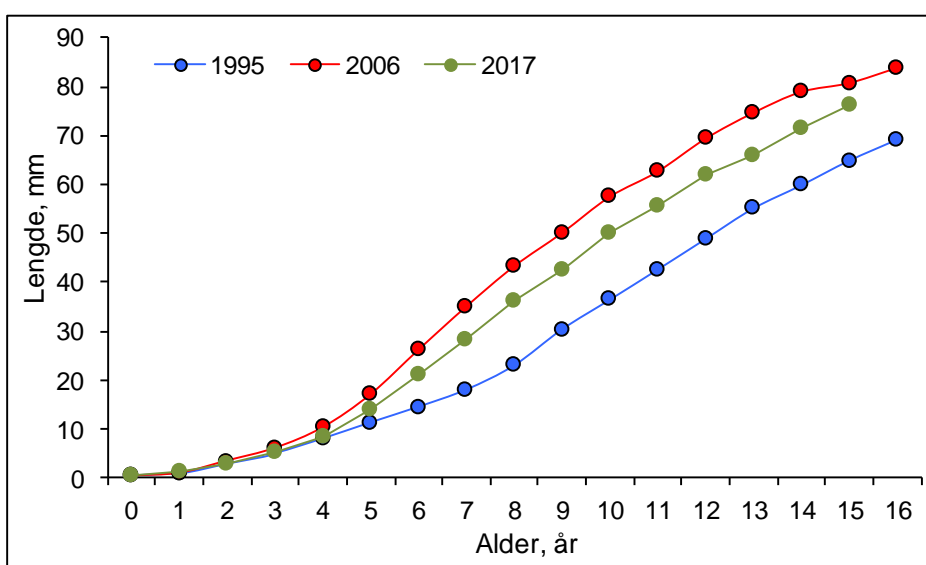
I lengdefordelingen av levende muslinger på stasjoner som inkluderte graving i substratet var minste musling funnet henholdsvis 10 og 13 mm i 2006 og 2017 (**tabell 15**). Andelen muslinger mindre enn 20 mm var om lag en prosent og andelen muslinger mindre enn 50 mm var bare 2–3 %. Rekrutteringen var derfor for liten til å opprettholde bestanden på lang sikt. I 2017 var det to små «bølgetopper» og en større i lengdeintervallet fra 65 til 110 mm i lengdefordelingen fra gravestasjonen ved Solemoa (**figur 23**). Dette samsvarte med tre små «bølgetopper» i lengdeintervallet 10–65 mm i lengdefordelingen fra 2006. Dette kan i noen grad også gjenfinnes i lengdefordelingen av synlige muslinger basert på funn i hele vassdraget. Dette viser at rekrutteringen er forskjellig mellom år, men at de årsklassene som overlever gir et visst tilskudd av unge muslinger. Svake og ustabile årsklasser kan imidlertid være et problem på lang sikt, og det er derfor fortsatt viktig å ha fokus på tiltak som kan øke rekrutteringen.



Figur 23. Lengdefordeling av elvemusling i Simoa på stasjoner som inkluderte graving i substratet (synlige og nedgravde individer) i 2006 (Larsen et al. 2007) og 2017.

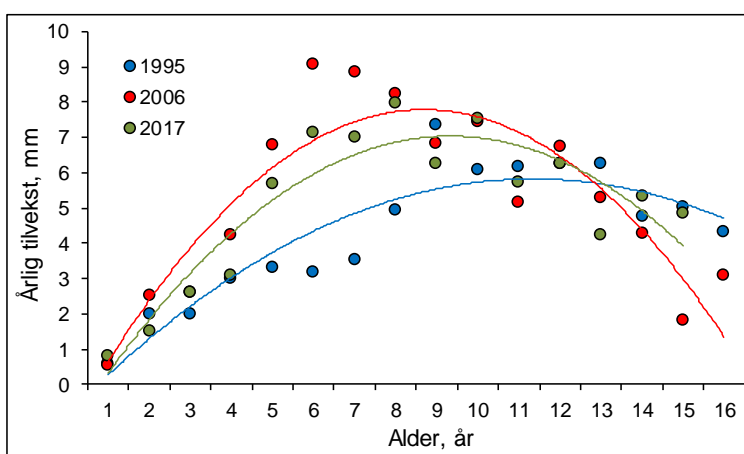
4.3.4 Alderssammensetning og vekst

Det dannes årlige tilvekstringer i skallet hos elvemusling som gjør det mulig å aldersbestemme og måle den årlige tilveksten til muslingene. Hos unge individer er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov et al. 1994). Årstilveksten ses tydelig på skallenes overflate i lysmikroskop eller stereolupe og stemmer overens med den årstilveksten man ser i tverrsnitt av skallet (Dunca & Mutvei 2009). Alder hos unge muslinger (yngre enn 15–20 år) kan dermed bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet. I 1995, 2006 og 2017 ble alder og vekst undersøkt hos henholdsvis 11, 33 og 13 elvemuslinger mindre enn 110 mm i Simoa. Lengden av hver årring (= årringsdiameter) som kunne defineres klart ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm. Dette ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 15–16-årsalder (**figur 24**).



Figur 24. Vekstkurver for elvemusling fra Simoa i 1995, 2006 og 2017 basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte individer fram til 15–16-årsalder.

Muslingene i Simoa vokste relativt raskt, og årlig tilvekst fra muslingene var fire år til de ble 14 år var 4–9 mm i 2006 (**figur 25**). Den årlige tilveksten var noe lavere i 2017, men vesentlig lavere i 1995. Den minste muslingen som ble funnet i 2006 og 2017 hadde henholdsvis tre og fire vintersoner i skallet. Gjennomsnittlig lengde for fem år gamle muslinger var 17 mm i 2006. Når muslingene var 10 år var de allerede mellom 48 og 62 mm, og gjennomsnittlig lengde var 58 mm (**figur 24**). I 2017 var gjennomsnittslengden noe mindre (50 mm). I lengdefordelingen, som også inkluderte muslingene fra gravestasjonene, var henholdsvis åtte (1,7 %) og fem (1,0 %) muslinger mindre enn 58 og 50 mm i 2006 og 2017. Muslingene i Simoa hadde en skallengde på ca. 80 mm når de var 15 år gamle i 2006, men deretter avtok den årlige tilveksten. Antar vi at tilveksten var om lag 10–15 mm til sammen fra muslingene var 15 til de ble 20 år (tilsvarer en årlig tilvekst på 2–3 mm), ville muslingene ha oppnådd en skallengde på 90–95 mm når de var 20 år gamle. Dette kan bety at omlag fem prosent av muslingene var yngre enn 20 år i 2006, men så mye som en firedel i 2017. Muslinger som dominerte i aldersgruppen yngre enn 20 år var 65–75 mm lange i 2017, og antagelig 12–15 år gamle. De tilhørte en eller flere av årsklassene 2002–2005 som dermed var for små til å komme med i lengdefordelingen i 2006.



Figur 25. Årlig tilvekst for elvemusling fra Simoa i 1995, 2006 og 2017 basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter for aldersbestemte individer fram til 15–16-årsalder.

I Skottland er muslinger yngre enn 10 og 20 år antatt å være mindre enn henholdsvis 35 og 65 mm (Young et al. 2003). I Sverige ble muslinger som var 20 mm lange angitt å være 10 (± 1) år gamle ved normal tilvekst og muslinger som var 50 mm lange ble angitt å være 18 (± 2) år gamle (Dunca & Mutvei 2009). Dette har blitt benyttet for å beskrive rekrutteringen i bestanden (andel muslinger mindre enn 20 og 50 mm lange). Men veksten hos elvemusling er mye mer variabel enn dette. Muslinger i lokaliteter med høy tilvekst var i gjennomsnitt bare 7 (± 1) år når de var 20 mm lange, mens de i bestander med dårlig tilvekst var 15 (± 3) år (Dunca & Mutvei 2009). For 50 mm lange muslinger var alderen 12 (± 2) år ved høy tilvekst og 25 (± 2) år ved dårlig tilvekst. Vekstdata fra lokalitetene i det norske overvåkingsprogrammet viser at det samme er tilfelle i Norge (Larsen 2017). Det er påvist store vekstforskjeller mellom ulike lokaliteter, og muslinger som var 20 mm kunne være alt fra fem til tolv år gamle, mens 50 mm lange muslinger kunne være fra åtte til 24 år gamle. Til sammenligning betyr det at muslingene i Simoa hører til gruppen med høy tilvekst.

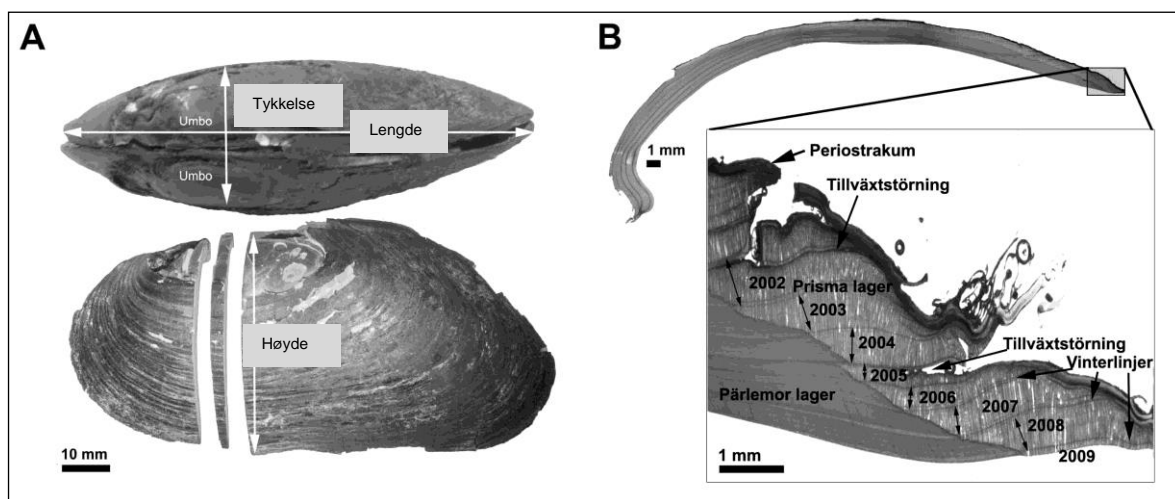
Elvemusling har generelt en relativt lav tilvekst i de første leveårene mens de lever nedgravd i substratet. Muslingene bruker foten til å hente matpartikler til de er ca. 2,2 mm lange (Schartum et al. 2017). Det er først når muslingen kommer opp i denne størrelsen at gjellene er utviklet til et funksjonelt filtreringsorgan som kan filtrere næringspartikler direkte fra vannmassene. Overgangen fra «pedal feeding» (hente næring med foten) til «filter feeding» (filtrere næring fra vannet) representerer en ontogenetisk endring i næringsvalg og representerer et kritisk stadium for de små muslingene. Senere øker veksten, og muslingene vokser raskt i årene fram til kjønnsmoden

alder (jf. **figur 24**). Når muslingen i Simoa har oppnådd en lengde på 60–70 mm avtar lengdeveksten og vektøkningen dominerer tilveksten (se Larsen et al. 1995).

Elvemuslinger fra Simoa som var mellom 3 og 16 år i 2006 vokste vesentlig bedre enn det som ble funnet hos 15–20 år gamle muslinger fra Simoa i 1995 (jf. Larsen et al. 1995). 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 litt 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 tilbake-beregninger 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 (**figur 25**). 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 medførte at muslingene nådde en skal-lengde på 50 mm når de var ni år i 2006 og ti år i 2017, men først når de var 12 (–13) år i 1995. En lavere tilvekst i 2017 sammenlignet med 2006 tyder på at det har skjedd endringer i vannkvalitet, vanntemperatur, næringskvalitet eller andre forhold som har virket negativt på tilveksten i de siste ti årene.

Hos eldre muslinger avtar veksten betydelig med alderen, og vintersoneene blir liggende svært tett. Det gjør at det ikke er mulig å telle vintersoneene på utsiden av skallet lenger. Det må prepareres tynnslip av skallet (**figur 26A**) som pusses, poleres og farges for å få fram vekstlinjene (se Dunca & Larsen (2012a) for nærmere beskrivelse av metoden). I tverrsnitt er den relative årlige tilveksten representert av den korteste avstanden som finnes mellom to vinterlinjer (markert med svarte piler i **figur 26B**).

Det ble samlet inn ti voksne muslinger (skall) fra to lokaliteter i Simoa i 2010 (Solemoa og Kolsrud) som ble aldersbestemt etter denne prosedyren. Den yngste muslingen som ble aldersbestemt var 50 år og den eldste 84 år. Skallengden varierte mellom 115,3 og 143,0 mm (Dunca & Larsen 2012a, **tabell 16**).



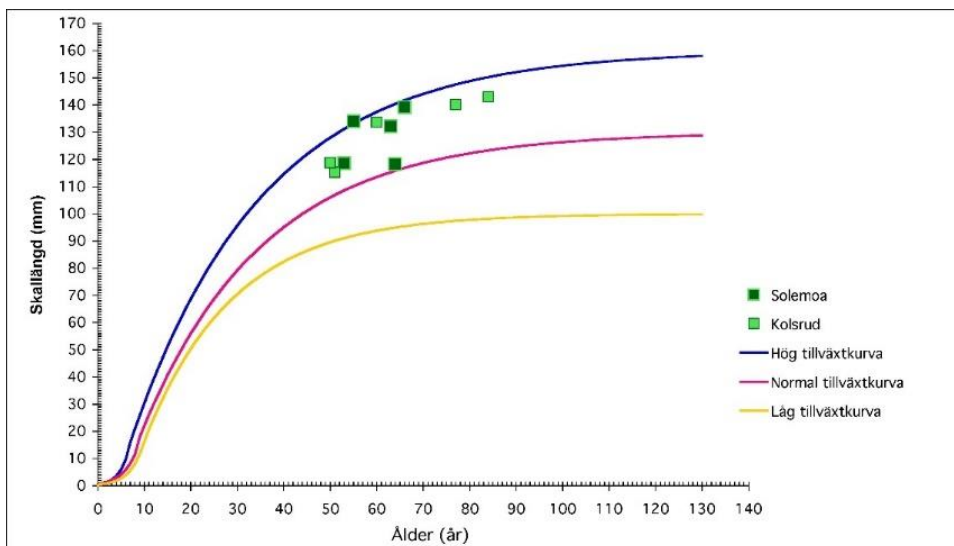
Figur 26. A. Skallenes ulike mål: Tykkelse, lengde og høyde. **B.** Tynnslip av muslingskall som er etset med Mutveis blandning og fotografert i lysmikroskop. Vinterlinjer og linjer som angir tilvekstforstyrrelser er mørkere. De svarte pilene markerer avstanden mellom to vinterlinjer som et mål på den relative årlige tilveksten. Foto: Elena Dunca. Fra Dunca & Larsen (2012a).

Tabell 16. Skallengde og alder hos muslinger samlet inn fra Simoa 4. august 2010. Fra Dunca & Larsen (2012a).

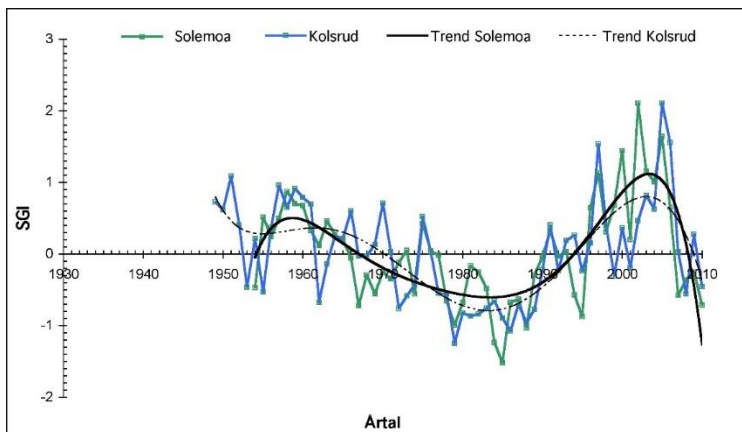
Stasjon	Musling ID nr.	Skallengde (mm)	Ålder (år)
Solemoa	1	134,0	55
	2	132,2	63
	8	118,5	53
	13	139,2	66
	15	118,2	64
Kolsrud	401	133,7	60
	402	115,3	51
	403	140,1	77
	404	143,0	84
	405	118,8	50

Stress i miljøet (kraftige pH-forandringer i forbindelse med forsuring, kalking og eutrofiering, men også naturlig lav vannføring og tørrlegging, samt perioder med minusgrader vår og høst) kan forårsake tilvekstforstyrrelser hos elvemusling (Mutvei et al. 1996, Dunca et al. 2011). Alle slike tilvekstforstyrrelser ble også notert og talt opp på de innsamlede skallene fra Simoa.

Elvemuslingen kan bli >150 mm lange i Simoa og vokser relativt raskt. Det gjør at flertallet av muslingene ikke nødvendigvis blir så veldig gamle (< 100 år). Tilveksten til muslingene i Simoa havner mellom det som i Sverige betegnes som høy og normal tilvekstkurve (**figur 27**). Simoa er ikke regulert, men er påvirket av forsuring og kalking. Muslingene fra Simoa hadde tilnærmet lik tilvekst på de to stasjonene Solemoa og Kolsrud, med lavest tilvekst mellom 1975 og 1990, samt etter 2007. Det var høyest tilvekst mellom 1995 og 2005 da kalkingsaktiviteten var størst i nedbørfeltet (**figur 28**). Dette stemmer overens med det som ble funnet gjennom vekstanalyser av unge muslinger fra de samme tidsperiodene (**figur 24**).



Figur 27. Forholdet mellom alder og skallengde hos muslinger fra Simoa ved Solemoa og Kolsrud til sammenligning med høy, normal og lav tilvekstkurve for elvemusling. Fra Dunca & Larsen (2012a).



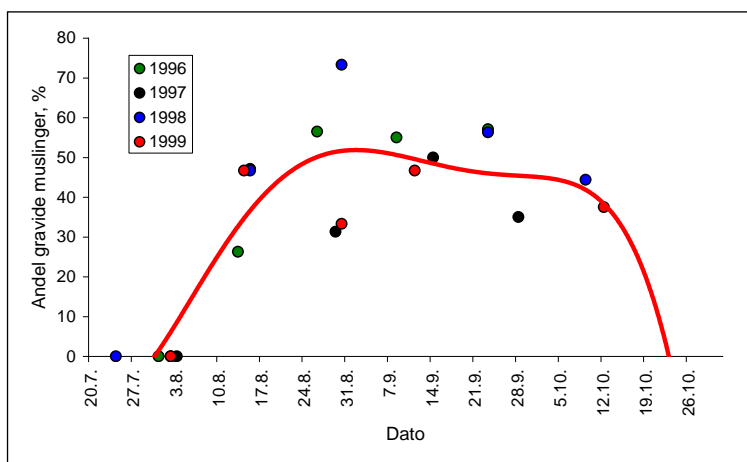
Figur 28. Gjennomsnittlig årlig tillvekst (SGI) for elvemusling i Simoa ved Solemoa (grønn linje) og Kolsrud (blå linje) med trendlinjer for perioden (svart heltrukken eller stiplet linje). Fra Dunca & Larsen (2012a).

Simoa-muslingene hadde en høy frekvens av tilvekstforstyrrelser (stressringer) i skallet forårsaket av perioder med vekststans. Den høyeste frekvensen ble notert i muslingskallene fra Solemoa (middelverdi 60,8 %; variasjon 41,7–76,6). Dette var mer enn dobbelt så mye som i skallene fra Kolsrud (middelverdi 25,5 %; variasjon 16,9–44,9 %). Muslingene ved Kolsrud står på dypere vann, og er sannsynligvis mindre utsatt for endringer i vannføring og vanntemperatur enn muslingene ved Solemoa.

4.3.5 Reproduksjon og rekruttering

Det ble ikke undersøkt for mulig graviditet i Simoa i 1995 og 2006, men i perioden 1996–1999 finnes det årlige undersøkelser av graviditetsfrekvensen gjennom hele høsten på Solemoa. I 2017 ble det dessuten sjekket for graviditet på to stasjoner ved to anledninger (**tabell 17**). 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 prosent på begge steder (**tabell 17**), og det er ingen ting som tyder på at det ikke er normal reproduksjon i hele vassdraget.

Muslinger med egg og nylig befruktede egg ble funnet fra begynnelsen/midten av august (**figur 29**). Disse utviklet seg videre til umodne larver som ble funnet fra slutten av august og framover 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.



Figur 29. 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. Fra Larsen et al. (2007).

Tabell 17. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Simoa i 1996–1999 med tillegg av noen enkeltobservasjoner fra 2010 og 2017. 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
1998	24.7.	Solemoa	113,2 ± 10,9	18	0
	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
1999	2.8.	Solemoa	112,5 ± 11,0	15	0
	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
2010	4.8.	Solemoa	124,2 ± 13,2	15	46,7
	4.8.	Kolsrud	131,1 ± 12,0	5	0
2017	24.07.	Solemoa	i.u.	20	0
	5.9.	Haga	125,7 ± 10,8	20	35,0

Elvemuslingen i Simoa oppbevarte muslinglarvene lenger i gjellene enn hva som er vanlig i andre vassdrag (se Larsen 2017). Graviditetsperioden i Simoa varte i gjennomsnitt om lag to måneder (63 dager), men varierte fra 54 til 69 dager mellom år (**tabell 18**). 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. Summen av døgngader varierte fra 822 til 957. Vekst og modning av muslinglarvene var i stor grad temperaturavhengig, og sommeren 1997 var vesentlig varmere enn de andre årene (jf. **figur 5**).

Tabell 18. Vanntemperatur i Simoa i 1997–1999 vist som antall dager med vanntemperatur ≥5 °C med tilhørende temperatursum. Graviditetsperiode (antall dager) og temperatursum for graviditetsperioden (antall døgngader) er vist. Fra Larsen (2012).

År	Dager med temp ≥5 °C	Tempsum dager med temp ≥5 °C	Antall døgng graviditet	Tempsum graviditet
1997	170	2369	54	824
1998	163	1995	66	822
1999	169	2215	69	957

Larsen et al. (1995) skriver at det bare var små ansamlinger av muslinglarver i gjellene på elvemusling i slutten av juli 1995 i Simoa og at tømningen av larver på det nærmeste var avsluttet. 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 ni prosent av muslingene ved Solemoa og 26 prosent av muslingene ved Velstad 18.–20. juli 1995 (Larsen et al. 1995).

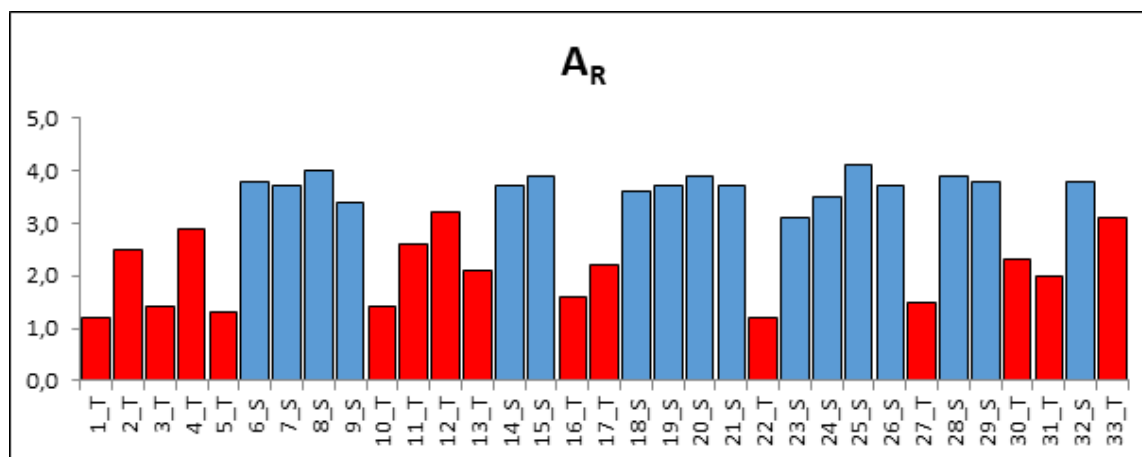
Gjennomsnittlig graviditetsfrekvens var ca. 50 prosent i september i Simoa uavhengig av år. Fra Tyskland regner man med at gjennomsnittlig graviditetsfrekvens i en intakt populasjon bare er om lag 30 prosent (Bauer 2001). Andelen gravide hunner vil variere fra år til år avhengig av individenes kondisjon, og «overskudd» til å produsere egg. I Norge er det funnet at graviditetsfrekvensen kan variere fra 33 til 100 prosent avhengig av vassdrag og år (Larsen 2017). Fertiliteten til elvemuslingen er ifølge Bauer (1987) overraskende uavhengig av miljøforholdene. Dette indikerer at alle populasjoner vil kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen opphører. Etter at muslinglarvene er sluppet ut i vannet om høsten må de imidlertid komme i kontakt med gjellene på en fisk i løpet av en til noen få dager, ellers dør de (Jansen et al. 2001).

4.3.6 Genetiske analyser

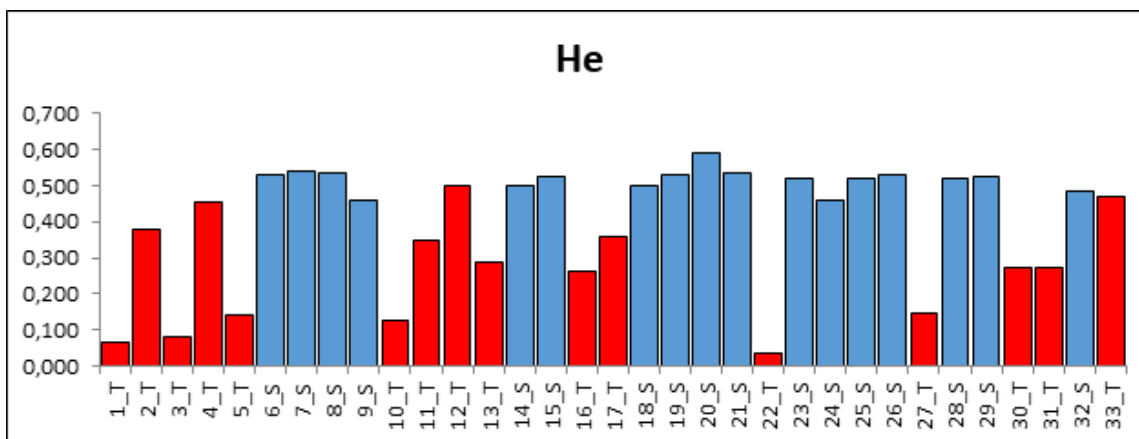
Bestander av elvemusling blir gjerne betegnet som «laksemusling» eller «ørretmusling» utfra graden av infestering som muslinglarvene har på de respektive fiskearter. Det er vist at de to gruppene er genetisk forskjellig fra hverandre (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson et al. 2014). Laksemusling-bestander har generelt en høyere genetisk variasjon enn ørretmusling-bestander, og de fordeler seg i to atskilte genetiske grupper.

Det ble gjort en genetisk klassifisering av muslinger fra Simoa i 2010 (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). Det ble tatt DNA-prøver av 15 levende muslinger fra Solemoa. Muslingene varierte i skallengde fra 93 til 140 mm. For en nærmere beskrivelse av metoder og bearbeiding av analyseresultatene henvises det til Karlsson & Larsen (2013).

Elvemuslingene i Simoa hadde en gjennomsnittlig allelrikdom (A_R) på 2,9 og en gjennomsnittlig forventet heterozygositet (H_e) på 0,45. Dette nivået av allelrikdom og forventet heterozygositet er lavere enn det som er observert hos laksemusling basert på analyser av 17 bestander, men det ligger derimot innenfor nivået som er observert i 15 ørretmusling-bestander (A_R : 1,21–3,23; H_e : 0,04–0,50) (figur 30 og 31).

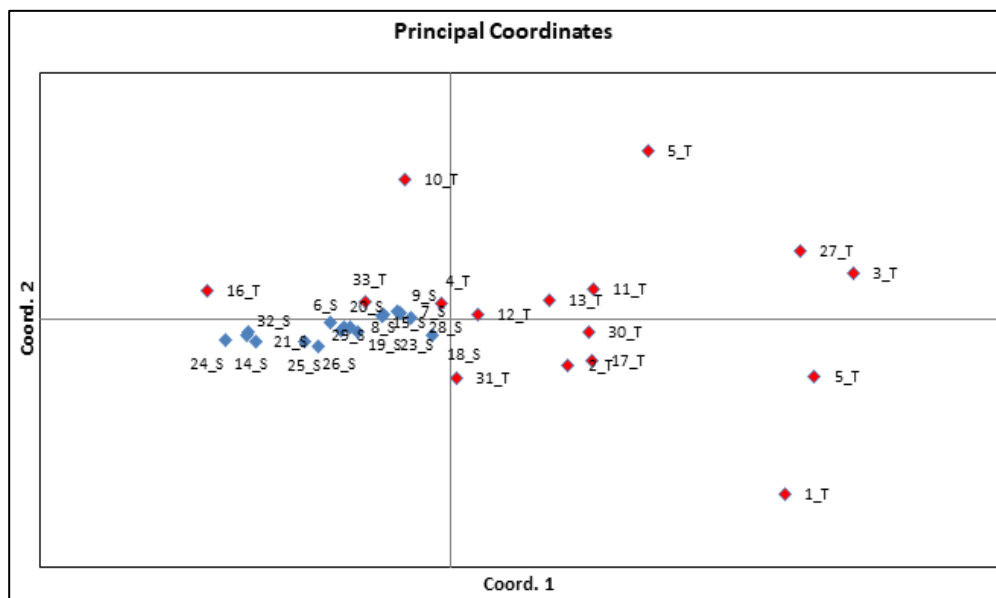


Figur 30. Sammenligning av gjennomsnittlig allelrikdom i Simoa (=4_T) med 17 laksemusling-bestander (blå) og 15 ørretmusling-bestander (rød) basert på genetisk variasjon i seks mikrosatellitt-markører. Fra Karlsson & Larsen (2013).



Figur 31. Sammenligning av gjennomsnittlig forventet heterozygositet i Simoa (=4_T) med 17 laksemusling-bestander (blå) og 15 ørretmusling-bestander (rød) basert på genetisk variasjon i seks mikrosatellitt-markører. Fra Karlsson & Larsen (2013).

Genetisk differensiering mellom lokaliteter er visualisert i **figur 32**. I grove trekk danner laksemusling- og ørretmusling-populasjonene to atskilte grupper (klustere). Unntakene fra dette synes å være ørretmuslinger fra Simoa (4_T), Drakstelva (16_T) og Skjellbekken (33_T) som ligger i utkanten av gruppen med laksemuslinger på **figur 32**. Denne observasjonen står i kontrast med den relativt lave genetiske variasjonen som ble observert for muslingene i Simoa (**figur 30 og 31**), og som var på et nivå mere likt en ørretmusling-bestand. Vi kan ikke med bakgrunn i denne enkle DNA-analysen av muslinger fra Simoa konkludere om bestanden er en «laksemusling» eller «ørretmusling». Det framgår på den ene siden at de genetisk ligner mest på ørretmusling med hensyn til forventet heterozygositet og allelrikdom, men at de hadde en genetisk distanse som var nærmere «laksemusling» enn «ørretmusling». Dette kan selvsagt gi rom for spekulasjoner om hvorvidt den lave infesteringen av muslinglarver på ørretungene i Simoa kan være genetisk betinget.



Figur 32. Prinsipalkomponentanalyse (PCA) basert på parvise F_{ST} estimat fra 33 lokaliteter (innsamlingsstasjoner) med elvemusling, estimert fra seks mikrosatellitt markører. Røde og blå diamanter representerer henholdsvis ørretmusling- og laksemusling-populasjoner. Simoa er lokalitet 4_T. Fra Karlsson & Larsen (2013).

4.3.7 Kjemiske analyser av muslingskall

Seks av de ti muslingskallene som ble aldersbestemt (de tre eldste fra både Solemoa og Kolsrud, se **tabell 15**) ble også undersøkt med hensyn til kjemisk sammensetning (se Dunca & Larsen (2012a) for nærmere beskrivelse av metoden).

Den kjemiske sammensetningen av muslingskallene fra Simoa viste markerte forandringer over tid. Grunnstoff som kobles mot aktiviteten i landbruket og endringer i driften av dyrket mark, som kalium (K) og fosfor (P), viste en økning i konsentrasjon fra 1945 til 2010 i alle muslingene som ble analysert, men med noe høyere innhold i skallene fra Kolsrud (**figur 33**). Innholdet av fosfor (P) kan forklares med økt overflateavrenning og lekkasje av næringsalter fra landbruksarealer og skogsdrift. Konsentrasjonen var likevel ikke spesielt høy når man sammenligner med andre muslingvassdrag.

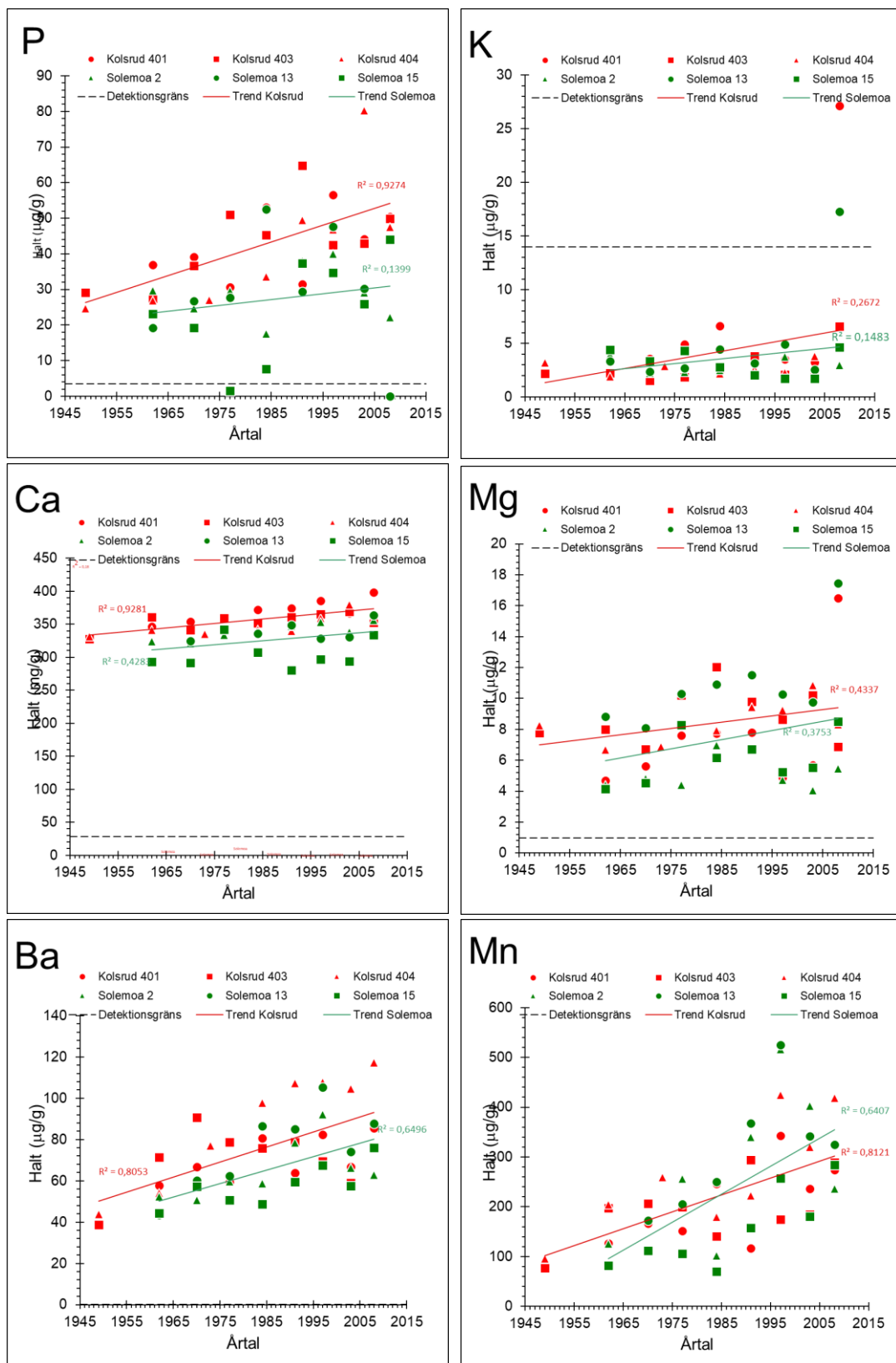
Konsentrasjonen av svovel (S) gikk ned på begge lokalitetene i perioden 1945–2010 (Dunca & Larsen 2012a). Dette kan være et tegn på at svoveldeposisjonen er redusert. Svovel-innholdet i skallene fra Simoa var imidlertid høyere enn det som er funnet i skall fra andre vassdrag (Dunca & Larsen 2012a).

Kalsium (Ca) og magnesium (Mg) ble funnet i noe høyere konsentrasjon i skallene fra Kolsrud, og mengden økte over tid (**figur 33**). Innholdet av kalsium økte fram til 2000-tallet, noe som kan være en effekt av kalkningstiltakene i vassdraget. Sammenlignet med skall fra andre vassdrag er imidlertid innholdet av Ca i skall fra Simoa blant de laveste som er funnet (Dunca & Larsen 2012a).

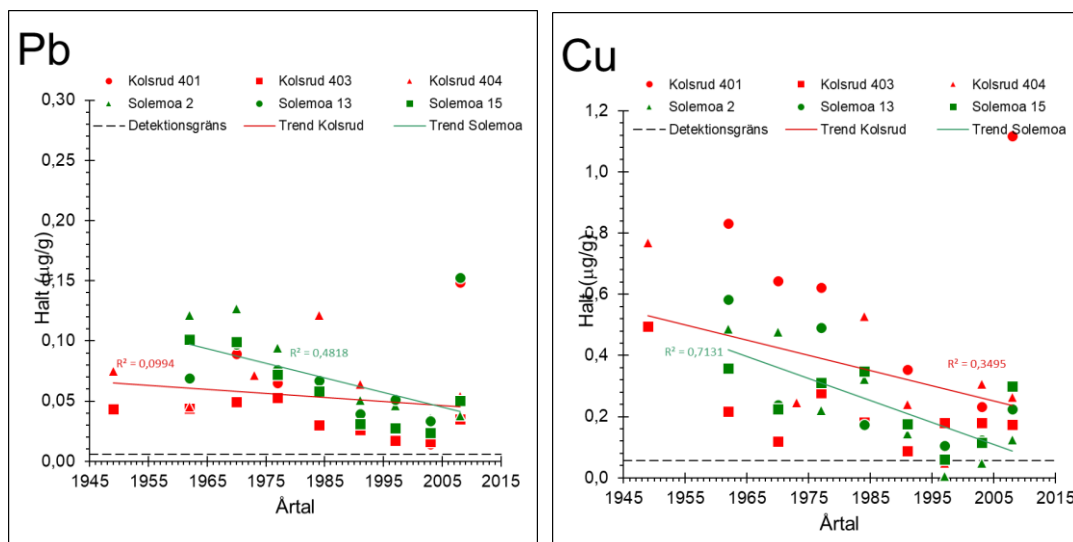
Det ble funnet en tydelig økning i konsentrasjonen av barium (Ba) og mangan (Mn) i Simoa fra 1945 til i dag (**figur 33**). I samme tidsperiode har produksjonen av Ba og Mn i verden økt kraftig (U.S. Geological Survey 2009a; 2009b), men hvordan disse grunnstoffene havner i vassdragene våre er uklart.

Det ble funnet høyere innhold av metaller som kadmium (Cd), krom (Cr), jern (Fe), aluminium (Al), nikkel (Ni) og sink (Zn) på 1970- og 1980-tallet og på nytt igjen i løpet av den siste tiårsperioden. Dette samsvarer med tiden før kalkningstiltakene ble satt igang og perioden etter midten av 2000-tallet da kalkingen ble trappet ned igjen. Ved lave pH-verdier frigis metallene fra berggrunnen og havner på den måten i vannet der de ender opp i muslingskallene i forhøyede konsentrasjoner (Mutvei et al. 1994). Konsentrasjonen av aluminium var gjennomgående lav i muslingene fra Simoa sammenlignet med andre muslingvassdrag, men høyere enn normalt i muslingene fra Solemoa i perioden 1958–1974.

Både konsentrasjonen av bly (Pb) og kobber (Cu) viste en nedadgående trend i løpet av perioden 1945–2010, spesielt ved Solemoa (**figur 34**). Multiple faktorer som vannets pH-verdi, sedimentets egenskaper, bergart og vegetasjonen langs vassdraget, samt menneskelig påvirkning på miljøet gjennom for eksempel jordbruk, utslipp fra industri og til og med kalking, avspeiler seg i de trendene som vi ser i konsentrasjonen av de ulike grunnstoffene i skallet hos elvemusling.



Figur 33. Kjemiske analyser av muslingskall fra Simoa som viser innholdet av fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), barium (Ba) og mangan (Mn) i perioden 1945–2010 ved Solemoa og Kolsrud. Heltrukne linjer viser den lineære trenden mellom enkeltobservasjonene i perioden. Den horisontale prikkede linjen viser deteksjonsgrensen for grunnstoffet. Fra Dunca & Larsen (2012a).



Figur 34. Kjemiske analyser av muslingskall fra Simoa som viser innholdet av bly (Pb) og kobber (Cu) i perioden 1945–2010 ved Solemoa og Kolsrud. Heltrukne linjer viser den lineære trenden mellom enkeltobservasjonene i perioden. Den horisontale prikkede linjen viser deteksjonsgrensen for grunnstoffet. Fra Dunca & Larsen (2012a).

4.3.8 Spredningsmuligheter

Simoa har flere fosser (bl.a. Kongsfoss, Haugsfoss, Kolsrudfoss, Hovlandsfoss og Kittilsfoss), bratte stryk og innsjøer (Soneren og Solevatn) som hindrer eller hemmer fiskevandringen innad i vassdraget. Bestandene av elvemusling og ørret er derfor naturlig fragmentert. Dagens bestand av elvemusling er delt opp i minst sju mer eller mindre atskilte delpopulasjoner på strekningen mellom Åmot og Eggedal. Eneste mulighet for utveksling av genetisk materiale er ved nedstrøms drift av muslinglarver i de frie vannmasser eller at ørretunger med muslinglarver på gjellene kan forflytte seg nedover i vassdraget. Oppstrøms vandring av ørret er ikke mulig forbi de høyeste fossene. At ørretungene skulle vandre gjennom de store innsjøene er også lite sannsynlig. Reguleringsdammen på utløpet av Soneren og Heftafossen nedstrøms utløpet av Solevatn gjør i tillegg slik oppstrøms vandring av ørretunger enda vanskeligere. At voksne muslinger skulle bevege seg naturlig over lengre strekninger innad i vassdraget er heller ikke sannsynlig. Forflytninger kan imidlertid forekomme i perioder med høy vannføring og flom, men da bare som nedstrøms drift. Naturlig reetablering av elvemusling er derfor vanskelig hvis muslingene skulle forsvinne helt fra en eller flere av delstrekningene.

4.3.9 Klassifisering

I vannforskriften inngår elvemusling som en terskelindikator (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Økologisk tilstand for Simoa basert på elvemusling har gått fra moderat i 1995 til god tilstand i 2006 og 2017 (**tabell 19**, jf. **vedlegg 7**). Veien tilbake til moderat tilstand er imidlertid kort. Det viktigste er å skille mellom en tilstand der miljømålene er tilfredsstillt (svært god eller god økologisk tilstand) og en tilstand der tiltak er nødvendig for å nå miljømålene (moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand) (Larsen 2017). En vellykket rekruttering og forekomst av små muslinger i de fleste årsklasser er generelt det synlige beviset på en velfungerende bestand og god økologisk tilstand. For å oppnå god eller svært god tilstand må det forekomme muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering).

Tabell 19. Fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på elvemusling som terskelindikator. Omarbeidet fra Larsen (2017) og Direktoratgruppen vanndirektivet (2018).

Klasse	Tilstand miljømål	Definisjon
Referanseverdi	Miljømål tilfredsstilt	Ikke definert
Svært god		Mer enn 10–15 % <50 mm og noen av disse <20 mm; livskraftig
God		Noen <50 mm og <20 mm skal også forekomme, livskraftig?
Moderat	Tiltak nødvendig for å nå miljømål	Noen <50 mm (ingen <20 mm) eller alle >50 mm; ikke livskraftig
Dårlig		Alle >50 mm og/eller bestanden merkbart redusert (alle lengdegrupper) i løpet av de siste 10 årene ¹ ; utdøende
Svært dårlig		Ikke definert ²

¹ Økologisk status behøver imidlertid ikke være dårlig selv om det observeres en merkbar reduksjon i populasjonsstørrelse da antall muslinger naturlig kan avta raskt i en aldrende bestand på grunn av naturlig dødelighet (høy alder)

² En bestand av voksne (og unge) muslinger kan dø ut som et direkte resultat av svært dårlig økologisk status. Mer sannsynlig er det imidlertid at bestander reduseres og forsvinner på grunn av manglende rekruttering som inntraff for mange år siden, i en periode med moderat eller dårlig økologisk status. Det vi opplever i dag er bare slutfasen som et resultat av dette, i.e. bestanden forsvinner fordi de siste muslingene dør naturlig av alderdom

I Simoa var det generelt få individ i de minste lengdegruppene og bare ett individ var mindre enn 20 mm i 2006 og 2017 (men flere muslinger i størrelsesgruppen 20–50 mm ble funnet). Noe graving i substratet må inngå i undersøkelserne for å kunne fastsette økologisk tilstand basert på elvemusling som terskelindikator (jf. Larsen 2017). Muligheten for å kunne påvise muslinger mindre enn 20 mm var begrenset i Simoa på grunn av mangelen på gode gravestasjoner.

Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) foreslo en modell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Modellen er senere modifisert noe av Larsen & Hartvigsen (1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 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: Klasse I – truet; liten levedyktighet, sårbar for ytterligere reduksjon og kan kreve omfattende tiltak (1–7 poeng), klasse II – sårbar; sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres (8–17 poeng) og klasse III – levedyktig; høy levedyktighet og meget høy verneverdi (18–36 poeng).

Bestanden i Simoa oppnådde 21 av 36 poeng i denne verdivurderingen i 2017 når data fra den ene gravestasjonen inkluderes (**vedlegg 7**), men bare 17 poeng ellers. Dette var en ubetydelig nedgang i forhold til 2006, men fortsatt høyere enn i 1995 da Simoa bare oppnådde 15 (14) poeng. Årsaken til dette ligger i nyrekruttering og forekomst av muslinger mindre enn 20 og 50 mm i 2006 og 2017. Minste musling påvist i 1995 var 69 mm. Men bestanden av unge muslinger er fortsatt liten, og bestanden er derfor fortsatt sårbar for endringer i vannkvalitet.

5 Oppsummering og konklusjon

5.1 Vannkvalitet

Strekningen med elvemusling hører til lavlandsdelen (<200 moh.) av Simoa-vassdraget som karakteriseres som kalkfattig og humøs i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

- ❖ Kalsium-konsentrasjonen er lav, men varierte lite mellom lokalitet og tidspunkt. Mengde kalsium var mellom 1,5 og 1,9 mg/l i september 2016 og 1,3–1,8 mg/l i juli 2017.
- ❖ Vannet i Simoa er generelt tydelig brunfarget, og høyt fargetall gir uttrykk for et høyt innhold av humussyrer.

I vannforskriften benyttes avvik fra naturtilstanden som grunnlag for vurdering av tilstand og miljømål. Referanseverdien for total fosfor og total nitrogen i vassdrag tilsvarende Simoa er henholdsvis 9 og 175 µg/l. Mengde fosfor er normalt den begrensende faktoren for økt algevekst, og effekter av overgjødning er et resultat av fosforbelastningen i vassdraget.

- ❖ Verdiene av mengde totalt fosfor (Tot-P) var lavere eller nær referanseverdien når vi legger gjennomsnittsverdien både for perioden 1999–2008 og perioden 2009–2017 til grunn (**tabell 20**). Dette tilsvarte svært god økologisk tilstand, og tilfredsstilte også kravene til rekrutterende bestander av elvemusling (jf. **faktaboks 2**). Nedenfor Soneren var det fortsatt periodevis noe høye verdier (22–24 µg/l). I sum betyr det imidlertid at store deler av Simoa bare i liten grad er påvirket av eutrofiering.

Tabell 20. Økologisk tilstand i Simoa basert på vannkvalitetselementene totalt fosfor (Tot-P, µg/l) og totalt nitrogen (Tot-N, µg/l) i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Definisjonen av klassegrenser er gitt i **tabell 8**. Blå, grønn, gul og oransje farge tilsvarer henholdsvis svært god, god, moderat og dårlig økologisk tilstand. Klassifisering av totalt organisk karbon (TOC, mg/l) er basert på Andersen et al. (1997) der gul og oransje farge tilsvarer henholdsvis «mindre god» og «dårlig» tilstandsklasse. Tall i parentes er basert på fem eller færre prøver.

Parameter	År		SIM-1 Innløp Solevatn	SIM-2 Utløp Solevatn	SIM-3 Innløp Soneren	SIM-4 Utløp Soneren	SIM-5 Åmot
Tot-P, µg/l	1999–2008	Gj.snitt	4,5	5,7	(5,8)	7,9	10,2
		Maks	9,0	10,0	(10,0)	24,0	22,0
	2009–2017	Gj.snitt	(7,5)	(8,0)	(10,0)	10,3	11,0
		Maks	(13,0)	(13,0)	(14,0)	22,5	16,0
Tot-N, µg/l	1999–2008	Gj.snitt	182	192	(215)	272	491
		Maks	290	320	(320)	360	1200
	2009–2017	Gj.snitt	(240)	(210)	(260)	253	434
		Maks	(270)	(210)	(300)	320	680
TOC, mg/l	1999–2008	Gj.snitt	4,8	5,8	(7,0)	6,5	7,6
		Maks	7,5	9,0	(8,7)	8,6	11,0
	2009–2017	Gj.snitt	(5,6)	(6,5)	(6,5)	7,6	8,1
		Maks	(5,9)	(7,4)	(7,3)	8,8	10,0

Faktaboks 2

Vannkvalitet og fisketetthet i vassdrag med rekrutterende populasjoner av elvemusling, basert på data fra svenske og norske vassdrag. Fra Degerman et al. (2009).

Parameter	Verdi	Merknad
pH	≥6,2	minimumsverdi
Uorganisk aluminium	<30 µg/l	maksimumsverdi
Totalfosfor	<5 µg/l (<8 µg/l*)	gjennomsnittsverdi
Nitrat (NO ₃)	<125 µg/l	medianverdi
Turbiditet	<1 FNU	gjennomsnittsverdi vårflom
Fargetall	<80 mg Pt/l	gjennomsnittsverdi vårflom
Vanntemperatur	<25 °C	maksimumsverdi
Finkornet (<1 mm) substrat	<25 %	andel av partikler, maksimumsverdi
Redokspotensiale	>300 mV	korrigert verdi
Antall ungfisk laksefisk	≥5 per 100 m ²	minimumsverdi

* Fra Degerman et al. (2013)

- ❖ Verdiene av mengde totalt nitrogen (Tot-N) var gjennomgående høyere enn referanseverdien for elvtypen, men gjennomsnittsverdiene for ti-års perioden 1999–2008 var likevel innenfor tilstandsklasse svært god på innløp og utløp av Solevatn (**tabell 20**). Økologisk tilstand var generelt god på innløp og utløp av Soneren. Vannkvaliteten var dårligst ved Åmot der tilstanden bare var moderat, og med verdier som klassifiserte til dårlig vannkvalitet.
- ❖ Mengden totalt organisk karbon har økt i Simoa i de siste 40 årene. Ved Åmot gikk TOC fra 5,8 mg/l i gjennomsnitt i 1979–1988 til 8,1 mg/l i 2009–2017.
- ❖ Det var generelt lavest turbiditet på innløpet og utløpet av Solevatn der de fleste verdiene var <1 FNU/FTU. Dette er antatt å være akseptabelt for elvemusling (**faktaboks 2**). Partikkelbelastningen økte ved Soneren, men var fortsatt tilfredsstillende ved utløpet av innsjøen. Ved Åmot derimot var det en gjennomsnittlig turbiditet på 3 FNU/FTU, og bare en tredel av målingene var <1 FNU/FTU i perioden 1979–2017.
- ❖ Simoa-vassdraget har i lang tid vært negativt påvirket av sur nedbør, og pH-verdier <5,5 forekom relativt vanlig på 1980-tallet. I de siste tiårene har denne variasjonen i pH blitt mindre, og på utløpet av Soneren er det ikke notert pH <5,8 i årene etter 1995. pH varierte mellom 6,1 og 6,5 i vassdraget i september 2016, og mellom 6,4 og 6,8 i juli 2017, noe som gjør at Simoa fortsatt må regnes som moderat forsuret. Det var lavest pH på utløpet av Soneren både i 2016 og 2017. Erfaringstall fra Sverige tilsier at pH må være ≥6,2 og kanskje så høy som 6,7 i elver med livskraftige populasjoner av elvemusling. Tiltak mot forsuring kan derfor være nødvendig for å unngå pH-verdier lavere enn (6,2–) 6,4. Med et naturlig lavt innhold av kalsium vil en reduksjon i kalkingsaktiviteten øke sårbarheten for sure episoder i Simoa. Kalkingen er allerede redusert fra 71 kalkede vatn og et forbruk på mer enn 300 tonn kalk i 2000 til 40 kalkede vann og et kalkforbruk på mindre enn 100 tonn i 2017.
- ❖ Tilveksten til elvemusling samsvarte med endringer i vannkvaliteten i Simoa. Muslingene hadde lavest tilvekst mellom 1975 og 1990, samt etter 2007, mens det var høyest tilvekst mellom 1995 og 2005 da kalkingsaktiviteten var størst i nedbørfeltet. Veksten til muslinger som var <15 år økte fra 1995 til 2006, men avtok noe igjen i 2017.

- ❖ Kjemiske analyser av muslingskall viste at det har skjedd en viss avrenning av næringssalter fra landbruksaktiviteter og skogsdrift i nedbørfeltet. Skallanalysene viste dessuten at Simoa var påvirket av forsuring på 1970- og 1980-tallet. En økning i konsentrasjonen av metaller som frigis fra berggrunnen ved forsuring økte igjen mot slutten av 2000-tallet.

5.2 Fisk

Ørret og ørekyte finnes i hele Simoa og ørret gyter også i flere av tilløpsbekkene. Ørretbestanden var ifølge Garnås & Fjeldseth (1995) tett og rekrutteringen god, men dette var i første rekke knyttet opp mot innsjøene i vassdraget. Ved elfiskeundersøkelser i Simoa i 2007 ble tettheten av ørret-unger angitt som lav i hele Simoa (Larsen et al. 2007). I tillegg til ørret ble det fanget mye ørekyte i Simoa. Det var bare mellom fire og sju ettårige ørretunger i gjennomsnitt pr. 100 m² elveareal på fire områder som ble prøvufisket. I tillegg var det mellom en og fire toårige eller eldre ørret-unger. Dette ga en samlet tetthet på åtte ørretunger pr. 100 m², og ørretbestanden som helhet ble klassifisert som svært dårlig.

- ❖ Det er funnet muslinglarver på ørret i hele Simoa, men aldri noe på ørekyte. Elvemuslingen i Simoa karakteriseres derfor som «ørretmusling», og mangel på vertsfisk kan være med på å begrense rekrutteringen hos elvemusling.
- ❖ Påslaget av muslinglarver på gjellene til ørret var lavere enn forventet i Simoa. Årsaken til dette er imidlertid uklar. Ørretungene var infestert med muslinglarver fra begynnelsen av oktober til slutten av juli; en periode på om lag 10 måneder.

5.3 Elvemusling

I handlingsplanen for elvemusling (Larsen 2018a) er målet for arbeidet med forvaltning av arten i et langsiktig perspektiv at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes og sikres en tilfredsstillende rekruttering, og alle vassdrag med elvemusling skal ha god økologisk tilstand. Det skal føre til at elvemuslingen blir «livskraftig» (LC) og kan fjernes fra den norske rødlista. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering vil være det synlige beviset på god vannkvalitet. Dette sikrer elvemuslingen på lang sikt, og opprettholder samtidig tilstedeværelsen av mange andre sårbare arter.

For Simoa vil det bety at vannkvaliteten må forbedres. Dette innebærer å redusere faren for forsuringsepisoder og opprettholde tiltak i form av kalking, men også å redusere avrenning av næringssalter (fosfor og nitrogen) fra dyrka mark og husdyrhold ytterligere for å hindre eutrofiering og komme så nær opp til referansetilstanden for vassdraget som mulig. Det er samtidig nødvendig å ha fokus på tiltak som hindrer erosjon og avrenning fra landbruksarealer, myrer og annen utmark (partikkeltransport), inngrep i kantsoner inkludert søppeldeponier og avrenning fra veg. I tillegg må avløpsvann fra store kommunale renseanlegg, private fellesanlegg (hytteanlegg i fjellet) og separate avløpsanlegg komme under kontroll. All pågående aktivitet i nedbørfeltet har betydning for et velfungerende elvemiljø som også inkluderer elvemusling.

Bestanden av elvemusling i Simoa har for dårlig rekruttering til å opprettholde bestanden på lang sikt, og det er flere ting som tyder på at situasjonen har forverret seg noe fra 2006 til 2017 etter en positiv utvikling fra 1995 til 2006. Målet må være å bygge opp igjen en levedyktig bestand av elvemusling i Simoa. Dagens status kan oppsummeres på følgende måte:

- ❖ Elvemusling finnes fortsatt på en ca. 40 km lang elvestrekning til sammen 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 fra Prestfoss til noen hundre meter nedenfor Kolsrudfossen (**figur 35**). Ved Kolsrud endrer Simoa karakter, og elva blir stilleflytende og dypere. Forekomsten av elvemusling blir mer tilfeldig og muslingene står spredt på den 13,8 km lange strekningen ned til Kjørplassen bru (nedenfor Blaafarveværket).



Figur 35. Elvemusling finnes i stort antall nedenfor Kolsrudfossen (stasjon 308). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

- ❖ Et grovt estimat basert på tallene fra overvåkingen i 2017 resulterte i et anslag på nær 2,6 million elvemusling i Simoa. Bestanden økte noe fra 1995 til 2006, men har siden holdt seg relativt stabil.
- ❖ Relativ tetthet av levende elvemusling funnet ved «fritelling» var 7,5 individ pr. minutt søketid i 1995 (gjelder strekningen fra utløpet av Solevatn til Kolsrud). Dette økte til 8,1 individ i 2006, noe som tilsvarer om lag tre individer pr. m². Tettheten har siden holdt seg stabil, og var den samme i 2017.
- ❖ Unormalt lav vannføring eller lengre perioder med lav vannføring om sommeren vil naturlig begrense utbredelse og tetthet av elvemusling i deler av elva. I tillegg til tørrlegging kan også sekundære effekter (lavt oksygeninnhold og høy vanntemperatur) øke dødeligheten i de områdene som fortsatt er vanndekte (Haag & Warren 2008). Liten vannføring om vinteren i kombinasjon med lav temperatur kan også være kritisk, og innfrysing av muslinger i kalde vintre kan derfor være med på å begrense utbredelsen i de grunneste delene av elva.
- ❖ En annen ytterlighet er flom, og ekstreme situasjoner kan gi stor skade og høy dødelighet (Hastie mfl. 2001). Samtidig kan det endre fordelingen av muslinger innad i vassdraget, og muslinger som drifter med flomvannet kan havne på steder som senere blir tørrlagt.

- ❖ Det har i mange år vært en overdødelighet av muslinger på strekningen nedenfor Soneren. Det ble funnet tomme skall eller skallrester på alle stasjonene nedenfor Soneren i 2006 og på sju av åtte stasjoner i 1995 og 2017. Tomme skall utgjorde mer enn en firedel av alle muslinger som ble funnet i 2006, og henholdsvis 15 og 11 prosent i 1995 og 2017. Mellom Solevatn og Soneren utgjorde de tomme skallene bare 1–4 % av alle muslinger som ble talt opp. Dette ligger nær opp til det som er en forventet, naturlig dødelighet.
- ❖ Minste musling funnet basert på synlige individer (uten graving i substratet) var henholdsvis 69, 37 og 43 mm i 1995, 2006 og 2017. Hovedvekten av muslinger var voksne i lengdegruppene 110–140 mm. I lengdefordelingen av levende muslinger på stasjoner som inkluderte graving i substratet var minste musling henholdsvis 10 og 13 mm i 2006 og 2017. Andelen muslinger mindre enn 20 mm var om lag en prosent og andelen muslinger mindre enn 50 mm var bare 2–3 %.
- ❖ De voksne elvemuslingene kan bli >150 mm lange i Simoa og vokser relativt raskt. Det gjør at flertallet av muslingene ikke nødvendigvis blir så veldig gamle (<100 år). Muslingene hadde tilnærmet lik tilvekst både ved Solemoa og Kolsrud.
- ❖ Muslinger med egg og nylig befruktete egg er funnet fra slutten av juli eller begynnelsen/midten av august i Simoa avhengig av år. Disse utviklet seg videre til umodne larver som ble funnet fra slutten av august og framover 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.
- ❖ Elvemuslingene i Simoa hadde en gjennomsnittlig allelrikdom (Ar) på 2,9 og en gjennomsnittlig forventet heterozygositet (He) på 0,45. Dette nivået av allelrikdom og forventet heterozygositet ligger innenfor nivået som er observert i andre ørretmuslingbestander.
- ❖ Økologisk tilstand for Simoa basert på elvemusling (inngår som terskelindikator i vannforskriften) har gått fra moderat tilstand i 1995 til god tilstand i 2006 og 2017. Veien tilbake til moderat tilstand er imidlertid kort.
- ❖ I en verddivurdering som sier noe om levedyktigheten til bestanden av elvemusling i Simoa ble det oppnådd 21 av 36 poeng i 2017 når data fra en gravestasjon inkluderes, men bare 17 poeng ellers. Dette var en ubetydelig nedgang i forhold til 2006, men fortsatt høyere enn i 1995 da Simoa bare oppnådde 15 (14) poeng. Årsaken til dette ligger i nyrekruttering og forekomst av muslinger mindre enn 20 og 50 mm i 2006 og 2017.

En elvemusling er en stillesittende, gravende organisme som lever lenge og filtrerer næringen sin fra vannet. Det betyr at de filtrerer store mengder vann (opptil 50 liter i døgnet) over gjellene og fungerer på den måten som en effektiv vannrensner som fjerner finpartikulært materiale og, muligens også, giftstoffer fra vannet. Hvis populasjonene er store, vil mesteparten av vannføringen i vassdraget filtreres gjennom muslingene i løpet av ett døgn og på den måten bedre vannkvaliteten også for andre arter. Det muslingene ikke selv kan utnytte blir omdannet til «pellets» som legger seg på elvebunnen. Muslinger overfører på denne måten energi og næringsstoffer fra vannsøylen til alger og bunnlevende dyr og planter. Dette øker mengden bunndyr som igjen er viktig mat for fisk (f.eks. ørret). Muslingene reduserer nedstrøms transport av nitrogen gjennom remineralisering og ved lagring av næringsstoffer i vevet i lange perioder. De binder store mengder næringsstoff som ellers ville ha blitt transportert ut av systemet. En stor, levedyktig bestand av elvemusling vil dermed være med på å opprettholde en god vannkvalitet bare de er mange nok.

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.
- Bauer, G. 1987. Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel. J. Anim. Ecol. 56: 691–704.
- 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.
- Brown, D.J.A. 1983. Effects of calcium and *trutta*) at low pH. Environ. Contam. Toxicol. 30: 382–387. aluminium concentration on survival of brown trout (*Salmo*
- Bækkeli, K.A.E., Myrvold, K.M. & Olstad, K. 2018. Overvåking av referanseelver 2017. Vedleggsrapport for kvalitetselement fisk. Miljødirektoratet. Rapport M–1019|2018. 120 s.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. WWF Sweden, Solna. 62 s.
- Degerman, E., Andersson, K., Söderberg, H., Norrgrann, O., Henrikson, L., Angelstam, P. & Törnblom, J. 2013. Predicting population status of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*, L.) in central Sweden using instream and riparian zone land-use data. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 23: 332–342.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Veileder 02:2018. 220 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. Vitenskapsmuseet Zool. Notat 1997–2: 1–28.
- 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. & Larsen, B. M. 2012a. Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Simoa, Norge NINA Rapport 912. 29 s.
- Dunca, E. & Larsen, B.M. 2012b. Skillnader i skaltillväxt hos flodpärlmusslor från reglerade och icke-reglerade vattendrag i Norge. NINA Rapport 795. 63 s.
- Dunca, E. & Mutvei, H. 2009. WWF-project: Åldersbestämning av unga flodpärlmusslor i Sverige [Age determination of juvenile freshwater pearl mussels in Sweden]. WWF Report. 21 pp.
- Dunca, E., Söderberg, H. & Norrgrann, O. 2011. Shell growth and age determination in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Sweden: natural versus limed streams. Ferrantia 64: 48–58.
- Enerud, J. & Garnås, E. 1987. Fiskeribiologiske undersøkelser i Soneren 1986. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr.9–1987. 19 s.
- Engen, Ø. 1997. Resipientovervåkning av Eggedøla, Sigdal kommune 1996. Sigdal kommune. Rapport. 25 s.

- Engen, Ø. 1999. Resipientovervåkning av Simoa – prøveprosjekt, Sigdal kommune 1999. Sigdal kommune. Rapport. 24 s.
- Engen, Ø. 2000. Resipientovervåkning av Simoa. Vassdrag - renseanlegg, Sigdal kommune 2000. Sigdal kommune. Rapport. 25 s.
- Engen, Ø. 2001. Resipientovervåkning av Simoa. Vassdrag - renseanlegg, Sigdal kommune 2001. Sigdal kommune. Rapport. 14 s.
- Engen, Ø. 2002. Resipientovervåkning av Simoa. Vassdrag - renseanlegg, Sigdal kommune 2002. Sigdal kommune. Rapport. 12 s.
- Engen, Ø. 2004. Resipientovervåkning av Simoa med forslag til miljømål. Sigdal kommune 2003. Sigdal kommune. Rapport. 36 s.
- Fylkesmannen i Buskerud (Garnås, E.) 2005. Vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget 2005. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Notat. 3 s.
- Fylkesmannen i Buskerud (Garnås, E.) 2007. Vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget 2006. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 5 s. [se www.fylkesmannen.no]
- Fylkesmannen i Buskerud (Garnås, E.) 2008. Overvåking av vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget i 2007. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 5 s. [se www.fylkesmannen.no]
- Fylkesmannen i Buskerud (Garnås, E.) 2009a. Overvåking av vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget i 2008. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 5 s. [se www.fylkesmannen.no]
- Fylkesmannen i Buskerud 2009b. Overvåking av vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget i 2009. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 4 s. [se www.fylkesmannen.no]
- Fylkesmannen i Buskerud 2010. Overvåking av vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget i 2010. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 17 s. [se www.fylkesmannen.no]
- Fylkesmannen i Buskerud 2011. Overvåking av vannkvalitet i nedre deler av Drammensvassdraget i 2011. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. 12 s. [se www.fylkesmannen.no]
- Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 2015. Handlingsplan for elvemusling – sluttrapport. FM Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen. Rapport 6–2015. 21 s.
- Garnås, E. & Fjeldseth, Ø. 1995. Status og tiltak for å utvikle Simoa som fiskeelv. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Rapport nr.8–1995. 40 s.
- Geist, J., Porkka, M. & Kuehn, R. 2006. The status of host fish populations and fish species richness in European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 251–266.
- Haag, W.R. & Warren jr., M.L. 2008. Effects of severe drought on freshwater mussel assemblages. – *Trans. Am. Fish. Soc.* 137: 1165–1178.
- 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.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.

- 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 Gøteborg. Doktorgradsavhandling.
- Henrikson, L. & Söderberg, H. 2018. Åtgärdsprogram för flodpärlmussla *Margaritifera margaritifera*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018–xx. 104 s.
- 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.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1997. Endringer i utbredelse av ørekyte i Norge: årsaker og effekter. NINA Fagrapport 13. Norsk institutt for naturforskning. 16 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet, Kristiania. 106 s.
- 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.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. NINA Rapport 926. Norsk institutt for naturforskning. 44 s.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Hydrobiologia. 735: 179-190.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. – Artsdatabanken.
- 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. Norsk institutt for naturforskning. 33 s.
- Larsen, B.M. 2010. Distribution and status of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Norway. I Ieshko, E.P. & Lindholm, T. (eds.). Conservation of freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. Proceedings of the International workshop, Karelien Research Centre of RAS, Petrozavodsk: 35–43.
- Larsen, B.M. 2012. Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer – en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert vannføring 8–2012. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 165 s.
- Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999–2015. NINA Rapport 1350. Norsk institutt for naturforskning. 152 s.
- Larsen, B.M. 2018a. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) 2019–2028. Miljødirektoratet. Rapport M–1107|2018. 62 s.
- Larsen, B.M. 2018b. Overvåking av elvemusling i Ognå, Rogaland. Tiltaksovervåking elvemusling 2017–2018. NINA Rapport 1582. Norsk institutt for naturforskning. 45 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA-Fagrapport 37: 1–41.

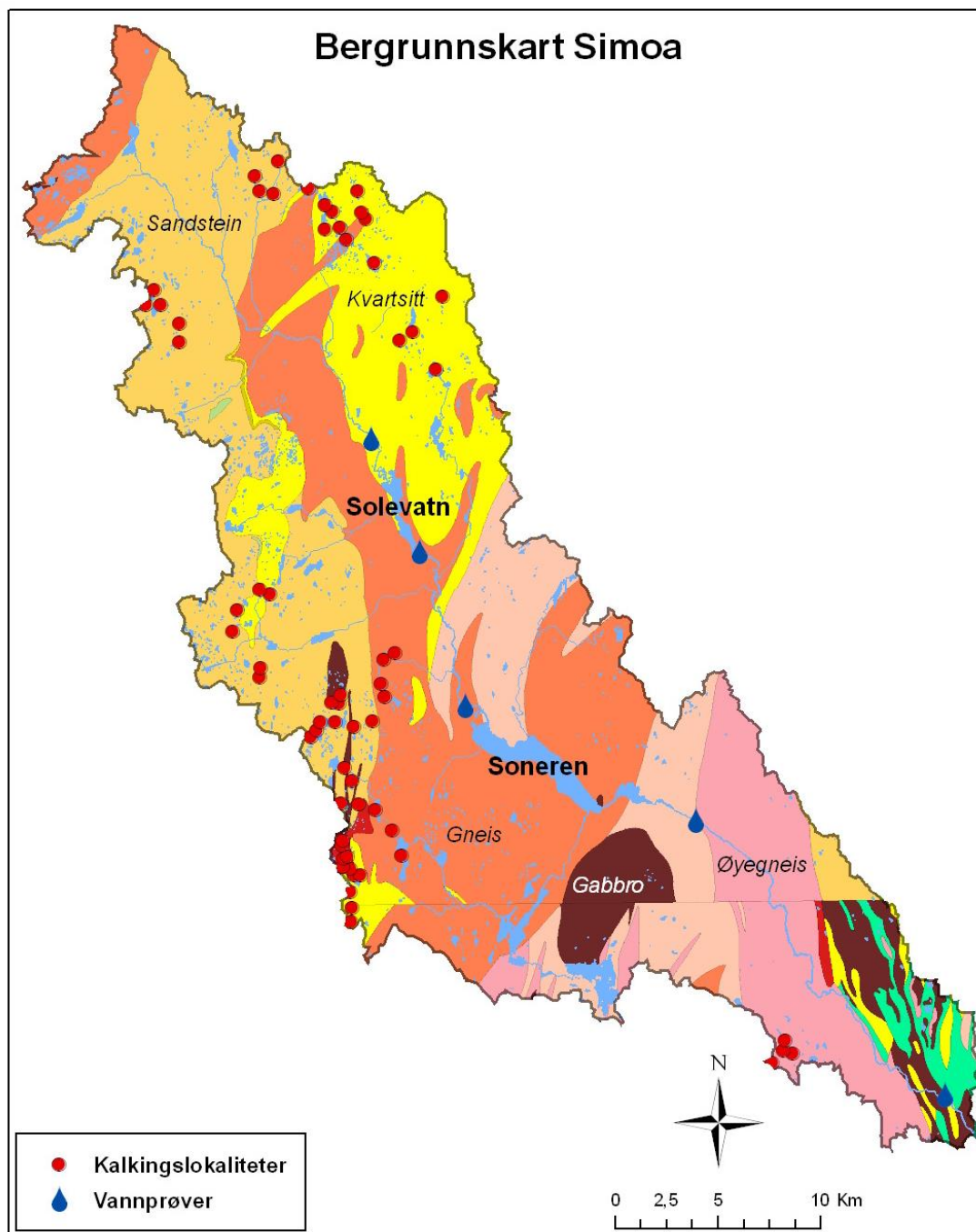
- Larsen, B.M. & Magerøy, J. 2016. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA upublisert rapport. 18 s.
- Larsen, B.M., Eken, M. & Tysse, Å. 1995. Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Simoa, Buskerud – Utbredelse og bestandsstatus. NINA Oppdragsmelding 380: 1–17.
- Larsen, B.M., Eken, M., Tysse, Å. & Engen, Ø. 2007. Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006. NINA Rapport 314. Norsk institutt for naturforskning. 45 s.
- Moe, T.F., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Olstad, K., Garmo, Ø.A., Grung, M. & de Wit, H. 2018. Overvåking av referanseelver 2017. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet. Rapport M-1002|2018. 279 s.
- Mutvei, H., Westermark, T., Dunca, E., Carell, B., Forsberg, S. and Bignert, A. 1994. Methods for the study of environmental changes using the structural and chemical information in molluscan shells. Past and Present Biomineralization Processes, Considerations about the Carbonate Cycle; Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco. Numéro spécial 13: 163-191.
- Mutvei, H., Dunca, E., Timm, H. & Slepukhina, T. 1996. Structure and growth rates of bivalve shells as indicators of environmental changes and pollution. Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco. Numéro spécial 14-4: 65–72.
- Mørck, A. 1964. Bygdebok for Sigdal og Eggedal. Bind IV.
- Samlet plan (Horgen, A. J. (red.)) 1984. Simoa nedstrøms Soneren. 043 Drammensvassdraget: Haugsfoss, Kongsfoss, Kolsrudfoss, Hovlandsfoss. Samlet plan for vassdrag. Buskerud fylke. Vassdragsrapport.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2018. Utbredelse og bestandsstatus hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sokna. Sokndal kommune, Rogaland fylke 2018. Naturfaglige konsulenttjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport. 15 s.
- Sandaas, K., Enerud, J. & Wivestad, T. 2011. Elvemusling i Kampåa, Nes kommune i Akershus 2008–2010. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernavdelingen. Rapport x/2011 (rapporten er ikke formelt ferdigstilt).
- Schartum, E., Mortensen, S., Pittman, K. & Jakobsen, P.J. 2017. From pedal to filter feeding: ctenidial organogenesis and implications for feeding in the postlarval freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758). – Journal of Molluscan Studies 83: 36-42.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 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.
- Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. Rapport 8–2008. Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. 28 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.

- U.S. Geological Survey. 2009a. Barite statistics, in Kelly, T.D., and Matos, G.R., comps., Historical statistics for mineral and material commodities in the United States: U.S. Geological Survey Data Series 140. <http://pubs.usgs.gov/ds/2005/140/>.
- U.S. Geological Survey. 2009b. Manganese statistics, in Kelly, T.D., and Matos, G.R., comps., Historical statistics for mineral and material commodities in the United States: U.S. Geological Survey Data Series 140. <http://pubs.usgs.gov/ds/2005/140/>.
- Vibe, J. 1895. Norges land og folk topografisk-historisk beskrivelse med enkelte vigtigere statistiske data. V. Buskeruds amt. Jacob Dybwads forlag, Kristiania. 336 s.
- 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.
- Young, M.R., Hastie, L.C. & Cooksley, S.L. 2003. Monitoring the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*. Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 2 English Nature, Peterborough. 18 s.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. Experimentia 42: 471–486.

7 Vedlegg

Vedlegg 1. Berggrunnskart for Simoas nedbørfelt

Kartet viser samtidig hvilke lokaliteter 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 – transektter 1995

Antall elvemusling (levende dyr: *N* og tomme skall: *NS*) på 9 stasjoner i Simoa som ble undersøkt i juli 1995 basert på tellinger i transektter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: *N*/m² og tomme skall: *NS*/m²). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**. Fra Larsen et al. (1995).

Stasjon	Dato	Areal, m ²	N	NS	N/m ²	NS/m ²
202		114	149	3	1,31	0,03
203		108	305	4	2,82	0,04
205		264	191	29	0,72	0,11
208		198	17	0	0,09	0
301		116	0	0	0	0
303		120	5	46	0,04	0,38
306		148	207	24	1,40	0,16
307		176	68	11	0,39	0,06
308		204	1165	60	5,71	0,29
202–308		1448	2107	177	1,46	0,12
Gjennitt ± sd					1,39 ± 1,86	0,12 ± 0,14

Vedlegg 3. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall – transektter 2006

Antall elvemusling (levende dyr: *N* og tomme skall: *NS*) på 9 stasjoner i Simoa som ble undersøkt i juli 2006 basert på tellinger i transektter. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: *N*/m² og tomme skall: *NS*/m²). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**. Fra Larsen et al. (2006).

Stasjon	Dato	Areal, m ²	N	NS	N/m ²	NS/m ²
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
Gjennitt ± sd					2,66 ± 4,96	0,10 ± 0,16

Vedlegg 4. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall – «fritelling» i 1995

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 19 stasjoner i Simoa som ble undersøkt i juli 1995 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**. Fra Larsen et al. (1995).

Stasjon	Dato	Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
101		60	0	0	0	0
102		60	0	0	0	0
101–102		120	0	0	0	0
Gjennnitt ± sd					0	0
201		60	10	0	0,17	0
202		0	-	-	-	-
203		45	1164	22	25,87	0,49
204		30	533	2	17,77	0,07
205		0	-	-	-	-
206		0	-	-	-	-
207		60	842	27	14,03	0,45
208		30	307	45	10,23	1,50
209		30	212	13	7,07	0,43
210		0	-	-	-	-
211		60	138	2	2,30	0,03
212		0	-	-	-	-
213		75	179	0	2,39	0
201–213		390	3385	111	8,68	0,29
Gjennnitt ± sd					9,98 ± 8,87	0,37 ± 0,50
301		30	1	0	0,03	0
302		45	5	17	0,11	0,38
303		60	41	181	0,68	3,02
304		30	24	43	0,80	1,43
305		45	264	79	5,87	1,76
306		30	199	54	6,63	1,80
307		30	63	23	2,10	0,77
308		75	1737	149	23,16	1,99
301–308		345	2334	546	6,77	1,58
Gjennnitt ± sd					4,92 ± 7,81	1,39 ± 0,98
201–308		735	5719	657	7,78	0,89
Gjennnitt ± sd					7,45 ± 8,48	0,88 ± 0,92
401		60	0	1	0	0,02

Vedlegg 5. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall – «fritelling» i 2006

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.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**. Fra Larsen et al. (2006).

Stasjon	Dato	Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
101		60	0	0	0	0
102		60	3	0	0,05	0
101–102		120	3	0	0,03	0
Gjennnitt ± sd					0,03 ± 0,04	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
201–213		540	5414	106	10,03	0,20
Gjennnitt ± sd					9,77 ± 8,46	0,19 ± 0,18
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
301–308		345	2055	728	5,96	2,11
Gjennnitt ± sd					5,42 ± 9,37	2,06 ± 3,43
201–308		885	7469	834	8,44	0,94
Gjennnitt ± sd					8,11 ± 8,86	0,90 ± 2,24

Vedlegg 6. Tetthet av levende elvemusling og tomme skall – «fritelling» i 2017

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på 22 stasjoner i Simoa som ble undersøkt i juli/september 2017 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 9**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**.

Stasjon	Dato	Tid, min.	N	NS	N/min	NS/min
101	24.07.	45	0	0	0	0
102	24.07	60	5	0	0,08	0
101–102		105	5	0	0,05	0
Gjennnitt ± sd					0,04 ± 0,06	0
201	24.07.	30	42	0	1,40	0
202	24.07.	45	453	0	10,07	0
203	24.07.	60	1805	6	30,08	0,10
204	24.07.	45	395	2	8,78	0,04
205	05.09.	30	226	10	7,53	0,33
206	05.09.	45	1316	20	29,24	0,44
207	27.07.	45	428	10	9,51	0,22
208	-	0	-	-	-	-
209	05.09.	45	464	16	10,31	0,36
210	05.09.	30	119	3	3,97	0,10
211	27.07.	30	168	0	5,60	0
212	27.07.	45	71	0	1,58	0
213	27.07.	30	10	0	0,33	0
201–213		465	5497	67	11,82	0,14
Gjennnitt ± sd					9,93 ± 9,83	0,13 ± 0,16
301	25.07.	45	0	0	0	0
302	25.07.	45	5	4	0,11	0,09
303	25.07.	45	14	46	0,31	1,02
304	25.07.	45	18	30	0,40	0,67
305	25. og 28.07.	60	331	46	5,52	0,77
306	25.07.	45	323	27	7,18	0,60
307	26.07.	45	105	5	2,33	0,11
308	26.07.	45	1198	88	26,62	1,96
301–308		375	1994	246	5,32	0,66
Gjennnitt ± sd					5,31 ± 9,03	0,65 ± 0,64
201–308		840	7491	313	8,92	0,37
Gjennnitt ± sd					8,08 ± 9,56	0,34 ± 0,49

Vedlegg 7. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av levedyktighet

Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) foreslo en modell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Modellen er senere modifisert av Larsen & Hartvigsen (1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 20 mm og andel muslinger mindre enn 50 mm), og det gis 0–6 poeng innenfor hvert kriterium. Samlet poengsum plasserer musling-populasjonen innenfor en av tre klasser av status/levedyktighet:

Klasse I – liten levedyktighet, sårbar for ytterligere reduksjon og kan kreve omfattende tiltak (truet; 1–7 poeng)

Klasse II – sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres (sårbar; 8–17 poeng)

Klasse III – høy levedyktighet og meget høy verneverdi (levedyktig; 18–36 poeng).

Simoa 1995

Kriterium	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	Poeng
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	<5	5–10	11–50	51–100	101–200	>200	6
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	<2	2,1–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10	2 (1)
3 Utbredelse (km)	<2	2,1–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10	6
4 Minste musling funnet (mm)	>50	41–50	31–40	21–30	11–20	≤10	1
5 Andel muslinger <2 cm (%)	>0–1	>1–2	>2–3	>3–4	>4–5	>5	0
6 Andel muslinger <5 cm (%)	>0–5	6–10	11–15	16–20	21–25	>25	0
Sum							15 (14)

Simoa 2006

Kriterium	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	Poeng	Poeng graving
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	<5	5–10	11–50	51–100	101–200	>200	6	6
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	<2	2,1–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10	2	2
3 Utbredelse (km)	<2	2,1–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10	6	6
4 Minste musling funnet (mm)	>50	41–50	31–40	21–30	11–20	≤10	3	6
5 Andel muslinger <2 cm (%)	>0–1	>1–2	>2–3	>3–4	>4–5	>5	0	1
6 Andel muslinger <5 cm (%)	>0–5	6–10	11–15	16–20	21–25	>25	1	1
Sum							18	22

Simoa 2017

Kriterium	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	Poeng	Poeng graving
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	<5	5–10	11–50	51–100	101–200	>200	6	6
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m ²)	<2	2,1–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10	2	2
3 Utbredelse (km)	<2	2,1–4	4,1–6	6,1–8	8,1–10	>10	6	6
4 Minste musling funnet (mm)	>50	41–50	31–40	21–30	11–20	≤10	2	5
5 Andel muslinger <2 cm (%)	>0–1	>1–2	>2–3	>3–4	>4–5	>5	0	1
6 Andel muslinger <5 cm (%)	>0–5	6–10	11–15	16–20	21–25	>25	1	1
Sum							17	21

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3388-0

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger