

2144

NINA Rapport

Elvemusling i Slørdalselva, Trøndelag

Miljøundersøkelse og statusbeskrivelse 2021

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 engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Elvemusling i Slørdalselva, Trøndelag

Miljøundersøkelse og statusbeskrivelse 2021

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2022. Elvemusling i Slørdalselva, Trøndelag. Miljøundersøkelse og statusbeskrivelse 2021. NINA Rapport 2144. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mai 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4934-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Ingebrigt Uglem

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

MOWI Norway ASA, Region Midt

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Idar Klungervik, driftsleder MOWI AS, Slørdal

FORSIDEBILDE

Slørdalselva © Bjørn Mejdell Larsen

NØKKELOORD

Trøndelag fylke – Orkland (tidligere Snillfjord) kommune – Slørdalselva – elvemusling – kartlegging (utbredelse, tetthet og lengdefordeling) – overvåking – vertsfisk (laks og ørret) – redokspotensial – økologisk tilstand

KEY WORDS

Trøndelag county – Orkland municipality – River Slørdalselva – freshwater pearl mussel – survey (distribution, density, and length distribution) – monitoring – host fish (Atlantic salmon and brown trout) – redox potensial – ecological status

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 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
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. 2022. Elvemusling i Slørdalselva, Trøndelag. Miljøundersøkelse og statusbeskrivelse 2021. NINA Rapport 2144. Norsk institutt for naturforskning.

NINA gjennomførte i 2021 biologiske resipientundersøkelser i Slørdalsvassdraget på oppdrag fra MOWI Norway AS. Sammen med kvalitetselementene bunndyr og ungfisk av laksefisk (se NINA Rapport 2140) ble elvemusling undersøkt for å vurdere effekter av endring i vannavrenning og fastsatt minstevannføring (regulering av Slørdalsvatnet), kalking av Slørdalsvatnet og andre menneskeskapt endringer i nedbørfeltet.

- Elvemusling ble funnet på en ca. 800 m lang strekning i Slørdalselva i 2021. Dette er det samme som ved tidligere kartlegginger i 2008 og 2015.
- Det ble funnet levende elvemusling på ni av de ti stasjonene som ble undersøkt, varierende i tetthet mellom 0,3 og 57,1 individ pr. minutt observasjonstid (fritellinger 15-30 minutters varighet). Gjennomsnittlig tetthet var 15,5 individ pr. minutt, tilsvarende en tetthet på 6,2 individ pr. m².
- Det ble talt opp 3712 individer under fritellingene og populasjonsstørrelsen er grovt estimert til mellom ca. 12.000 og 18.500 synlige muslinger i Slørdalselva.
- Skallengden til levende elvemusling varierte fra 20 til 155 mm. Det var en overvekt av eldre muslinger i lengdegruppen 125–140 mm. Gjennomsnittslengden var 106 mm (SD = 36; N = 225). Det ble bare funnet én musling som var mindre enn 20 mm i utvalget som inngikk i lengdefordelingen, men til sammen 30 individer var mindre enn 50 mm (henholdsvis 0,4 og 13,3 % av totalantallet).
- Det var relativt få muslinger som var nedgravd i substratet i Slørdalselva (8,0 %). Dette er ofte en indikasjon på manglende rekruttering da det er en overvekt av juvenile muslinger som normalt blir funnet nedgravd i substratet.
- Andelen tomme skall (døde muslinger) var innenfor det vi kunne forvente (5,2 %). Det har ikke vært noen unormal overdødelighet i bestanden i løpet av de siste fem årene.
- Elvemuslingen vokste normalt raskt i Slørdalselva. Muslinger som var 20 og 50 mm lange hadde en alder på henholdsvis seks og 10-11 år. Mangelen på muslinger mindre enn 20 mm er en indikasjon på at rekrutteringen har vært dårligere fra ca. 2015 i forhold til perioden 2005-2014.
- Det ser ut til å være en sammenheng mellom lav rekruttering hos elvemusling og målt redokspotensial i substratet i Slørdalselva. Medianverdien i 2018 og 2021 var henholdsvis 314 og 294 mV og reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var henholdsvis 45 og 46 %. Dette tilsvarer dårlig habitatkvalitet.
- Både laks og ørret bidrar som vert for muslinglarvene i Slørdalselva. Men både prevalens og abundans/intensitet av muslinglarver på gjellene var lavere enn forventet, og bare henholdsvis 7,7 og 12,7 % av de ettårige ørret- og laksungene var infisert våren 2021. Genetiske analyser viser at muslingene fra Slørdalselva grupperer seg sammen med andre laksemuslingbestander i Norge.

Regulering av Slørdalsvatnet og minstevannføring: Generelt vil en regulering med fraføring av vann kunne føre til en reduksjon i vanndekt areal, redusert flomvannføring og endringer i vanntemperatur. I Slørdalselva ser det fortsatt ut til å være en god variasjon i vannføringen gjennom året, målt som antall dager med overvann på demningen ved utløpet av Slørdalsvatnet og det forekommer fortsatt perioder med vannføring som er høy nok til å kunne betegnes som «spyleflommer».

Eutrofiering og tilførsel av organisk materiale: Arealbruk er en viktig faktor for å kunne forklare tilstedeværelsen av elvemusling. Landbruksaktivitet kan øke tilførselen av næringsstoffer, finsedimenter, utslipp av organisk stoff og forurensende kjemikalier, og spesielt sårbart blir det når dette skjer i kombinasjon med redusert vannføring og høy vanntemperatur om sommeren. I perioden 1995–2011 var de fleste fosfor- og nitrogen-verdiene lave, men verdier opp mot henholdsvis 20 og 410 µg/l ble målt. Referanseverdien for Slørdalselva er henholdsvis 6 og 200 µg/l for fosfor og nitrogen, men manglende vannanalyser i løpet av det siste ti-året gjør at vi ikke vet hvordan utviklingen har vært.

Hogst av skog langs elvekanten: Kantskogen langs Slørdalselva har endret seg over tid. Tidlig på 1960-tallet var den intakt, men sparsomt utviklet. Senere er det etablert en sammenhengende og funksjonell kantskog langs hele elveløpet. Våren 2015 var det en omfattende hogst av skog (løvtrær) langs store deler av Slørdalselva som ga betydelige endringer i landskapet langs anadrom strekning. Dette har mest sannsynlig medført en forhøyet partikkeltilførsel til elveløpet og nedslamming av substratet og bidratt til økt vanntemperatur. I lengdefordelingen av elvemusling fra 2021 er det mangel på muslinger mindre enn 35 mm. Hogsten som ble foretatt i 2015 kan være en medvirkende årsak til dette.

Anleggsarbeid fylkesveg 714: Anleggsarbeidet i forbindelse med ny fylkesveg 714 (veganlegg og tunnel) kan potensielt ha vært en kilde til avrenning og spredning av finpartikulært materiale i en lengre periode (2019-2021). Bekkene ned mot Tjørna var nedslammet, men det ble likevel ikke funnet synlige tegn til økt partikkelbelastning i Slørdalselva og Nervatnet, og de biologiske undersøkelsene av bunndyr og ungfisk viste ingen tegn til påvirkninger som kan knyttes til vegarbeid og avrenning fra aktiviteten.

Kalking av Slørdalsvatnet: pH har økt fra 5,8-6,2 før kalkingen i 2005 til 6,2-7,2 etter kalking på utløpet av Slørdalsvatnet. Kalsiuminnholdet økte fra 0,7-0,8 før kalking til 1,1-2,5 mg/l etter kalking. Dette har økt sannsynligheten for at rekrutteringen har tatt seg opp, tilveksten har økt, dødeligheten er redusert og vitaliteten i bestanden av elvemusling har økt. I lengdefordelingen av elvemusling fra 2021 ser vi at det er en økning i antall muslinger mindre enn 85 mm som ser ut til å samsvare med kalkingen av vassdraget fra 2005. Det samme ser vi i et materiale samlet inn i 2015.

Tetthet av laksefisk og muslinglarver på gjellene: Moderat høy tetthet av riktig vertsart er viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde populasjonen av elvemusling i Slørdalselva. Med den tettheten av laks- og ørretunger som ble funnet i 2021 er ikke tettheten av vertsfisk begrensende for rekrutteringen hos elvemusling i Slørdalselva. Det samme ser ut til å ha vært tilfelle i 2014, men det er mer usikkert hvordan forholdene har vært tidligere. Det ble imidlertid funnet en lavere prevalens og abundans/intensitet av muslinglarver på gjellene til vertsfisken enn forventet. Lav vannføring kan virke negativt på grunn av liten spredning av muslinglarvene og høy vanntemperatur gir kortere levetid, men i tillegg kan lav pH og innhold av tungmetaller (aluminium) ha betydning. Hvorvidt dette kan være av betydning er usikkert, men bør undersøkes nærmere.

Det er behov for økt kunnskap om vannkvaliteten og vanntemperaturen i Slørdalselva og det foreslås en månedlig overvåking av vannkvaliteten for å følge endringer gjennom året i næringstilførsel (totalt fosfor og nitrat/totalt nitrogen), organisk materiale (farge og TOC), turbiditet, forsuring (pH og kalsium) og tungmetaller (aluminium og jern). Samtidig er det ønskelig med en overvåking av vanntemperaturen (temperaturlogger) som følger utviklingen gjennom året (spesielt sommer) i perioder med minste vannføring.

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
2.1 Vannføring.....	10
2.2 Vannkvalitet.....	12
2.3 Redoksmålinger.....	15
2.4 Bunndyr.....	18
2.5 Fisk.....	18
3 Elvemusling	20
3.1 Innledning.....	20
3.2 Metoder.....	20
3.2.1 Vertsfisk - muslinglarver på gjellene til laks og ørret.....	20
3.2.2 Utbredelse og tetthet.....	20
3.2.3 Lengdefordeling.....	23
3.2.4 Vekst.....	23
3.2.5 Graviditet.....	24
3.2.6 Tilstandsvurdering.....	24
3.3 Resultater.....	25
3.3.1 Vertsfisk - muslinglarver på gjellene til laks og ørret.....	25
3.3.2 Utbredelse og tetthet.....	26
3.3.3 Populasjonsstørrelse.....	26
3.3.4 Lengdefordeling.....	27
3.3.5 Vekst.....	30
3.3.6 Graviditet.....	31
3.3.7 Tilstandsvurdering.....	31
3.4 Kultivering.....	32
4 Oppsummering og diskusjon	34
4.1 Påvirkningsfaktorer.....	35
4.2 Kalking av Slørdalsvatnet og effekten på elvemusling.....	38
4.3 Tetthet av laksefisk og muslinglarver på gjellene.....	39
4.4 Oppfølging og overvåking.....	40
4.5 Økosystemtjenester.....	40
5 Referanser	41
6 Vedlegg	46
Vedlegg 1. Vannkvaliteten ved utløpet av Slørdalsvatnet 2017-2021.....	46
Vedlegg 2. Lokalisering av stasjoner i Slørdalselva.....	47
Vedlegg 3. Tetthet av elvemusling i Slørdalselva.....	48

Forord

Slørdalselva er regulert i forbindelse med vannuttak til et settefiskanlegg som MOWI AS, Slørdal har for oppdrett av laks. Bedriften ble etablert i 1986 med vanninntak fra Slørdalsvatnet.

Norsk institutt for naturforskning (NINA) ble våren 2021 forespurt av MOWI Norway AS om å gjennomføre biologiske resipientundersøkelser i Slørdalsvassdraget. Undersøkelsene er en del av Statsforvalterens pålegg om overvåking av vassdragets tilstand knyttet til virksomhetens konsesjon for vannbruk. Elvemusling er anvendt som ett av flere kvalitetselement for å vurdere samlet belastning på vassdraget, herunder effekter av endring i vannavrenning og fastsatt minstevannføring, kalking av Slørdalsvatnet og/eller andre menneskeskapte endringer i nedbørfeltet. Det er i denne sammenheng også utarbeidet en egen rapport for kvalitetselementene bunndyr og ungfisk av laksefisk (NINA Rapport 2140).

Planlegging, utarbeiding av overvåkingsprogrammet på elvemusling og prosjektledelse ble utført av Bjørn Mejdell Larsen, NINA. Feltarbeidet ble i all hovedsak gjennomført av prosjektleder, men Jon H. Magerøy og Marie-Pierre Gosselin, begge NINA, takkes for uvurderlig hjelp gjennom innsamling av supplerende felldata i oktober. Laks- og ørretunger fra Slørdalselva som ble samlet inn for gjelleundersøkelser ble bearbeidet på laboratoriet av Bjørn Mejdell Larsen.

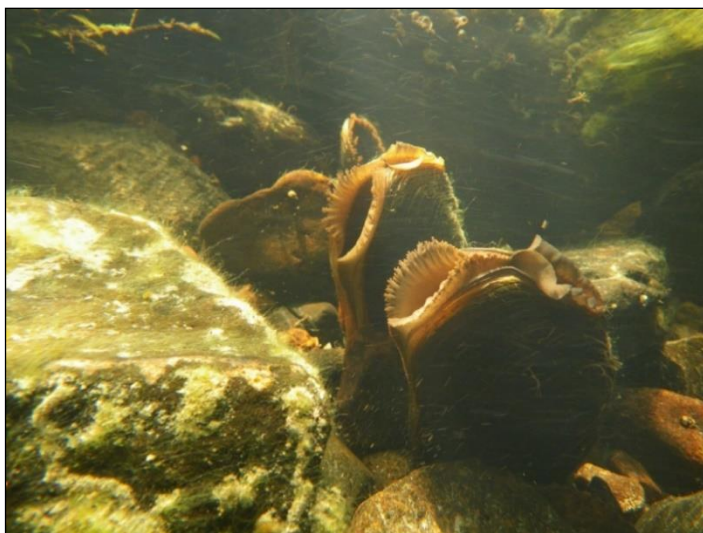
Jeg vil spesielt rette en takk til Idar Klungervik hos MOWI AS, Slørdal for oversendelse av vannføringsdata og vannkvalitetsdata fra Slørdalsvatnet, og et godt samarbeid i prosjektperioden. Jeg vil også takke alle som lokalt har vist interesse og engasjement for vårt arbeid i Slørdalselva, og som gjennom samtaler har bidratt med nyttig informasjon.

Trondheim, mai 2022

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Elvemusling, *Margaritifera margaritifera* L. (**figur 1**), er oppført som sterkt truet på IUCN Red List of Threatened Species, men på rødlista over truede dyrearter i Norge fra 2021 er den fortsatt bare klassifisert som sårbar (Bakken et al. 2021), slik den også har vært i tidligere år. Selv om vi fortsatt finner elvemusling i alle landets fylker, er likevel inntrykket at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er redusert og at gjenværende bestander er splittet opp mange steder. Elvemusling ble totalfredet mot all fangst i 1993 og den har status som norsk ansvarsart.



Figur 1. Elvemuslingen står delvis nedgravd i substratet, godt forankret i grusen ved hjelp av en muskuløs fot. En voksen musling filtrerer om lag 50 liter vann i løpet av et døgn, og en stor muslingbestand er et viktig bidrag til å opprettholde en god vannkvalitet også for andre bunndyr og fisk i vassdraget. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Elvemusling fikk sin egen handlingsplan allerede i 2006 (Direktoratet for naturforvaltning 2006), som i 2018 ble revidert og gjort gjeldende for tiårs-perioden 2019-2028 (Larsen 2018). Målet for forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv er at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk tilstand. Dette sikrer elvemuslingen på lang sikt, og opprettholder samtidig tilstedeværelsen av mange andre sårbare arter.

Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, og Norge alene har om lag 40 % av den europeiske bestanden av elvemusling i dag (Larsen 2018). Dersom arten skal bevares forutsetter det en god overvåking av tilstanden, og nødvendige tiltak for å styrke og verne viktige elvemusling-lokaliteter. Fordelen med å kunne anvende elvemusling som et ledd i naturovervåkingen er artens høye krav til vannkvalitet og habitat. Spesielt interessant er det at elvemuslingen kan oppnå en imponerende høy levealder (150-300 år). Selv om rekrutteringen har vært helt fraværende i mange år vil bestander av elvemusling kunne ta seg opp igjen, så sant årsaken til bestandsnedgangen blir fjernet. Elvemusling er samtidig avhengig av laks eller ørret da de under larvestadiet må leve en periode på fiskeungenes gjeller for å bli ferdig utviklet (se **Infoboks 1**; Larsen 2005). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret.

Slørdalselva er en av lokalitetene med elvemusling i Norge (Larsen & Magerøy 2019). Bestanden har vært kjent i lang tid (Dolmen & Kleiven 1997), men undersøkelser i 2015 konkluderte med at forekomsten var kraftig «forgubbet» og sårbar for ytterligere påvirkning (Esplund & Julien 2016).

En av påvirkningene i nyere tid er reguleringen av Slørdalsvatnet i forbindelse med vannuttaket til settefiskanlegget som MOWI AS, Slørdal har for oppdrett av laks ved utløpet i Sagfjorden. Settefiskanlegget på Slørdal har hatt konsesjon for produksjon av settefisk siden juni 1986 med en opprinnelig konsesjonsramme på 1 million sjødyktig settefisk (Johnsen et al. 2008). Konsesjonsrammen ble

senere utvidet til 2,5 millioner settefisk, og i 2006 ble det søkt om ytterligere utvidelse til 5,0 millioner settefisk.

Anlegget hentet tidligere vannet sitt fra et elveinntak i Tjørna, men med en regulering av Slørdalsvatnet på 1,5 meter som skulle sørge for sikker vannforsyning til anlegget. Anlegget søkte i 1999 om å forlenge vannledningen 1,2 km fra vanninntaket i Tjørna til Slørdalsvatnet. Dette tiltaket utløste ikke konsesjonsplikt etter vannressursloven, men NVE anbefalte slipp av en minstevannføring tilsvarende en alminnelig lavvannføring ut fra Slørdalsvatnet på 0,084 m³/s, noe som også ble akseptert av tiltakshaver.

Med ønske om en utvidelse av anlegget fra 2,5 til 5,0 millioner settefisk, krevde NVE i 2008 en konsesjonsbehandling av vannuttaket. Dette på grunn av store allmenne interesser, usikkerhet knyttet til størrelsen på minstevannføringen, samt nedtappet magasin sommeren 2007 og bortfall av pålagt minstevannføring. Det var særlig tre forhold som var av betydning å få utredet: Elvemusling, anadrom fisk og uttak av vann til settefiskproduksjon. Rådgivende Biologer AS utarbeidet en konsekvensutredning (KU) for anadrom fisk og elvemusling (Johnsen et al. 2008), samt ytterligere vurderinger i to notat (Johnsen 2009a; 2009b). Det var med bakgrunn i dette arbeidet og søknaden om konsesjon etter vannressurslovens §8 for uttak av vann og regulering av Slørdalsvatnet (Marine Harvest Norway AS 2009), som er grunnlaget for dagens vassdragskonsesjon (NVE 2010).

Marine Harvest Norway AS fikk i 2010 fornyet tillatelsen av Norges vassdrags- og energidirektorat til regulering og vannuttak fra Slørdalsvatnet i Slørdalsvassdraget til settefiskproduksjon i Snillfjord kommune (NVE 2010). Slørdalsvatnet fikk en reguleringshøyde på to meter (93-91 moh.), men det skulle til enhver tid slippes 120 l/s (0,120 m³/s) fra Slørdalsvatnet. Dersom tilsiget var mindre enn minstevannføringskravet og magasinet var på laveste tillatte vannstand, skulle hele tilsiget slippes forbi, og det skulle ikke være vannuttak til settefiskanlegget. Konsesjonæren forplikter dessuten å sørge for at forholdene i Slørdalsvassdraget er slik at de stedegne fiskestammer i størst mulig grad opprettholder naturlig reproduksjon og produksjon og at de naturlige livsbetingelser for fisk og øvrige naturlig forekommende plante- og dyrepopulasjoner forringes minst mulig.

Marine Harvest AS har hatt tillatelse fra Fylkesmannen i Trøndelag til å kalke Slørdalsvatnet siden 2005. Fylkesmannen kom i 2014 med pålegg om at tilstanden i vassdraget måtte overvåkes for å gjøre en vurdering av hvordan kalkingen hadde påvirket vassdraget. Klausen & Bjølstad (2015) gjennomførte undersøkelser av fisk og bunndyr i innløpsbekker til Slørdalsvatnet og på anadrom strekning, prøvefiske med garn i Slørdalsvatnet og vannkvalitet. Elvemusling ble derimot ikke undersøkt.

Statsforvalteren i Trøndelag har gjennom vannforskriften utstedt pålegg om vassdragsovervåking av Slørdalsvassdraget, for å påse at vannbruk og belastninger i vassdraget ikke har for stor negativ effekt på økologisk tilstand, og at fastsatte miljømål kan oppnås. Dette innebærer vurderinger av eksisterende påvirkninger i nedbørfeltet. I sammenheng med konsesjonen er dette knyttet til hvordan kalkingen har påvirket vassdraget, vannøkologiske effekter av endret vannavrenning (minstevannføring), samt andre hydromorfologiske endringer og inngrep knyttet til virksomheten og konsesjonen.

På grunn av mangelfulle data om tetthet og lengdefordeling av muslinger i Slørdalselva var det et behov for å gjennomføre en miljøundersøkelse og en ny kartlegging av elvemusling i 2021. Samtidig skulle det etableres faste stasjoner for å kunne overvåke bestanden av elvemusling over tid. Slørdalselva var allerede foreslått som en såkalt B-lokalitet i overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge for perioden 2018-2023, og skulle etter planen undersøkes første gang i 2021 (Larsen 2018, Larsen & Magerøy 2018). Da MOWI AS skulle gjennomføre en resipientvurdering og statusoppdatering av tilstanden for elvemusling i Slørdalsvassdraget i 2021, ble dette derfor samkjørt med overvåkingsundersøkelsene for å styrke datainnsamlingen.

Det er resultatene fra disse basisundersøkelsene som presenteres i denne rapporten. I henhold til Norsk Standard (2017) er det anbefalt at lokaliteter som inngår i overvåkingen skal undersøkes hvert sjette år, noe som tilsier at Slørdalselva senest skal undersøkes på nytt i 2027.

Infoboks 1:

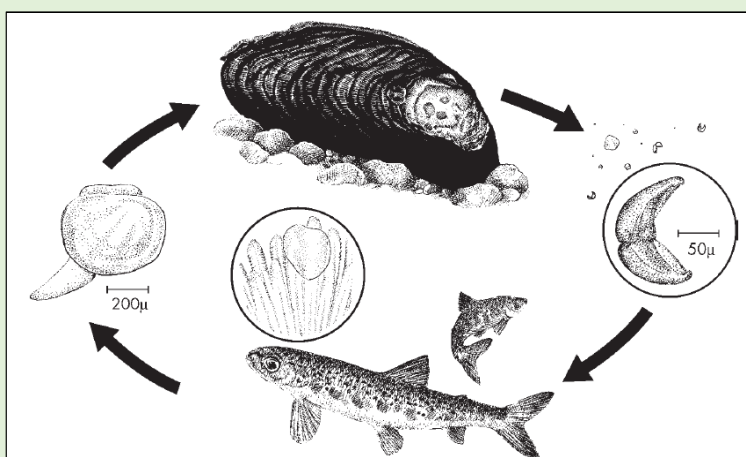
Oppsummering av elvemuslingens livssyklus

Formeringen hos elvemusling skjer i løpet av sommeren (**tabell 1.1**). Hos hunnen flyttes de modne eggene fra gonaden ut til gjellene der befruktningen skjer. De befruktede eggene forblir i muslingens gjelleblader, og utvikler seg i løpet av en fire ukers tid til muslinglarver (glochidier). Gjellene fungerer altså som «yngelkammer» for muslinglarvene. I løpet av perioden juli-oktober støtes millioner av små (ca. 0,04 mm lange) muslinglarver ut i elvevannet (**figur 1.1**). Denne frigivelsen skjer relativt synkront for hele bestanden. For å utvikle seg videre har muslinglarvene et obligatorisk stadium på gjellene til laks eller ørret, og må i løpet av kort tid feste seg til fiskegjellen for at utviklingen fra larve til ferdig utviklet musling skal bli vellykket. Det parasittiske stadium varer normalt 10-11 måneder. Larvene vokser i denne perioden (fra 0,04 til 0,35-0,45 mm) og gjennomgår en omfattende metamorfose. Den lille muslingen slipper seg av fisken om våren eller tidlig på sommeren og lever nedgravd i substratet i de første leveårene.

Omfattende studier har vist at ulike muslingpopulasjoner er tilpasset enten laks eller ørret som vertsfisk (bl.a. Karlson & Larsen 2013). I anadrome vassdrag, der laks er dominerende, vil laks normalt være den beste, og kanskje den eneste, vertsarten for muslinglarvene (Larsen 2005). Ovenfor det naturlige vandringshindret i anadrome vassdrag derimot, og i små anadrome vassdrag (sjøørretvassdrag) ser ørret ut til å være eneste vertsart. Det er derfor nødvendig å bestemme hvilken fiskeart som er primærvert i hvert enkelt vassdrag. Det er vassdrag i Norge der elvemusling har laks som primærvert i nedre del («laksemusling») og ørret som primærvert i øvre del av vassdraget («ørretmusling»).

Tabell 1.1. Oppsummering av elvemuslingens livssyklus. Omarbeidet fra Larsen (2005).

Stadium	Tid på året eller alder	Merknader
Egg	(Juni) juli-august	Avgivelse av modne egg fra gonadene til yngelkammeret i gjellene
Muslinglarve	(Juni) juli-august i løpet av ca. 4 uker	Befruktning av eggene, vekst og utvikling av muslinglarvene i gjellene
	August-oktober i løpet av 7-12 dager	Frigivelse av muslinglarvene fra mordyret
	August-oktober i løpet av noen dager	Muslinglarvene fester seg til gjellene på en vertsfisk og kapsles inn i en cyste
Metamorfose-stadiet på gjellene til en laks eller ørret	September/oktober-april, 6-7 måneder	Begynnende differensiering og utviklingspause (overvintring) på vertsfisken
	April-mai/juni i løpet av ca. 8 uker	Vekst og metamorfose fra svakt differensiert larve til ferdigutviklet ung musling
Musling	Mai-juli	Muslingen (0,45 mm lang) slipper seg av vertsfisken, og beveger seg ned i mellomrom i substratet
	Etter ca. 4-8 år	Den unge muslingen (15-30 mm lang) har vandret opp, og kan observeres i øvre del av substratet. Starter et frittlevende liv på bunnen
	10-15 år gammel	Blir kjønnsmoden og starter reproduksjon (50-70 mm lang)



Figur 1.1. Skjematisk framstilling av elvemuslingens generelle livssyklus. Fra Skinner et al. (2003).

2 Område

Slørdalselva (vassdragsnr. 119.61Z) renner ut i Sagfjorden innerst i Åsfjorden i Orkland (tidligere Snillfjord) kommune i Trøndelag og har et nedbørfelt på 34,7 km² (**figur 9** side 20). Høyeste punkt er 572 moh., og mer enn halvparten av nedbørfeltet ligger under 400 moh. Vassdraget drenerer indre deler av Tannvikhalvøya og selve Slørdalen. Hovedstrengen i vassdraget starter ved Svarthammaren og renner gjennom Slørdalsvatnet (90 moh.), Tjørna (38 moh.) (**figur 2**) og Nervatnet (6 moh.) før det munner ut i sjøen. Berggrunnen består for det meste av næringsfattig gneis og granitt, men det er også noe innslag av mer næringsrik glimmerskifer og amfibolitt.

Snau fjell og skog dominerer i nedbørfeltet og dekker henholdsvis 48,7 og 33,0 % av arealet (<http://nevina.nve.no/>). Det er bare 0,7 % dyrket mark, og innsjøer og myr dekker henholdsvis 9,2 og 6,1 %. Ikke noe av arealet er klassifisert som urban bebyggelse. Nedbørfeltet inkluderer ca. 13 km elvelengde, og Slørdalselva har en middelvannføring på 42,1 l/s/km². Alminnelig lavvannføring er beregnet til 4,0 l/s/km². Gjennomsnittlig årsnedbør er 1517 mm fordelt på 515 mm om sommeren og 1002 mm om vinteren (<http://nevina.nve.no/>).



Figur 2. Snau fjell og skog dominerer i nedbørfeltet til Slørdalselva. Bildet er tatt ved utløpsenden av Tjørna. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

2.1 Vannføring

Data om vannstanden i Slørdalsvatnet, vannforbruk og avrenning fra magasinet måles av MOWI AS og oppgis som gjennomsnittlige ukemiddel. Vannstanden er bare unntaksvis lavere enn laveste regulerte vannstand i Slørdalsvatnet (LRV 91 moh.) i perioden 2014-2021, men i 2014 var det avvik i en periode på ni uker i februar-mars (uke 6-14, **figur 3**) og i 2018 var det avvik i en periode på seks uker på våren (uke 10-15, **figur 3**), mens det i 2021 var et ubetydelig avvik i uke 7. I alle år overstiger vannstanden høyeste regulerte vannstand (HRV 93 moh.), varierende fra 15 til 39 uker i løpet av året i perioden 2014-2021. Dette betyr at det i lange perioder er noe overvann ved demningen på utløpet av Slørdalsvatn. I tillegg er det noe tilsig fra restfeltet nedenfor Slørdalsvatnet som bidrar med noe vann til selve Slørdalselva. Det betyr at vannføringen i Slørdalselva i perioder varierer en del utover den pålagte minstevannføringen i løpet av året.

Beregnet vannforbruk fra Slørdalsvatnet inkluderer både vannforbruket i anlegget pluss minstevannføringen. Sammen med endringen i magasinhøyde (økende eller minkende) er det beregnet et gjennomsnittlig ukemiddel for avrenningen i vassdraget. Denne har hatt et årlig gjennomsnitt av ukemidlene på 31-39 m³/min i perioden 2014-2021. Variasjonen er imidlertid betydelig i løpet av året (**figur 3**). Minusverdier (ikke vist i figuren) forekommer ved fire anledninger (÷21,5 m³/min i uke 36-2014, ÷10,4 m³/min i uke 52-2015, ÷0,5 m³/min i uke 24-2016 og ÷4,3 m³/min i uke 31-2019). I de andre

årene varierte minimumsverdiene mellom 0 og 8,8 m³/min. Maksimumsverdiene i perioden 2014-2021 varierte fra 81,1 til 264,6 m³/min (**figur 3**). Ti prosent av ukesmidlene har en avrenning som er større eller lik 70 m³/min. I perioden 2014-2021 har dette forekommet fra tre til sju uker spredd jevnt utover i løpet av året (**figur 3**). Det er derfor sannsynlig at vannføringen i Slørdalselva fortsatt er dynamisk nok og varierer såpass mye gjennom året at det fortsatt forekommer perioder med høy vannføring, og det vi kunne kalle «spyleflommer» opptrer fortsatt med ujevne mellomrom.

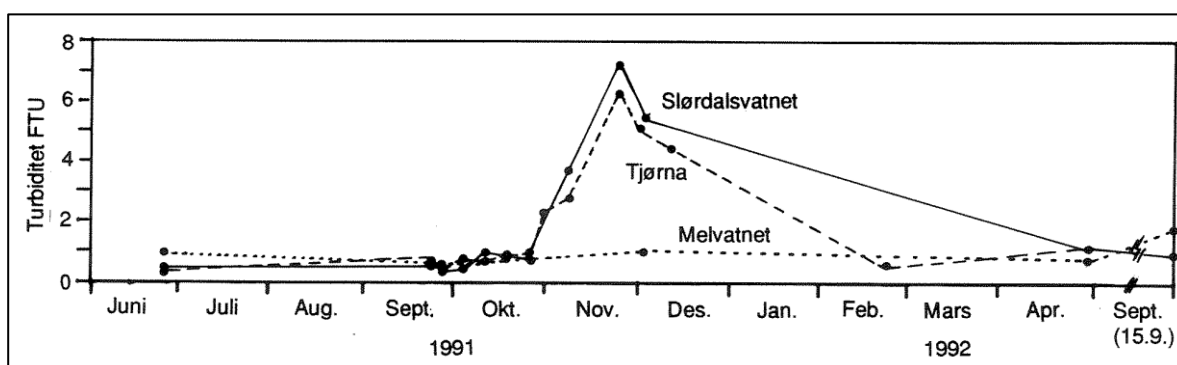


Figur 3. Vannstanden i Slørdalsvatnet (rød linje) og avrenning fra magasinet (blå stolper) angitt som ukesmidler for perioden 2014-2021. Stiplede røde horisontale linjer angir LRV og HRV (91-93 moh.). Måler med lagring av vannforbruk ble montert 23. juni 2014. Data fra MOWI AS Slørdal.

2.2 Vannkvalitet

Slørdalselva hører til økoregionen Midt-Norge og har et middels nedbørfelt lokalisert i lavlandet (<200 moh.). Slørdalselva karakteriseres som kalkfattig og klar i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann, og hører etter dette inn under elvetype R105 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Grande (1992) beskriver forholdene i Slørdalselva i forbindelse med forurensning fra en vegtunnelbygging i Stovasshammeren i 1991. På grunn av rasfare ble daværende riksvei 714 lagt i tunnel på en ca. 600 m lang strekning langs Slørdalsvatnet. Tunneldrivingen pågikk et par måneders tid (fra midten av september til midten/slutten av november), men først etter om lag seks ukers drift ble Slørdalsvatnet og vassdraget nedenfor sterkt tilslammet av partikler fra driften. Siktedypet gikk ned, og turbiditeten økte fra under 1 FTU til over 7 FTU (**figur 4**). Til tross for dette ble det ikke konstatert skadevirkninger på biologiske forhold i vassdraget eller på fisken i Marine Harvest Norway AS sitt settefiskanlegg.



Figur 4. Turbiditet målt i Slørdalsvassdraget i 1991-1992 i forbindelse med anleggsarbeid på daværende riksvei 714. Kopi av figur 2 hos Grande (1992).

Vannprøver ble tatt fra utløpet av Melvatnet, Slørdalsvatnet og Tjørna (**tabell 1**). Verdien for totalt nitrogen viste en økning gjennom anleggsperioden i Slørdalselva (**tabell 1**). Dette skyldtes sannsynligvis nitrogenholdige stoffer fra tunnelsprengningen (Grande 1992). Vassdraget hadde dessuten en stabilt lav pH, varierende mellom 5,8 og 6,2 på utløpet av Tjørna, samtidig som kalsiuminnholdet var lavt (0,7-0,8 mg/l) (**tabell 1**).

Analyser av råvann i karene på anlegget den 2. september 2004 viste en gjennomsnittlig pH på 6,4 og TOC lik 3,3 mg/l (Kristensen & Rosseland 2005). Marine Harvest Norway AS har hatt tillatelse til å kalke Slørdalsvatnet siden 2005. Bakgrunnen for kalkingen var å sikre god nok vannkvalitet til settefiskanlegget. Ifølge Klausen & Bjølstad (2015) ble Slørdalsvatnet kalket hvert år i første halvdel av juni og i første halvdel av november. Kalkingen foregikk ved overflatebehandling med båt, og det ble benyttet 128 tonn Biokalk 75 (kalkslurry).

I 2014 kom Fylkesmannen i Sør-Trøndelag med pålegg om en overvåking av tilstanden i vassdraget. Vannprøver fra Slørdalsvatnet som var analysert i forbindelse med Marine Harvest Norway AS sin pålagte overvåking av vannkvaliteten i vassdraget i 2013-2014 ble presentert av Klausen & Bjølstad (2015) (**tabell 2**).

Slørdalsvatnet var klart og kalkfattig (Klausen & Bjølstad 2015). pH-verdiene varierte mellom 6,2 og 7,2 (**tabell 2**), og hadde dermed økt betydelig sammenlignet med forholdene i 1991-1992 (før kalking; **tabell 1**). Det samme gjelder for kalsium som økte fra 0,7-0,8 mg/l til 1,1-2,5 mg/l. Konsentrasjonen av jern var lav (31-85 µg/l). Totalt aluminium var i perioder litt forhøyet, men Klausen & Bjølstad (2015) antok at mengden labilt aluminium likevel ikke var noe problem for fisken i vassdraget.

Tabell 1. Vannkjemisk analyseresultater fra Slørdalsvassdraget i 1991-1992. Kopi av tabell 1 hos Grande (1992).

Lokalitet	Dato	pH	Kond. mS/m	Turb. FTU	TOC mg/l	Farge mg Pt/l	Tot N µg/l	Ca mg/l
Melvatnet, utløp	26/6-91	6.1	3.2	0.9	3.7	32		0.74
	24/9	6.3	3.3	0.5		32	111	
	3/12	6.1	3.7	1.0		29	113	
	30/4-92	5.6	4.9	0.7		19	89	
	15/9	5.4	4.3	1.7	3.2			
Slørdalsvatnet, utløp	26/6-91	6.1	3.0	0.45	4.6	31		0.70
	24/9	6.1	2.9	0.50	2.9	30	128	0.68
	27/9	5.9	2.9	0.34		33	117	
	4/10	5.9	2.6	0.43		32	113	
	11/10	6.0	3.1	0.90		27	158	
	18/10	5.9	3.1	0.83		30	146	
	26/10	5.9	3.2	0.89		28	158	
	1/11	6.2	3.4	2.1		85	164	
	8/11	6.1	3.4	3.7		29	176	
	25/11	6.2	4.0	7.3		36	347	
	3/12	6.2	3.5	5.4		31	192	
	30/4-92	5.9	5.0	1.1		18	119	
	15/9	5.4	3.6	0.85	3.5			
	Tjørna, innløp	27/9-91	6.1	3.2	0.82		29	486
4/10		5.9	3.0	0.60		33	386	
11/10		6.0	3.5	0.73		28	266	
18/10		6.3	3.6	0.84		34	266	
26/10		6.0	3.5	0.70		26	270	
Tjørna, utløp	26/6-91	6.0	2.9	0.31	4.0	28		0.65
	24/9	6.1	3.0	0.70	3.4	36	128	0.77
	27/9	6.1	3.1	0.48		30	213	
	4/10	5.8	0.74?	0.80		18	129	
	11/10	5.9	3.5	0.72		28	266	
	18/10	6.0	3.6	0.93		26	305	
	26/10	6.0	3.5	0.70		28	266	
	1/11	6.1	3.6	2.3		29	296	
	8/11	6.0	3.9	2.8		29	267	
	21/11	6.0	3.9	3.2		29	300	
	25/11	6.2	3.7	6.4		30	261	
	3/12	6.2	3.8	4.9		34	267	
	30/4-92	6.1	5.0	1.2		17	126	
	Fiskeanlegg	24/9-91	6.1	3.1		3.1	33	128
29/11		6.2	3.7	5.4		31	255	
21/12		5.2	4.2	3.7		24		1.3
22/2-92		5.5	5.3	0.56		18		1.2

Tabell 2. Vannkvaliteten i utløpet av Slørdalsvatnet i 2013-2014 med tilstandsklassifisering. Blå = svært god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, orange = dårlig tilstand og rød = svært dårlig tilstand. Kopi av tabell 6 i Klausen & Bjølstad (2015).

Prøvetidspunkt	27.06 2013	28.08 2013	31.10 2013	17.03 2014	24.04 2014	25.06 2014	06.08 2014	26.11 2014
pH	6.8	6.2	6.4	7.2	6.5	6.8	6.7	6.6
Alkalitet (til pH 4,5, mmol/l)	0.1	0.04	0.07	0.07	0.08	0.14	0.08	0.08
Jern (Fe, µg/l)	43	81	85	70	75	40	31	36
Kobber (Cu, µg/l)	6.9	<3	<3	0.4	1.6	0.3	0.44	0.33
Total aluminium (Al, µg/l)	70	120	100	100	97	83	62	83
Kalsium (Ca, mg/l)	1.8	1.1	1.4	1.8	1.7	2.5	2.2	2.2
Total organisk karbon (TOC/NPOC, mg/l)	4.2	5.7	4.4	3.3	2.9	3.5	3.2	3.8

Oppdaterte vannkvalitetsdata fra utløpet av Slørdalsvatnet for perioden 2017-2021 er vist i **tabell 3**. Det er bare små endringer i vannkvalitet sammenlignet med 2013-2014. pH og kalsium varierte en del gjennom året, men de høyeste verdiene er sannsynligvis knyttet opp mot tidspunktet for kalkingen av Slørdalsvatnet. Denne ser nå ut til å ha blitt gjennomført i løpet av sommeren i de siste årene (se **vedlegg 1** og dataene fra 10. juli 2018, 27. august 2019 og 3. august 2021).

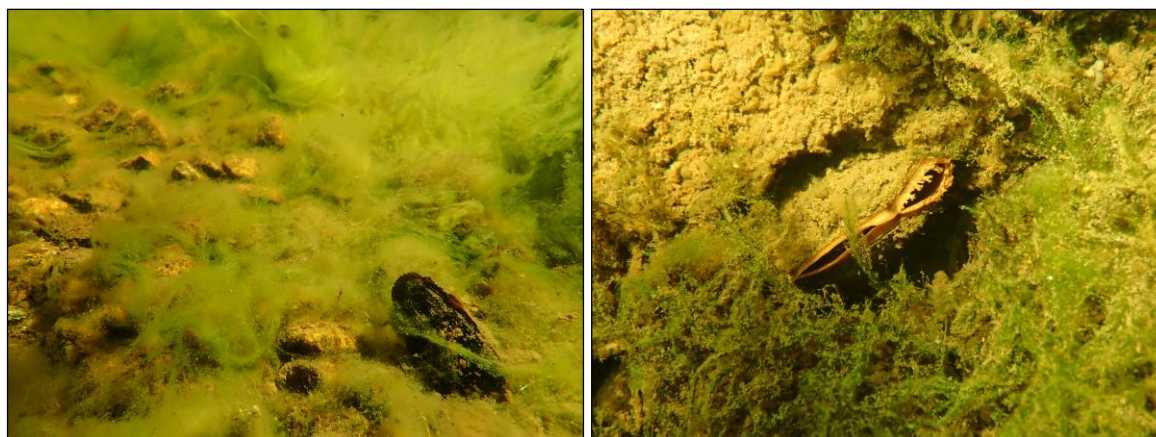
Tabell 3. Vannkvaliteten i utløpet av Slørdalsvatnet i 2017-2021 angitt ved gjennomsnittlig pH, alkalitet (Alk, mmol/l), totalt organisk karbon (TOC, mg/l), kobber (Cu, µg/l), total aluminium (Al, µg/l), aluminium fraksjoner: Al-illabilt og Al-reaktivt (µg/l), jern (Fe, µg/l), kalsium (Ca, mg/l) og silisium (Si, µg/l). Data fra MOWI AS Slørdal. Primærdata er vist i vedlegg 1.

	pH	Alk mmol/l	TOC mg/l	Cu µg/l	Al µg/l	Al-illabilt µg/l	Al-reaktivt µg/l	Fe µg/l	Ca mg/l	Si µg/l
Gj.snitt	6,5	0,06	3,6	0,26	90	24	31	45	1,5	524
SD	0,2	0,03	0,7	0,08	14	7	9	13	0,5	89
Min	6,2	0,03	2,5	0,06	65	<8	11	23	1,0	330
Maks	7,2	0,15	5,1	0,50	120	36	46	85	3,2	660
N	31	30	31	30	30	26	28	31	31	29

Næringsinnholdet i Slørdalselva er undersøkt ved flere anledninger i årene 1995-2011 (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Innholdet av totalt fosfor har variert mellom 2 og 20 µg/l og innholdet av totalt nitrogen varierte mellom 85 og 410 µg/l (**tabell 4**). Materialet er for lite til å kunne se noen trend. Referanseverdien for elvetyper er henholdsvis 6 og 200 µg/l for fosfor og nitrogen. Vannkvaliteten varierer mellom moderat og svært god med hensyn på totalt fosfor og god eller svært god med hensyn til totalt nitrogen (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). Esplund & Julien (2016) beskriver Slørdalselva som «kraftigt bevuxet med vegetation och ganska igenslammad» noe som kan tyde på en viss grad av eutrofiering og organisk belastning (**figur 5**).

Tabell 4. Vannkvalitetsdata fra Slørdalselva i 1995-2011 angitt ved totalt karbon (TOC, mg/l), totalt nitrogen (Tot-N, µg/l) og totalt fosfor (Tot-P, µg/l). Data fra <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>. Data fra 28. august 2002 er ikke tatt med. Mengden totalt fosfor og nitrogen er oppgitt til henholdsvis 1030 og 4330 µg/l, noe som må antas å være feil.

Dato	TOC mg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	Dato	TOC mg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l
07.03.1995	-	186	5,3	11.09.2006	-	-	5,8
14.06.1995	-	147	4,2	03.05.2008	-	85	2,4
12.07.1995	-	140	4,7	11.07.2008	-	200	9,2
16.08.1995	4,9	150	7,8	25.07.2011	-	410	19,8



Figur 5. Elvemuslingen i Slørdalselva opplever både nedslammede arealer og områder som i løpet av sommeren blir dekt med alger og annen vannvegetasjon. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Ledningsevnen målt i Slørdalselva i 2021 var relativt stabil både innad i vassdraget og i løpet av året (**tabell 5**). Verdiene er dessuten sammenlignbare med resultatet fra 1991-1992.

Tabell 5. Ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) målt på noen av stasjonene som ble undersøkt i Slørdalselva i begynnelsen av mai, juni og august 2021.

Stasjon	Dato	Ledn.evne, mS/m	Vanntemp., °C
F2	5. mai	3,9	6,1
2	5. juni	3,3	20,5
3	5. juni	3,3	21,6
4	5. juni	3,3	21,4
9	4. juni	3,3	23,5
10	4. juni	3,4	19,6
2	9. august	4,0	19,5
5	9. august	4,0	21,0
8	9. august	4,0	20,3
9	9. august	4,0	18,7
10	9. august	4,1	16,5

2.3 Redoksmålinger

Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet (bunnmaterialet) i elva, og hvor egnet dette er som oppvekstområde for unge muslinger. Gjennomsnittlig reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substrat er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. Geist & Auerswald (2007) utarbeidet en teknikk som måler denne forskjellen. I gode habitat for unge muslinger skal det være minst mulig tap av redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet, der muslingene oppholder seg på dyp ned til ti centimeter (Geist & Auerswald 2007).

For å evaluere resultatet av målingene ble det benyttet to tilnærminger:

1. Redokspotensial i substratet. Verdier over 400, 400-300 og under 300 milliVolt (mV) tilsier henholdsvis *god*, *moderat* og *dårlig* habitatkvalitet for ungmuslinger.
2. Reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. Reduksjon på mindre enn 20, 20-30 og over 30 % tilsier henholdsvis *god*, *moderat* og *dårlig* habitatkvalitet for ungmuslinger (Killeen 2006).

Prof. Dr. Jürgen Geist (pers. medd.) anbefaler å legge størst vekt på tilnærming 1, hvis de to tilnærmingene gir motstridende resultat. For ytterligere detaljer, se Larsen (2012a), Larsen & Magerøy (2022) og Magerøy & Larsen (2019).

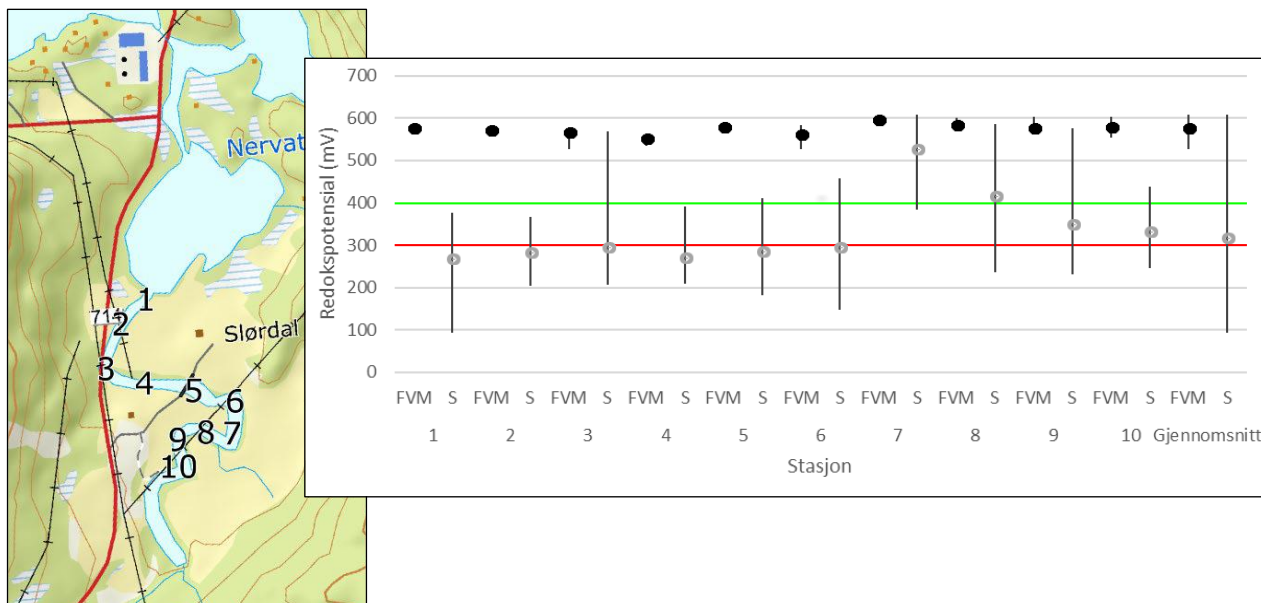
For å måle redokspotensialet i Slørdalselva ble det benyttet en 0,7 m lang sonde med en platinaelektrode i den ene enden, en referanse-elektrode og et voltmeter (**figur 6**). Målinger ble gjennomført både i de frie vannmasser og 5–7 cm nede i substratet. Målingene ble gjennomført i transekter med en til to meter mellom hvert målepunkt i transektet og en til to meter mellom hvert transekt. Det ble tatt fem separate målinger i de frie vannmasser og 15–16 separate målinger til sammen på 5–7 cm dyp i substratet på hver stasjon. Det vil normalt ta noe tid (2–3 minutter) før redokspotensialet stabiliserer seg og målingen kan leses av. Det ble benyttet en fast stabiliseringstid på tre minutter ved alle målepunkt. Bare den delen av elveløpet som tilsvarer vanndekt areal ved lavvannføring inngikk i målingene. Målepunktene måtte tilpasses substratets beskaffenhet (det kunne enkelte steder være vanskelig å finne målepunkt som gjorde det mulig å få elektroden ned på ønsket dyp) og avstanden mellom målepunktene måtte justeres i forhold til dette.



Figur 6. Måling av redokspotensial i substratet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det ble målt redokspotensial første gang i Slørdalselva 4.-6. september 2018 (Magerøy & Larsen 2019). Da ble det gjennomført målinger ved ti stasjoner som var representative for de delene av elva som hadde elvemusling (stasjon 1-10; for lokalisering se **figur 7**). Det ble gjennomført nye målinger i 2021 på fem av de samme stasjonene for å se på eventuelle endringer over tid (bl.a. som kontroll på tilslamming). Det er viktig å legge merke til at stasjonene endret nummerering fra 2018 til 2021. Det er stasjon 10, 6, 4, 3 og 2 i 2018 som tilsvarer stasjon M2, M5, M8, M9, og M10 i 2021 (for lokalisering se **figur 9**).

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Slørdalselva var 314 mV i 2018 (**figur 7** og **tabell 6**), noe som er nær nedre grense for det som er nødvendig for å opprettholde en viss rekruttering i bestanden av elvemusling (Geist & Auerswald 2007).



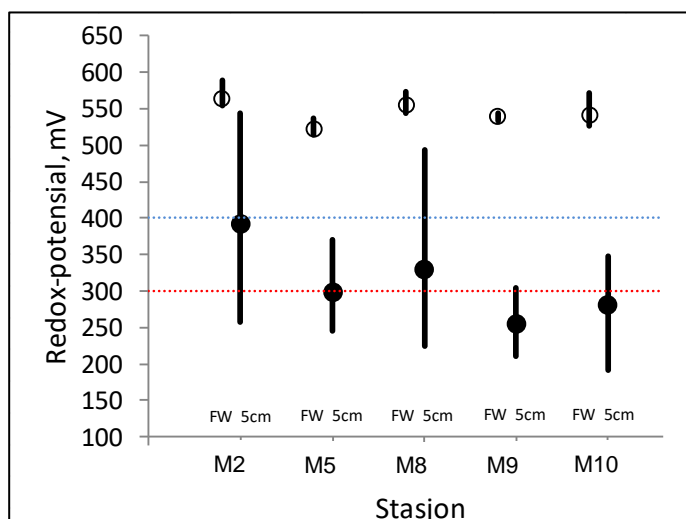
Figur 7. Redoksmålinger på ti stasjoner (1-10) i Slørdalselva i september 2018. Kartet er et utsnitt av figur 6.2 hos Magerøy & Larsen (2019). Diagrammet viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver stasjon samt gjennomsnittsverdiene for elva. Minimumsgrensene for god (400 mV) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Kopi av figur 6.3 hos Magerøy & Larsen (2019).

Tabell 6. Redoksmålinger på ti stasjoner (1-10) i Slørdalselva i september 2018 og gjennomsnittet for hele elva. Gjennomsnittlig redokspotensial (median) med maksimum og minimum redokspotensial (mV) for de frie vannmassene (FVM) og substratet er vist i de to øverste radene. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nederste fire radene viser prosentandel redokspotensial over 400 mV i de frie vannmassene, og prosentandel redokspotensial over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV i substratet. Kopi av tabell 6.1a og 6.1b hos Magerøy & Larsen (2019).

Parameter	Medium	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6	Stasjon 7	Stasjon 8	Stasjon 9	Stasjon 10	Gjennomsnitt
Gjennomsnittlig redokspotensial (min-max) (mV)	FVM	574 (571-575)	569 (564-580)	550 (535-557)	564 (527-569)	575 (563-587)	558 (527-584)	594 (580-609)	582 (574-601)	574 (565-603)	577 (554-603)	574 (527-609)
	Substrat	267 (94-377)	281 (205-367)	268 (208-391)	293 (207-570)	282 (181-411)	294 (148-459)	524 (383-608)	414 (235-585)	346 (231-577)	330 (246-438)	314 (94-608)
% reduksjon	NA	53	51	51	48	51	47	12	29	40	43	45
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Substrat	0	0	0	19	7	13	87	53	37	19	23
% 400-300 mV	Substrat	33	47	31	31	40	33	13	27	25	44	33
% ≤ 300 mV	Substrat	67	53	69	50	53	54	0	20	38	37	44

Gjennomsnittlig reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var 45 % i 2018. Mindre enn en firedel av substratet hadde redokspotensial høyere enn 400 mV, det som tilsvarer god habitatkvalitet for juvenil elvemusling. Målingene viser at den generelle tilstanden i elva var moderat til dårlig i 2018. Redokspotensialet var imidlertid noe bedre i øvre del av undersøkelsesområdet (stasjon 7-10) sammenlignet med nedre del (stasjon 1-6) (**figur 7** og **tabell 6**).

Det var tilsvarende lavt redokspotensial i store deler av Slørdalselva i august 2021. Forholdene var best i øvre del (stasjon M2) der medianverdien i substratet var nær 400 mV (**figur 8**). På de andre stasjonene derimot varierte medianverdien mellom 255 og 330 mV og reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 41-53 % (**tabell 7**). I gjennomsnitt var det bare 13 % av substratet som hadde redokspotensial større enn 400 mV. Dette var sammenlignbart med resultatet fra 2018, og habitatkvaliteten var dårlig for ungmuslinger i store deler av utbredelsesområdet både i 2018 og 2021.



Dybde	Stasjon	N	Redokspotensial, mV		
			>400	300-400	<300
FW	M2	5	100,0	0	0
	M5	5	100,0	0	0
	M8	5	100,0	0	0
	M9	5	100,0	0	0
	M10	5	100,0	0	0
	Gj.snitt		100,0	0	0
5 cm	M2	16	50,0	31,1	18,8
	M5	15	0	46,7	53,3
	M8	15	13,3	46,7	40,0
	M9	15	0	13,3	86,7
	M10	16	0	25,0	75,0
	Gj.snitt		13,0	32,5	54,5

Figur 8. Redoksmålinger i Slørdalselva på fem stasjoner (stasjon M2, M5, M8, M9 og M10) i august 2021. Median, minimum- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

Tabell 7. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger på fem stasjoner (stasjon M2, M5, M8, M9 og M10) i Slørdalselva i august 2021. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for alle stasjonene hver for seg og samlet. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er angitt i prosent.

Dato		9. august 2021	
Stasjon	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
M2	FW	564	
	5	392	30,6
M5	FW	523	
	5	298	43,0
M8	FW	556	
	5	330	40,6
M9	FW	539	
	5	255	52,7
M10	FW	541	
	5	281	48,2
M2-M10	FW	543	
	5	294	45,9

2.4 Bunndyr

Det ble tatt prøver av bunndyr i 2014, og Klausen & Bjølstad (2015) konkluderer med at «bunndyrprøvene viser relativt gode resultater på den anadrome strekningen av Slørdalselva». Antallet døgnfluer, steinfluer og vårfluer var riktignok noe lavt på begge de to stasjonene som ble undersøkt (10-11 EPT-arter), men med en ASPT-indeks på 6,2-6,4 ble tilstanden vurdert å være god (Klausen & Bjølstad 2015).

Nye bunndyrundersøkelser i 2021 avdekket problemer med vannkvaliteten i enkelte partier av vassdraget, men alle stasjonene oppnådde likevel minimum god økologisk tilstand (Bergan 2022). Størst problem var det ovenfor Slørdalsvatnet der bunndyrfaunaen viste tegn til forsurening. Det manglet mange pH-sensitive arter som tyder på et surt vannmiljø. I nedre del økte bunndyrproduksjonen, og det var oppblomstring av en del arter/grupper som er tolerante mot eutrofiering og organisk belastning. Dette settes i sammenheng med tilførsel av næringssalter og avrenning fra landbruket (Bergan 2022). Alge- og mosebegrøingen økte dessuten mye i nedre del, og nedslammingen var merkbart mer omfattende. I 2021 var det 27-29 EPT-arter i Slørdalselva, noe som regnes som svært høyt for denne typen vassdrag i regionen (Bergan 2022). ASPT-indeksen var 6,1 og 6,7 på de to stasjonene som ble undersøkt på strekningen med elvemusling. For en mer detaljert beskrivelse av forholdene for bunndyr i Slørdalsvassdraget henvises det til Bergan (2022).

2.5 Fisk

Innenfor utbredelsesområdet til elvemuslingen i Slørdalselva er det påvist laks, ørret, trepigget stingsild og ål. I tillegg er det røye i Slørdalsvatnet (Johnsen et al. 2008, Klausen & Bjølstad 2015, B.M. Larsen egne observasjoner).

Det ble utført en enkel ungfiskundersøkelse på tre stasjoner i lakseførende del av Slørdalsvassdraget i 2008 (Johnsen et al. 2008). Det ble konkludert med at det var en tynn til middels tett forekomst av laks og sjøørret i vassdraget. Det var to til tre årsklasser med ørret, men en noe mer sporadisk forekomst av laks, hovedsakelig ettåringer. I november 2009 ble det fanget 13 årsyngel av laks og 131 årsyngel av ørret innenfor en nesten 900 m lang elvestrekning og et areal på om lag 2000 m² (Johnsen 2009b). Et grovt anslag tilsa at den samlede tettheten av laks og ørret bare var ca. 20 individer pr. 100 m².

Det ble undersøkt tre stasjoner på nytt i lakseførende del av Slørdalselva i begynnelsen av september 2014 (Klausen & Bjølstad 2015). Tettheten av laksyngel varierte mellom 0 og 28,5 individer pr. 100 m² på de tre stasjonene, mens tettheten av eldre laksunger varierte mellom 1,7 og 26,2 individer pr. 100 m². Dette tilsvarte en gjennomsnittlig tetthet av laksyngel og eldre laksunger på henholdsvis 14,5 og 10,8 individer pr. 100 m². For ørretyngel varierte tettheten mellom 6,7 og 60,9 individer pr. 100 m², mens tettheten av eldre ørretunger varierte mellom 1,7 og 12,3 individer pr. 100 m². Dette tilsvarte en gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger på henholdsvis 33,0 og 5,9 individer pr. 100 m².

Ved et nytt elfiske i 2021 (Bergan 2022), ble det undersøkt fem stasjoner i lakseførende del av Slørdalselva. Tettheten av laksefisk var relativt høy, og laks dominerte i antall i forhold til ørret. Tettheten av laksyngel varierte mellom 0 og 106,7 individer pr. 100 m² på de fem stasjonene, mens tettheten av eldre laksunger varierte mellom 0 og 24,0 individer pr. 100 m². Dette tilsvarte en gjennomsnittlig tetthet av laksyngel og eldre laksunger på henholdsvis 49,6 og 14,1 individer pr. 100 m². For ørretyngel varierte tettheten mellom 12,5 og 146,7 individer pr. 100 m², mens tettheten av eldre ørretunger varierte mellom 0 og 4,0 individer pr. 100 m². Dette tilsvarte en gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger på henholdsvis 52,2 og 1,8 individer pr. 100 m². Resultatene viser at Slørdalselva oppnår en samlet ungfisktetthet som er høyere enn grenseverdien for svært god økologisk tilstand i 2021.

3 Elvemusling

3.1 Innledning

Elvemusling er nevnt fra Slørdalselva i den nasjonale oversikten til Dolmen & Kleiven (1997) med informasjon fra kommunen om at det fantes musling i Slørdalselva «ca. 1925-1975 i alle fall». Det ble bekreftet at det fortsatt forekom elvemusling i nedre del av Slørdalselva i 2006 (Dolmen 2009). Senere er bestanden undersøkt i 2008/2009 av Johnsen et al. (2008) og Johnsen (2009b). Det ble funnet elvemusling på mindre enn 1 km av strekningen mellom Nervatnet og vandringshinderet for anadrom fisk nedenfor Tjørna. Johnsen et al. (2008) ga bare en subjektiv vurdering av tetthet på strekningen. Tetthet av muslinger er ikke oppgitt på de sju stasjonene som ble undersøkt, og det er heller ikke angitt noe estimat på antatt populasjonsstørrelse. Lengdefordelingen som presenteres viser at det forekom muslinger som var mellom 63 og 126 mm lange. Materialet er lite (N = 38), men indikerer en mangelfull rekruttering. En ny kartlegging i 2015 målte et utvalg på 52 muslinger som varierte i lengde fra 36 til 149 mm (Esplund & Julien 2016). Hele elveløpet mellom Nervatnet og Tjørna ble vadet, og det ble notert 3598 levende elvemusling og 110 tomme skall. Esplund & Julien (2016) oppgir at tettheten av muslinger var lav i Slørdalselva, med et gjennomsnitt på om lag 15 individer pr. 100 m². Dette er likevel noe høyere enn de subjektive anslagene som ble gitt av Johnsen et al. (2008) (varierende mellom 5 og 20 individer pr. 100 m²). Det er ikke tidligere funnet levende elvemusling (eller tomme skall) nedenfor Nervatnet (Johnsen et al. 2008) eller i bekken fra Hattvatnet (Esplund & Julien 2016).

3.2 Metoder

Slørdalselva inngår som en B-lokalitet i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (se Larsen & Magerøy 2018). Da MOWI AS Slørdal (tidligere Marine Harvest Norway AS, avdeling Slørdal) skulle gjennomføre en resipientvurdering og statusoppdatering av tilstanden for ungfisk, elvemusling og bunndyr i Slørdalsvassdraget i 2021, ble den delen som angikk elvemusling samkjørt med den nasjonale overvåkingsundersøkelsen for å styrke datainnsamlingen. Feltarbeidet ble gjennomført på stabil lav vannføring 5. mai, 4., 5. og 7. juni, 9. august og 9. oktober 2021.

3.2.1 Vertsfisk - muslinglarver på gjellene til laks og ørret

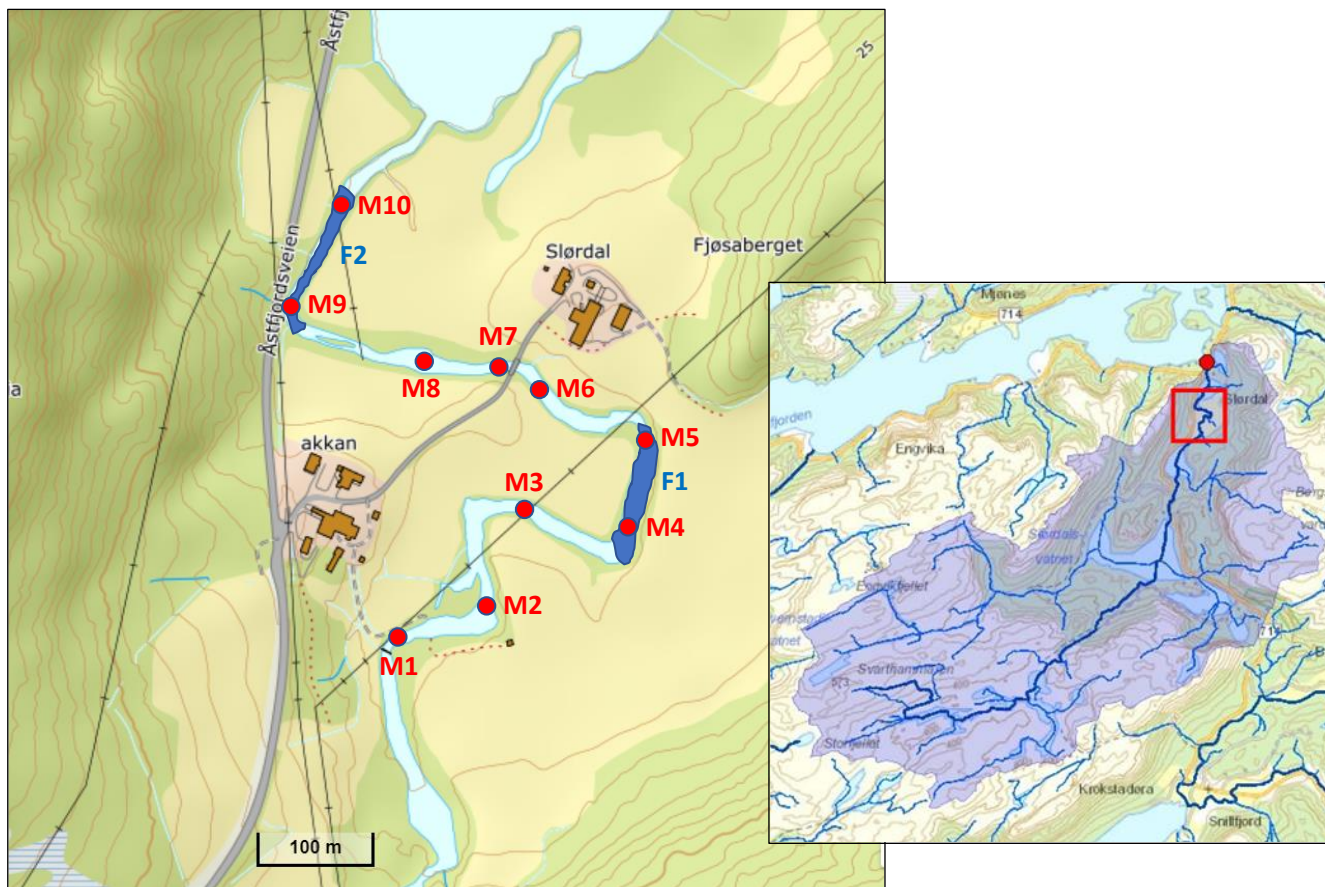
Det ble samlet inn laks- og ørretunger fra to stasjoner i Slørdalselva 5. mai 2021 (stasjon F1-F2; for lokalisering se **figur 9**). Det ble undersøkt 55 ettårige (1+) og 36 toårige eller eldre ($\geq 2+$) laksunger og 39 ettårige og sju toårige eller eldre ørretunger på de to stasjonene, totalt 137 individer.

All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd og ble senere undersøkt under stereolupe på laboratoriet med hensyn til forekomst av muslinglarver. Som hovedregel blir alle muslinglarver talt opp på gjellene på begge sider av fisken. Men fiskeunger som har mer enn anslagsvis 100-200 larver på gjellene på venstre side av fisken, vil ikke bli talt opp på høyre side. For at resultatet skal bli sammenlignbart mellom individer og stasjoner vil det totale antall muslinglarver på fiskeungene bli estimert basert på tidligere undersøkelser som har vist at det normalt er like mange muslinglarver på begge sider av fisken (B.M. Larsen upubl. materiale). Antall muslinglarver blir derfor oppgitt som opptalt eller estimert totalantall på fisken. Resultatene blir 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).

3.2.2 Utbredelse og tetthet

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer 4., 5. og 7. juni 2021. Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet i det meste av vassdraget. Det ble gjennomført en eller to tellinger av 15 minutters varighet (fritelling) for å bedømme relativ tetthet av muslinger på til sammen ti stasjoner (stasjon M1-M10; for

lokalisering figur 9, figur 10 og vedlegg 2). Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr) under kartleggingen.



Figur 9. Nedbørfeltet til Slørdalselva (119.61Z) der undersøkt elvestrekning er markert med rød ramme. Den tilsvarende detaljkartet der lokalisering av stasjoner som ble undersøkt i Slørdalselva i 2021 med hensyn til muslinglarver på gjellene til laks og ørret (stasjon F1-F2) og fritelling av elvemusling (stasjon M1–M10) er vist. Kart fra <http://nevina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.



Figur 10. Stasjoner som ble undersøkt i forbindelse med tetthet (stasjon M1-M10) og lengdefordeling av elvemusling (stasjon M2, M4 og M8-M10) i Slørdalselva. For lokalisering se figur 9. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 10 fortsetter.

3.2.3 Lengdefordeling

Lengdemåling er den viktigste parameteren når målinger skal gjennomføres på skall eller levende muslinger. Lengdefordelingen kan betraktes som et relativt mål på aldersfordelingen selv om forholdet mellom alder og lengde varierer mellom ulike lokaliteter, og blir usikker hos større muslinger. Lengdefordelingen gir likevel et godt bilde av andelen små elvemuslinger, og gir derved også en beskrivelse av rekrutteringen. Det er nærvær eller fravær av unge muslinger som gir den beste informasjonen om bestandsstatus, og overlevelse av bestanden på lang sikt.

Utfordringen med en lengdefordeling er å få til et så representativt utvalg av muslinger som mulig. Det vanligste er å anlegge såkalte gravestasjoner (Norsk standard 2017). I Slørdalselva ble det 4. og 7. juni 2021 anlagt fem gravestasjoner på tre av fritellings-stasjonene (M8, M9 og M10; for lokalisering se **figur 9**). Innenfor et nærmere definert areal på hver gravestasjon (2,2-9,0 m²; avgrenset med kjetting) ble alle synlige individer plukket opp. Arealet ble deretter undersøkt detaljert ved at steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å avdekke eventuelle nedgravde muslinger. Det ble funnet 218 individer til sammen innenfor det samlede arealet på 21,9 m².

Den 9. oktober 2021 ble det i tillegg anlagt til sammen fire mindre gravestasjoner (0,5-1,6 m²) på stasjon M2, M4 og M10. Dette var arealer der det i juli 2017 og juli 2018 ble satt ut henholdsvis ett og to år gamle muslinger (Magerøy et al. 2020). Det ble bare funnet sju individer til sammen innenfor det samlede arealet på 4,5 m².

Lengden på levende muslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter. Etter lengdemåling ble muslingene lagt tilbake på elvebunnen der de etter noe tid gravde seg ned i substratet igjen. I tillegg til levende muslinger ble også tomme (og hele) muslingskall (døde muslinger) talt opp, samlet inn og lengdemålt på vanlig måte med skyvelære til nærmeste 0,1 mm.

Skallene som ble funnet varierte fra helt ferske skall fra muslinger som nettopp hadde dødd til skall som var kraftig erodert og hadde ligget noen år i elva siden muslingene døde. Sandaas & Enerud (2010) fant at muslingskall fikk en vektreduksjon på ca. 45 % etter seks år, men at de fremdeles beholdt formen og kunne oppfattes som «hele» skall. Det kan derfor ta ti år eller mer før skallene helt eller delvis har forsvunnet. For å skille ferske og gamle skall fra hverandre ble skallene sortert etter hvor lenge de antagelig hadde ligget i elva. Larsen & Karlsson (2016) og Larsen (2017) foreslo en inndeling i fem grupper basert på graden av erosjon på skallene (**tabell 8**; se også Sandaas & Enerud 2010).

Tabell 8. Gruppering av elvemuslingskall etter graden av erosjon på skallene for angivelse av hvor lenge de har ligget i elva etter at muslingen døde (= alder, år). Med støtte i Sandaas & Enerud (2010) er det gitt en beskrivelse av hvordan skallene i ulike grupper ble skilt fra hverandre. Fra Larsen (2017).

Gruppe	Alder, år	Beskrivelse utseende
1	<1	Intakt skall, med hovedsakelig rent hvit innside – fortsatt perlemorfarget
2	1(-2)	Intakt skall, med gule felt av varierende størrelse på innsiden. Mindre perlemorglans
3	2-3	Skallet noe erodert langs kanten, gule felt på en stor del av innsiden som har fått uregelmessig overflate
4	4-5	Skallet erodert opptil en centimeter langs deler av kanten der bare periostracum er tilbake. Gul farget innside med lite perlemor
5	>6	Skallet kan fortsatt ha intakt form, men er kraftig erodert og det meste av kanten består bare av periostracum. Skallene virker myke når man tar på dem. På eldre skall som begynner å gå i oppløsning vil kanten begynne å rulle seg inn

3.2.4 Vekst

Når en elvemusling vokser dannes det vekstsoner i skallet og hos unge individer er tilvekstsonene 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 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. Dette er også anbefalt gjennomført i den europeiske standarden for overvåking av elvemusling for å bedømme graden av nyrekruttering (Norsk standard 2017).

Som grunnlag for å sette opp en vekstkurve for elvemuslingen i Slørdalselva ble det i 2021 målt synlige vintersoner på 16 levende muslinger i felt. For individer som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm. Da de første vintersonene var erodert bort allerede på alle de undersøkte individene, måtte lengden til de manglende, to-fire første vintersonene, stipuleres basert på vekstkurver fra andre muslingvassdrag (bl.a. Larsen 2017).

3.2.5 Graviditet

Som et supplement ble det i august 2021 også undersøkt muslinger med hensyn til «graviditet» på stasjon M8 i Slørdalselva. Dette ble gjort ved å åpne forsiktig et lite utvalg av levende elvemuslinger i felt og undersøke gjellene med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingene ble lagt tilbake i substratet.

3.2.6 Tilstandsvurdering

Fastsettelse av økologiske tilstandsklasser, naturindeks og poengmodellen (se Larsen 2017) kan benyttes for å bedømme status og levedyktighet for bestander av elvemusling. Poengmodellen, som sier noe om levedyktigheten til en bestand (Söderberg 1998, Henrikson et al. 1998, Larsen & Hartvigsen 1999) er basert på 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 ble gitt 0–6 poeng innenfor hvert kriterium (**tabell 9**). Samlet poengsum plasserer lokaliteten med elvemusling innenfor én av tre klasser av status/levedyktighet (poengmodellen):

- 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)

Tabell 9. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av status/levedyktighet for elvemusling. Omarbeidet etter Söderberg (1998). Fra Larsen & Hartvigsen (1999).

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

Elvemusling er angitt som terskelindikator i vannforskriften (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018), og de økologiske tilstandsklassene er definert av Larsen (2017) (**tabell 10**). I naturindeks for Norge inngår elvemusling som indikatorart i ferskvann. Lokalteter med elvemusling er i henhold til **tabell 10** gitt en tilstandsverdi mellom 0 og 1, varierende fra en bestand som er dokumentert utdødd til en livskraftig bestand med et stort antall små muslinger (høy rekruttering) og stor bestandsstørrelse.

Tabell 10. Kriterier for fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på terskelindikatoren elvemusling (forutsetter noe graving i substratet) med samsvarende eller nær samsvarende verdi og definisjon i naturindeks. Fra Larsen (2017).

Klasse	Tilstand miljømål	Definisjon	Naturindeks	Definisjon
Svært god	Miljømål tilfredsstilt	Mer enn 10–15 % <50 mm og noen av disse <20 mm; livskraftig	1	Mer enn 10 % <50 mm og noen av disse <20 mm, stor bestand; livskraftig
God		Noen <50 mm og <20 mm skal også forekomme, muligens livskraftig	0,8	Noen <50 mm og noen av disse <20 mm; muligens livskraftig
Moderat	Tiltak nødvendig for å nå miljømål	Noen <50 mm (ingen <20 mm) eller alle >50 mm; ikke livskraftig	0,6	Noen <50 mm; ikke livskraftig
Dårlig		Alle >50 mm og/eller bestanden merkbart redusert (alle lengdegrupper) i løpet av de siste 10 årene ¹ ; utdøende	0,4	Alle >50 mm, moderat/stor bestand (>500 ind.); utdøende
Svært dårlig		Ikke definert ²	0,2	Alle >50 mm, liten bestand (<500 ind.); snart forsvunnet
			0	Dokumentert forekomst som har forsvunnet; utdødd

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

3.3 Resultater

3.3.1 Vertsfisk - muslinglarver på gjellene til laks og ørret

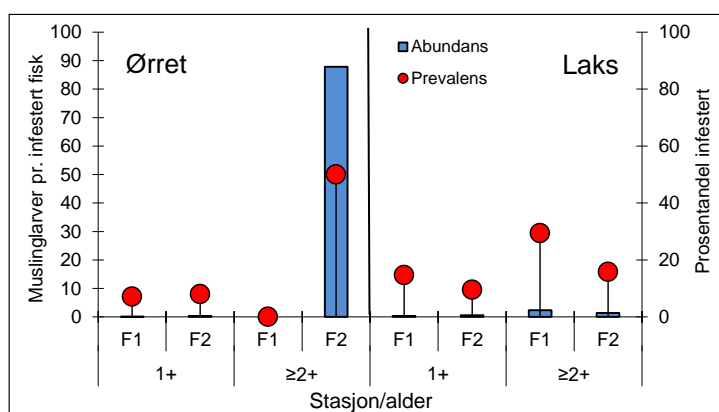
Muslinger fra Slørdalselva infesterte ørret så vel som laks i kar på kultiveringsanlegget på Austevoll i 2015/2016 (Per Jakobsen pers. medd.). Det ble funnet at 73 % av laksungene (av Bjoreio-stamme) og 54 % av ørretungene (av Botsvann-stamme) ble infestert (Marwaha et al. 2021). I tillegg ble det funnet at dødeligheten var høyere blant ørretungene som var infestert sammenlignet med de infesterte laksungene, henholdsvis 82 og 12 %. Det ble konkludert med at laks var primærvert for elvemuslingen i Slørdalselva, og at ørret var mindre egnet.

Høsten 2009 ble det fanget 13 laksyngel og 131 ørretyngel i selve Slørdalselva (Johnsen 2009b). Av disse var det muslinglarver bare på to av laksungene (1 og 16 larver) og på to av ørretungene (2 og 3 larver; Johnsen 2009b). Dette tilsvarte en prevalens hos laks og ørret på henholdsvis 15,4 og 1,5 %. Tre ettårige ørretunger fra Slørdalselva som ble undersøkt i juni 2012 hadde derimot 6, 191 og 192 muslinglarver på gjellene, mens en femårig ørret hadde 479 muslinglarver (B.M. Larsen upublisert materiale).

Hva som var naturlig primærvert for elvemuslingen i Slørdalselva, var derfor noe usikkert. Tidligere undersøkelser har, som beskrevet ovenfor, vist at både laks og ørret kan fungere som vertsfisk for muslinglarvene i Slørdalselva. Dette ble bekreftet i 2021, men prevalens og abundans/intensitet av muslinglarver på gjellene til både laks og ørret var lavere enn forventet. Det var bare henholdsvis 7,7 og 12,7 % av de ettårige ørret- og laksungene som var infektet våren 2021 (tabell 11 og figur 11). For toårige eller eldre ørret- og laksunger ble det funnet en prevalens på henholdsvis 28,6 og 22,2 %. Det høyeste antall muslinglarver ble funnet på en treårig ørretunge som hadde 350 muslinglarver til sammen på gjellene. Da det bare ble undersøkt sju eldre ørretunger ble både abundans og intensitet av muslinglarver på eldre ørretunger høyere enn det som var forventet når vi sammenligner med de eldre laksungene.

Tabell 11. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret og laks i Slørdalselva (stasjon F1–F2) 5. mai 2021. 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; SD = standardavvik; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk.

Stasjon	Art	Alder	Prevalens		Abundans		Intensitet	
			N	(%)	Gjnsnitt ± SD	Gjnsnitt ± SD	Maks	
F1	Ørret	1+	14	7,1	0,1 ± 0,3	1,0	1	
		≥2+	3	0,0	0,0	0,0	0	
F2	Ørret	1+	25	8,0	0,4 ± 1,4	4,5 ± 3,5	7	
		≥2+	4	50,0	87,8 ± 174,8	175,5 ± 246,8	350	
F1	Laks	1+	34	14,7	0,4 ± 1,1	2,4 ± 1,9	5	
		≥2+	17	29,4	2,4 ± 8,2	8,0 ± 14,5	34	
F2	Laks	1+	21	9,5	0,6 ± 1,8	6,0 ± 0,0	6	
		≥2+	19	15,8	1,4 ± 5,7	9,0 ± 13,9	25	
F1-F2	Ørret	1+	39	7,7	0,3 ± 1,2	3,3 ± 3,2	7	
		≥2+	7	28,6	50,1 ± 132,2	175,5 ± 246,8	350	
	Laks	1+	55	12,7	0,4 ± 1,4	3,4 ± 2,4	6	
		≥2+	36	22,2	1,9 ± 6,9	8,4 ± 13,3	34	



Figur 11. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) og toårige eller eldre (≥2+) laks- og ørretunger i Slørdalselva i mai 2021 presentert som prevalens og abundans (jf. tabell 9).

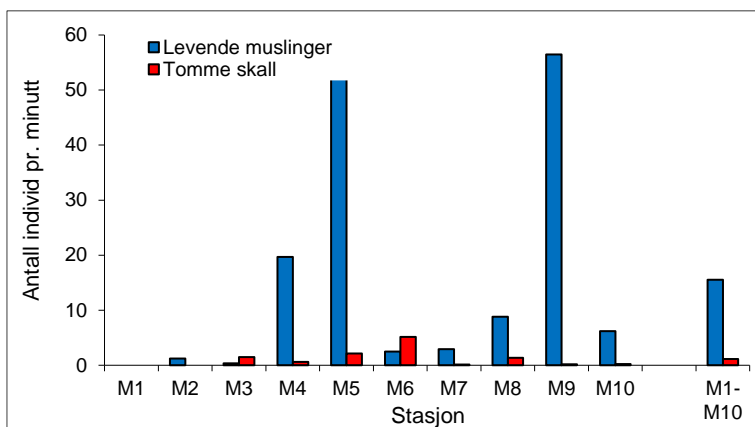
3.3.2 Utbredelse og tetthet

Det ble funnet levende elvemusling på en ca. 800 m lang strekning mellom Nervatnet og vandringshinderet for anadrom fisk nedenfor Tjørna. Det var stor variasjon i tetthet av muslinger innad i Slørdalselva, men fordelingen stemmer overens med det som ble funnet av Esplund & Julien (2016). Det ble funnet levende elvemusling på ni av de ti stasjonene som ble undersøkt, og antallet varierte mellom 0,3 og 57,1 individ pr. minutt observasjonstid (**figur 12** og **vedlegg 3**). Gjennomsnittlig tetthet var 15,5 individ pr. minutt. Det vil si at det tok om lag fire sekunder i gjennomsnitt mellom hver gang det ble observert en musling.

3.3.3 Populasjonsstørrelse

Det ble talt opp 3712 levende elvemuslinger på de ti stasjonene som ble undersøkt i 2021. Dette er flere individer enn det som Esplund & Julien (2016) oppga som antatt populasjonsstørrelse i hele vassdraget i 2015.

Nå fanger heller ikke metoden med fritellinger opp alle muslingene som står innenfor det området som undersøkes. En mer nøyaktig metode, men også mer arbeidskrevende, ville ha vært telling av antall muslinger i oppmålte areal (transekter). Nå er det i andre studier funnet at det er en god sammenheng mellom tettheten av muslinger pr. m² i transekter og den relative tettheten av muslinger pr. minutt funnet ved fritelling. Denne sammenhengen er tilnærmet lik $y = 0,4x$ der x er gjennomsnittlig antall levende muslinger funnet pr. minutt (Larsen 2017).

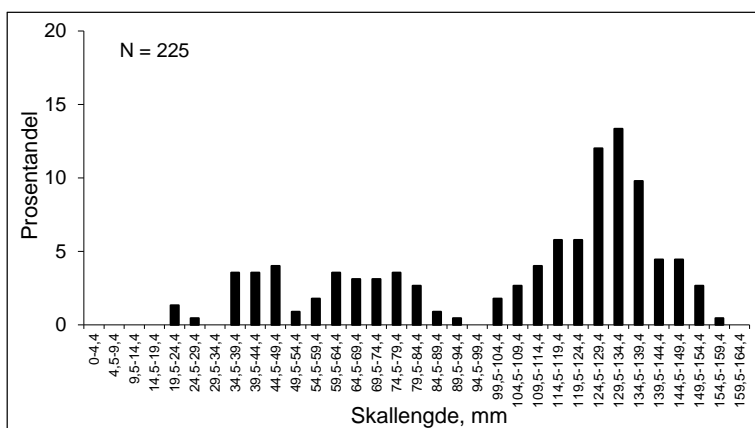


Figur 12. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på ti stasjoner i Slørdalselva i 2021.

Med en gjennomsnittlig tetthet på 15,5 individ pr. minutt søketid, får vi etter ligningen ovenfor en gjennomsnittlig tetthet i Slørdalselva på 6,2 individ pr. m². Ifølge Johnsen et al. (2008) varierer elva i bredde fra 4 til 10 meter, med en antatt gjennomsnittsbredde på 7 m. Deler av elveløpet er ikke egnet for elvemusling og elva er stedvis for grunn til at muslingene kan overleve. Det er kanskje bare halvparten, eller så lite som en tredel, av elva som har et tilstrekkelig stabilt vanndekt areal med stor nok vanddybde som viser seg å være egnet leveområde for elvemuslingen over tid. Dette gjør at det potensielle leveområdet for elvemusling kan variere mellom 1955 m² (850 m x 2,3 m) og 2975 m² (850 m x 3,5 m). Basert på dette, får vi et grovt estimat som ligger mellom ca. 12.000 og 18.500 synlige muslinger i Slørdalselva.

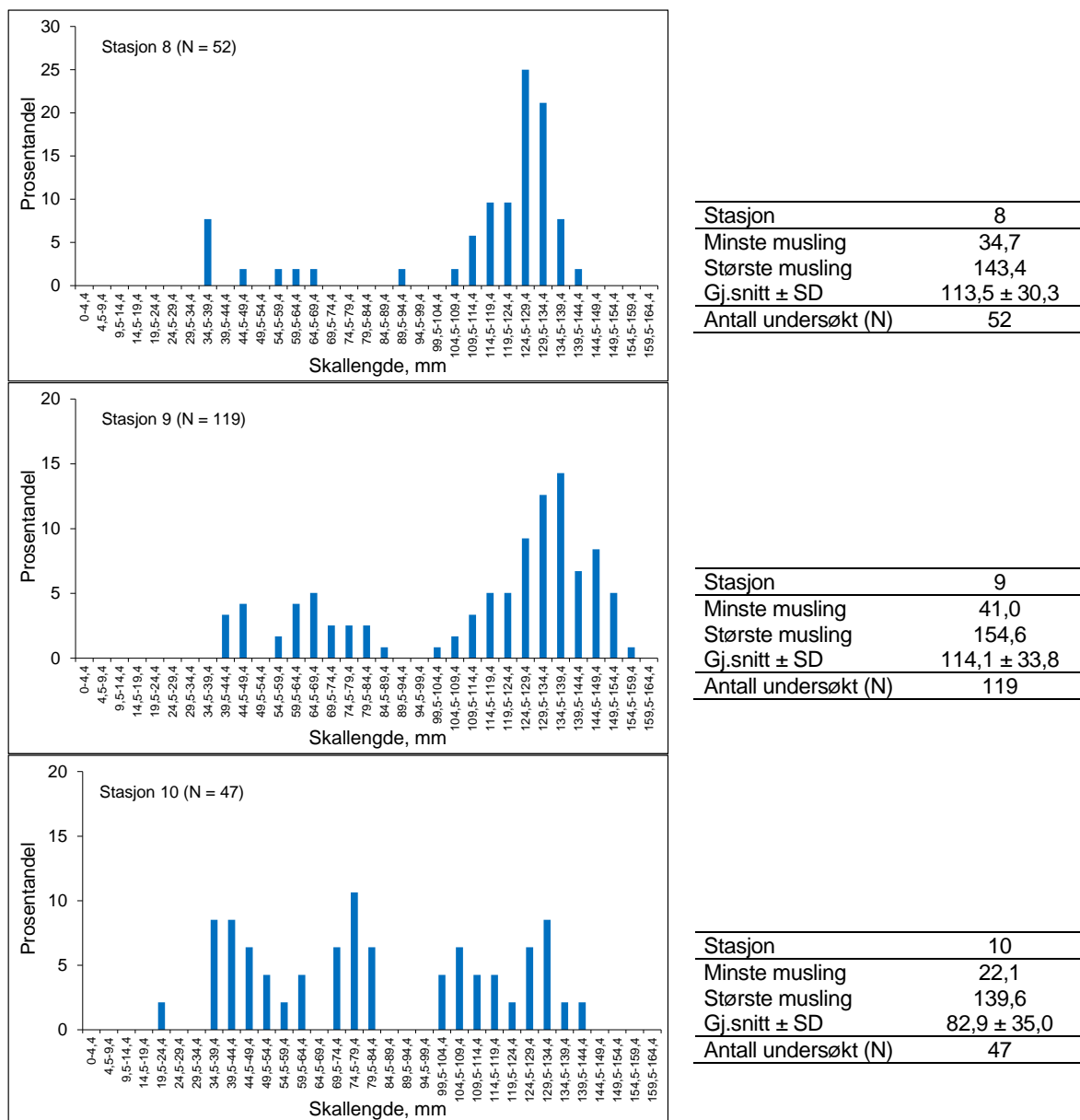
3.3.4 Lengdefordeling

Skallengden til levende elvemusling som ble undersøkt i Slørdalselva i 2021 varierte fra 20 til 155 mm (**figur 13** og **figur 14**). Det var en overvekt av eldre muslinger i lengdegruppen 125–140 mm. Gjennomsnittslengden var 106 mm (SD = 36; N = 225).



Figur 13. Lengdefordeling av levende elvemusling i Slørdalselva basert på graving i substratet i begynnelsen av juni og begynnelsen av oktober 2021 (jfr. figur 14).

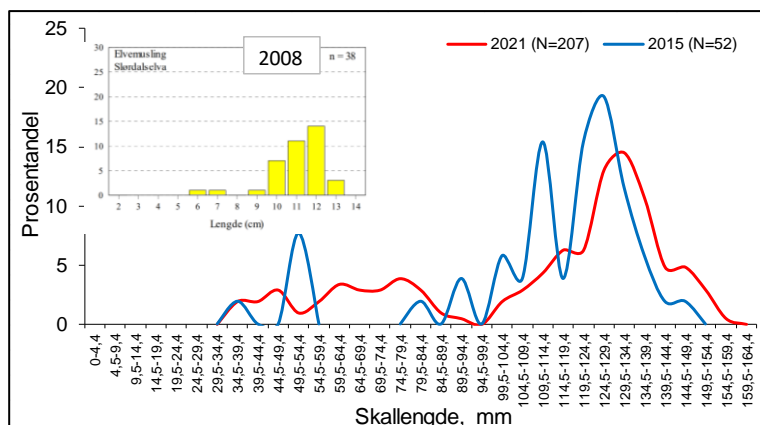
Det ble bare funnet én musling som var mindre enn 20 mm, men til sammen 30 individer var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 0,4 og 13,3 % av totalantallet. Under fritellingene ble det notert «minste musling funnet» på alle stasjonene (**tabell 12**). Det ble bare funnet muslinger mindre enn 20 mm på stasjon M9, der det ble funnet to individer som var 19,3 og 19,4 mm lange. Det ble påvist muslinger mindre enn 50 mm på i alt åtte av de ni stasjonene som hadde muslinger. Det var dermed en økning i antall yngre muslinger sammenlignet med tidligere undersøkelser, gjennomført i 2008 og 2015 (**figur 15**). Likevel var andelen muslinger mindre enn 20 mm lavere enn forventet i 2021, spesielt fordi det også ble søkt etter små, nedgravde muslinger i områder der det ble satt ut oppdrettede juvenile muslinger i 2018 og 2019.



Figur 14. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 8, 9 og 10 i Slørdalselva basert på graving i substratet i begynnelsen av juni 2021.

Tabell 12. Lengde av «minste musling funnet» under fritellingene i Slørdalselva i juni 2021. I tillegg er lengden av den minste muslingen som ble funnet på gravestasjonene (i utvalget som inngår i lengdefordelingen) på stasjon M2, M4, M8, M9 og M10 oppgitt (angitt med *).

Stasjon	Skallengde, mm
M2	33,8 (21,6*)
M3	57,4
M4	41,1 (19,7*)
M5	41,5
M6	28,8
M7	34,1
M8	39,3 (34,7*)
M9	19,3 (41,0*)
M10	29,7 (22,1*)



Figur 15. Lengdefordeling av levende elvemusling i Slørdalselva basert på synlige individer (uten graving i substratet) i 2021 sammenlignet med 2008 (Johnsen et al. 2008) og 2015 (Esplund & Julien 2016).

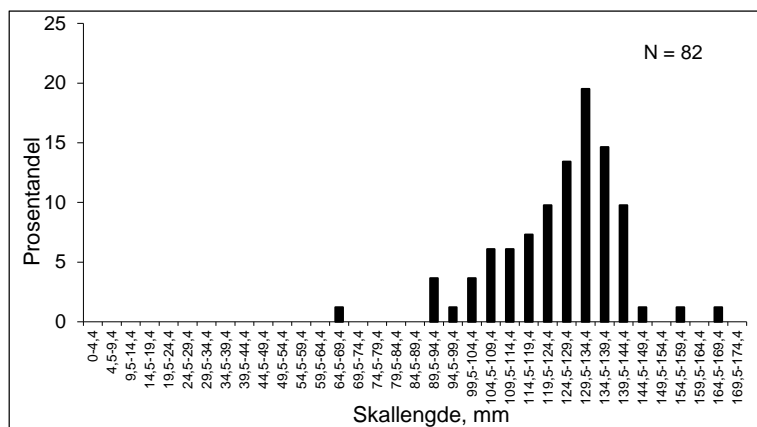
Det var generelt få muslinger som var nedgravd i substratet i Slørdalselva (**tabell 13**). Dette er ofte en indikasjon på manglende rekruttering da det er en overvekt av juvenile muslinger som lever nedgravd i substratet. Det er først når muslingene har en skallengde som overstiger 10-25 mm at de begynner å bli synlige på elvebunnen (Larsen 2017). For muslinger som er 30-60 mm lange vil fortsatt bare 25-50 % av individene være synlige. I Slørdalselva ble enkelte muslinger med lengde opp til 74 mm funnet nedgravd i substratet. Selv om det varierte en del mellom de ulike områdene som ble undersøkt, utgjorde andelen nedgravde individer bare 8,0 % i gjennomsnitt i Slørdalselva (**tabell 13**). I rekrutterende bestander kan andelen muslinger som lever nedgravd være så høy som 50-60 % (Larsen 2017).

Tabell 13. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet i Slørdalselva ved graving i substratet på stasjon M8, M9 og M10 i begynnelsen av juni 2021 og stasjon M2, M4 og M10 i begynnelsen av oktober 2021.

Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall			Andel nedgravde, %	Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Nedgravde		<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
M2.1	09.10.21	0,5	2	0	2	100,0	0	2	0	100,0
M2.2	09.10.21	1,1	1	1	0	0	0	0	0	0
M4	09.10.21	1,3	4	3	1	25,0	1	0	25,0	0
M8	05.06.21	2,7	52	50	2	3,8	0	5	0	9,6
M9.1	04.06.21	9,0	28	27	1	3,6	0	1	0	3,6
M9.2	07.06.21	4,0	91	87	4	4,4	0	8	0	8,8
M10.1	09.10.21	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
M10.2	07.06.21	2,2	18	17	1	5,6	0	1	0	5,6
M10.3	04.06.21	4,0	29	22	7	24,1	0	12	0	41,4
M2-M10		26,4	225	207	18	8,0	1	29	0,4	12,9

Det ble funnet svært få muslinger i de fire områdene som ble undersøkt på lokaliteter der det var satt ut muslinger i 2018/2019 (stasjon M2.1, M2.2, M4 og M10.1; **tabell 13**). Av de sju individene som ble funnet var tre individer nedgravd i substratet. Skallengden til de nedgravde muslingene varierte mellom 20 og 28 mm, mens de resterende var 74 til 120 mm lange.

I tillegg til levende muslinger ble også muslingskall (døde muslinger) talt opp og et utvalg ble samlet inn fra fritellingsområdene. Det ble undersøkt 94 skall til sammen i Slørdalselva i 2021. Det kunne måles lengde på 82 av skallene som varierte i lengde fra 67 til 168 mm (**figur 16**), med et gjennomsnitt på 126 mm (SD = 16; N = 82). Det ble ikke funnet noen yngre muslinger (< 50 mm) som var døde, og hovedvekten av de tomme skallene tilhørte de eldste årsklassene (120–145 mm).



Figur 16. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Slørdalselva i 2021.

Det ble talt opp 3712 levende muslinger og 204 tomme skall under fritellingene i 2021. Andelen tomme skall (døde muslinger) utgjorde 5,2 % av det totale antall levende og døde muslinger som ble talt opp til sammen. Dette er innenfor det vi kan forvente, og sammenlignbart med det som ble funnet i 2015 (3,0 %; Esplund & Julien 2016).

Skallene som ble funnet varierte fra helt ferske skall fra muslinger som nettopp hadde dødd til skall som var kraftig erodert og hadde ligget noen år i elva. Av de 94 døde muslingene som ble undersøkt i 2021 hadde bare to individ (2,1 %) dødd for mindre enn ett år siden (**tabell 14**). Ytterligere fire individ (4,3 %) hadde dødd for mellom ett og to år siden, mens fem individ (5,3 %) hadde dødd for to–tre år siden. Av de døde muslingene som ble samlet inn i 2021 hadde bare 12 % dødd i løpet av de tre foregående årene. Det har ikke vært noen unormal overdødelighet i bestanden i løpet av de siste fem årene. De aller fleste muslingene hadde dødd for mer enn seks år siden, kanskje så mye som 10 år, sannsynligvis i forbindelse med en episode som har forårsaket mange døde muslinger innenfor et kort tidsrom.

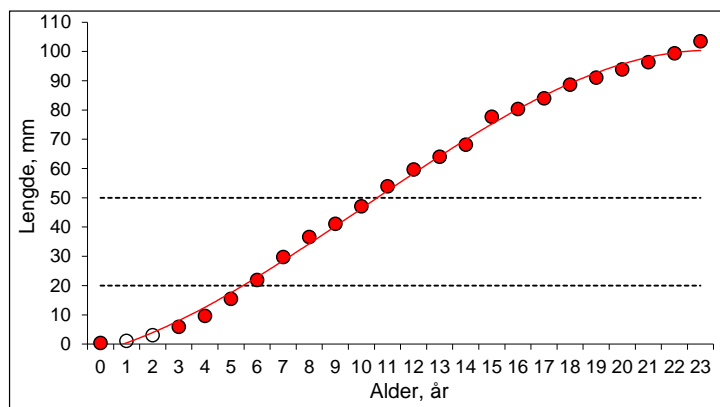
Tabell 14. Gruppering i fem grupper (1-5) av elvemuslingskall som ble funnet i Slørdalselva i 2018 og 2021 med angivelse av antall år skallene sannsynligvis har ligget i elva etter at muslingen døde (år) vurdert etter graden av erosjon på skallene (jfr. Larsen 2017).

Gruppe (år)	1 (<1)	2 (1-2)	3 (2-3)	4 (4-5)	5 (>6)	Sum
Antall skall	2	4	5	3	80	94
Prosentandel	2,1	4,3	5,3	3,2	85,1	100,0

3.3.5 Vekst

Elvemuslingen vokste normalt raskt i Slørdalselva. En fem år gammel musling var om lag 16 mm lang (varierte mellom 12 og 20 mm) (**figur 17**), mens en ti år gammel musling var 47 mm (varierte mellom 43 og 52 mm). Muslinger som var 20 og 50 mm lange hadde en alder på henholdsvis seks og 10-11 år. Den årlige tilveksten var mellom 4 og 8 mm fra muslingen var fire år til den ble ca. 14 år.

Muslingene som i 2021 var mindre enn 65 mm lange, var i all hovedsak 13-14 år gamle. Veksten avtar til 2-4 mm fra denne alderen i sammenheng med at muslingene blir kjønnsmodne. Fra 14-årsalder er vekstforløpet noe mer usikkert da vekstkurven bare er basert på ett individ. Men et 20 år gammelt individ kan, som vi ser av figur 17, oppnå en lengde på 90-95 mm.



Figur 17. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Slørdalselva fram til 23-årsalder (N = 16). Vekstkurven er stipulert for de første to leveårene (åpne sirkler) da disse vintersonene var erodert vekk på alle de undersøkte muslingene.

3.3.6 Graviditet

I begynnelsen av august 2021 ble det undersøkt 15 muslinger på stasjon 8 med hensyn til «graviditet» (**tabell 15**). Fem av muslingene var gravide (33,3 %), men det er antatt at denne andelen ville øke utover i august. I 2013 var graviditetsfrekvensen 36,7 % i slutten av august (B.M. Larsen upublisert materiale), og det ble angitt at graviditetsfrekvensen økte til anslagsvis 50-55 % fram mot en ny kontroll den 3. september.

Tabell 15. Gravditetsfrekvens hos elvemusling i Slørdalselva i 2013 og 2020. N = antall elvemusling som ble undersøkt.

Dato	Stasjon	N	Graviditet, %
30.08.2013	-	30	36,7
09.08.2021	8	15	33,3

I forbindelse med planene om kultivering og utsetting av juvenile muslinger i Slørdalselva ble det samlet inn 52 stammuslinger fra Slørdalselva 20. august 2015 (H.M. Berger pers. medd.). Et ukjent antall av disse var gravide ved innsamling, men det ble antatt at halvparten av individene deltok i gytingen i perioden 5. – 21. september 2015 (Jakobsen & Jakobsen 2016).

Feltobservasjonene viser at det i flere år er påvist muslinglarver i gjellene hos mormuslingene fra første halvdel av august og i hvert fall fram til begynnelsen av september. Dette viser at elvemuslingen reproducerer normalt i Slørdalselva. Gytetidspunktet vil imidlertid variere mellom år, men vil nok i de fleste tilfellene være avsluttet i løpet av første halvdel av september.

3.3.7 Tilstandsvurdering

Bestanden av elvemusling i Slørdalselva oppnådde 17 av 36 poeng i poengmodellen (**tabell 16**; jfr. **tabell 9**). Bestanden bedømmes å være «sannsynlig levedyktig», på grensen til «høy levedyktighet» i 2021, men tiltak må settes inn for å opprettholde bestanden på lang sikt. Muslingene som ble funnet som var mindre enn 20 mm var mest sannsynlig et resultat av utsetting av kultivert musling. Dette økte poengsummen fra 15 til 17 poeng. Påvist nyrekruttering (muslinger mindre enn 20 mm) gjør også at Slørdalselva oppnår en naturindeks på 0,8 mot 0,6 uten bidrag fra kultiveringen. Økologisk tilstand ble vurdert å være god eller nær svært god etter kriteriene gitt av Direktoratgruppen vanddirektivet (2018), men Slørdalselva er likevel i faresonen for å nærme seg moderat økologisk tilstand. For å oppnå svært god økologisk tilstand må andelen muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering) blir større og mer stabil. Nå skal vi ikke se bort ifra at det kan forekomme noen flere muslinger mindre enn 20 mm i Slørdalselva. De undersøkte gravestasjonene er små, og det kan bero på tilfeldigheter om de minste individene blir fanget opp eller ikke.

Tabell 16. Oppsummering av data fra Slørdalselva i 2021. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i tabell 14. Populasjonsstørrelsen er ikke korrigert for nedgravde individ.

År	Utbredelse, km	Tetthet, ind./m ²	Tetthet, ind./min.	Populasjonsstørrelse, antall oppgitt i 1000	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
2021	0,9	6,20*	15,51	12,1-18,5	106 ± 36	20 (19♣)	155 (168♣)	0,4	12,9	17	II

* Estimert verdi ut fra gjennomsnittlig tetthet pr. minutt

♣ Levende muslinger eller tomme skall som ble funnet utenom gravestasjonene i utvalget til lengdefordelingen

3.4 Kultivering

Mange land i Europa har etablert kultiveringsanlegg for oppdrett av elvemusling (Gum et al. 2011). I Norge ble det i 2011 etablert et kultiveringsanlegg for elvemusling av Universitetet i Bergen på Austevoll utenfor Bergen (se bl.a. Jakobsen et al. 2015).

På grunn av liten rekruttering og fare for at bestanden av elvemusling kunne dø ut i Slørdalselva, ble det i 2012 satt i gang tiltak for å øke rekrutteringen (A. Rikstad pers. medd.). I juni 2012 var planen å samle inn laks- og /eller ørretunger som var infisert med muslinglarver på gjellene og overføre disse til kultiveringsanlegget på Austevoll. Det ble samlet inn og undersøkt ca. 40 ørret- og 20 laksunger fra Slørdalselva (H.M. Berger pers. medd.), men svært få av disse var infisert, og ingen fiskeunger ble overført til anlegget (Jakobsen et al. 2013, Larsen 2015). Senere på året ble det i stedet forsøkt å sette inn ca. 50 stammuslinger i kar sammen med ca. 200 laksunger på Marine Harvest AS sitt anlegg i Slørdal (Jakobsen et al. 2013, Jakobsen & Jakobsen 2014). Dette ble vellykket, og infisert fisk ble overført til anlegget på Austevoll. Muslinglarvene slapp seg av fisken i mai/juni 2013 og i mars 2014, da muslingene var ni måneder gamle, ble det lagt inn 5755 muslinger i oppvekstrenner ved anlegget. Førsteårsveksten til Slørdalsmuslingene var svært god, og våren 2014 var de allerede ca. 2,5 mm lange i gjennomsnitt.

Ekstremt høye temperaturer i vannkilden til kultiveringsanlegget, kombinert med industriell nedhogging av sitkagranskogen i nedslagsfeltet til vannkilden, førte til høy tilførsel av organisk materiale, redusert oksygenmetning og høye konsentrasjoner av nitritt i vanntilførselen til anlegget. Konsekvensen var at mer enn 90 % av produksjonen fra 2013 døde. Mindre enn 300 muslinger av produksjonen fra Slørdalselva overlevde (Jakobsen et al. 2015), men hele produksjonen ble senere regnet som tapt (Jakobsen & Jakobsen 2016).

Slørdalselva var fortsatt prioritert i kultiveringsssammenheng, og i august 2015 ble det samlet inn 52 stammuslinger fra elva som ble overført direkte til kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll (H.M. Berger pers. medd., Jakobsen & Jakobsen 2016, Larsen 2021). Der ble muslinglarvene eksponert for både laks og ørret, og begge arter ble i utgangspunktet infisert (Jakobsen et al. 2017, Marwaha et al. 2021). Som et resultat av kultiveringsprosjektet ble det våren 2016 høstet ca. 4000 muslinger til sammen. Det ble tilbakeført og satt ut 299 ett år gamle elvemusling i Slørdalselva i juli 2017 og 666 to år gamle muslinger i juli 2018 (for detaljer se Magerøy et al. 2020).

Total overlevelse for musling satt ut sommeren 2017 var bare 21 % fram til oktober og redusert ytterligere til 15 % fram til sommeren 2018 (Magerøy et al. 2020). Det var dessuten store forskjeller i overlevelse innad i Slørdalselva, med best overlevelse øverst og nederst på strekningen (tilsvarende M2 og M10 på **figur 9**) (Magerøy et al. 2020). For musling som hadde hatt laks som vert var

overlevelsen 5 % fra utsetting i 2017 fram til sommeren 2018. Tilsvarende overlevelse for musling med ørret som vert var 25 % (Magerøy et al. 2020). Denne forskjellen i overlevelse var signifikant ($p < 0,001$, ChiSquare Test). At overlevelsen var høyere for muslingene som var produsert på ørret var noe overraskende. Ifølge Per Jakobsen (pers. medd.) var intensiteten høyere på laks enn på ørret under infeksjonen i kultiveringsanlegget. Mindre konkurranse om ressursene på fisken kan være med på å forklare denne forskjellen i overlevelse. Muslinger som var produsert på ørret var da også større enn muslinger som var produsert på laks ved utsetting ($p < 0,001$, ANOVA; Magerøy et al. 2020). Tidligere studier på kultiveringsanlegget har vist at en stor muslinglarve har bedre overlevelse når den slipper seg av fra fisken enn en liten muslinglarve (Marwaha et al. 2017).

Muslinger som ble satt ut sommeren 2018 hadde en overlevelse på 47 % fram til sommeren 2019 (Magerøy et al. 2020). Selv om overlevelsen var høyere for to år gamle muslinger satt ut i 2018 sammenlignet med ett år gamle muslinger satt ut i 2017, var overlevelsen fortsatt relativt lav. Hvorvidt dette skyldtes forholdene i selve Slørdalselva eller forverrede forhold (blågrønnalger i råvannskilden) i kultiveringsanlegget mellom 2014 og 2018, er noe usikkert.

Hvor mange muslinger som har overlevd i Slørdalselva fra disse utsettingene fram til 2021, vet vi ingen ting om. Men de kultiverte muslingene som eventuelt hadde overlevd var fem år gamle våren 2021. Det betyr samtidig at det bare er muslinger som er mindre enn 20 mm som kan ha opphav fra utsettingene i Slørdalselva. Det ble funnet bare ett individ på stasjon M4 og to individ på stasjon M9 som kan samsvare med dette.

4 Oppsummering og diskusjon

- Elvemusling ble funnet på en ca. 800 m lang strekning i Slørdalselva i 2021 (**figur 18**). Dette er det samme som ved tidligere kartlegginger i 2008 og 2015.



Figur 18. Levende elvemusling i Slørdalselva var preget av nedslamming og redusert vanngjennomstrømming i substratet (jfr. resultatet av redoksmålingene). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

- Det ble gjennomført en eller to tellinger av 15 minutters varighet (fritelling for å bedømme relativ tetthet av muslinger) på til sammen ti stasjoner. Det ble funnet levende elvemusling på ni av de ti stasjonene varierende i tetthet mellom 0,3 og 57,1 individ pr. minutt observasjonstid. Gjennomsnittlig tetthet var 15,5 individ pr. minutt, tilsvarende en tetthet på 6,2 individ pr. m².
- Bestanden var større enn tidligere oppgitt, og 3712 individer ble talt opp under fritellingene. Basert på kjent utbredelse, potensielt leveområde og relativ tetthet på de ti stasjonene som ble undersøkt får vi et grovt estimat på mellom ca. 12.000 og 18.500 synlige muslinger i Slørdalselva.
- Skallengden til levende elvemusling varierte fra 20 til 155 mm. Det var en overvekt av eldre muslinger i lengdegruppen 125–140 mm. Gjennomsnittslengden var 106 mm (SD = 36; N = 225). Det ble bare funnet én musling som var mindre enn 20 mm i utvalget som inngikk i lengdefordelingen, men til sammen 30 individer var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 0,4 og 13,3 % av totalantallet. Det var en økning i antall yngre muslinger sammenlignet med undersøkelser gjennomført i 2008 og 2015.
- Det var relativt få muslinger som var nedgravd i substratet i Slørdalselva (8,0 %). Dette er ofte en indikasjon på manglende rekruttering da det er en overvekt av juvenile muslinger som normalt blir funnet nedgravd i substratet.
- Andelen tomme skall (døde muslinger) utgjorde 5,2 % av det totale antall levende og døde muslinger som ble talt opp til sammen. Dette er innenfor det vi kan forvente. Det har ikke vært noen unormal overdødelighet i bestanden i løpet av de siste fem årene.
- Elvemuslingen vokste normalt raskt i Slørdalselva. En fem år gammel musling var om lag 16 mm lang i gjennomsnitt (varierte mellom 12 og 20 mm), mens en ti år gammel musling var 47 mm (varierte mellom 43 og 52 mm). Muslinger som var 20 og 50 mm lange hadde en alder på

henholdsvis seks og 10-11 år. Mangelen på muslinger mindre enn 20 mm er en indikasjon på at rekrutteringen har vært dårligere fra midten av 2010-tallet i forhold til den foregående tiårs-perioden.

- Det ser ut til å være en sammenheng mellom lav rekruttering hos elvemusling og målt redokspotensial i substratet i Slørdalselva. Medianverdien i 2018 og 2021 var henholdsvis 314 og 294 mV. Dette ligger lavere enn det som er nødvendig for å opprettholde rekrutteringen hos elvemusling. I tillegg var reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet henholdsvis 45 og 46 % i 2018 og 2021. Dette tilsvarer dårlig habitatkvalitet. Det var generelt lite av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (henholdsvis 23 og 13 % av substratet i 2018 og 2021 hadde redokspotensial høyere enn 400 mV). Det betyr at habitatkvaliteten har vært dårlig for ungmuslinger i store deler av utbredelsesområdet i flere år.
- Både laks og ørret bidrar som vert for muslinglarvene i Slørdalselva. I karforsøk på kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll ble det konkludert med at laks var primærvert, og at ørret var mindre egnet. Feltundersøkelser fra 2009 og 2012 har vist at både laks og ørret kan fungere som vertsart for muslinglarvene, og dette ble bekreftet i 2021. Men både prevalens og abundans/intensitet av muslinglarver på gjellene var lavere enn forventet, og bare henholdsvis 7,7 og 12,7 % av de ettårige ørret- og laksungene var infisert våren 2021. Tendensen er at en større andel av laksungene er infisert, men at enkelte av ørretungene kan ha et veldig høyt antall muslinglarver på gjellene. Selv om hva som er primærvert kan virke usikkert, viser genetiske analyser at muslingene fra Slørdalselva grupperer seg sammen med andre laksemuslingbestander i Norge (Wacker et al. 2021).

Elvemusling har mest sannsynlig hatt en større utbredelse i Slørdalsvassdraget tidligere. Det har vært omfattende hydromorfologiske inngrep og endringer i Nervatnet og Hattvatnet (senking av vannstand og tørrlegging av elveløp), gjennomført for mange år siden. Samtidig er deler av elvestrekningene i Slørdalselva utrettet og kanalisert (se Bergen 2022). Dette har påvirket innløpet til Nervatnet, elveløpet mellom Nervatnet og Hattvatnet og utløpet av Nervatnet ned mot riksveien. Dette utgjør til sammen ca. 500 m elvestrekning der det ikke lenger forekommer elvemusling.

4.1 Påvirkningsfaktorer

Det er flere ting som kan være årsaken til at elvemuslingen sliter i Slørdalselva. Reguleringen av elva i forbindelse med vannuttak til settefiskproduksjon kan være én medvirkende årsak (jfr. Johnsen et al. 2008, Klausen & Bjørstad 2015). En annen viktig årsak er eutrofiering på grunn av næringstilførsel fra landbruksaktivitet langs elveløpet og spredt avløp fra boliger og fritidseiendommer i området. En tredje viktig faktor, eller hendelse, var en omfattende hogst av skog (løvtrær) våren 2015 på strekningen med elvemusling. En siste påvirkningsfaktor er anleggsarbeidet i forbindelse med ny fylkesveg 714 (veganlegg og tunnel) som potensielt kan ha vært en kilde til avrenning og spredning av finpartikulært materiale. Kalking av Slørdalsvatnet har mest sannsynlig hatt en positiv effekt på overlevelse og vekst hos elvemusling, men en forhøyet mengde aluminium kan være en negativ faktor.

Regulering av Slørdalsvatnet og minstevannføring

Generelt vil en regulering med fraføring av vann kunne føre til en reduksjon i vanddekt areal, redusert flomvannføring og endringer i vanntemperatur. Alt dette kan bidra til økt nedslamming av substratet og påvirke elvemuslingen negativt (Larsen 2018, Larsen & Österling 2012). Normalt vil et større uttak av vann føre til lengre perioder med nedtappet magasin og lengre perioder med slipp av minstevannføring. Redusert vannføring (minstevannføring) vil over tid gi økt silting og begroing (Raddum et al. 2006). Manglende flommer vil redusere porøsiteten i substratet og øke begroingen av uønsket vegetasjon. Over tid forventes dette å redusere produksjonen av bunndyr eller føre til endringer i sammensetningen. For å unngå dette er slipp av «kunstige spyleflommer» et mye benyttet tiltak (Glover et al. 2012). I Slørdalselva ser det fortsatt ut til å være en god variasjon i vannføringen gjennom året, målt som antall dager med overvann på demningen ved utløpet av Slørdalsvatnet. Er vannføringen høy nok og varigheten lang nok, vil spyling av finstoff kunne oppnås. Erfaring tilsier at spyleflommer bør være minst et par dager

og slippes minst to ganger i året (vår og høst) med en høy «flomvannføring» for å oppnå en god effekt (Glover et al. 2012).

Eutrofiering og tilførsel av organisk materiale

Arealbruk er en viktig faktor for å kunne forklare tilstedeværelsen av elvemusling. I Sverige er det vist en negativ sammenheng mellom andelen jordbruksareal innenfor et belte på 50 m fra vassdragene og status (basert bl.a. på rekruttering) til bestander av elvemusling (Söderberg et al. 2008). En liknende sammenheng er funnet mellom andelen jordbruksareal i nedbørfeltet og rekruttering hos elvemusling (Jensen 2007, Magerøy 2020). Negative effekter av landbruksaktivitet (lav rekruttering, utbredelse eller tetthet) er også funnet i mange andre land (bl.a. Moorkens 2012, Ma 2016, Inoue et al. 2017). Forfatterne forklarer denne sammenhengen med at jordbruk øker tilførselen av næringsstoffer, fínsedimenter, utslipp av organisk stoff og forurensende kjemikalier, som alle har en negativ påvirkning på muslingen. Spesielt sårbart blir det når næringstilførselen skjer i kombinasjon med redusert vannføring og høy vanntemperatur om sommeren.

Økende eutrofiering gir økt sedimentering, og økt forbruk av oksygen i substratet går ut over overlevelsen til de unge muslingene. I Sverige er det funnet at muslingbestander med god status (med rekruttering) skilte seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalt fosfor var mindre enn 15 µg/l (Söderberg et al. 2008). Gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l. Degerman et al. (2013) fant at det bare fantes livskraftige muslingbestander på lokaliteter der mengden av totalt fosfor var mindre enn 8 µg/l. Det innebærer at fosformengden må nærme seg referanseverdien (naturlilstanden; svært god økologisk tilstand) for at rekrutteringen hos elvemusling skal fungere tilnærmet normalt. Det betyr at målet om god økologisk tilstand med hensyn til fosfor ikke nødvendigvis er tilstrekkelig for å opprettholde god rekruttering i bestanden av elvemusling.

Mengden av totalt fosfor var $7,4 \pm 5,4$ µg/l (N = 8) i Slørdalselva i perioden 1995–2011. Det betyr at de fleste fosfor-verdiene var lave, men verdier opp mot 20 µg/l ble målt i 2011. Det er samme tendens for nitrogen som for fosfor. Mengden av totalt nitrogen var 188 ± 104 µg/l (N = 7). Høyeste målte verdi var 410 µg/l. Referanseverdien for elvetyper er henholdsvis 6 og 200 µg/l for fosfor og nitrogen. Vi vet dessverre ingenting om næringstilførselen i nyere tid (siste ti-året). Hvorvidt den er på samme nivå eller har økt, vil ha betydning både for konklusjonen om landbrukets påvirkning og om det er nødvendig med tiltak for å redusere en forhøyet næringstilførsel.

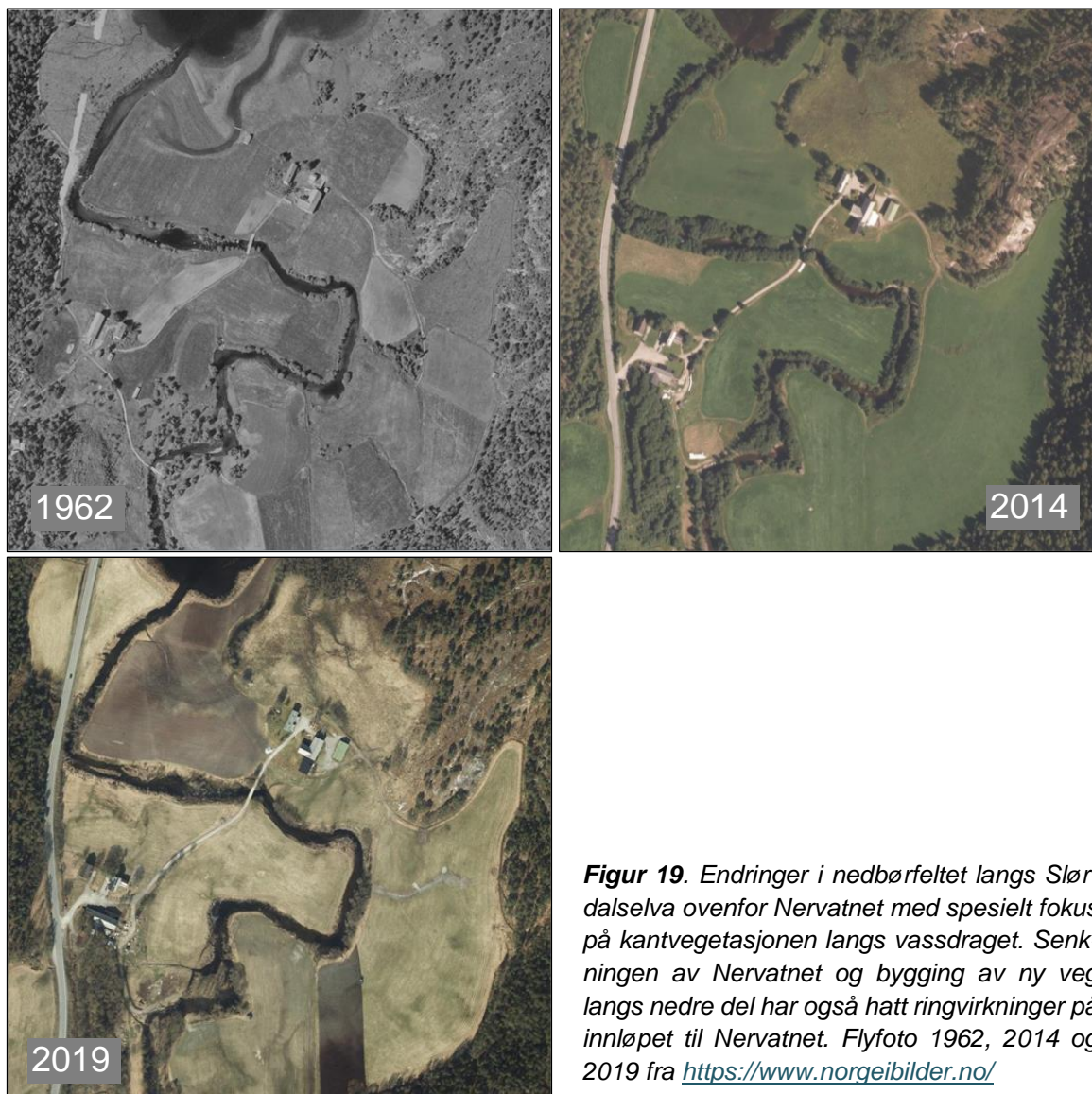
Hogst av skog langs elvekanten

Miljøhensyn i forhold til vann handler også om kantsoner (vegetasjonssoner eller buffersoner). De er økologisk viktige som livsmiljøer for en rekke arter, og er viktige som «rensepark» (Henrikson 2009). En økologisk funksjonell kantsone er viktig for vannmiljøet ved at den:

- Regulerer lys og temperatur i vannet (gir skygge). Direkte solinnstråling kan i sommerhalvåret stimulere algevekst og groe i vassdragene. Elvemusling finnes normalt i områder med 30-100 % skyggedekning langs elvebredden, men det optimale er mer enn 60 % skyggedekning
- Filtrerer jord- og leirpartikler og løste næringsstoffer fra overflateavrenning fra omkringliggende mark
- Tilfører næring i form av organisk materiale (blader) og smådyr til fisk og bunndyr i elva
- Tilfører død ved som næring og skjul for fisk, bunndyr og elvemusling
- Stabiliserer vannkantene.

Kantskogen langs Slørdalselva har endret seg over tid. Tidlig på 1960-tallet var den intakt, men sparsomt utviklet (**figur 19**). Senere er det etablert en sammenhengende og funksjonell kantskog langs hele elveløpet (jfr. forholdene i 2014; **figur 19**). Våren 2015 var det en omfattende hogst av skog (løvtrær) langs store deler av Slørdalselva som ga betydelige endringer i landskapet langs anadrom strekning. Dette har mest sannsynlig medført en forhøyet partikkeltilførsel til elveløpet og nedslamming av substratet (jfr. Esplund & Julien 2016). Samtidig har det bidratt til økt vanntemperatur ved at løvverket ikke lenger skygger mot direkte soloppvarming. Hogst øker dermed den samla belastningen i området og kan ha påvirket både fisk og elvemusling negativt.

I lengdefordelingen av elvemusling fra 2021 (**figur 13**) er det mangel på muslinger mindre enn 35 mm. Dette kan samsvare med en hendelse for om lag sju år siden eller senere, og hogsten som ble foretatt i 2015 kan være en medvirkende årsak til dette.



Figur 19. Endringer i nedbørfeltet langs Slørdalselva ovenfor Nervatnet med spesielt fokus på kantvegetasjonen langs vassdraget. Senkningen av Nervatnet og bygging av ny veg langs nedre del har også hatt ringvirkninger på innløpet til Nervatnet. Flyfoto 1962, 2014 og 2019 fra <https://www.norgebilder.no/>

Det er viktig å ta vare på de skogdekte arealene som er intakte langs elvestrengen. Det er behov for å styrke informasjonen om bestemmelsene i vannressursloven og kontroll i forhold til ulovlig fjerning av kantvegetasjon og hogst helt ned til elvekanten. I Vannressursloven (§ 11) står det at langs bredden av vassdrag med årssikker vannføring skal det opprettholdes et vegetasjonsbelte som motvirker avrenning og gir levesteder for planter og dyr. Hvor brede må kantsonene være? Lovverket er ikke harmonisert på dette punktet. Forskrift om produksjonstilskudd sier to meter, nydyrkingsforskriften sier minst seks meter ved årssikker vannføring, men undersøkelser tyder på at en 10 meter bred sone er nødvendig for effektivt å motvirke avrenning og danne levesteder for dyr og planter slik vannressursloven krever. Dreneringsrør og grøfter gjennom dyrka mark ledes som oftest fram til elveløpet uten mulighet til selvrensing. Med en funksjonell kantsone mellom dyrka mark og elv kan det imidlertid være mulig å filtrere drens vannet gjennom kantsonen før det når fram til elveløpet. Kantsonen vil da fungere som en «rensepark». Økt kantvegetasjon og redusert gjødsling kan oppnås ved at det gis

økonomisk støtte til bønder som reduserer gjødslingen og opprettholder en gjødselri dyrket/naturlig buffersone langs elven (Kålås et al. 2016).

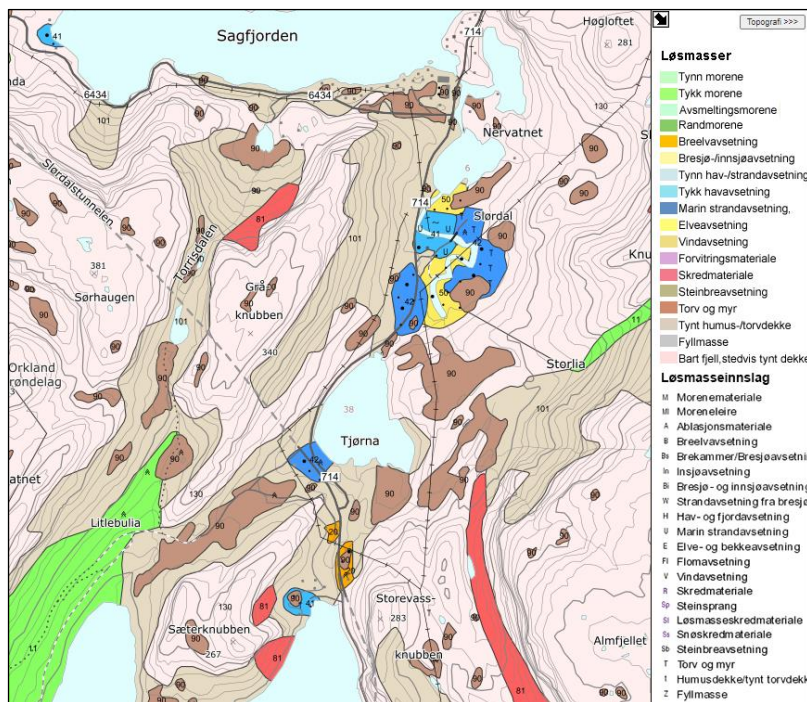
Anleggsarbeid fylkesveg 714

Anleggsarbeidet i forbindelse med ny fylkesveg 714 (veganlegg og tunnel) kan potensielt ha vært en kilde til avrenning og spredning av finpartikulært materiale i en lengre periode (2019-2021). Bekkene ned mot Tjørna var da også nedslammet i nedre del i 2021, og det ble også funnet en viss nedslamming i strandlinja til Tjørna (Bergan 2022). I Slørdalselva og Nervatnet ble det likevel ikke funnet synlige tegn til økt partikkelbelastning, og de biologiske undersøkelsene av bunndyr og ungfisk viste heller ingen tegn til påvirkninger som kan knyttes til vegarbeid og avrenning fra aktiviteten (Bergan 2022).

4.2 Kalking av Slørdalsvatnet og effekten på elvemusling

Slørdalselva er kalkfattig og klar i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøltilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Forsuring framstår som en negativ påvirkningsfaktor i øvre deler av Slørdalsvassdraget (bl.a. Bergan 2022). pH-verdier mellom 5,8 og 6,2 ser ut til å ha vært vanlig på utløpet av Tjørna tidlig på 1990-tallet (Grande 1992). Selv om Slørdalselva dermed var forsuret tidligere, har vassdraget hatt en elvemuslingbestand i lang tid. Sannsynligvis kan løsmasseavsetningene langs Slørdalselva mellom Tjørna og Nervatnet (**figur 20**) og avrenning fra landbruksaktiviteten (f.eks. kalking) ha dempet effekten av forsuringen i tiden fram til kalkingstiltaket i Slørdalsvatn ble igangsatt i 2005. Men vi har dessverre ingen vannkjemiske data fra nedre del av Slørdalselva som kan bekrefte dette.



Figur 20. Oversikt over løsmasseavsetningene langs Slørdalselva mellom Slørdalsvatnet og utløpet i Sagfjorden. Mellom utløpet av Tjørna og Nervatnet dominerer elveavsetninger (gul farge), tykk havavsetning (lys blå farge), marin strandavsetning (mørk blå farge) og torv og myr (brun farge). Kart fra [Kart min kommune \(ngu.no\)](http://kart.minikommune.ngu.no).

pH-verdier lavere enn 6,2 er antatt å ha betydning både for tilvekst og overlevelse av de yngste årsklassene av elvemusling. I Västernorrlands län, Sverige, ble vannkvaliteten i elver med og uten elvemusling analysert (Pettersson 2019). Sannsynligheten for å påtreffte elvemusling var størst i elver med pH ca. 6,2 eller høyere og elver med livskraftige populasjoner hadde normalt enda høyere pH-verdi (rundt 6,7). I årene etter kalking (data fra 2013-2014 og 2017-2021) har pH variert mellom 6,2 og 7,2 på utløpet av Slørdalsvatnet.

Det var dessuten lave konsentrasjoner av kalsium i Slørdalsvassdraget tidligere, noe som gjorde situasjonen spesielt sårbar. Kalsiuminnholdet varierte mellom 0,7-0,8 mg/l på utløpet av Tjørna før kalking. I det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling varierte gjennomsnittsverdien for kalsium i 16 lokaliteter mellom 1,3 og 15,9 mg/l (Larsen 2017), og det er generelt svært få lokaliteter med elvemusling som har kalsiumverdier lavere enn 1,0 mg. Et kalsiuminnhold mindre enn 1,0 mg/l, i kombinasjon med lav pH, har i lange perioder sannsynligvis gjort at rekrutteringen hos elvemusling har vært lav i Slørdalselva. I årene etter kalking (data fra 2013-2014 og 2017-2021) har mengden kalsium variert mellom 1,0 og 3,2 mg/l på utløpet av Slørdalsvatnet. Dette har økt sannsynligheten for økt rekruttering og redusert dødelighet i bestanden av elvemusling.

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. Kalking har derfor en positiv effekt på flere områder, og det finnes flere eksempler fra Sør-Norge der elvemusling har re-etablert etter kalkingstiltak (Larsen et al. 2007, Sandaas et al. 2011, Larsen et al. 2012, Larsen & Mage-røy 2016).

Lengdemålinger som ble gjort av muslinger i 2015 viste fravær av muslinger i lengdegruppene mellom 55 og 80 mm, som grovt sett samsvarer med femårsperioden 2000-2004. Det forekommer derimot noen muslinger som var mindre enn 55 mm (Esplund & Julien 2016; se **figur 15** side 28). Det er antatt at disse muslingene var 10 år eller yngre, med opphav fra 2005 og framover. I lengdefordelingen fra 2021 (**figur 13**) ser vi at det tilsvarende er en økning i antall muslinger som er mindre enn 85 mm som ser ut til å samsvare med kalkingen av vassdraget fra 2005. Det var dessuten en mangelfull eller fraværende rekruttering i perioden før 2005, tilsvarende lengdegruppene 85-100 mm.

4.3 Tetthet av laksefisk og muslinglarver på gjellene

Elvemuslingens livssyklus omfatter i tillegg til et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen også et obligatorisk larvestadium som sitter på gjellene til laks og/eller ørret. Det parasittiske stadium varer normalt 10-11 måneder (Larsen 2012b, **Infoboks 1** side 8). Larvene vokser i denne perioden (fra 0,04 til 0,35-0,45 mm) og gjennomgår en omfattende metamorfose. Dette kan derfor være en viktig flaskehals om tettheten av laksefisk er svært lav eller at muslinglarvene ikke fester seg normalt til vertsfisken.

Moderat høy tetthet av riktig vertsart er viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde populasjonen av elvemusling i Slørdalselva. Söderberg et al. (2008) og Degerman et al. (2013) fant at i muslingpopulasjoner med god status som hadde ørret som primærvert, var tettheten av ørretyngel (0+) større enn 5 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 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes.

Med den tettheten av laks- og ørretunger som ble funnet i 2021 er ikke tettheten av vertsfisk begrensende for rekrutteringen hos elvemusling i Slørdalselva. Det samme ser ut til å ha vært tilfelle i 2014 (Klausen & Bjølstad 2015), men det er mer usikkert hvordan forholdene var i 2008 og 2009 (Johnsen et al. 2008, Johnsen 2009b). Det var tilsynelatende færre laksunger i 2008-2009, men så lenge både laks og ørret er aktuell vertsart for muslinglarvene, kan det likevel ha forekommet en viss rekruttering.

Det ble imidlertid funnet en lavere prevalens og abundans/intensitet av muslinglarver på gjellene til vertsfisken enn forventet. Dette gjelder fisk samlet inn både i 2009 (Johnsen 2009b), 2012 (H.M. Berger pers. medd.) og 2021 (denne undersøkelsen). Det var bare henholdsvis 7,7 og 12,7 % av de ettårige ørret- og laksungene som var infisert våren 2021 (**tabell 11** og **figur 11**). Årsaken til dette er usikker. I Slørdalselva ser det ut til at muslinglarvene støtes ut i elvevannet i løpet av første halvdel av september. Denne frigivelsen skjer relativt synkront for hele populasjonen. Lav vannføring kan virke negativt på grunn

av liten spredning av muslinglarvene og høy vanntemperatur gir kortere levetid (mindre enn to dager; Larsen 2012b). I tillegg kan lav pH og innhold av tungmetaller (aluminium) ha betydning (se Larsen 2008).

Lav pH ser ikke ut til å være problemet om høsten. Men det kan faktisk se ut til at mengden aluminium øker på utløpet av Slørdalsvatnet etter kalking. I september 2019-2021 økte mengden av aluminium fra 65-100 µg/l til 110-120 µg/l (**vedlegg 1**). Hvorvidt dette kan være av betydning er usikkert, men bør undersøkes nærmere. Om kalkingen i Slørdalsvatnet mobiliserer aluminium under larveslippet i september, kan det være en uheldig hendelse som utilsiktet reduserer levedyktigheten til muslinglarvene og evnen de har til å feste seg på gjellene til vertsfisken.

4.4 Oppfølging og overvåking

Det er gjennomført flere undersøkelser av elvemusling i Slørdalselva, og det er i første rekke kartleggingene fra 2008, 2015 og 2021 (Johnsen et al. 2008, Esplund & Julien 2016 og denne undersøkelsen) som danner grunnlaget for kunnskapen vår om dagens utbredelse og forekomst av elvemusling i vassdraget. Tellingene som er gjennomført har dekket hele det kjente utbredelsesområdet.

Slørdalselva er allerede inkludert i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling som en såkalt B-lokalitet (Larsen & Magerøy 2018). Dette kan, supplert med ytterligere stasjoner fra undersøkelsene i 2021, danne grunnlaget for framtidige miljøundersøkelser og tiltaksovervåking i Slørdalselva. De nasjonale overvåkingsundersøkelsene skal gjennomføres hvert sjettede år (Norsk Standard 2017), og inkluderer tidsbegrensede tellinger av antall muslinger (fritelling) i tillegg til lengdemåling av muslinger (med gravestasjoner) og redoksmålinger.

Det er behov for økt kunnskap om vannkvaliteten og vanntemperaturen i Slørdalselva ovenfor Neravatnet for bedre å kunne forklare endringer i bestanden av elvemusling og fisk. Det er ønskelig med en månedlig overvåking av vannkvaliteten for å følge endringer gjennom året i næringstilførsel (totalt fosfor og nitrat/totalt nitrogen), organisk materiale (farge og TOC), turbiditet, forsurening (pH og kalsium) og tungmetaller (aluminium og jern). Samtidig er det ønskelig med en overvåking av vanntemperaturen (temperaturlogger) som følger utviklingen gjennom året (spesielt sommer) i perioder med minstevannføring. En slik overvåking vil vise eventuelle behov for tiltak spesielt rettet mot elvemusling i Slørdalselva, men også for å opprettholde god økologisk tilstand for fisk og bunndyr.

4.5 Økosystemtjenester

Økosystemtjenester er goder og tjenester som vi får fra naturen. En elvemusling er en stillesittende, gravende og langlevende organisme som 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. 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.

I tillegg fungerer muslingene (skallet) som habitat for andre organismer (f.eks. alger, moser, insekter og snegler). Muslingene modifierer dessuten sedimentene gjennom graving som kan gi grunnlag for å bedre leveområdene for mange andre arter.

5 Referanser

- Bakken, T., Skahjem, N. & Olsen, K.M. 2021. Bløtdyr: Vurdering av elvemusling *Margaritifera margaritifera* for Norge. - Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken.
- Bergan, M.A. 2022. Biologiske undersøkelser og resipientvurderinger i Slørdalsvassdraget. Ungfisk-tellinger, bunndyrundersøkelser og problemkartlegging etter vannforskriften i 2021. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 2140. 79 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.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet 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. 2009. Elvemuslingundersøkelser i Sør-Trøndelag 2006-2008. – Notat fra NTNU Vitenskapsmuseet til Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. 7 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. - Vitenskapsmuseet Zool. Notat 1997-2: 1-28.
- 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 s.
- 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.
- Esplund, A. & Julien, K. 2016. Kartläggning av flodpärlmussla, *Margaritifera margaritifera* Slørdalselva, Sør-Trøndelag. - Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen. Rapport 2016-2. 13 s.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). - Freshwater Biology 52: 2299-2316.
- Glover, B., Brabrand, Å., Brittain, J., Gregersen, F., Holmen, J. & Saltveit, S.J. 2012. Avbøtende tiltak i regulerte vassdrag. Målsettinger og suksesskriterier. Rapport Miljøbasert vannføring 10-2012. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 64 s.
- Grande, M. 1992. Vassdragsforurensning fra vegtunnelbygging i Stovasshammeren, Snillfjord 1991. – Norsk institutt for vannforskning. NIVA Rapport Inr. 2802-1992. 16 s.
- Gum, B., Lange, M. & Geist, J. 2011. A critical reflection on the success of rearing and culturing juvenile freshwater mussels with a focus on the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Aquatic. Conserv. Mar. freshw. Ecosyst. 21: 743-751.
- 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., 2009. Skogbruk vid vatten. Skogsstyrelsens förlag 2000 Skogbruk og vann. - Norsk oversettelse og bearbeiding: S. O. Martinsen, V. Årnes og S. Skøien. Vannområdeutvalget Morsa, Moss, 30 s.

- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlmusslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. - Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Inoue, K., Stoeckel, K. & Geist, J. 2017. Joint species models reveal the effects of environment on community assemblage of freshwater mussels and fishes in European rivers. *Diversity and Distributions*: 1-13.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2014. Rapport 2013 for prosjektet: Storskala kultivering av elvemusling som bevaringstiltak. - Universitetet i Bergen, Institutt for biologi. Rapport til Miljødirektoratet. 32 s.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2016. Årsrapport 2015: Kultivering av elvemusling for utsetting. - Universitetet i Bergen, Institutt for biologi. Rapport til Miljødirektoratet. 17 s.
- Jakobsen, P., Bjånesøy, T. & Marwaha, J. 2013. Storskala produksjon av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for gjenutsetting. - Universitetet i Bergen, Institutt for biologi. Rapport til Miljødirektoratet. 17 s.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.Aa. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014: Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. - Universitetet i Bergen, Institutt for biologi. Rapport til Miljødirektoratet. 38 s.
- Jakobsen, P., Wathne, I. & Jakobsen, R. 2017. Storskala produksjon av elvemusling som bevaringstiltak 2016. - Universitetet i Bergen, Institutt for biologi. Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland. 22 s.
- Jensen, A. 2007. Is there a link between forestry and the decline of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in central Sweden? - *Karlstad University Studies* 07:96.
- Johnsen, G.H. 2009a. Tilleggsvruderinger til NVE-søknad. – Rådgivende Biologer AS. Notat 14 s..
- Johnsen, G.H. 2009b. Om rekruttering av elvemusling i Slørdalselva 2009. - Rådgivende Biologer AS. Notat. 3 s.
- Johnsen, G.H., Tveranger, B. & Kålås, S. 2008. Dokumentasjonsvedlegg til søknad om konsesjon for uttak av vann ved Marine Harvest Norway AS Avd. Slørdal (reg. nr. ST/Si 0004). Konsekvensutredning for fisk og elvemusling. – Rådgivende Biologer AS. Rapport 1123. 35 s.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 926. 44 s.
- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria: Report on the 2006 survey. - Upublisert rapport til Environment Agency, Penrith, England.
- Klausen, T.R. & Bjølstad, O.K.H. 2015. Kjemisk og biologisk undersøkelse av Slørdalsvassdraget. – Sweco Norge AS. Rapport oppdrag nr. 1061001. 25 s.
- Kristensen, T. & Rosseland, B.O. 2005. Sammenligning av to analysemetoder for CO₂ i intensiv smoltproduksjon. - Norsk institutt for vannforskning. NIVA Rapport Inr. 5045-2005. 19 s.
- Kålås, S., Haavik, T.B., Steinsvåg, M.J. & Vatshelle, Ø. 2016. Tiltak i landbruket for å verne bestandar av elvemusling i Hordaland. – Rådgivende Biologer AS. Rapport 2293. 63 s.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. 2008. Overvåking av elvemusling i Oгна, Steinkjervassdraget i forbindelse med kjemisk behandling for å fjerne *Gyrodactylus salaris* fra vassdraget i 2006 og 2007. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 352. 39 s.

- Larsen, B.M. 2012a. 3. Redokspotensial som metode for å kartlegge substratkvalitet for elvemusling. - s. 46-65 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- Larsen, B.M. 2012b. 4. Vanntemperaturens betydning for livssyklus hos elvemusling. – s. 66-92 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer – en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- Larsen, B.M. 2015. En oppsummering av tiltak for elvemusling i Norge iverksatt gjennom handlingsplanen eller tilskuddsordningen for prioriterte arter. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1208. 60 s.
- Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1350. 152 s.
- Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) 2019-2028. – Miljødirektoratet. Rapport M-1107|2018. 62 s.
- Larsen, B.M. 2021. Flytting av elvemusling i Norge. Eksempler på når, hvor og hvorfor flytting av elvemusling er benyttet som tiltak og resultater fra oppfølging og overvåking. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 2007. 68 s.
- Larsen, B. M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Fagrapport 37. 41 s.
- Larsen, B.M. & Karlsson, S. 2016. Elvemusling i Enningdalselva, Østfold. Overvåking av muslingbestanden ved Holtet i 2015. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1283. 35 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2016. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA Upublisert Rapport. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2018. Overvåking av elvemusling i Norge. Forslag til lokaliteter i en videreføring av overvåkingsprogrammet. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Prosjektnotat 63. 14 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019-2028. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1669. 83 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2022. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2020. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 2123. 138 s.
- Larsen, B.M. & Österling, E.M. 2012. 2. Litteraturstudie om vannkraftregulering og elvemusling. - s. 29-45 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer: En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- 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.
- Larsen, B.M., Saksgård, R. & Bjerland, J.M. 2012. Overvåking av elvemusling i Oгна, Rogaland: Tiltaksovervåking kalking 2011. NINA Rapport 887. Norsk institutt for naturforskning.
- Ma, L. 2016. Investigating the links between land use and water quality for freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, in the River South Esk, Scotland. - International Journal of GEOMATE 11: 2222-2227.
- Ma, L. 2016. Investigating the links between land use and water quality for freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, in the River South Esk, Scotland. - International Journal of GEOMATE 11: 2222-2227.

- Magerøy, J.H. 2020. Litteraturoppsummering: Elvemuslingens miljøkrav – s. 13-32 i: Magerøy, J.H., Wacker, S., Foldvik, A. & Larsen, B.M. Elvemuslingens leveområde. Hvilke landskaps- og habitatvariabler påvirker utbredelse, tetthet og rekruttering hos elvemusling? Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1744.
- Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Trøndelag i 2018. Redoksmålinger i Fossingelva, Gråelvvassdraget, Sagelva, Slørdalselva og Terningelva. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1623. 66 s.
- Magerøy, J.H., Kålås, S. & Wathne, I. 2020. Utsetting av kultivert elvemusling. Rapport for 2019. – Norsk institutt for naturforskning og Rådgivende Biologer. Upublisert rapport. 69 s.
- Marine Harvest Norway AS 2009. Søknad om konsesjon etter vannressurslovens §8 for uttak av vann fra og regulering av Slørdalsvatnet i Snillfjord kommune. – Marine Harvest Norway AS Nerneset ST/Si 004. 13 s. + vedlegg.
- Marwaha, J., Jensen, K.H., Jakobsen, J.J. & Geist, J. 2017. Duration of the parasitic phase determines subsequent performance in juvenile freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*). – Ecol. Evol. 7: 1375–1383.
- Marwaha, J., Jakobsen, P.J., Karlsson, S., Larsen, B.M. & Wacker, S. 2021. Higher mortality of the less suitable brown trout host compared to the principal Atlantic salmon host when infested with freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) glochidia. – Parasitology Research 120: 2401-2413.
- Moorkens, E. 2012. A catchment management approach to the conservation and restoration of *Margaritifera margaritifera* SAC populations in the Republic of Ireland. - s. 118-130 i: Henrikson, L., Arvidsson, B. & Österling, M. (eds.). Aquatic conservation with focus on *Margaritifera margaritifera*. Proceedings of the international conference in Sundsvall, Sweden, 12-14 August, 2009. Karlstad University Studies 2012-40.
- NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat) 2010. Vassdragskonsesjon. Regulering og vannuttak fra Slørdalsvatnet. www.nve.no/kdb/sc4969.pdf.
- Norsk Standard 2017. Vannundersøkelse. Veiledning for overvåking av elvemuslingpopulasjoner (*Margaritifera margaritifera*) og deres livsmiljø. – Norsk Standard NS-EN 16859:2017.
- Petersson, E. 2019. Flodpärlmuslan i relation till vattenkemi och bottenfauna i Västernorrland. – Länsstyrelsen Västernorrland. Publikation nr. 2019-9. 30 s.
- Raddum, G.G., Arnekleiv, J.V., Halvorsen, G.A., Saltveit, S.J. & Fjellheim, A. 2006. Bunndyr. – s. 65-79 i: Saltveit, S.J. (red.). Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Forvitring av skall fra elvemusling. – Fauna 63: 28-31.
- Sandaas, K., Enerud, J. & Wivestad, T. 2011. Elvemusling i Kampåa, Nes kommune i Akershus 2008-2010. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernveddelingen. Rapport x/2011.
- Skinner, A., Young, M. & Hastie, L. 2003. Ecology of the Freshwater Pearl Mussel. – Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 2 English Nature, Peterborough. 16 s.
- Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Del III i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- 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. – Länsstyrelsen Västernorrland, Kultur- och Naturavdelningen, Rapport 8–2008.

Wacker, S., Larsen, B.M., Magerøy, J.H., Hagen, I.J., Kålås, S. & Karlsson, S. 2021. Genetisk struktur og variasjon i elvemusling i Norge. Betydning for bestandenes økologiske tilstand. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1994. 42 s.

Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The Freshwater Pearl Mussels and Their Relationships with Salmonid Fish. – VNIRO Publishing House, Moskva, Russland.

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Vannkvaliteten ved utløpet av Slørdalsvatnet 2017-2021

År	Dato	pH	Alk <i>mmol/l</i>	TOC <i>mg/l</i>	Cu <i>µg/l</i>	Al <i>µg/l</i>	Al-illabilt <i>µg/l</i>	Al-reaktivt <i>µg/l</i>	Fe <i>µg/l</i>	Ca <i>mg/l</i>	Si <i>µg/l</i>	
2017	9.10.	6,5	0,13	3,9	0,20	87	<8	38	37	1,2	440	
	13.12.	6,5	0,06	3,8	0,20	96	29	46	52	1,3	610	
2018	6.2.	6,6	0,06	3,8	0,32	78	-	-	39	1,8	-	
	10.7.	7,0	0,14	3,3	0,37	82	<8	14	33	2,6	460	
	19.9.	6,7	0,08	4,3	0,36	88	21	28	48	1,7	520	
	31.10.	6,4	0,05	4,0	0,13	91	27	34	43	1,2	530	
2019	24.4.	6,5	0,05	2,9	0,16	80	22	29	49	1,3	650	
	22.5.	6,4	0,05	2,8	0,24	70	15	27	35	1,0	560	
	25.6.	6,7	0,06	3,4	0,21	73	-	-	24	1,6	520	
	24.7.	6,4	0,04	4,0	0,24	99	18	29	31	1,2	370	
	27.8.	7,2	0,15	4,0	0,22	97	12	23	38	3,2	390	
	18.9.	6,6	0,07	5,0	0,31	110	34	40	64	1,4	480	
	28.10.	6,3	0,04	3,5	0,27	100	23	44	32	1,3	660	
	11.12.	6,6	0,06	3,5	-	89	27	34	41	1,5	-	
	2020	22.1.	6,5	0,04	3,6	0,25	87	29	36	47	1,5	580
		12.2.	6,2	<0,03	2,9	0,30	-	25	32	46	1,3	610
16.4.		6,2	0,03	3,0	0,06	86	24	31	44	1,3	610	
22.4.		6,4	0,04	3,2	0,23	81	25	29	50	1,3	650	
18.5.		6,2	0,04	2,8	0,29	75	21	30	51	1,3	500	
29.7.		6,7	0,07	3,6	0,25	82	18	18	47	1,7	330	
25.8.		6,7	0,06	3,3	0,22	84	17	19	32	1,7	390	
23.9.		6,4	0,04	4,5	0,50	120	31	32	70	1,2	470	
23.11.		6,6	0,06	3,5	0,22	100	29	30	51	1,7	570	
2021		22.2.	6,6	0,06	3,6	0,30	99	28	34	36	1,7	630
	20.4.	6,5	0,05	3,4	0,21	88	25	33	46	1,3	560	
	1.6.	6,4	0,04	2,5	0,29	75	18	25	33	1,0	510	
	3.8.	7,0	0,12	2,8	0,25	65	8	11	23	2,7	460	
	14.9.	6,5	0,05	5,1	0,24	120	33	44	85	1,3	470	
	19.10.	6,5	0,05	4,8	0,30	120	-	-	66	1,1	500	
	30.11.	6,3	0,05	3,3	0,27	80	36	40	57	1,2	580	
	14.12.	6,3	0,05	4,0	0,25	97	32	42	49	1,1	590	

Vedlegg 2. Lokalisering av stasjoner i Slørdalselva

Høyre/venstre er angitt mot strømretningen.

Fritelling

Stasjon	T1 start					T1/T2 slutt				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
M1	32V	7036478	0524602	3	Høyre side	32V	7036464	0524587	-	Høyre side
M2	32V	7036528	0524665	3	Høyre side	32V	7036493	0524664	3	Venstre side
M3	32V	7036587	0524704	3	Venstre side	32V	7036593	0524691	3	Venstre side
M4	32V	7036600	0524785	3	Midt i elva	32V	7036570	0524776	3	Høyre side
M5	32V	7036665	0524792	3	Høyre side	32V	7036648	0524791	3	Høyre side
M6	32V	7036693	0524695	3	Høyre side	32V	7036685	0524711	3	Venstre side
M7	32V	7036712	0524647	3	Venstre side	32V	7036714	0524680	3	Venstre side
M8	32V	7036702	0524570	3	Høyre side	32V	7036717	0524604	3	Venstre side
M9	32V	7036750	0524486	3	Høyre side	32V	7036732	0524485	3	Høyre side
M10	32V	7036857	0524525	3	Høyre side	32V	7036822	0524510	3	Høyre side

Gravestasjon

Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
M2.1	32V	7036518	0524677	-	Senter
M2.2	32V	7036514	0524676	-	Senter
M4	32V	7036590	0524779	-	Senter
M8	32V	7036712	0524608	3	Senter
M9.1	32V	7036727	0524484	3	Senter
M9.2	32V	7036733	0524482	3	Senter
M10.1	32V	7036792	0524498	-	Senter
M10.2	32V	7036822	0524510	3	Senter
M10.3	32V	7036826	0524523	3	Senter

Elfiskestasjon

Stasjon	Start					Slutt				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
F1	32V	7036677	0524778	-	Midt i elva	32V	7036575	0524781	3	Midt i elva
F2	32V	7036790	0524497	3	Høyre side	32V	7036728	0524492	3	Venstre side

Vedlegg 3. Tetthet av elvemusling i Slørdalselva

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) ble undersøkt på ti stasjoner i Slørdalselva i begynnelsen av juni 2021 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling), jfr. **figur xx**. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur x**.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
M1	10	0	0	0	0
M2	30	36	0	1,20	0
M3	15	5	22	0,33	1,47
M4	30	590	18	19,67	0,60
M5	15	856	32	57,07	2,13
M6	15	37	77	2,47	5,13
M7	15	44	2	2,93	0,13
M8	30	264	41	8,80	1,37
M9	30	1694	5	56,47	0,17
M10	30	186	7	6,20	0,23
M1-M10	220	3712	204	16,87	0,93
Gjennsnitt ± sd				15,51 ± 22,50	1,12 ± 1,59

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4934-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

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