

1717b

NINA Rapport

Elvemusling i Lerangsbekken og Leirangsbekken

Status i to vassdrag i Strand, Rogaland

Jon H. Magerøy
Sebastian Wacker
Sten Karlsson



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 Lerangsbekken og Leirangsbekken

Status i to vassdrag i Strand, Rogaland

Jon H. Magerøy
Sebastian Wacker
Sten Karlsson

Magerøy, J.H., Wacker, S. & Karlsson, S. 2021. Elvemusling i Lerangsbekken og Leirangsbekken. Status i to vassdrag i Strand, Rogaland. NINA Rapport 1717b. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, januar 2021

REVISJONER

Denne rapporten erstatter NINA Rapport 1717. Det er inkludert vannkjemidata og tetthetsundersøkelser av og infesteringsdata for ungfisk av laks og ørret fra 2020. Sammendrag, Metoder og materiale, Resultater, og Oppsummering og diskusjon for Lerangsbekken er oppdatert med bakgrunn i de nye undersøkelsene.

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4704-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Rogaland (nå Statsforvalteren i Rogaland)

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Anette Fosså og Vegard Næss

FORSIDEBILDE

Elvemusling i Lerangsbekken © Jon H. Magerøy

NØKKEWORD

Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) – overvåking – kartlegging – status – rekruttering – genetiske analyser (DNA) – laksemusling og ørretmusling – vertsfisk – laks (*Salmo salar*) – ørret (*Salmo trutta*) – redokspotensial – vannkvalitet/vannkjemi – Lerangsbekken – Leirangsbekken – Strand kommune (tidligere i Forsand kommune) – Rogaland fylke

KEY WORDS

The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) – monitoring – surveying – status – recruitment – genetic analyses (DNA) – salmon and trout mussel – host fish – Atlantic salmon (*Salmo salar*) – brown/sea trout (*Salmo trutta*) – redox potential – water quality/water chemistry – the Lerangsbekken Stream – the Leirangsbekken Stream – Strand Municipality (previously in Forsand Municipality) – Rogaland County – Norway

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

Magerøy, J.H., Wacker, S. & Karlsson, S. 2021. Elvemusling i Lerangsbekken og Leirangsbekken. Status i to vassdrag i Strand, Rogaland. NINA Rapport 1717b. Norsk institutt for naturforskning.

Lerangsbekken og Leirangsbekken i Strand kommune (tidligere i Forsand kommune) i Rogaland ble undersøkt fra 2018 til 2020 med henblikk på elvemusling, dens status i bekkene, og trusler mot og mulige tiltak for å forbedre forholdene for muslingen.

Det ble ikke funnet elvemusling i Leirangsbekken. De grundige undersøkelsene tyder på at det ikke finnes en bestand i bekken. I Lerangsbekken ble det, derimot, funnet elvemusling fra Lerangsvatnet opp til Fossbakken. I tillegg til dette kjente utbredelsesområdet, ble det funnet muslinger mellom Fossbakken og Brekketjørna og mellom Gåsavatnet og Erlandsdalsvatnet. Til sammen utgjør dette et utbredelsesområde på 1,7 km, innsjøer ekskludert. Tetthetene nedenfor Fossbakken er relativt høye, og bekken inneholder en relativt god bestand av elvemusling.

Det ble bare funnet én elvemusling som var mindre enn 50 mm i Lerangsbekken, og denne var sannsynligvis åtte år gammel. Muslinger som var 10 år eller yngre, utgjorde bare 0,9 % av bestanden. Funnet av rekruttering er positivt, men den er alt for lav til å opprettholde bestanden over tid. Andelen tomme skall tyder på at dødeligheten av voksne muslinger er noe høy, men dette er ikke overraskende i en bestand med gamle individer og liten rekruttering.

Statusen til elvemuslingbestanden i Lerangsbekken blir satt til «sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres», hvis man bruker den klassifiseringsmetoden som vanligvis har blitt brukt i Norge. Imidlertid blir statusen satt til «ikke livskraftig» hvis man bruker naturindeks eller klassifisering av økologisk tilstand. De to siste klassifiseringsmetodene vektlegger rekruttering høyere enn den første. Siden rekruttering er nødvendig for å opprettholde bestander av elvemusling og rekrutteringen er svært lav i bekken, tilsier dette at naturindeks og klassifisering av økologisk tilstand gir den beste evalueringen av statusen til bestanden over tid.

Vannkjemiundersøkelsene tyder på at forsuring kan være et problem for elvemusling i Lerangsbekken. Antallet prøver er likevel fåtallig, og det bør gjennomføres videre undersøkelser i bekken. Hvis de bekrefter at forsuring er et problem i bekken, bør kalking i vassdraget vurderes.

Redoksmålingene tyder på at eutrofiering og partikkeltilførsel ikke er et problem for elvemusling i Lerangsbekken, selv om vannkjemiundersøkelsene tyder på at partikkeltilførsel kan være det. Det bør gjennomføres videre undersøkelser av både redokspotensial og vannkjemi for å evaluere funnene. Uansett er det viktig å opprettholde gode buffersoner i forbindelse med hogst langs bekken, for å forhindre at vann- og substratkvaliteten forverres.

Genetiske analyser viser at ørret med svært høy sannsynlighet er vertsfisk for elvemusling i Lerangsbekken. Dette bekrefter funnene fra undersøkelser av infestering av muslinglarver på ungfisk av laksefisk. Undersøkelsene av tetthet av ungfisk tyder på at mangel på ørret kan være et problem for muslingen. Tettheten kan imidlertid variere sterkt mellom år, og videre undersøkelser bør gjennomføres for å evaluere dette. Hvis disse bekrefter at vertsfisktilgang er et problem i bekken, bør tiltak gjennomføres for å øke denne. Slike tiltak bør rettes mot sjøørret, fordi den sannsynligvis er mer egnet som vert for muslingen i bekken og økt oppgang av sjøørret vil føre til en høyere produksjon av ungfisk, sammenlignet med brunørret.

Undersøkelsene tyder på at forsuring, vertstilgang og, muligens, partikkeltilførsel kan forklare lav rekruttering av elvemusling i Lerangsbekken, men nye undersøkelser trengs for å bekrefte dette.

Jon H. Magerøy (jon.mageroy@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo.
Sebastian Wacker (sebastian.wacker@nina.no) og Sten Karlsson (sten.karlsson@nina.no), NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim.

Abstract

Magerøy, J.H., Wacker, S. & Karlsson, S. 2021. The freshwater pearl mussel in Lerangsbekken and Leirangsbekken Streams. Status in two watercourses in Strand Municipality, Rogaland County, Norway. NINA Report 1717b. Norwegian Institute for Nature Research.

The Lerangsbekken and Leirangsbekken Streams in Strand Municipality (previously in Forsand Municipality) in Rogaland County were studied from 2018 to 2020 with respect to the freshwater pearl mussel, its status, and threats against and conservation actions to protect the mussel.

No mussels were found in Leirangsbekken. The thorough surveys indicate that there is no population in the stream. However, in Lerangsbekken pearl mussels were found from Lake Lerangsvatnet up to Fossbakken. In addition to this known distribution, mussels were found between Fossbakken and Brekkesjøna and between Gåsavatnet and Erlandsdalsvatnet Lakes. Overall, this makes up a distribution area of 1.7 km, lakes excluded. The densities below Fossbakken are relatively high and the stream contains quite a large population of the mussel.

Only one pearl mussel less than 50 mm was found in Lerangsbekken and this mussel was likely eight years old. Mussels 10 years old or younger only made up 0.9 % of the population. Finding recruitment is positive, but it is too low to maintain the population over time. The percentage of empty shells suggest that the mortality among adult mussels is somewhat high, but this is not surprising in a population with old individuals and limited recruitment.

The pearl mussel population in Lerangsbekken is classified as «likely viable, but conservation actions should be considered/completed», if one applies the most commonly used classification method in Norway. However, it is classified as «not viable» using the Norwegian nature index or methodology for classifying ecological status in waterbodies. The latter classification methods puts more emphasis on recruitment. Since recruitment is necessary to maintain mussel populations and it is very limited in the stream, this suggests that the nature index and ecological classification methodology give the best evaluation of the status of the population over time.

The water chemistry analyses indicate that acidification could be a problem for the pearl mussel population in Lerangsbekken. However, few samples were taken and further analyses should be undertaken. If they confirm that acidification is a problem, liming should be considered.

The redox potential indicates that eutrophication and particle input is not a problem for the pearl mussel in Lerangsbekken, although the water chemistry indicates that particle input could be. Further investigation into both redox potential and water chemistry should be completed, to evaluate these findings. However, it is important to maintain good buffer zones along the stream, when the surrounding area is logged, to prevent deterioration of the water and substrate quality.

Genetic analyses show that brown/sea trout is very likely the host fish for the pearl mussel in Lerangsbekken. This confirms the findings from investigations into the infestation of mussel larvae on juvenile salmonids. The density estimates for juvenile fish indicate that lack of trout could be a problem for the mussel. However, the density can vary greatly between years and further investigation is necessary to evaluate the findings. If it is confirmed that host fish availability is a problem, actions should be taken to increase it. Such actions should focus on sea trout, since it is likely a more suitable host for the mussel in the stream and increased spawning of sea trout would lead to higher production of juveniles, compared to brown trout.

The study indicates that acidification, host availability and, possibly, particle input can explain low recruitment of pearl mussels in Lerangsbekken, but new studies are needed to confirm this.

Jon H. Magerøy (jon.mageroy@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo, Norway.
Sebastian Wacker (sebastian.wacker@nina.no) and Sten Karlsson (sten.karlsson@nina.no), NINA, P.O. Box 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	9
2.1 Lerangsbekken	9
2.2 Leirangsbekken	12
3 Metoder og materiale	14
3.1 Lerangsbekken	14
3.2 Leirangsbekken	18
4 Resultater	20
4.1 Lerangsbekken	20
4.2 Leirangsbekken	27
5 Oppsummering og diskusjon	28
5.1 Lerangsbekken	28
5.2 Leirangsbekken	33
5.3 Felles oppsummering	33
6 Referanser	34
7 Vedlegg	41
7.1 Fritellinger i Lerangsbekken	41
7.2 Evaluering av erosjon av tomme skall	42
7.3 Fastsetting av levedyktighet, naturindeks og klassifisering av økologisk tilstand	43
7.4 Oversikt over referansebestandene av laksemusling og ørretmusling	44
7.5 Tetthetsfiske i Lerangsbekken	45
7.6 Fritellinger i Leirangsbekken	46

Forord

Elvemuslingen har allerede forsvunnet fra mange lokaliteter i Rogaland og står i fare for å forsvinne fra enda flere lokaliteter. Dermed er det viktig å kartlegge både nåværende og eventuelle nye lokaliteter av muslingen i fylket. Slik kartlegging gir grunnlaget for å evaluere status for de forskjellige lokalitetene, om tiltak er nødvendige og hvilke tiltak som eventuelt er nødvendige for å forbedre status.

Lerangsbekken ble kartlagt i 1996, uten at det ble funnet tegn på rekruttering i bekken. For å evaluere om det er nødvendig å styrke bestanden (f.eks. ved kultivering), er det viktig med en oppdatert status for bekken. I tillegg vil en oppdatert status, med undersøkelser av redokspotensial, vertsfisk og vannkjemi kunne brukes til å anbefale tiltak for å forbedre statusen til bestanden.

En juvenil elvemusling ble funnet i Leirangsbekken i 2017. Mer er ikke kjent om bestanden i bekken. Derfor er det svært viktig å kartlegge bestanden, for å evaluere status og eventuelle tiltak.

Med dette som bakgrunn søkte NINA om tiltaksmidler for truede arter fra Miljødirektoratet, gjennom Fylkesmannen i Rogaland (nå Statsforvalteren i Rogaland), til å kartlegge begge bekkene. NINA fikk tilsagn om midler til kartlegging av Lerangsbekken i 2018. Dessverre lot bare mindre deler av kartleggingen seg gjennomføre i 2018, på grunn av konstant høy vannføring hele høsten. Ubenyttede midler kunne ikke overføres til 2019, og det måtte derfor søkes på nytt om midler i 2019. Fylkesmannen i Rogaland ga tilsagn om gjennomføring av resten av kartleggingen. NINA fikk samtidig tilsagn om midler til kartlegging av Leirangsbekken i 2019. I Lerangsbekken ble det gjennomført undersøkelser av utbredelse, muslingtetthet, juvenil rekruttering, vannkjemi og redokspotensial. Det var også planlagt gjennomført tetthetsfiske av ungfisk av laks og ørret i 2019, men fisket ble ikke gjennomført på grunn av for høy vannføring i den aktuelle gjennomføringsperioden. I stedet ble det gjennomført genetiske analyser for å bestemme bestandens vertsfisk. I Leirangsbekken ble det gjennomført undersøkelser av utbredelse og muslingtetthet. I 2020 søkte NINA om midler til å gjennomføre det planlagte tetthetsfisket og innsamling av vannprøver i Lerangsbekken. Fylkesmannen i Rogaland gav tilsagn om midler til disse oppfølgende undersøkelsene, som ble gjennomført i 2020.

Vi vil takke Annette Fosså hos Fylkesmannen i Rogaland for oppfordring til å søke om midlene, og for godt samarbeid gjennom planlegging, gjennomføring og oppfølging av undersøkelsene. Alle endringer underveis i prosjektperioden ble avklart med henne. Vi vil også takke Vegard Næss og Stig Sandring hos Fylkesmannen for godt samarbeid ved oppfølging av undersøkelsene i 2020. I tillegg vil vi takke Signe Erevik og Trond Leirflåt hos Strand kommune, som bidro med å henholdsvis ta vannprøvene i 2020 og gi nyttig informasjon om nedbørfeltet. Hos NINA vil vi takke Espen Holthe, som gjennomførte tetthetsfisket og samlet inn fisk til infesteringsundersøkelser, og Randi Saksgård, som bearbeidet materialet på laboratoriet.

15.01.2021, Jon H. Magerøy.

1 Innledning

Elvemuslingen (*Margaritifera margaritifera*) har gått drastisk tilbake i mesteparten av sitt utbredelsesområde, på begge sider av den nordlige Atlanteren (f.eks. Araujo & Ramos 2000, Geist 2010, Larsen 2017a; 2018, Lopes-Lima mfl. 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018). Dette har ført til at arten har blitt kategorisert på IUCNs rødliste som sterkt truet (Moorkens 2011). I mesteparten av Europa er arten nærmest forsvunnet (f.eks. Araujo & Ramos 2000, Geist 2010, Larsen 2017a; 2018, Lopes-Lima mfl. 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018). Denne utviklingen har ikke vært like dramatisk i Norge, og vi har sannsynligvis ca. 25 % av de gjenværende bestandene i Europa (Larsen 2018). Likevel er også trenden i Norge negativ. Her har også tilbakegangen vært stor, og muslingen har dødd ut ved minst en firedel av de kjente historiske lokalitetene. I tillegg er det manglende rekruttering ved mange lokaliteter, og den står i fare for å dø ut ved over halvparten av de gjenværende lokalitetene (Larsen & Magerøy 2019a). Dette har ført til at elvemuslingen ble gitt kategorien sårbar på norsk rødliste for arter i 2010 og 2015 (Kålås mfl. 2010, Henriksen & Hilmo 2015).

I Rogaland er elvemuslingen forsvunnet fra ca. en tredel av de kjente historiske lokalitetene. Likevel finnes det ca. 35 nåværende kjente lokaliteter med musling i fylket, noe som bare ligger bak Trøndelag, Nordland, og Møre og Romsdal i antall. Dessverre er det bare funnet rekruttering av elvemusling ved ca. en tredel av de nåværende lokalitetene i Rogaland (Larsen & Magerøy 2019a). Det betyr at muslingen står i fare for å forsvinne fra ca. to tredeler av de nåværende lokalitetene i fylket, hvis ikke noe gjøres for å bedre situasjonen. Det er derfor viktig å evaluere statusen til og truslene mot de nåværende bestandene av elvemusling i Rogaland. Dette vil legge grunnlaget for å evaluere hvilke tiltak som er nødvendige for å ta vare på de gjenværende bestandene.

Lerangsbekken (Lerangselva/Levangsbekken) og Leirangsbekken er to nabovassdrag i Strand kommune (tidligere i Forsand kommune). Begge vassdragene har kjente forekomster av elvemusling. Bestanden i Lerangsbekken har vært kjent siden 1995, da deler av vassdraget ble undersøkt (Ledje 1996). Disse undersøkelsene var noe begrenset i omfang, men viser at muslingen hadde en utbredelse på i overkant av 1 km og at tettheten av musling var høy i enkelte områder. Dessverre tyder undersøkelsene på at det ikke var rekruttering av muslinger i bekken. I dag (2017, Jon H. Magerøy pers. obs.) er det fremdeles relativt store tettheter innenfor det kjente utbredelsesområdet i bekken, men ellers er det ikke kjent om statusen til bestanden har endret seg siden 1990-tallet. I Leirangsbekken ble elvemusling oppdaget i 2017 (Værøy & Torgersen 2018). Da ble en juvenil elvemusling funnet i en bunndyrprøve i forbindelse med overvåking av vassdrag i Ryfylke. Ellers er ingenting kjent om bestanden.

På grunn av manglende rekruttering ble Lerangsbekken inkludert som en av lokalitetene i kultiveringsprogrammet for elvemusling (Jakobsen mfl. 2013). Det ble samlet inn naturlig infestert ørret fra bekken ved to anledninger i 2012 (Jon H. Magerøy upub. mat., Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.). Av ulike årsaker lyktes det bare å produsere et mindre antall juvenile muslinger (Jakobsen mfl. 2013; 2017). I 2017 ble de 49 muslingene, som hadde overlevd i anlegget, satt ut i bekken. Mellom utsettingen i juli og oppfølging i juni 2018 var overlevelsen på 55 %. Dette var svært lavt sammenlignet med de fleste vassdrag der det har blitt satt ut juvenil musling fra kultiveringsprogrammet (Magerøy mfl. 2019). Det er mulig at den dårlige overlevelsen kan forklares med svært dårlige forhold i Ryfylke gjennom vekstsesongen i 2017 (høy nedbør og lave temperaturer). Alternativt er det spesifikke forhold i Lerangsbekken som reduserte overlevelsen til de juvenile muslingene eller en kombinasjon av disse to faktorene. På tross av den relativt lave overlevelsen, vil utsettinger i bekken kunne bidra til å øke rekrutteringen, siden det ikke har blitt funnet tegn på naturlig rekruttering i bekken (Ledje 1996).

Metodene for kultivering av elvemusling har nå blitt videreutviklet, med større produksjon av juvenile muslinger og bedre overlevelse (se Jakobsen mfl. 2013; 2017; 2019, Jakobsen & Jakobsen 2018, Per Jakobsen pers. med.). Dermed kan det være aktuelt å ta Lerangsbekken inn i kultiveringsprogrammet igjen. Før en slik avgjørelse tas, er det viktig å få en oppdatert status

for elvemuslingen i bekken, gjennom nye og grundigere undersøkelser. Slike undersøkelser vil ikke bare kunne legge grunnlaget for å evaluere om det er nødvendig å ta bekken inn i kultiveringsprogrammet igjen, men også evaluere truslene mot bestanden. En forståelse av truslene mot bestanden er viktig for å kunne evaluere hvilke tiltak som er nødvendige for å forbedre forholdene for muslingen i bekken. I tillegg vil en oppdatert status for bestanden være nødvendig, hvis man skal kunne evaluere om fremtidige funn av juvenile muslinger i bekken skyldes utsetting av kultivert musling eller naturlig ny-rekruttering. Det er uansett på høy tid at bestanden i Leirangsbekken undersøkes på nytt, da både den europeiske standarden for elvemuslingundersøkelser (Norsk Standard 2017) og det norske overvåkingsprogrammet (Larsen 2017a) anbefaler at bestandene undersøkes hvert sjette år.

En juvenil elvemusling ble funnet i Leirangsbekken i 2017 (Værøy & Torgersen 2018) og det er alt som finnes av informasjon om en eventuell bestand av elvemusling i bekken. Kunnskap om utbredelse, tetthet og rekruttering mangler derfor, men er viktig for å evaluere utviklingen til bestanden over tid. I tillegg er rekrutteringen det viktigste målet på bestandens nåværende status, da et visst nivå av rekruttering er nødvendig for at bestander av elvemusling skal være levedyktige (Larsen 2005; 2017a; 2018). Derfor er det viktig å gjennomføre en basisundersøkelse av elvemusling i Leirangsbekken.

Basert på dette grunnlaget, ble det mellom 2018 og 2020 gjennomført undersøkelser av elvemusling i Lerangsbekken og Leirangsbekken. I Lerangsbekken ble det gjennomført grundigere evaluering av muslingens status, gjennom undersøkelser av utbredelse, muslingtetthet, juvenil rekruttering og tilstedeværelsen av tomme muslingskall. Det ble også gjennomført evaluering av årsakene til muslingens status, gjennom undersøkelser av vannkjemi, redokspotensial (undersøkelser av habitatkvalitet for juvenile elvemusling (f.eks. Geist & Auerswald 2007, Killeen 2011, Larsen 2012, Magerøy 2017; 2018a, Larsen & Magerøy 2018), genetiske analyser (se metode i Larsen mfl. 2011, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014, Wacker mfl. 2019, Magerøy mfl. 2020) og undersøkelser av infestering av muslinglarver på gjellene til ungfisk av laks og ørret (se metode i Larsen 2017) med henblikk på å bestemme muslingens vertsfisk i bekken, og tetthetsundersøkelser av ungfisk for å vurdere vertstilgangen i bekken (f.eks. Larsen 2017, Larsen & Magerøy 2018, Magerøy & Larsen 2018). I tillegg gir undersøkelsene mulighet til å overvåke bestanden og evaluere mulige årsaker til eventuell manglende rekrutteringen i bekken over tid, gjennom å etablere stasjoner for undersøkelser av muslingen og miljøvariabler som påvirker den. I Leirangsbekken ble det gjennomført evaluering av muslingens status, gjennom undersøkelser av utbredelse, muslingtetthet, juvenil rekruttering og tilstedeværelse av tomme skall.

2 Områdebeskrivelse



Figur 2.1. Lerangsbekken og Leirangsbekken. Hovedstrengene i begge vassdragene er markert med turkis. Lerangsbekken renner sørover gjennom Erlandsdalsvatnet, Gåsavatnet, Brekketjørna, Lerangsvatnet og ut i Lerangsvågen. Leirangsbekken renner sørover langs kysten, gjennom Kolabygda og ut i Lerangsvågen. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).

2.1 Lerangsbekken

Lerangsbekken (Lerangselva/Levangsbekken) utgjør et eget vassdrag (i kystfelt 032.1, **figur 2.1**, **foto 2.1**) som renner ut i Lerangsvågen i Strand kommune (tidligere i Forsand kommune) i Rogaland. Vassdraget drenerer midtre deler av Kolabygdhalvøya. Det har sitt utspring ovenfor Erlandsdalsvatnet (58 moh.) på nordenden av halvøya og renner sørover gjennom Gåsavatnet og Brekketjørna (begge 44 moh.). Så fortsetter det sørøstover, gjennom Lerangsvatnet (13 moh.) og ut i sjøen. De to viktigste sidebekkene (Marabekken og Gitlandsbekken) kommer inn fra øst og renner ut i Brekketjørna. Den totale elvelengden i vassdraget er 6,7 km, nedbørfeltet er på 13 km² og middelvannføringen er på 37,9 l/s/km². Nedbørfeltet består av 75,9 % skog, 10,5 % innsjøer, 8,5 % snau fjell, 0,6 % dyrket mark og 0,5 % myr (NEVINA 2019). Berggrunnen i nedbørfeltet består i sin helhet av næringsfattig porfyrgranitt (BERGGRUNN 2019). Oversiktsbilder tyder på at det har vært noe reduksjon i beitetrykket i nedbørfeltet mellom 1967 og i dag, spesielt på 1990-tallet. Ellers har det ikke skjedd store endringer (Norge i bilder 2019).

Det finnes svært begrensede vannkjemiske data fra Lerangsvassdraget, der de aller fleste målingene kommer fra Erlandsdalsvatnet eller Lerangsvatnet (Berg 1976; 1977, Enge & Lura 2003,

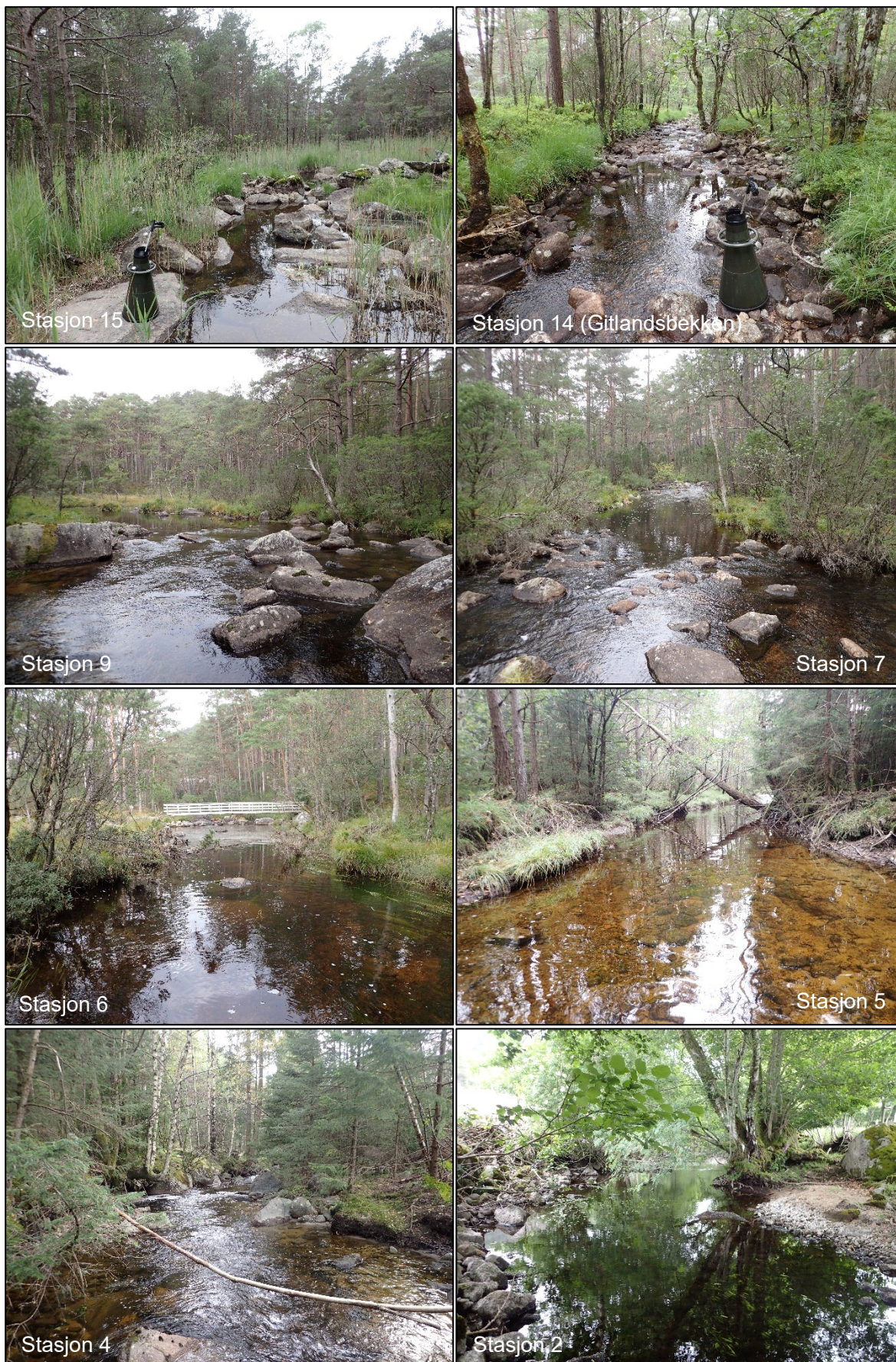


Foto 2.1. Et utvalg av stasjonene i Lerangsbekken. Foto: Jon H. Magerøy.



Foto 2.2. Stasjonene i Leirangsbekken. Foto: Jon H. Magerøy.

Enge 2011; 2013, Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.). pH-verdier fra 1975-2012 viser at vassdraget slet med forsuring på 1980-tallet, men at pH-verdiene i senere tid nesten uten unntak har ligget over de verdiene som man finner i vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling i Norge (Larsen 2017a). Verdiene av aluminium fra 1980-tallet lå også over eller i øvre grenseland for det man finner i vassdrag med rekrutterende bestander i Skandinavia (Degerman mfl. 2009, Larsen 2017a). Det samme gjelder turbiditetsverdiene i perioder på 1980-tallet, mens fargetallet lå under maksimumsverdiene fra Skandinavia både på 1980- og 2000-tallet. Verdiene av totalt organisk karbon fra 1980-tallet var heller ikke problematisk høye.

Ørret er vanlig i hele Lerangsvassdraget, men det finnes også laks, stingsild, røye og ål (Berg 1976; 1977, Persson & Enge 1992, Jon H. Magerøy upub. mat., Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.). Ungfisk av laks var vanlig innenfor utbredelsesområdet til elvemusling ved undersøkelser i 1991 (Persson & Enge 1992), men ble ikke observert under fiske i 1996 og 2012 (Jon H. Magerøy upub. mat., Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.). Anadrom sone strekker seg opp til Fossbakken, nedenfor Brekketjørna (Jon H. Magerøy pers. obs.).

Det har blitt tatt ut vann fra Lerangsvatnet i forbindelse med Skrettings forskningsstasjon ved Lerangsvågen, men denne skal nå være stengt (Olav Lerang pers. med.). Lerangsbekken er demmet opp ved utløpet av Lerangsvatnet, og demningen kan utgjøre et vandringshinder ved lav vannstand hvis demningsluken er lukket (Jon H. Magerøy pers. obs.).

2.2 Leirangsbekken

Leirangsbekken utgjør et eget vassdrag (i kystfelt 032.1, **figur 2.1**, **foto 2.2**) som renner ut i Lerangsvågen i Strand kommune (tidligere i Forsand kommune) i Rogaland. Vassdraget drenerer områdene langs sjøen, nord for Lerangsvågen. Det har sitt utspring fra et par små dammer i Nordlandsdalen (ca. 50 moh.) og renner først nordover mot Hetland, før det svinger sørover og renner langs kysten ned til Lerangsvågen. Den viktigste sidebekken kommer inn fra sørøst ved Brekke. Den totale elvelengden i vassdraget er 1,7 km, nedbørfeltet er 1,7 km² og middelvannføringen er på 31,6 l/s/km². Nedbørfeltet består av 80,7 % skog, 11,7 % dyrket mark, 1,0 % myr og 0,6 % bebyggelse (NEVINA 2019). Berggrunnen i nedbørfeltet består i sin helhet av næringsfattig porfyrgranitt (BERGGRUNN 2019). Oversiktsbilder tyder på at det har vært noe økning i dyrket mark og noe reduksjon i beitetrykket i nedbørfeltet mellom 1967 og i dag, spesielt før årtusenskiftet (Norge i bilder 2019).

Vi kjenner ikke til vannkjemidata fra Leirangsbekken, men tilstanden i bekken ble klassifisert som god i 2017 basert på begroingsalger og bunndyrundersøkelser (Værøy & Torgersen 2018).

Vi kjenner heller ikke til noen fiskeundersøkelser fra Leirangsbekken, men det finnes skrubbe og ørret i bekken (Jon H. Magerøy pers. obs.). Det er også sannsynlig at ål og stingsild finnes i bekken, og det er mulig at laks kan vandre opp i den. I Leirangsbekken strekker anadrom sone seg opp til områdene oppstrøms Nordland, men det er usikkert om anadrom fisk kan gå opp i Brekkebekken (Jon H. Magerøy pers. obs.).

Både Leirangsbekken og sidebekken Brekkebekken har sine utspring fra oppdemmede smådammer. Leirangsbekken er kanalisert og senket fra Nordland og til sjøen (**foto 2.2** og **2.3**). Nederste del av Brekkebekken er lagt i rør, og områdene rett ovenfor røret er nylig kanalisert, senket og steinsatt (**foto 2.3**). Øvre deler av bekkene har et mer naturlig preg (**foto 2.2**) (Jon H. Magerøy pers. obs.).



Foto 2.3. Kanalisering, senkning og rørlegging. a) Lerangsbekken. b) Brekkebekken. Foto: Jon H. Magerøy.

3 Metoder og materiale

3.1 Lerangsbekken

Feltarbeidet i Lerangsbekken ble gjennomført 11.-12.06.2018, 24.-26.09.2019, og 13.10.2020. Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Undersøkelsene ble gjennomført etter forenklet overvåkingsmetodikk beskrevet for det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling. Dette inkluderer tidsbegrensede tellinger, etablering av gravestasjoner i antatt gode oppvekstområder for små muslinger (for å finne en representativ lengdefordeling) og redoksmålinger (for å evaluere habitatkvaliteten for unge muslinger). I tillegg ble det gjennomført undersøkelser av vannkjemi for å evaluere om vannkvaliteten er egnet for musling. For flere detaljer rundt metodikken brukt under disse undersøkelsene, se Larsen (2017a). DNA-prøver ble samlet inn og analysert (se metode i Larsen mfl. 2011, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014, Wacker mfl. 2019, Magerøy mfl. 2020) og infestering av muslinglarver på gjellene til ungfisk av laks og ørret ble undersøkt (se metode i Larsen 2017) for å identifisere vertsfisken for elvemuslingen i Lerangsbekken. I tillegg ble tettheten av ungfisk undersøkt for å vurdere vertstilgangen i bekken (f.eks. Larsen 2017, Larsen & Magerøy 2018, Magerøy & Larsen 2018)

Evaluering av status for elvemusling i Lerangsbekken

Fritellinger

I Lerangsbekken ble det gjennomført tidsbegrensede tellinger («fritelling») ved 15 stasjoner (syv i 2018 og åtte i 2019) mellom sjøen og Erlandsdalsvatnet (**figur 3.1**, **foto 2.1**, **vedlegg 7.1 tabell 1**), inkludert to stasjoner i sidebekkene som kommer inn i Brekketjørna (Marabekken og Gitlandsbekken). Det ble benyttet 4-30 minutter søketid på hver stasjon, som ga oss et relativt begrep om tetthet (antall muslinger pr. minutt søketid). I tillegg til stasjonene, ble strømmen mellom Gåsavatnet og Brekketjørna og innløpsbekken i nordenden av Erlandsdalsvatnet undersøkt. Noen partier mellom Brekketjørna og Lerangsvatnet var ikke søkbare, på grunn av svært glatt leirbunn, svært myk bunn eller fossefall i ur. Det siste gjaldt også partier mellom Erlandsdalsvatnet og Gåsavatnet. Dermed ble alt tilgjengelig og egnet muslinghabitat mellom sjøen og innløpsbekken til Erlandsdalsvatnet undersøkt.

Bestandsestimat

Bestanden av elvemusling i Lerangsbekken ble estimert basert på tettheten fra fritellingene, omregnet fra individ pr. minutt til individ pr. m² etter Larsen (2017a), og arealet av utbredelsesområdet. Arealet ble estimert basert på lengden på utbredelsesområdet og gjennomsnittlig bredde av bekken, basert på målinger av stasjonsbredde (målinger utført i NORGESKART (NORGESKART 2019)). I tillegg ble estimatet korrigert for andelen nedgravde muslinger (se neste avsnitt).

Gravestudier

Det ble gjennomført graving ved to stasjoner (stasjon 7 og 9, **figur 3.1**, **foto 2.1**) i Lerangsbekken i 2019. Alle synlige muslinger ble tatt opp og lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm. Så ble større stein fjernet, og det ble gravd i substratet. Alle nedgravde muslinger ble også tatt opp og lengdemålt. Så ble steinene tilbakeført til graveområdet, og muslingene ble lagt tilbake i substratet. Det ble gravd ut henholdsvis 1,5 og 1,8 m² ved stasjon 7 og 9. I tillegg ble minste musling observert under fritellingene lengdemålt ved alle stasjonene.



Figur 3.1. Stasjonskart for Lerangsbekken og Leirangsbekken. I Lerangsbekken er stasjon 1-15 markert med svarte sirkler. Stasjon 13 og 14 ligger henholdsvis i sidebekkene Marabekken og Gittlandsbekken. I Leirangsbekken er stasjon 1-8 markert med hvite sirkler. Stasjon 8 ligger i sidebekken Brekkebekken. Elvemusling ble kartlagt ved alle stasjonene i begge bekkene. I Leirangsbekken ble i tillegg vannkjemi undersøkt ved stasjon 4, redokspotensial undersøkt ved stasjon 4-6, 7 og 9, DNA-prøver samlet inn ved stasjon 6-7 og 9, og tetthet av ungfisk av laks og ørret og infestingsgrad av muslinglarver på denne fisken undersøkt ved stasjon 3, 8 og 10. Kartet dekker strekningen fra Erlandsdalsvatnet til Lerangsvatnet og Lerangsvågen. Det er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).

Tomme skall

Det ble samlet inn et utvalg av tomme skall fra vassdraget, som ble lengdemålt og evaluert med henblikk på når muslingene døde. Dette ble gjort basert på metodikken beskrevet av Larsen & Karlsson (2016) (se også Larsen 2017a og **vedlegg 7.2**).

Tilvekstestimat

Hos unge individer er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert til at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov mfl. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner. Aldersbestemmelse ble gjennomført på 12 muslinger fra Lerangsbekken (muslingene ble samlet inn fra stasjon 4-10, **figur 3.1**) i 2019. For individer som ble aldersbestemt, ble lengden av hver vintersone (=årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm.

Fastsetting av status

Statusen til elvemuslingbestanden i Lerangsbekken ble evaluert basert på en modell for vurdering av levedyktighet (modifisert av Larsen 2017a), fastsetting av naturindeksverdi (foreslått av Larsen 2017a) og fastsetting av økologisk tilstand basert på elvemusling som en terskelindikator (Larsen 2017a, Direktoratgruppen vanddirektivet 2018). Se **vedlegg 7.3**, for detaljer om hvordan levedyktighet, naturindeksverdi og økologisk tilstand blir fastsatt.

Evaluering av årsaker til status for elvemusling i Lerangsbekken

Vannkjemi

Vannprøver ble samlet inn fra stasjon 4 (**figur 3.1**) 10.06.2018, 26.09.2019, 02.11.2020, 17.11.2020 og 01.12.2020. I 2018 og 2019 ble vannprøvene sendt til LabTjenester AS, Trondheim, for analyse. I 2020 ble vannprøvene analysert av Eurofins Norge, avdeling Klepp. Det ble gjennomført analyser med henblikk på turbiditet, fargetall, ledningsevne, pH, kalsium, jern, sink, totalt organisk karbon, nitrat og totalt fosfor.

Redokspotensial

Det ble gjennomført redoksmålinger ved fem stasjoner (stasjon 4-6, 7 og 9, **figur 3.1**, **foto 2.1**) i Lerangsbekken i september 2019. Ved hver stasjon ble det målt redokspotensial ved 15 punkter i substratet og fem målinger i de frie vannmassene, fordelt på fem transekter (**figur 3.2**). Målingene i substratet ble gjennomført 5-8 cm nede i substratet. Målinger ble bare gjennomført i den delen av stasjonen som var vanndekt. Både transektene og målepunktene innen transektene ble lagt ca. to meter fra hverandre. Metodikken er basert på den metodikken som er beskrevet av Larsen (2012) i forbindelse med utprøvingen av redoksmålinger i Norge. I tillegg er erfaringer med redoksmålinger i Norge (f.eks. Larsen 2013; 2015a; 2015b; 2017a; 2017b, Magerøy 2017; 2018a; 2019, Larsen & Magerøy 2018; 2019b, Magerøy & Larsen 2019) og andre land i Europa (f.eks. Killeen 2006; 2011, Geist 2007, Geist & Auerswald 2007, Denic & Geist 2015, Jürgen Geist pers. med.) brukt til å videreutvikle metodikken.



Figur 3.2. Redoksmåling. Fotografiet viser en redoksmålingsstasjon i Elstadelva i Grong kommune i Trøndelag. De svarte strekene og sirklene indikerer henholdsvis transektene og målepunktene ved stasjonen. Ved det ene målepunktet tas det en redoksmåling i substratet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen. Figuren er hentet fra figur 2.1 i NINA Rapport 1623 (Magerøy & Larsen 2019).

Genetiske analyser

Prøver til genetiske analyser ble tatt av levende muslinger i felt i Lerangsbekken i 2019. Det ble totalt samlet inn prøver fra 30 individer. Halvparten av individene ble hentet fra stasjon 6-7 og halvparten av individene ble samlet inn fra stasjon 9 (**figur 3.1, foto 2.1**). Det ble tatt prøver ved å stryke på overflaten av de indre bløtdelene (fot og kappe) med en bomullspinne (Q-tip) (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2013) og overført til en bufferløsning for lagring. I tillegg ble 27 prøver som tidligere har blitt samlet inn, i øvre del av utbredelsesområdet, og analysert, inkludert i de nye analysene (Karlsson & Larsen 2013). Nye analyser av disse prøvene, for å gjøre dem sammenlignbare med 2019-prøvene, ble sett som nødvendig, da begrensinger i de opprinnelige analysene kunne føre til usikkerhet knyttet til klassifisering som laksemusling eller ørretmusling.

DNA ble ekstrahert som beskrevet av Karlsson mfl. (2013), ved bruk av Dneasy tissue kit fra Qiagen. NINA har i mange studier genotypet åtte mikrosatellitter fordelt på to PCR-multiplexer, som beskrevet av Karlsson & Larsen (2013) og Karlsson mfl. (2013). To av mikrosatellittene har imidlertid vist signifikante avvik fra Hardy-Weinberg likevekt, som tilskrives usikker genotyping. Disse har derfor ikke blitt inkludert i de videre analysene. De seks resterende mikrosatellittene har imidlertid blitt brukt i mange studier, og en stor database med genotyper fra disse foreligger.

Karlsson mfl. (2016) beskriver utviklingen av et nytt mikrosatellitt-assay, der man beholdt seks av de åtte opprinnelige markørene. De to upålitelige markørene ble tatt ut fra protokollen og

erstattet med så mange nye som mulig. Nye markører ble inkludert fra primer-sekvenser fra Geist mfl. (2003) og Garlie (2010), fordelt i to ulike PCR-multiplexer. I denne analysen ble muslingene fra Lerangsbekken undersøkt med hensyn til det nye markørsettet på 15 mikrosatellitter. For tilordning av muslinger fra Lerangsbekken til ørretmusling eller laksemusling, ble de seks opprinnelige markørene, som foreligger i referansematerialet, brukt.

Det er tidligere vist at elvemuslingbestander karakterisert som laksemusling eller ørretmusling, utfra at bestander som infesterer den ene eller den andre arten, er genetisk forskjellige (Larsen mfl. 2011, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2013; 2014, Wacker mfl. 2019, Magerøy mfl. 2020). Kort oppsummert så oppviser laksemuslingbestander en generelt høyere genetisk variasjon enn ørretmuslingbestander, og genetiske distanser (F_{ST} eller Nei's genetiske distanse; Nei 1972) mellom laksemusling- og ørretmuslingbestander grupperer seg i to atskilte genetiske grupper (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). For genetisk klassifisering av muslinger fra Lerangsbekken, ble disse sammenliknet med 32 referansebestander av elvemusling (Karlsson & Larsen 2013). For oversikt over disse 32 bestandene, se **vedlegg 7.4 tabell 1**.

Genetisk variasjon i form av forventet heterozygositet og allelrikdom (antall forskjellige alleler uavhengig av antall prøver) pr. bestand ble beregnet ved hjelp av R pakken *diveRsity* (Keenan mfl. 2013). Genetisk differensiering F_{ST} mellom den undersøkte bestanden og referansebestandene ble beregnet i *GenAlEx* (Peakall & Smouse 2012) og visualisert i et prinsipalkoordinatanalyse-plot (PCoA plot). Individuell genetisk tilordning av alle undersøkte muslinger til referansebestandene ble gjort i *GeneClass* (Piry mfl. 2004). Deretter ble den samlede relative sannsynligheten for tilordning til referansebestandene av laksemusling og ørretmusling beregnet.

Tetthet av laks- og ørretunger

Tetthet av laks- og ørretunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat på tre stasjoner (stasjon 3, 8 og 10, **figur 3.1, foto 2.1, vedlegg 7.5 tabell 1**) i Lerangsbekken i oktober 2020. Arealet som ble avfisket varierte mellom 69 og 120 m² på de ulike stasjonene. Stasjonene ble kun avfisket én gang pga. lav fangst av fisk. Derfor ble en standard fangbarhet på 0,5 brukt for å beregne tetthet av ungfisk (Ugedal & Forseth 2008). Alle tettheter oppgis som antall individer pr. 100 m². All fisk ble artsbestemt, og laks og ørret ble lengdemålt til nærmeste millimeter. Det er skilt mellom årsyngel (alder: 0+) og eldre ungfisk (alder: ≥ 1+).

Infestering av muslinglarver på gjellene til laks- og ørretunger

På grunn av lave fangsttall ble all laks og ørret samlet inn, for å undersøke infestingsgrad av muslinglarver på gjellene til potensiell vertsfisk i Lerangsbekken. Fisken som ble samlet inn ble avlivet i felt og fiksert på 4 % formaldehyd. I laboratoriet ble gjellene dissekert ut og undersøkt i en stereolupe. Antall larver ble telt på alle gjellebuene, på begge sider av fisken. Et utvalg av larvene ble lengdemålt.

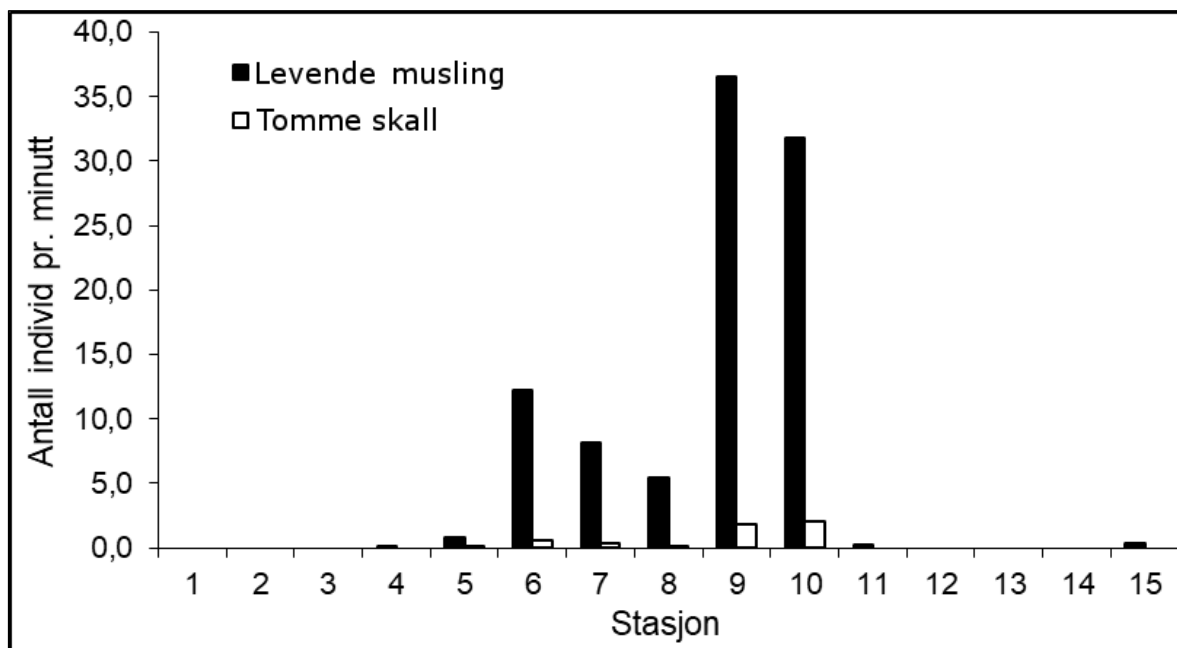
3.2 Leirangsbekken

Feltarbeidet i Leirangsbekken ble gjennomført 23.09.2019. Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Undersøkelsene ble gjennomført etter forenklet overvåkingsmetodikk beskrevet for det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen 2017a).

I Leirangsbekken ble det gjennomført tidsbegrensede tellinger («fritelling») ved åtte stasjoner mellom sjøen og Nordlandsdalen (**figur 3.1, foto 2.2, vedlegg 7.6 tabell 1**), inkludert en stasjon i sidebekken Brekkebekken. Det ble benyttet 4-30 minutter søketid på hver stasjon, som ga oss

et relativt begrep om tetthet (antall muslinger pr. minutt søketid). I tillegg til stasjonene, ble det søkt på enkelte strekninger med egnet habitat som var for korte til at det gav mening å gjennomføre tidsbegrensede tellinger. Hele bekkeløpet i Leirangsbekken og Brekkebekken ble gått opp til dammene som bekkene har sine utspring fra. Noen partier var ikke søkbare og/eller hadde svært uegnet habitat for elvemusling på grunn av myk bekkbunn eller svært tett vegetasjon. Dermed ble alt tilgjengelig og egnet muslinghabitat i både Leirangsbekken og Brekkebekken undersøkt.

4 Resultater



Figur 4.1. Relativ tetthet av levende elvemusling i Lerangsbekken basert på tidsbegrensede tellinger (oppført som antall muslinger pr. minutt) i 2018 og 2019.

4.1 Lerangsbekken

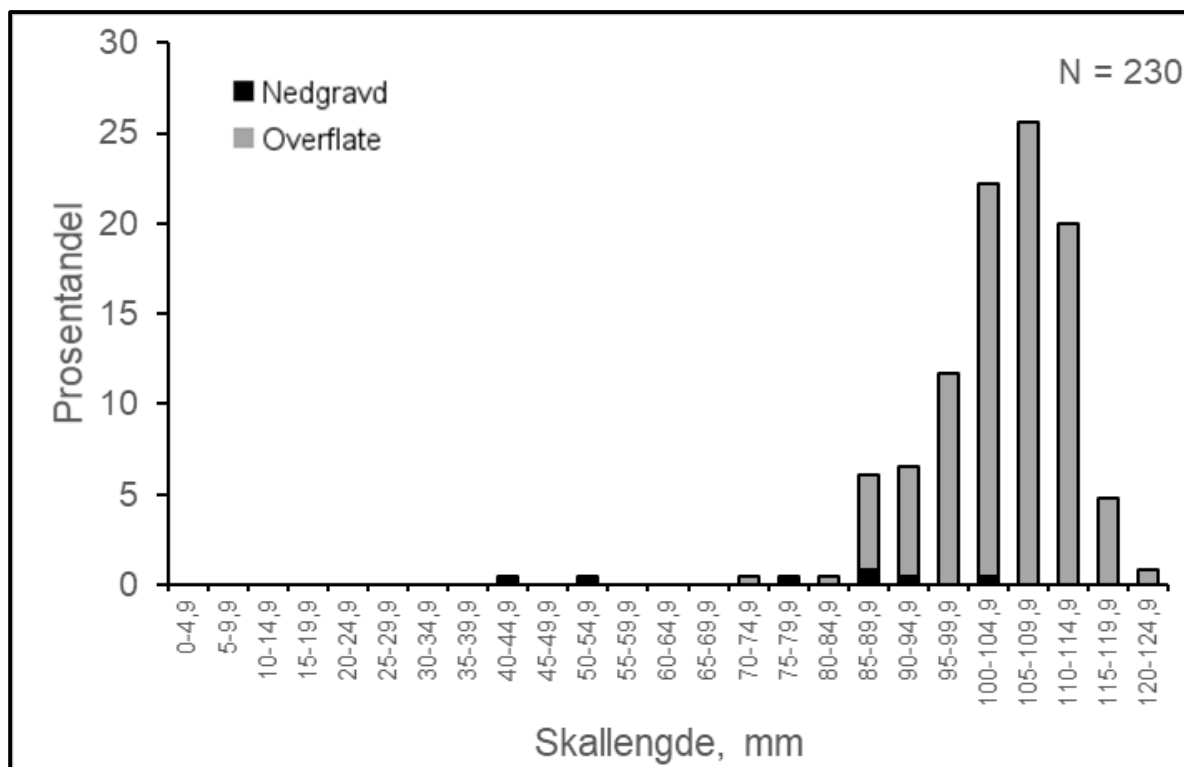
Evaluering av status for elvemusling i Lerangsbekken

Utbredelse og tetthet

Det ble påvist 2263 levende elvemusling til sammen, i forbindelse med søk på 15 stasjoner i Lerangsbekken i 2018 og 2019. Det ble funnet elvemusling på 9 av de 15 stasjonene som ble undersøkt. Det ble ikke funnet elvemusling nedenfor Lerangsvatnet, men det ble funnet musling mellom Lerangsvatnet og Brekketjørna og mellom Gåsavatnet og Erlandsdalsvatnet. Dette utgjør et totalt utbredelsesområde på ca. 1,7 km, innsjøer ekskludert. Utbredelsesområdet nedenfor Brekketjørna er ca. 1,5 km. Innenfor området med elvemusling var tettheten varierende, med ingen musling på et fåtall av stasjonene, lave tettheter på noen av stasjonene og svært høye tettheter på noen av stasjonene. I hele undersøkelsesområdet (stasjon 1-15) varierte tetthetene av elvemusling mellom 0 og 36,52 individ pr. minutt søketid (**figur 4.1**), med et gjennomsnitt på 6,38 individ pr. minutt (**vedlegg 7.1 tabell 1**). På strekningen fra Lerangsvatnet til Brekketjørna (stasjon 3-12) varierte tetthetene av elvemusling mellom 0 og 36,52 individ pr. minutt søketid (**figur 4.1**), med et gjennomsnitt på 10,60 individ pr. minutt (**vedlegg 7.1 tabell 1**).

Bestandsstørrelse

Bestandsestimatet for elvemuslingbestanden i Lerangsbekken er ca. 50.000 individ. Dette er basert på en gjennomsnittlig tetthet på 10,60 individ pr. minutt, som tilsvarer 4,24 individer pr. m² (Larsen 2017a), og et areal av bekken innenfor hovedutbredelsesområdet (stasjon 3-12) på ca. 12.000 m². (utbredelsesområdet var ca. 1.500 m langt og i gjennomsnitt ca. 8 m bredt) Bestandsestimatet er i tillegg korrigert for andelen nedgravde muslinger i bekken (se neste avsnitt).



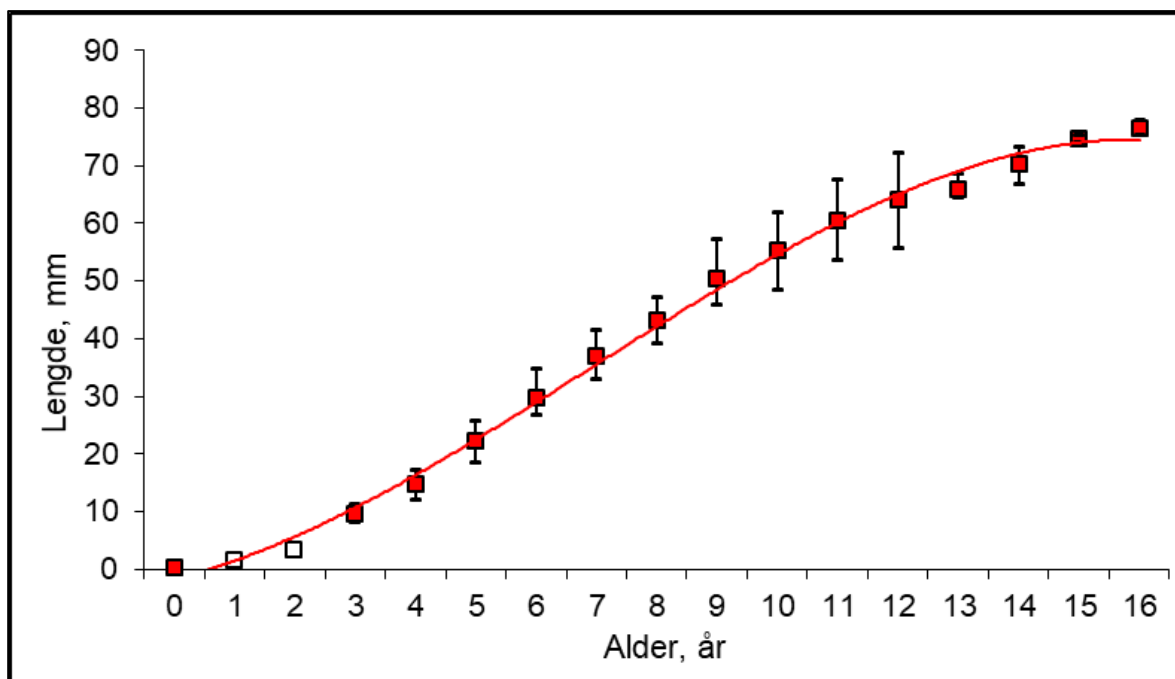
Figur 4.2. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Lerangsbekken i 2019. Figuren viser prosentandel musling som var nedgravd eller på overflaten for hver lengdegruppe. Dataene er basert på graveområdene ved stasjon 7 og 9.

Lengdefordeling og andel nedgravd musling

Skallengden varierte fra 42 til 122 mm hos levende elvemusling i Lerangsbekken (**figur 4.2**). Under graving i substratet ble det funnet to musling på henholdsvis 42 og 50 mm. Minste musling som ble funnet på overflaten var 55 mm. De aller fleste muslingene var mer enn 90 mm lange (91,7 %), og gjennomsnittslengden var 104 mm (N = 230, SD = 10 mm). Minste musling funnet ved fritellingene ved stasjon 4-11 og 15 var henholdsvis 55, 80, 76, 66, 67, 64, 56, 103 og 71 mm. Ved stasjon 15 ble det også funnet en musling som bare var 43 mm lang, men årsaken til den korte lengden var at den var sterkt deformert. Muslingene vokste dessuten mye dårligere ved denne stasjonen enn i nedre deler av Lerangsbekken (Jon H. Magerøy pers. obs.). Gravestudiene tilsier at bare tre prosent av muslingene i bekken var nedgravd. Dermed er tetthetene fra overflatetellingene sannsynligvis representative for bestanden i bekken.

Tilvekst og rekruttering

Basert på 13 levende muslinger (90-111 mm lange) er det satt opp en vekstkurve for elvemusling i Lerangsbekken basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter opp til 16-årsalder (**figur 4.3**). Den innerste delen av skallet (ved umbo) blir imidlertid tidlig erodert, slik at de første vintersonene som dannes forsvinner. Lengden av første synlige vinterson hos de 13 levende muslingene varierte fra 8,2 til 25,7 mm. Basert på vekstkurver fra Ognå i Rogaland (Larsen mfl. 2012) og observert veksthastighet ble det lagt til mellom to og fire år til det antall år som ble observert på skallet. Resultatet er antatt å ligge innenfor en usikkerhet på ± 1 år. Årlig tilvekst fra muslingene var 5 år til de ble 11 år var 5-10 mm (**figur 4.3**). Den årlige tilveksten avtok fra niårsalder. Minste musling påvist i Lerangsbekken var 41,5 mm og anslagsvis åtte (minimum syv) år gammel. Gjennomsnittlig lengde ved femårsalder var 22 mm (**figur 4.3**). Ved henholdsvis 10- og 15-årsalder var de 55 og 75 mm lange i gjennomsnitt. Basert på disse sammenhengene mellom



Figur 4.3. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemt elvemusling i Lerangsbekken fram til 16-årsalder. Figuren viser gjennomsnittlig, maksimum og minimum lengde for hver alder, i tillegg til estimert vekstkurve. Lengder ved ett- og toårsalder er hentet fra data fra Ogna i Rogaland (Larsen mfl. 2012).

alder og lengde, ble det beregnet at henholdsvis 0, 0,9 og 1,3 % av muslingene i bekken var yngre enn 5, 10 og 15 år gamle.

Tomme skall og dødelighet i bekken

Det ble påvist 122 skall av elvemusling til sammen, i forbindelse med søkene i Lerangsbekken i 2018 og 2019. Det ble funnet skall på 6 av de 15 stasjonene som ble undersøkt. Tetthetene av skall var høyest der tetthetene av levende musling var høy. I hele undersøkelsesområdet (stasjon 1-15) varierte tetthetene av skall mellom 0 og 2,03 individ pr. minutt søketid (**figur 4.1**), med et gjennomsnitt på 0,34 individ pr. minutt (**vedlegg 7.1 tabell 1**). På strekningen fra Lerangsvatnet til Brekketjørna (stasjon 3-12) varierte tetthetene av skall mellom 0 og 2,03 individ pr. minutt søketid (**figur 4.1**), med et gjennomsnitt på 0,56 individ pr. minutt (**vedlegg 7.1 tabell 1**). Antallet skall utgjorde 5,4 % av antallet levende muslinger.

De 15 skallene som ble valgt ut for nærmere evaluering varierte i skallengde fra 93 til 125 mm. Tre av muslingene døde for to år siden eller mindre, En av disse muslingene var nydød (fremdeles bløtdeler i skallet) og skallet var knust. Ti av muslingene ble passert i kategori 3 eller 4. Det vil si at muslingene døde for to til fem år siden. To av muslingene døde for seks år siden eller mer. Flere titalls muslinger ble også raskt evaluert, og inntrykket av tilstanden skilte seg ikke fra muslingene som ble grundigere evaluert. Se **vedlegg 7.2**, for detaljer om hvordan skall evalueres med henblikk på når muslingene døde.

Bestandsstatus

Evalueringen av levedyktigheten til elvemuslingbestanden i Lerangsbekken førte til at bestanden ble gitt 11 poeng. Det resulterte i at bestanden ble satt til «sårbar; sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres». Bestanden ble gitt en naturindeksverdi på 0,6, som resulterte

i kategoriseringen «ikke livskraftig». Den økologiske tilstanden i Lerangsbekken ble fastsatt til «moderat» basert på elvemusling som en terskelindikator, og muslingbestand ble kategorisert som «ikke livskraftig». Se **vedlegg 7.3**, for detaljer om hvordan levedyktighet, naturindeksverdi og økologisk tilstand blir fastsatt.

Evaluering av årsaker til status for elvemusling i Lerangsbekken

Vannkjemi

Vannkjemidataene fra Lerangsbekken (**tabell 4.1**) gir viktig informasjon om bekkens økologiske tilstand. Basert på kalsiumverdiene klassifiseres bekkens som «kalkfattig», og basert på totalt organisk karbon klassifiseres bekkens som «humøs». Basert på høyden over havet klassifiseres bekkens til å ligge i klimaregionen «lavland» (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Gitt en slik klassifisering, tilsier verdiene for pH «god» tilstand. Denne klassifiseringen ble gjennomført basert på verdier fra vassdrag uten anadrom fisk, siden klassemål for pH bare er kjent for slike vassdrag. Siden Lerangsbekken er et anadromt vassdrag opp til Fossbakken, er det derfor noe usikkerhet rundt klassifiseringen. Verdiene for totalt fosfor tilsier «svært god» tilstand. Til sammen tilsier verdiene av pH og totalt fosfor «god» tilstand i bekkens.

Redokspotensial

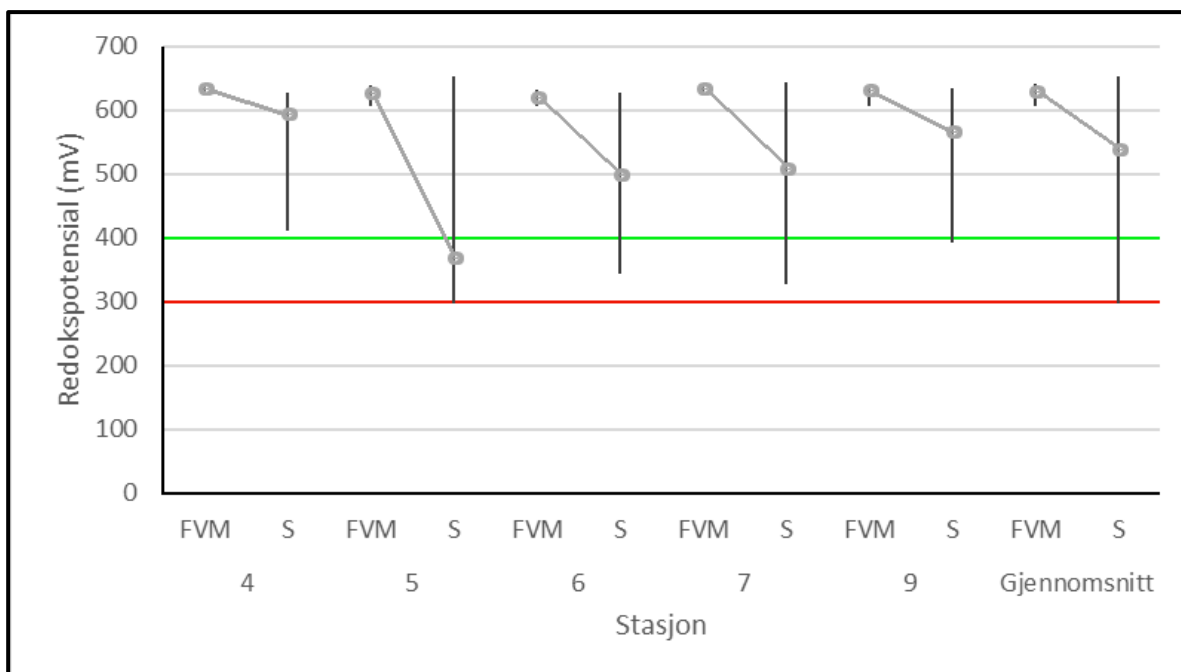
For Lerangsbekken i sin helhet (stasjon 4-9) var mediant redokspotensial i substratet 537 mV, reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var 14,5 %, og andelen substrat som var godt habitat for juvenil elvemusling (redokspotensial >400 mV) var 76 %. For flere detaljer rundt redokspotensialet ved de forskjellige stasjonene, se **figur 4.4** og **tabell 4.2**.

Genetiske analyser

Blant undersøkt elvemusling fra Lerangsbekken ble 53 av 57 individer suksessfullt genotypet ved alle seks markører som ble brukt for tilordningen til laksemusling og ørretmusling, mens fire individer ble suksessfullt genotypet for fem av seks markører. Elvemusling fra Lerangsbekken

Tabell 4.1. Vannkjemidata fra Lerangsbekken. Prøvene ble tatt 10.06.2018, 26.09.2019, 02.11.2020, 17.11.2020 og 01.12.2020 fra stasjon 4. Parameterne som ble undersøkt er turbiditet (Turb), fargetall (Farge), ledningsevne (Kond-25), pH, kalsium (Ca), jern (Fe), sink (Zn), totalt organisk karbon (TOC), nitrat (NO₃) og totalt fosfor (Tot-P.).

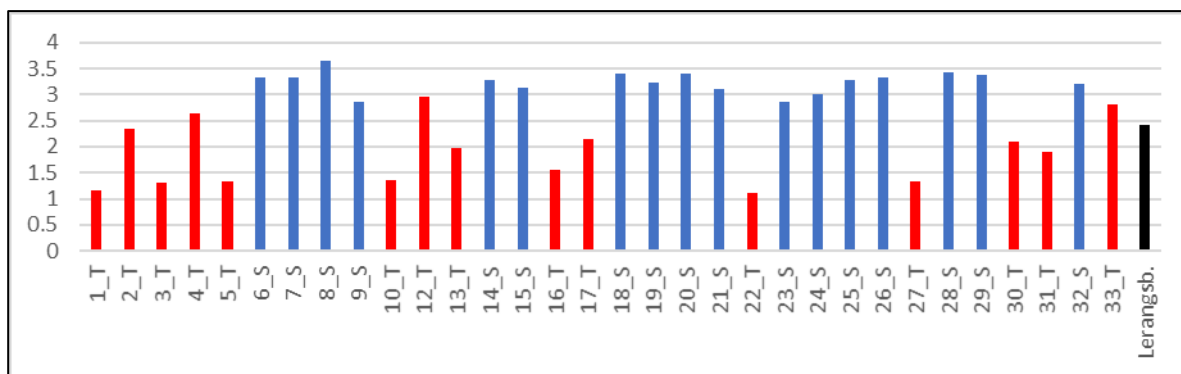
Parameter	Turb FNU	Farge mgPt/l	Kond-25 mS/cm	pH	Ca mg/l	Fe µg/l	Zn µg/l	TOC mg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l
10.06.2018	0,4	35	5,7	6,7	2,2	127	1,7	5,1	54	3,4
26.09.2019	0,5	50	4,9	6,6	2,1	96	3,1	5,7	69	2,9
02.11.2020	1,4	100	3,8	5,9	1,7	250	3,2	9,8	53	9,2
17.11.2020	1,5	160	3,4	5,4	1,0	340	2,4	14,0	<5	11,0
01.12.2020	0,5	53	4,7	6,0	1,4	220	<2,0	5,3	23	6,5
Gjennomsnitt	0,9	80	4,5	6,1	1,7	207	<2,5	8,0	<41	6,6



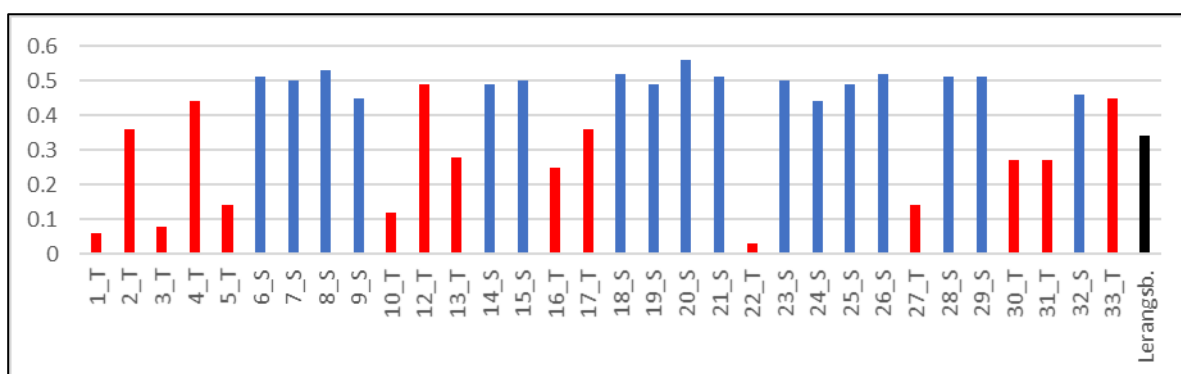
Figur 4.4. Redokspotensial i Lerangsbekken i 2019. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Strekene som sammenbinder to punkter viser forskjellen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet ved stasjonene.

Tabell 4.2. Redokspotensial i Lerangsbekken i 2019. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De to øverste radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for henholdsvis de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nederste 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. Prosentandel redokspotensial under 400 mV i de frie vannmassene var null for alle stasjoner og er ikke tatt med i tabellen.

Parameter	Medium	Stasjon					Gjennomsnitt
		4	5	6	7	9	
Gjennomsnittlig redokspotensial (min-max) (mV)	FVM	632 (623-641)	625 (606-639)	619 (607-632)	632 (623-639)	629 (607-637)	628 (606-641)
	Substrat	592 (412-628)	367 (298-652)	498 (344-628)	507 (328-643)	565 (393-635)	537 (298-652)
% reduksjon	NA	6,3	41,3	19,6	19,8	10,2	15,5
% >400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	100	40,0	73,3	73,3	93,7	76,0
% 300-400 mV	Substrat	0	53,3	26,7	26,7	6,7	22,7
% <300 mV	Substrat	0	6,7	0	0	0	1,3



Figur 4.5. Gjennomsnittlig allelrikdom estimert fra seks mikrosatellittmarkører i 17 referansebestander av laksemusling (blå) og 15 referansebestander av ørretmusling (rød). Den svarte stolpen viser gjennomsnittlig allelrikdom i Lerangsbekken. For identiteten til referansebestandene, se vedlegg 7.4 tabell 1.

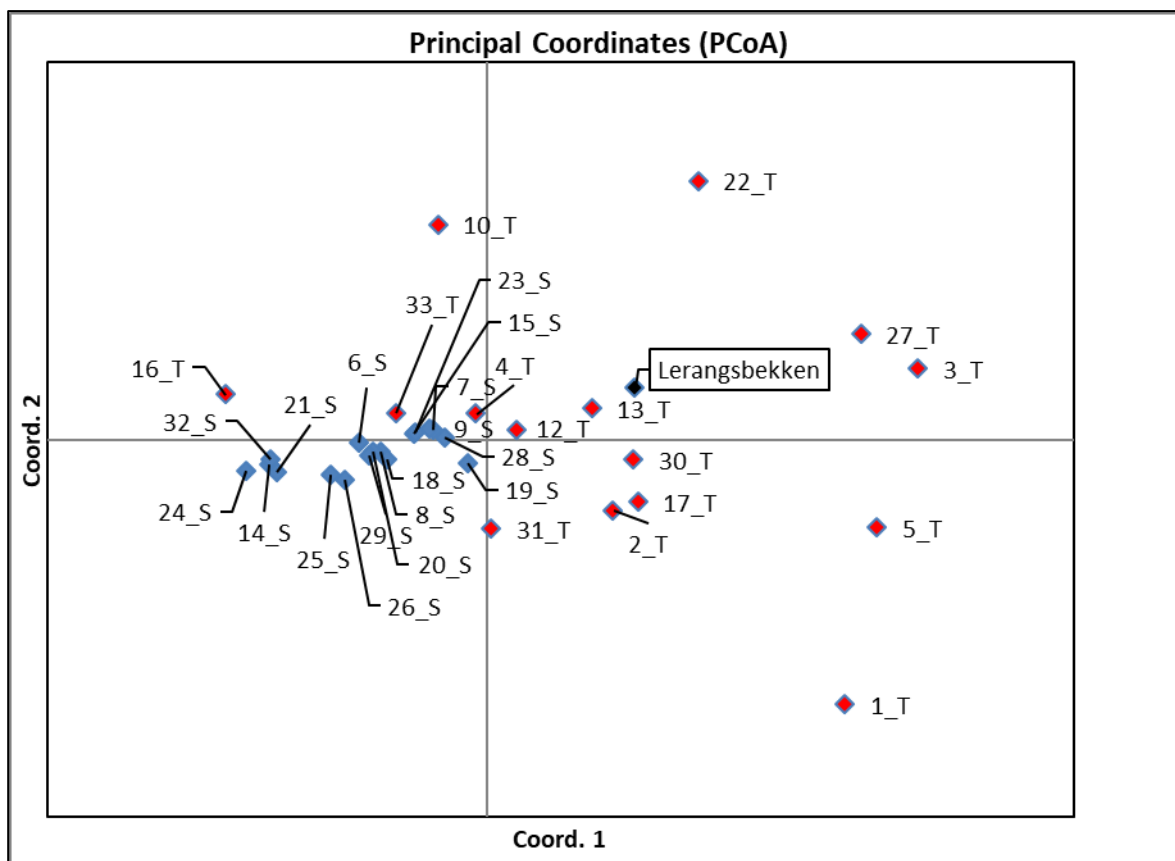


Figur 4.6. Gjennomsnittlig forventet heterozygositet estimert fra seks mikrosatellittmarkører i 17 referansebestander av laksemusling (blå) og 15 referansebestander av ørretmusling (rød). Den svarte stolpen viser gjennomsnittlig forventet heterozygositet i Lerangsbekken. For identiteten til referansebestandene, se vedlegg 7.4 tabell 1.

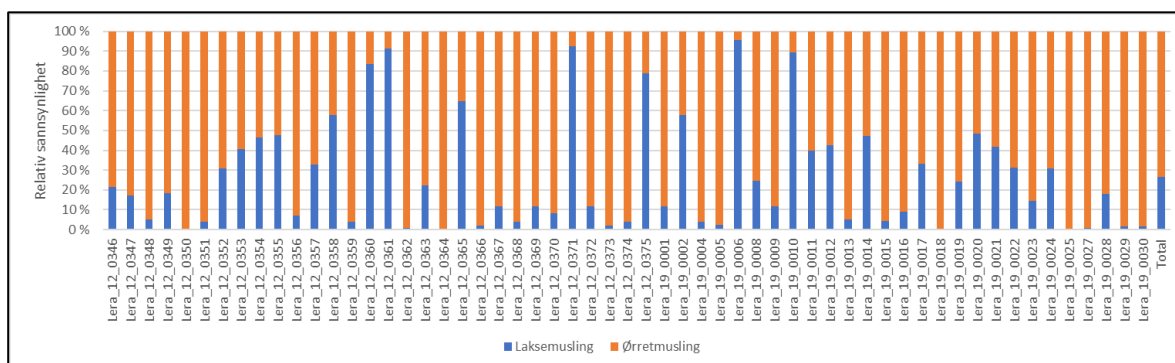
hadde en moderat genetisk variasjon som er vanlig blant ørretmuslingbestander, mens laksemuslingbestander har høyere genetisk variasjon. Gjennomsnittlig allelrikdom og gjennomsnittlig forventet heterozygositet var i øvre delen av variasjonen blant referansebestandene av ørretmusling, men lavere enn alle de 17 referansebestandene av laksemusling (**figur 4.5 & 4.6**).

Genetisk differensiering (F_{ST}) mellom Lerangsbekken og referansebestandene ble benyttet for å undersøke genetisk likhet av bestanden i Lerangsbekken med laksemusling og ørretmusling. Genetisk differensiering er visualisert i **figur 4.7**. Figuren viser at de 17 laksemuslingbestandene danner en egen og tett gruppe, og at de fleste ørretmuslingbestandene ligger klart utenfor denne gruppen. Bestanden fra Lerangsbekken ble tydelig plassert utenfor laksemuslingbestandene og blant flere ørretmuslingbestander.

Individuell genetisk tilordning av muslingene fra Lerangsbekken til referansebestandene av ørretmusling og laksemusling, viste at de fleste individer (48 ut av 57) hadde høyest relativ sannsynlighet (>50%) for tilordning til ørretmuslingbestander. De resterende ni individene (16%) ble med høyest relativ sannsynlighet tilordnet laksemuslingbestander (**figur 4.8**). Den gjennomsnittlige relative sannsynlighet for tilordning til referansebestander av ørretmusling for alle individer var 73% (**figur 4.8**). Usikkerheten i genetisk tilordning av enkeltindivider må antas som relativt høy sammenliknet med analysen av genetisk distanse av hele bestanden (**figur 4.7**). Tilordning av ni individer til laksemusling skyldes mest sannsynlig usikkerhet i metoden.



Figur 4.7. Prinsipalkomponentanalyse (PCA) basert på F_{ST} (genetisk differensiering) mellom 17 referansebestander av laksemusling (blå), 15 referansebestander av ørretmusling (rød) og bestanden i Lerangsbecken (svart). For identiteten til referansebestandene, se **vedlegg 7.4 tabell 1**. Figuren er laget i GenAlEx 6.5 (Peakall & Smouse 2012).



Figur 4.8. Individuell genetisk tilordning av 57 elvemusling fra Lerangsbecken til 17 referansebestander av laksemusling og 15 referansebestander av ørretmusling. Figuren viser den samlede relative sannsynligheten for tilordning til bestander av laksemusling (blå) og ørretmusling (rød). Total (søylen helt til høyre) viser den gjennomsnittlige relative sannsynlighet for alle individer.

Tetthet av laks- og ørretunger

Det ble ikke fanget laksyngel, og det ble bare fanget én eldre laksunge, på stasjon 3, i Lerangsbecken. Dette gav en gjennomsnittlig tetthet på 1,0 eldre laksunge pr. 100 m² (se **vedlegg 7.5 tabell 1**). Lengden på den eldre laksungen var 106 mm.

Totalt ble det fanget tre ørretyngel og tre eldre ørretunger i Lerangsbekken. Den beregnede gjennomsnittstettheten av ørretyngel og eldre ørretunger var henholdsvis 1,9 og 2,2 individ pr. 100 m² (se **vedlegg 7.5 tabell 1**, for data for de forskjellige stasjonene). Lengden på ørretyngelen og de eldre ørretungene varierte mellom henholdsvis 54-67 mm og 97-134 mm.

I tillegg til laks og ørret, ble det fanget ål i Lerangsbekken.

Infestering av muslinglarver på gjellene til laks- og ørretunger

To av tre ørretyngel og én av tre eldre ørretunger var infestert med muslinglarver i Lerangsbekken i 2020. Dette tilsvarer en prevalens på henholdsvis 66,7 og 33,3 %. De to ørretynglene var infestert med 3 og 457 muslinglarver, mens den eldre ørretungen var infestert med 92 muslinglarver. Gjennomsnittlig lengde av et utvalgt av muslinglarvene var 0,30 mm (SD = ±0,03, N = 17). Dette viser at larvene har vokst svært godt på fisken, da de bare er ca. 0,05 mm når de fester seg på fisken i august. Når de slipper seg fra gjellene om våren, året etter, er de ca. 0,45 mm (oppsummert i Larsen 1997).

4.2 Leirangsbekken

Det ble ikke funnet levende elvemusling eller skall av elvemusling i Leirangsbekken. Se **vedlegg 7.6 tabell 1** for mer info om undersøkte stasjoner og søketid på disse stasjonene.

5 Oppsummering og diskusjon

5.1 Lerangsbekken

Evaluering av status for elvemusling i Lerangsbekken

Undersøkelsene i 2018 og 2019 viser at det finnes elvemusling mellom Erlandsdalsvatnet og Lerangsvatnet i Lerangsbekken. Det ble ikke funnet elvemusling nedenfor Lerangsvatnet eller i sidebekkene som kommer inn i vassdraget i Brekketjørna. Funn av musling ovenfor Fossbakken (nedstrøms Brekketjørna og nedstrøms Erlandsdalsvatnet) øker det kjente utbredelsesområdet sammenlignet med undersøkelsene som ble gjennomført i 1995 (Ledje 1996). Utbredelsesområdet er på 1,7 km, innsjøene ekskludert.

Den gjennomsnittlige tettheten av elvemusling var 6,38 individ pr. minutt søketid innenfor hele det undersøkte området i Lerangsbekken og 10,60 individ pr. minutt innenfor hovedutbredelsesområdet (mellom Brekketjørna og Lerangsvatnet, stasjon 3-12). Dette tilsvarer tettheter på henholdsvis 2,55 og 4,24 individer pr. m² (omregning etter Larsen 2017a). Tetthetene var høyest ved stasjon 9 og 10 (henholdsvis 36,52 og 31,83 individ pr. minutt, som tilsvarer henholdsvis 14,61 og 12,73 individer pr. m²). Gjennomsnittstettheten for vassdraget ligger høyere enn det man har observert ved de fleste elvemuslinglokalitetene i Norge (Larsen & Magerøy 2019b). Det lar seg ikke gjøre å sammenligne tetthetene observert i 2018 og 2019 med undersøkelsene gjennomført i 1995, da disse ikke var kvantitative (Ledje 1996).

Det ble ikke funnet elvemusling under 20 mm i lengde, og det ble bare funnet en musling under 50 mm i Lerangsbekken (41,5 mm), i tillegg til at det ble funnet en 50 mm lang musling. Over 90 % av muslingene var over 90 mm lange. Vekstkurven fra bekken tyder på at den minste muslingen var åtte år gammel og at bare 0,9 % av muslingene var mindre enn 10 år gamle. I motsetning til undersøkelsene i 1995, ble det funnet rekruttering i bekken, men undersøkelsene som ble gjennomført av Ledje (1996) var ikke egnet for å evaluere rekruttering siden de ikke inkluderte gravestudier. Likevel vil man forvente å finne muslinger mellom 50 og 70 mm med den metodikken som ble brukt i 1995, hvis rekrutteringen i et vassdrag er god (Larsen 2017a, Larsen & Magerøy 2019a). Mangelen på muslinger mindre enn 75 mm i 1995 tyder på at rekrutteringen var lav eller fraværende. Sammen med funnene fra 2019 tyder dette på at rekrutteringen har vært veldig svak i bekken over en lengre periode og for lav til å opprettholde bestanden over tid (Young mfl. 2001).

Den gjennomsnittlige tettheten av tomme skall var 0,34 individ pr. minutt innenfor hele det undersøkte området i Lerangsbekken og 0,56 individ pr. minutt innenfor hovedutbredelsesområdet. Antallet tomme skall utgjør 5,4 % av antall levende muslinger som ble funnet. Alle de tomme skallene var over 90 mm lange og de aller fleste muslingene hadde dødd for mer enn to år siden (basert på metodikk beskrevet av Larsen & Karlsson 2016, se også Larsen 2017a). Prosentandelen av tomme skall er noe høyere enn det man har funnet i mange av vassdragene i det nasjonale overvåkingsprogrammet (Larsen 2017a, Larsen & Magerøy 2019b), og dette tyder på at det har vært en viss overdødelighet i Lerangsbekken i de seneste årene. Dette kan stemme med at bestanden har en høy gjennomsnittsalder og lite rekruttering. Dermed vil eldre individer dø ut, uten at de erstattes av nyrekrutterte individer, og prosentandelen tomme skall vil bli høyere enn i en levedyktig bestand.

Det finnes forskjellige måter å evaluere statusen til en elvemuslingbestand på. I det norske overvåkingsprogrammet har man brukt en modell for evaluering av levedyktighet, og basert på denne modellen blir bestanden i Lerangsbekken kategorisert som «sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres». Basert på naturindeksverdi og klassifisering av økologisk tilstand blir bestanden kategorisert som «ikke livskraftig» i begge tilfeller. Disse delvis motstridende kategoriseringene er forårsaket av at metodene vektlegger evalueringsparameterne forskjellig (Larsen 2017a). Modellen for levedyktighet vektlegger bestandsstørrelse, tetthet og utbredelse i

tillegg til parametere for rekruttering i bestanden, mens naturindeks og klassifisering av økologisk tilstand er basert på parametere for rekruttering og (i mindre grad) bestandsstørrelse. Den viktigste forskjellen er at naturindeks og klassifisering av økologisk tilstand vektlegger rekruttering sterkere enn levedyktighetsmodellen. Gitt at rekrutteringsnivået er det viktigste grunnlaget for å evaluere statusen til en elvemuslingbestand (Larsen 2017a), så gir naturindeks og klassifisering av økologisk tilstand en bedre evaluering av statusen til bestanden i Lerangsbekken. Bestanden av elvemusling i bekken er relativt stor, og tetthetene er høye innenfor deler av utbredelsesområdet. Likevel vil bestanden reduseres kraftig over tid, hvis rekrutteringsnivået fortsetter å være så lavt som det har vært i de senere år.

Evaluering av årsaker til status for elvemusling i Lerangsbekken

Vannkjemidataene fra 2018 til 2020 tilsier «god» tilstand i Lerangsbekken, basert på klassifisering av økologisk tilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018), men elvemuslingen er en sensitiv art og «god» eller til og med «svært god» tilstand i vassdrag er ikke nødvendigvis godt nok til å opprettholde rekrutteringen hos arten. Vannkvaliteten i 2020 skiller seg ut i negativ forstand i forhold til tidligere år. Verdiene for turbiditet, fargetall, totalt organisk karbon og jern var, til dels, betydelig høyere enn i 2018 og 2019. Samtidig var verdiene for pH og kalsium markant lavere. I 2020 lå verdiene for de to siste variablene under det som er observert i vassdrag med god rekruttering av elvemusling i Norge (Larsen 2017a) og resten av Skandinavia (Degerman mfl. 2009). Verdiene for turbiditet, fargetall og totalt organisk karbon lå over det som er observert i vassdrag med god rekruttering. Verdiene av totalt fosfor lå over det som er observert i Norge og i øvre grenseland for det som er observert i resten av Skandinavia. Nitratverdiene var svært lave. Vannkjemidataene fra 2020 er spesielle og tyder på at bekken har problemer med lav pH og lavt kalsiuminnhold, i tillegg til forhøyet partikkeltilførsel. Dette er ikke i overensstemmelse med de tidligere vannkjemidataene fra vassdraget (Enge & Lura 2003, Enge 2011; 2013, Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.), der det ikke har vært tegn på forsuring eller forhøyet partikkeltilførsel etter tusenårsskiftet.

Vi skal foreløpig være forsiktige med å konkludere om vannkvaliteten i Lerangsbekken, siden antallet prøver, både tidligere (Enge & Lura 2003, Enge 2011; 2013, Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.) og i 2018-2020, er relativt beskjedent. Det er mulig at det har blitt gravd i deler av nedbørfeltet, og at dette har ført til avrenning fra surt jordsmonn. Dette ville kunne forklare endringene i pH og kalsium, og endringene i turbiditet, fargetall, totalt organisk karbon og jern, men Strand kommune har ikke kjennskap til slik aktivitet i nedbørfeltet (Trond Leirflåt pers. med.). En alternativ forklaring er at de tidligere målingene ble tatt om sommeren, mens prøvene i 2020 ble tatt om høsten. Høyere vannføring om høsten ville kunne forklare høyere avrenning fra jordsmonnet i nedbørfeltet, selv uten at det har blitt forstyrret. En slik tolkning av resultatene støttes av at det var høy vannføring ved de to prøvetakingsdatoene i november (Trond Leirflåt pers. med.), da de mest ekstreme verdiene ble målt, mens det var relativt lav vannføring når prøvene i 2018 og 2019 ble tatt (Jon H. Magerøy pers. obs.). Hvis de verdiene som ble målt om høsten 2020 er typiske for vassdraget i perioder med høy avrenning, tyder det på større problemer med forsuring og, til dels, avrenning av partikler i nedbørfeltet.

Det gjennomsnittlige redokspotensialet i substratet i Lerangsbekken i 2019 lå på 537 mV, reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var 15,5 %, og andel substrat av god habitatkvalitet for elvemusling (substrat med et redokspotensial på ≥ 400 mV) var 76,0 %. Dette tilsier god habitatkvalitet for juvenil elvemusling i bekken (Geist & Auerswald 2007, Killeen 2011, Larsen 2012). Den eneste stasjonen som ikke hadde god habitatkvalitet for juvenil elvemusling var stasjon 5. Ved denne stasjonen var det gjennomsnittlige redokspotensialet i substratet 367 mV, reduksjonen i redokspotensial 41,3 % og 40,0 % av substratet var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling. Dette tilsier moderat habitatkvalitet ved stasjonen. Grunnen til at denne stasjonen hadde dårligere habitatkvalitet enn de andre stasjonene, kan være at den ligger nederst i et stilleflytende parti i bekken, som derfor inneholder mer finsedimenter enn de andre stasjonene.

Redokspotensialet bør helst undersøkes på det varmeste tidspunktet i løpet av året og ved lav vannføring, fordi det da er forventet å være lavest på grunn av lavere oksygeninnhold i vannmassene, høyt oksygenforbruk blant akvatiske organismer og høyere sedimenttilførsel til substratet (Geist & Auerswald 2007). I Lerangsbekken ble redoksmålingene gjennomført i slutten av september, og man må derfor forvente at temperaturen i bekken var lavere (12,4 °C i gjennomsnitt, våre målinger) enn den forventede maksimumstemperaturen i bekken (i overkant av 20 °C). I tillegg viser vannføringsdata fra den nærmeste av NVEs målestasjoner i området (Liarvatn i Jørpelandsvassdraget, SILDRE 2019) at det var betraktelig høyere vannføring i perioden før redoksmålingene ble gjennomført enn i den tørreste perioden på sommeren 2019. Dermed er det sannsynlig at redokspotensialet ville vært lavere om målingene hadde blitt gjennomført i denne tørkeperioden. Redoksmålinger i andre vassdrag i Norge viser at redokspotensialet kan variere med ca. 10-150 mV mellom forskjellige måletidspunkt (Magerøy & Larsen 2019, Magerøy 2020; und. arb.), så det er vanskelig å bedømme hvor store forskjellene vil være mellom forskjellige tidspunkt i Lerangsbekken. Med en reduksjon på 100 mV vil habitatkvaliteten for juvenil elvemusling i Lerangsbekken likevel være god.

De genetiske analysene av elvemusling fra Lerangsbekken viser med stor sannsynlighet at ørret er vert for muslingen i bekken. Dette bekrefter funnene fra de tidligere genetiske analysene som også tyder på at ørret er vertsfisken (Karlsson & Larsen 2013). Våre analyser gir likevel et bedre grunnlag for å evaluere vertsbruken, da de inkluderer omtrent dobbelt så mange muslinger som de tidligere analysene samt at de tidligere analysene hadde feil i genotypingen av en mikrosatellitt. De genetiske funnene bekrefter også funn fra ungfiskundersøkelser i bekken i 1996, 2012 (Jon H. Magerøy upub. mat., Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.) og våre undersøkelser. Fangsten av laks har vært minimal (én i våre undersøkelser), men infesteringsgraden og veksten av muslinglarver på gjellene til ørret tyder på at den er foretrukket vertsfisk.

Den gjennomsnittlige tettheten av ørretyngel og eldre ørretunger var henholdsvis 1,9 og 2,2 individ pr. 100 m² i Lerangsbekken. Den maksimale tettheten ved stasjonene var henholdsvis 4,0 og 2,9 individ pr. 100 m². I 2020 ble det også undersøkt tetthet av ørret ved én stasjon helt nederst mot Lerangsvatnet (rett nedenfor vår nederste fisketetthetsstasjon) i forbindelse med habitatkartlegging for ørret i bekken (Espedal & Postler und. arb.). Der ble det funnet en høyere tetthet av ørretunger (8 ørretyngel og 14 eldre ørretunger pr. 100 m²). Bildet er likevel at tettheten av ørretunger er lav i store deler av bekken. Det er foreslått at tettheter på 5 0+ eller 10-20 fisk av alle aldre pr. 100 m² er nødvendig for å opprettholde elvemuslingbestander (Ziuganov mfl. 1994, Arvidsson mfl. 2006; 2012, Österling 2006, Söderberg mfl. 2008, Degerman mfl. 2013). I tillegg er det vist en positiv sammenheng mellom produksjonen av juvenile muslinger på fisken (pr. m² elvebunn eller totalt for en lokalitet) og tettheten av juvenile muslinger, der den første variabelen er avhengig av tetthetene av voksne muslinger og vertsfisk (Hastie & Young 2003, Österling mfl. 2008). I 1991 var tettheten av ungfisk av ørret høy nok til å opprettholde elvemuslingbestanden (Persson & Enge 1992), mens våre undersøkelser tyder på at dette ikke er tilfellet i dag. Man skal likevel ha i tankene at tettheten av ungfisk av laksefisk kan variere mye mellom år (f.eks. Miljødirektoratet 2019). Flere studier har vist at det er store forskjeller i hvor egnet forskjellige stammer av ørret er for forskjellige elvemuslingbestander (Taeubert mfl. 2010, Jung mfl. 2013, Österling & Larsen 2013, Österling & Wengström 2015, Salonen 2016). Det er også vist at sjøørret er mer egnet for elvemusling enn brunørretstammer, lenger opp i vassdrag, både i Sverige (Österling & Söderberg 2015) og Norge (Wacker mfl. 2019). Dataene fra 1991 viser at det var god oppgang av anadrom fisk i Lerangsbekken (Persson & Enge 1992), og det er sannsynlig at elvemuslingbestanden nedenfor Fossbakken er tilpasset sjøørret som vert. Dermed er det sannsynlig at rekrutteringen av elvemusling i bekken kan være begrenset av tilgangen på egnet ungfisk i høyt nok antall.

Tiltak for å forbedre status for elvemusling i Lerangsbekken

Forsuring kan være et problem for elvemuslingen i Lerangsbekken, basert på verdiene for pH og kalsium som ble målt høsten 2020. Grunnlaget er likevel noe tynt, da alle andre målinger

(våre og andres (Enge & Lura 2003, Enge 2011; 2013, Bjørn Mejdell Larsen upub. mat.)) har vist tilfredsstillende verdier for disse to variablene. Lavere verdier for pH og kalsium kan, som nevnt, være et resultat av graving eller liknende i nedbørfeltet, selv om slik aktivitet ikke er kjent for Strand kommune (Trond Leirflåt pers med.). Da vil man forvente at endringene i vannkjemi er forbigående. De lavere verdiene kan, som nevnt, alternativt være et resultat av at de tidligere prøvene ble tatt om sommeren, mens prøvene i 2020 ble tatt om høsten. Dette kan tyde på at høyere vannføring om høsten fører til økt avrenning fra surt jordsmonn og at forsuring er et større problem i vassdraget enn tidligere antatt. Dermed er det viktig at vannkvaliteten i bekken undersøkes nærmere, med jevnlig målinger gjennom en lengre periode (månedlig i minst et år). Hvis disse bekrefter at forsuring er et vedvarende problem i bekken, bør det vurderes å gjennomføre kalking av vassdraget. Siden store deler av vannføringen i nedre del av bekken kommer fra Gåsavatnet, vil innsjøkalking av dette vannet sannsynligvis være den mest effektive måten å øke verdiene av pH og kalsium i hovedutbredelsesområdet for elvemuslingen i bekken. Dette vil ikke forbedre forholdene for de få muslingene som ble funnet mellom Gåsavatnet og Erlandsdalsvatnet, så kalking i begge vannene kan være aktuelt. Det er også mulig at kalking vil kunne ha en positiv effekt på produksjonen av ørret/tyngel i vassdraget.

Redokspotensialet tyder ikke på at eutrofiering og/eller partikkeltilførsel er et problem for elvemusling i Lerangsbekken, selv om vannkjemidataene fra 2020 viser høy turbiditet og noe høyt innhold av fosfor. I en evaluering av denne problematikken er likevel redokspotensialet mer relevant for å beskrive habitatkvaliteten for juvenil musling enn vannkjemidataene. Det er likevel noe usikkerhet rundt redoksmålingene i bekken, da de ikke ble gjennomført på det mest egnede tidspunktet for slike målinger (Geist & Auerswald 2007). Dermed er det ønskelig å gjennomføre en ny runde redoksmålinger og ytterligere vannkemiske målinger i bekken. Siden nedbørfeltet er lite preget av landbruk og bebyggelse, er hogst den aktiviteten som har størst potensial til å tilføre næringsstoffer og partikler til bekken. Hogst er kjent for å ha en negativ påvirkning på elvemusling (Söderberg mfl. 2008, Österling & Högberg 2014), og det er angitt at hogst kan være (en del av) årsaken til negativ utvikling hos norske elvemuslingbestander (Larsen 2007; 2008, Magerøy 2018b). Dermed er det svært viktig at det ved hogst i nedbørfelt beholdes gode bufferzoner ned mot elvemuslingvassdrag, som foreslått i handlingsplanen for elvemusling og påkrevd av skogbruksloven (Larsen 2018). Likevel kan det være aktuelt å bevare større bufferzoner langs Lerangsbekken enn det som er påkrevd. Dette kan gjennomføres ved å innføre incentivordninger for grunneiere, som utprøvd for landbruksarealer i Hordaland (Kålås mfl. 2016).

Undersøkelsene av genetikk og infestingsgrad hos ungfisk viser at ørret, høyst sannsynlig, er vert for muslingen i Lerangsbekken. Tettheten av ørretunger tyder imidlertid på at mangel på egnet vertsfisk er et problem for elvemusling i bekken (Espedal & Postler und. arb., våre data). Likevel er det noe usikkerhet rundt vertstilgangen i bekken, da tettheten av ungfisk av laksefisk kan variere sterkt mellom år (f.eks. Miljødirektoratet 2019). Dermed er det ønskelig å gjennomføre nye undersøkelser av ungfisktetthet i bekken. Hvis disse undersøkelsene også viser at tettheten av ungfisk er lav, må det gjennomføres tiltak for å øke tilgangen på egnet vert i bekken (sjørret?).

Det er flere tiltak som er aktuelle for å øke tilgangen på egnet vertsfisk i Lerangsbekken. Espedal & Postler (und. arb.) påpeker at det er lite skjul og gytehabitat for laksefisk i den delen av bekken som har musling. De anbefaler utlegging av gytegrus i bekken, men utlegging av større steiner kan også være aktuelt for øke tilgangen på skjul i bekken (f.eks. Roni mfl. 2002, Smokowski mfl. 2007). Det er imidlertid viktig at slike tiltak gjennomføres i samarbeid med fagpersoner som har kompetanse på muslingen. Utlegging av gytegrus kan ha en negativ effekt, både gjennom dødelighet hvis muslingen begraves (Krueger mfl. 2007) eller ved å redusere habitatkvaliteten for muslingen i vassdraget, da gytehabitat for laksefisk og muslingehabitat i stor grad ikke har de samme egenskapene (May & Pryor 2016). Det kan likevel gjøres på en måte som både er positivt for fisk og musling (Degerman mfl. 2009). Espedal & Postler (und. arb.) anbefaler å også bygge opp en større kulp nedenfor fossen nederst i bekken, for å bedre muligheten for laksefisk å ta seg forbi denne. Et alternativ er å bygge en fisketrapp. Tiltaket bør spesifikt tilpasses sjørret hvis mulig, siden økt oppgangen av laks i bekken kan føre til økt konkurranse for ungfisk av ørret.

i bekken. I tillegg utgjør demningen ved utløpet av Lerangsvatnet et vandringshinder hvis demningsluken er lukket (Jon H. Magerøy pers. obs.). Dermed bør denne holdes åpen de delene av året det er oppgang av sjøørrett i bekken. Det fiskes også med garn i vannet (Olav Lerang pers. med.), og dette bør unngås i perioden når sjøørreten går opp. Økt oppgang av sjøørret vil også sannsynligvis føre til økt tilgang på ungfisk av ørret i bekken, siden sjøørret produserer høyere antall yngel enn brunørret (Klemetsen mfl. 2003). I tillegg vil denne ungfisken sannsynligvis være bedre egnet for muslingen enn brunørret, som vist for andre elvemuslingbestander (Österling & Söderberg 2015, Wacker mfl. 2019). Österling & Söderberg (2015) foreslår at rekrutteringen blant muslingbestander som bare har tilgang på brunørret kan økes fem ganger hvis disse bestandene får tilgang til sjøørret. Effekten i Lerangsbekken vil ikke være så stor, da det allerede går noe sjøørret opp i bekken (Persson & Enge 1992, Jon H. Magerøy pers. obs., Olav Lerang pers. med.). Uansett er det sannsynlig at økt oppgang av sjøørret vil kunne forbedre rekrutteringen i Lerangsbekken.

Kultivering av elvemusling fra Lerangsbekken og tilbakeføring av kultivert juvenil musling til bekken har blitt prøvd ut som et tiltak for å forbedre statusen til elvemuslingbestanden i bekken (Jakobsen mfl. 2013; 2017, Magerøy mfl. 2019). Tiltaket førte bare til produksjon og utsetting av et fåtall juvenile muslinger, og dermed kunne det være aktuelt å gjennomføre nye runder med kultivering og utsetting i bekken. En del av årsaken til at det var ønskelig å gjennomføre nye undersøkelser av statusen til elvemuslingen i bekken, var at grunnen til å ta bestanden inn i kultiveringsprogrammet var den manglende rekrutteringen som ble beskrevet av Ledje (1996). Siden disse undersøkelsene imidlertid ikke var spesielt egnet til å evaluere rekrutteringen i bekken, på grunn av mangelen på gravestudier, og siden de var utdaterte, var det nødvendig å gjennomføre nye undersøkelser av statusen til bestanden i bekken. Funnet av en relativt stor bestand med svak rekruttering i Lerangsbekken gjør det mindre aktuelt å gjennomføre ny kultivering av musling fra bekken, da bestanden ikke står i fare for å dø ut med det første. I stedet bør det heller satses på andre tiltak for å øke den naturlige rekrutteringen i bekken.

Et alternativt tiltak til kultivering, som vil kunne ha en liknende effekt, er infestering av ørret med muslinglarver fra elvemusling fra Lerangsbekken. I flere vassdrag er det forsøkt å samle inn ørret fra vassdraget og infestere dem i kar med gravid musling. Disse forsøkene har enten ikke blitt evaluert eller så tyder evalueringene på manglende suksess (Sandaas 2015a; 2015b, Sandaas & Enerud 2016a; 2016b; 2017; 2019). I Hammerbekken i Trondheim ble, derimot, settefisk infestert i kar, på samme måte. Dette tillot at tallene på infestert fisk ble mye høyere enn i de andre forsøkene. Til sammen ble det satt ut 3655 infestert ørret fra 2008 til 2010, og det ble estimert at 90.000 juvenile muslinger slapp seg av fisken. Undersøkelser i 2015 og 2020 viste at tiltaket har ført til rekruttering i bekken, og i 2020 ble det funnet 41 yngre muslinger, men totalantallet vil være større siden bare begrensede områder i bekken ble undersøkt (Larsen 2020). Slike utsetninger vil også kunne øke bestanden av ørret i bekken. Siden tilgang på vertsfisk ser ut til å være én av årsakene til den manglende rekrutteringen i Lerangsbekken, kan et slikt tiltak være aktuelt. Larsen (2020) påpeker at det er svært viktig at et slikt tiltak bare gjennomføres hvis miljøforholdene ellers er gode for muslingen. Siden vannkjemidataene tyder på at forurengning og, muligens, partikkeltilførsel kan være et problem for muslingen i bekken, er det viktig at dette undersøkes nøyere. Hvis det viser seg at det er problemer med miljøforholdene i bekken, bør ikke infestering og utsetting av ørret gjennomføres før tiltak har blitt gjennomført som løser de andre utfordringene i bekken.

Bestanden bør overvåkes jevnlig for å evaluere om iverksatte tiltak har en effekt eller om andre tiltak er nødvendige. I det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen 2017a) og den europeiske standarden for elvemusling (Norsk Standard 2017) anbefales det at elvemuslingbestander overvåkes hvert sjette år. Hvis en slik overvåking viser at de igangsatte tiltakene ikke har den ønskede effekten eller at bestanden reduseres kraftig og/eller rekrutteringen forsvinner helt, er det mer aktuelt å ta bestanden inn i kultiveringsprogrammet igjen.

5.2 Leirangsbekken

Det er ingen ting som tyder på at det finnes en selvrekutterende bestand av elvemusling i Leirangsbekken. Undersøkelsene i bekken i 2019 resulterte ikke i noen tegn på levende musling eller skall fra elvemusling. Bekken virker heller ikke spesielt egnet for elvemusling, da store deler av den går helt tørr i perioder (Fridtjov Thorsen Norland pers. med.). I tillegg renner nedre og midtre deler av bekken gjennom et landskap som er sterkt preget av landbruk (Jon H. Magerøy pers. obs.), selv om bekken ble klassifisert til «god» tilstand i 2017 (Værøy & Torgersen 2018). Mye av substratet i bekken er også svært fint og egner seg ikke for elvemusling (Jon H. Magerøy pers. obs.).

På tross av alle indikasjonene på at det ikke finnes en bestand av elvemusling i Leirangsbekken, ble det funnet en juvenil elvemusling nederst i bekken i 2017 (Værøy & Torgersen 2018). På grunn av at det finnes enn viss forvekslingsfare mellom juvenil elvemusling og flere forskjellige arter av ertemusling, ble Petter Torgersen, COWI, kontaktet for å få bekreftet at det med sikkerhet var elvemusling som ble funnet i bekken. Dette ble bekreftet. Den mest sannsynlige forklaringen på funnet i bekken, er nærheten til elvemuslingbestanden i Lerangsbekken. Fra munningen av Leirangsbekken er det ca. 350 m til munningen av Lerangsbekken, og fra funnstedet i Leirangsbekken til den kjente bestanden i Lerangsbekken er det bare 1,6 km. Det er kjent at juvenil laksefisk (parr og post-smolt) kan bevege seg fra ett vassdrag til et annet gjennom ferskvannslag i overflaten av fjordsystemer (Lund & Heggberget 1992, Finstad mfl. 2005). Dermed vil ungfisk av ørret, som normalt sett har de høyeste infesteringene med muslinglarver (Larsen 1997; 2017a; 2018), kunne ha blitt infestert i Lerangsbekken og tatt seg til Leirangsbekken. Alternativt kunne også voksen sjørørret som har blitt infestert i Lerangsbekken ha vandret til Leirangsbekken, selv om man vet lite om i hvilken grad anadrom laksefisk blir infestert med muslinglarver. I Leirangsbekken kunne muslinglarver ha sluppet fra fisken og etablert seg som juvenil musling. Slik transport av muslinger fra Lerangsbekken til Leirangsbekken skjer sannsynligvis jevnlig. Funnet av den juvenile muslingen i Leirangsbekken viser også at slik transport kan føre til etablering av muslinger i bekken. Sannsynligvis skjer dette bare i år med gode forhold i Leirangsbekken, og i påfølgende år med dårlige forhold vil de nyetablerte muslingene dø. Dermed har ikke transporten ført til etablering av en selvrekutterende bestand av elvemusling i Leirangsbekken.

Med bakgrunn i manglende funn av elvemusling i Leirangsbekken ser vi det ikke som nødvendig å følge opp med flere undersøkelser i vassdraget.

5.3 Felles oppsummering

Gitt at elvemuslingen har forsvunnet fra ca. én tredel av de kjente historiske lokalitetene og står i fare for å forsvinne fra ca. to tredeler av de nåværende lokalitetene i Rogaland (Larsen & Magerøy 2019a), er det svært viktig å evaluere statusen til og truslene mot de nåværende bestandene av elvemusling i fylket. En riktig forståelse av nåværende status for elvemuslingbestandene er nødvendig for å kunne forvalte dem på en god måte og gjennomføre tiltak for å forbedre statusen til bestandene, om nødvendig. Våre undersøkelser viser at det er en relativt stor og tett bestand av elvemusling i Lerangsbekken, med noe rekruttering. Dessverre er ikke rekrutteringen høy nok til å opprettholde bestanden over tid. Årsakene til dette kan være forringing og redusert tilgang på vertsfisk, men partikkeltilførsel kan også være en tilleggsårsak. Videre undersøkelser er nødvendige for å fastslå dette med sikkerhet. Avhengig av hva disse undersøkelsene viser, bør det gjennomføres tiltak for å forbedre forholdene for muslingen i bekken. Kalking av vassdraget og andre tiltak for, å øke tilgangen på vertsfisk, er aktuelle. I tillegg bør kantonene i vassdraget bevares, spesielt i forbindelse med hogst. Undersøkelsene viser samtidig at det ikke er noen selvrekutterende elvemuslingbestand i Leirangsbekken. Undersøkelsene av de to vassdragene i Strand kommune (tidligere i Forsand kommune) fra 2018 til 2020 har økt kunnskapen om elvemuslingen i Rogaland, spesielt når det gjelder hvordan bestanden i Lerangsbekken bør forvaltes for å bedre forholdene for muslingen i bekken.

6 Referanser

- Araujo, R. & Ramos, M.A. 2000. Status and conservation of the giant European freshwater pearl mussel (*Margaritifera auricularia*) (Spengler, 1793) (Bivalvia: Unionoidea). *Biological Conservation* 96: 233-239.
- Arvidsson, B.L., Hultman, J. & Österling, E.M. 2006. Öringtäthet och rekrytering hos flodpärlmussla. S. 45-48 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. 2006. Flodpärlmussla. Vad behöver vi göra för att rädda arten? Karlstad University Studies 2006-15.
- Arvidsson, B.L., Karlsson, J. & Österling, M.E. 2012. Recruitment of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera* in relation to mussel population size, mussel density and host density. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22: 526-532.
- Berg, E. 1976. Melding om fiskebiologiske granskinger i Rogaland 1975. Rogaland Skogselskap, Melding.
- Berg, E. 1977. Melding om fiskebiologiske granskinger i Rogaland 1976. Rogaland Skogselskap, Melding.
- BERGGRUNN. 2019. Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. WWF Sverige, Solna, Sverige.
- 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 Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23: 332-342.
- Denic, M. & Geist, J. 2015. Linking stream sediment deposition and aquatic habitat quality in pearl mussel streams. Implications for conservation. *River Research and Applications* 31: 943-952.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 2:2018.
- Enge, E. 2011. Forsuringsstatus for Rogaland 2007. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern avdelingen, Miljønotat 1-2011.
- Enge, E. 2013. Water chemistry and acidification recovery in Rogaland County. *Vann* 1: 78-88.
- Enge, E. & Lura, H. 2003. Forsuringsstatus i Rogaland 2002. *Ambio Rapport* 10014-1.
- Espedal, E.O. & Postler, C. und. arb. Habitatkartlegging av sjøaurebekker i Hjelmeland, Strand og Sandes Kommune. NORCE LFI Rapport.
- Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2005. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord-system. *Journal of Fish Biology* 66: 86-96.
- Garlie, S. 2010. Utvikling av mikrosatelitt multipleks PCR for genetiske studier av *Margaritifera margaritifera*. Masteroppgave, Høgskolen i Hedmark, Hamar, Norge.
- Geist, J. 2007. Untersuchungen zur Substratqualität in der Our (Luxemburg). EUProjekt LIFE05Nat/L/000116 "Restauration des populations des moules perlières en Ardennes". Upublisert Rapport.

- Geist, J. 2010. Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.). A synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia* 644: 69-88.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physiochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* 52: 2299-2316.
- Geist, J., Rottmann, O., Schröder, W. & Kühn, R. 2003. Development of microsatellite markers for the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionidea). *Molecular Ecology Notes* 3: 444-446.
- GeoNorge. 2019. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene.
- Hastie, L.C. & Young, M.R. 2003. Conservation of the freshwater pearl mussel. 2. Relationship with salmonids. *Conserving Natura 2000 Rivers, Conservation Techniques Series No. 3*.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Trondheim, Norge.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2018. Produksjon i kultiveringsanlegget. 2017. S. 6-14 i: Jakobsen, P. (red.) 2018. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling 2017. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland.
- Jakobsen, P., Bjånesøy, T. & Marwaha, J. 2013. Storskala produksjon av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for utsetting. 2012. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.
- 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.
- Jakobsen, R., Hatland, N. & Jakobsen, P. 2019. Del 1. Produksjon i kultiveringsanlegget. 2018. S. 6-12 i: Jakobsen, P. (red.) 2019. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling. 2018. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland.
- Jung, M., Scheder, C., Gumpinger, C. & Waringer, J. 2013. Habitat traits, population structure and host specificity of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in the Waldaist River (Upper Austria). *Biologia* 68: 922-931.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.). Et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. NINA Rapport 926. Norsk institutt for naturforskning.
- Karlsson, S., Larsen, B.M., Eriksen, L. & Hagen, M. 2013. Four methods of non-destructive DNA sampling from freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionoida). *Freshwater Science* 32: 525-530.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Hydrobiologia* 735: 179-190.
- Karlsson, S., Larsen, B.M., Balstad, T., Eriksen, L. & Hagen, M. 2016. Elvemusling. Evaluering av en kultiveringsmetode. NINA Rapport 1257. Norsk institutt for naturforskning.
- Keenan, K., McGinnity, P., Cross, T.F., Crozier, W.W. & Prodohl, P.A. 2013. diveRsity. An R package for the estimation and exploration of population genetics parameters and their associated errors. *Methods in Ecology and Evolution* 4: 782-788.

- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria. Report on the 2006 survey. Unpublished report to the Environment Agency, Penrith, England.
- Killeen, I.J. 2011. Monitoring substrate and interstitial quality of the River Our, Luxembourg. EU-Project LIFE05Nat/L/000116 "Restauration des populations des moules perlières en Ardennes". Unpublished Report.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). A review of aspects of their life histories. Ecology of Freshwater Fish 12: 1-59.
- Krueger, K., Chapman, P., Hallock, M. & Quinn, T. 2007. Some effects of suction dredge placer mining on the short-term survival of freshwater mussels in Washington. Northwest Science 81: 323-332.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Trondheim, Norge.
- Kålås, S., Haavik, T.B., Steinsvåg, M.J. & Vatshelle, Ø. 2016. Tiltak i landbruket for å verne bestandar av elvemusling i Hordaland. Rådgivende Biologer Rapport 2293.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA Fagrapport 28. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2007. Elvemusling og fisk i Hammerbekken, Aust-Agder: Etterundersøkelser i forbindelse med utslipp av dieselolje i vassdraget høsten 2006. NINA Rapport 319. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2008. Elvemusling i Borråselva og Brekkelva, Nord-Trøndelag. Undersøkelser og bedømmelse av skadeomfang etter anleggsarbeid i 2008. NINA Minirapport 243. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2012. 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. 2013. Problemkartlegging med tilknytning til elvemusling i Håelva og forslag til tiltaksplan for å ta vare på og styrke bestanden i vassdraget. NINA Rapport 911. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2015a. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Fallselva, Oppland. NINA Rapport 1166. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2015b. Tiltaksanalyse for elvemusling i Begna. Hvilke kritiske faktorer finnes og hva kan vi gjøre for å sikre arten i Begna? NINA Rapport 1167. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2017a. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. NINA Rapport 1350. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2017b. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Utvikelva, Nord-Trøndelag. NINA Rapport 1325. Norsk institutt for naturforskning.

- Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.) 2019-2028. Miljødirektoratet Rapport M-1107.
- Larsen, B.M. 2020. Reetablering av elvemusling i Hammerbekken, Trondheim. Resultater fra tiltaksovervåking i 2020. NINA Rapport 1875. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA Fagrapport 37. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Karlsson, S. 2016. Elvemusling i Enningdalselva, Østfold. Overvåking av muslingbestanden ved Holtet i 2015. NINA Rapport 1283. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2018. Elvemusling og fisk i Elstadelva, Nord-Trøndelag. Kartlegging i forbindelse med Knutfoss kraftverk. NINA Rapport 1451. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019a. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019-2028. NINA Rapport. 1451. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019b. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2018. NINA Rapport 1686. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M., Karlsson, S., Hindar, K. & Balstad, T. 2011. Genetisk variasjon hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) i Norge. En pilotstudie. NINA Minirapport 316. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M., Saksgård, R. & Bjerland, J.M. 2012. Overvåking av elvemusling i Ogna, Rogaland. Tiltaksovervåking kalking 2011. NINA Rapport 887. Norsk institutt for naturforskning.
- Ledje, U.P. 1996. Kartlegging av utbredelse av elvemusling (*M. margaritifera*) i Rogaland, 1995. Del 2. Resultater fra feltarbeid. Rogaland Consultants Rapport.
- Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D.C., Araujo, R., Bergengren, J., Bepalaya, Y., Bódis, E., Burlakova, L., Van Damme, D., Douda, K., Froufe, E., Georgiev, D., Gumpinger, C., Karatayev, A., Kebapçi, Ü., Killeen, I., Lajtner, J., Larsen, B.M., Lauceri, R., Legakis, A., Lois, S., Lundberg, S., Moorkens, E., Motte, G., Nagel, K.-O., Ondina, P., Outeiro, A., Paunovic, M., Prié, V., von Proschwitz, T., Riccardi, N., Rudzite, M., Scheder, C., Seddon, M., Şerefişan, H., Simić, V., Sokolova, S., Stoeckel, K., Taskinen, J., Teixeira, A., Thielen, F., Trichkova, T., Varandas, S., Vicentini, H., Zajac, K., Zajac, T. & Zogaris, S. 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe. State of the art and future challenges. *Biological Reviews* 92: 572-607.
- Lund, R. & Heggberget, T.G. 1992. Migration of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr through a Norwegian fjord. Potential infection path of *Gyrodactylus salaris*. *Aquaculture and Fisheries Management* 23: 367-372.
- Magerøy, J.H. 2017. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Agder. Redoksmålinger i Hammerbekken, Lilleelv, Storelva, Straibekken og Vassbotnbekken. NINA Rapport 1419. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H. 2018a. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. NINA Rapport 1418b. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H. 2018b. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Ereviksbekken. Tiltaksanalyse og søk etter elvemusling i øvre del av bekken. NINA Rapport 1452. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus i 2017 og 2018. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. NINA Rapport 1540. Norsk institutt for naturforskning.

- Magerøy, J.H. 2020. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus fra 2017 til 2019. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken. NINA Rapport 1697. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H. und. arb. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Viken. Undersøkelser av Hobøelva og Leira i 2020, med tidsserier fra Askerelva, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken. NINA Rapport. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2018. Elvemusling i Hammerbekken, Aust-Agder. Status med henblikk på tilstand og utsetting av juvenil elvemusling. NINA Rapport 1563. Norsk institutt for naturforskning.
- 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 Terningselva. NINA Rapport 1623. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H., Kålås, S., Wathne, I., Rikstad, A. & Julien, K. 2019. Del 2. Utsetting av kultivert elvemusling. 2016-2018. S. 13-111 i: Jakobsen, P. (red.). 2019. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling. 2018. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland.
- Magerøy, J.H., Larsen, B.M., Wacker, S. & Karlsson, S. 2020. Elvemusling i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder. En lokal ørretmusling og en innført laksemusling? NINA Rapport 1702. Norsk institutt for naturforskning.
- Miljødirektoratet. 2019. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2018. Miljødirektoratet Rapport M-1566/2019.
- Moorkens, E. 2011. *Margaritifera margaritifera*. The IUCN red list of threatened species 2011.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *The American Naturalist* 106: 283-392.
- NEVINA. 2019. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- Norge i bilder. 2019. Kartutsnitt. Statens vegvesen, Norsk institutt for bioøkonomi og Statens kartverk.
- NORGESKART. 2019. Kartutsnitt. <http://www.norgeskart.no/>
- Norsk Standard. 2017. Vannundersøkelse. Veiledning for overvåking av elvemuslingpopulasjoner (*Margaritifera margaritifera*) og deres livsmiljø. Norsk Standard NS-EN 16859:2017.
- Peakall, R. & Smouse, P.E. 2012. GenAICEx 6.5. Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. An update. *Bioinformatics* 28: 2537-2539.
- Persson, U. & Enge, E. 1992. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag. 1991. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen, Miljørapport nr. 3-1992.
- Piry, S., Alapetite, A., Cornuet, J.M., Paetkau, D., Baudouin, L. & Estoup, A. 2004. GENECLASS2. A software for genetic assignment and first-generation migrant detection. *Journal of Heredity* 95: 536-539.
- QGIS Developmental Team. 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osegeo.org>
- Roni, P., Beechie, T.J., Bilby, R.E., Leonetti, F.E., Pollock, M.M. & Pess, G.R. 2002. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwestern watersheds. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 1-20.

- Salonen, J. 2016. The role of salmonid fishes in conservation of the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science* 314.
- Sandaas, K. 2015a. Rapportering tiltaksmidler truede arter 2015. Elvemusling. Infisering i kar og gjenfangst. Naturfaglige Konsulenttenester, Notat.
- Sandaas, K. 2015b. Rapportering tiltaksmidler truede arter 2015. Elvemusling. Kunstig infeksjon i kar og gjenfangst. Naturfaglige Konsulenttenester, Notat.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Forvitring av skall fra elvemusling. *Fauna* 63: 28-31.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Bråtaåa 2000 – 2016. Eidskog kommune, Hedmark 2016. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016b. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kjerkesjøåa og Rotna. Grue kommune, Hedmark 2015. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2017. Status for elvemuslingen i Sognsvannsbekken. Oslo kommune 2016. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2019. Utbredelse og bestandsstatus hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Bergselva 2000 – 2018. Tiltak for å styrke rekruttering. Larvik kommune, Vestfold. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.
- SILDRE. 2019. Vannføring for Liarvatn ndf., Nr. 32.6.0. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- Smokorowski, K.E. & Pratt, T.C. 2007. Effects of a change in physical structure and cover on fish habitat in freshwater ecosystems: A review and meta-analysis. *Environmental Reviews* 15: 15-41.
- Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp. Övervakning av flodpärlmussla. Del III i: Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.). 1998. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- 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.
- Taeubert, J.-E., Denic, M., Gum, B., Lange, M. & Geist, J. 2010. Suitability of different salmonid strains as hosts for the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 728-734.
- Ugedal, O. & Forseth, T. 2008. 2.1. Fangbarhet. Statistisk og praktisk usikkerhet ved el-fiske. S. 10-17 i: Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2008. El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. Norsk institutt for naturforskning.
- Værøy, N. & Torgersen, P. 2018. Overvåkning av innsjøer og elver i Ryfylke og Haugalandet vannområder 2017. COWI Rapport.
- Wacker, S., Larsen, B.M., Karlsson, S. & Hindar, K. 2019. Host specificity drives genetic structure in a freshwater mussel. *Scientific Reports* 9: 10409.
- Young, M.R., Hastie, L.C. & al-Mousawi, B. 2001. What represents an "ideal" population profile for *Margaritifera margaritifera*? S. 35-44 i: Bauer, G. (Ed.). Die Flusssperlmuschel in Europa: Bestandssituation und Schutzmassnahmen. Ergebnisse des Kongresses vom 16.-18.10.2000 in Hof. Wasserwirtschaftsamt Hof und Albert Ludwigs Universität, Freiburg, Deutschland.

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

Österling, M.E. 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. PhD thesis, Karlstad University Studies No. 2006:53.

Österling, M.E. & Högberg, J.-O. 2014. The impact of land use on the mussel *Margaritifera margaritifera* and its host fish *Salmo trutta*. *Hydrobiologia* 735: 213–220.

Österling, E.M. & Larsen, B.M. 2013. Impact of origin and condition of host fish (*Salmo trutta*) on parasitic larvae of *Margaritifera margaritifera*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23: 564-570.

Österling, E.M. & Söderberg, H. 2015. Sea-trout habitat fragmentation affects threatened freshwater pearl mussel. *Biological Conservation* 186: 197-203.

Österling, E.M. & Wengström, N. 2015. Test of the host fish species of an unionoid mussel. A comparison between natural and artificial encystment. *Limnologica* 50: 80-83.

Österling, M.E., Greenberg, L.A. & Arvidsson, B.L. 2008. Relationship of biotic and abiotic factors to recruitment patterns in *Margaritifera margaritifera*. *Biological Conservation* 141: 1365–1370.

7 Vedlegg

7.1 Fritellinger i Lerangsbekken

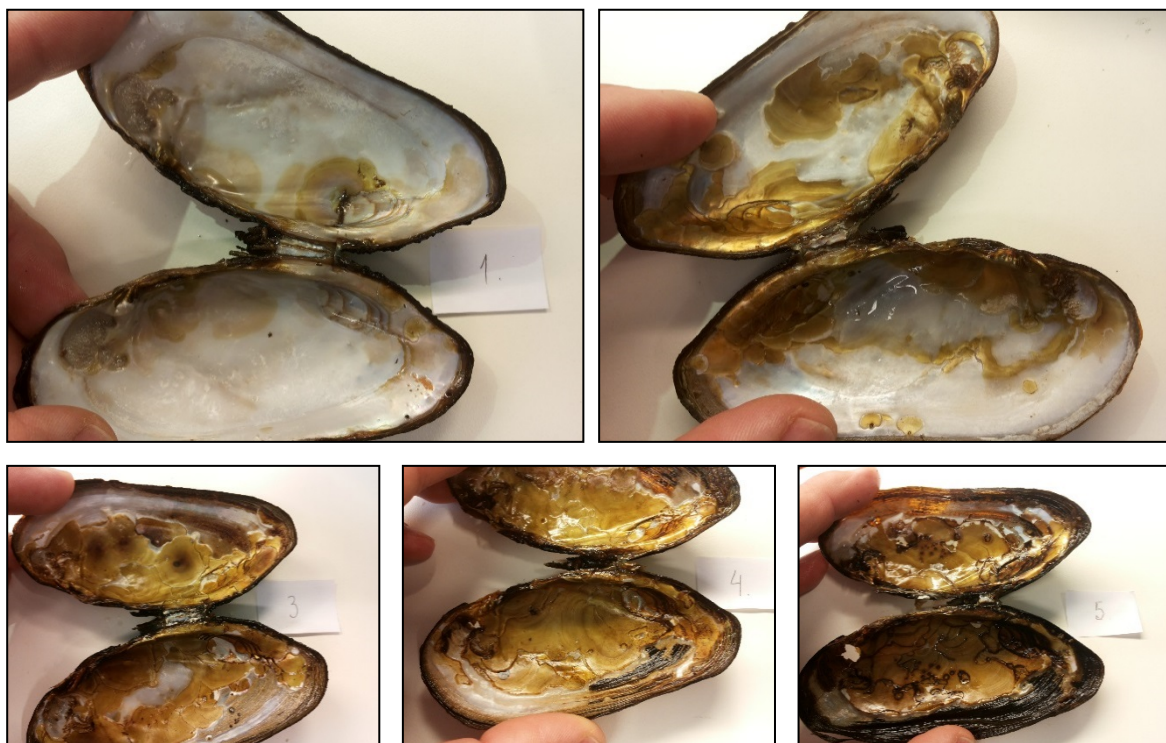
Tabell 1. Antall elvemusling (levende dyr: N, tomme skall: NS) på 15 stasjoner i Lerangsbekken i 2018 og 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min., tomme skall: NS/min.). Jf. figur 4.1. Stasjonenes beliggenhet er vist i figur 3.1.

Stasjon	Tid	UTM		N	NS	N/min.	NS/min
		Nedstrøms	Oppstrøms				
1	6	32 V 329599 6536814	32 V 329619 6536813	0	0	0	0
2	15	32 V 329638 6536821	32 V 329673 6536916	0	0	0	0
3	15	32 V 330063 6537382	32 V 330107 6537420	0	0	0	0
4	30	32 V 330107 6537420	32 V 330155 6537466	4	0	0,13	0
5	18	32 V 330155 6537466	32 V 330196 6537466	14	2	0,78	0,11
6	15	32 V 330556 6537387	32 V 330583 6537425	184	9	12,27	0,60
7	30	32 V 330588 6537427	32 V 330592 6537468	245	10	8,17	0,33
8	30	32 V 330598 6537488	32 V 330570 6537546	163	5	5,43	0,17
9	19	32 V 330391 6537944	32 V 330379 6537959	694	35	36,52	1,84
10	30	32 V 330360 6537959	32 V 330334 6537990	955	61	31,83	2,03
11	4	32 V 330228 6538127	32 V 330220 6538156	1	0	0,25	0
12	5	32 V 330253 6538282	32V 330226 6538307	0	0	0	0
13 (Marabekken)	8	32 V 330506 6538656	32 V 330551 6538613	0	0	0	0
14 (Gitlandsbekken)	10	32 V 330506 6538656	32 V 330570 6538695	0	0	0	0
15	8	32 V 329950 6540260	32 V 329993 6540299	3	0	0,38	0
3-12	196			2260	122	10,60 ± 14,07	0,56 ± 0,80
1-15	243			2263	122	6,38 ± 11,90	0,34 ± 0,67
Gj.snitt ± sd							

7.2 Evaluering av erosjon av tomme skall

Tabell 1. 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 (se også vedlegg 7.2 figur 1). Tabellen er hentet fra tabell 78 i NINA Rapport 1350 (Larsen 2017a).

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. Guldfarget 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



Figur 1. Gruppering av elvemuslingskall funnet i Enningdalselva ved Holtet i august 2015, etter graden av erosjon på skallene, for angivelse av hvor lenge de kan ha ligget i elva siden muslingen døde. Bildene i øverste rekke angir muslingskall tilhørende gruppe 1 (til venstre) og gruppe 2 (til høyre). Bildene i nederste rekke angir fra venstre til høyre muslingskall tilhørende henholdsvis gruppe 3, 4 og 5 (se også vedlegg 7.2. tabell 1). Foto: Bjørn Mejdell Larsen. Fotoene er hentet fra figur 77 i NINA Rapport 1350 (Larsen 2017a).

7.3 Fastsetting av levedyktighet, naturindeks og klassifisering av økologisk tilstand

Parameterne som blir benyttet til å evaluere henholdsvis en elvemuslinglokalitets levedyktighet, til å fastsette naturindeksverdi og klassifisere økologisk tilstand er beskrevet i **vedlegg 7.3 tabell 1, 2 og 3**. For levedyktighet plasserer samlet poengsum lokaliteten med elvemusling innenfor en av tre klasser av status/levedyktighet:

- Klasse I – truet; liten levedyktighet, sårbar for ytterligere reduksjon og kan kreve omfattende tiltak (1-7 poeng)
- Klasse II – sårbar; sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres (8-17 poeng)
- Klasse III – levedyktig; høy levedyktighet og meget høy verneverdi (18-36 poeng)

Tabell 1. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av status/levedyktighet for elvemusling. Omarbeidet etter Söderberg (1998). Tabellen er hentet fra tabell 75 i NINA Rapport 1350 (Larsen 2017a).

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

Tabell 2. Statusbedømmelse og levedyktighet for elvemusling i seks klasser samt tilhørende indikatorverdi. Fra <http://www.naturindeks.no/Indicators/elvemusling>.

Klasse	Indeks	Status
1	1	Mer enn 10 % <50 mm og noen av disse <20 mm, stor bestand; livskraftig.
2	0,8	Noen <50 mm og noen av disse <20 mm; muligens livskraftig?
3	0,6	Noen <50 mm; ikke livskraftig.
4	0,4	Alle >50 mm, moderat/stor bestand (>500 ind.); utdøende.
5	0,2	Alle >50 mm, liten bestand (<500 ind.); snart forsvunnet.
6	0	Dokumentert forekomst som har forsvunnet; utdødd.

Tabell 3. Kriterier for fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på elvemusling som terskelindikator. Fra Larsen (2017) og Direktoratgruppen vanddirektivet (2018).

Indikatorart	Referanseverdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Elvemusling	Ikke definert	Mer enn 10-15% <50 mm og noen av disse <20mm, livskraftig	Noen <50 mm og <20 mm skal også forekomme, livskraftig?	Noen <50 mm (ingen <20 mm) eller all >50 mm, ikke livskraftig	Alle >50 mm og/eller bestanden merkbart redusert (alle lengdegrupper) i løpet av de siste 10 årene ¹ , utdøende	Ikke definert ²

¹Økologisk 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).

²En 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 sluttfasen som et resultat av dette, i.e. bestanden forsvinner fordi de siste muslingene dør naturlig av alderdom.

7.4 Oversikt over referansebestandene av laksemusling og ørretmusling

Tabell 1. Oversikt over referansebestandene av laksemusling og ørretmusling. Tabellen er modifisert fra tabell 1 i NINA Rapport 926 (Karlsson & Larsen 2013). Under benevning: S = salmon = laks. T = trout = ørret.

Lokalitet	Benevning	Vertsfisk	Kommentar
Hunnselva	1_T	Ørret	
Fallselva	2_T	Ørret	
Begna	3_T	Ørret	
Simoa	4_T	Ørret	
Hoenselva	5_T	Ørret	
Numedalslågen	6_S	Laks	
Ogna	7_S	Laks	
Håelva	8_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Figgjo	9_S	Laks (ørret)	Ingen/sporadisk forekomst av larver på ørret
Flotåna	10_T	Ørret	
Lerangsbekken*	11_T	Ørret	
Skeivikbekken	12_T	Ørret	
Svinesbekken	13_T	Ørret	
Oselva	14_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Grytelva	15_S	Laks og ørret (?)	Laks er primærvert. Varierende forekomst av larver på ørret
Dragstelva	16_T	Ørret	
Borråselva	17_T	Ørret	
Mossa-5	18_S	Laks eller ørret (?)	Anadrom oppgang stanset pga. regulering. Forekomst av larver på ørret lavere enn forventet. Laks sannsynlig primærvert.
Mossa-14	19_S	Laks eller ørret (?)	
Figga-Sagmo	20_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Figga-Lø	21_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Ogna-Skillegrind	22_T	Ørret	
Ogna-Hyllbrua	23_S	Laks eller ørret (?)	Anad. oppgang stanset pga. Gyro. Lavere enn forv. larver på ørret.
Ogna-Brandsegg	24_S	Laks	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Ogna-Homemann	25_S	Laks	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Forneselva	26_S	Laks eller ørret (?)	Anad. oppgang stanset pga. reg. Lavere enn forv. larver på ørret.
Aursunda-25	27_T	Ørret	
Aursunda-6	28_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Bjøra	29_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Mellingelva	30_T	Ørret	
Hestadelva	31_T	Ørret	
Karpelva	32_S	Laks (ørret)	Sporadisk forekomst av larver på ørret
Skjellbekken	33_T	Ørret	

*Lerangsbekken var en av de opprinnelige referansebestandene. I de gjennomførte genetiske analysene er de opprinnelige genetiske analysene fra vassdraget ekskludert.

7.5 Tetthetsfiske i Lerangsbekken

Tabell 1. Tetthet av ungfisk av laks og ørret i Lerangsbekken. Stasjonene ble kun avfisket én gang pga. lav fangst av fisk. Derfor ble en standard fangbarhet på 0,5 brukt for å beregne tetthet av ungfisk (Ugedal & Forseth 2008). Alle tettheter oppgis som antall individer pr. 100 m². Stasjonenes beliggenhet er vist i **figur 3.1**.

Stasjon	Areal (m ²)	Start UTM	Tetthet (ind. pr. 100 m ²)			
			Laks		Ørret	
			0+	≥ 1+	0+	≥ 1+
3	69	32 V 330106 6537433	0	2,9	0,0	2,9
8	120	32 V 330577 6537470	0	0	1,7	1,7
10	100	32 V 330351 6337965	0	0	4,0	2,0
Gj.snitt	96		0	1,0	1,9	2,2

7.6 Fritellinger i Leirangsbekken

Tabell 1. Antall elvemusling (levende dyr: N, tomme skall: NS) på åtte stasjoner i Leirangsbekken i 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min., tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist i **figur 3.1.**

Stasjon	Tid	UTM		N	NS	N/min.	NS/min
		Nedstrøms	Oppstrøms				
1	22	32 V 329117 6537109	32 V 329077 6537231	0	0	0	0
2	13	32 V 329058 6537239	32 V 328953 6537335	0	0	0	0
3	4	32 V 328950 6537365	32 V 328943 6537401	0	0	0	0
4	30	32 V 328937 6537421	32 V 328824 6537677	0	0	0	0
5	4	32 V 328780 6537787	32 V 328757 6537838	0	0	0	0
6	10	32 V 328713 6537973	32 V 328693 6538051	0	0	0	0
7	30	32 V 328637 6538192	32 V 328906 6538321	0	0	0	0
8 (Brekkebekken)	8	32 V 329184 6537464	32 V 329358 6537385	0	0	0	0
1-8	121			0	0	0	0
Gj.snitt ± sd						± 0	± 0

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: 978-82-426-4704-7

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