

1837

NINA Rapport

Overvåking av elvemusling i Norge Årsrapport for 2019

Bjørn Mejdell Larsen
Jon H. Magerøy



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

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

Overvåking av elvemusling i Norge Årsrapport for 2019

Bjørn Mejdell Larsen
Jon H. Magerøy

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2020. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2019. NINA Rapport 1837. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mai 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4597-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-1701|2020

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Jarl Koksvik

FORSIDEBILDE

Telling av muslinger i Aureelva, Møre og Romsdal (stasjon 2) ©

Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

- elvemusling
- Hunnselva, Innlandet (Oppland)
- Skorgeelva, Vestfold og Telemark
- Aureelva, Møre og Romsdal
- Sagelvvassdraget, Trøndelag
- overvåkingsrapport

KEY WORDS

- freshwater pearl mussel
- Norway
- River Hunnselva, Innlandet county; River Skorgeelva, Vestfold and Telemark county; River Aureelva, Møre og Romsdal county; River Sagelvvassdraget, Trøndelag county
- monitoring

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2020. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2019. NINA Rapport 1837. Norsk institutt for naturforskning.

I «Handlingsplanen for elvemusling *Margaritifera margaritifera* 2019-2028» inngår kartlegging og overvåking som ett av fem prioriterte satsingsområder. Overvåkingsprogrammet for elvemusling som ble etablert i 2000, ble oppsummert og evaluert i 2017 (NINA Rapport 1350) og videreført med et nytt og revidert opplegg for perioden 2018-2023. Programmet omfatter nå 40 lokaliteter som skal undersøkes en gang hvert sjette år. Dette innebærer årlige undersøkelser av to-fire lokaliteter med standard overvåkingsmetodikk (totalt 20 A-lokaliteter) og to-fire lokaliteter med en enklere metodikk (totalt 20 B-lokaliteter). I 2019 ble det undersøkt fire lokaliteter; to A-lokaliteter: Hunnselva og Aureelva og to B-lokaliteter: Skorgeelva og Sagelvvassdraget.

Hunnselva har status som A-lokalitet og er tidligere undersøkt i 2001 og 2008 i overvåkingsprogrammet. I tillegg finnes det en tilstandsbeskrivelse fra 1998. Bestanden er liten og sårbar for ytterligere reduksjon i utbredelse og antall. Det er få og spredte individer i øvre del og flest muslinger finnes i nedre del mot Raufoss sentrum. Selv om det blant de levende muslingene var en stor overvekt av eldre individer i lengdegruppen 85–120 mm var det også et tilskudd av unge individer i 2019. Det ble ikke funnet muslinger mindre enn 50 mm i Hunnselva verken i 1998, 2001 eller 2008. Det var derfor en positiv opplevelse å finne flere individer i 2019 som bare var 8-13 år gamle, tilhørende årsklassene 2006-2011. Den minste muslingen var 45 mm lang. I 2019 fikk Hunnselva dermed et lite løft og oppnådde 9 (mot tidligere 7) av 36 poeng i en poengmodell som beskriver lokalitetenes levedyktighet. Endringen skyldes forekomsten av muslinger mindre enn 50 mm som gjør at bestanden nå kan betegnes som sannsynlig levedyktig. Økologisk tilstand er imidlertid fortsatt moderat slik den også var tidligere. For å oppnå god økologisk tilstand må det også påvises muslinger som er mindre enn 20 mm (nyrekruttering).

Skorgeelva har status som B-lokalitet og er ikke undersøkt tidligere i overvåkingsprogrammet, men det finnes enkle tilstandsbeskrivelser fra 2009, 2014 og 2017. Elvemusling forekommer på en ca. 15 km lang strekning i Skorgeelva i varierende tetthet. Det ble funnet elvemusling på alle de fire stasjonene som ble undersøkt i 2019, og strekningen mellom Trolldalen og Skorge hadde gjennomgående høy tetthet av muslinger. Det var imidlertid en overvekt av eldre muslinger, og ingen muslinger var mindre enn 20 mm. Med en andel på ca. 5 % som var mindre enn 50 mm indikerer det en noe mangelfull rekruttering, og det er litt usikkert om den er stor nok til å opprettholde bestanden på litt lengre sikt. I 2014 var det «klare og gode tegn til rekruttering i enkelte partier som ved Bjørndalen (Skorge)» og økologisk tilstand ble angitt som god. I 2019 oppnådde Skorgeelva 21 av 36 poeng i en poengmodell som beskriver lokalitetenes levedyktighet. Bestanden bedømmes å ha høy levedyktighet, og meget høy verneverdi. Men på grunn av manglende nyrekruttering (muslinger mindre enn 20 mm) oppnådde ikke Skorgeelva en økologisk tilstand høyere enn moderat. Rekrutteringen er svak, og for å oppnå god økologisk tilstand må det i tillegg til muslinger mindre enn 50 mm også forekomme nyrekruttering.

Ved ungfiskundersøkelser i 2019 var det klar dominans av laks i Skorgeelva, og ørret forekom bare sporadisk. Det ble ikke funnet muslinglarver på noen av laksungene og bestanden av elvemusling må betegnes som en ren «ørretmusling». Dette var et uventet resultat, og mangel på vertsfisk kan dermed være avgjørende for manglende rekruttering hos muslingene i Skorgeelva.

Aureelva har status som A-lokalitet og er ikke undersøkt tidligere i overvåkingsprogrammet, men det finnes en tilstandsbeskrivelse fra 1999. Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling var 8,4 individ pr. m² på transektene og 23,9 individ pr. minutt søketid på fritellingene i 2019. Dette var en noe høyere tetthet sammenlignet med undersøkelsene fra 1999. Selv om det var en overvekt av muslinger i lengdegruppene mellom 60 og 140 mm var det også et relativt stabilt tilskudd av unge individer mellom 10 og 60 mm i Aureelva i 2019. Det ble riktignok bare funnet fire muslinger som var mindre enn 20 mm, men 25 individer til sammen var mindre enn 50 mm,

henholdsvis 1 og 4 % av totalantallet på 653 muslinger. Andelen unge individer har holdt seg relativt stabil fra 1999 til 2019. Bestanden i Aureelva oppnådde 22 av 36 poeng i en poengmodell som beskriver lokalitetenes levedyktighet. Bestanden bedømmes å ha høy levedyktighet, og meget høy verneverdi. Økologisk tilstand ble totalt sett vurdert å være god, men forholdene var tilsynelatende best nedenfor Storhølfossen. Rekrutteringen er noe svak og for å oppnå svært god økologisk tilstand må andelen unge muslinger mindre enn 50 mm øke til minimum 10-15 % samtidig som det fortsatt må forekomme muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering). På tross av omfattende gravearbeider i elveløpet (bl.a. biotopforbedringer i første halvdel av 1970-tallet), omfattende erosjonssikring i nedre del, forekomst av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* som forårsaket lav tetthet av laks på 1980-tallet og senere tiltak for å utrydde gyro (fiskesperre og rotenonbehandling) har Aureelva klart å opprettholde en god og relativt stabil bestand av elvemusling.

I Aureelva er det laks som er primærvert for muslinglarvene og bestanden karakteriseres som en «laksemusling». Tettheten av laks er meget god i Aureelva, og høyere enn det som er nødvendig for å opprettholde rekrutteringen hos elvemusling.

Sagelvvassdraget (Sagelva og Langvassbekken) har status som B-lokalitet og er ikke undersøkt tidligere i overvåkingsprogrammet, men det finnes tilstandsbeskrivelser fra 1999, 2005, 2009 og 2015. I tillegg ble det i 2019 gjennomført en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelva med et utvidet program på vannkvalitet, fisk og elvemusling (NINA Rapport 1834). Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på de fire overvåkingsstasjonene var 10,1 individ pr. minutt søketid. Det var stor forskjell i tetthet mellom stasjonene (3,4–23,8 individ pr. minutt), men det var størst antall muslinger i øvre del av Sagelva og i Langvassbekken. Langvassbekken, som er en sideelv til Sagelva, regnes som en egen elvemuslinglokalitet. Gjennomsnittlig tetthet av muslinger var om lag det samme i 2009 og 2015 som i 2019, og det er ingen ting som tyder på at det har skjedd de store endringene i tettheten av muslinger i den siste 10-årsperioden. Bestanden i Langvassbekken ble oppdaget første gang i 2015, og resultatet for gjennomsnittlig tetthet er langt på vei det samme i 2015 og 2019. Bestanden i Sagelvvassdraget oppnådde 19 av 36 poeng i en poengmodell som beskriver lokalitetenes levedyktighet. Bestanden bedømmes å ha høy levedyktighet, og meget høy verneverdi. Når antall poeng ble beregnet for Sagelva og Langvassbekken hver for seg, ble poengsummen redusert til 17 poeng for Sagelva og 16 poeng for Langvassbekken. Det ble funnet muslinger mindre enn 20 mm i både Sagelva og Langvassbekken og andelen individ som var mindre enn 50 mm utgjorde 16-17 %. Dette tegner et bilde av to bestander med god rekruttering og svært god økologisk tilstand. Forekomsten av elvemusling har imidlertid en tydelig gradient i Sagelva fra rekrutterende bestand i øvre del til fraværende i nedre del.

I Sagelva og Langvassbekken er det ørret som er vertsart for muslinglarvene. Til forskjell fra øvre del av Sagelva er tettheten av ørret svært lav i Langvassbekken, og det kan gi lavere rekruttering enn forventet i bestanden av elvemusling. Årsaken er forekomsten av gjedde og tiltak for å utrydde eller redusere tettheten av gjedde er under planlegging. En annen stor utfordring blir å redusere utslippene fra de gamle deponiene ved Engan og Skjenstad, spesielt med tanke på å oppfylle kravet om minst god økologisk tilstand for hele vassdraget. Fravær av elvemusling er en ting, men dårlig vannkvalitet forårsaker også en svak og stedvis fraværende ørretbestand i vassdraget.

Bjørn Mejdell Larsen bjorn.larsen@nina.no, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim
Jon H. Magerøy jon.mageroy@nina.no, NINA Oslo, Gaustadelléen 21, 0349 Oslo

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	7
1 Innledning	8
2 Metoder og materiale	11
2.1 Vannprøver	12
2.2 Redoksmålinger.....	12
2.3 Fisk	19
2.4 Elvemusling	20
3 Hunnselva	24
3.1 Innledning	24
3.2 Område	24
3.3 Vannkvalitet	25
3.4 Redokspotensial	25
3.5 Fisk	26
3.6 Elvemusling	27
3.7 Oppsummering	32
4 Skorgeelva	37
4.1 Innledning	37
4.2 Område	37
4.3 Vannkvalitet	38
4.4 Redokspotensial	39
4.5 Fisk	41
4.6 Elvemusling	43
4.7 Oppsummering	47
5 Aureelva	51
5.1 Innledning	51
5.2 Område	51
5.3 Vannkvalitet	52
5.4 Redokspotensial	53
5.5 Fisk	54
5.6 Elvemusling	57
5.7 Oppsummering	63
6 Sagelvassdraget (Sagelva og Langvassbekken)	68
6.1 Innledning	68
6.2 Område	68
6.3 Vannkvalitet	68
6.4 Redokspotensial	70
6.5 Fisk	71
6.6 Elvemusling	76
6.7 Oppsummering	82
7 Oppsummering av tilstand	86
8 Referanser	90

9 Vedlegg	95
Vedlegg 1. Lokaltetene i overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge 2018-2023.	95
Vedlegg 2. Lokalisering av stasjoner i Hunnselva.	97
Vedlegg 3. Lokalisering av stasjoner i Skorgeelva.	97
Vedlegg 4. Lokalisering av stasjoner i Aureelva.	98
Vedlegg 5. Lokalisering av stasjoner i Sagelvvassdraget.....	98
Vedlegg 6. Tetthet av elvemusling i Hunnselva.	99
Vedlegg 7. Tetthet av elvemusling i Skorgeelva.	99
Vedlegg 8. Tetthet av elvemusling i Aureelva.	100
Vedlegg 9. Tetthet av elvemusling i Sagelvvassdraget.	101

Forord

Som grunnlag for å forvalte biologisk mangfold i Norge har miljøvernmyndighetene laget egne handlingsplaner for en rekke arter. Den første handlingsplanen for elvemusling presenterte mål, tiltak og organisering for forvaltningen av elvemusling for perioden 2006–2009. Et nasjonalt overvåkingsprogram for elvemusling som ble etablert i 2000 ble innlemmet og videreført i handlingsplanen. Det ble etablert basisundersøkelser i 16 lokaliteter i løpet av perioden 1999-2005. Etter at første overvåkingsrunde ble fullført på alle lokaliteter i perioden 2005-2015 ble resultatene fra hele overvåkingsperioden oppsummert og evaluert i NINA Rapport 1350. I rapporten ble det også lagt fram forslag til videreføring basert på kunnskapen man hadde tilegnet seg gjennom overvåkningen så langt, ny generell kunnskap om elvemusling samt en ny europeisk veiledning for overvåking av elvemusling-populasjoner og deres livsmiljø (CEN-standard NS-EN 16859:2017).

Miljødirektoratet ønsket å videreføre og utvide eksisterende overvåking av elvemusling i perioden 2018-2023, og våren 2018 ble det innbudt til anbudskonkurranse om «Nasjonal overvåking av elvemusling, 2018-2023». Oppdraget innebar en videreføring av det tidligere overvåkingsprogrammet på 16 lokaliteter, supplert med fire nye lokaliteter (A-lokaliteter). I tillegg skulle overvåkningen utvides med 20 lokaliteter hvor det skulle gjennomføres et enklere undersøkelsesprogram (B-lokaliteter).

Etter at Miljødirektoratet hadde vurdert de innkomne tilbud besluttet de i slutten av mai 2018 å tildele kontrakten for den nasjonale overvåkingen av elvemusling til Norsk institutt for naturforskning (NINA). Arbeidet ble igangsatt som planlagt i løpet av 2018 og videreført i 2019 med undersøkelser i fire nye lokaliteter (to A-lokaliteter og to B-lokaliteter). Det er resultatet av disse undersøkelsene som presenteres i denne rapporten. Feltarbeidet ble gjennomført av Bjørn Mejdell Larsen (alle lokaliteter) og Jon H. Magerøy (Hunnselva og Skorgeelva), NINA. I tillegg fikk vi uvurderlig hjelp av Hans Mack Berger, TOFA, med gjennomføring av feltarbeidet i Aureelva og Sagelva.

Laks- og ørretunger fra Skorgeelva og Aureelva som ble samlet inn for gjelleundersøkelser ble bearbeidet på laboratoriet av Bjørn Mejdell Larsen, NINA. Ørretunger fra Sagelva ble bearbeidet av Randi Saksgård, NINA. Vannprøver samlet inn fra Skorgeelva ble analysert av LabTjenester AS (Analysesenteret) i Trondheim.

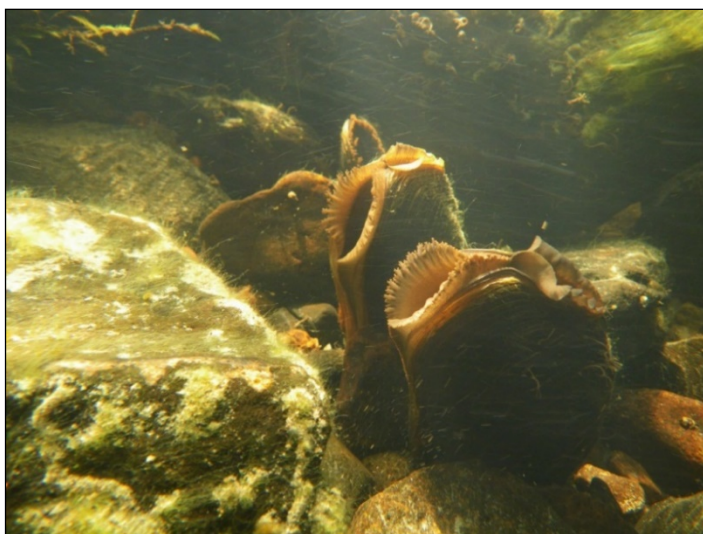
Vi vil takke Jarl Koksvik på Miljødirektoratet for en god dialog og et meget godt samarbeid i dette andre året av prosjektperioden. I tillegg vil vi rette en særlig takk til Jan Melseth fra Sykkylven for imøtekommenhet og nyttig informasjon om Aureelva, samt Marius Kambestad (Rådgivende Biologer AS) for supplerende data om fiskebestanden i Aureelva. Vi vil også takke alle som lokalt har vist interesse og engasjement for vårt arbeid i overvåkingselvene, og som gjennom samtaler har bidratt med nyttig informasjon.

Trondheim, mai 2020

Bjørn Mejdell Larsen
Prosjektleder

1 Innledning

Mange arter av ferskvannsmuslinger står i fare for å bli utryddet, og 162 (30 %) av de 533 artene som man kjenner til i ordenen Unionoida ble i 2016 klassifisert som kritisk truet, sterkt truet eller sårbar på IUCN Red List of Threatened Species. Elvemusling, *Margaritifera margaritifera* L. (**figur 1**), er oppført som sterkt truet på denne lista, men har beholdt angivelsen som sårbar på den norske rødlista over truede dyrearter i Norge i 2015 (Henriksen & Hilmo 2015), slik den også var i 2010 (Kålås et al. 2010) og i 2006 (Kålås et al. 2006). Selv om vi fortsatt finner elvemusling i alle landets fylker, er inntrykket at bestandene er tynnet ut, at rekrutteringen er redusert og at gjenværende bestander er splittet opp mange steder. Elvemusling ble totalfredet mot all fangst i 1993 og den har status som norsk ansvarsart.



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

En hovedprioritering i Norge er å stanse tapet av biologisk mangfold. Som en følge av denne målsetningen er det blitt laget handlingsplaner for et utvalg av de truede artene i Norge. Elvemusling fikk i forbindelse med dette sin egen handlingsplan allerede i 2006 (Direktoratet for naturforvaltning 2006), som i 2018 ble revidert og gjort gjeldende for tiårs-perioden 2019-2028 (Larsen 2018). Målet for forvaltning av elvemusling i et langsiktig perspektiv er at den skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes eller forbedres. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk tilstand. Dette sikrer elvemuslingen på lang sikt, og opprettholder samtidig tilstedeværelsen av mange andre sårbare arter.

Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger Norge forpliktelser i forhold til overvåking av rødlistearter. Forvaltningen har et særlig ansvar for internasjonalt truede arter, og Norge alene har om lag 40 % av den europeiske bestanden av elvemusling i dag (Larsen 2018). Dersom arten skal bevares forutsetter det en god overvåking av tilstanden, og nødvendige tiltak for å styrke og verne viktige elvemuslinglokaliteter.

Fordelen med å kunne anvende elvemusling som et ledd i naturovervåkingen er artens høye krav til vannkvalitet og habitat. Spesielt interessant er det at elvemuslingen kan oppnå en imponerende høy levealder (150-300 år). Selv om rekrutteringen har vært helt fraværende i mange år vil bestander av elvemusling kunne ta seg opp igjen, så sant årsaken til bestandsnedgangen blir fjernet. Elvemusling er samtidig avhengig av laks eller ørret da de under larvestadiet må leve en periode på fiskeungenes gjeller for å bli ferdig utviklet (se **infoboks 1**; Larsen 2005). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret.

Infoboks 1:

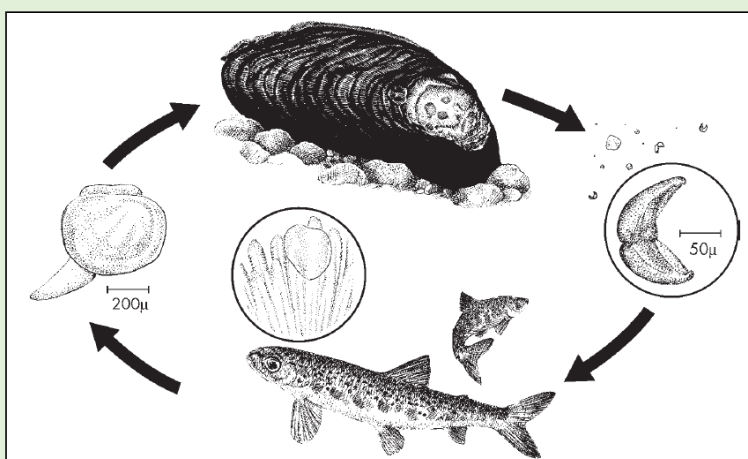
Oppsummering av elvemuslingens livssyklus

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

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

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

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



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

NINA fikk i 1999 i oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (som nå inngår i Miljødirektoratet) å utarbeide et forslag til en landsomfattende overvåking av elvemusling. Prosjektets viktigste formål var å utvikle passende metodikk og forslag på lokaliteter (Larsen & Hartvigsen 1999, Larsen et al. 2000). Overvåkingsprogrammet kom i gang allerede i 2000, etter utprøving av metoder i to av vassdragene i 1999 (Larsen 2001a). Det ble deretter undersøkt to-tre vassdrag hvert år i årene 2000-2005; totalt 16 vassdrag. Dette utgjorde basisundersøkelsene i det daværende overvåkingsprogrammet for elvemusling. I årene 2006-2015 ble de samme lokalitetene undersøkt på nytt i den første egentlige overvåkingsrunden. Resultater og erfaringer med det etablerte overvåkingsprogrammet ble oppsummert i NINA Rapport 1350 (Larsen 2017).

Elvemusling er den handlingsplanarten som har størst bestandsstørrelse, og som finnes på et stort antall lokaliteter (høyt antall forekomster). Lokaliteter som ligger i ulike nedbørfelt er imidlertid isolert fra hverandre, og forekomstene har derfor liten eller ingen kontakt med hverandre. Isolasjon kan påvirke hvordan de ulike forekomstene utvikler seg, og vi ser klare genetiske forskjeller hos elvemusling innenfor små geografiske områder (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson et al. 2014). Dette gjør at overføringsverdien fra en lokalitet til en annen er mindre hos elvemusling enn hos mange andre arter.

De 16 lokalitetene som har inngått i overvåkingsprogrammet representerte ca. 4 % av de kjente lokalitetene med levende elvemusling i Norge. Det har derfor vært vanskelig, og heller ikke faglig korrekt, å overføre trender og utviklingstrekk fra disse lokalitetene til å gjelde hele landet (Larsen 2017). I videreføringen av overvåkingsprogrammet er derfor hovedprogrammet nå utvidet med fire nye lokaliteter, og det er sikret at regioner som ikke var representert tidligere (primært Nordvestlandet og Troms) er blitt inkludert (jf. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 2015). Overvåkingsprogrammet inkluderer dermed 20 lokaliteter (gruppe A-lokaliteter, **vedlegg 1**) som skal undersøkes på samme måten som tidligere med hensyn til elvemusling, basert på erfaringene fra basisundersøkelsen og første overvåkingsrunde samt metodene gitt i europeisk standard for overvåking av elvemusling (CEN-standard NS-EN 16859:2017). I alle overvåkingsrunder skal utbredelse, tetthet, lengdefordeling og vekst inngå i programmet. Så langt det er mulig skal også graviditeten sjekkes. I tillegg skal måling av redokspotensial inngå i tilknytning til de stedene der det gjennomføres graving i substratet, normalt på to-fire stasjoner i hver overvåkingslokalitet. Det skal telles både levende muslinger og tomme skall i transekter og ved de tidsbegrensede tellingene (fritellingene). Det skal samtidig gjøres en vurdering av om tomme skall (døde muslinger) som blir funnet er «ferske», dvs. nylig døde, eller om det dreier seg om gamle, eroderte skall.

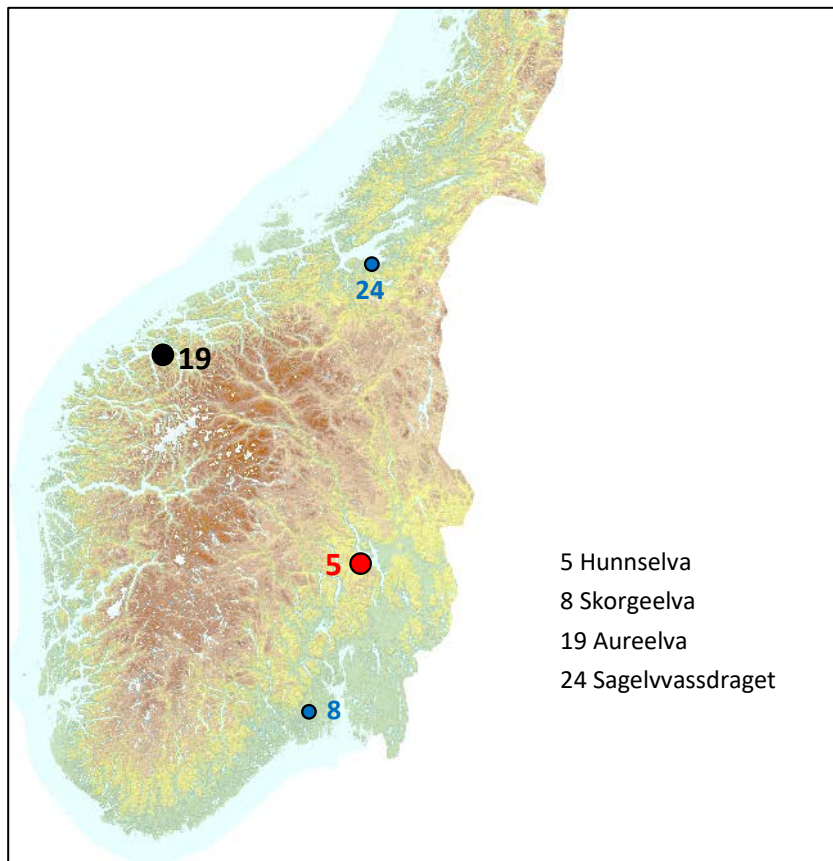
I tillegg skal overvåkingen utvides med 20 nye lokaliteter hvor det skal gjennomføres et enklere undersøkelsesprogram (gruppe B-lokaliteter, **vedlegg 1**). Dette skal omfatte 3-5 stasjoner der det bare gjennomføres fritellinger for å følge utviklingen i relativ tetthet over tid. Det skal telles både levende muslinger og tomme skall. I tillegg skal det etableres 2-3 gravestasjoner i antatt gode oppvekstområder for små muslinger og lengdefordeling inngår i undersøkelsen. I tillegg skal det måles redokspotensial i tilknytning til de stedene der det gjennomføres graving i substratet.

Overvåkingsprogrammet som nå er igangsatt for perioden 2018-2023 skal dermed omfatte 40 lokaliteter, noe som utgjør nær 10 % av de kjente lokalitetene med levende elvemusling i Norge. Lokalitetene som inngår i overvåkingsprogrammet skal undersøkes en gang hvert sjetten år (jf. CEN-standard NS-EN 16859:2017). Det tilsvarer at hver av de 40 lokalitetene bare skal undersøkes én gang i løpet av prosjektperioden.

Overvåkingsprogrammet i seg selv er viktig for å dokumentere utvikling over tid, men like viktig er det at et systematisk innsamlet materiale fra flere lokaliteter også genererer mye ny kunnskap. Dette kan igjen initiere andre undersøkelser som gir verdifull innsikt som er viktig for forvaltningen av elvemusling.

2 Metoder og materiale

I løpet av 2019 ble det i forbindelse med overvåkingsprogrammet undersøkt fire lokaliteter (to A-lokaliteter og to B-lokaliteter; **figur 2**): Hunnselva, Skorgeelva, Aureelva og Sagelvassdraget.



Figur 2. Lokaliteter som inngikk i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge i 2019. A-lokalitetene (nr. 5 og 19) er merket med rød eller svart farge mens B-lokalitetene (nr. 8 og 24) er merket med blå farge.

Aureelva i Møre og Romsdal var med i det opprinnelige programmet i 2018 (**vedlegg 1**), men på grunn av høy turbiditet og høy vannføring mye av høsten kunne ikke kartleggingen av elvemusling gjennomføres som planlagt (Larsen & Magerøy 2019b). Det ble bare gjennomført fiskeundersøkelser på to stasjoner i juni 2018. Disse resultatene blir rapportert her sammen med resten av overvåkingen som ble gjennomført i 2019.

Etter det oppsatte programmet skulle også Enningdalselva og Bøelva ha vært undersøkt i 2019 (**vedlegg 1**). På grunn av mye nedbør i perioden forut for feltarbeidet og langvarig høy vannføring resten av høsten 2019, ble vi nødt til å utsette overvåkingen i Enningdalselva og Bøelva til 2020.

Innsamling av data om vannkvalitet og fisk (tetthet og gjelleundersøkelser) skal normalt ikke inngå i overvåkingen når opplysninger om dette er samlet inn tidligere (1999–2015) eller data om dette foreligger i forbindelse med annen overvåking eller inventering. Dersom det ikke er kjent om det er laks eller ørret som fungerer som vertsfisk, må imidlertid slik kunnskap framskaffes. Når vannkvalitet skal undersøkes på grunn av mangelfulle undersøkelser tidligere skal turbiditet, vannfarge, ledningsevne, pH, totalt organisk karbon, kalsium, nitrat, totalt fosfor, jern og sink prioriteres undersøkt.

2.1 Vannprøver

I forbindelse med overvåkingsprogrammet ble det bare samlet inn vannprøver fra Skorgeelva i 2019 (**tabell 1**). Det ble tatt vannprøver på 500 ml vannflasker 31. juli og 7. oktober 2019 fra stasjon 2. Disse ble analysert få dager etter prøvetaking på LabTjenester AS (Analysesenteret) i Trondheim.

Ledningsevne og vanntemperatur ble imidlertid målt i felt med en WTW Cond 3110 med TetraCon 325 på alle stasjonene i alle de fire lokalitetene.

I forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget¹ (Larsen & Berger 2020) ble det i tillegg samlet inn vannprøver fra tre stasjoner i Sagelva og Langvassbekken 19. juni 2019 (stasjon 3, 8 og 18) og fire stasjoner 30.-31. juli 2019 (stasjon 3, 8, 14 og 18; for lokalisering se **figur 6**).

Tabell 1. Undersøkellesprogram i lokalitetene som inngikk i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling i 2019.

Lokalitet			Vannprøver	Redoksmålinger	Fisk		Elvemusling				
Type	Nr.	Navn			Tetthet	Gjelleprøver	Transekt	Fritelling	Graving	Lengde levende	Lengde skall
A	5	Hunnselva		X			X	X	X	X	
B	8	Skorgeelva	X	X	X	X		X	X	X	
A	19	Aureelva		X		X	X	X	X	X	X
B	24	Sagelva og Langvassbekken	X*	X	X*	X*		X	X	X	X

* I forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget i 2019 (Larsen & Berger 2020) ble det samlet inn data om vannkvalitet og fisk som også er inkludert i overvåkingsprogrammet

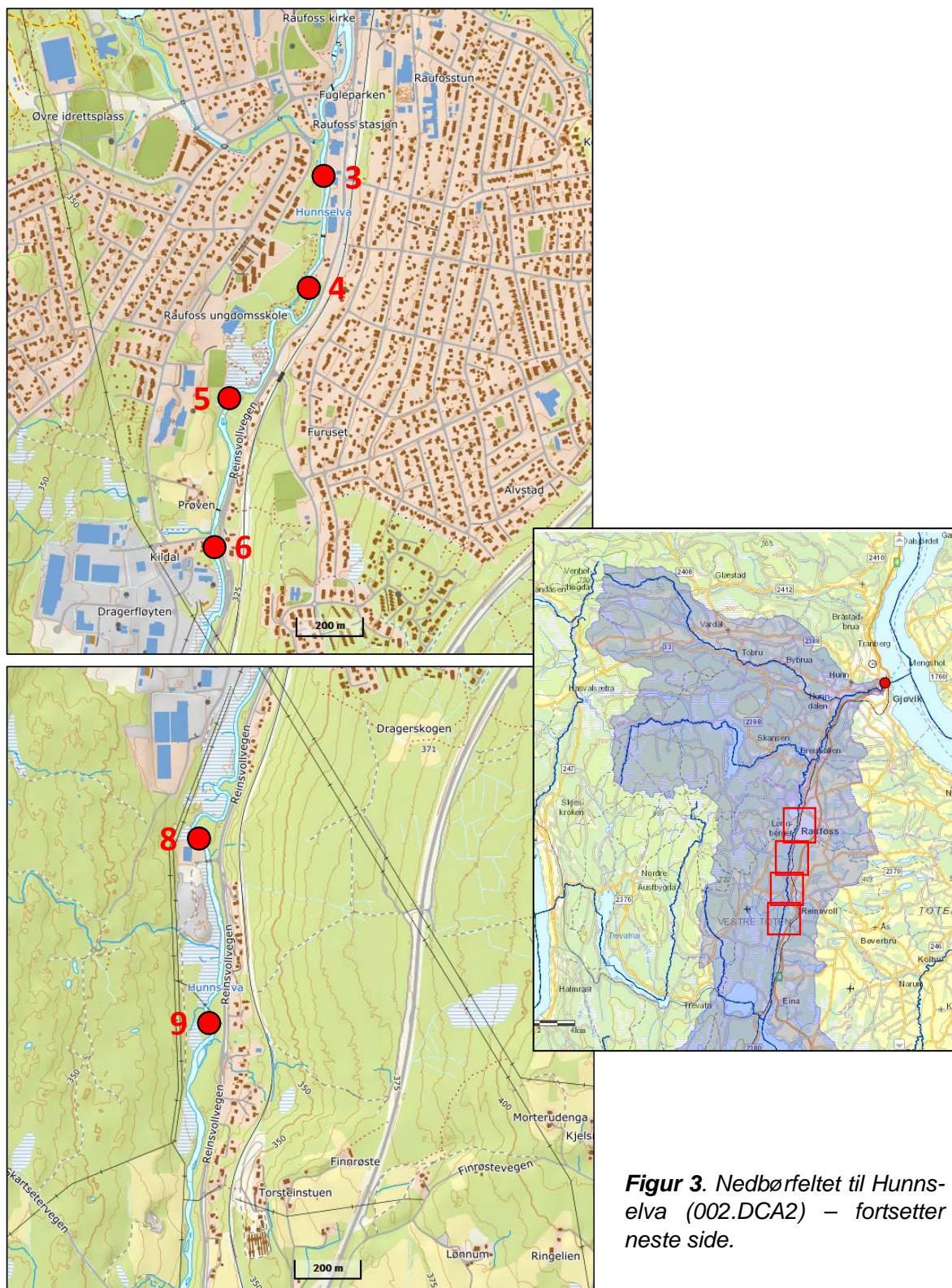
2.2 Redoksmålinger

Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet (bunnmaterialet) i elva, og hvor egnet dette er som oppvekstområde for unge muslinger. Gjennomsnittlig reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substrat er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. Geist & Auerswald (2007) utarbeidet en teknikk som måler denne forskjellen i redokspotensial. I gode habitat for unge muslinger skal det være minst mulig tap av redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet, der muslingene oppholder seg på dyp ned til ti centimeter (Geist & Auerswald 2007). I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), mens mer enn 30 % reduksjon er vurdert å være svært negativt.

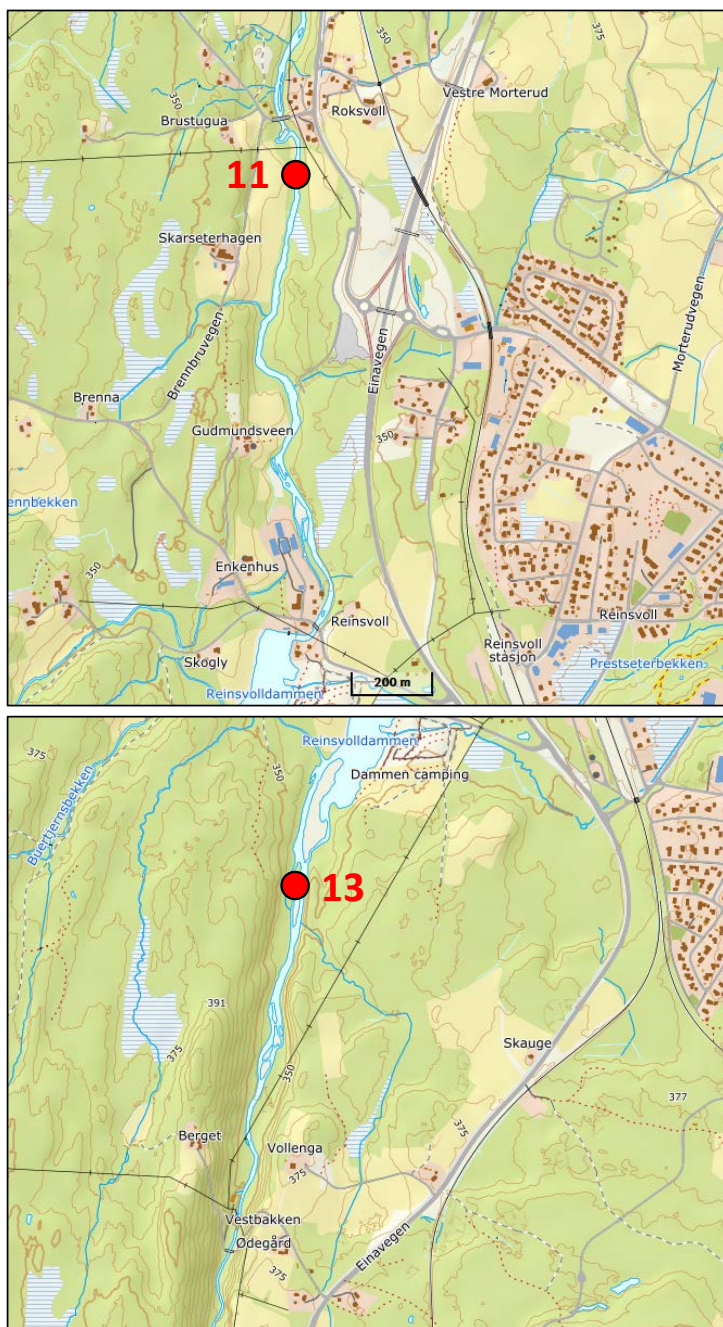
Redokspotensial ble målt på alle lokalitetene i overvåkingsprogrammet i 2019 (**tabell 1**) etter følgende program:

- Hunnselfva: tre stasjoner ble undersøkt 24.–26. august 2019 (stasjon 13, 5 og 4; for lokalisering se **figur 3**).
- Skorgeelva: to stasjoner ble undersøkt 1. august 2019 (stasjon 3 og 4; for lokalisering se **figur 4**). De samme to stasjonene ble undersøkt på nytt 7. oktober 2019 sammen med ytterligere en stasjon (stasjon 2; for lokalisering se **figur 4**).
- Aureelva: tre stasjoner ble undersøkt 1. og 3.–4. august 2019 (stasjon 3, 4 og 6; for lokalisering se **figur 5**).
- Sagelva og Langvassbekken: fire stasjoner ble undersøkt 30.-31. juli 2019 (stasjon 3, 8, 14 og 18; for lokalisering se **figur 6**).

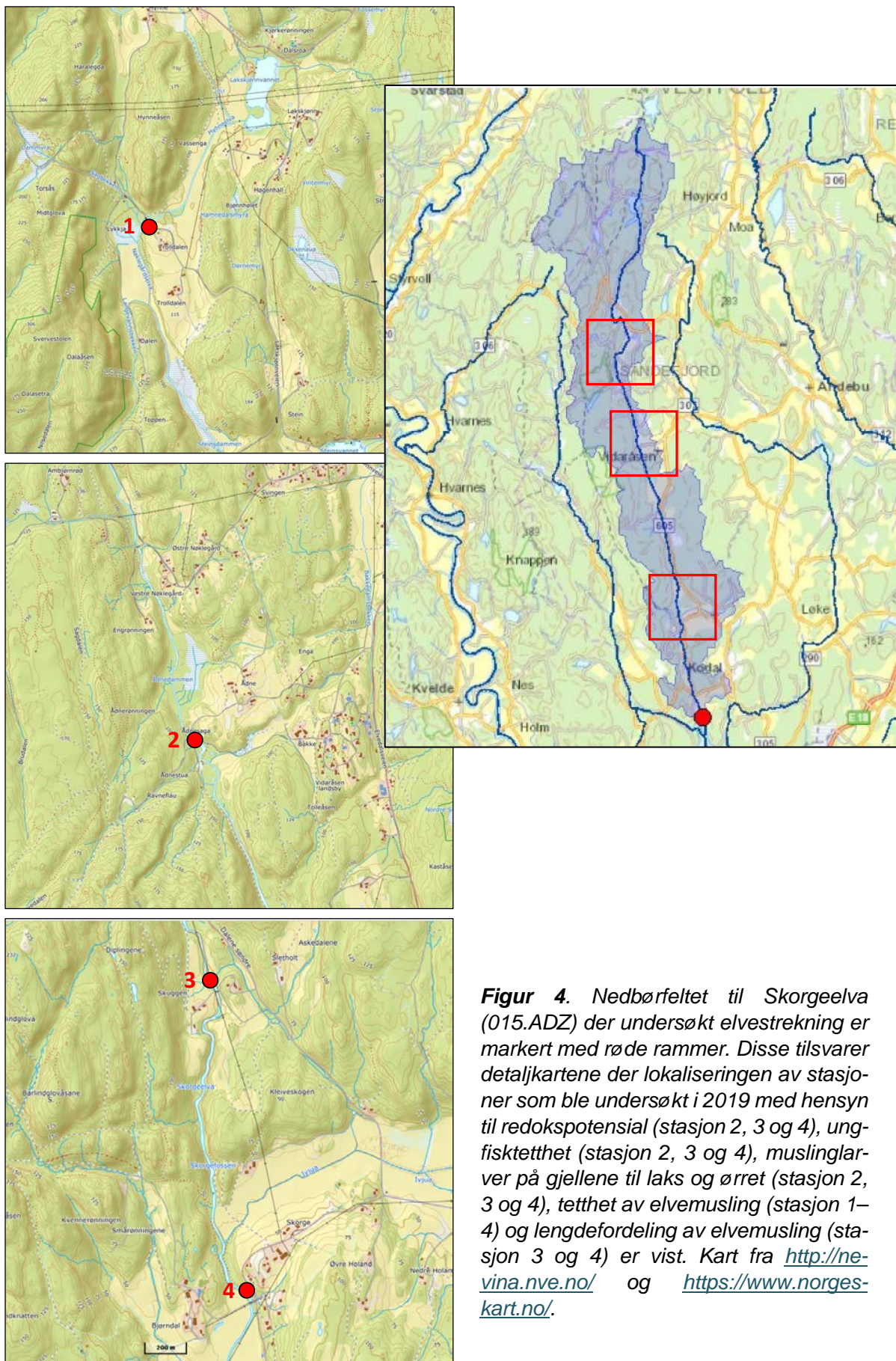
¹ Tiltaksprosjektet «Status og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Malvik kommune), Trøndelag» finansiert av Fylkesmannen i Trøndelag, Malvik kommune og Vannområde Nea-Nidelva



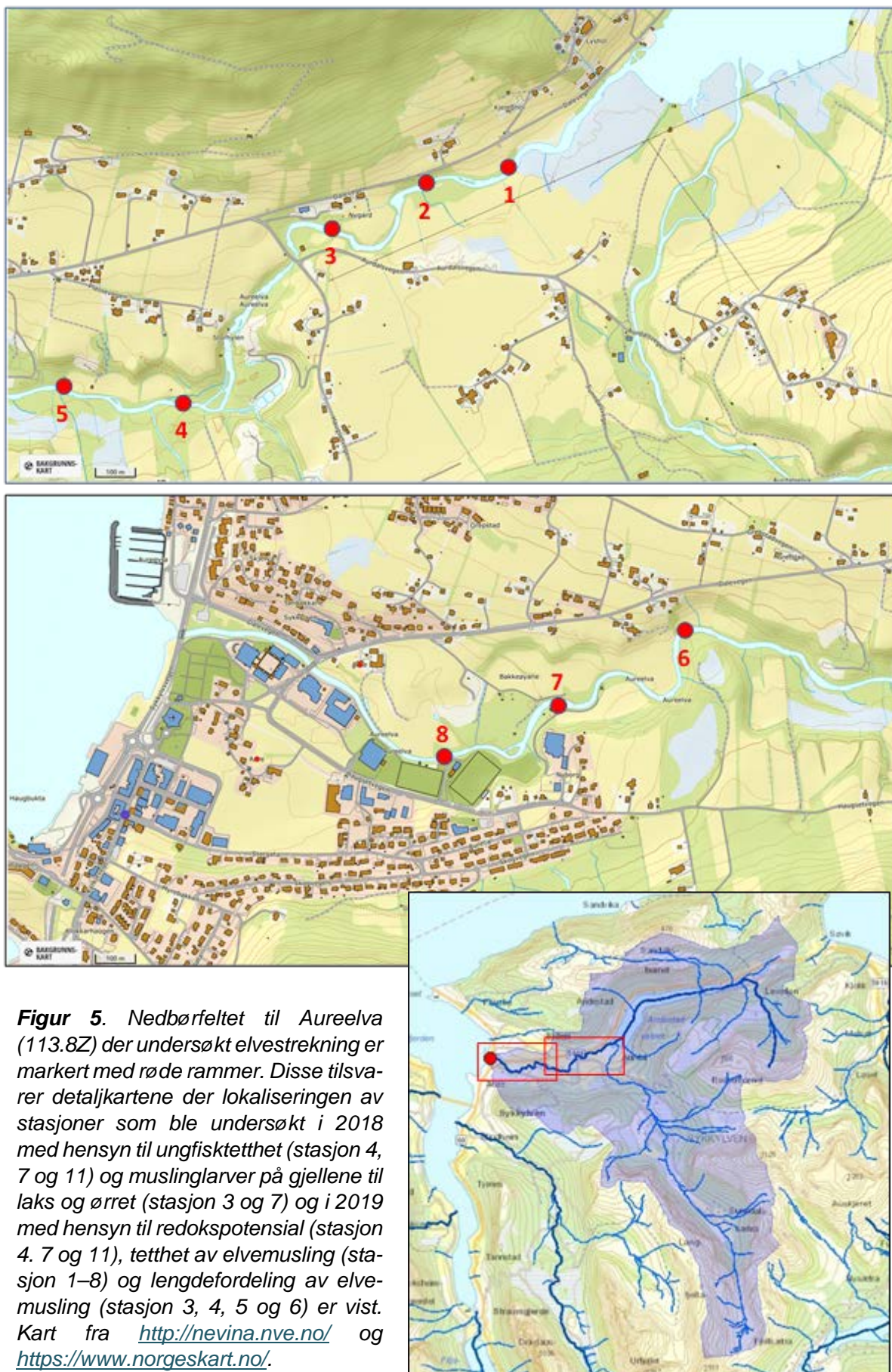
Figur 3. Nedbørfeltet til Hunnselva (002.DCA2) – fortsetter neste side.



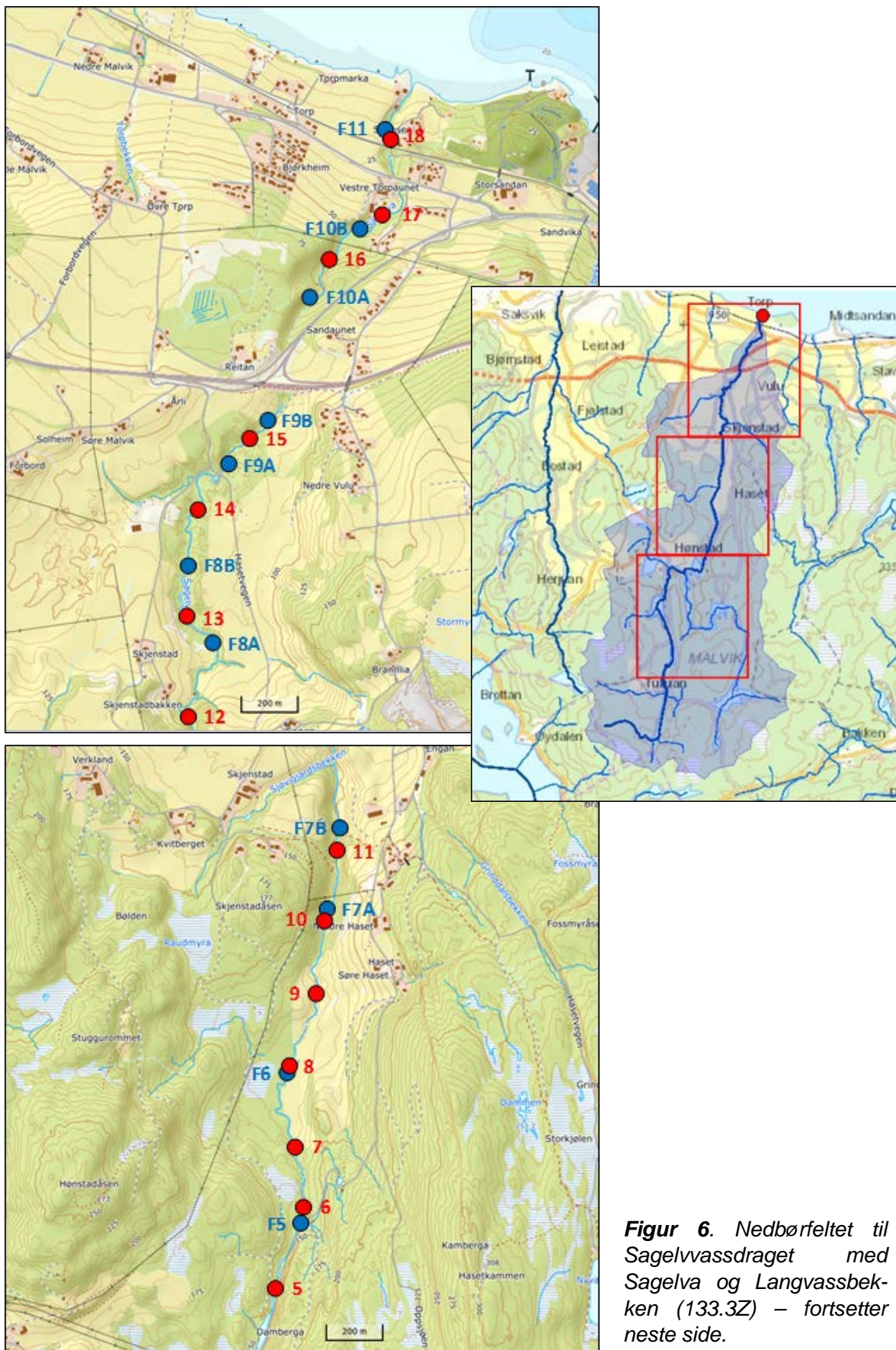
Figur 3. Nedbørfeltet til Hunnselva (002.DCA2) der undersøkt elvestrekning er markert med røde rammer. Disse tilsvarer detaljkartene der lokaliseringen av stasjoner som ble undersøkt i 2019 med hensyn til redokspotensial (stasjon 13, 5 og 4), tetthet av elvemusling (stasjon 13, 11, 9, 8, 6, 5, 4, og 3) og lengdefordeling av elvemusling (stasjon 13, 11, 8, 6, 5, 4, og 3) er vist. Stasjonsnummereringen følger tidligere overvåkingsundersøkelser i Hunnselva (f.eks. Larsen & Berger2009). Kart fra <http://nevina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.



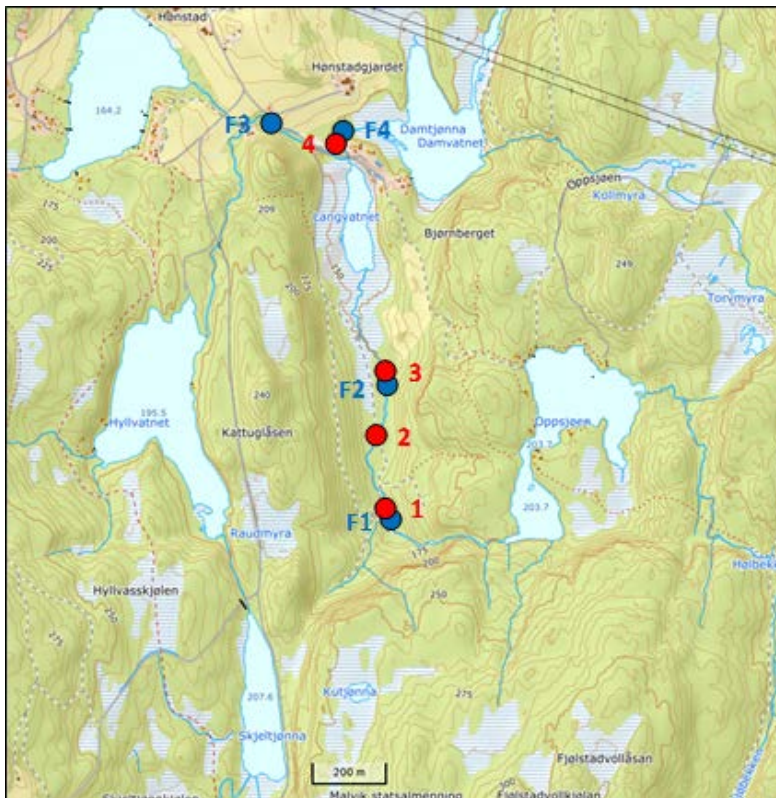
Figur 4. Nedbørfeltet til Skorgeelva (015.ADZ) der undersøkt elvestrekning er markert med røde rammer. Disse tilsvarer detaljkartene der lokaliseringen av stasjoner som ble undersøkt i 2019 med hensyn til redokspotensial (stasjon 2, 3 og 4), ungfisktetthet (stasjon 2, 3 og 4), muslinglarver på gjellene til laks og ørret (stasjon 2, 3 og 4), tetthet av elvemusling (stasjon 1–4) og lengdefordeling av elvemusling (stasjon 3 og 4) er vist. Kart fra <http://nenvina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.



Figur 5. Nedbørfeltet til Aureelva (113.8Z) der undersøkt elvestrekning er markert med røde rammer. Disse tilsvarer detaljkartene der lokaliseringen av stasjoner som ble undersøkt i 2018 med hensyn til ungfisitetthet (stasjon 4, 7 og 11) og muslinglarver på gjellene til laks og ørret (stasjon 3 og 7) og i 2019 med hensyn til redokspotensial (stasjon 4, 7 og 11), tetthet av elvemusling (stasjon 1–8) og lengdefordeling av elvemusling (stasjon 3, 4, 5 og 6) er vist. Kart fra <http://nevina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.



Figur 6. Nedbørfeltet til Sagelvvassdraget med Sagelva og Langvassbækken (133.3Z) – fortsetter neste side.



Figur 6. Nedbørfeltet til Sagelvassdraget med Sagelva og Langvassbekken (133.3Z) der undersøkt elvestrekning er markert med røde rammer. Disse tilsvarer detaljkartene der lokaliseringen av stasjoner som ble undersøkt i 2019 med hensyn til vannkvalitet (stasjon 3, 8, 14 og 18), redokspotensial (stasjon 3, 8, 14 og 18), ungfisktetthet (stasjon F1-F11), muslinglarver på gjellene til ørret (stasjon F1, F3, F5, F7A, F8A, F9A, F10A, F10B og F11), tetthet av elvemusling (stasjon 1–18) og lengdefordeling av elvemusling (stasjon 3 og 8) er vist. Kart fra <http://nve.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.

For å måle redokspotensialet ble det benyttet en 0,7 m lang sonde med en platina elektrode i den ene enden, en referanse-elektrode og et voltmeter. Målinger ble gjennomført både i de frie vannmasser og 5–7 cm nede i substratet (**figur 7**).



Figur 7. Måling av redokspotensial i substratet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det vil normalt ta noe tid (2–3 minutter) før redokspotensialet stabiliserer seg og målingen kan leses av. Det ble benyttet en fast stabiliseringstid på tre minutter ved alle målepunkt. Målingene ble, så langt det lot seg gjøre, gjennomført i transekter med en til to meter mellom hvert målepunkt i transektet og en til to meter mellom hvert transekt. Det ble gjennomført fem–seks separate målinger i de frie vannmasser (1–2 måling i hvert transekt) og til sammen 15–16 separate målinger på 5–7 cm dyp langs 4–6 transekter på hver stasjon. Bare den delen av elveløpet som tilsvarte vanddekt areal ved lavvannføring inngikk i målingene. Målepunktene måtte tilpasses substratets beskaffenhet (det kunne enkelte steder være vanskelig å finne målepunkt som gjorde det mulig å få elektroden ned på ønsket dyp) og avstanden mellom målepunktene og mellom transektene kunne avvike fra det som var ønskelig.

2.3 Fisk

Tetthet og vekst

I forbindelse med overvåkingsprogrammet ble tetthet av fiskeunger undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat med fiske på tre stasjoner i Skorgeelva 7. oktober 2019 (stasjon 2–4; for lokalisering se **figur 4** og **vedlegg 3**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre fiskeunger ($\geq 1+$) av laks og ørret. Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

I tillegg ble det i forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Larsen & Berger 2020) gjennomført elfiskeundersøkelser på 11 stasjoner 10. og 13. mai 2019 (stasjon F1, F3, F4, F5, F7A, F8A, F8B, F9A, F10A, F10B og F11; for lokalisering se **figur 6**) og åtte stasjoner 27. september og 9. oktober 2019 (stasjon F1, F2, F5, F6, F7B, F8A, F9B og F11; for lokalisering se **figur 6**) som også inkluderes i denne rapporten. Om våren ble det bare gjennomført et semikvantitativt elfiske (én eller to «tilfeldige» overfiskinger) på de undersøkte stasjonene. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Måten fisket ble gjennomført på gjorde at det ikke var mulig å beregne tetthet på vanlig måte. Relativ tetthet av ørret ble i stedet estimert ut fra total fangst på stasjonen og en antatt fangbarhet (p) på 0,5. Tallene som framkommer underestimerer imidlertid det totale antall ørret på arealet. Det er skilt mellom ettårige (1+) og toårige eller eldre ($\geq 2+$) ørretunger. Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m². Om høsten ble arealene avfisket to ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin et al. (1989) etter fangst i to fiskeomganger. Ved to tilfeller gjorde ikke fangsttallene det mulig å beregne tetthet på vanlig måte. Da ble tetthet av ørret estimert ut fra total fangst på stasjonen og en antatt fangbarhet (p) på 0,5. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

Muslinglarver på gjellene

Det ble ikke samlet inn fiskeunger til gjelleundersøkelser fra Hunnselva i 2019 (**tabell 1**).

I Skorgeelva ble det samlet inn laks- og ørretunger fra tre stasjoner 7. oktober 2019 (stasjon 2–4, for lokalisering se **figur 4**). Det ble undersøkt 40 laksyngel (0+) og 38 ettårige (1+) laksunger samt 12 ørretyngel og 8 ett- og toårige ørretunger til sammen på de tre stasjonene.

I Aureelva ble det samlet inn laks- og ørretunger fra to stasjoner 1. juni 2018 (stasjon 3 og 7, for lokalisering se **figur 5**). Det ble undersøkt 46 ettårige (1+) og 27 toårige (2+) laksunger samt 11 ettårige ørretunger til sammen på de to stasjonene.

I tillegg ble forekomsten av muslinglarver undersøkt på ørret i Sagelva og Langvassbekken i forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Larsen & Berger 2020). Det ble samlet inn ørretunger fra ni stasjoner 10. og 13. mai 2019 (stasjon F1, F3, F5, F7A, F8A, F9A, F10A, F10B og F11, for lokalisering se **figur 6**). Det ble undersøkt 59 ettårige og 45 to- og treårige ørretunger til sammen på de ni stasjonene.

All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd og ble senere undersøkt under stereolupe på laboratoriet med hensyn til forekomst av muslinglarver. Som hovedregel ble alle muslinglarver talt opp på gjellene på begge sider av fisken. Men fiskeunger som hadde mer enn anslagsvis 100-200 larver bare på gjellene på venstre side av fisken, ble ikke talt opp på høyre side. Videre var det dessuten enkelte av fiskeungene som hadde så høy intensitet at antall muslinglarver bare ble talt opp på gjellebue nummer to på venstre side. For at resultatet skulle bli sammenlignbart mellom individer og stasjoner ble det totale antall muslinglarver på fiskeungene estimert basert på tidligere undersøkelser som har vist at det normalt er like mange muslinglarver på begge sider av fisken og at gjellebue nummer to på venstre side har om lag en seksdel av det totale antall muslinglarver på fisken (B.M. Larsen upubl. materiale). Antall muslinglarver er derfor oppgitt som opptalt eller estimert totalantall på fisken. Resultatene er presentert som andel infesterte fisk av det totale antall fisk som er undersøkt (= prevalens), gjennomsnittlig antall muslinglarver på all fisk, dvs. snitt av både infesterte og uinfesterte fisk (= abundans) og gjennomsnittlig antall muslinglarver på infestert fisk (= infesteringsintensitet).

2.4 Elvemusling

Utbredelse og tetthet

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Åtte stasjoner ble undersøkt i hver av A-lokalitetene. Det var mulig å vade hele eller deler av elvetverrsnittet på alle stasjonene. Transektene/arealene som ble undersøkt på A-lokalitetene varierte mellom 56 og 168 m². Transektene ble delt opp i mindre «tellestriper» ved hjelp av kjettinger. I tillegg ble det gjennomført tidsbegrensede tellinger av 15 minutters varighet (fritelling) på de samme stasjonene, normalt fordelt med én telling ovenfor og én telling nedenfor arealet. På B-lokalitetene ble det bare benyttet tidsbegrensede tellinger (fritelling). Det ble gjennomført to eller tre tellinger av 15 minutters varighet i tilknytning til stasjonene. Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr) under kartleggingen.

Tetthet av elvemusling ble undersøkt på alle lokalitetene i overvåkingsprogrammet i 2019 (**tabell 1**) etter følgende program:

- Hunnselva: åtte stasjoner ble undersøkt 24.–26. august 2019 (stasjon 13, 11, 9, 8, 6, 5, 4, og 3; for lokalisering se **figur 3** og **vedlegg 2**). Nummereringen av stasjonene følger tidligere overvåkingsundersøkelser i Hunnselva med stasjon 13 i øvre del og stasjon 3 ved Raufoss (Larsen 1998, Larsen & Hårsaker 2002, Larsen & Berger 2009).
- Skorgeelva: fire stasjoner ble undersøkt 30. juli 2019 (stasjon 1-4; for lokalisering se **figur 4** og **vedlegg 3**).
- Aureelva: åtte stasjoner ble undersøkt 2.–4. august 2019 (stasjon 1-8; for lokalisering se **figur 5** og **vedlegg 4**).
- Sagelva og Langvassbekken: fire stasjoner ble undersøkt 19.-20. juni og 7. august 2019 (stasjon 3, 5, 8 og 10; for lokalisering se **figur 6** og **vedlegg 5**). I tillegg ble det i forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Larsen & Berger 2020) undersøkt ytterligere 14 stasjoner 19.-20. juni, 31. juli og 6.–7. august 2019 (stasjon 1, 2, 4, 6, 7, 9 og 11-18; for lokalisering se **figur 6** og **vedlegg 5**) som også inkluderes i denne rapporten.

Lengdefordeling

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

Utfordringen med en lengdefordeling er å få til et så representativt utvalg av muslinger som mulig. I hver lokalitet (både A- og B-lokaliteter) ble det anlagt flere såkalte gravestasjoner (**figur 8**). Arealet på gravestasjonen vil variere avhengig av tettheten av muslinger, men det skal helst samles inn mer enn 250 individer til sammen fra hver lokalitet (se CEN-standard NS-EN 16859:2017). På hver stasjon ble alle synlige individer innenfor et nærmere definert areal (avgrenset med kjetting) plukket opp. Arealet ble deretter undersøkt mer detaljert ved at steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å avdekke eventuelle nedgravde muslinger.



Figur 8. Gravestasjon for innsamling av levende elvemusling til lengdemåling – område avgrenset av kjetting. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Lengden på levende muslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter. Etter lengdemåling ble muslingene lagt tilbake på elvebunnen der de etter noe tid gravde seg ned i substratet igjen.

Det ble samlet inn levende elvemusling for lengdemåling fra alle lokalitetene i 2019 (**tabell 1**) etter følgende program:

- Hunnselva: alle levende muslinger som ble funnet i transektene med tilhørende fritellingsområder ble tatt opp og lengdemålt 23.–25. august 2019 (124 individer til sammen på stasjon 13, 11, 8, 6, 5, 4 og 3; for lokalisering se **figur 3** og **vedlegg 2**). I tilknytning til stasjon 5 ble det i tillegg tatt opp og lengdemålt muslinger som ble observert ovenfor og nedenfor fritellingsområdene (29 individer). Det ble dermed samlet inn 153 elvemusling til sammen for lengdemåling. I tillegg ble utvalgte områder på tre av stasjonene (stasjon 13, 5 og 4) med et samlet areal på 15,2 m² undersøkt ved graving.
- Skorgeelva: to stasjoner ble undersøkt inkludert graving i substratet 1. august 2019 (stasjon 3 og 4; for lokalisering se **figur 4** og **vedlegg 3**) med et samlet areal på 3,0 m². Det ble samlet inn 203 elvemusling til sammen for lengdemåling.
- Aureelva: fire stasjoner ble undersøkt inkludert graving i substratet 2.-4. august 2019 (stasjon 3-6; for lokalisering se **figur 5** og **vedlegg 4**) med et samlet areal på 5,7 m². Det ble samlet inn 653 elvemusling til sammen for lengdemåling.

- Sagelva og Langvassbekken: to stasjoner ble undersøkt inkludert graving i substratet 19.–20. juni 2019 (stasjon 3 og 8; for lokalisering se **figur 6** og **vedlegg 5**) med et samlet areal på 5,3 m². Det ble samlet inn 259 elvemusling til sammen for lengdemåling.

I tillegg til levende muslinger ble også tomme (og hele) muslingskall (døde muslinger) samlet inn når lokalitetene i overvåkingsprogrammet ble undersøkt. Tomme skall ble talt opp og lengdemålt på vanlig måte til nærmeste 0,1 mm før de i størst mulig grad ble fjernet fra transektene og fritelingsområdene. Et utvalg av skall fra hver lokalitet ble i tillegg tatt vare på, pakket i plastposer etter tørking og lagret på NINA. Det ble lengdemålt til sammen 431 skall fordelt på 16 skall i Hunnselva, 44 skall i Skorgeelva, 223 skall i Aureelva og 148 skall i Sagelva og Langvassbekken.

Skallene som ble funnet varierte fra helt ferske skall fra muslinger som nettopp hadde dødd til skall som var kraftig erodert og hadde ligget noen år i elva siden muslingene døde. Sandaas & Enerud (2010) fant at muslingskall fikk en vektreduksjon på ca. 45 % etter seks år, men at de fremdeles beholdt formen og kunne oppfattes som «hele» skall. Det kan derfor ta ti år eller mer før skallene helt eller delvis har forsvunnet. For å skille ferske og gamle skall fra hverandre ble skallene derfor sortert etter hvor lenge de antagelig hadde ligget i elva. Larsen & Karlsson (2016) foreslo en inndeling i fem grupper basert på graden av erosjon på skallene (**tabell 2**; se også Sandaas & Enerud 2010). Denne inndelingen er benyttet ved undersøkelse av alle skall fra overvåkingslokalitetene.

Tabell 2. Gruppering av elvemuslingskall etter graden av erosjon på skallene for angivelse av hvor lenge de har ligget i elva etter at muslingen døde (= alder, år). Med støtte i Sandaas & Enerud (2010) er det gitt en beskrivelse av hvordan skallene i ulike grupper ble skilt fra hverandre. Fra Larsen & Karlsson (2016).

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. Gulfarget 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

Vekst

Den årlige tilveksten er mindre enn én millimeter hos voksne muslinger, og avtar med økende alder. Hos unge individer er imidlertid tilvekstsonene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov et al. 1994). Årstilveksten ses tydelig på skallenes overflate i lysmikroskop eller stereolupe og stemmer overens med den årstilveksten man ser i tverrsnitt av skallet (Dunca & Mutvei 2009). Alder hos unge muslinger (yngre enn 15-20 år) kan dermed bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet (**figur 9**). Dette er også anbefalt gjennomført i den europeiske standarden for overvåking av elvemusling (CEN standard NS EN 16859:2017) for å bedømme graden av nyrekruttering.

Det ble foretatt aldersbestemmelse av muslinger fra alle de fire lokalitetene i 2019: 11 muslinger fra Hunnselva (stasjon 3, 4 og 6; for lokalisering se **figur 3**), 22 muslinger fra Skorgeelva (stasjon 3 og 4; for lokalisering se **figur 4**), 17 muslinger fra Aureelva (stasjon 3-8; for lokalisering se **figur 5**) og åtte muslinger fra Sagelvvassdraget (stasjon 5-14; for lokalisering se **figur 6**). For individer som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm. Basert på dette ble det satt opp vekstkurver for alle lokalitetene.



Figur 9. Alder hos unge muslinger (yngre enn 15-20 år) kan bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Reproduksjon

Som et supplement ble det i Aureelva og Sagelvvassdraget også undersøkt muslinger med hensyn til «graviditet» på en eller flere stasjoner i vassdragene (**tabell 1**). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig i felt og undersøke gjellene med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingene ble lagt tilbake i substratet.

3 Hunnselva

Bjørn Mejdell Larsen & Jon H. Magerøy

3.1 Innledning

Elvemusling er kjent fra Hunnselva helt tilbake til 1700-tallet, men bestanden gikk kraftig tilbake fra 1940-tallet og fram til 1990. Behovet for en tilstandsrapport ga i 1998 initiativet til en kartlegging av forekomst og status til elvemuslingen i Hunnselva, og bestanden ble betegnet som truet (Larsen 1998). Senere er elvemuslingen undersøkt i 2001 (Larsen & Hårsaker 2002) og 2008 (Larsen & Berger 2009) som ledd i det nasjonale overvåkingsprogrammet. Overvåkingen av elvemusling begrenser seg til strekningen fra Vestbakken kraftverk og ned til Raufoss sentrum da det ikke lenger finnes elvemusling ovenfor eller nedenfor disse stedene i dag (Larsen 1998).

3.2 Område

Hunnselva (vassdragsnr. 002.DCA2) ligger hovedsakelig i Vestre Toten kommune i Innlandet (Oppland) fylke, og er en del av et 373 km² stort nedbørfelt som også berører Gran, Søndre Land og Gjøvik kommuner. Selve Hunnselva har utspring fra Einavatnet (399 moh.) og renner ut i Mjøsa (123 moh.) ved Gjøvik. Vannet i Hunnselva har vært utnyttet på forskjellig vis gjennom tidene, fra små vassdrevne gårdskverner til sagbruk og større møllebruk før kraftverkene overtok. Hunnselva er regulert til vannkraftformål ved en dam nær utløpet av Einavatn. I tillegg er det ytterligere tre oppdemminger på strekningen ned til Raufoss (Vestbakken, Reinsvoll og Raufoss). Minimum vannføring ut fra Einavatnet er i dag ikke lavere enn ca. 0,5-0,6 m³/s. Middelvannføringen gjennom året er normalt 1,5-3,5 m³/s. Ved utløpet i Mjøsa har vassdraget en årlig middelvannføring på 13,2 l/s/km². Alminnelig lavvannføring er beregnet til 1,8 l/s/km².



Figur 10. Det ble fløtt mye tømmer i Hunnselva på 1800-tallet og fram til begynnelsen av 1900-tallet. Som i andre fløtningsvassdrag ble elva rensket for å lette fløtningen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

I nedbørfeltet til Hunnselva dekker skog 71,5 % av arealet (**figur 10**). Det finnes ikke noe snaufjell (H_{\max} 753 moh.), og innsjøer og myr dekker henholdsvis 5,2 og 3,2 %. Det er en del dyrket mark (14,2 %) og 2,3 % av arealet er definert som bebyggelse (<http://nevina.nve.no/>).

3.3 Vannkvalitet

Hunnselva hører til økoregionen Østlandet og har et middels til stort nedbørfelt lokalisert i lavlandet (<200 moh.). Vassdraget var svakt basisk i 2001-2010 (Larsen 2017), og pH var aldri lavere enn 7,2. Dette henger sammen med relativt høy konsentrasjon av kalsium (12,7-20,9 mg/l), som samtidig gir høy bufferevne mot forsuring. Hunnselva hadde en moderat høy vannfarge med et gjennomsnitt på 36 mg Pt/l og klassifiseres etter dette som moderat kalkrik og humøs i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann, og hører inn under elvetype R108 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). Alle nitratverdiene som ble målt i 2001-2010 lå mellom 584 og 1060 µg/l og konsentrasjonen av totalt fosfor var i gjennomsnitt 8 µg/l (5-16 µg/l; Larsen 2017). Målinger på en stasjon ovenfor og en stasjon nedenfor utbredelsesområdet for elvemusling i august 2018 viste verdier for Tot-P og Tot-N på henholdsvis 7 og 9 µg/l og 780 og 790 µg/l (Solheim et al. 2019). Vannkvaliteten karakteriseres som svært god med hensyn på fosfor og moderat med hensyn til nitrogen (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Hunnselva er i perioder uklar eller grumset på grunn av suspenderte partikler, men turbiditeten er likevel sjelden større enn 1,5 FTU (Larsen 2017). Etter store nedbørmengder og flom er det imidlertid målt turbiditet på 28 FTU. Dette viser at finpartikulært materiale føres ut i vassdraget i store mengder spesielt når vannføringen i sidebekkene øker brått. Sidebakkens bidrag, diffus avrenning fra arealer langs elvestrengen og erosjon i elveløpet gjør at Hunnselva til slutt blir jordfarget når vannet passerer Raufoss.

Ledningsevnen var relativt høy i Hunnselva og ble i august 2019 målt til 9,4-10,8 mS/m mellom utløpet av Vestbakken kraftverk og Raufoss sentrum (**tabell 3**), sannsynligvis som følge av tilsig fra dyrket mark og bebyggelse.

Det ble ikke samlet inn vannprøver i forbindelse med overvåkingsprogrammet i 2019.

Tabell 3. Ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) målt på stasjonene som ble undersøkt i Hunnselva i slutten av august 2019.

Stasjon	Dato	Ledn.evne, mS/m	Vanntemp., °C
13	23.8.	9,4	15,8
11	24.8.	10,3	14,9
9	24.8.	10,6	16,0
8	24.8.	10,6	17,5
6	24.8.	10,8	17,2
5	25.8.	10,8	15,3
4	25.8.	10,8	18,4
3	25.8.	10,8	18,7

3.4 Redokspotensial

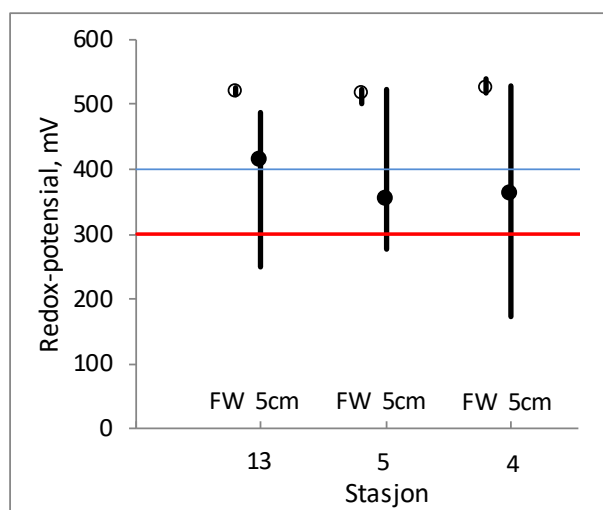
Redokspotensial ble målt på tre stasjoner i Hunnselva i slutten av august 2019 (stasjon 13, 5 og 4; for lokalisering se **figur 3**). Resultatet av redoksmålingene er presentert i **tabell 4** som medianverdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimums- og maksimumsverdien angitt på **figur 11**.

I august 2019 var medianverdien av redoksmålingene på 5–7 cm dyp i substratet lavere enn 400 mV på to av stasjonene i Hunnselva (stasjon 5 og 4, **figur 11**). Stasjonen som lå ovenfor Reinsvolldammen hadde høyere gjennomsnittlig redokspotensial (>400 mV), men også der var det lommer med dårligere vannkvalitet og redoksverdier som var lavere enn 300 mV. Reduksjon i

redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var nær 20 % i øvre del, men i overkant av 30 % i nedre del (**tabell 4**). Dette tilsvarte nær god vannkvalitet i substratet i øvre del, men på overgangen mot dårlig vannkvalitet i substratet i nedre del. Det var imidlertid flere lommer i elveløpet også på stasjon 5 og 4 i nedre del som hadde tilfredsstillende redokspotensial (>400 mV).

Tabell 4. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger på tre stasjoner (stasjon 13, 5 og 4) i Hunnselva i august 2019. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Dato 24.–26. august			
Stasjon	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
13	FW	521	
	5	414	20,5
5	FW	517	
	5	354	31,5
4	FW	525	
	5	363	30,9



Dybde	Stasjon	N	Redokspotensial, mV		
			>400	300–400	<300
FW	13	5	100,0	0	0
	5	5	100,0	0	0
	4	5	100,0	0	0
5 cm	13	15	66,7	20,0	13,3
	5	16	37,5	43,8	18,8
	4	16	43,8	31,3	25,0

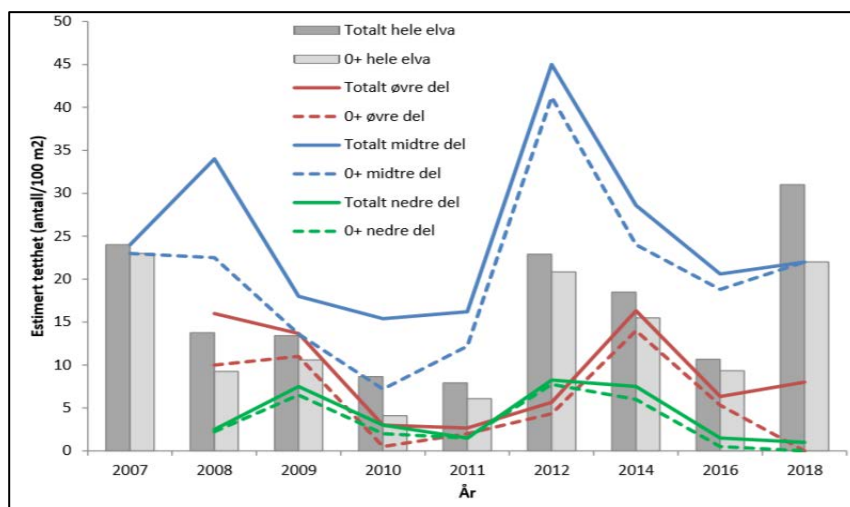
Figur 11. Redoksmålinger i Hunnselva på tre stasjoner (stasjon 13, 5 og 4) i august 2019. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

3.5 Fisk

Tetthet og lengdefordeling

Det var en markert nedgang i mengde ungfisk fra begynnelsen av 1980-tallet og fram mot 1990-tallet. Denne utviklingen så ut til å ha fortsatt utover på 2000-tallet (Larsen 2010). Tettheten av ørret (alle årsklasser) var 5-32 individ pr 100 m² ved de ulike undersøkelsene som ble gjennomført på 2000-tallet (Larsen 2017). Det er tendens til at tettheten av ørret tar seg noe opp igjen etter 2010 i den delen av elva der elvemuslingen er utbredt (**figur 12**). Ved fiskeundersøkelser våren 1998 (Larsen 1998) ble det i tillegg til ørret angitt at ørekyte var vanlig til svært vanlig, og det ble påvist gjedde. Gregersen & Torgersen (2009) fant abbor, ørekyte og gjedde ovenfor

Reinsvolldammen høsten 2008. Gjedde ble påvist i Hunnselva første gang i 1992 under et garnfiske i Reinsvolldammen (Vestre Toten Jeger og Fiskerforening 2004).



Figur 12. Utvikling i gjennomsnittlig estimert tetthet av all ungfisk (totalt) og årsyngel (0+) av ørret i Hunnselva i perioden 2007-2018. Midtre del (blå kurve) samsvarer i stor grad med utbredelsen til elvemusling i vassdraget. Fra www.fylkesmannen.no/innlandet: Bedre bruk av fiskeressursene i regulerede vassdrag i Oppland, overvåkingsrapporter: Hunnselva, overvåking 2018.

Muslinglarver på gjellene

Ørret er vertsart for muslingens larver i Hunnselva. Det var noen flere muslinglarver på gjellene til ørret i Hunnselva i 2001 sammenlignet med 2007 (**tabell 5**). Intensiteten var likevel svært lav med et gjennomsnitt på bare 7 muslinglarver pr. infestert ørretyngel i 2001. Høyest antall på én enkelt ørretyngel var henholdsvis 34 og 4 muslinglarver i 2001 og 2007, men det ble funnet en ettårig ørretunge med 125 muslinglarver på gjellene i 2001.

Det ble ikke undersøkt muslinglarver på gjellene til ørret i forbindelse med overvåkingsprogrammet i 2019.

Tabell 5. Muslinglarver på ørret i Hunnselva i oktober 2001 og mai 2007. Data fra Larsen (2017).

År	Dato	Antall stasjoner	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
2001	01.-02.10.	5	0+	55	23,6	1,6 ± 5,4	6,8 ± 9,5	34
			1+	49	57,1	6,2 ± 18,6	10,8 ± 23,7	125
2007	23.05.	5	1+	93	12,9	0,2 ± 0,7	1,8 ± 0,9	4

3.6 Elvemusling

Utbredelse

Det totale utbredelsesområdet for elvemusling i Hunnselva utgjør en strekning på noe over 7 km mellom Vestbakken kraftverk og Raufoss sentrum. Det er få muslinger ovenfor Reinsvolldammen, og det var en nedgang i utbredelsen på en ca. 2 km lang strekning nedenfor Reinsvolldammen fra 2001 til 2008. Elvemusling er derfor vanligst forekommende på den ca. 3,5 km lange strekningen sørover fra Raufoss sentrum. Elvemusling hadde en mye større utbredelse i vassdraget tidligere. Arten skal ha vært utbredt opp til Einavatnet, og det var også en god bestand av muslinger nedenfor Raufoss (i det minste ned til Breiskallen) fram til 1940-tallet.

Tetthet

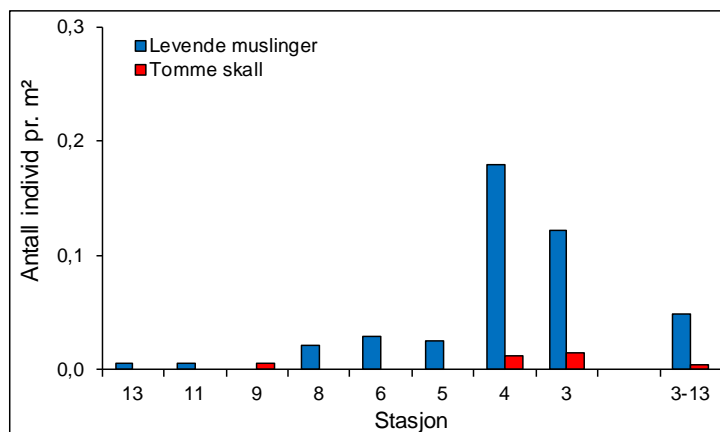
Tetthet av muslinger ble undersøkt på åtte stasjoner i Hunnselva i midten av august 2019 (stasjon 13, 11, 9, 8, 6, 5, 4 og 3; for lokalisering se **figur 3** og **figur 13**). Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling mellom Vestbakken kraftverk og Raufoss sentrum var 0,05 individ pr. m² i 2019. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 0,18 individ pr. m² på de ulike stasjonene (**figur 14** og **vedlegg 6**). I 2001 og 2008 ble det funnet muslinger i henholdsvis sju og seks av de 15 transektene som ble undersøkt (Larsen et al. 2008a). I 2019 ble bare åtte av de 15 stasjonene videreført og levende muslinger ble påvist på sju av disse.



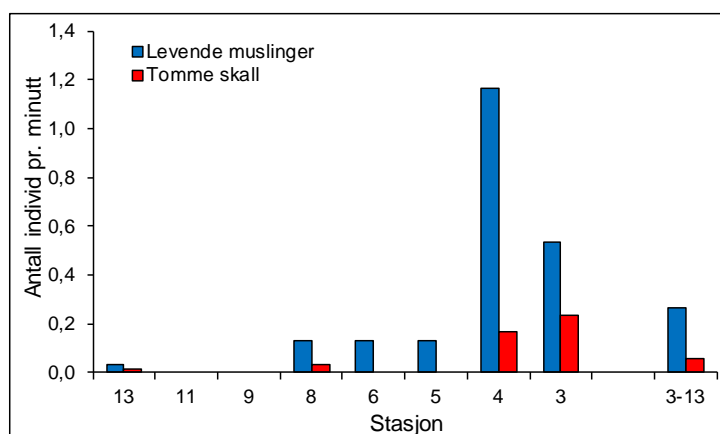
Figur 13. Et utvalg av stasjoner som ble undersøkt i forbindelse med overvåkingen av elvemusling i Hunnselva (stasjon 13, 9, 5 og 4). For lokalisering se figur 3. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Tidsbegrensede tellinger (fritelling) på de samme åtte stasjonene bekreftet den lave tettheten av muslinger i øvre del av Hunnselva (**figur 15**). Det ble funnet levende elvemusling på seks av stasjonene og antallet varierte mellom 0,03 og 1,17 individ pr. minutt observasjonstid (**figur 15** og **vedlegg 6**). Gjennomsnittlig tetthet var 0,27 individ pr. minutt.

Det ble talt 143 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Hunnselva i 2019. Det ble funnet relativt mange tomme skall, og de utgjorde 13,3 % av det totale antall skjell som ble funnet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var likevel lavt, bare 0,004 individ pr. m² på transektene og 0,06 individ pr. minutt søketid på fritellingene i 2019 (**figur 14**, **figur 15** og **vedlegg 6**).



Figur 14. Tettheten av levende elvemusling basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall individ pr. m²) på åtte stasjoner i Hunnselva i 2019.



Figur 15. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på åtte stasjoner i Hunnselva i 2019.

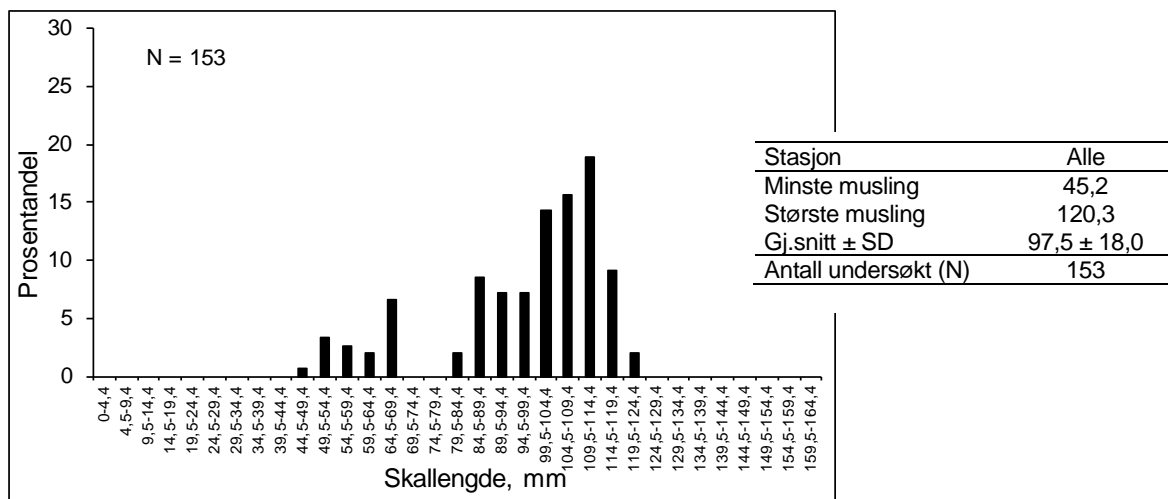
Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Hunnselva fra Raufoss sentrum til Reinsvolldammen (strekning med stasjon 3-11) er beregnet til ca. 67 000 m² (Larsen 1998). Legger vi til strekningen mellom Reinsvolldammen og Vestbakken kraftverk blir det totalt 73 700 m² (Larsen & Hårsaker 2002a). Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 0,049 muslinger pr. m² på strekningen, gir dette en total bestand på 3600 elvemusling i Hunnselva. Estimater er imidlertid usikkert da elvearealet er relativt stort og fordelingen av muslinger innad i vassdraget varierer mye (lav tetthet i store deler av arealet). Samtidig vil vi også forvente at noen muslinger finnes nedgravd i substratet. Likevel vil antall muslinger mest sannsynlig være noe lavere enn det estimatet skulle tilsi.

Lengdefordeling

På grunn av den lave tettheten av elvemusling er lengdefordelingen av levende elvemusling basert på alle observerte individer innenfor transektene og ved fritellingene i tilknytning til stasjonene. I tillegg ble det supplert med muslinger som ble funnet utenfor telleområdene på stasjon 5. Skallengden varierte fra 45 til 120 mm i slutten av august 2019 (**figur 16**). Gjennomsnittslengden var 98 mm (SD = 18; N = 153).

Selv om det var en overvekt av eldre muslinger i lengdegruppen 85–120 mm (**figur 16**), var det også et positivt tilskudd av yngre individer i lengdegruppene 45–70 mm. Det ble riktignok bare funnet ett individ som var mindre enn 50 mm, men til sammen 22 individer var mindre enn 70 mm. Dette utgjorde 14,4 % av alle muslinger. Dette var et positivt resultat for elva som helhet selv om de fleste individene ble funnet på de to nederste stasjonene nær Raufoss sentrum.



Figur 16. Lengdefordeling av levende elvemusling i Hunnselva basert på synlige individer (uten graving i substratet) på alle stasjonene i slutten av august 2019.

Selv om det ble gravd i substratet på fem flater på tre av stasjonene, noe som tilsvarte et areal på mer enn 15 m², ble det ikke funnet noen nedgravde individer i Hunnselva i 2019 (**tabell 6**). Tettheten av muslinger var da også så lav at det var vanskelig å finne arealer med mer enn et par individer på arealene som var egnet til graving.

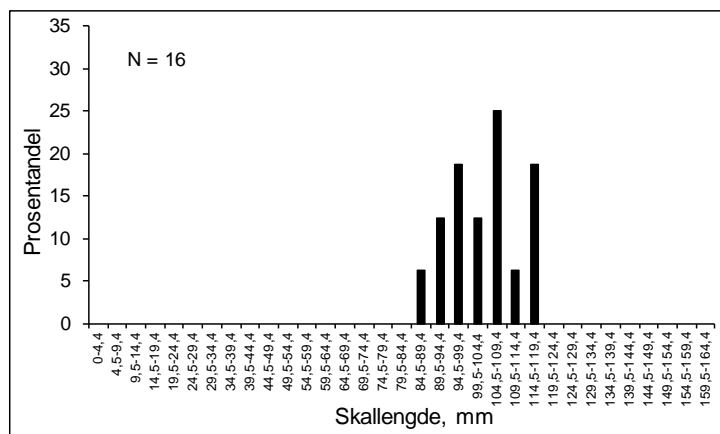
Tabell 6. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet på stasjon 13, 5 og 4 i slutten av august 2019 i Hunnselva ved graving i substratet.

Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall				Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Ned-gravde	Andel ned-gravde, %	<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
13	24.8.	6,1	2	2	0	0	0	0	0	0
5.1	25.8.	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2	25.8.	1,3	1	1	0	0	0	0	0	0
4.1	26.8.	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2	26.8.	2,1	2	2	0	0	0	0	0	0
Samlet		15,2	5	5	0	0	0	0	0	0

Tomme skall som ble funnet i Hunnselva i 2019 varierte i lengde mellom 85 og 119 mm (**figur 17**) med et gjennomsnitt på 103 mm (SD = 10; N = 16). Det var dermed bare eldre muslinger blant de døde individene.

Av de 20² døde muslingene (tomme skall) som ble undersøkt i Hunnselva i 2019, hadde to individ (10,0 %) dødd for mindre enn ett år siden (**tabell 7**). Ytterligere fire individ (20,0 %) hadde dødd for mellom ett og to år siden, mens tre individ (15,0 %) hadde dødd for to–tre år siden. Av de døde muslingene som ble samlet inn hadde derfor nær halvparten dødd i løpet av de siste tre årene.

² Inkluderer også tomme skall som var så ødelagt at de ikke kunne lengdemåles



Figur 17. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Hunnselva i slutten av august 2019.

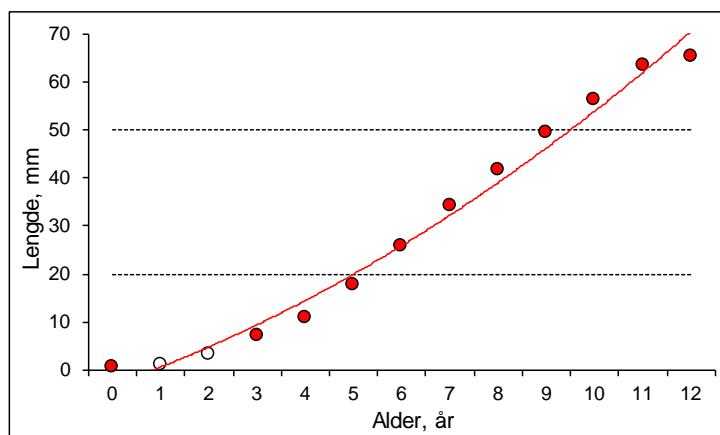
Tabell 7. Gruppering av elvemuslingskallene som ble funnet i Hunnselva i 2019 (gruppe 1-5) med angivelse av antall år skallene sannsynligvis har ligget i elva etter at muslingen døde (år) vurdert etter graden av erosjon på skallene (jf. Larsen & Karlsson 2016 og Sandaas & Enerud 2010).

Gruppe (år)	1 (<1)	2 (1-2)	3 (2-3)	4 (4-5)	5 (>6)	Sum
Antall skall	2	4	3	4	7	20
Prosentandel	10,0	20,0	15,0	20,0	35,0	100,0

Vekst

En vekstkurve for elvemusling fra Hunnselva basert på 11 levende individer funnet i 2019 viser at muslinger på 20 mm er om lag fem år gamle mens en 50 mm lang musling er ni år (**figur 18**). Den yngste muslingen som ble funnet i Hunnselva var anslagsvis åtte år gammel, og etablerte seg i vassdraget i 2011. Den gruppen av muslinger som var mindre enn 70 mm i 2019 var 8-13 år gamle og hører mest sannsynlig til årsklassene 2006-2011.

Høsten 2008 ble det aldersbestemt tre voksne muslinger fra Hunnselva som var 105, 116 og 117 mm lange. Disse var henholdsvis 56, 76 og 86 år gamle (Dunca et al. 2009, Dunca & Larsen 2012b). Ved å sammenligne dette med de generelle vekstkurvene som er laget for elvemusling i Sverige (Dunca & Mutvei 2009, Dunca et al. 2011) finner vi at de eldre muslingene i Hunnselva har en tilvekst som er noe lavere enn normalkurven.



Figur 18. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig år-ringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Hunnselva fram til 12-årsalder (N = 11). Skallene var erodert ved umbo slik at de første vintersonene ikke lenger kunne bestemmes med sikkerhet, og vekstkurven er stipulert for de to første leveårene (åpne sirkler).

Reproduksjon

De voksne muslingene har tilsynelatende reprodusert normalt hele tiden. Det ble undersøkt for mulig graviditet i 1998, 2001, 2007 og 2008, og i begynnelsen av august var graviditetsfrekvensen i alle år mellom 82 og 100 % (**tabell 8**). Den høye graviditetsfrekvensen antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbefruktning. I tillegg finnes det en observasjon av fullmodne muslinglarver i slutten av august 2014 (Jakobsen et al. 2015).

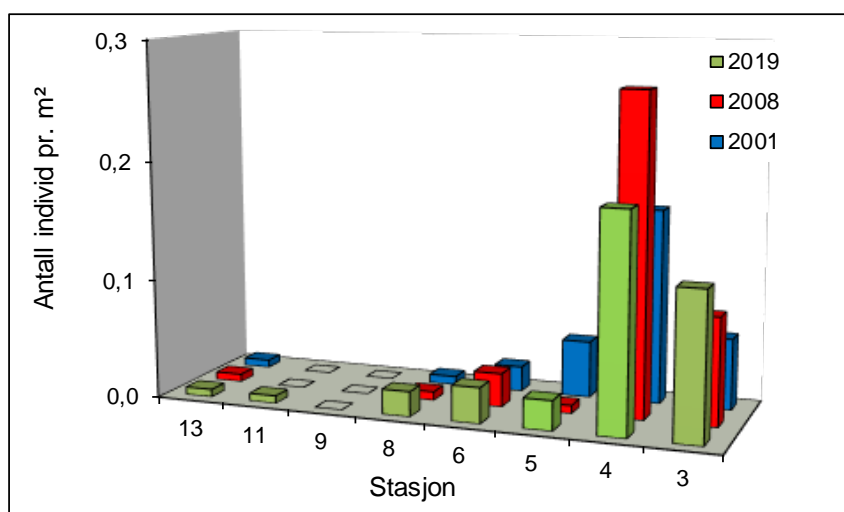
Tabell 8. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Hunnselva i 1998, 2001, 2007 og 2008. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

År	Dato	Stasjon	L (\pm SD), mm	N	Graviditet %	Referanse
1998	06.08.	7-8	97,9 \pm 6,4	17	82,4	Larsen 1998
2001	07.08.	3-9	100,6 \pm 9,0	76	86,8	Larsen & Hårsaker 2002a
2007	04.08.	4-5	106,4 \pm 13,3	16	87,5	Larsen & Berger 2009a
2008	07.08.	4-5	113,4 \pm 3,2	16	100,0	Larsen & Berger 2009a

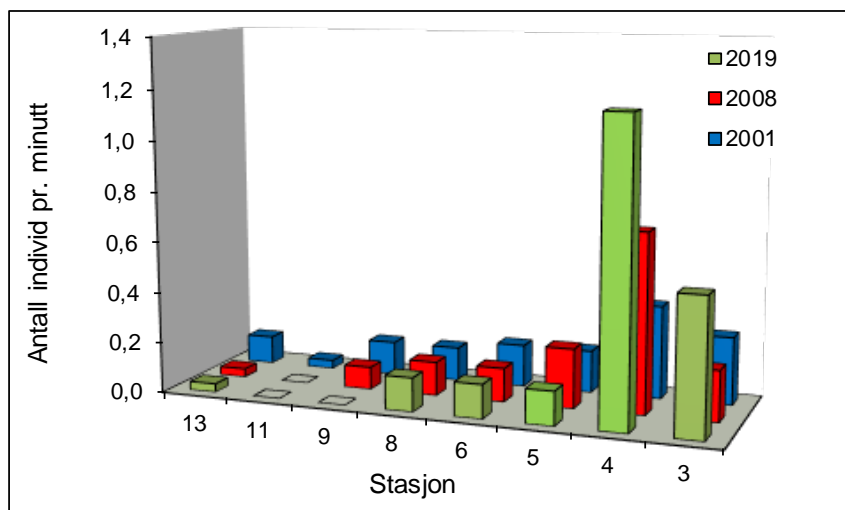
3.7 Oppsummering

Hunnselva har status som A-lokalitet i programmet «Nasjonal overvåking av elvemusling» og er i den sammenheng undersøkt tidligere i 2001 (Larsen & Hårsaker 2002) og 2008 (Larsen & Berger 2009). I tillegg finnes det en tilstandsbeskrivelse fra 1998 (Larsen 1998). En ny overvåkingsundersøkelse ble gjennomført i august 2019 med kartlegging av tetthet (transekter og fritellinger på åtte stasjoner) og lengdefordeling (inkludert graving i substratet på tre av stasjonene) samt en vurdering av substratkvalitet (redoksmålinger på tre stasjoner).

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling var 0,05 individ pr. m² på transektene og 0,27 individ pr. minutt søketid på fritellingene i 2019. Det betyr at bestanden er liten og sårbar med få og spredte individer i øvre del og størst antall muslinger i nedre del mot Raufoss sentrum (stasjon 4 og 3; **figur 19** og **figur 20**). En økning i tettheten av muslinger i nedre del i 2019 skyldtes i all hovedsak en økning i antall yngre muslinger.



Figur 19. Tettheten av levende elvemusling basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall individ pr. m²) på åtte stasjoner i Hunnselva i 2001, 2008 og 2019.



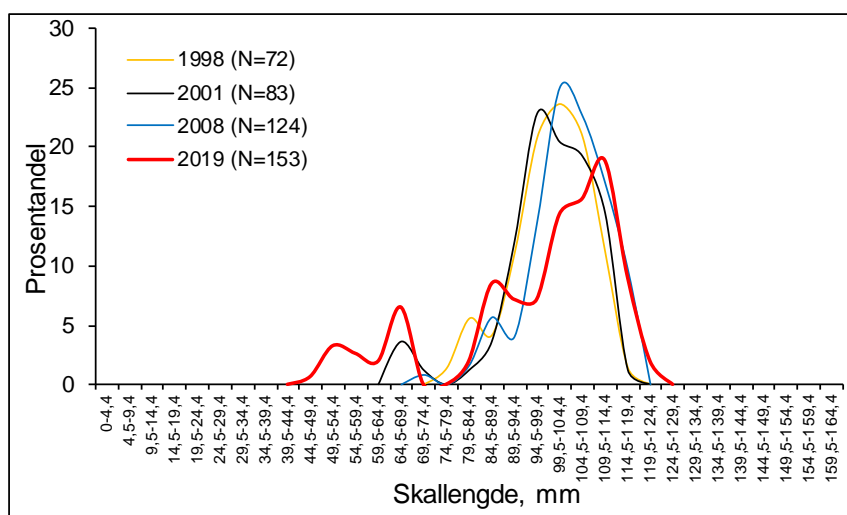
Figur 20. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på åtte stasjoner i Hunnselva i 2001, 2008 og 2019.

På stasjon 5 og 4 kan noe av endringen i antall muslinger også skyldes forflytninger innad i elveløpet, både naturlig og på grunn av innhenting av muslinger i forbindelse med kultiverings tiltak. Høsten 2013 ble det nemlig samlet inn muslinger fra dette området som ble flyttet og plassert i bur sammen med ørretunger fra Hunnselva (**figur 21**). Meningen var å infestere ørretungene i felt før de ble overført til kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll utenfor Bergen (Jakobsen & Jakobsen 2014). Alle de voksne muslingene ble satt ut igjen i elva etter avsluttet forsøk, men sannsynligvis med en annen fordeling enn opprinnelig. Året etter ble det på nytt tatt opp 21 voksne muslinger i det samme området for innsamling av muslinglarver fra gjellene (Jakobsen et al. 2015). Disse muslingene ble også satt tilbake i elva, men de kan også ha driftet vekk fra det opprinnelige tilholdsstedet. Muslinglarvene som ble samlet inn ble overført til kultiveringsanlegget for elvemusling der de infesterte anleggsprodusert ørret. Dette var et nytt forsøk på å produsere avkom av Hunnselva-muslinger som senere skulle tilbakeføres til Hunnselva som et tiltak for å øke bestanden av elvemusling. Dessverre ble forsøket både i 2013 og 2014, av ulike årsaker, mislykket, og det ble derfor aldri satt ut anleggsprodusert musling i Hunnselva. Det betyr at alle unge muslinger som observeres er av lokal opprinnelse.



Figur 21. Elvemusling og ørret fra Hunnselva ble høsten 2013 satt sammen i bur for å infestere ørretungene med muslinglarver. Foto/fotomontasje: Ola Hegge, Fylkesmannen i Innlandet.

Selv om det blant de levende muslingene var en stor overvekt av eldre individer i lengdegruppen 85–120 mm var det også et tilskudd av unge individer i 2019 (**figur 22**). Skallengden varierte fra 45 til 120 mm og gjennomsnittslengden var 98 mm (SD = 18; N = 153). Det ble ikke funnet muslinger mindre enn 50 mm i Hunnselva verken i 1998, 2001 eller 2008 (**figur 22**). Larsen & Berger (2009) skriver at rekrutteringen sannsynligvis har sviktet helt eller delvis allerede før 1970, og at bare tilfeldige muslinger har vokst opp i vassdraget i løpet av 1980- og 1990-tallet. Utviklingen i antall elvemusling var derfor negativ fra 1998 til 2008 og bestanden var liten og sårbar for ytterligere reduksjon i utbredelse og antall. Det var derfor en positiv opplevelse i 2019 å finne flere individer som bare var 8-13 år gamle, tilhørende årsklassene 2006-2011. Den minste muslingen var 45 mm lang og til sammen 22 individer var mindre enn 70 mm (**figur 22**). Dette utgjorde 14,4 % av alle muslinger som ble lengdemålt.



Figur 22. Lengdefordeling av levende elvemusling i Hunnselva i 1998, 2001 og 2008 sammenlignet med 2019.

På grunn av den lave tettheten av muslinger i Hunnselva vil det kunne forekomme unge individer som lever nedgravd i substratet uten at disse blir oppdaget. I 2008 ble det undersøkt til sammen 30 m² uten at det ble funnet noen nedgravde individer (Larsen & Berger 2009). Muslingene som var 60-70 mm i 2019 var imidlertid tilstede i substratet allerede i 2008. I 2019 ble det undersøkt fem flater på til sammen 15 m². Selv om det ikke ble funnet noen nedgravde individer, utelukker ikke det at det likevel fantes flere små muslinger i substratet som ikke ble oppdaget. Forventningen er at det vil dukke opp flere muslinger i Hunnselva som er mindre enn 50 mm i årene som kommer. Fortsatt overvåking vil avdekke dette.

Det ble funnet relativt mange tomme skall i Hunnselva i 2019 (13,3 % av det totale antall skjell som ble funnet), men dette var likevel noe lavere enn i tidligere år da andelen tomme skall har variert mellom 15 og 22 %. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var likevel svært lavt i 2019, bare 0,004 individ pr. m² på transektene og 0,06 individ pr. minutt søketid på fritellingene. Av de døde muslingene som ble samlet inn hadde nær halvparten dødd i løpet av de siste tre årene.

Små populasjoner av elvemusling løper stor risiko for å dø ut på grunn av tilfeldige variasjoner i vannkvalitet, habitat eller livssyklus. Elvemuslingen er normalt tokjønnnet, det vil si at det forekommer både hanner og hunner (Larsen 2017). Normalt vil vi derfor finne at mellom 30 og 60 % av muslingene i et vassdrag er gravide. Men i enkelte bestander har det vist seg at en stor del av individene kan være både hann og hunn og opptre som hermafroditter (Bauer 1987). I Norge er det flere lokaliteter der 80-100 % av muslingene er gravide, og det er vist at de reproducerer hvert år (Larsen 2017). Hunnselva er blant disse lokalitetene med en graviditetsfrekvens på mer

enn 80 %. Bestanden har derfor en svært høy fertilitet og det produseres årlig flere milliarder muslinglarver. Dette gjør at bestanden har et stort potensiale til å ta seg opp igjen så sant oppvekstvilkårene i vassdraget er tilfredsstillende. Målinger som ble gjort av redokspotensialet i Hunnselva viste at det var nær god vannkvalitet i substratet i øvre del, men på overgangen mot dårlig vannkvalitet i substratet i nedre del. Det var imidlertid lommer i elveløpet som hadde tilfredsstillende redokspotensial på alle de undersøkte områdene.

Bestanden av elvemusling i Hunnselva hadde liten levedyktighet (klasse I) både i 1998, 2001 og 2008, og oppnådde bare 7 av 36 poeng i poengmodellen (**tabell 9**; jf. **tabell 36**). Bestanden ble karakterisert som sårbar for ytterligere reduksjon. Den lave poengsummen er typisk for sterkt truede bestander når antall muslinger er lavt, og det ikke blir funnet muslinger mindre enn 50 mm. I 2019 fikk Hunnselva et lite løft og oppnådde 9 av 36 poeng i poengmodellen. Endringen skyldes forekomsten av muslinger mindre enn 50 mm som gjør at bestanden kan betegnes som sannsynlig levedyktig. Økologisk tilstand ble vurdert å være moderat etter kriteriene gitt av Direktoratgruppen vanndirektivet (2018), slik den også var tidligere. For å oppnå god økologisk tilstand må det også beviselig forekomme enkelte muslinger som er mindre enn 20 mm (nyrekruttering).

Tabell 9. Oppsummering av data fra Hunnselva i 1998, 2001, 2008 og 2019. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i tabell 36. Populasjonsstørrelsen er ikke korrigert for nedgravde individ. Tallene for tetthet som er angitt i parentes er gjennomsnittlig tetthet for de samme åtte stasjonene som ble undersøkt i 2019.

År	Utbredelse, km	Tetthet, ind./m ²	Tetthet, ind./min.	Populasjonsstørrelse, antall oppgitt i 1000	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
1998	7,0	0,047 (0,066)	0,20 (0,25)	3,5 (4,9)	100 ± 8	79	115	0	0	7	I
2001	7,0	0,027 (0,038)	0,12 (0,17)	2,0 (2,8)	100 ± 10	65	116	0	0	7	I
2008	7,0	0,034 (0,050)	0,14 (0,19)	2,5 (3,7)	104 ± 9	70	118	0	0	7	I
2019	7,0	0,049	0,27	3,6	98 ± 18	45	120	0	0,7	9	II

Naturmiljøet i Hunnselva er under stadig press, og nærheten til vei, industri og bebyggelse betyr en utfordring i arbeidet med å opprettholde gode leveforhold for elvemusling og fisk i vassdraget (**figur 23**). Hunnselva tilfredsstiller ikke kravene til god økologisk tilstand. Utslipp fra kommunale avløpsanlegg er en vesentlig bidragsyter til forurensning (Norconsult 2015). Einavatnet og Hunnselva ligger i landbruksområder og vassdraget belastes også med jordbruksavrenning og utslipp fra private avløpsanlegg. Tiltak på kommunale avløpsanlegg forventes å gi forbedring av hygieniske forhold i Hunnselva og redusere utslipp av fosfor spesielt mellom Reinsvoll og Breiskallen (Norconsult 2015). Det er også ønskelig å redusere tilførselen av nitrogen til Hunnselva. Dette betinger en betydelig reduksjon av nitrogentilførselen fra landbruk, og målsettingen nedfelt i kommunedelplanen for vann og avløp er ambisiøs. Konsentrasjonen av total nitrogen skal reduseres til <1000 µg/l ved Roksvoll bru innen 2017, <700 µg/l innen 2021 og <500 µg/l innen 2027 med bakgrunn i å opprettholde bestanden av elvemusling (Norconsult 2015). Dette viser at elvemusling er høyt prioritert. Dette gir grunn til optimisme for at arten skal overleve og også øke i antall i Hunnselva i tråd med intensjonene i handlingsplanen (jf. Larsen 2018).



Figur 23. Nærheten til vei, industri og bebyggelse er en del av flere utfordringer i arbeidet med å opprettholde gode leveforhold for elvemusling og fisk i Hunnselva. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det var en positiv utvikling i 2019, og det er nå påvist en liten rekruttering av muslinger i Hunnselva. Hvorvidt den er årlig, gjenstår å se. Det ble imidlertid funnet muslinger fra flere årsklasser (2006-2011). Individene yngre enn dette vil fortsatt være nedgravd i substratet, og er vanskelige å påvise. Det betyr at bestanden har fått økt levedyktighet selv om rekrutteringen fortsatt er for liten til å opprettholde bestanden på lang sikt. Beregninger tyder likevel på at bestanden har økt i antall i den siste tiårs-perioden. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Hunnselva vil være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk status.

4 Skorgeelva

Jon H. Magerøy & Bjørn Mejdell Larsen

4.1 Innledning

Elvemusling er kjent fra Skorgeelva fra slutten av 1800-tallet. I 1888 søkte Joh. O. Simonnæs om «at udlægge Yngel af Perlemusling, og i den Hensigt at frede om Elveleiet Kodalselven i Jarlsb. & Laurvigs Amt i et Tidsrum af 20 Aar regnet fra 1888» (se Kleiven & Dolmen 2012). Om dette betyr at «Kodalselven» (= Skorgeelva) allerede hadde en bestand av elvemusling eller om dette var et forsøk på å etablere en levedyktig bestand i vassdraget er imidlertid litt uklart.

Dolmen & Kleiven (1997) nevner Skorgeelva i sin nasjonale oversikt over elvemuslinglokaliteter, men angir at bestanden har gått tilbake etter 1975. En kartlegging i 2009 viste at elvemusling forekom sammenhengende på hele den om lag 15 km lange strekningen mellom Goksjø og Lakstjernet (Sandaas & Enerud 2009). Muslingene i Skorgeelva er sårbare i år med lav vannføring (jf. figur 24), og i 2006 ble det observert mange døde og døende individer (D. Dolmen pers. med. i Sandaas & Enerud 2009). Ved en kartlegging i 2014 ble det funnet muslinger mindre enn 20 mm og elvemusling ble påvist i Hynneelva ovenfor Lakstjernet (Sandaas & Enerud 2015a). Kartlegging av de øverste delene av Skorgeelva (Hynneelva, Åletjønnselva og Trollvannelva) i 2015 førte ikke til nye funn av elvemusling (Sandaas & Enerud 2016). Skorgeelva ble undersøkt på nytt i 2017 (tetthet på 14 stasjoner; Gregersen 2018). Med bakgrunn i de tidligere undersøkelsene ble Skorgeelva valgt ut som B-lokalitet i det nasjonale overvåkingsprogrammet med første overvåkingsrunde (basisundersøkelse) i 2019 (Larsen & Magerøy 2018).



Figur 24. Vanndekt areal varierer mye gjennom året i Skorgeelva. Dette har betydning for utbredelsen av elvemusling i vassdraget. Bildene viser elva ved Ådnesaga (stasjon 2) den 31. juli (foto til venstre: Jon H. Magerøy) og den 7. oktober 2019 (foto til høyre: Bjørn Mejdell Larsen).

4.2 Område

Skorgeelva (vassdragsnr. 015.ADZ) ligger hovedsakelig i Sandefjord kommune i Vestfold og Telemark fylke. Skorgeelva drenerer fra Åletjørn (204 moh.) og Trollsvannet (174 moh.) og har tilløp blant annet fra Langevann (171 moh.) i vest. Elva renner gjennom hele tidligere Andebu kommune og faller ut i Goksjø (28 moh.) sør for Trollsås. Skorgeelva er en del av Hagnesvassdraget som via Åsrumvannet renner ut i Numedalslågen. Skorgeelva har et totalt nedbørfelt på 60,1 km². Vassdraget har en middelvannføring på 20,8 l/s/km² (1,25 m³/s). Alminnelig lavvannføring er beregnet til 0,9 l/s/km² (0,05 m³/s).

Selv om vassdraget offisielt heter Skorgeelva er det benyttet flere ulike navn nedover elveløpet. Åletjønnselva og Trollvannelva som renner fra sine respektive vann løper sammen like nord for Aspli og danner Hynneelva som fra Trolldalen endrer navn til Nøklegårdselva (<https://www.kodal.info/index.php/Skorgeelva>). Fra Ådnesaga heter den Slettingdalselva og fra Holmen bærer den navnet Skorgeelva før den kalles Trollsåselva fra Trollsås, det siste stykket før den ender i Goksjø.

Skog dominerer i nedbørfeltet og dekker 90,1 % av arealet (H_{max} 448 moh.). Innsjøer og myr dekker henholdsvis 1,4 og 0,9 %. Det er noe dyrka mark (6,9 %), men det er ingen urban bebyggelse av betydning (0,1 %) (<http://nevina.nve.no/>). Det har tidligere blitt fløtt mye tømmer i Skorgeelva og ved Bommerhus var det bommer i elva for sortering av tømmeret (<https://www.kodal.info/index.php/Skorgeelva>). Goksjø ble senket i 1962 og i forbindelse med dette ble det i 1963 også gjennomført kanalisering og senkning av elveløpet i de nedre delene av Skorgeelva.

4.3 Vannkvalitet

Skorgeelva hører til økoregionen Østlandet og har et middels nedbørfelt lokalisert i lavlandet (<200 moh.). Skorgeelva karakteriseres som kalkfattig og klar (eller humøs) i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann, og hører etter dette inn under elvetype R105 (eller R106) (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Skorgeelva har et relativt lavt kalsiuminnhold (3-5 mg/l; **tabell 10**), og elva hadde en pH på henholdsvis 6,9 og 7,8 i august og oktober 2019. Referanseverdiene for totalt fosfor og totalt nitrogen for elvetypen R105 er henholdsvis 6 og 200 µg/l (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). I 2019 var de to målingene av totalt fosfor lavere enn 8 µg/l, og de to målingene av totalt nitrogen var lavere enn 200 µg/l (**tabell 10**). Basert på dette framstår Skorgeelva som et vassdrag med tilnærmet svært god tilstand både med hensyn til fosfor og nitrogen. Begge turbiditetsmålingene var <1 FTU. Ledningsevnen var moderat og økte noe nedover i vassdraget (**tabell 11**).

Tabell 10. Vannkvaliteten i Skorgeelva i 2019 (stasjon 3) angitt ved turbiditet (Turb, FTU), farge (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, totalt karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l), nitrat (NO₃, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), jern (Fe, µg/l) og sink (Zn, µg/l).

Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l	Fe µg/l	Zn µg/l
01.08.2019	0,47	26	5,4	7,80	4,6	4,87	35	5,1	125	1,1
07.10.2019	0,87	48	3,5	6,92	6,8	3,37	190	7,5	151	3,7

Tabell 11. Ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) målt på stasjonene som ble undersøkt i Skorgeelva i begynnelsen av oktober 2019.

Stasjon	Dato	Ledn.evne, mS/m	Vanntemp., °C
2	7.10.	3,3	5,7
3	7.10.	3,5	5,4
4	7.10.	4,0	4,3

Analysedata fra Trollsås bru i 1979-1981 (Holtan & Brettum 1982) basert på 25-27 prøver kan tyde på at pH var lavere (6,5-7,3), turbiditeten høyere (0,9-5,2 FTU) og ledningsevnen høyere (4,3-35,5 mS/m) enn i dag. Gjennomsnittsverdiene var henholdsvis 6,8, 1,7 FTU og 7,7 mS/m. Konsentrasjonen av total fosfor og total nitrogen var også gjennomgående høyere enn på 2000-tallet; henholdsvis 8,0-50,0 µg/l (gjennomsnitt 17,6 µg/l; N = 27) og 290-2100 µg/l (gjennomsnitt 820 µg/l; N = 17). Nitratmengden varierte fra 150 til 1060 µg/l. Konsentrasjonen av kalsium og

jern hadde et gjennomsnitt på henholdsvis 5,2 mg/l (N = 2) og 240 µg/l (N = 5). Dette tilsier at vannkvaliteten har bedret seg i løpet av de siste tiårene.

Ved prøvetaking i Skorgeelva i 2004 var innholdet av fosfor varierende, men økende nedover i elva (Hansen 2005; **tabell 12**). Ved Storedalssaga var innholdet i gjennomsnitt 4,4 µg/l, tilsvarende svært god økologisk tilstand. Ved Ådnedammen og Slettingdalen var innholdet i gjennomsnitt henholdsvis 12,4 og 10,8 µg/l, på grensen mellom god og svært god økologisk tilstand. Lengst ned i elva ved Trollsås bru var innholdet i gjennomsnitt 16,9 µg/l. For elvetype R105 var dette på grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Fosforkonsentrasjonene økte mot slutten av sesongen, i flomperioden, men var også høye i juli. De høyeste verdiene som ble målt i løpet av 2004 ved henholdsvis Storedalssaga, Ådnedammen, Slettingdalen og Trollsås bru var 8, 20, 21 og 36 µg/l. Det betyr at vannkvaliteten tidvis beveget seg ned mot moderat og dårlig økologisk tilstand for elvetype R105. Årsaken til at Skorgeelva var negativt påvirket av fosfor skyldtes i hovedsak kloakktilførsler, men også avrenning fra dyrket mark (Hansen 2005).

Ortofosfat er det frie tilgjengelige fosforet i vann som ikke er bundet til partikler, og som er lett tilgjengelig for algevekst. Generelt vil en høy andel av ortofosfat indikere avløpsvann, mens lav andel av ortofosfat indikerer arealavrenning, der en stor andel av fosforet er bundet til partikler. Ved Storedalssaga i øvre deler av Skorgeelva var det ikke ortofosfat i prøvene store deler av året (**tabell 12**). Ved Ådnedammen og Slettingdalen var det store variasjoner i løpet av året. Ved Trollsås bru var mengden ortofosfat høyere med verdier opp til 24 µg/l. Andelen ortofosfat varierte fra 3 til 100 % de nedre delene (Hansen 2005) og vassdraget er i perioder negativt påvirket av spredt avløp, punktutslipp fra landbruket og husdyr på beite, men også kommunalt avløp (Simonsen 2008).

Tabell 12. Vannkvaliteten i Skorgeelva ved Storedalssaga, Ådnedammen, Slettingdalen og Trollsås bru i 2004 angitt ved totalt fosfor (µg/l) og ortofosfat (µg/l). Fra Hansen (2005) og <http://vanmiljo.miljodirektoratet.no/>.

Dato	Totalt fosfor, µg/l				Ortofosfat, µg/l			
	Store-dalssaga	Ådne-dammen	Sletting-dalen	Trollsås bru	Store-dalssaga	Ådne-dammen	Sletting-dalen	Trollsås bru
18.05.2004	5	7.5	6	10	2	7.5	6	10
01.06.2004	2.5	9	9	12	0	0	2	3
15.06.2004	3	16	11	16	0	2.5	0	5.5
29.06.2004	4	13	7	8.5	0	5	0	2
13.07.2004	7.5	20	13	18	0	10	0	6.5
27.07.2004	4.5	11	6.5	20	0	2.5	0	6
10.08.2004	3.5	13	14	16	0	1.5	4	6.5
24.08.2004	0	6.5	8	13	0	0	2	7
07.09.2004	6	8	7.5	11	0	0	0	3
21.09.2004	4	16	16	25	0	8.5	7.5	17
05.10.2004	8	16	21	36	4.5	11	11	24
Gj.snitt	4.4	12.4	10.8	16.9	0.6	4.4	3.0	8.2

4.4 Redokspotensial

Redokspotensial ble målt på to stasjoner i Skorgeelva i begynnelsen av august 2019 (stasjon 3 og 4; for lokalisering se **figur 4**) og tre stasjoner i begynnelsen av oktober 2019 (stasjon 2-4; for lokalisering se **figur 4**). Resultatet fra alle stasjonene er presentert i **tabell 13** og **figur 25** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimums- og maksimumsverdien angitt på figuren.

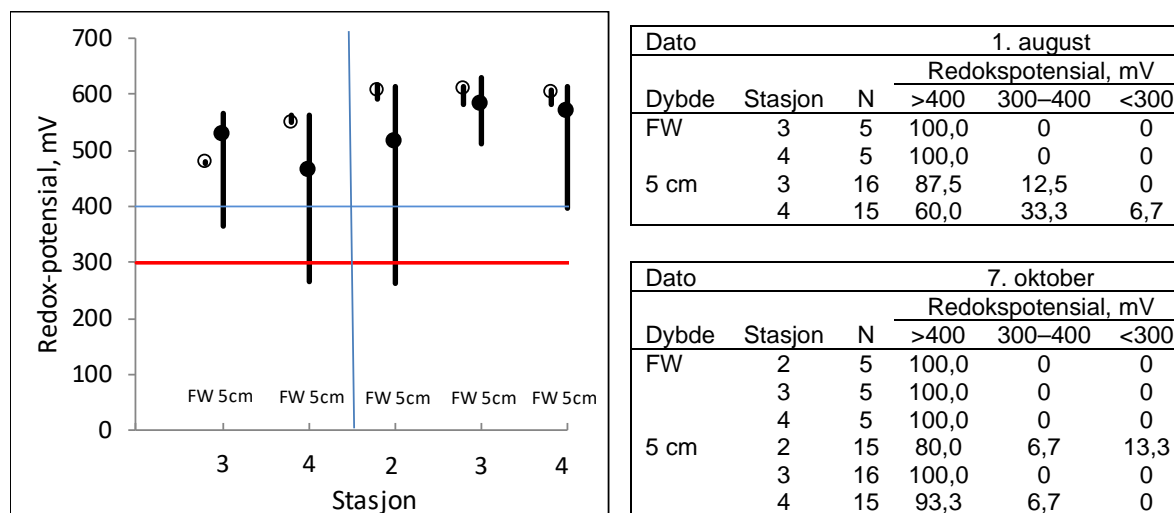
Redoksverdiene i overflatevannet var lavere i begynnelsen av august enn i begynnelsen av oktober (**tabell 13**). Det var dessuten et uvanlig lavt redokspotensial i overflatevannet på stasjon 3, og lavere enn i substratet, i begynnelsen av august (**figur 25**). Dette kan tyde på at det har

skjedd et utslipp eller at spredning/tømming av gjødsel med tilsig mot elva har forårsaket en betydelig reduksjon av oksygeninnholdet i de frie vannmasser. Det forurensede vannet hadde ikke blandet seg ned i substratet med den følge at redokspotensialet var høyere i substratet enn i de frie vannmasser.

Tabell 13. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger på to stasjoner (stasjon 3 og 4) i Skorgeelva i august og tre stasjoner (stasjon 2-4) i oktober 2019. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Dato		1. august		7. oktober	
Stasjon	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
2	FW	-		608	
	5	-	-	515	15,3
3	FW	480		609	
	5	527	-9,8	582	4,4
4	FW	551		603	
	5	462	16,2	568	5,8

Det var gjennomgående bedre vannkvalitet i substratet i oktober enn i august. Dette er som forventet da både plante- og algeproduksjonen, oksygenforbruket og vanntemperaturen er høyest om sommeren samtidig som vannføringen er på sitt laveste. Det var flere perioder med høy vannføring i løpet av september som med stor sannsynlighet har økt vanngjennomstrømningen og oksygeninnholdet i substratet. Det ble målt redokspotensial lavere enn 300 mV bare på stasjon 2 i oktober (**figur 25**), og reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 4–15 % (**tabell 13**). Dette tilsvarer god vannkvalitet i substratet og store områder i elva har tilstrekkelig oksygeninnhold til at unge muslinger kan vokse opp. Det var tilfredsstillende redokspotensial i august også, og de fleste målingene i substratet var >400 mV på begge stasjonene.



Figur 25. Redoksmålinger i Skorgeelva på to stasjoner (stasjon 3 og 4) i august og tre stasjoner (stasjon 2-4) i oktober 2019. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

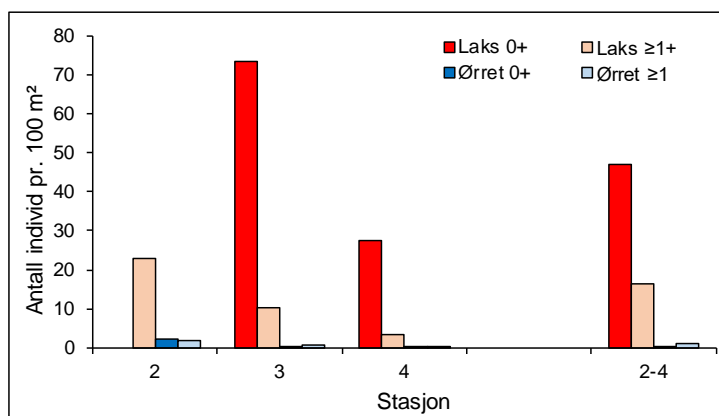
4.5 Fisk

Goksjø ble senket i 1962 og en gammel demning ble fjernet mellom Goksjø og Hagnes. Dette gjorde at laks igjen fikk mulighet til å gå opp i Skorgeelva til Slettingdalselva (Gregersen & Thorsen 2010). Men mye gjedde i vassdraget gjorde at Skorgeelva ble rotenonbehandlet i 1965 på strekningen Lakstjønn/Hagavann/Sagdammen til Goksjø. Det ble satt opp gjeddesperrer ved Bjørndal og Slettingdalen, og Skorgeelva skal nå være gjeddefri ovenfor Slettingdalen (Larsen 1985). For å øke antall laksunger ble det fram til midten av 1970-tallet satt ut plommesekkyngel i vassdraget. I Skorgeelva kan laks gå til dammene ved Trollsvatn og Åletjern; en strekning på 22 km fra Goksjø.

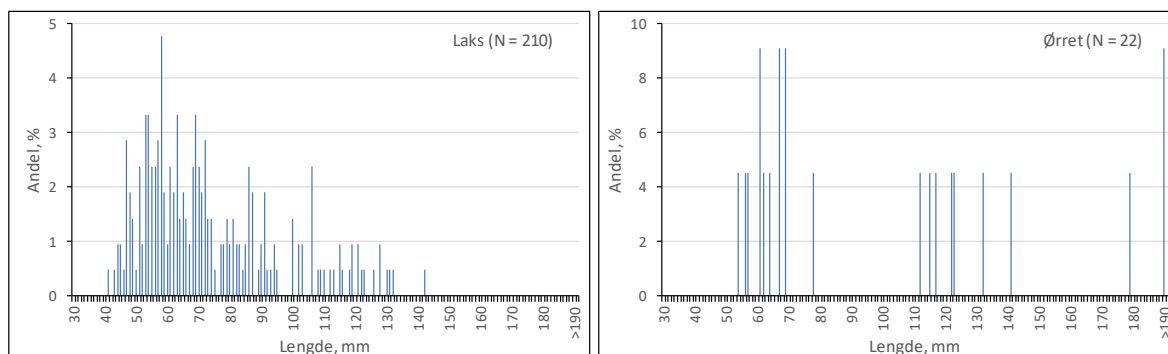
Tetthet og lengdefordeling

Det ble elfisket på én stasjon ved Trollsås i august 1985 (Larsen 1985). I strykpartiet ved vegbrua ble det påvist både laks og ørret og det ble fanget ni laksunger og 26 ørretunger på en 50 m² flate (Larsen 1985). Dette tilsvarte en tetthet på 2 laksyngel (0+), 16 eldre laksunger (≥1+), 6 ørretyngel og 46 eldre ørretunger pr. 100 m² (Larsen 1985). Ørret utgjorde nær 75 % av tettheten av laksefisk ved prøvfisket ved Trollsås i 1985.

Et nytt elfiske ble gjennomført i oktober 2019 på tre stasjoner mellom Ådnesaga og Bjørndal. Laks var dominerende art i hele vassdraget, og gjennomsnittlig tetthet av årsyngel (0+) og ett-årige eller eldre (≥1+) laksunger var henholdsvis 47 og 16 individ pr. 100 m² (**figur 26**). Det var bare sporadisk forekomst av ørret med et gjennomsnitt på 1,4 individ (alle årsklasser) pr. 100 m². Ørret utgjorde bare litt over 2 % av tettheten av laksefisk ved prøvfisket i Skorgeelva i 2019. I tillegg ble det påvist to ørekyte og tre niøye til sammen på de tre stasjonene.



Figur 26. Tetthet av laks og ørret i Skorgeelva i begynnelsen av oktober 2019. Tettheten er angitt som antall individ pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon og samlet for de tre stasjonene (stasjon 2-4).



Figur 27. Lengdefordeling av laks og ørret i Skorgeelva i begynnelsen av oktober 2019.

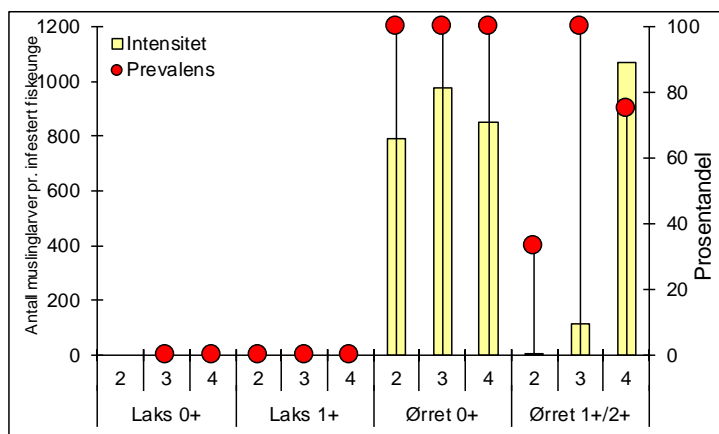
Laksungene som ble fanget i Skorgeelva var fra 41 til 142 mm lange i begynnelsen av oktober 2019 (**figur 27**). Ørret som ble fanget var i lengde fra 54 til 234 mm. Gjennomsnittlig lengde av ensomrige laks- og ørretunger (årsyngel; 0+) var henholdsvis 60 mm (SD = 9; N = 141) og 64 mm (SD = 7; N = 12). Det var tre årsklasser av laks, men minst fire årsklasser av ørret. I august 1985 ble det også funnet tre årsklasser av laks og fire årsklasser av ørret ved Trollsås (Larsen 1985).

Muslinglarver på gjellene

Forekomsten av muslinglarver på gjellene til laks og ørret ble undersøkt i oktober 2019 på tre stasjoner i vassdraget. Selv om det var en overvekt av laks i Skorgeelva ble det ikke funnet muslinglarver på noen av laksungene som ble undersøkt i 2019 (**tabell 14** og **figur 28**). Derimot var det generelt et svært høyt antall med muslinglarver på all ørretyngel og et flertall av de eldre ørretungene. I gjennomsnitt var det 903 muslinglarver på ørretyngelen og opp til 1500 muslinglarver ble funnet på ett enkelt individ. Av de eldre ørretungene som ble undersøkt var det få muslinglarver på de ettårige ørretungene, men henholdsvis 1500 og 1667 muslinglarver på gjellene til to toårige ørretunger. Dette gjør at muslingbestanden i Skorgeelva kan karakteriseres som en «ørretmusling».

Tabell 14. Forekomst av muslinglarver på gjellene til laks og ørret i Skorgeelva i begynnelsen av oktober 2019.

Art	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
Laks	0+	2	0	-	-	-	-
		3	20	0	0	0	0
		4	20	0	0	0	0
	1+	2	13	0	0	0	0
		3	15	0	0	0	0
		4	10	0	0	0	0
Ørret	0+	2	4	100,0	792,5 ± 496,8	792,5 ± 496,8	1290
		3	7	100,0	974,0 ± 411,0	974,0 ± 411,0	1500
		4	1	100,0	850,0	850,0	850
	1+/2+	2	3	33,3	1,3 ± 2,3	4,0	4
		3	1	100,0	115,0	115,0	115
		4	4	75,0	799,0 ± 907,2	1066,7 ± 899,1	1667
Laks	0+	2-4	40	0	0	0	0
	1+	2-4	38	0	0	0	0
Ørret	0+	2-4	12	100,0	903,2 ± 409,1	903,2 ± 409,1	1500
	1+/2+	2-4	8	62,5	414,8 ± 723,6	663,8 ± 842,6	1667



Figur 28. Forekomst av muslinglarver på gjellene til laks og ørret i Skorgeelva i begynnelsen av oktober 2019 presentert som intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver per infestert fiskeunge) og prevalens (prosentandel av undersøkte fiskeunger som er infestert). Det ble ikke funnet laksyngel (0+) på stasjon 2.

4.6 Elvemusling

Utbredelse

De fire stasjonene som inngikk i overvåkingen lå innenfor den samme strekningen der det tidligere er påvist elvemusling (Sandaas & Enerud 2009; 2015, Gregersen 2018), tilsvarende den ca. 15 km lange strekningen fra Hynne (like ovenfor Lakstjønn) til Trollås nær utløpet i Goksjø.

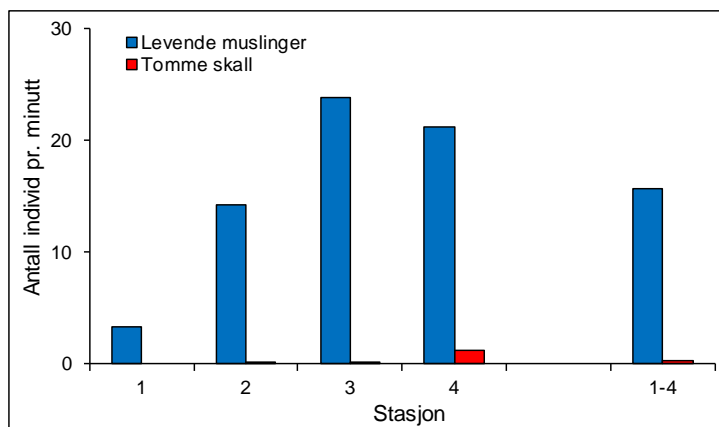
Tetthet

Tidsbegrensede tellinger (fritellinger) ble gjennomført på fire stasjoner i Skorgeelva i 2019 (**figur 29**). Det ble funnet levende elvemusling på alle de fire stasjonene og antallet varierte mellom 3,40 og 23,80 individ pr. minutt observasjonstid (**figur 30** og **vedlegg 7**). Det var størst antall i midtre og nedre del av elva. Gjennomsnittlig tetthet var 15,69 individ pr. minutt. Det vil si at det tok bare i underkant av fire sekunder i gjennomsnitt mellom hver gang det ble observert en musling.



Figur 29. Stasjonene som ble undersøkt i forbindelse med fritelling (stasjon 1-4) og lengdefordeling (stasjon 3-4) av elvemusling i Skorgeelva. For lokalisering se figur 4. Foto: Jon H. Magerøy.

Det ble talt 1927 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Skorgeelva i 2019. Det ble funnet få tomme skall, og de utgjorde bare 2,3 % av det totale antall skjell som ble funnet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,37 individ pr. minutt søketid på de fire stasjonene mellom Trolldalen og Bjørndal i 2019 (**figur 30** og **vedlegg 7**).



Figur 30. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på fire stasjoner i Skorgeelva i 2019.

Populasjonsstørrelse

Skorgeelva har elvemusling på en ca. 15 km lang strekning. Bredden på elva var 8-10 m ved fullt vanndekt areal på stasjon 2-4. Bredden på elva varierer imidlertid svært mye med vannføringen og ved lavvannføring kan 60-90 % av elveløpet være tørrlagt (Sandaas & Enerud 2015a). Tar vi hensyn til dette og benytter 2,5 m som et gjennomsnitt for bredden på vanndekt elveløp, får vi et vanndekt areal på 37 500 m². Gregersen (2018) fant en gjennomsnittlig tetthet på 2,31 individ pr. m² på denne strekningen. Dette gir et estimat på nær 87 000 elvemusling i Skorgeelva. Ved fritelling ble det funnet en gjennomsnittlig tetthet på 15,69 individ pr. minutt søketid i 2019. Selv om fritellingene ikke er knyttet til et oppmålt areal, er det funnet en sammenheng mellom tettheten av muslinger pr. m² i transekter og den relative tettheten av muslinger pr. minutt funnet ved fritelling. Denne sammenhengen er tilnærmet lik $y = 0,4x$ der x er gjennomsnittlig antall levende muslinger funnet pr. minutt (Larsen 2017). For Skorgeelva får vi en gjennomsnittlig tetthet på 6,28 individ pr. m² i 2019 etter ligningen ovenfor, og et estimat på ca. 235 000 synlige muslinger. Estimaten kan virke noe høyt sammenlignet med estimaten basert på tettheten til Gregersen (2018). Sandaas & Enerud (2009) anslo at det kunne være >100 000 individer. Alle anslagene vitner imidlertid om at vassdraget fortsatt har en stor og sannsynligvis levedyktig bestand. I tillegg skal estimatene korrigeres for muslinger som finnes helt eller delvis nedgravd i substratet, og ikke synlige ved direkte observasjon (utgjør nesten 20 000 individer basert på 2019-tallene).

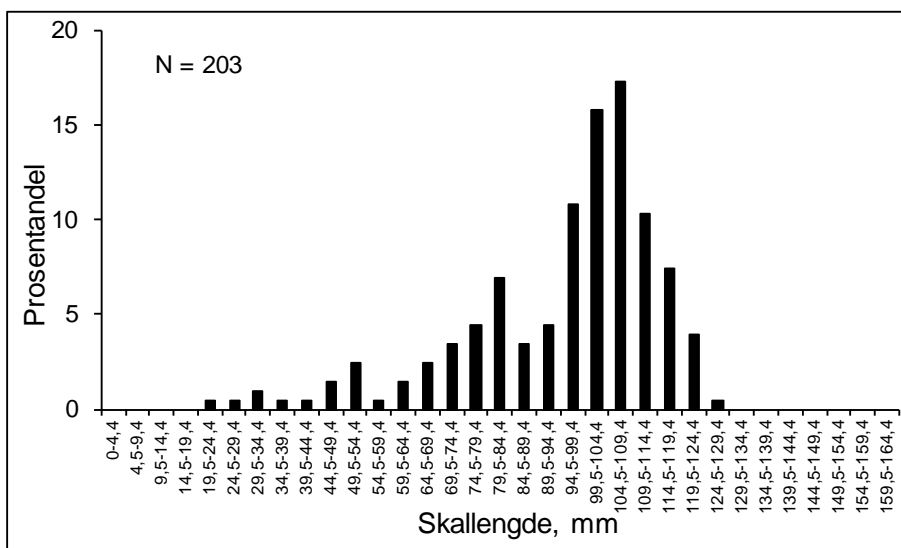


Figur 31. Levende elvemusling i Skorgeelva. Foto: Jon H. Magerøy.

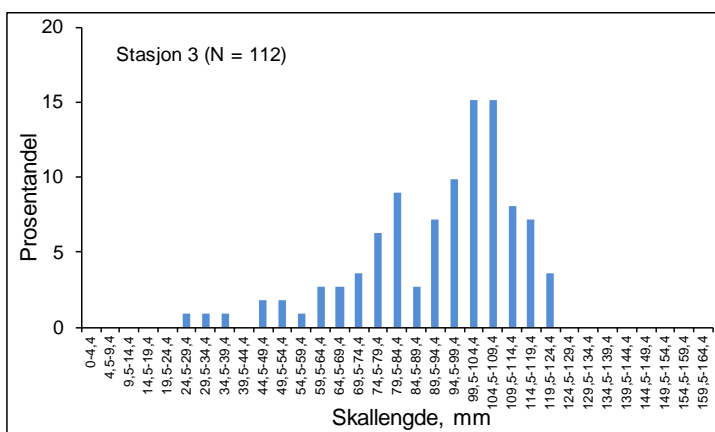
Lengdefordeling

Skallengden til levende elvemusling (**figur 31**) som ble undersøkt på to av stasjonene (stasjon 3 og 4, for lokalisering se **figur 4**) i Skorgeelva varierte fra 24 til 129 mm i begynnelsen av august 2019 (**figur 32** og **figur 33**). Det var en overvekt av eldre muslinger i lengdegruppen 95–115 mm. Gjennomsnittslengden var 95 mm (SD = 20; N = 203). Det var færre muslinger enn forventet

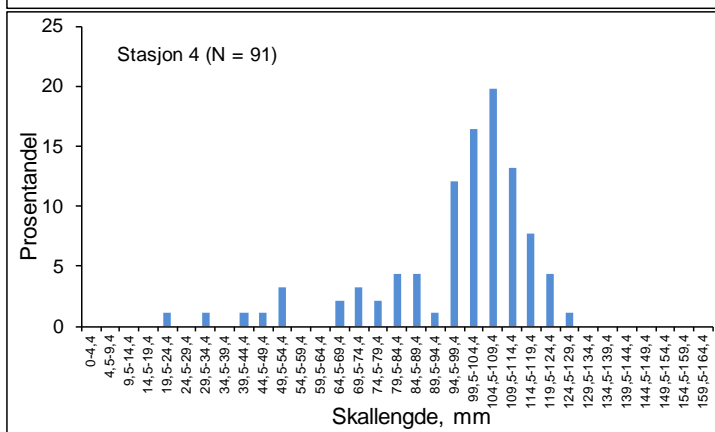
i lengdegruppene 85-95 mm. Selv om det ikke ble funnet muslinger mindre enn 20 mm, var det muslinger i alle lengdegruppene større enn 20 mm og ti individer var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde 4,9 % av totalantallet og indikerer en noe mangelfull rekruttering.



Figur 32. Lengdefordeling av levende elvemusling i Skorgeelva basert på graving i substratet i begynnelsen av august 2019 (jf. figur 33).



Stasjon	3
Minste musling	29,1
Største musling	123,6
Gj.snitt ± SD	92,9 ± 20,3
Antall undersøkt (N)	112



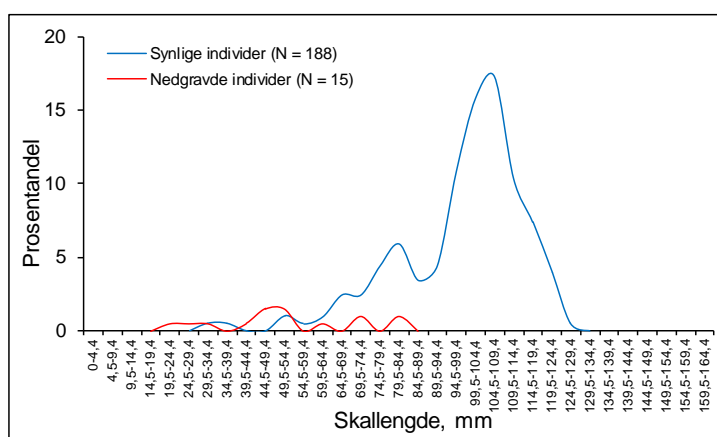
Stasjon	4
Minste musling	24,1
Største musling	128,5
Gj.snitt ± SD	97,3 ± 20,4
Antall undersøkt (N)	91

Figur 33. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 3 og 4 i Skorgeelva basert på graving i substratet i begynnelsen av august 2019.

Det var relativt få muslinger som ble funnet nedgravd i substratet i Skorgeelva (**tabell 15**). De utgjorde 7,4 % i gjennomsnitt, og tilsvarte de fleste muslingene i lengdefordelingen som var mindre enn 50 mm (**figur 34**). Det ble funnet noen få nedgravde individer opp til en lengde på 80 mm.

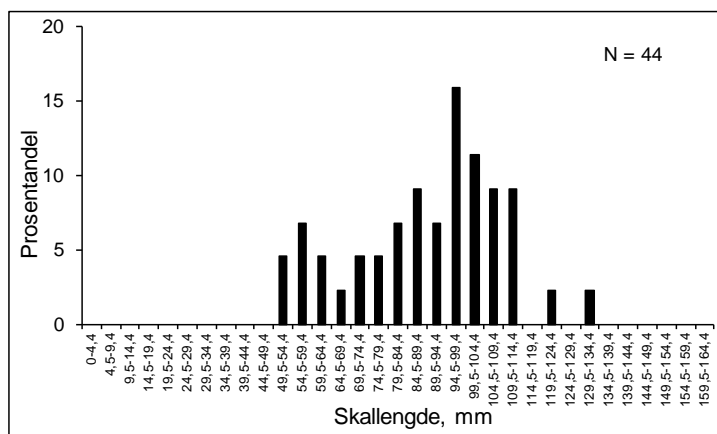
Tabell 15. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet på stasjon 3 og 4 i Skorgeelva ved graving i substratet i begynnelsen av august 2019.

Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall			Andel nedgravde, %	Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Nedgravde		<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
3	1.8.	1,5	112	104	8	7,1	0	6	0	5,4
4	1.8.	1,5	91	84	7	7,7	0	4	0	4,4
Samlet		3,0	203	188	15	7,4	0	10	0	4,9



Figur 34. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Skorgeelva i 2019.

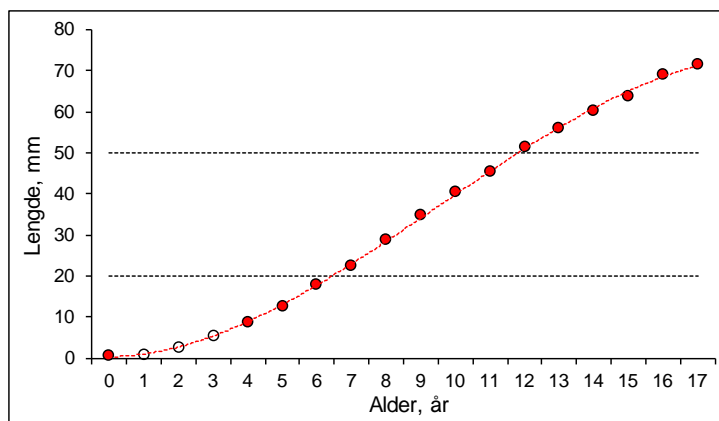
Tomme skall som ble funnet i Skorgeelva i 2019 varierte i lengde mellom 53 og 134 mm (**figur 35**) med et gjennomsnitt på 90 mm (SD = 20; N = 44). Det ble ikke funnet tomme skall av de aller yngste årsklassene, men ellers var dødeligheten fordelt på de fleste lengdegruppene som forekommer i vassdraget. Dette kan tyde på at andre årsaker enn høy alder, for eksempel liten vannføring og tørke om sommeren, har stor betydning for dødeligheten.



Figur 35. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Skorgeelva i begynnelsen av august 2019.

Vekst

Det ble målt synlige tilvekstringer i felt på 22 levende muslinger til sammen som grunnlag for å sette opp en vekstkurve (**figur 36**). Muslingene som ble samlet inn på stasjon 3 og 4 var mellom 24 og 80 mm lange. De første vintersonene var allerede erodert, men basert på vekstkurver fra andre muslingvassdrag (bl.a. Larsen 2017) ble lengden til de tre første leveårene stipulert.



Figur 36. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig år-ringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Skorgeelva fram til 17-årsalder (N = 22). Skallene var erodert ved umbo slik at de første vintersonene ikke lenger kunne bestemmes med sikkerhet, og vekstkurven er stipulert for de tre første leveårene (åpne sirkler).

Elvemuslingen vokste godt i Skorgeelva, og fem år gamle muslinger var 13 mm i gjennomsnitt (**figur 36**). Når muslingene var 10 år gamle var de 40 mm i gjennomsnitt (variasjon fra 36 til 46 mm). Årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble 14 år var 4-6 mm.

Reproduksjon

Det ble ikke undersøkt for mulig graviditet hos elvemusling fra Skorgeelva i 2019.

4.7 Oppsummering

Skorgeelva har status som B-lokalitet i programmet «Nasjonal overvåking av elvemusling» og ble i den sammenheng undersøkt første gang i månedsskiftet juli/august og oktober 2019. Da ble det gjennomført en enkel basisundersøkelse med kartlegging av tetthet (fritellinger på fire stasjoner) og lengdefordeling (inkludert graving i substratet på to av stasjonene) samt en vurdering av substratkvalitet (redoksmålinger på tre stasjoner). I tillegg ble det gjennomført innsamling av laks og ørretunger for å kontrollere gjellene med hensyn til muslinglarver (fastsettelse av vertsart).

Det ble funnet elvemusling på alle de fire stasjonene som ble undersøkt i 2019, og strekningen mellom Trolldalen og Skorge hadde gjennomgående høy tetthet av muslinger. Det var imidlertid en overvekt av eldre muslinger i lengdegruppen 95–115 mm og det var færre muslinger enn forventet i lengdegruppene mellom 85 og 95 mm, ingen muslinger mindre enn 20 mm, men ti individer som var mindre enn 50 mm (som tyder på noe mangelfull rekruttering). Målinger av redokspotensial viste at vannkvaliteten var god i substratet i oktober og store områder i elva hadde tilstrekkelig oksygeninnhold til at unge muslinger kunne vokse opp. Det var tilfredsstillende redokspotensial i august også, og de fleste målingene i substratet var >400 mV. Men i perioder med lav vannføring og høy vanntemperatur kan forholdene raskt endre seg. I 2014 var vanntemperaturen mellom 21 og 22 °C i juli (Sandaas & Enerud 2015a) og forholdene kan fort bli kritiske for muslingene. I nedbørfattige år med langvarig tørke kan Skorgeelva gå nesten tørr, og i 2018 ble det uttrykt bekymring for at alt liv i elva ville dø ut (Bløndal 2018).

Det er tidligere funnet mange tomme muslingskall i Skorgeelva. Sommeren 2014 var vannføringen kritisk lav (Sandaas & Enerud 2015a) og det ble funnet tomme skall på alle stasjonene mellom Trollsås og Hynne, og spesielt nedenfor Skorge var det mange tomme skall. Ved

Bjørndalen (Skorge) lå muslinger i alle aldre nesten på tørt land. Lange strekninger like oppstrøms og nedstrøms Bjørndalen lå 60-90 % tørrlagt. Selv om vannstanden var kritisk lav, bidro svak gjennomstrømning av vann og god skygge fra høye trær langs elva til at muslingene likevel kunne overleve. Etter en ny tørkesommer i 2018 ble det likevel funnet relativt få tomme skall i 2019, og de utgjorde bare 2,3 % av det totale antall skjell som ble funnet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,37 individ pr. minutt søketid. Det kan tyde på at muslingene, ved at de i mange år har opplevd lav vannføring om sommeren, har en utbredelse som er «tilpasset» dette. Selv om det var lav vannføring i 2018 ga ikke det seg utslag i en merkbar overdødelighet av muslinger i 2019.

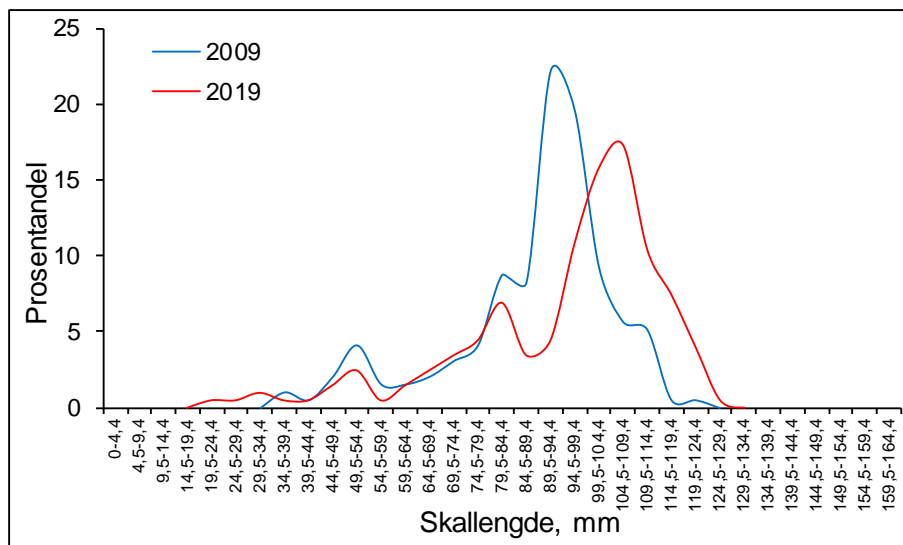
Skorgeelva er tidligere undersøkt i 2009 og 2014 på henholdsvis sju og tolv stasjoner (Sandaas & Enerud 2009; 2015) samt på 14 stasjoner i 2017 (Gregersen 2018). I 2009 ble det funnet levende muslinger på seks av de sju stasjonene, og det manglet musling bare i innløpsbekken til Lakstjønn (det finnes arealberegnet tetthet bare på én av stasjonene og tall fra en fritelling på en av de andre stasjonene; Sandaas & Enerud 2009). Det ble funnet levende muslinger på alle de tolv stasjonene mellom Trollås og Hynne i 2014, men opplysninger om tetthet i de ulike delene av elva mangler. I 2017 ble det undersøkt 14 stasjoner mellom Goksjø og nedre del av Åletjønnelva (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>) og det ble registrert elvemusling på alle stasjonene mellom Goksjø og Lakstjønn (Gregersen 2018). (Det er ikke samsvar mellom opplysningene gitt av Gregersen (2018) og Vannmiljø hvorvidt de øverste muslingene ble funnet i Hynneelva ovenfor eller nedenfor utløpet av Lakstjønn.) Tettheten på de ti stasjonene som hadde elvemusling varierte fra 0,02 til 9,12 individ pr. m² med et gjennomsnitt på 2,16 individ pr. m². Da alle de tidligere undersøkelsene er gjennomført på andre stasjoner i vassdraget og med forskjellige metoder av ulike personer, kan ikke resultatene benyttes som referanse til undersøkelsene i 2019.

Gjennomsnittlig tetthet i 2019 var 15,69 individ pr. minutt søketid med en variasjon fra 3,40 til 23,80 individ pr. minutt. Dette er en moderat høy tetthet tilsvarende om lag 6,3 individ pr. m² varierende fra 1,4 til 9,5 individ pr. m² etter ligningen $y = 0,4x$ der x er gjennomsnittlig antall levende muslinger funnet pr. minutt (Larsen 2017).

Minste musling funnet (ved graving i substratet) var 24 mm i 2019, mens det i 2009 ble funnet en musling på 33 mm (tilfeldig søk i substratet). Lengdefordelingen i de to årene var nesten lik for lengdegruppene opp til ca. 85 mm (**figur 37**). Av de yngre årsklassene var det i 2009 flest individer i lengdegruppen 50-55 mm (12-13 år gamle individer). Dette finner vi i 2019 igjen som en liten «topp» i lengdegruppen 80-85 mm. Tilveksten på 30 mm tilsvarende forventet tilvekst i de ti årene. Den dominerende lengdegruppen av voksne muslinger i 2009 (90-100 mm) hadde økt om lag 10 mm i lengde til 2019 (100-110 mm), noe som tilsvarende forventet tilvekst. Sandaas & Enerud (2009) vurderte at bestanden i Skorgeelva var levedyktig, stor og med god rekruttering. En viktig forskjell mellom 2009 og 2019 var at Sandaas & Enerud (2009) ikke gravde i substratet, mens det i 2019 ble gjennomført graving i to områder som grunnlag for lengdefordelingen. Da det var få muslinger i substratet (7,4 %) er det litt usikkert om rekrutteringen er stor nok til å opprettholde bestanden på litt lengre sikt.

Elvemuslingen i Skorgeelva forekommer på en ca. 15 km lang strekning i varierende tetthet (vekslende fra <1 til >100 muslinger pr. m²; Sandaas & Enerud 2009). Det ble ikke påvist muslinger mindre enn 20 mm i 2009 (Sandaas & Enerud 2009), men i 2014 nevner Sandaas & Enerud (2015a) «klare og gode tegn til rekruttering i enkelte partier som ved Bjørndalen (Skorge)». I en poengtabell framgår det at muslinger mindre enn 20 mm ble påvist. Samtidig var anslagsvis 6-10 % av de undersøkte muslingene mindre enn 50 mm. Dette tilsvarende god økologisk tilstand basert på elvemusling som indikator. I 2019 var minste musling bare 24 mm (**tabell 19**) og andelen muslinger mindre enn 50 mm var 4,9 %. Det gjør at økologisk tilstand går ned fra god til moderat i 2019. Det er likevel sannsynlig at det forekommer en svak årlig rekruttering. De

undersøkte gravestasjonene er små, og det kan derfor bero på noe tilfeldigheter om de minste individene blir fanget opp.



Figur 37. Lengdefordeling av levende elvemusling i Skorgeelva i 2009 (uten graving i substratet) sammenlignet med 2019 (med graving i substratet). Data fra 2009 er hentet fra Sandaas & Ene-rud (2009).

Bestanden i Skorgeelva oppnådde (20-)21 av 36 poeng i verdivurderingen som bedømmer status og levedyktighet for elvemusling (poengmodellen) (**tabell 19**; jf. **tabell 36**). Bestanden bedømmes å ha høy levedyktighet, og meget høy verneverdi. Men på grunn av manglende nyrekruttering (muslinger mindre enn 20 mm) oppnådde ikke Skorgeelva en naturindeks på mer enn 0,6 og økologisk tilstand ble vurdert å være moderat etter kriteriene gitt av Direktoratgruppen vandirektivet (2018). Rekrutteringen er svak, og for å oppnå god økologisk tilstand må det i tillegg til muslinger mindre enn 50 mm også forekomme nyrekruttering (muslinger mindre enn 20 mm).

Tabell 19. Oppsummering av data fra Skorgeelva i 2019. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i tabell 36. Populasjonsstørrelsen er ikke korrigert for nedgravde individ.

År	Utbredelse, km	Tetthet, ind./m ²	Tetthet, ind./min.	Populasjonsstørrelse, antall oppgitt i 1000	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
2019	15,0	6,28	15,69	235	95 ± 20	24	129 (134♣)	0	4,9	(18-)21	III

♣ levende muslinger eller tomme skall som ble funnet utenom det tilfeldige utvalget til lengdefordelingen

Skorgeelva var tidligere sterkt påvirket av tømmerfløtning, og kanalisering og senkning av elveløpet i nedre del på begynnelsen av 1960-tallet har hatt lokal betydning. I tillegg ble Skorgeelva rotenonbehandlet i 1965 og effekten som dette hadde på bestanden av elvemusling er ukjent.

Tidligere undersøkelser i Steinkjervassdraget i Trøndelag, Fustavassdraget i Nordland og Sika-vassdraget i Trøndelag har vist at elvebehandlinger (kortvarig rotenoneksponering i rennende vann (<8 timer)), lå innenfor toleransegrensen til elvemusling og førte ikke til dødelighet av voksne muslinger (Larsen 2001b, Larsen et al. 2011, Larsen 2015, Larsen & Bardal 2020). Det er dessuten vist ved burforsøk at bestander med både «ørretmusling» og «laksemusling» (voksne individer) kan overleve en periode på 30–45 dager når rotenonkonsentrasjonen ikke overstiger 0,4–0,6 p.p.m. (13,2–19,8 µg/l rotenon) (Larsen 2015, Larsen & Bardal 2020). Hvor lenge muslingene kan overleve vil avhenge av rotenonkonsentrasjonen, tiden på året eksponeringen skjer og kondisjonen til muslingene. Nedbryting og fortynningshastighet for rotenon avhenger på sin side av faktorene lys, temperatur, oksygentilgang og vannutskifting. Hvordan rotenonbehandlingen i Skorgeelva ble gjennomført er ikke bragt på det rene, og hvorvidt Lakstjønn/Hagavann/Sagdammen i øvre del inngikk i behandlingen er usikkert. Det kan imidlertid se ut til at bestanden av elvemusling fortsatt er i en reetableringsfase etter inngrep og tiltak på 1960-tallet og/eller opphøringen av tømmerfløtningen. De eldste muslingene har økt i skallengde fra 2009 til 2019 (**figur 37**). Samtidig ser vi at rekrutteringen ikke har vært høy nok til «etterfylle» antallet voksne individer.

Ved ungfiskundersøkelser i 2019 var det klar dominans av laks, og ørret forekom bare sporadisk. Gjennomsnittlig tetthet av årsyngel (0+) og ettårige eller eldre ($\geq 1+$) laksunger var henholdsvis 47 og 16 individ pr. 100 m² i 2019, men bare 1,4 ørretunger (alle årsklasser) i gjennomsnitt. Det var derfor overraskende å se at ørret var primærvert for muslinglarvene i Skorgeelva. Det ble ikke funnet muslinglarver på noen av laksungene og bestanden av elvemusling må betegnes som en ren «ørretmusling». Dette var et uventet resultat, og mangel på vertsfisk kan dermed være avgjørende for manglende rekruttering hos elvemusling.

Bestanden av elvemusling er fortsatt stor i Skorgeelva, men rekrutteringen kan være for lav til å opprettholde bestanden på lang sikt. Sandaas & Enerud (2009) angir landbruksaktivitet med grøfting, fjerning av kantvegetasjon og avrenning ved kraftig nedbør som trusler mot elvemuslingen. Sandaas & Enerud (2015a) gir følgende oppsummering: «Intensiv arealbruk langs nedre deler av elva, sammen med kanalisering og manglende kantsoner, gir grunnlag for tilslamming, kraftig oppvekst av vannvegetasjon som øker sedimenteringen, sterk solinnstråling og vekst av grønnalger som til sammen er skadelig for elvemuslingens yngre stadier.» Det har forekommet uønskede utslipp til vassdraget tidligere (Nygaard 2012) og det er derfor viktig å få kontroll med alle utslipp til elva som kan forurense vassdraget. Vannføringen er kritisk i enkelte år. Hvordan dammene på utløpet av Trollsvannet og Åletjønn virker inn på dette er usikkert, men om mulig ville en minstevannføring kunne sikre en mer stabil vannføring. For å oppnå målsettingene som er satt i handlingsplanen for elvemusling (Larsen 2018) og vannforskriftens krav om god økologisk tilstand (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018) kan det være nødvendig å utarbeide en tiltaksplan for vassdraget som prioriterer elvemuslingen.

5 Aureelva

Bjørn Mejdell Larsen & Hans Mack Berger

5.1 Innledning

I oversikten til Dolmen & Kleiven (1997) over elvemuslinglokaliteter i Norge er Aureelva inkludert, men bestanden skal ha blitt redusert etter 1975. Både forurensning og terskelbygging på 1970-tallet kan ha påvirket bestanden, i tillegg til en indirekte effekt av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* med påfølgende rotenonbehandling av vassdraget i 1988. Elvemusling er senere nevnt av D. Dolmen som i 1989 fant tettheter på mer enn 100 individer/m² (Dolmen & Kleiven 1997). I 1999 ble det gjennomført en mer omfattende kartlegging av elvemusling i hele Aureelva (Hjortdal 2000) og bestanden ble estimert til om lag 210 000 individer. Innslag av små muslinger (<50 mm) viste også at det hadde vært rekruttering i elva. I forbindelse med en kartlegging av elvemusling i Møre og Romsdal i 2010 ble det også gjort undersøkelser i Aureelva (Sandaas & Enerud 2011). Basert på denne kunnskapen ble Aureelva tatt inn i det nasjonale overvåkingsprogrammet for perioden 2018-2023 (Larsen & Magerøy 2018). Overvåkingen gjennomføres på den om lag fire kilometer lange elvestrekningen fra Andestadvatnet til utløpet i sjøen ved Aure, noe som tilsvarer hele det kjente utbredelsesområdet.

5.2 Område

Aureelva (vassdragsnr. 097.72Z) har et nedbørfelt på 47,1 km², og renner ut i Sykkylvsfjorden ved Aure i Sykkylven kommune i Møre og Romsdal fylke. Andestadvatnet (67 moh.) på den anadrome strekningen er den største innsjøen i feltet. Aureelva renner slakt ut fra Andestadvatnet og ca. 500 m nedover, deretter går elva relativt bratt, med stryk og korte høl, ca. 800 m ned til Storhølfossen (Storhylen). Den litt mer enn tre kilometer lange elvestrekningen nedenfor Storhølfossen har et relativt jevnt og moderat fall (**figur 38**).



Figur 38. Elvestrekningen nedenfor Storhølfossen har et relativt jevnt og moderat fall og er stedvis omkranset av en velutviklet kantvegetasjon. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Skog dominerer i nedbørfeltet og dekker 53,0 % av arealet (**figur 39**). I tillegg er nær en tredel av nedbørfeltet snaufjell (H_{\max} 1159 moh.), og innsjøer og myr dekker henholdsvis 2,8 og 4,4 %. Det er en del dyrket mark (7,2 %), men lite urban bebyggelse (0,6 %) (<http://nevina.nve.no/>). Ved utløpet til sjøen har vassdraget en middelvannføring på 58,0 l/s/km² (2,73 m³/s). Alminnelig lavvannføring er beregnet til 3,7 l/s/km² (0,17 m³/s).



Figur 39. Mer enn halvparten av nedbørfeltet til Aureelva består av skog, men nær en tredel er snaufjell og i nedre del er det store arealer med dyrket mark. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

5.3 Vannkvalitet

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

Ledningsevnen var 3,1–4,2 mS/m i Aureelva i midten av oktober 2013 (Hellen 2014) og 3,3-4,1 mS/m i midten av oktober 2016 (Kambestad 2016). Det ble funnet lignende verdier under feltarbeidet i begynnelsen av august 2019 (**tabell 20**). Ledningsevnen økte fra 3,1 mS/m nedenfor utløpet av Andestadvatnet til 4,8 mS/m i nedre del sannsynligvis som følge av tilsig fra dyrket mark og bebyggelse.

Tabell 20. Ledningsevne (mS/m) og vanntemperatur (°C) målt på stasjonene som ble undersøkt i Aureelva i begynnelsen av august 2019.

Stasjon	Dato	Ledn.evne, mS/m	Vanntemp., °C
1	2.8.	3,1	19,8
2	2.8.	3,1	20,3
3	1.8. – 2.8.	3,3 – 3,2	21,4 – 21,0
4	3.8.	4,0	17,9
5	3.8.	4,0	19,5
6	4.8.	-	19,7
7	4.8.	4,8	18,4
8	4.8.	4,6	15,4

Det ble analysert en vannprøve tatt nederst i vassdraget den 16. oktober 2013 (Hellen 2014). Vannprøven hadde pH på 7,0, farge på 17 mgPt/l og kalsiuminnhold på 1,4 mg/l. Vannprøver innsamlet i Andestadvatnet i 1986, 1988 og 2004 hadde pH på hhv. 6,65, 6,40 og 6,57, innholdet av labilt aluminium var 5-8 µg/l, kalsiumkonsentrasjonen var mellom 1,4 og 1,6 mg/l (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Verdiene er på nivå med det som ble registrert i Aureelva i 2013 og indikerer at forsuring ikke er et problem i vassdraget (Hellen 2014). Mengden organisk stoff (TOC) var henholdsvis 2,1 og 2,7 i Andestadvatnet i 1986 og 2004, mens konsentrasjonen av jern var 80 µg/l i 2004 (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>).

Det finnes ingen opplysninger om mengde næringssalter i Aureelva, men i Andestadvatnet finnes det fire målinger av total fosfor fra 1988 (4-10 µg/l) og én måling fra 2004 (5 µg/l) (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Tilsvarende finnes det også fire målinger av total nitrogen fra 1988 (152-206 µg/l) og én måling fra 2004 (270 µg/l). Vannkvaliteten karakteriseres etter dette som svært god både med hensyn på fosfor og nitrogen (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

Vanntemperaturen varierte fra 15,4 til 21,4 °C under gjennomføringen av feltarbeidet i begynnelsen av august 2019 avhengig av dato og tid på døgnet.

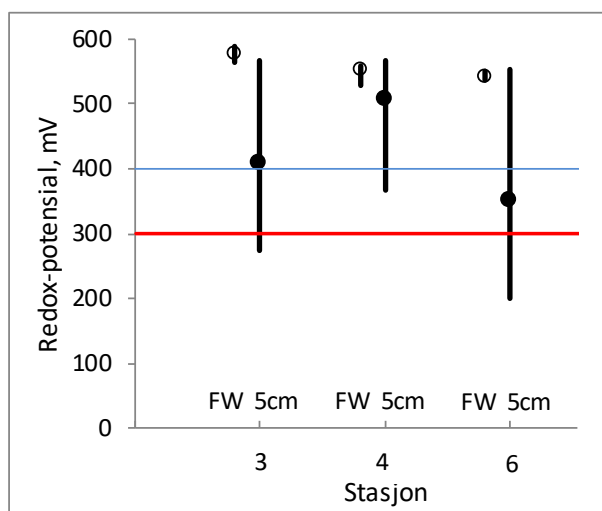
Det ble ikke samlet inn vannprøver i forbindelse med overvåkingsprogrammet i 2019.

5.4 Redokspotensial

Redokspotensial ble målt på tre stasjoner i Aureelva i begynnelsen av august 2019 (stasjon 3, 4 og 6; for lokalisering se **figur 5**). Resultatet fra de tre stasjonene er presentert i **tabell 21** og **figur 40** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimums- og maksimumsverdien angitt på figuren.

Tabell 21. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Aureelva på tre stasjoner (stasjon 3, 4 og 6) i begynnelsen av august 2019. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Stasjon	Dybde (cm)	2.–4. august	
		Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
3	FW	579	
	5	409	29,4
4	FW	552	
	5	506	8,3
6	FW	543	
	5	350	35,5



Dybde	Stasjon	N	Redokspotensial, mV		
			>400	300–400	<300
FW	3	5	100,0	0	0
	4	5	100,0	0	0
	6	5	100,0	0	0
5 cm	3	15	53,3	40,0	6,7
	4	15	93,3	6,7	0
	6	15	46,7	40,0	13,3

Figur 40. Redoksmålinger i Aureelva på tre stasjoner (stasjon 3, 4 og 6) i begynnelsen av august 2019. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

Det ble målt redokspotensial lavere enn 300 mV på to av stasjonene i Aureelva (**figur 40**), og på den ene stasjonen (stasjon 6) var medianverdien <400 mV. Reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 36 % på denne stasjonen (**tabell 21**). Dette tilsvarer dårlig vannkvalitet i substratet med store områder i elva uten tilstrekkelig oksygeninnhold til at unge muslinger kan vokse opp. På de andre stasjonene var medianverdien mellom 400 og 500 mV, og reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 8-29 %. Dette tilsvarer god til moderat (på grensen til dårlig) vannkvalitet i substratet. Det ble imidlertid funnet lommer i elveløpet med tilfredsstillende redokspotensial (>400 mV) og egnede oppvekstområder for unge muslinger på alle de tre stasjonene.

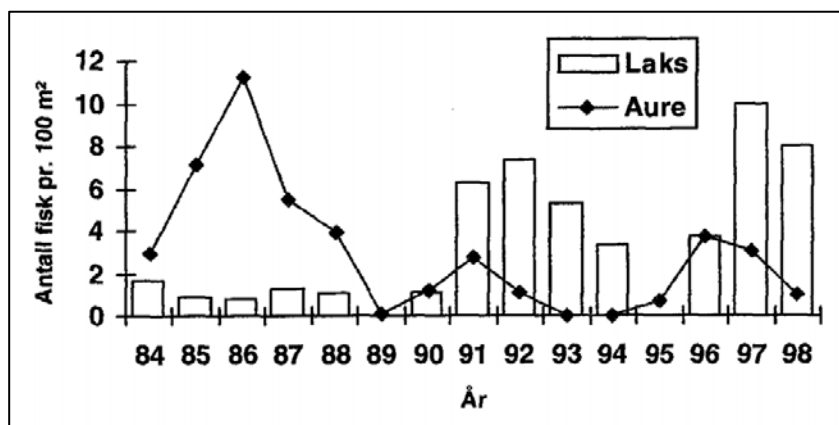
5.5 Fisk

Aureelva har en anadrom strekning på ca. 4,4 km mellom sjøen og Andestadvatnet. Det ble bygd en fisketrapp i Storhølfossen i 1907, og i 1958 ble det skutt ut stein i fossen for at laks lettere skulle kunne passere. Andestadvatnet har en bestand av ørret og røye mens det i Aureelva er påvist laks, ørret, trepigget stingsild og ål, hvor laks er den dominerende arten (Aure Elveeigarlag 2019).

Tetthet og lengdefordeling

Det finnes opplysninger om tettheten av laks- og ørretunger for hele perioden 1984-1998 (Johnsen et al. 1999). I 1984 var tettheten av laksunger meget lav i Aureelva (**figur 41**) og alle som ble fanget, uansett alder, var infestert med *Gyrodactylus salaris*. Vassdraget hadde sannsynligvis vært infestert med denne lakseparasitten i flere år allerede, og fangststatistikken sank drastisk så tidlig som i 1980. For å hindre laksen i å komme opp i Andestadvatnet ble det i 1986 bygd ei fiskesperre ca. 2 km opp i Aureelva og høsten 1988 ble hele vassdraget rotenonbehandlet. Aureelva ble friskmeldt i 1992, dvs. at parasitten var fjernet.

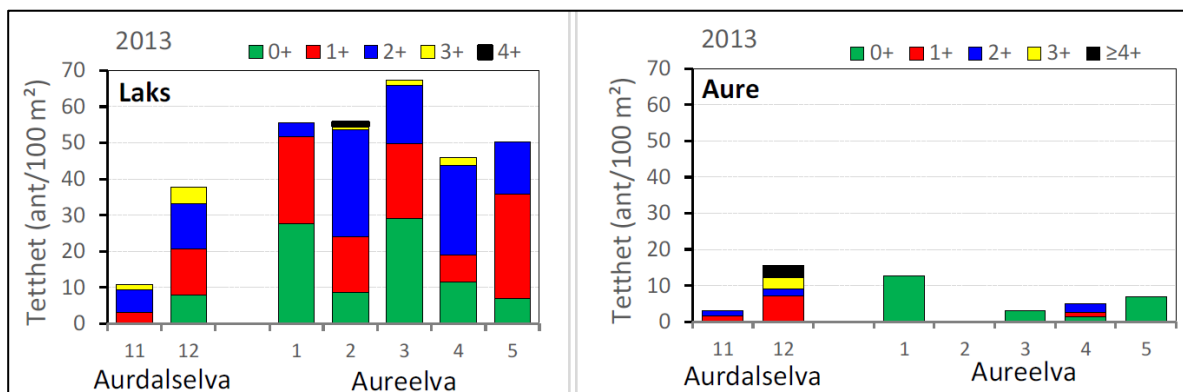
Under elfisket i 1989, året etter rotenonbehandlingen, ble det ikke funnet årsyngel av laks, men forholdsvis bra med ørretyngel. Det ble satt ut et betydelig antall plommeseekyngel av laks i perioden etter 1990, og i 1990-1998 varierte tettheten av eldre laksunger fra 1 til 10 individ pr. 100 m² (**figur 41**). Tettheten av eldre ørretunger har vært meget lav etter rotenonbehandlingen.



Figur 41. Tetthet av laks- og ørretunger eldre enn årsyngel i Aureelva i perioden 1984-1998. *Gyrodactylus salaris* ble påvist 1984 og vassdraget ble rotenonbehandlet i 1988. Fra Johnsen et al. (1999).

Senere er det gjennomført ungfiskundersøkelser i oktober 2013 på fem stasjoner i Aureelva og to stasjoner i Aurdalselva (**figur 42**; Hellen 2014). Det var høy tetthet av laks både i Aureelva

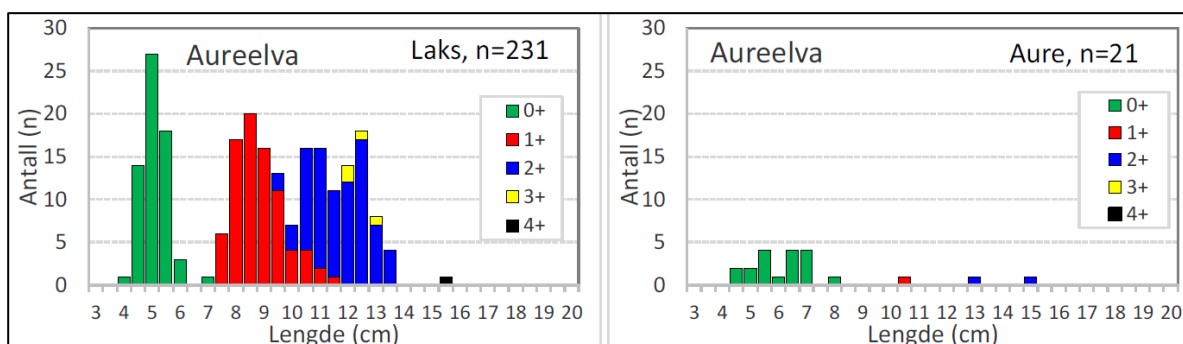
(46-70 individ pr. 100 m²) og i nedre del av Aurdalselva (38 individ pr. 100 m²), mens tettheten var relativt lav øverst i Aurdalselva i 2013 (11 individ pr. 100 m²). Med unntak av den øverste stasjonen i Aurdalselva, der årsyngel av laks manglet, var det minst tre årsklasser representert på alle stasjonene (Hellen 2014). Det ble gjennomført nye ungfiskundersøkelser i 2016 og 2019 på fire stasjoner i Aureelva og to stasjoner i Aurdalselva (Kambestad 2016, M. Kambestad pers. medd.). Tettheten av laksunger var høy i Aureelva med et gjennomsnitt på henholdsvis 111 og 105 individer pr. 100 m² (alle årsklasser samlet) i 2016 og 2019. I Aurdalselva var tettheten lavere enn i hovedelva, med et gjennomsnitt på 45 og 65 laksunger pr. 100 m² i de to årene.



Figur 42. Estimert tetthet pr. 100 m² av de ulike aldersgruppene av laks (til venstre) og ørret (angitt som aure; til høyre) på hver elfiskestasjon ved ungfiskundersøkelser i Aurdalselva og Aureelva i oktober 2013. Fra Hellen (2014).

Tettheten av ørret var betydelig lavere enn tettheten av laks både i Aureelva og Aurdalselva (figur 42; Hellen 2014). I Aureelva var det en del årsyngel av ørret på den øverste stasjonen (13 individ pr. 100 m²), men på de andre stasjonene var tettheten av årsyngel lav og på stasjon 2 ble det ikke fanget ørret i det hele tatt (Hellen 2014). Gjennomsnittlig tetthet av ørret var bare 6 individ pr. 100 m² (alle årsklasser samlet). I Aurdalselva var tettheten av ørret noe høyere (figur 42), og særlig i den nedre delen av elva var det innslag av innsjøørret fra Andestadvatnet. Tettheten av ørret var noe høyere i 2016 med en gjennomsnittlig tetthet på henholdsvis 16 og 15 ørret pr. 100 m² i Aureelva og Aurdalselva (Kambestad 2016).

Laksungene som ble fanget i Aureelva i 2013 var fra 38 til 151 mm lange (tilhørende fem årsklasser) i midten av oktober (figur 43; Hellen 2014), mens ørretungene varierte i lengde fra 40 til 148 mm (tilhørende tre årsklasser).



Figur 43. Lengdefordeling av laks og ørret (angitt som aure) fanget under elfiske i Aureelva i midten av oktober 2013. Fra Hellen (2014).

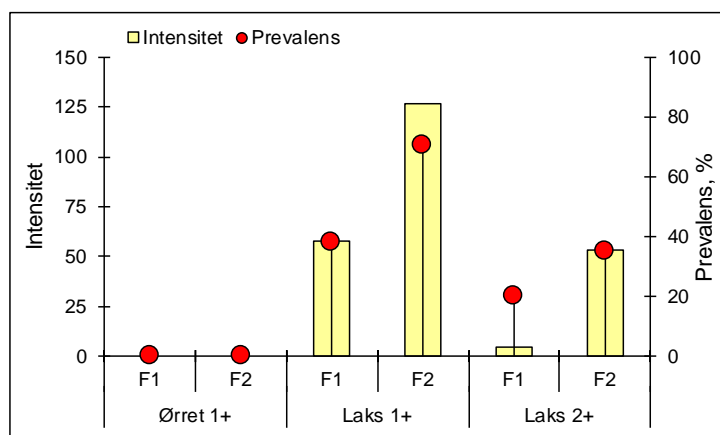
Årsyngelen (0+) av laks og ørret var henholdsvis 48 mm (SD = 5; N = 64) og 57 mm (SD = 10; N = 18) lange i gjennomsnitt (Hellen 2014). Ettårige laks- og ørretunger var henholdsvis 85 og 102 mm. Generelt var ørretungene større enn laksungene ved samme alder. Dette stemmer også for fisk samlet inn i begynnelsen av juni 2018. Laksungene som ble fanget i Aureelva var fra 48 til 114 mm lange, mens ørretungene var fra 54 til 123 mm. Gjennomsnittlig lengde av ettårige (1+) og toårige (2+) laksunger var henholdsvis 63 mm (SD = 7; N = 46) og 96 mm (SD = 9; N = 27). De ettårige ørretungene var mellom 54 og 90 mm lange med et gjennomsnitt på 80 mm (SD = 11; N = 11).

Muslinglarver på gjellene

Sandaas & Enerud (2013) oppgir at laks skal være vertsart for elvemuslingen i Aureelva. Så vidt vi kjenner til er ikke dette verifisert ved innsamling av laksunger og kontroll av gjellene tidligere. I juni 2018 ble det imidlertid bekreftet funn av muslinglarver på laks på begge stasjonene som ble undersøkt i Aureelva (**tabell 22** og **figur 44**). I øvre del av vassdraget (stasjon F1) var 38 % av de ettårige laksungene infestert våren 2018, og i gjennomsnitt hadde de til sammen 58 muslinglarver på gjellene. Høyeste antall på en enkelt fisk var 254 muslinglarver. Prevalens og infeksjonsintensitet var noe høyere i nedre del av Aureelva der 71 % av de ettårige laksungene var infestert med i gjennomsnitt 127 muslinglarver på gjellene (**tabell 22**). Både prevalens og infeksjonsintensitet var lavere for de toårige laksungene sammenlignet med de ettårige laksungene i Aureelva. På stasjon F1-F2 var 20-35 % av de toårige laksungene infestert med 5-53 muslinglarver i gjennomsnitt (**tabell 22**). Høyeste antall på en enkelt fisk var 304 muslinglarver.

Tabell 22. Forekomst av muslinglarver på gjellene til laks og ørret i Aureelva i begynnelsen av juni 2018.

Art	Alder	Stasjon	N	Prevalens (%)	Abundans Gjnsnitt ± SD	Intensitet Gjnsnitt ± SD	Maks
Laks	1+	F1	29	37,9	22,0 ± 52,0	58,1 ± 72,6	254
		F2	17	70,6	89,3 ± 125,1	126,5 ± 132,8	448
	2+	F1	10	20,0	0,9 ± 2,5	4,5 ± 4,9	8
		F2	17	35,3	18,7 ± 73,5	53,0 ± 123,0	304
Ørret	1+	F1	7	0	0	0	0
		F2	4	0	0	0	0
Laks	1+	F1-F2	46	50,0	46,9 ± 91,3	93,8 ± 111,5	448
Laks	2+	F1-F2	27	29,6	12,1 ± 58,4	40,9 ± 106,3	304
Ørret	1+	F1-F2	11	0	0	0	0



Figur 44. Forekomst av muslinglarver på gjellene til laks og ørret i Aureelva i begynnelsen av juni 2018 presentert som intensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver per infestert fiskeunge) og prevalens (prosentandel av undersøkte fiskeunger som er infestert).

Det var lav tetthet av ørret i Aureelva, men selv om det ble undersøkt 11 ørret til sammen som ble fanget på de samme stedene som laksungene, ble det ikke funnet muslinglarver på noen av ørretungene i 2018 (**tabell 22**). Laks er derfor primærvert for muslinglarvene i hele vassdraget, og bestanden må karakteriseres som «laksemusling».

Muslinglarvene på laksunger fra Aureelva var nær ferdig utvokst i begynnelsen av juni 2018, og de var allerede 0,37 mm lange i gjennomsnitt (SD = 0,04, N = 60). Dette kan bety at enkelte larver allerede var fullt utvokst og hadde falt av fra gjellene på laksungene, og at både prevalens og intensitet var avtagende.

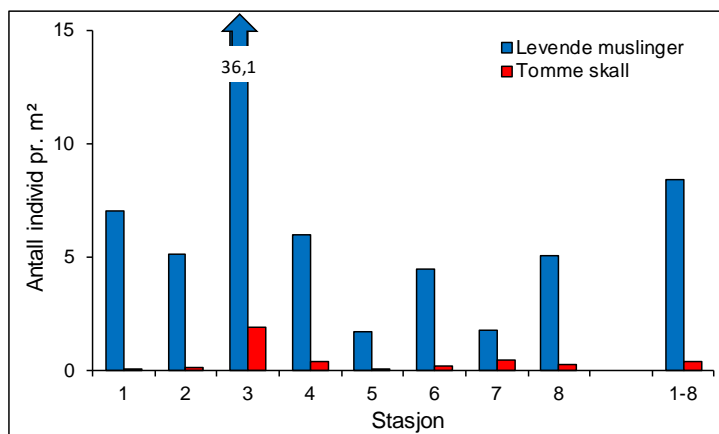
5.6 Elvemusling

Utbredelse

De åtte stasjonene som inngikk i overvåkingen lå innenfor den samme strekningen der det tidligere er påvist elvemusling (Hjortdal 2000, Sandaas & Enerud 2011), tilsvarende den 4,4 km lange strekningen fra Andestadvatnet til utløpet i sjøen ved Aure. Selv om det går laks opp i Aurdalselva er det ingen opplysninger om elvemusling i den delen av vassdraget (bl.a. J. Melseth pers. medd.). De nederste 700 m ble da også undersøkt i 1999 uten funn av muslinger (Hjortdal 2000).

Tetthet

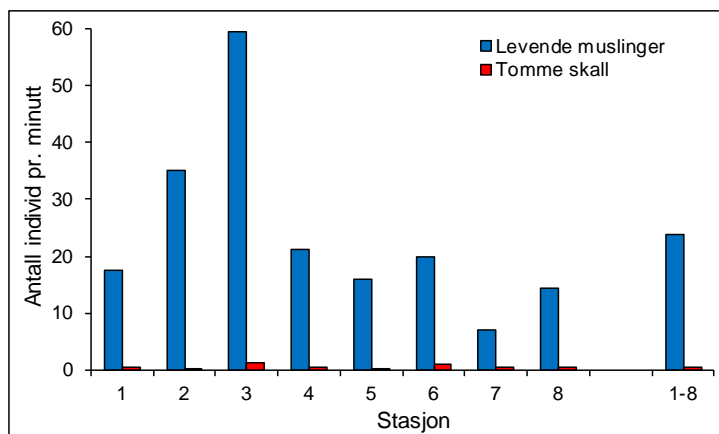
Tetthet av muslinger ble undersøkt på åtte stasjoner i Aureelva i begynnelsen av august 2019 (stasjon 1-8; for lokalisering se **figur 5**). Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling mellom Andestadvatnet og Aure var 8,40 individ pr. m² i 2019. Antall elvemusling varierte mellom 1,68 og 36,13 individ pr. m² på de ulike stasjonene (**figur 45** og **vedlegg 8**). Størst tetthet var det i øvre del av vassdraget ovenfor Storhølfossen (stasjon 3).



Figur 45. Tettheten av levende elvemusling basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall individ pr. m²) på åtte stasjoner i Aureelva i 2019.

Tidsbegrensede tellinger (fritellinger) på de samme åtte stasjonene bekreftet den høye tettheten ovenfor Storhølfossen (**figur 46**), men også at det var gjennomgående lavere tetthet i nedre del (stasjon 4-8). Det ble funnet levende elvemusling på alle stasjonene og antallet varierte mellom 7,17 og 59,60 individ pr. minutt observasjonstid (**figur 46** og **vedlegg 8**). Gjennomsnittlig tetthet var 23,86 individ pr. minutt.

Det ble talt 11 738 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Aureelva i 2019. Det ble funnet relativt få tomme skall, og de utgjorde bare 3,6 % av det totale antall skjell som ble funnet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,42 individ pr. m² på transektene og 0,58 individ pr. minutt søketid på fritellingene i 2019 (**figur 45**, **figur 46** og **vedlegg 8**).



Figur 46. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på åtte stasjoner i Aureelva i 2019.

Populasjonsstørrelse

Aureelva har ifølge Hellen (2014) en gjennomsnittlig elvebredde på ca. 11 m, noe som gjør at den anadrome strekningen har et areal på ca. 48 000 m². Hjortdal (2000) som beregnet arealet fra øverste flomål, som i større grad tilsvarer utbredelsen til elvemusling i nedre del, kom til et areal på 44 000 m². Basert på dette arealet og en gjennomsnittlig tetthet på 4,79 individ pr. m² kom Hjortdal (2000) fram til et estimat på om lag 210 000 muslinger. I 2019 var tettheten økt til 8,40 individ pr. m², men dette var basert på bare åtte av de 15 stasjonene som ble undersøkt i 1999. Tettheten av elvemusling på de samme åtte stasjonene var 6,86 individ pr. m² i 1999. Dette kan bety at et populasjonsestimat basert på tettheten funnet i 2019 tilsvarende 370 000 muslinger er noe høyt sammenlignet med estimatet til Hjortdal (2000). Tallene vitner uansett om at bestanden i Aureelva har holdt seg stabilt stor og sannsynligvis har det vært en økning i antall muslinger i de siste 20 årene.

Lengdefordeling

Lengdefordelingen av levende elvemusling ble undersøkt på fire av overvåkingsstasjonene i Aureelva i 2019 (stasjon 3-6; for lokalisering se **figur 5** og **figur 47**). Skallengden varierte fra 10 til 153 mm i begynnelsen av august 2019 (**figur 48** og **figur 49**). Gjennomsnittslengden var 101 mm (SD = 28; N = 653).

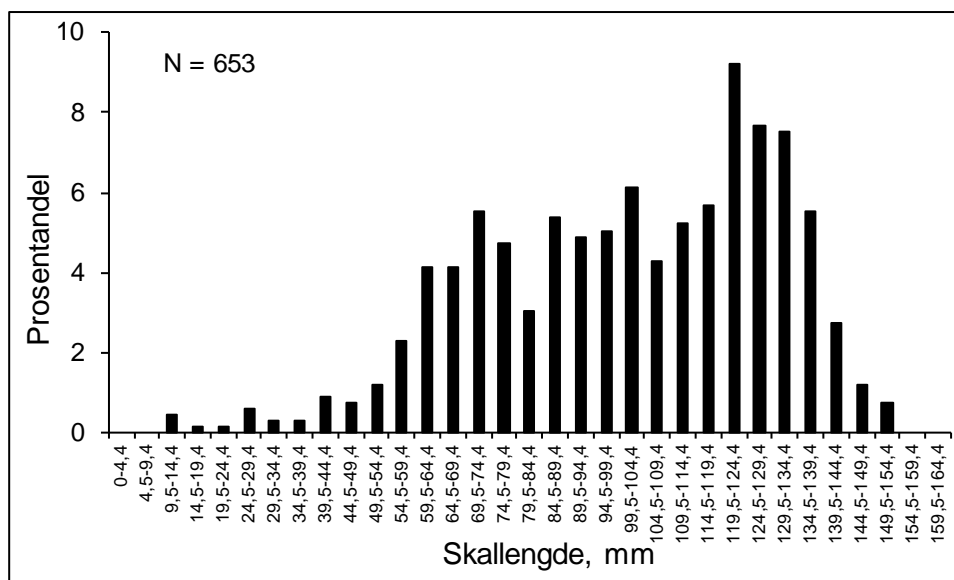
Det var gjennomgående mange muslinger i alle lengdegrupper i intervallet mellom 60 og 140 mm (**figur 48**), men det var også individer i alle lengdegruppene mellom 10 og 60 mm og et relativt stabilt tilskudd av unge individer spesielt i midtre del av Aureelva. Det ble riktignok bare funnet fire muslinger som var mindre enn 20 mm, men 25 individer til sammen var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 0,6 og 3,8 % av totalantallet (**tabell 23**). Rekrutteringen varierte imidlertid over tid både mellom stasjonene og lokalt på stasjonene. Dette indikerer at rekrutteringen er ustabil og mangelfull i enkelte perioder i deler av elva.

Det var da også stor variasjon i andelen nedgravde muslinger på de ulike stasjonene, varierende fra 0,6 til 40,4 % (**tabell 23**), og andelen økte nedover i vassdraget. De nedgravde muslingene utgjorde 16,7 % i gjennomsnitt.

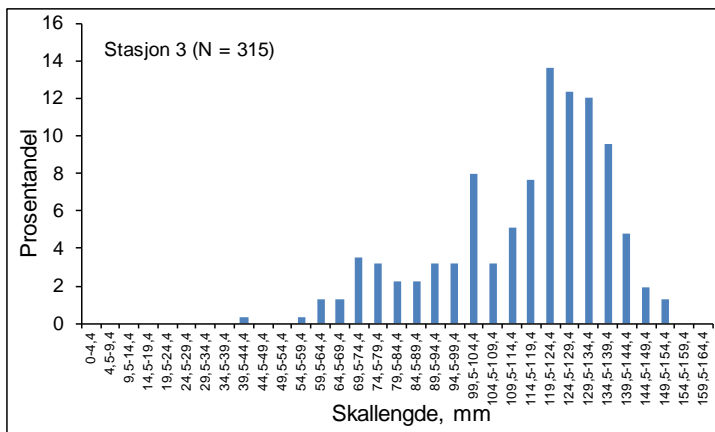
Minste synlige musling var 40 mm, og det var bare to av muslingene som var mindre enn 50 mm som var synlige ved direkte observasjon (**figur 50**). Dette utgjorde bare åtte prosent av alle muslinger mindre enn 50 mm. Muslinger med lengde helt opp til 124 mm ble funnet skjult under steiner eller nedgravd i substratet (**figur 50**). Generelt var likevel individer større enn 90 mm i liten grad ute av syne.



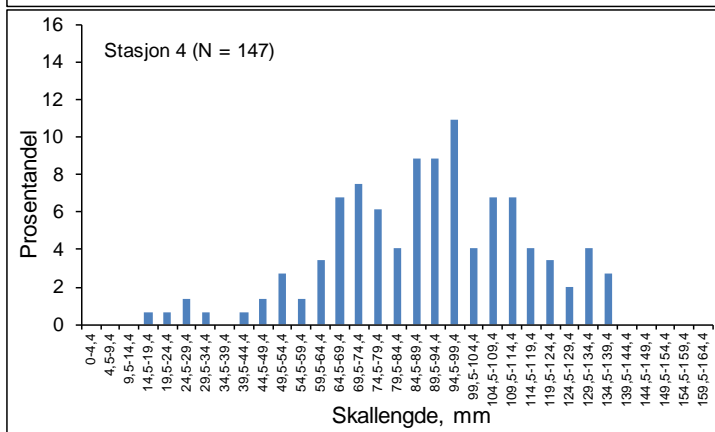
Figur 47. Stasjoner som ble undersøkt i forbindelse med lengdefordeling av elvemusling i Aureelva (stasjon 3-6). For lokalisering se figur 5. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



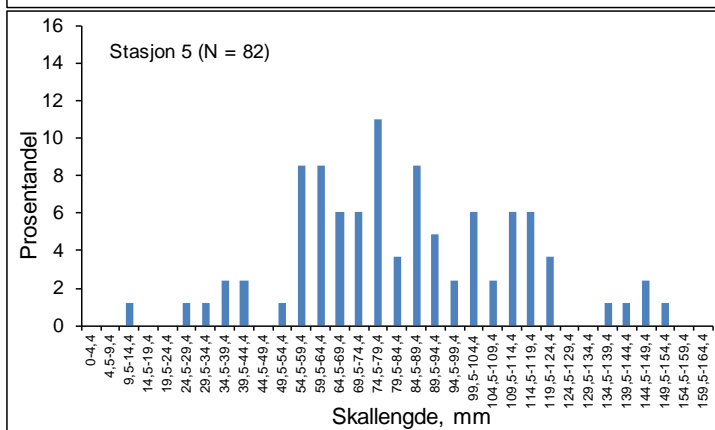
Figur 48. Lengdefordeling av levende elvemusling i Aureelva basert på graving i substratet på fire stasjoner i begynnelsen av august 2019 (jf. figur 49).



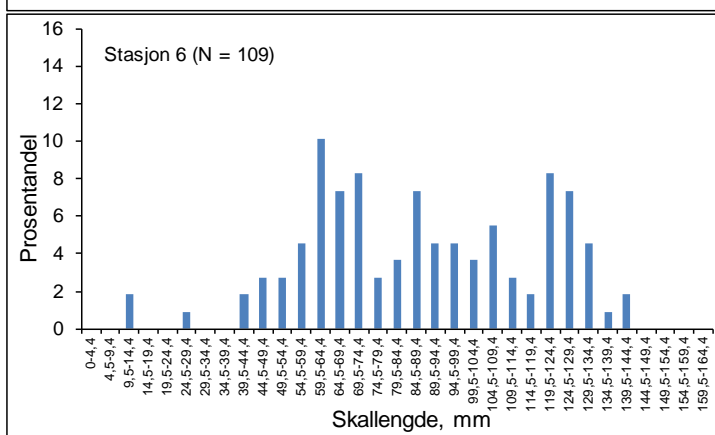
Stasjon	3
Minste musling	39,6
Største musling	152,6
Gj.snitt ± SD	115,4 ± 21,5
Antall undersøkt (N)	315



Stasjon	4
Minste musling	15,3
Største musling	139,0
Gj.snitt ± SD	90,1 ± 25,2
Antall undersøkt (N)	147



Stasjon	5
Minste musling	14,0
Største musling	150,0
Gj.snitt ± SD	83,6 ± 28,7
Antall undersøkt (N)	82

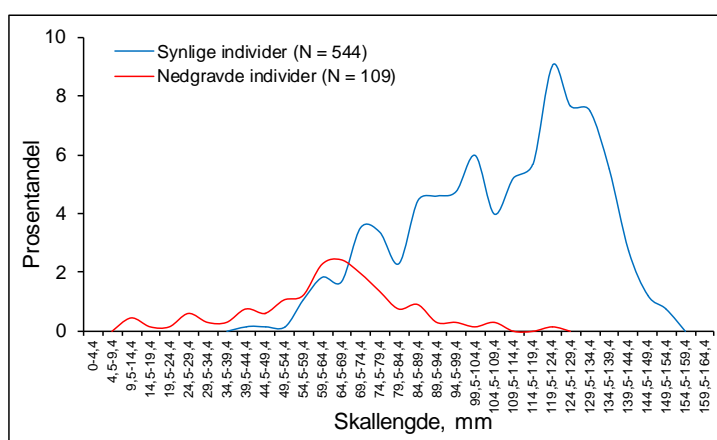


Stasjon	6
Minste musling	10,3
Største musling	141,3
Gj.snitt ± SD	88,0 ± 29,5
Antall undersøkt (N)	109

Figur 49. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 3-6 i Aureelva basert på graving i substratet i begynnelsen av august 2019.

Tabell 23. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet på stasjon 3, 4, 5 og 6 i Aureelva ved graving i substratet i begynnelsen av august 2019.

Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall				Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Nedgravde	Andel nedgravde, %	<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
3.1	2.8.	0,6	158	157	1	0,6	0	0	0	0
3.2	2.8.	1,0	157	145	12	7,6	0	1	0	0,6
4.1	3.8.	1,8	48	43	5	10,4	0	0	0	0
4.2	3.8.	0,6	99	72	27	27,3	1	8	1,0	8,1
5	3.8.	1,3	82	62	20	24,4	1	7	1,2	8,5
6	4.8.	0,4	109	65	44	40,4	2	9	1,8	8,3
Samlet		5,7	653	544	109	16,7	4	25	0,6	3,8



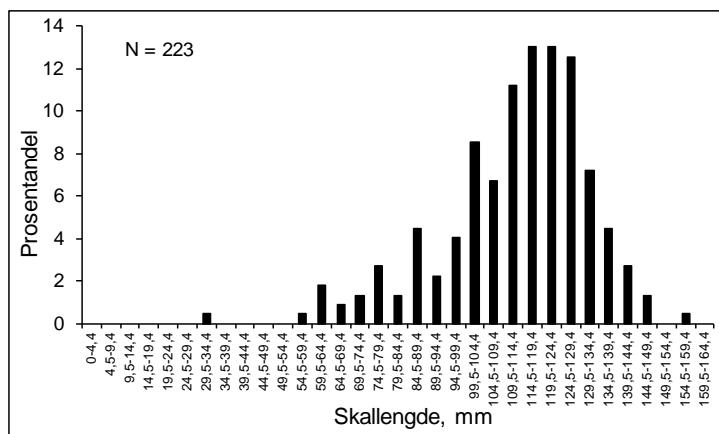
Figur 50. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Aureelva i 2019.

Andelen muslinger mindre enn 50 mm som ble funnet uten graving i substratet var nok i realiteten større enn det lengdefordelingen kan gi inntrykk av. Ved telling i transektene og under fritellingene ble også «minste» observerte musling lengdemålt. Det ble funnet muslinger mindre enn 50 mm på sju av de åtte stasjonene i Aureelva. Det ble ofte målt mer enn ett individ på hver stasjon, og av de 29 individene som ble lengdemålt (37-61 mm lange) ble det funnet 14 individer som var mindre enn 50 mm.

Tomme skall som ble funnet i Aureelva i 2019 varierte i lengde mellom 33 og 156 mm (**figur 51**) med et gjennomsnitt på 113 mm (SD = 19; N = 223). Det var bare ett av individene som var mindre enn 50 mm, og de fleste skallene som ble funnet tilhørte voksne muslinger i lengdegruppene 100–135 mm.

Av de 298³ døde muslingene (tomme skall) som ble undersøkt i Aureelva i 2019, hadde ti individ (3,4 %) dødd for mindre enn ett år siden (**tabell 24**). Ytterligere 30 individ (10,1 %) hadde dødd for mellom ett og to år siden, mens 62 individ (20,8 %) hadde dødd for to–tre år siden. Av de døde muslingene som ble samlet inn hadde litt over en tredel av individene dødd i løpet av de siste tre årene. Det kan virke som om dødeligheten har vært høyere enn normalt i en periode for 2-5 år siden. Andelen unge individer var lav og bare 17 individer (nær 8 % av alle skall som ble lengdemålt) var mindre enn 80 mm eller yngre enn om lag 15 år.

³ Inkluderer også tomme skall som var så ødelagt at de ikke kunne lengdemåles



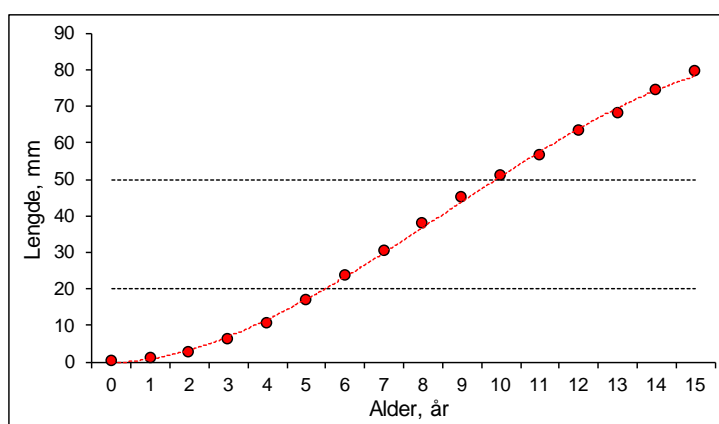
Figur 51. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Aureelva i begynnelsen av august 2019.

Tabell 24. Gruppering av elvemuslingskallene som ble funnet i Aureelva i 2019 (gruppe 1-5) med angivelse av antall år skallene sannsynligvis har ligget i elva etter at muslingen døde (år) vurdert etter graden av erosjon på skallene (jf. Larsen & Karlsson 2016 og Sandaas & Enerud 2010).

Gruppe (år)	1 (<1)	2 (1-2)	3 (2-3)	4 (4-5)	5 (>6)	Sum
Antall skall	10	30	62	77	119	298
Prosentandel	3,4	10,1	20,8	25,8	33,9	100,0

Vekst

Lengden til den minste muslingen som ble undersøkt i 2019 var 10 mm, og alderen til denne ble antatt av være tre år (3+). Veksten til muslingene i Aureelva var god, og gjennomsnittlig lengde for fem år gamle muslinger var 17 mm (**figur 52**). Muslinger som i august 2019 var mindre enn 20 mm var dermed yngre enn seks år. Muslingene hadde en gjennomsnittlig skallengde på 51 mm når de var 10 år gamle, og individer som var mindre enn 50 mm i august 2019 var dermed mest sannsynlig yngre enn 10(-11) år. Den årlige tilveksten var 1-2 mm i de to første leveårene, men økte gradvis fram til femårsalder, og lå deretter mellom seks og sju millimeter fram til 12-14-årsalder. Når kjønnsmodningen inntreffer vil veksten raskt avta og vekstkurven vil flate ut.



Figur 52. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Aureelva fram til 15-årsalder (N = 17).

Reproduksjon

Det ble undersøkt for mulig graviditet hos elvemusling i Aureelva i 2019. De voksne muslingene reproduserte normalt, og allerede i begynnelsen av august var 40-47 % av muslingene gravide (**tabell 25**).

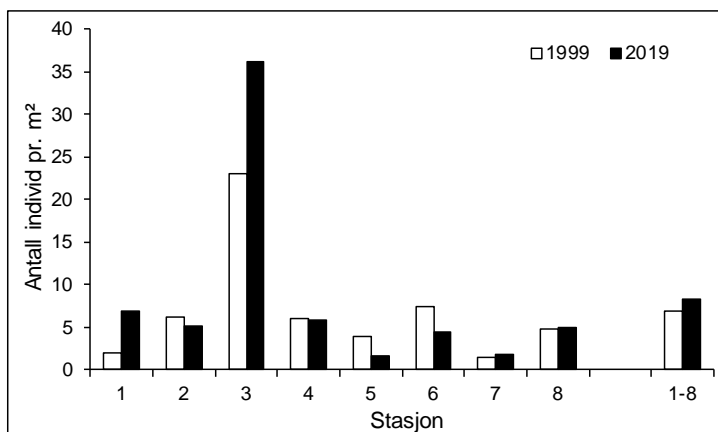
Tabell 25. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Aureelva i 2019. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

Dato	Stasjon	L (\pm SD), mm	N	Graviditet %
01.08.	3	134,2 \pm 8,4	15	46,7
01.08.	5	107,3 \pm 22,2	15	40,0

5.7 Oppsummering

Aureelva har status som A-lokalitet i programmet «Nasjonal overvåking av elvemusling» og ble i den sammenheng undersøkt første gang i juni 2019. En overvåkingsundersøkelse ble gjennomført med kartlegging av tetthet (transekter og fritellinger på åtte stasjoner) og lengdefordeling (inkludert graving i substratet på fire av stasjonene) samt en vurdering av substratkvalitet (redoksmålinger på tre stasjoner). I tillegg ble det gjennomført innsamling av laks og ørretunger for å kontrollere gjellene med hensyn til muslinglarver (fastsettelse av vertsort).

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling var 8,40 individ pr. m² på transektene og 23,86 individ pr. minutt søketid på fritellingene i 2019. Dette var en noe høyere tetthet sammenlignet med undersøkelser fra 1999 (Hjortdal 2000). Da ble det undersøkt 15 transekter til sammen og gjennomsnittlig tetthet var 4,78 individ pr. m². I 2019 ble bare åtte av de samme områdene i elva undersøkt. Tettheten på disse åtte transektene var 6,86 individ pr. m² i 1999. Nå er det ikke mulig å sammenligne resultatet i 1999 direkte med undersøkelsene i 2019 da både størrelsen og plasseringen av transektene er forskjellig og ulike personer med ulik kompetanse har gjennomført tellingene i de to årene. Det var om lag samme tetthet på fire av stasjonene, noe lavere tetthet på to av stasjonene og høyere tetthet på to av stasjonene i 2019 sammenlignet med 1999 (**figur 53**). Forskjellen i tetthet på stasjon 3 kan imidlertid utgjøre det meste av den totale økningen, og vi skal være litt forsiktige med å fastslå at det er en reell forskjell siden det ikke er nøyaktig de samme arealene som er undersøkt i de to årene.



Figur 53. Tettheten av levende elvemusling basert på tellinger i transekter (oppgitt som antall individ pr. m²) på åtte stasjoner i Aureelva i 1999 og 2019. Data fra 1999 er hentet fra Hjortdal (2000).

Det ble funnet relativt få tomme skall, og de utgjorde bare 3,6 % av det totale antall skjell som ble funnet. Til sammenligning ble det funnet 3,2 % tomme skall i 1999 (Hjortdal 2000). Av de døde muslingene som ble samlet inn i 2019 hadde litt over en tredel dødd i løpet av de siste tre årene. Lokalt lå det imidlertid mye tomme skall på elvebredden fra muslinger som hadde dødd for tre-fem år siden (**figur 54**). Det meste av dette var antagelig rester etter muslinger som ble vasket ut fra elva etter at tusenvis av skjell ble skylt på land under en storflom i 2015 (J. Melseth pers. medd.). Lokalt ble det gjort en stor innsats for å berge livet på disse, og en mengde skjell ble plukket opp og kasta på elva igjen. De fleste individene var på strekningen fra Storhølen og ned til utløpet i sjøen, men hvor mange som overlevde av disse er uvisst. I tillegg til denne

episoden har lav vannføring både vinter (innfrysing) og sommer (inntørking) samt flomsituasjoner flere ganger i løpet av de siste årene bidratt til den observerte dødeligheten. Hyppigere flomsituasjoner kan bli en enda større utfordring i framtida. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,42 individ pr. m² på transektene og 0,58 individ pr. minutt søketid på fritellingene i 2019.



Figur 54. Det var stedvis mange tomme skall som lå samlet på elvebredden, sannsynligvis fraktet dit under høy vannføring etter en storflom i 2015. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

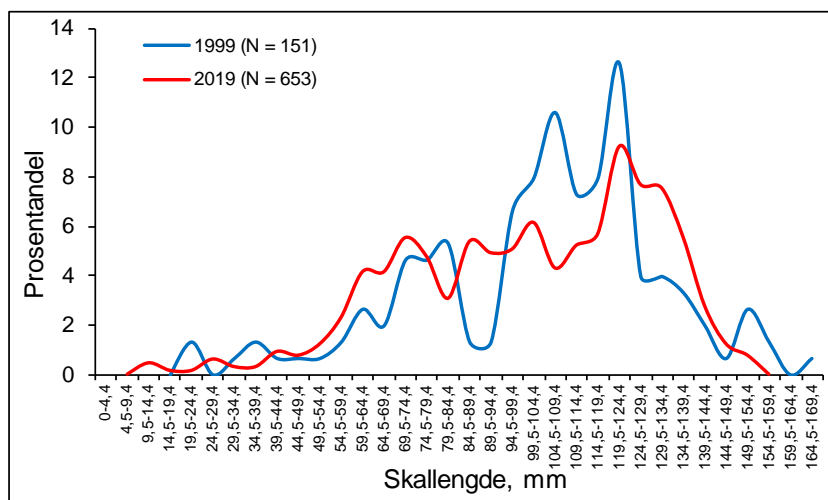
I begynnelsen av juni 2018 ble det funnet om lag 25 muslinger som var åpnet og drept av mennesker, sannsynligvis på leting etter perler. De ferske skallene og skallrester ble funnet innenfor et begrenset område ovenfor Storhølfossen (stasjon 3). Ett individ med knust skall hadde fortsatt bløtdelene intakt og levde fortsatt, men ville dø etter kort tid på grunn av skadene det var blitt påført (**figur 55**).



Figur 55. Muslinger åpnet og drept ble funnet i Aureelva i juni 2018. Foto : Bjørn Mejdell Larsen.

Selv om det var en overvekt av muslinger i lengdegruppene mellom 60 og 140 mm var det også et relativt stabilt tilskudd av unge individer mellom 10 og 60 mm (**figur 56**). Skallengden varierte i 2019 fra 10 til 153 mm og gjennomsnittslengden var 101 mm (SD = 28; N = 653). Det ble riktignok bare funnet fire muslinger som var mindre enn 20 mm, men 25 individer til sammen var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 0,6 og 3,8 % av totalantallet. Andelen unge individer har imidlertid holdt seg relativt stabil fra 1999 til 2019 (**figur 56**). Minste musling var

riktignok bare 22 mm i 1999, men andelen individer mindre enn 50 mm var 4,6 % (Hjortdal 2000). Sandaas & Enerud (2011) lengdemålte muslinger fra et område i øvre del i 2010, men fant da bare synlige muslinger mellom 72 og 152 mm (N = 52). Ved søk i substratet ble det påvist en musling på 43 mm. Dette var neppe representativt for Aureelva som helhet, men antyder at størrelsen på muslingene er større og at rekrutteringen er lavere i øvre del av Aureelva enn i resten av elva.



Figur 56. Lengdefordeling av levende elvemusling i Aureelva i 1999 sammenlignet med 2019. Data fra 1999 er hentet fra Hjortdal (2000).

Bestanden i Aureelva oppnådde 22 av 36 poeng i verdivurderingen som bedømmer status og levedyktighet for elvemusling (poengmodellen) (**tabell 26**; jf. **tabell 36**). Bestanden bedømmes å ha høy levedyktighet, og meget høy verneverdi. Aureelva oppnådde en naturindeks på 0,8 og økologisk tilstand ble vurdert å være god etter kriteriene gitt av Direktoratgruppen vanndirektivet (2018). Rekrutteringen er noe svak, og for å oppnå svært god økologisk tilstand må andelen unge muslinger mindre enn 50 mm øke til minimum 10-15 % samtidig som det fortsatt må forekomme muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering).

Tabell 26. Oppsummering av data fra Aureelva i 2019. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i tabell 36. Populasjonsstørrelsen er ikke korrigert for nedgravde individ.

År	Utbredelse, km	Tetthet, ind./m ²	Tetthet, ind./min.	Populasjonsstørrelse, antall oppgitt i 1000	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
2019	4,4	8,40	23,86	370	101 ± 28	10	153 (156♣)	0,6	3,8	22	III

♣ levende muslinger eller tomme skall som ble funnet utenom det tilfeldige utvalget til lengdefordelingen

I lengdefordelingen fra 1999 er det en markert mangel på muslinger i lengdeintervallet 85-95 mm. Av vekstkurven (**figur 52**) går det fram at en 15 år gammel musling kan oppnå en lengde på om lag 80 mm. Med en antatt årlig tilvekst varierende fra fire til to millimeter fram til 20-

årsalder, vil en 20 år gammel musling være om lag 95 mm i Aureelva. Det kan derfor se ut til at det har vært en markert rekrutteringssvikt i en periode på slutten av 1970-tallet eller på begynnelsen av 1980-tallet. Den egentlige årsaken kan være vanskelig å spore i ettertid, men mangel på vertsfisk kan være en faktor da lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* gjorde sitt inntog i vassdraget på den tiden. Tettheten av laksunger var imidlertid lav på hele 1980-tallet, og det er derfor noe overraskende at rekrutteringen likevel ble opprettholdt i denne perioden. Vi finner heller ingen markert effekt av fiskesperra som ble etablert (1986) eller rotenonbehandlingen i 1988. Det ble da heller ikke observert en eneste død musling i elva etter rotenonbehandlingen i 1988 (Fylkesmannen i Møre og Romsdal 1988). Undersøkelser av hvordan elvemusling responderer på en rotenonbehandling har senere blitt gjennomført i Steinkjervassdragene i (Nord-)Trøndelag (Larsen 2001b; Larsen et al. 2011), Fustavassdraget i Nordland (Larsen 2015), som begge har «laksemusling», og i Sika-vassdraget som har «ørretmusling» (Larsen & Bardal 2020). Alle disse undersøkelsene har vist at elvebehandlinger (kortvarig rotenoneksponering i rennende vann (<8 timer)) lå innenfor toleransegrensen til elvemusling og førte ikke til dødelighet av voksne muslinger.

Det ble gjennomført omfattende biotopforbedrende tiltak med terskelbygging og utforming av hølør i Aureelva i første halvdel av 1970-tallet (J. Melseth pers. medd.). I perioden fra 1972 til 1975 ble det utført gravearbeid på en ca. 1,5 kilometer lang strekning i elva nedstrøms Storhølen. Dette arbeidet gikk nok hardt utover elvemuslingen på denne strekningen (J. Melseth pers. medd.) og har nok hatt betydning for overlevelse og rekruttering (som har påvirket lengdefordelingen) i mer enn en tredel av elva, spesielt i 1972, da arbeidet var mest omfattende. I tillegg er elveløpet blitt «rensket opp» i Storhølen to ganger (1995 og 2015), og i den nedre delen av elva langs en strekning på nær en kilometer er det ved flere anledninger (1915, 1966 og 1972) gjennomført erosjonssikring (<http://www.atlas.nve.no>) og utført gravearbeid, senest i 2014–2015 (J. Melseth pers. medd.). Mellom Andestadvatnet og Storhølfossen skal det derimot ikke ha blitt utført gravearbeid av betydning.

Det var to dominerende lengdegrupper av voksne muslinger i 1999 (105-110 mm og 120-125 mm på **figur 56**). Den første «toppen» hadde økt om lag 20 mm i lengde fram til 2019 (120-125 mm på **figur 56**), noe som tilsvarer forventet tilvekst i perioden. I 2019 ser vi at det er færre muslinger enn forventet i alle lengdegruppene av voksne muslinger mindre enn ca. 120 mm. Det er nok mange faktorer som har forårsaket dette, men både lav tetthet av laks gjennom hele 1980-tallet og gravearbeidene i første halvdel av 1970-tallet og senere har nok virket inn.



Figur 57. Elvemusling dekket av slam og tett algeteppe. Kan være pent å se på, men strevsomt for muslingen og reduserer oksygentilgangen i substratet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Andre påvirkninger er avløp fra spredt bebyggelse, diffus avrenning fra jordbruk og avrenning fra et gammelt deponi ved Haugset. Det er etablert fangdammer nedstrøms deponiet og en undersøkelse av elvemusling 2011 viste at det var lite miljøgifter i muslingene (Engås 2012). Sandaas & Enerud (2011) nevner eutrofiering og avrenning fra landbruk som deler av trusselbildet for elvemusling i Aureelva. Måleresultat som er presentert i Aureelva Elveeigarlag sin driftsplan for 1999-2004 (Kirkebø et al. 1998 i Hjortdal 2000) viste ikke spesielt høye konsentrasjoner av nitrogen og fosfor i vinterhalvåret, men det var usikkert hvordan forholdene var i sommerhalvåret da konsentrasjonene normalt er på det høyeste. Avrenning av for store mengder nitrogen og fosfor (eutrofiering) kan føre til algevekst, oksygenmangel og tilslamming (**figur 57**). Det kan derfor være viktig å gjøre prioriteringer for å redusere eventuelle problem med spredt avløp og landbruksforurensning.

Laks er vertsfisk for elvemuslingen i Aureelva. En god laksebestand er derfor en forutsetning for å opprettholde en god muslingbestand. Det ble tidligere satt ut betydelige mengder laksengel i Aureelva, og tettheten av laks er nå gjennomgående meget god og høyere enn det som er nødvendig for å opprettholde rekrutteringen hos elvemusling. Basert på lengdefordelingen må framtidsutsiktene for elvemuslingen i Aureelva likevel betegnes som noe usikker, og bestanden kan ikke uten videre karakteriseres som livskraftig. Det positive var likevel at det ble funnet flere individer yngre enn ti år. Forholdene var tilsynelatende best nedenfor Storhølfossen. Tettheten av elvemusling var veldig høy ovenfor fossen, men andelen unge individer var lavere enn nedenfor fossen. Redoksmålinger fra Aureelva som beskriver oksygeninnholdet i substratet har vist at forholdene varierte en del innad i elva, men det var lommer i elveløpet med tilfredsstillende redokspotensial og egnede oppvekstområder for unge muslinger på alle stasjonene. Aureelva har derfor klart å opprettholde en god og relativt stabil bestand med muslinger på tross av de mange utfordringene vassdraget har stått overfor i et område med stor menneskelig aktivitet.

6 Sagelvvassdraget (Sagelva og Langvassbekken)

Bjørn Mejdell Larsen & Hans Mack Berger

6.1 Innledning

Første registrerte funn av elvemusling i dette vassdraget er fra 1974. Skall fra elvemusling ble levert inn til Vitenskapsmusset i Trondheim (det. Kaare Aagard; Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998). Bestanden ble undersøkt første gang i 1996 (Dolmen & Kleiven 1997) og da var det store mengder og høy tetthet på strekningen fra Damvatnet og nedover mot Haset (Dolmen 2009). Forekomsten av elvemusling er senere undersøkt av Malvik Jeger & Fiskerforening (2000), Nyland (2006) og Berger (2010). Det ble funnet elvemusling på en 3,3 km lang strekning fra Damvatnet til Skjenstad, et par hundre meter ovenfor Skjenstadbekken. Alle tidligere undersøkelser konkluderte med at bestanden i Sagelva besto av eldre individer og at rekrutteringen var mangelfull. Elvemuslingene i Langvassbekken ble oppdaget første gang ved en befarings i 2015 (se Larsen & Berger 2020). Langvassbekken som er en sideelv til Sagelva, regnes som en egen elvemuslinglokalitet (Larsen & Magerøy 2019a). Basert på denne kunnskapen ble Sagelvvassdraget tatt inn i det nasjonale overvåkingsprogrammet for perioden 2018-2023 (Larsen & Magerøy 2018). Overvåkingen omfatter både Langvassbekken og øvre deler av Sagelva, noe som tilsvarer hele det kjente utbredelsesområdet.

6.2 Område

Sagelvvassdraget (vassdragsnr. 123.3Z) med Sagelva og Langvassbekken ligger i Malvik kommune i Trøndelag, med utløp til Trondheimsfjorden. Marin grense i området er på 176-178 moh., og nær 30 % av nedbørfeltet ligger lavere enn dette.

Sagelvvassdraget har et totalt nedbørfelt på 19,9 km². Skog dominerer i nedbørfeltet og dekker 70,0 % av arealet. Det finnes ikke noe snaufjell (H_{max} 396 moh.), og innsjøer og myr dekker henholdsvis 3,2 og 11,1 %. Arealet med dyrka mark utgjør 14,3 % og det er ingen urban bebyggelse av betydning (0,2 %) (<http://nevina.nve.no/>). Sagelva påvirkes i øvre del nesten utelukkende av skogbruk. En skytebane ligger ved Langvatnet med avrenning til vassdraget. Nedover i vassdraget øker påvirkningen av landbruk, spredt avløp, nydyrking, steinbrudd, gamle og nyere søppeldeponi samt påvirkning fra E6, fylkesveg og jernbane (Slettom 2018). Det er i tillegg satt ut gjedde i flere av vatna i nedbørfeltet som påvirker bestanden av ørret.

Langvassbekken, som er en del av nedbørfeltet til Sagelva, utgjør 4,4 km² av det totale nedbørfeltet. Skog dominerer og dekker 76,4 % av arealet. Innsjøer og myr dekker henholdsvis 6,8 og 16,2 %. Det er svært lite dyrka mark (0,4 %), og ingen urban bebyggelse (<http://nevina.nve.no/>).

Sagelvvassdraget har en middelvannføring på 16,8 l/s/km² (0,33 m³/s). Alminnelig lavvannføring er beregnet til 5,0 l/s/km² (0,10 m³/s). Gjennomsnittlig årsnedbør er 999 mm fordelt på 428 mm om sommeren og 571 om vinteren (<http://nevina.nve.no/>). Det er derfor generelt lavere vannføring i sommerhalvåret enn i vinterhalvåret. Det er hvert år kortvarige episoder med høy vannføring i forbindelse med nedbør, men tidspunktet varierer mellom år.

6.3 Vannkvalitet

Sagelva hører til økoregionen Midt-Norge og har et middels stort nedbørfelt lokalisert i lavlandet (<200 moh.). Sagelva karakteriseres som moderat kalkrik og humøs i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann, og hører etter dette inn under elvetype R108 (Direktoratgruppen vanndirektivet 2018).

Det finnes en god del data om vannkvaliteten i Sagelva og flere stasjoner er undersøkt bl.a. av Nyland (2006) og Slettom (2018). I forbindelse med et program for overvåking av avrenningen fra deponiet på Skjenstad er det fra 2006 opprettet til sammen ti ulike målepunkt, hvorav tre stasjoner er lagt i tilknytning til resipienten Sagelva (bl.a. Fløgstad 2007, Åkesson 2016, Eika 2019). For en nærmere beskrivelse av dette henvises det til Larsen & Berger (2020).

Det ble ikke samlet inn vannprøver i forbindelse med overvåkingsprogrammet i 2019, men i forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Larsen & Berger 2020) ble det samlet inn vannprøver fra fire stasjoner (**tabell 27**).

Tabell 27. Vannkvaliteten på fire stasjoner (stasjon V1-V4) i Sagelva i 2019 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, total karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l), nitrat (NO₃, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), jern (Fe, µg/l) og sink (Zn, µg/l). Fra Larsen & Berger (2020).

Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l	Fe µg/l	Zn µg/l
Stasjon V1 – Langvassbekken											
19.06.2019	0,90	36	4,9	7,21	6,1	5,31	190	25	3,5	103	0,8
30.07.2019	0,86	29	6,6	7,35	4,6	7,79	220	78	2,2	145	0,7
Stasjon V2 - Haset											
19.06.2019	0,91	36	7,4	7,61	6,2	9,23	220	24	5,4	125	0,4
30.07.2019	0,74	32	9,3	7,61	5,8	11,90	220	36	5,5	141	0,3
Stasjon V3 – Oppstrøms deponi											
30.07.2019	2,20	29	13,70	7,84	5,5	17,70	350	160	7,7	183	0,4
Stasjon V4 – Jernbanen											
19.06.2019	5,60	40	13,50	7,74	7,1	15,80	870	210	59,0	342	1,8
30.07.2019	2,60	31	20,00	8,02	6,2	23,60	1430	1010	27,6	231	0,9

Turbiditeten er normalt lav i Langvassbekken og på utløpet av Damvatnet, og er mindre enn 1,0 FTU i gjennomsnitt i Sagelva nedover mot Haset (**tabell 27**). Nedenfor deponiet ved Skjenstad er imidlertid alle målinger høyere enn 1,0 FTU.

Vannfargen var relativt stabil i Langvassbekken og i Sagelva på strekningen fra utløpet av Damvatnet til utløpet i sjøen (29-40 mg Pt/l, **tabell 27**). Det samme kan sies om mengden organisk stoff målt som totalt organisk karbon (TOC). Konsentrasjonen endrer seg lite nedover i vassdraget og TOC-verdiene varierte fra 4,6 til 7,1 mg/l avhengig av tid og sted i 2019.

Det er ingen forsuringproblemer i Sagelva og pH var stabilt høy i hele vassdraget i 2019 (**tabell 27**). pH varierer normalt mellom 7,0 og 8,0 avhengig av lokalitet og tidspunkt på året (Larsen & Berger 2020). Kalsium-konsentrasjonen i Langvassbekken var 5-8 mg/l i 2019. I Sagelva var kalsium-konsentrasjonen noe høyere (9-24 mg/l; **tabell 27**) og økte nedover i vassdraget (jf. Larsen & Berger 2020).

Det er generelt et høyt jerninnhold i Sagelvvassdraget, men med unntak av forhøyede verdier i Hønstadvatnet, var alle målingene som er gjort i Langvassbekken og i øvre deler av Sagelva lavere enn 150 mg/l (**tabell 27**; Larsen & Berger 2020). Likevel betegnes miljøtilstanden som mindre god med hensyn til jern (jf. Andersen et al. 1997). Det var en kraftig økning i konsentrasjonen av jern nedenfor deponiene ved Engan og Skjenstad og på tre stasjoner i nedre del av Sagelva var gjennomsnittlig konsentrasjon av jern 578-743 mg/l for perioden 2005-2018 (Larsen & Berger 2020), noe som i henhold til Andersen et al. (1997) tilsvarer dårlig miljøtilstand. De høyeste verdiene oversteg imidlertid 1500 mg/l som kvalifiserer til meget dårlig tilstand.

Mengden av totalt fosfor (Tot-P) var høyere på utløpet av Hønstadvatnet enn det som ble funnet andre steder i øvre del av Sagelvvassdraget (Larsen & Berger 2020). I Langvassbekken og øvre del av Sagelva var mengden totalt fosfor mindre enn 10 µg/l i gjennomsnitt. Den økte noe i midtre

del av Sagelva, fra 12 µg/l ved Haset til 20-25 µg/l fra Engan og ned til utløpet i sjøen (Larsen & Berger 2020). Sigevann med høyt jerninnhold fra deponiene medfører at fosfor felles ut (jf. Fløgstad 2007) og mengden totalt fosfor endrer seg lite i nedre del av Sagelva på grunn av det høye jerninnholdet. De forholdsvis høye fosforkonsentrasjonene i Sagelva skyldes trolig avrenning fra landbruket og avløp fra spredt bosetting. Mengden totalt fosfor lå stort sett innenfor god økologisk tilstand, men det forekom også verdier flere steder i vassdraget på tider av året som kvalifiserte til dårlig eller også svært dårlig tilstand (ca. 8 % av alle målingene).

Mengden av totalt nitrogen (Tot-N) var mindre enn 500 µg/l i hele øvre del av Sagelvvassdraget ned til Haset (Larsen & Berger 2020). De laveste verdiene ble funnet i Langvassbekken (190-220 µg/l; **tabell 27**) som hadde svært god tilstand med hensyn til mengde totalt nitrogen. Det var imidlertid en økning i mengden totalt nitrogen mellom Haset og Engan og ovenfor deponiet ved Skjenstad var konsentrasjonen ca. 750 µg/l i gjennomsnitt og en reduksjon til moderat økologisk tilstand (Larsen & Berger 2020). Det skjer en vesentlig endring nedenfor deponiet på Skjenstad der mengden totalt nitrogen økte til nærmere 2300 µg/l i gjennomsnitt (svært dårlig økologisk tilstand). Målingene varierte fra 370 til 10300 µg/l. Mengden totalt nitrogen går noe ned før utløpet i sjøen, men med en gjennomsnittlig verdi på 1652 µg/l kvalifiserer det fortsatt til svært dårlig økologisk tilstand.

For ytterligere informasjon om tungmetaller og mengde tarmbakterier, samt en beskrivelse av vannkvaliteten i de små sidebekkene, henvises det til Larsen & Berger (2020).

6.4 Redokspotensial

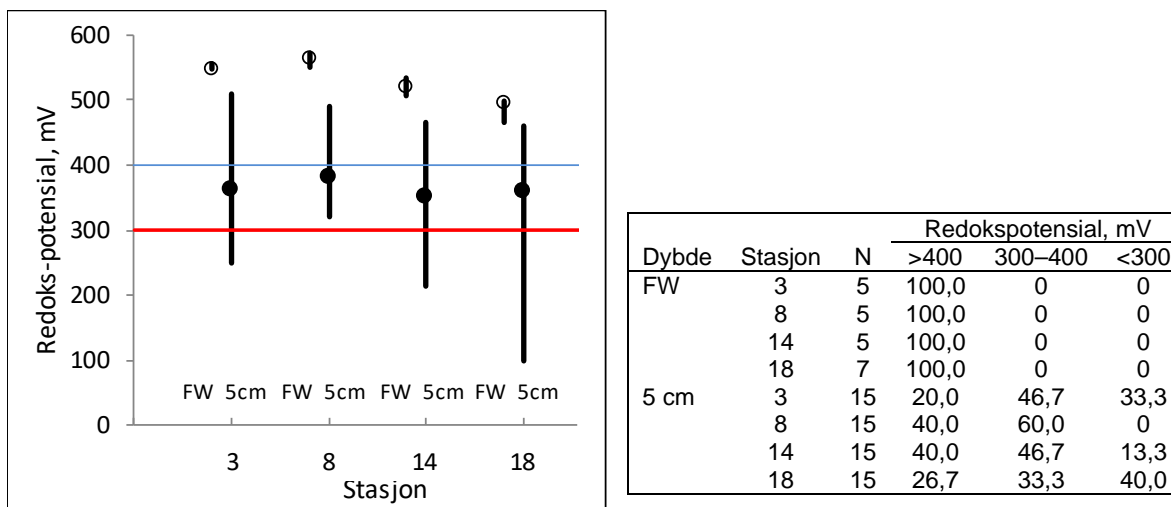
Redokspotensial ble målt på fire stasjoner i Sagelvvassdraget i slutten av juli 2019 (stasjon 3, 8, 14 og 18; se **figur 6**). Resultatet fra de fire stasjonene er presentert i **tabell 28** og **figur 58** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimum- og maksimumverdien angitt på figuren.

Tabell 28. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger på fire stasjoner (stasjon 3, 8, 14 og 18) i Sagelvvassdraget i slutten av juli 2019. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Dato		30.-31. juli	
Stasjon	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
3	FW	549	
	5	363	33,9
8	FW	565	
	5	381	32,6
14	FW	520	
	5	350	32,7
18	FW	495	
	5	358	27,7

Det ble målt redokspotensial mindre enn 300 mV på tre av de fire stasjonene i 2019 (**figur 58**), men redokspotensial større enn 400 mV ble også målt på alle stasjonene. Det var en reduksjon i redokspotensial i overflatevannet som tyder på forbruk av oksygen også i de frie vannmasser. Det var et fall på 12 % i redoksverdi i overflatevannet fra en medianverdi på 565 mV i øvre del av Sagelva til 495 mV i nedre del (**tabell 28**). Selv om en tredel av målingene i substratet på stasjon 3 var mindre enn 300 mV, lå de alle like under grensen. Substratkvaliteten var derfor bedre i Langvassbekken og øvre deler av Sagelva enn i Sagelvas nedre deler. Selv om medianverdiene var omtrent lik i hele vassdraget, var det minimumsverdier mindre enn 100 mV på

stasjon 18 og 40 % av målingene var lavere enn 300 mV. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var i gjennomsnitt 28–34 % på de fire stasjonene (**tabell 28**). Dette er på grensen til dårlig vannkvalitet, men alle stasjonene hadde likevel enkelte lommer i elveløpet med gode oksygenforhold i substratet (>400 mV).



Figur 58. Redoksmålinger i Sagelvvassdraget på fire stasjoner (stasjon 3, 8, 14 og 18) i slutten av juli 2019. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

Det er tidligere målt redokspotensial i Sagelva på fem stasjoner i begynnelsen av september 2018 (Magerøy & Larsen 2019). Perioden før undersøkelsene i 2018 var preget av høy nedbør, flom og relativt lave temperaturer. Dette påvirket målingene og resultatet av redoksmålingene lå over det man hadde forventet å finne. På samme måten som i 2019 var det et fall på 16 % i redoksverdi i overflatevannet fra en medianverdi på 604 mV i øvre del av Sagelva til 506 mV i nedre del (Magerøy & Larsen 2019). Redoksverdien i substratet var gjennomgående høy i hele vassdraget, men medianverdien sank fra 603 mV i øvre del til 430 mV som laveste verdi i nedre del. Fallet av redoksverdi i overflatevannet gjorde at differansen mellom overflate og substrat ble mindre enn forventet. Alle verdiene var lavere enn 20 % i 2018, noe som skulle tilsi god vannkvalitet i hele vassdraget. Den generelle trenden var likevel at forholdene var best i øvre del av elva (Magerøy & Larsen 2019).

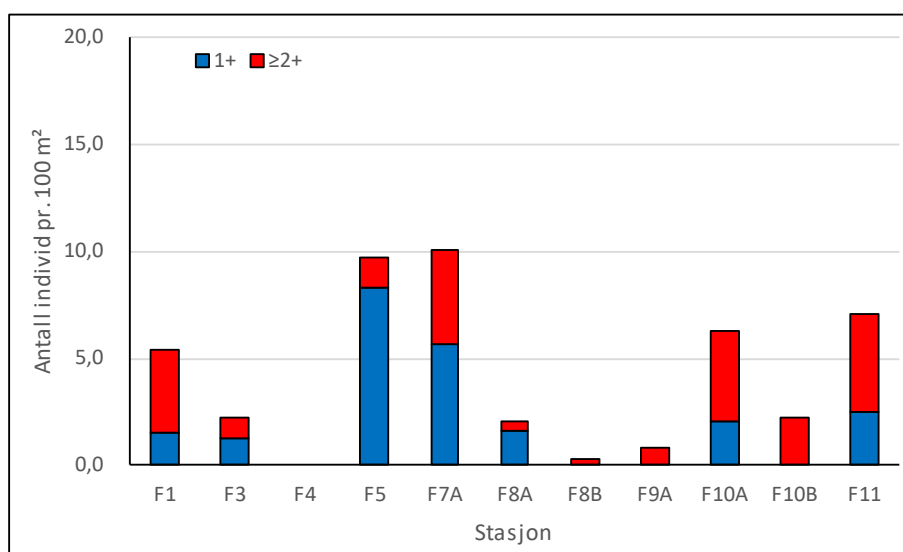
6.5 Fisk

Sagelva har i dag bare en kort strekning som er laks- og sjøørretførende (om lag 300 meter) fram til en foss like oppstrøms jernbanelinja nedenfor Fv. 950 (Bergan & Berger 2014). Under et elfiske i 2006 ble det påvist laks (*Salmo salar*), ørret/sjøørret (*Salmo trutta*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) på anadrom strekning (Berger et al. 2007). I vassdraget ovenfor anadrom strekning (fra Torpaunet ved Fv. 950) og opp til øvre del av Sagelva (utløpet av Damvatnet) ble det bare funnet stasjonær ørret. Det finnes også noe fiskedata fra Sagelva fra 2012 (Bergan & Berger 2014) og fra Sagelva og Langvassbekken fra 2015–2016 (Larsen & Berger 2020). Tettheten av ørret varierte mye mellom stasjoner og år, men var gjennomgående moderat eller lav. I Langvassbekken ble det ikke påvist ørretungel i 2015 og 2016 og gjennomsnittlig tetthet av eldre ørretunger var bare 4–5 individer pr. 100 m² (Larsen & Berger 2020). Dette skyldtes nok at det samtidig ble påvist gjedde i Langvassbekken. I Malvik kommune skjedde de første introduksjonene av gjedde i Damvatnet og Langvatnet allerede i

1927 (K. Nybrodahl, pers. medd. i Hesthagen et al. 2020). Ved en kartlegging tidlig på 1980-tallet var det fortsatt bare gjedde i Damvatnet og Langvatnet (Berger & Johnsen 1982). Noen år seinere ble det også registrert gjedde i lokaliteter lengre opp i vassdraget, og av de 12 vatna i nedbørfeltet er det i dag gjedde i ni av dem (Bardal & Adolfsen 2019).

Tetthet

Tettheten av ørret var gjennomgående lav i hele Sagelvvassdraget i mai 2019 (**figur 59**). Det ble ikke påvist ørret på elvestrekningen mellom Langvatnet og Damvatnet (stasjon F4). Tettheten var høyest nedenfor utløpet av Damvatnet på strekningen ned til Haset (stasjon F5 og F7A; **figur 59**). På strekningen fra Skjenstad og nedover mot nåværende E6 (stasjon F8A, F8B og F9A) ble det bare påvist spredte individer, men flere årsklasser var representert. I nedre del økte tettheten noe, men den var fortsatt lavere enn forventet. Det ble fanget en gjedde (217 mm lang) i øvre del av Langvassbekken (**figur 60**).



Figur 59. Tetthet av ørretunger i Sagelvvassdraget i midten av mai 2019. Tettheten er angitt som antall individ pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon (F1–F11). Stasjon F1 er i Langvassbekken, F3 i Kvennbekken og stasjon F4-F11 er i Sagelva med F11 nederst i elva.

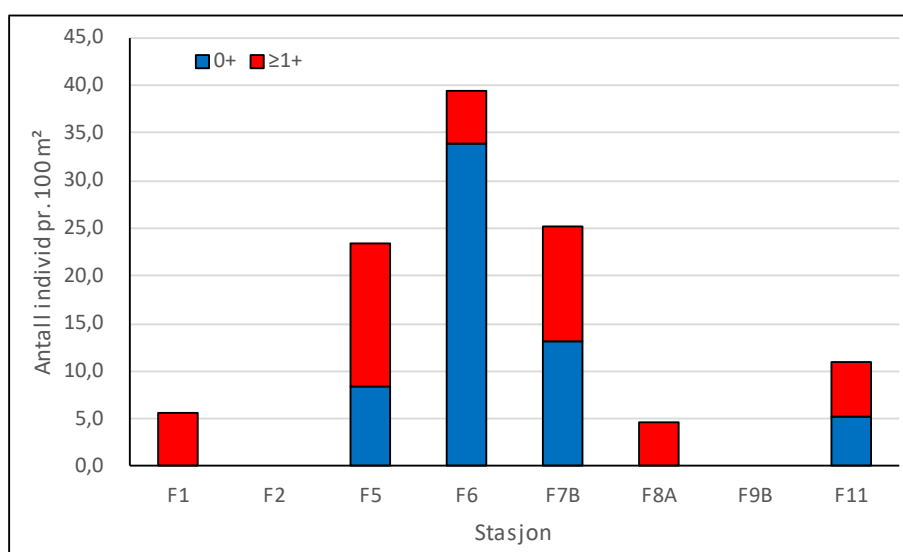


Figur 60. Ved elfiskeundersøkelsene i Langvassbekken våren 2019 ble det i tillegg til ørret også fanget gjedde i øvre del av utbredelsesområdet for elvemusling. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Resultatet fra elfiske på høsten 2019 er mer representativt med hensyn til tetthet av ørret enn det som framkommer fra elfiske i mai. Fordelingen av ørret innad i vassdraget er imidlertid om lag den samme. Tettheten av ørret var svært lav i Langvassbekken og det ble ikke påvist årsyngel (0+) på noen av stasjonene (**figur 61**). Det var ikke ørret i det hele tatt på stasjonen som lå nederst mot Langvatnet (stasjon F2). Der ble det bare fanget to gjedder (146 og 154 mm lange).

Som på våren, var det høyest tetthet av ørret i øvre del av Sagelva (stasjon F5, F6 og F7B), varierende fra 24 til 39 individ pr. 100 m² (**figur 61**). Ved Skjenstad var det bare noen få eldre ørretunger og ovenfor nåværende E6 ble det ikke funnet ørret i det hele tatt. Selv på anadrom strekning (stasjon F11) var tettheten av ørret svært lav (11 individ pr. 100 m²).

I 2019 varierte forholdene fra dårlig økologisk tilstand i Langvassbekken og i nedre del av Sagelva (fra Skjenstad til utløpet i sjøen) til moderat økologisk tilstand i øvre del av Sagelva (stasjon F6 ovenfor Haset).

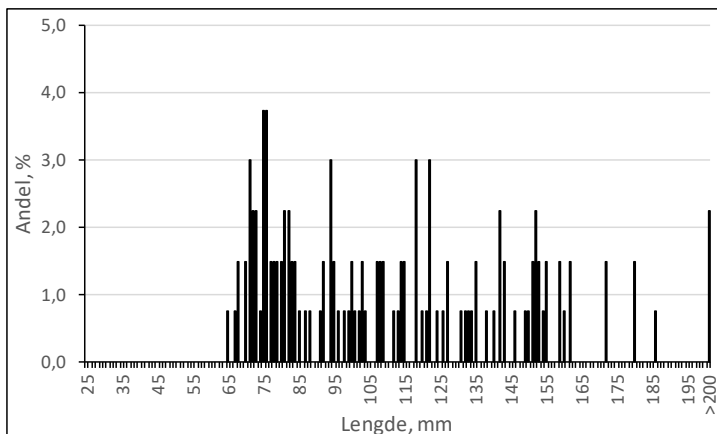


Figur 61. Tetthet av ørretunger i Sagelvvassdraget i månedsskiftet september/oktober 2019. Tettheten er angitt som antall individ pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon (F1–F11). Stasjon F1 og F2 er i Langvassbekken og stasjon F5–F11 er i Sagelva med F11 nederst i elva.

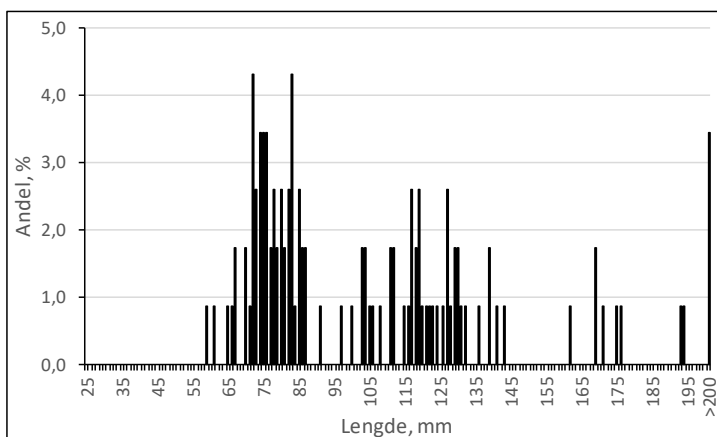
Lengdefordeling og vekst

Veksten til ørretungene var moderat god i Sagelva. I mai 2019 ble det fanget ørret som var mellom 65 og 235 mm lange (**figur 62**). De ettårige ørretungene (1+) som ble samlet inn i forbindelse med gjelleundersøkelser og påslag av muslinglarver varierte i lengde fra 65 til 102 mm og var i gjennomsnitt 80 mm lange (SD = 9; N = 59). De toårige ørretungene (2+) varierte i lengde fra 95 til 159 mm og var i gjennomsnitt 124 mm lange (SD = 18; N = 51). Det ble også aldersbestemt tre år gamle ørretunger som hadde en gjennomsnittslengde på 161 mm (N = 4). Flere årsklasser var sannsynligvis representert, og det ble for eksempel fanget tre individer som var større enn 20 cm.

I månedsskiftet september/oktober 2019 ble det fanget ørret som var mellom 59 og 240 mm lange (**figur 63**). Ørretyngelen (0+) var i gjennomsnitt 77 mm (SD = 7; N = 58). Eldre ørretunger (N = 58) ble ikke aldersbestemt, men flere årsklasser var representert og fire individer var større enn 20 cm. Veksten til ørretungene var god, men variabel både innad i vassdraget og på de enkelte stasjonene. Ørretyngelen varierte for eksempel fra 59 til 91 mm. De var gjennomgående mindre i øvre del av Sagelva enn i nedre del, men dette kan være tetthetsavhengig.



Figur 62. Lengdefordeling av ørret i Sagelvassdraget i midten av mai 2019 ($N = 134$; to av individene som ble fanget ble ikke lengdemålt).



Figur 63. Lengdefordeling av ørret i Sagelvassdraget i månedsskiftet september/oktober 2019 ($N = 114$; to av individene som ble fanget ble ikke lengdemålt).

Muslinglarver på gjellene

Det er tidligere vist at ørret er vertsart for muslingens larver i Sagelva. En ettårig og en toårig ørretunge som ble undersøkt i juni 2012 hadde henholdsvis 78 og 498 muslinglarver på gjellene (B.M. Larsen unpubl. materiale) (**figur 64**). Ved ungfiskundersøkelser i Sagelva og Langvassbekken i 2015 og 2016 ble det i tillegg funnet at en høy andel av ørretungene hadde muslinglarver på gjellene (Larsen & Berger 2020).

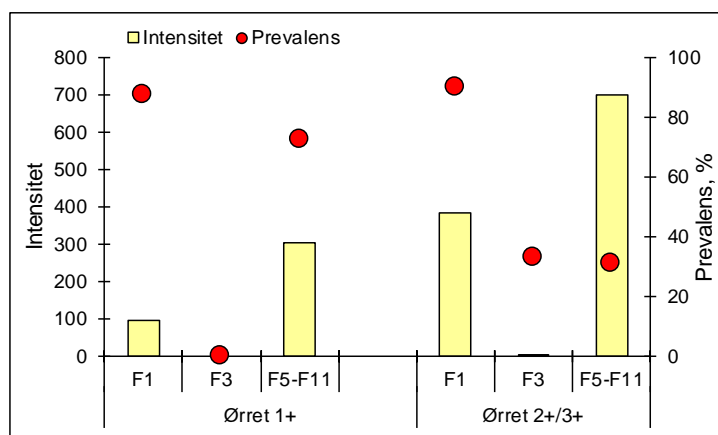


Figur 64. Muslinglarver på gjellene til ørret kontrollert i Sagelva. Ved høy infestering er det enkelt å se muslinglarvene, spesielt om våren når larvene nærmer seg full størrelse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Våren 2019 ble det på nytt funnet muslinglarver på ørretungene både i Langvassbekken og Sagelva. I Langvassbekken var henholdsvis 88 og 90 % av de ettårige og toårige ørretungene infestert med muslinglarver på gjellene (**tabell 29** og **figur 65**). Gjennomsnittlig intensitet for de ettårige og toårige ørretungene var henholdsvis 98 og 386 muslinglarver. Høyest antall på én enkelt fisk var 1940 muslinglarver (**tabell 29**).

Tabell 29. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i Sagelvvassdraget (stasjon F1–F11) i mai 2019. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infestert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infestert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; SD = standardavvik; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk.

Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
F1 Langvassbekken	13.05.19	1+	8	87,5	85,5 ± 66,5	97,7 ± 61,3	187
F3 Kvennbekken	13.05.19	1+	4	0	0	0	0
F5-F11 Sagelva	10.-13.5.19	1+	47	72,3	220,7 ± 262,0	305,1 ± 262,9	946
F5	10.05.19	1+	24	54,2	89,9 ± 171,6	165,9 ± 206,7	792
F7A	10.05.19	1+	13	92,3	384,0 ± 326,9	416,0 ± 319,4	946
F8A	13.05.19	1+	3	66,7	121,7 ± 196,2	182,5 ± 234,1	348
F9A	10.05.19	1+	0	-	-	-	-
F10A/F10B	10.05.19	1+	2	100,0	325,0 ± 176,8	325,0 ± 176,8	450
F11	10.05.19	1+	5	100,0	442,0 ± 95,3	442,0 ± 95,3	550
F1 Langvassbekken	13.05.19	2+	10	90,0	347,1 ± 573,6	385,7 ± 594,4	1940
F3 Kvennbekken	13.05.19	2+	3	33,3	0,3 ± 0,6	1,0	1
F5-F11 Sagelva	10.-13.5.19	2+/3+	32	31,3	218,9 ± 509,5	700,4 ± 720,6	2390
F5	10.05.19	2+	4	0	0	0	0
F7A	10.05.19	2+/3+	10	30,0	150,5 ± 347,3	501,7 ± 527,9	1056
F8A	13.05.19	2+	1	0	0	0	0
F9A	10.05.19	2+/3+	3	66,7	380,0 ± 405,0	570,0 ± 333,8	806
F10A/F10B	10.05.19	2+	8	50,0	246,1 ± 432,4	492,3 ± 524,2	1074
F11	10.05.19	2+/3+	6	16,7	398,3 ± 975,7	2390,0	2390



Figur 65. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) og to- eller treårige (2+/3+) ørretunger i Sagelvvassdraget i mai 2019 presentert som prevalens og intensitet. F1 tilsvarer Langvassbekken, F3 tilsvarer Kvennbekken og F5-F11 er gjennomsnittet for sju stasjoner i Sagelva (jf. tabell 29).

Det ble undersøkt sju ørretunger til sammen fra Kvennbekken ovenfor utløpet i bekken fra Langvatnet og nedenfor samløpet av tilførselsbekkene fra Hønstadvatnet og Hyllvatnet. Én av ørretungene hadde én muslinglarve på gjellene. Dette forteller oss ikke nødvendigvis at det står elvemusling i Kvennbekken da det er like sannsynlig at denne ørretungen kan ha vandret opp fra bekken mellom Langvatnet og Damvatnet der det er påvist elvemusling.

I Sagelva nedenfor Damvatnet ble det funnet muslinglarver på gjellene til både ettårige, toårige og treårige ørretunger på hele strekningen ned til utløpet i sjøen ved Torp. I gjennomsnitt var henholdsvis 72 og 31 % av alle ettårige og toårige eller treårige ørretunger infestert med muslinglarver i Sagelva (**tabell 29** og **figur 65**). I tillegg var ørretungene infestert med et høyt antall muslinglarver. Gjennomsnittlig intensitet for de ettårige og toårige eller treårige ørretungene var henholdsvis 305 og 700 muslinglarver. Høyst antall på én enkelt fisk var 2390 muslinglarver (**tabell 29**).

Funn av muslinglarver på ørretunger i nedre del av Sagelva er overraskende da det ikke er funnet elvemusling nedenfor Skjenstadbekken (utløpsbekken fra deponiet på Skjenstad) tidligere (bl.a. Berger 2010). Dette tilsvarer en elvestrekning på ca. 1,8 km der det ikke finnes elvemusling. Dessuten er det lite musling på ytterligere en kilometer elvestrekning opp til ovenfor Engan. Det betyr at muslinglarvene som blir funnet på ørret på anadrom strekning må stamme fra elvemusling som står to til tre kilometer høyere opp i elva.

6.6 Elvemusling

Utbredelse

Det er påvist levende elvemusling i Sagelva fra utløpet av Skjenstadbekken og opp til utløpet av Damvatnet, en strekning på 3,2 km. Hovedmengden av muslinger befinner seg på den øverste halvdel av denne strekningen. I tillegg er det elvemusling i bekken mellom Damvatnet og Langvatnet, en strekning på 100-150 m. I Kvennbekken som er forlengelsen av Sagelva fra Langvatnet mot Hønstadvatnet og Hyllvatnet er det ikke påvist elvemusling. Lokalt er det opplyst at det var elvemusling på utløpet av Hønstadvatnet tidligere, men verken substratet i bekken ut fra vatnet eller vannkvaliteten tilsier at det finnes elvemusling der i dag.

Langvassbekken som er en sideelv til Sagelva, regnes som en egen elvemuslinglokalitet (Larsen & Magerøy 2019a). Det er påvist levende elvemusling fra innløpet til Langvatnet og opp til stigningene (fosser) nedenfor Oppsjøen (tilsvarende marin grense), en strekning på omkring 850 m.

Tetthet

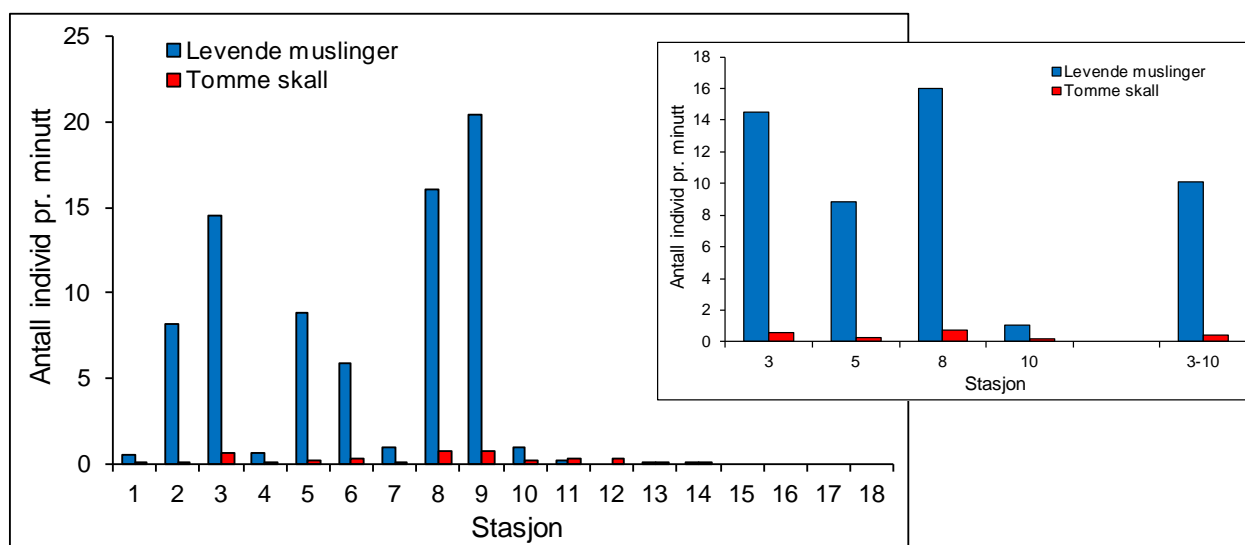
Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på tre stasjoner i Langvassbekken var 7,7 individ pr. minutt søketid i gjennomsnitt i 2019. Det var størst tetthet i den nederste delen av undersøkellesområdet med opptil 14,5 individ pr. minutt på stasjon 3 (**figur 66** og **vedlegg 9**).

I Sagelva ble det funnet levende elvemusling på ti av de femten stasjonene som ble undersøkt. Gjennomsnittlig tetthet på de femten stasjonene (stasjon 4-18) var 3,6 individ pr. minutt søketid (**vedlegg 9**). På stasjoner med musling (stasjon 4-14) varierte tettheten fra 0,1 til 20,4 individ pr. minutt søketid (**figur 66**).

Gjennomsnittlig tetthet på de fire overvåkingsstasjonene var 10,1 individ pr. minutt, varierende fra 1,0 til 16,0 individ (**figur 66**).

Det var stor forskjell i tettheten av musling mellom nedre og øvre del av Sagelva. Det ble ikke påvist levende elvemusling på strekningen fra utløpet i sjøen til Skjenstadbekken som kommer fra deponiet på Skjenstad (stasjon 15-18; **figur 66**). Ovenfor Skjenstadbekken dukket de første muslingene opp, men forekomsten var sporadisk og bestanden var fåtallig på strekningen nesten helt opp til Nordre Haset (stasjon 11-14; **figur 66**). Tettheten varierte fra ingen muslinger på stasjon 12 til 0,2 individ pr. minutt søketid på stasjon 11 (**figur 66**). Gjennomsnittlig tetthet for denne strekningen var 0,1 individ pr. minutt søketid. Ovenfor Nordre Haset økte antall elvemusling markert og på strekningen opp til Damvatnet (stasjon 5-10) varierte tettheten av elvemusling fra 0,9 til 20,4 individ pr. minutt søketid (**figur 66**). Elvestrekningen mellom Damvatnet og Langvatnet hadde også elvemusling, men bare 14 individer ble talt opp (tilsvarte 0,7 individ

pr. minutt søketid). I hovedutbredelsesområdet for elvemusling i Sagelva (stasjon 4-10) var gjennomsnittlig tetthet av elvemusling 7,7 individ pr. minutt søketid. I den nedre delen med elvemusling (stasjon 11-14) var tettheten bare 0,08 individ pr. minutt.



Figur 66. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på 18 stasjoner i forbindelse med en problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget i 2019 (Larsen & Berger 2020). Dette inkluderte også de fire stasjonene som inngår i overvåkingsprogrammet. Disse er vist i detalj på figuren til høyre.

Selv om fritellingene ikke er knyttet til et oppmålt areal, er det funnet en relativt god sammenheng mellom tettheten av muslinger pr. m² i transekter og den relative tettheten pr. minutt funnet ved fritellinger, når resultatet fra mange elver sammenlignes (Larsen 2017). Denne sammenhengen er tilnærmet lik $y = 0,4x$ der x er gjennomsnittlig antall levende muslinger funnet pr. minutt (Larsen 2017). Dette kan benyttes til å beregne tetthet pr. arealenhet på de lokalitetene der vi bare har fritellinger. Med en beregnet relativ tetthet på henholdsvis 7,7 og 0,1 individ pr. minutt i øvre (stasjon 4-10) og nedre (stasjon 11-14) del av utbredelsesområdet til elvemusling i Sagelva tilsvarende dette 3,1 og 0,03 individ pr. m² etter ligningen ovenfor. I Langvassbekken var den relative tettheten også 7,7 individ pr. minutt, som dermed også tilsvarende 3,1 individ pr. m².

Gjennomsnittlig tetthet på de fire overvåkingsstasjonene var 10,1 individ pr. minutt, som omregnet etter ligningen ovenfor tilsvarende 4,0 individ pr. m².

Det ble talt 1718 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Sagelva i 2019 (stasjon 4-14). I Sagelva som helhet ble det funnet en del tomme skall, og de utgjorde 5,8 % av det totale antall skjell som ble funnet. Andelen tomme skall var lavest i øvre del av Sagelva (4,5 % på stasjon 4-10), mens det i nedre del (stasjon 11-14) var flere tomme skall enn levende muslinger. Høyere dødelighet i den nedre delen av Sagelva skyldes sannsynligvis varierende og dårlig vannkvalitet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,30 individ pr. minutt søketid i Sagelva (stasjon 4-14; **vedlegg 9**).

Det ble talt 709 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Langvassbekken i 2019 (stasjon 1-3). Det ble funnet få tomme skall, og de utgjorde bare 3,0 % av det totale antall skjell som ble funnet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,24 individ pr. minutt søketid i Langvassbekken (**vedlegg 9**).

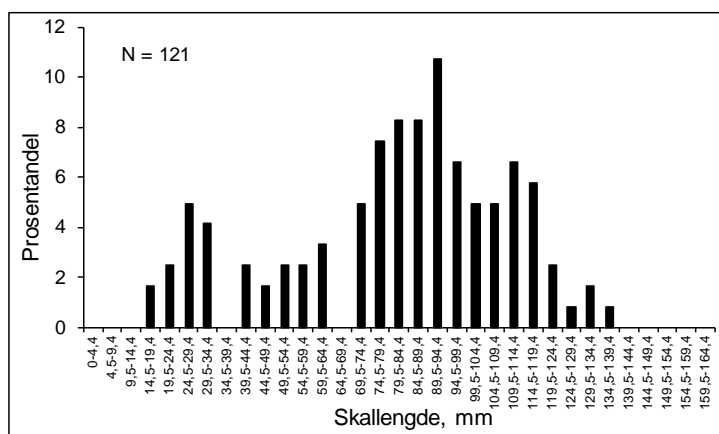
Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Langvassbekken er beregnet til ca. 2500 m². Dette er basert på en elvelengde på 800-850 m og en gjennomsnittlig bredde på 3,0 m funnet ved målinger på elfiskestasjonene i 2019. Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 3,1 individ pr. m² gir dette en total bestand i Langvassbekken på anslagsvis 7800 synlige individer. Dette estimatet er imidlertid for lavt da mange muslinger var helt eller delvis nedgravd i substratet, og ikke synlige ved direkte observasjon. Legger vi til grunn et gjennomsnitt på 16 % (jf. **tabell 30**) utgjør det 1400 nedgravde muslinger, og totalbestanden vil øke til anslagsvis 9200 individer.

Berger (2010) benyttet et gjennomsnittlig elvetverrsnitt i Sagelva på 4,7 m og en elvestrekning med elvemusling på 3,3 km, noe som ga et totalt elveareal på ca. 15 500 m². Det blir benyttet det samme totalarealet i beregningene av populasjonstetthet også i denne undersøkelsen. Ved estimering av populasjonsstørrelse er det valgt å skille mellom øvre (stasjon 4-10) og nedre del (stasjon 11-14) på grunn av de store forskjellene i tetthet av musling på de to delstrekningene. Den øvre strekningen har et areal på ca. 8000 m² og den nedre strekningen har et areal på ca. 7500 m². Med en gjennomsnittlig tetthet på henholdsvis 3,1 og 0,03 individ pr. m² i øvre og nedre del får vi en total bestand i Sagelva på anslagsvis 25 000 synlige individer (24 800 og 225 individer i henholdsvis øvre og nedre del). Dette estimatet er imidlertid for lavt da mange muslinger var helt eller delvis nedgravd i substratet, og ikke synlige ved direkte observasjon. Legger vi til grunn et gjennomsnitt på 19 % (jf. **tabell 30**) utgjør det 5000-6000 nedgravde muslinger, og totalbestanden vil øke til ca. 30 000 individer.

Lengdefordeling

Skallengden til levende elvemusling som ble observert på stasjon 8 i Sagelva varierte fra 18 til 135 mm i juni 2019. Det var muslinger i alle lengdegrupper og selv om majoriteten av muslinger var voksne muslinger i lengdegruppene 75-120 mm, var det også mange unge muslinger (**figur 67**). Gjennomsnittslengden var 81 mm (SD = 29; N = 121). Det ble funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 21 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,7 og 17,4 % av totalantallet (**tabell 30**). Dette tegner et bilde av en bestand med god rekruttering.



Stasjon	8
Minste musling	18,0
Største musling	135,2
Gj.snitt ± SD	81,4 ± 29,3
Antall undersøkt (N)	121

Figur 67. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 8 i Sagelva basert på graving i substratet i slutten av juni 2019.

I tillegg til lengdefordelingen fra stasjon 8 ble lengden til «minste» observerte musling (uten graving i substratet) notert på stasjonene 5-11 i Sagelva (**tabell 31**). Det var muslinger mindre enn 50 mm på fem av de sju stasjonene, noe som betyr at rekrutteringen sannsynligvis var god i hele den øvre delen av Sagelva.

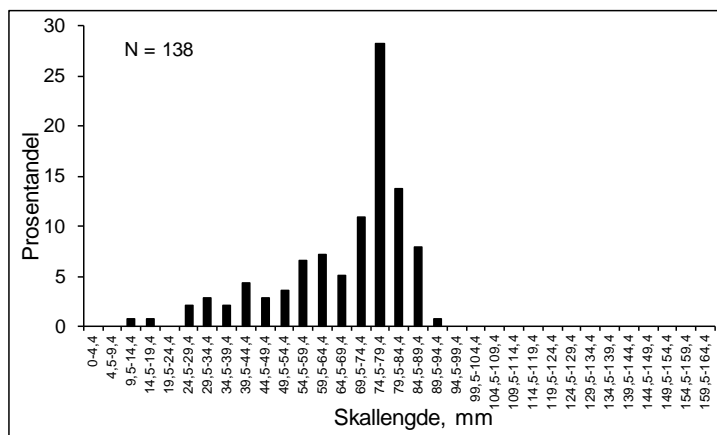
Tabell 30. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet på stasjon 3 i Langvassbekken og stasjon 8 i Sagelva ved graving i substratet i slutten av juni 2019.

Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall				Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Ned-gravde	Andel ned-gravde, %	<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
3.1	19.6.	2,0	51	42	9	17,6	1	10	2,0	19,6
3.2	19.6.	1,6	87	74	13	14,9	1	12	1,1	13,8
8	20.6.	1,7	121	98	23	19,0	2	21	1,7	17,4
Samlet		5,3	259	214	45	17,4	4	43	1,5	16,6

Tabell 31. Lengdemåling av «minste» musling funnet under fritellingene (uten graving i substratet) på stasjon 5-11 i øvre del av Sagelva i slutten av juni 2019.

Stasjon	Skallengde, mm	Stasjon	Skallengde, mm
5	41,5	9	34,5
6	29,7	10	50,2
7	29,0	11	52,9
8	18,3		

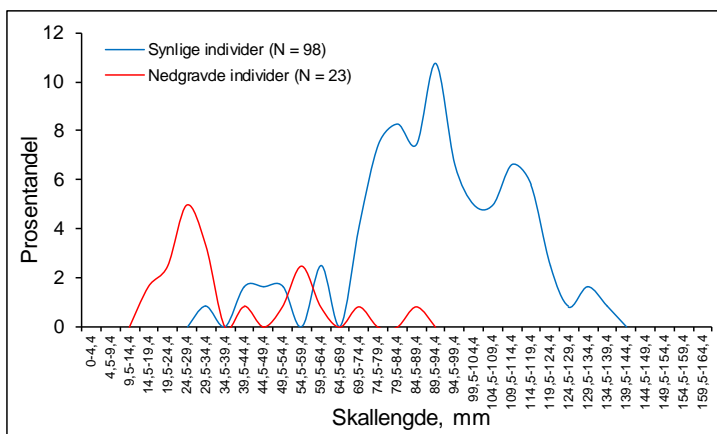
Skallengden til levende elvemusling som ble observert på stasjon 3 i Langvassbekken varierte fra 14 til 94 mm i juni 2019. Det var muslinger i alle lengdegrupper og selv om majoriteten av muslinger var voksne muslinger i lengdegruppene 70-85 mm, var det også en del unge muslinger (**figur 68**). Gjennomsnittslengden var 68 mm (SD = 17; N = 138). Det ble funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 22 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,4 og 15,9 % i gjennomsnitt av totalantallet (jf. **tabell 25**). Dette tegner et bilde av en bestand med god rekruttering.



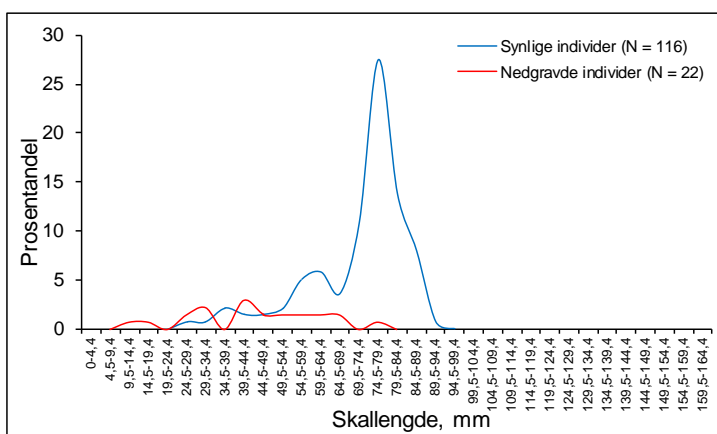
Stasjon	3
Minste musling	14,2
Største musling	93,6
Gj.snitt ± SD	67,5 ± 16,7
Antall undersøkt (N)	138

Figur 68. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 3 i Langvassbekken basert på graving i substratet i slutten av juni 2019.

Det var relativt mange muslinger som ble funnet nedgravd i substratet både i Langvassbekken og Sagelva (**tabell 30**). De utgjorde 17,4 % i gjennomsnitt, og tilsvarte alle muslingene i lengdefordelingen som var mindre enn ca. 30 mm. I tillegg ble det funnet nedgravde muslinger med lengde opp til 88 mm (**figur 69** og **figur 70**).

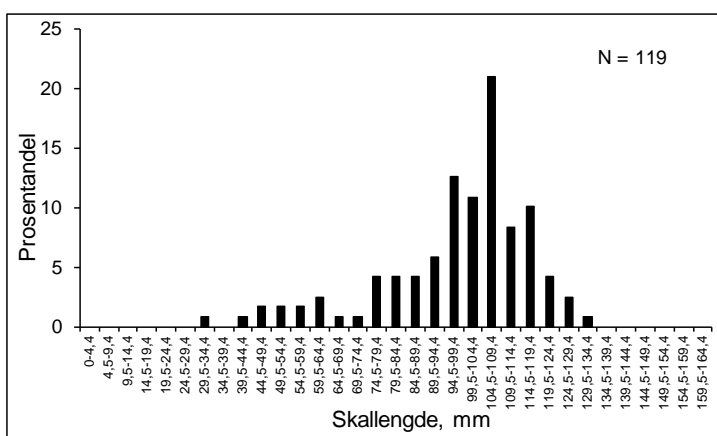


Figur 69. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Sagelva i slutten av juni 2019.



Figur 70. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Langvassbekken i slutten av juni 2019.

Tomme skall som ble funnet i Sagelva i 2019 varierte i lengde mellom 33 og 132 mm (**figur 71**) med et gjennomsnitt på 98 mm (SD = 19; N = 119). Det ble funnet fire døde individer som var mindre enn 50 mm lange. Hovedvekten av de tomme skallene tilhørte som forventet de eldste årsklassene (95–120 mm). Det ble funnet få tomme skall i Langvassbekken. Skallengden varierte mellom 56 og 102 mm (**figur 72**) med et gjennomsnitt på 83 mm (SD = 11; N = 29).



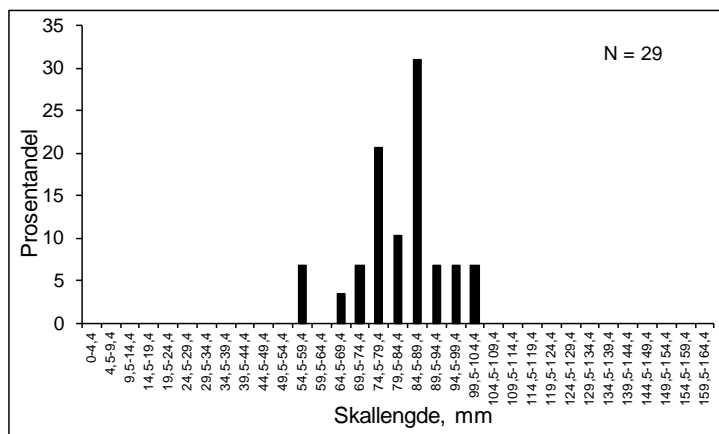
Figur 71. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Sagelva samlet inn i mai-august 2019.

Av de 144⁴ døde muslingene (tomme skall) som ble undersøkt i Sagelva i 2019, hadde 12 individ (8,3 %) dødd for mindre enn ett år siden (**tabell 32**). Ytterligere 22 individ (15,3 %) hadde dødd for mellom ett og to år siden, mens 25 individ (17,4 %) hadde dødd for to–tre år siden. Av de

⁴ Inkluderer også tomme skall som var så ødelagt at de ikke kunne lengdemåles

døde muslingene som ble samlet inn hadde ca. 40 % dødd i løpet av de siste tre årene. Dødeligheten skyldtes sannsynligvis en kombinasjon av lav vannføring og inntørking av grunne områder i elva om sommeren eller innfrysing i løpet av vinteren.

Dødeligheten i Langvassbekken var om lag den samme mellom år, men bare 28 døde muslinger ble undersøkt (**tabell 32**).



Figur 72. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Langvassbekken samlet inn i mai-juli 2019.

Tabell 32. Gruppering av elvemuslingskallene som ble funnet i Sagelva og Langvassbekken i 2019 (gruppe 1-5) med angivelse av antall år skallene sannsynligvis har ligget i elva etter at muslingen døde (år) vurdert etter graden av erosjon på skallene (jf. Larsen & Karlsson 2016 og Sandaas & Enerud 2010).

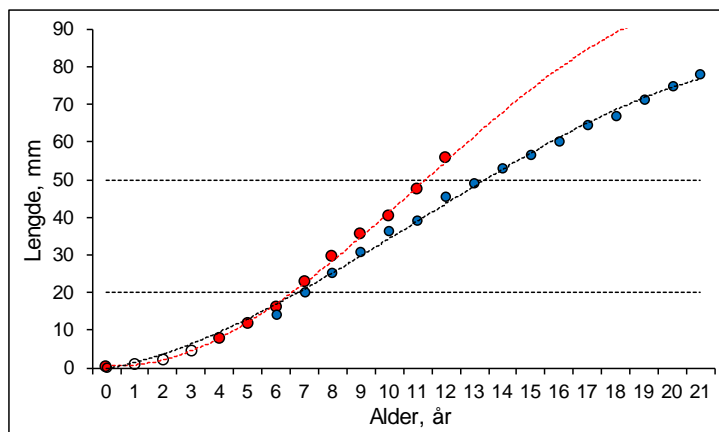
Lokalitet	Gruppe (år)	1 (<1)	2 (1-2)	3 (2-3)	4 (4-5)	5 (>6)	Sum
Sagelva	Antall skall	12	22	25	35	50	144
	Prosentandel	8,3	15,3	17,4	24,3	34,7	100,0
Langvassbekken	Antall skall	4	4	6	3	11	28
	Prosentandel	14,3	14,3	21,4	10,7	39,3	100,0

Vekst

Det ble målt synlige tilvekstringer på to levende muslinger til sammen i felt på stasjon 5 og 9 samt seks tomme og hele skall fra stasjon 8-14 som grunnlag for å sette opp en vekstkurve (**figur 73**). Muslingene var mellom 35 og 60 mm lange. De første vintersonene var allerede erodert, men basert på vekstkurver fra andre muslingvassdrag (bl.a. Larsen 2017) ble lengden til de tre første leveårene stipulert.

Elvemuslingen vokste relativt godt i Sagelva, og fem år gamle muslinger var 12 mm lange i gjennomsnitt (**figur 73**). Når muslingene var 10 år var de 40 mm i gjennomsnitt (variasjon fra 36 til 43 mm). Muslinger på 20 mm var mellom seks og sju år gamle mens en 50 mm lang musling sannsynligvis vil være 11 år (**figur 73**). Årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble 12 år var 4-8 mm. Den yngste muslingen som ble funnet i Sagelva var 17 mm lang og sannsynligvis bare fem år gammel (etablerte seg i vassdraget i 2014). Den gruppen av unge muslinger som forekom i størst antall, var 25-35 mm lange i 2019. Disse var anslagsvis 7-9 år gamle og hører mest sannsynlig til årsklassene 2010-2012.

Det kan imidlertid tyde på at det er vekstforskjeller innad i elva, og et ferskt skall fra en død musling som ble funnet like ovenfor Skjenstad hadde en lavere årlig tilvekst enn muslingene fra midtre og øvre del (**figur 73**).



Figur 73. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i øvre/midtre del av Sagelva fram til 12-årsalder ($N = 7$) (røde punkt med tilhørende stiplet linje) og i nedre del av Sagelva fram til 21-årsalder ($N = 1$) (blå punkt med tilhørende stiplet linje). Vekstkurven er stipulert for de første leveårene da skallene var erodert ved umbo.

Reproduksjon

De voksne muslingene reproduserer normalt i Sagelvassdraget. Det ble undersøkt for mulig graviditet i 2019, og allerede i slutten av juli var en firedel av muslingene gravide både i Sagelva og Langvassbekken (**tabell 33**). Åtte dager senere var 95 % av muslingene gravide i Sagelva. Den høye graviditetsfrekvensen antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbefruktning.

Tabell 33. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Sagelva i 2015 og 2019. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

År	Dato	Stasjon	$L (\pm SD)$, mm	N	Graviditet %
2015	13.08.	Ovenfor 8	$110,6 \pm 9,4$	40	22,5
2019	30.07.	3	$75,6 \pm 4,5$	20	25,0
	30.07.	8	$101,3 \pm 15,1$	20	25,0
	07.08.	Ovenfor 8	$105,1 \pm 6,0$	20	95,0

I midten av august 2015 var det bare 22,5 % av muslingene som var gravide (B.M. Larsen & H.M. Berger unpubl. materiale). Hvorvidt de allerede var i ferd med å slippe larvene eller at utviklingen var senere i 2015 enn i 2019, har vi ingen opplysninger om. Det kan også hende at graviditeten var lavere enn normalt da disse muslingene var tilbakeført fra kultiveringsanlegget på Austevoll så sent som vinter/vår 2015. I anlegget på Austevoll hadde de samme muslingene sluppet muslinglarvene i tidsrommet 19.-21. august i 2014.

6.7 Oppsummering

Sagelvassdraget har status som B-lokalitet i programmet «Nasjonal overvåking av elvemusling» og ble i den sammenheng undersøkt første gang i juni-august 2019. Da ble det gjennomført en enkel basisundersøkelse med kartlegging av tetthet (fritellinger på fire stasjoner) og lengdefordeling (inkludert graving i substratet på to av stasjonene) samt en vurdering av substratkvalitet (redoksmålinger på fire stasjoner). I tillegg ble det i 2019 gjennomført en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelva med et utvidet program på vannkvalitet, fisk og elvemusling (Larsen & Berger 2020). Resultater fra disse undersøkelsene er også inkludert i overvåkingsrapporten.

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på de fire overvåkingsstasjonene var 10,09 individ pr. minutt søketid. Det var stor forskjell i tetthet mellom stasjonene (3,40–23,80 individ pr.

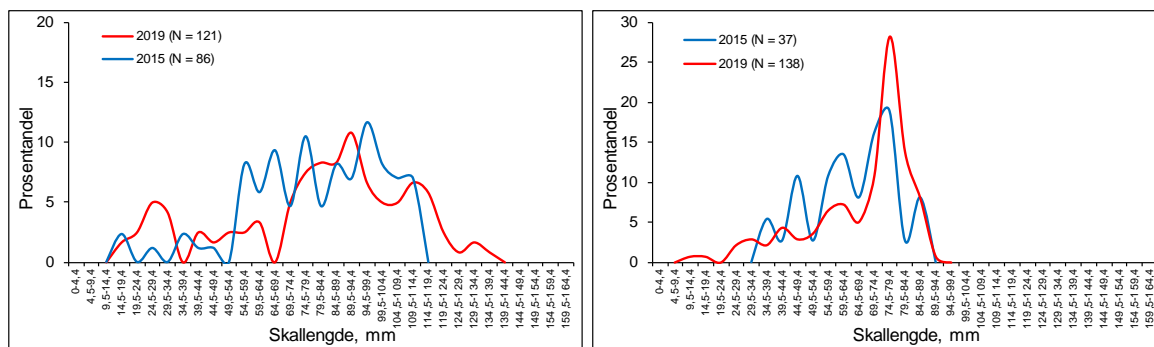
minutt), men det var størst antall muslinger i øvre del av Sagelva og i Langvassbekken. Langvassbekken, som er en sideelv til Sagelva, regnes som en egen elvemuslinglokalitet (Larsen & Magerøy 2019a). I et utvidet stasjonsnett på til sammen 18 stasjoner etablert i forbindelse med tiltaksutredningen for elvemusling ble det undersøkt tre stasjoner i Langvassbekken. Tettheten av elvemusling varierte fra 0,53 til 14,47 individ pr. minutt søketid, med et gjennomsnitt på 7,73 individ pr. minutt søketid. I Sagelva ble det undersøkt 15 stasjoner til sammen i det utvidede stasjonsnett og tettheten av elvemusling på de 11 stasjonene som lå innenfor nåværende utbredelsesområde varierte fra 0 til 20,43 individ pr. minutt søketid, med et gjennomsnitt på 4,92 individ pr. minutt søketid.

Sagelva er undersøkt tidligere i 1999, 2005, 2009 og 2015 (oppsummert i Larsen & Berger 2020). Nå er det ikke mulig å sammenligne resultatene fra disse undersøkelsene direkte med undersøkelsene i 2019 da både metoder og størrelse og plassering av stasjonene er forskjellig, og ulike personer med ulik kompetanse har gjennomført tellingene i de ulike årene. Relativ tetthet av musling ble undersøkt på fem stasjoner i Sagelva både i 2009 og 2015. Gjennomsnittlig tetthet var henholdsvis 5,47 og 2,51 individ pr. minutt søketid. Nivået er om lag det samme som i 2019, og det er ingen ting som tyder på at det har skjedd de store endringene i tettheten av muslinger i den siste 10-årsperioden. Bestanden i Langvassbekken ble oppdaget første gang i 2015 (Larsen & Berger 2020), og resultatet for gjennomsnittlig tetthet er langt på vei det samme i 2015 og 2019 (henholdsvis 7,23 og 7,73 individ pr. minutt).

De voksne muslingene reproducerer normalt i Sagelva. Graviditetsfrekvensen var dessuten svært høy i august 2019 og antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbefruktning. Det var muslinger i alle lengdegrupper i Sagelva og selv om majoriteten av muslinger var voksne individ i lengdegruppene 75-120 mm, var det også mange unge muslinger. Av 121 individer som inngikk i lengdefordelingen ble det funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 21 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,7 og 17,4 % av totalantallet og tegner et bilde av en bestand med god rekruttering og svært god økologisk tilstand (**tabell 34**). I Langvassbekken var de fleste muslingene i lengdegruppene 70-85 mm, men det var også mange unge muslinger. Av 138 individer som inngikk i lengdefordelingen ble det funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 22 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,4 og 15,9 % i gjennomsnitt av totalantallet, det samme som i Sagelva. I Sagelva og Langvassbekken hadde største musling en lengde på henholdsvis 135 og 94 mm. Det er egentlig ingenting som tilsier at veksten skulle være vesentlig forskjellig mellom de to lokalitetene. I så fall kan mangelen på muslinger større enn 94 mm i Langvassbekken bety at bestanden er relativt nyetablert eller at den er under reetablering etter en akutt hendelse som utraderte store deler av bestanden for noen tiår siden.

Lengdefordelingene fra Sagelva i 1999 og 2009 som er basert på synlige individer er nær identiske, men med noen flere yngre individer i 2009. Det ble ikke funnet muslinger som var mindre enn 50 mm i 1999, men fire individer (4,0 %) var mindre enn 50 mm i 2009. I 2015 og 2019 ble det gravd i substratet og det ble påvist muslinger mindre enn 20 mm i begge årene (**figur 74**). Andelen muslinger mindre enn 50 mm økte fra 8,1 til 17,4 % fra 2015 til 2019, men da ulike arealer er undersøkt i de to årene kan dette bero på lokale forskjeller. Totalt sett kan det likevel se ut til at rekrutteringen har økt noe i Sagelva i løpet av de siste 20 årene.

Selv om det ikke var de samme arealene som ble undersøkt i Langvassbekken i 2015 og 2019 ble undersøkelsene gjort på samme måten. Det ble ikke påvist muslinger mindre enn 20 mm i 2015 (**figur 74**), noe som kan skyldes tilfeldigheter ved at færre individer ble undersøkt. Andelen muslinger mindre enn 50 mm var nemlig 18,9 %, som er nær det samme som i 2019. I tillegg legger vi merke til at største musling som ble funnet i 2015 var bare 85 mm lang (**figur 74**). Dette styrker antagelsen om at bestanden i Langvassbekken bare består av yngre individer og at lengden vil øke med årene.



Figur 74. Lengdefordeling av levende elvemusling (med graving i substratet) i Sagelva (til venstre) og Langvassbekken (til høyre) i 2015 sammenlignet med 2019. Data fra 2015 er hentet fra Larsen & Berger (2020).

Bestanden i Sagelvvasdraget – Sagelva og Langvassbekken - oppnådde 19 av 36 poeng i verdivurderingen som bedømmer status og levedyktighet for elvemusling (poengmodellen) (**tabell 34**; jf. **tabell 36**). Bestanden bedømmes å ha høy levedyktighet, og meget høy verneverdi. Når antall poeng ble beregnet for de to lokalitetene hver for seg, ble poengsummen redusert til 17 poeng for Sagelva og 16 poeng for Langvassbekken (tilsvarende sannsynlig levedyktig). Begge lokalitetene oppnådde likevel en naturindeks på 1,0 på grunn av den høye andelen unge muslinger og forekomst av muslinger mindre enn 20 mm, og økologisk tilstand ble vurdert som svært god (jf. Direktoratgruppen vanddirektivet 2018).

Tabell 34. Oppsummering av data fra Sagelvvasdraget (Sagelva og Langvassbekken) i 2019. Poengbedømmelse og angivelse av verneverdi og levedyktighet (klasse) er beskrevet nærmere i tabell 36. Populasjonsstørrelsen er ikke korrigert for nedgravde individ.

År	Utbredelse, km	Tetthet, ind./m ²	Tetthet, ind./min.	Populasjonsstørrelse, antall oppgitt i 1000	Gj.snitt lengde ± sd, mm	Minste musling, mm	Største musling, mm	Prosentandel <20 mm	Prosentandel <50 mm	Poeng	Klasse
2019	4,1	4,04	10,09♣	32,8	74 ± 24	14	135	1,5	16,6	19	III
Langvassbekken	0,8	3,09	7,73♣	7,8	68 ± 17	14	94	1,4	15,9	16	II
Sagelva	3,3	1,97	4,92♥	25,0	81 ± 29	18	135	1,7	17,4	17	II

♠ Tetthet basert på de fire stasjonene i overvåkingsprogrammet (stasjon 3, 5, 8 og 10)

♣ Tetthet basert på tre stasjoner (stasjon 1-3) i et utvidet stasjonsnett (Larsen & Berger 2020)

♥ Tetthet basert på 11 stasjoner (stasjon 4-14) i et utvidet stasjonsnett (Larsen & Berger 2020)

Det ble funnet en del tomme skall i Sagelva i 2019. De utgjorde 5,8 % av det totale antall skjell som ble funnet, men det var en høyere andel tomme skall i nedre del av utbredelsesområdet. I Langvassbekken var andelen tomme skall lavere (3,0 %). Av de døde muslingene som ble samlet inn hadde ca. 40 % dødd i løpet av de siste tre årene. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var henholdsvis 0,30 og 0,24 individ pr. minutt søketid i Sagelva og Langvassbekken. Tettheten av tomme skall var høyere i 2019 enn det som framkommer av tellingene i 2009 og 2015 (henholdsvis 0,08 og 0,04 individ pr. minutt søketid). Dødeligheten i Sagelvvasdraget skyldes sannsynligvis en kombinasjon av lav vannføring og inntørking i grunne områder i elva om sommeren eller innfrysing i løpet av vinteren. På strekningen mellom Engan og Skjenstad vil dårlig vannkvalitet være en negativ tilleggsfaktor.

Elvemuslingen i Sagelva og Langvassbekken er avhengig av ørret som vertsart for muslinglarvene. I gjennomsnitt var henholdsvis 72 og 88 % av alle ettårige ørretunger infestert med muslinglarver i Sagelva og Langvassbekken våren 2019 og gjennomsnittlig infestingsintensitet var henholdsvis 305 og 98 muslinglarver. Det ble funnet 946 muslinglarver som det høyeste antall på en ettårig ørret og så mange som 2390 muslinglarver på en toårig ørretunge. Dette var høyere enn forventet, og det fantes ørretunger med muslinglarver på gjellene også på anadrom strekning ved utløpet i sjøen. Dette kan i sum være mer enn nok til å opprettholde rekrutteringen i Sagelva selv om tettheten av ørret var lav i store deler av vassdraget.

Forekomsten av elvemusling har en tydelig gradient i Sagelva fra rekrutterende bestand i øvre del, inkludert Langvassbekken, til helt fraværende i nedre del. Basert på fordelingen av muslinger kan vassdraget deles inn i fire soner (jf. Larsen & Berger 2020):

Sone I: Langvassbekken

Sone II: Sagelva fra utløpet av Damvatnet til Engan

Sone III: Sagelva fra Engan til Skjenstadbekken

Sone IV: Sagelva fra Skjenstadbekken til utløpet i sjøen

Basert på denne inndelingen er klassifisering av tilstand angitt for næringsalter (Tot-P og Tot-N), pH, partikler (turbiditet), organisk stoff (TOC og jern), tarmbakterier, ørret og elvemusling basert på tilstandsklasser i Andersen et al. (1997) for pH, partikler, organisk stoff og tarmbakterier og i Direktoratgruppen vanndirektivet (2018) for næringsalter, ørret og elvemusling (**tabell 35**).

Tabell 35. Klassifisering av tilstand for næringsalter (Tot-P og Tot-N), pH, partikler (turbiditet), organisk stoff (TOC og jern), tarmbakterier, ørret og elvemusling i Sagelva og Langvassbekken basert på tilstandsklasser i Andersen et al. (1997) for pH, partikler, organisk stoff og tarmbakterier og Direktoratgruppen vanndirektivet (2018) for næringsalter, ørret og elvemusling etter følgende fargekoder: **rød** = svært dårlig, **oransje** = dårlig, **gul** = moderat, **grønn** = god og **blå** = svært god økologisk tilstand. Fra Larsen & Berger (2020).

Sone	Langvass-	Sagelva			
	bekken	I	II	III	IV
Tot-P	Blå	Blå	Grønn	Gul	Rød
Tot-N	Blå	Grønn	Gul	Rød	Rød
pH	Blå	Blå	Blå	Blå	Blå
Turbiditet	Grønn	Grønn	Gul	Oransje	Oransje
TOC	Gul	Gul	Oransje	Oransje	Oransje
Jern	Gul	Gul	Oransje	Oransje	Rød
Tarmbakterier	Blå	Grønn	Oransje	Oransje	Oransje
Ørret	Rød	Gul	Oransje	Oransje	Rød
Elvemusling	Blå	Blå	Gul	Rød	Rød

Sagelvvassdraget har en levedyktig bestand av elvemusling, men begrenset i utbredelse og sårbar (spesielt i Langvassbekken) på grunn av forekomsten av gjedde (jf. Hesthagen et al. 2015). Ønsker man å opprettholde en levedyktig bestand av elvemusling i Sagelvvassdraget kan derfor tiltak mot gjedde være nødvendig. Ønsker man i tillegg å utvide utbredelsen i Sagelva til områder der den tidligere naturlige hørte hjemme (nedenfor Engan) vil den største utfordringen bli å redusere utslippene fra de gamle deponiene ved Engan og Skjenstad. Fravær av elvemusling er en ting, men dårlig vannkvalitet forårsaker også en svak og stedvis fraværende ørretbestand i vassdraget.

7 Oppsummering av tilstand

Kriteriene for fastsettelse av økologisk tilstand, naturindeks og de ulike poengklassene (poengmodellen) som er benyttet til å bedømme status og levedyktighet for elvemusling er basert på ekspertvurderinger. Klassegrensene er ikke basert på statistiske analyser, beregninger eller modelleringer, og har derfor sine åpenbare svakheter på grunn av subjektive vurderinger som den enkelte ekspert har lagt til grunn.

Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) foreslo en modell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Det ble valgt ut seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 20 mm og andel muslinger mindre enn 50 mm), og det ble gitt 0–6 poeng innenfor hvert kriterium. Modellen ble senere modifisert av Larsen & Hartvigsen (1999) som modererte kravene for å oppnå høyest poengsum for kriteriene «andel muslinger <2 cm» og «andel muslinger <5 cm» (**tabell 36**).

Samlet poengsum plasserer lokaliteten med elvemusling innenfor én av tre klasser av status/levedyktighet (poengmodellen):

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

Tabell 36. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av status/levedyktighet for elvemusling. Omarbeidet etter Söderberg (1998). Fra Larsen & Hartvigsen (1999).

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

I beregning av poeng og bedømmelse av levedyktighet inngår både populasjonsstørrelse og utbredelse som to av kriteriene. Dette, sammen med elvestørrelse, er det foreløpig ikke tatt hensyn til eller inkludert som et kriterium i klassifiseringen i vannforskriften (Larsen 2017). I naturindeksen er det i noen grad forsøkt å ta hensyn til om bestanden er liten (<500 ind.) eller stor. Det er imidlertid viktig å påpeke at enkelte bestander kan være naturlig små, men likevel levedyktige.

Elvemusling er definert som terskelindikator i vannforskriften og Larsen (2017) presenterte et forslag som definerte de økologiske tilstandsklassene for elvemusling (**tabell 37**). Dette var ment som et utgangspunkt for en diskusjon om klassegrenser før en eventuell senere revidering, men er nå tatt inn i veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). Det kan for eksempel vise seg å være nødvendig å differensiere lokalitetene med hensyn til elvestørrelse (f.eks. bredden på elva) som sammen med elvemuslingens utbredelse vil være bestemmende for forventet populasjonsstørrelse. Disse vurderingene vil gjelde både for klassifiseringen i vannforskriften og verdisetningen i naturindeks.

Det er spesielt de unge elvemuslingene som er sensitive overfor forverrede miljøforhold. Graden av rekruttering hos elvemusling er dermed den beste indikatoren for å beskrive økologisk tilstand i vannforekomster. For at elvemusling skal kunne brukes som en indikator, må det derfor foreligge lengdemålinger av et representativt utvalg av muslinger (normalt ved hjelp av graving i substratet) som gir et innblikk i aldersfordelingen i bestanden (se Larsen et al. 2000).

Tabell 37. Forslag til kriterier for fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på terskelindikatoren elvemusling (forutsetter noe graving i substratet) med samsvarende eller nær samsvarende verdi og definisjon i naturindeks. Fra Larsen (2017).

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

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

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

Rekrutteringssvikt er som regel et tegn på habitatødeleggelse eller forurensninger (Larsen 1997; 2005). Hvis lengdemålingene viser at det er rekruttering i bestanden (funnet av muslinger <20 mm) indikerer dette god eller bedre økologisk tilstand. Blir det ikke påvist små muslinger eller det bare blir påvist enkelte tilfeldige individer <50 mm vil tilstanden til vassdraget bli klassifisert til moderat. Når det bare blir funnet voksne muslinger (individer >50 mm) er økologisk tilstand antatt å være dårlig.

Det gjenstår å fastsette økologisk tilstand for de fleste lokalitetene med levende elvemusling i Norge. Det kan gjøres en foreløpig tilstandsvurdering for en del av lokalitetene, men for mange lokaliteter er datagrunnlaget for mangelfullt eller data mangler helt. Fastsettelse av økologisk tilstand er imidlertid en naturlig del av det nasjonale overvåkingsprogrammet, og prioriteres også som del i stadig flere undersøkelser og når elvemusling kartlegges i nye lokaliteter.

Det er bare 57 lokaliteter i Norge (16 %) der det er påvist muslinger mindre enn 20 mm (Larsen & Magerøy 2019a) og som dermed kvalifiserer til god eller svært god økologisk tilstand i henhold til **tabell 37**. Det finnes fortsatt mange lokaliteter der det ikke er gravd i substratet, men der vi ville forvente å finne muslinger mindre enn 20 mm. Dette ville i så fall gi disse lokalitetene en økologisk tilstand som er høyere enn det datagrunnlaget vi har i dag tilsier. Begrenser vi derfor utvalget til de lokalitetene som er vurdert å ha pålitelige data (161 lokaliteter tilsvarende 37 % av alle lokaliteter i Norge), finner vi at 41 av disse lokalitetene tilfredsstiller kriteriet til god eller svært god økologisk tilstand (Larsen & Magerøy 2019a). Dette kan tilsa at en firedel av lokalitetene med elvemusling i Norge kan ha tilfredsstillende miljømål. Dette tilsvarer samme andel som også er angitt å tilhøre klasse III, levedyktig bestand med elvemusling i henhold til poengmodellen (Larsen & Magerøy 2019a).

En oppsummering med angivelse av økologisk tilstand for lokalitetene i overvåkingsprogrammet for 2018-2023 er gitt i **tabell 38**. Bedømmelse etter poengmodellen og verdien som lokalitetene ville fått i naturindeks er også vist til sammenligning. For lokaliteter som har vært med i overvåkingsprogrammet tidligere er verdiene fra tidligere basisundersøkelse og overvåkingsrunde tatt med for å vise en eventuell utvikling over tid.

Tabell 38. Økologisk tilstand for lokaliteter som inngår i overvåkingsprogrammet for elvemusling i perioden 2018-2023. Data fra basisundersøkelse og overvåking i perioden 1999-2015 er inkludert for å vise utviklingen over tid. Til sammenligning er verdisetting etter poengmodellen og naturindeks vist for alle lokalitetene.

Lok.nr.	Lokalitet	År	Poengmodellen		Naturindeks	Økologisk tilstand
			Poeng	Klasse		
2	Kampåa	2018	12-16	II	0,6	
3	Sørkedalselva	1999	14(-17)	II	0,6	
		2007	18	III	0,8	
		2018	21	III	0,8	
5	Hunnselva	2001	7	I	0,4	
		2008	7	I	0,4	
		2019	9	II	0,6	
7	Hoenselva	2001	19	III	0,8	
		2008	17	II	0,8	
		2018	18	III	0,8	
8	Skorgeelva	2019	(18-)21	III	0,6	
19	Aureelva	2019	22	III	0,8	
24	Sagelvvassdraget	2019	19	III	1,0	
25	Oldelva	2018	17	II	0,6	
26	Borråselva	1999	25	III	0,8	
		2006	20(-27)	III	0,6(-0,8)	
		2018	24	III	0,8	
27	Figga	2018	29	III	0,8	

Noen merknader til tabellen:

Enkelte lokaliteter kan komme ut med bedre økologisk tilstand enn forventet. Det kommer som oftest av at det er funnet små muslinger bare i en mindre del av elva eller på en spesielt gunstig lokalitet. Det tilstrebes da også å lete i områder av elva der man ville forvente å finne de yngste årsklassene («hot spots»).

I Kampåa er usikkerheten i oppgitt poengsum knyttet til hvor stor del av elva som beregnes inn i utbredelsen (jf. funn av elvemusling i nedre del av Kampåa i 2015; Sandaas & Enerud 2015b). Samtidig varierer de ulike estimatene for populasjonsstørrelsen en del. I fastsettelse av økologisk tilstand og naturindeks vektet ikke disse parametrene og de endrer seg derfor ikke om utbredelsen eller populasjonsestimatet skulle endre seg.

Sørkedalselva har hatt en endring fra moderat til god økologisk tilstand og en endring i naturindeks fra 0,6 til 0,8 i løpet av 2000-tallet. Dette kommer av en generell økning i andelen unge muslinger og forekomsten av muslinger mindre enn 20 mm.

Hunnselva endrer ikke økologisk tilstand i 2018 selv om poengsummen øker og naturindeks går opp. Dette henger sammen med at verdiene 0,4 og 0,6 i naturindeks begge er definert til moderat økologisk tilstand. Høyere poengsum i 2018 enn i 2001 og 2008 kommer av at størrelsen på minste musling har avtatt og at andelen muslinger mindre enn 50 mm har økt. Men så lenge det ikke ble påvist muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering) endret ikke dette den økologiske tilstanden i Hunnselva.

Selv om antall poeng i poengmodellen endrer seg noe i Hoenselva, er verdien for naturindeks stabil og økologisk tilstand opprettholdes som god. Økologisk tilstand kan i enkelte elver variere langs en gradient, normalt fra øvre til nedre del av elva. Forholdene i Hoenselva er for eksempel svært forskjellige mellom øvre (Bermingrud) og nedre del (Varlo) og økologisk tilstand går fra å være god i øvre del til

moderat i nedre del. Det er likevel summen av flere gravestasjoner i ulike deler av vassdraget som ligger til grunn for resultatet vist i tabell 38.

I Skorgeelva er det usikkerhet omkring estimatet av populasjonsstørrelsen (og i noen grad tetthet av muslinger) som avgjør poengsettingen. For fastsettelsen av økologisk tilstand og naturindeks har ikke dette noen betydning (jf. Kampåa).

Sagelvvassdraget – Sagelva og Langvassbekken – oppfyller kravet som er satt til svært god økologisk tilstand på grunn av en høy andel individer som er mindre enn 50 mm (15-20 %) og at det i tillegg forekommer nyrekruttering (forekomst av muslinger mindre enn 20 mm). Sagelva har imidlertid en klar gradient fra svært god økologisk tilstand i øvre del til moderat tilstand i midtre del og fullstendig fravær av levende muslinger i nedre del.

I Borråselva ble det ikke funnet muslinger mindre enn 20 mm ved den ordinære overvåkingen i 2006, men derimot ble dette påvist ved supplerende undersøkelser senere samme år. Dette resulterte i ulik økologisk tilstand for Borråselva avhengig av hvilken undersøkelse som legges til grunn. Bekreftede funn av muslinger mindre enn 20 mm gir store utslag både i poengsum og naturindeks. Dette viser med all tydelighet hvor viktig det er med en nøyaktig og god beskrivelse av lengdefordelingen til bestanden, og at graving i substratet er nødvendig for å avdekke små muslinger med rimelig god sikkerhet.

8 Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H. Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. – SFT-veiledning 97: 04, TA-1468/1997. 31 s.
- Aure Elveeigarlag 2019. Aureelva driftsplan – 2019. – Aure Elveeigarlag SA, Sykkylven. Upublisert rapport. 14 s.
- Bardal, H. & Adolfsen, P. 2019. Hydrologiske undersøkelser i Sagelvvassdraget i Malvik kommune. Veterinærinstituttets rapportserie 30-2019. Veterinærinstituttet. 18 s.
- Bauer, G. 1987. The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). II. Susceptibility of brown trout. - Arch. Hydrobiol., Suppl. 76: 403-412.
- Bergan, M.A. & Berger, H.M. 2014. Vannøkologiske undersøkelser i vannområde Nea i 2012. – Norsk institutt for vannforskning. NIVA Rapport L.nr. 6650-2014. 106 s.
- Berger, H.M. 2010. Kartlegging av elvemusling i 10 små vassdrag i Sør-Trøndelag 2009. – Sweco AS. Oppdrag nr. 576121. Rapport. 57 s.
- Berger, H.M. & Johnsen, B.O. 1982. Kartlegging av utbredelsen av ferskvannsfisk i Norge. Del II: Ferskvannsfisk i Sør-Trøndelag med hovedvekt på rene aureområder. – Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskekontoret. Rapport nr 1-1982. 31s + vedlegg.
- Berger, H.M., Bergan, M., Skjøstad, M.B. & Melkersen, D. 2007. Sjøørretbekker i Malvik kommune, Sør-Trøndelag 2006. Tilstand for bunndyr og fisk. – Berger feltBIO. Rapport 3-2007. 46 s.
- Bløndal, T. 2018. Elvene i Hagnesvassdraget er tørre. Varmen dreper livet i elvene, - Sandefjords Blad 14. juli 2018, s. 4-5.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Handlingsplan for elvemusling, *Margaritifera margaritifera*. – DN-Rapport 2006-3: 1-24.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Veileder 02:2018. 220 s.
- Dolmen, D. 2009. Elvemuslingundersøkelser i Sør-Trøndelag 2006-2008. – Notat fra NTNU Vitenskapsmuseet til Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. 7 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. - Vitenskapsmuseet Zool. Notat 1997-2: 1-28.
- Dunca, E. & Larsen, B.M. 2012. Skillnader i skaltillvæxt hos flodpärlmusslor från reglerade och icke-reglerade vattendrag i Norge. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 795. 63 s.
- Dunca, E. & Mutvei, H. 2009. WWF-project: Åldersbestämning av unga flodpärlmusslor i Sverige [Age determination of juvenile freshwater pearl mussels in Sweden]. – WWF Report. 21 s.
- Dunca, E., Larsen, B.M. & Mörth, C.M. 2009. Flodpärlmusslan i Hunnselva – åldersbestämning och kemisk analys av musselskal. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 487. 28 s.
- Dunca, E., Söderberg, H. & Norrgann, O. 2011. Shell growth and age determination in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Sweden: natural versus limed streams. – Ferrantia 64: 48-58.
- Eika, E. 2019. Overvåking sigevann fra deponi. År: 2018. Prosjekt: Skjenstad deponi. – Ragn-Sells Miljøsanering AS. Prosjektnummer 20183000. Rapport. 25 s.

- Engås, T. 2012. Muslingar utan gift. Glede etter laboratoriesvar frå Aureelva. – Sunnmørsposten 12. januar 2012: s.17.
- Fløgstad, H. 2007. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2006. - SINTEF Rapport SBF IN A07300. 31 s.
- Fylkesmannen i Møre og Romsdal 1988. Rotenonbehandling av Aureelva og Vikelva i Sykkylven, Sykkylven kommune. – Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvernavdelingen. Notat. 5 s.
- Fylkesmannen i Nord-Trøndelag 2015. Handlingsplan for elvemusling – sluttrapport. – FM Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen. Rapport 6-2015. 21 s.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical streambed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* 52: 2299-2316.
- Gregersen, B. & Thorsen, N.H. 2010. Stamfiske i Hagnesvassdraget. –Andebu Jeger- og Fiskerforening. Jeger & Fisker.14 (nr. 3): 11.
- Gregersen, F. & Torgersen, P. 2009. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 2008. – Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen. Rapport nr 3/09. 60 s. + vedlegg.
- Gregersen, H. 2018. Elvemuslingkartlegging i sidevassdrag til Numedalslågen. Kartlegging ved snorkling & med bruk av ROV. Feltrapport. – Norconsult. Oppdragsnr.; 5176719. Dokumentnr.:01. 17 s.
- Hansen, O.J. 2005. Goksjøvassdraget 2004. Vannkvalitet. – Samarbeidsgruppa for Goksjø, Andebu, Stokke, Larvik og Sandefjord kommuner. Rapport. 35 s.
- Hellen, B.A. 2014. Fiskebiologiske undersøkelser i Aureelva, Sykkylven 2013. – Rådgivende Biologer AS. Rapport 1851. 23 s.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. – Artsdatabanken, Norge.
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlmusslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. - Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Hesthagen, T., Sandlund, O.T, Finstad, A. & Johnsen, B.O. 2015. The impact of introduced pike (*Esox lucius* L.) on allopatric brown trout (*Salmo trutta* L.) in a small stream. *Hydrobiologia* 744: 223-233.
- Hesthagen, T., Rikstad, A., Adolfsen, P., Sandlund, O.T., Bardal, H., Bergan, M.A., Berger, H.M., Finstad, A., Olsen, K-A., Nøst, T., Sandodden, R., Sivertsgård, R. & Slettom, L. 2020. Omfattende spredning og bekjempelse av gjedde i Trøndelag. Vann. 01-2020: 19-36.
- Hjortdal, J. 2000. Forekomsten av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Aureelva, Sykkylven. – Sykkylven vidaregående skule. Rapport. 9 s.
- Holtan, H. & Brettum, P. 1982. Undersøkelser i Goksjø 1979-1981. – Norsk institutt for vannforskning. NIVA Rapport nr. 0-78081. 47 s.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R.A. 2014. Rapport 2013 for prosjektet: Storskala kultivering av elvemusling som bevaringstiltak. - Universitetet i Bergen, institutt for biologi. Upublisert rapport til Miljødirektoratet. 32 s.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014: Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. - Universitetet i Bergen, institutt for biologi. Upublisert rapport til Miljødirektoratet. 39 s.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000 — Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 617: 1-129.
- Kambestad, M. 2016. Ungfiskundersøkelser i Aureelva i oktober 2016. – Rådgivende Biologer AS. Notat. 4 s.

- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 926. 44 s.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – *Hydrobiologia*. 735: 179-190.
- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria: Report on the 2006 survey. Upublisert rapport til Environment Agency, Penrith, England.
- Kleiven, E. & Dolmen, D. 2012. Eldre opplysninger om elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* etter Joh. O. Simonnæs. Del III. – *Fauna* 65: 160-165.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006. – Artsdatabanken. 415 s.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. – Artsdatabanken.
- Larsen, B. M. 1985. MVU-prosjekt: Minstevannføring og fisk. Statusrapport Numedalslågen 1985. - DN-Reguleringsundersøkelsene, Rapp. 24-1985: 1-69 + vedlegg.
- Larsen, B. M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Fagrapport 28: 1-51.
- Larsen, B.M. 1998. Utbredelse av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Østre og Vestre Toten kommuner, Oppland. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 570: 1-22.
- Larsen, B.M. (red.) 2001a. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 725: 1-43.
- Larsen, B. M. 2001b. Overvåking av elvemusling i forbindelse med rotenonbehandling av Steinkjervassdraget våren 2001. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 710: 1-13.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. 2010. Problemkartlegging med tilknytning til elvemusling i Hunnselva og forslag til tiltaksplan for å ta vare på og reetablere elvemusling i vassdraget. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 559. 39 s.
- Larsen, B. M. 2015. Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av muslinger. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1189. 49 s.
- Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1350. 152 s.
- Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) 2019–2028. Miljødirektoratet. Rapport M–1107|2018. 62 s.
- Larsen, B.M. & Bardal, H. 2020. Overvåking av elvemusling i Sika-vassdraget i forbindelse med rotenonbehandling. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1760.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2009. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2008: Hunnselva, Oppland. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 443. 29 s.
- Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2020. Status og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelva (Malvik kommune), Trøndelag. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1834.
- Larsen, B. M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Fagrapport 37: 1-41.

Larsen, B.M. & Hårsaker, K. 2002. Hunnselva, Oppland (vassdragsnr. 002.DCZ). – s. 7-16 i Larsen, B.M. (red.). Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001. Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 762.

Larsen, B.M. & Karlsson, S. 2016. Elvemusling i Enningdalselva, Østfold. Overvåking av muslingbestanden ved Holtet i 2015 - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1283. 35 s.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2018. Overvåking av elvemusling i Norge. Forslag til lokaliteter i en videreføring av overvåkingsprogrammet. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Prosjektnotat 63. 14 s.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019a. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019-2028. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1669. 83 s.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019b. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2018. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1686. 108 s.

Larsen, B.M., Sandaas, K., Hårsaker, K. & Enerud, J. 2000. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Forslag til overvåkingsmetodikk og lokaliteter. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 651: 1-27.

Larsen, B. M., Dunca, E., Karlsson, S., and Saksgård, R. 2011. Elvemusling i Steinkjervassdragene: Status etter 30 år med *Gyrodactylus salaris* og flere forsøk på å utrydde lakseparasitten i Oгна og Figga. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 730. 79 s.

Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Trøndelag i 2018. Redoksmålinger i Fossingelva, Gråelvvassdraget, Sagelva, Slørdalselva og Terningelva. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1623. 66 s.

Malvik Jeger & Fiskerforening 2000. Rapport om elveperlemusling i Sagelva. – Upublisert rapport til Malvik kommune. 6 s.

Norconsult 2015. Vestre Toten kommune. Kommunedelplan vannforsyning og avløp 2015-2023. Vedtatt av kommunestyret 2015-04-23. – Norconsult. Oppdragsnr.; 5113547. 121 s. + vedlegg.

Nygaard, P.E. 2012. Her så han bonden tømme gjødsel rett i bekken. – Sandefjords Blad 9. januar 2012.

Nyland, H.N, 2006. Vurdering av vannkvalitet og forurensningskilder i to elver i Malvik kommune. – Høgskolen i Nord-Trøndelag, Avdeling for samfunn, næring og natur. Bacheloroppgave naturforvaltning våren 2006. 59 s.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2009. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Vestfold 2009. – Naturfaglige konsulent tjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport. 30 s.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Forvitring av skall fra elvemusling. – Fauna 63: 28-31.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2011. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Møre og Romsdal 2010. – Naturfaglige konsulent tjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport. 40 s.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2015a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Skorgeelva – Andebu kommune. Vestfold fylke 2014. – Naturfaglige konsulent tjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport. 17 s.

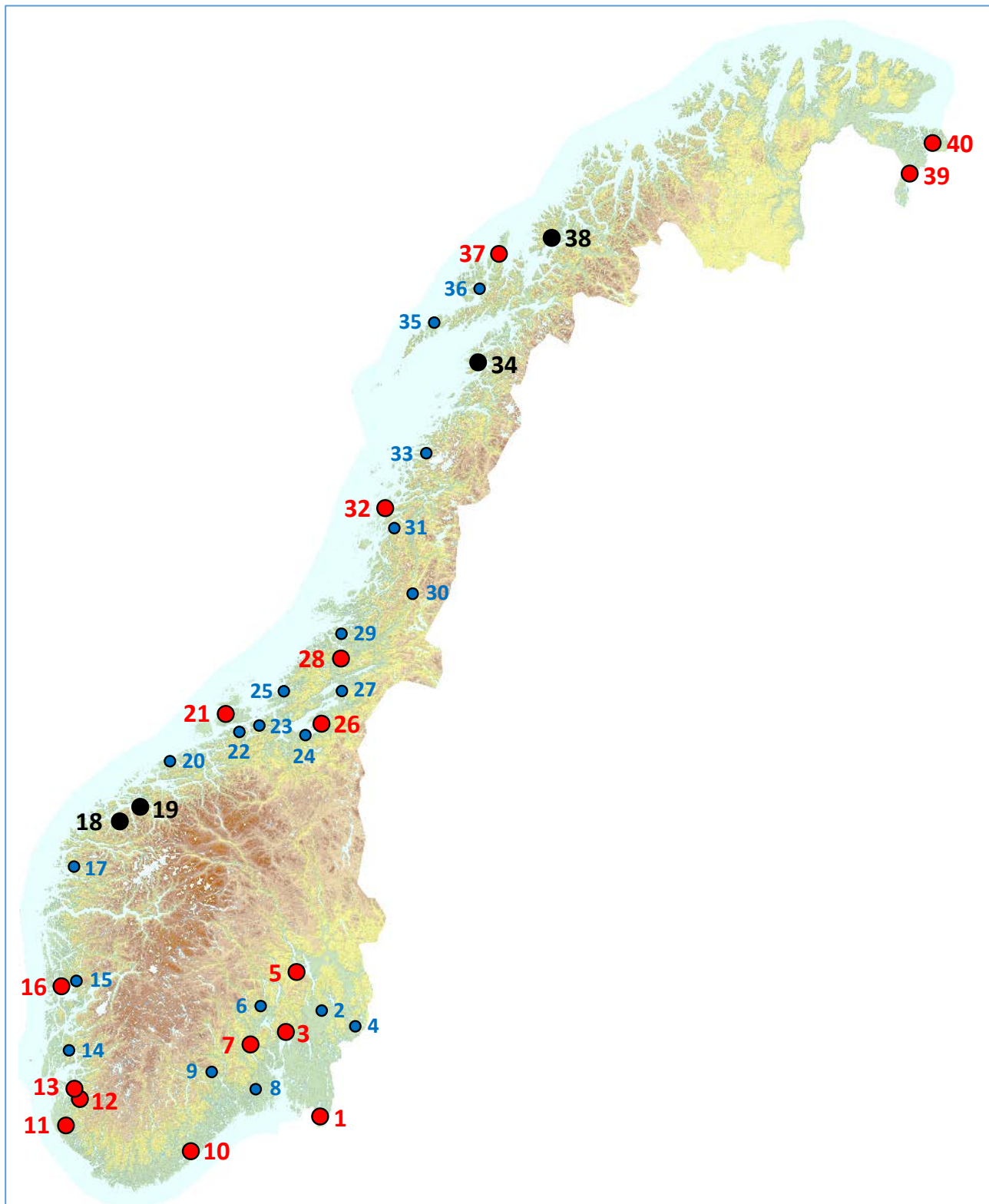
Sandaas, K. & Enerud, J. 2015b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kampåa nedre del. Nes kommune, Akershus fylke 2015. – Naturfaglige konsulent tjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport 12 s.

- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i øvre deler av Aulivassdraget og Skorgeelva. Re og Andebu kommuner. Vestfold 2015. – Naturfaglige konsulenttjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. Rapport. 18 s.
- Simonsen, L. 2008. Tiltaksanalyse for Numedalslågens nedslagsfelt. – Den Grønne Dalen. Rapport. 112 s.
- Skinner, A., Young, M. & Hastie, L. 2003. Ecology of the Freshwater Pearl Mussel. – Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 2 English Nature, Peterborough. 16 s.
- Slettom, L. 2018. Vannovervåkning Sagelva med sidebekker. – Malvik kommune. Rapport. 19 s.
- Solheim, A.L., Thrane, J.-E., Skjelbred, B., Økelsrud, A., Håll, J. & Kile, M.R. 2019. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. Årsrapport for 2018. – Norsk institutt for vannforskning. Rapport L.nr. 7373-2019. 139 s.
- Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Del III i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- Vestre Toten Jeger og Fiskerforening 2004. Hunnselva. Driftsplan og kunnskapsoppsummering 2003. - Rapport utarbeidet av Fiskeutvalget i Vestre Toten Jeger og Fiskerforening. 20 s.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Database for funn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge, etter arkivet til Jan og Karen Anna Økland. - Norsk institutt for naturforskning. Upublisert database NINA, Trondheim.
- Åkesson, R. 2016. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2015. Årsrapport. – COWI AS. Oppdragsnr. A016274. Rapport RAP02. 32 s + vedlegg.

9 Vedlegg

Vedlegg 1. Lokaltetene i overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge 2018-2023.

Se tabell på neste side for lokalitetsnavn og forklaring av fargekoder.



Lokaliteter i overvåkingsprogrammet for elvemusling i Norge 2018-2023. Lokaliteter fra det opprinnelige overvåkingsprogrammet (1999-2015) er angitt med **rød skrift**. **Svart skrift** angir de fire nye lokalitetene som skal inngå i utvidelsen av dette programmet. **Blå skrift** angir de 20 lokalitetene som skal inngå i det nye og enklere overvåkingsprogrammet. Kolonne «A» (gruppe A-lokaliteter) angir lokaliteter som skal undersøkes med dagens overvåkingsmetodikk, kolonne «B» (gruppe B-lokaliteter) angir lokaliteter i det nye, enklere overvåkingsprogrammet. «Lok nr GINT» er lokalitetsnummer i elvemuslingbasen hos Fylkesmannen i Trøndelag.

Lok nr	Fylke	Lok nr GINT	Lokalitet	A	B
1	Østfold	01010001	Enningdalselva	X	
2	Akershus	02360001	Kampåa		X
3	Oslo	03010028	Sørkedalselva	X	
4	Hedmark	04200002	Finsrudelva (Billa)		X
5	Oppland	05290001	Hunnselva	X	
6	Buskerud	06050003	Sogna (Sokna)		X
7	Buskerud	06240007	Hoenselva	X	
8	Vestfold	07190001	Skorgeelva		X
9	Telemark	08060003	Bøelva (Skiensvassdraget)		X
10	Aust-Agder	09060006	Lilleelv	X	
11	Rogaland	11190001	Håelva	X	
12	Rogaland	11290002	Ereviksbekken	X	
13	Rogaland	11300003	Svinesbekken	X	
14	Rogaland	11600001	Åmselva		X
15	Hordaland	12410001	Hopselva		X
16	Hordaland	12430001	Oselva	X	
17	Sogn og Fjordane	14010001	Nyttingneselva		X
18	Møre og Romsdal	15200001	Ørstavassdraget (Åmdalselva/Bjørdalselva)	X	
19	Møre og Romsdal	15280001	Aureelva	X	
20	Møre og Romsdal	15480002	Farstadelva		X
21	(Sør-)Trøndelag	16170009 + 16170020	Grytelva + Laksbekken	X	
22	(Sør-)Trøndelag	16120001	Åelva/Liaelva		X
23	(Sør-)Trøndelag	16130003	Slørdalselva		X
24	(Sør-)Trøndelag	16630001	Sagelva		X
25	(Sør-)Trøndelag	16270002	Oldelva		X
26	(Nord-)Trøndelag	17140004	Borråselva (Gråelva)	X	
27	(Nord-)Trøndelag	17020005	Figga		X
28	(Nord-)Trøndelag	17250004	Aursunda	X	
29	(Nord-)Trøndelag	17480003	Bekk i Nufsfjord		X
30	(Nord-)Trøndelag	17400006	Mellingselva		X
31	Nordland	18240002	Halsanelva (Halsvika)		X
32	Nordland	18270001	Hestadelva	X	
33	Nordland	18370002	Halsoselva		X
34	Nordland	18480002	Marhaugelva (Botnelva)	X	
35	Nordland	18600001	Borgelva		X
36	Nordland	18660002	Gryttingsvassdraget		X
37	Nordland	18710005 + 18710006	Åelva/Bødalselva + Grunnvasselva	X	
38	Troms	19270003	Vardnesvassdraget	X	
39	Finnmark	20300019	Skjellbekken	X	
40	Finnmark	20300030	Karpelva	X	

Vedlegg 2. Lokalisering av stasjoner i Hunnselva.

Høyre/venstre er angitt mot strømretningen.

Fritelling

Stasjon	T1					T2				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
13	32V	6727596	0587596	9	start	32V	6727506	0587593	18	slutt
11	32V	6729187	0587685	6	start	32V	6729148	0587695	6	slutt
9	32V	6730368	0587652	5	start	32V	6730302	0587673	5	slutt
8	32V	6730912	0587572	5	start	32V	6730847	0587597	5	slutt
6	32V	6731631	0587709	6	start	32V	6731574	0587733	5	slutt
5	32V	6732101	0587747	6	start	32V	6732013	0587700	6	slutt
4	32V	6732457	0587922	6	start	32V	6732393	0587940	5	slutt
3	32V	6732804	0587920	6	start	32V	6732745	0587938	5	slutt

Fritelling tillegg

Stasjon	T3					T4				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
13	32V	6727660	0587623	11	start	32V	6727561	0587612	6	slutt

Transekt

Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
13	32V	6727555	0587594	10	start høyre elvebredd
11	32V	6729176	0587690	6	start høyre elvebredd
9	32V	6730328	0587657	6	start høyre elvebredd
8	32V	6730868	0587568	5	start venstre elvebredd
6	32V	6731608	0587712	6	start høyre elvebredd
5	32V	6732050	0587723	6	start venstre elvebredd
4	32V	6732436	0587920	5	start høyre elvebredd
3	32V	6732777	0587929	5	start høyre elvebredd

Gravestasjon

Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
13	32V	6727585	0587620	6	senter
5.1	32V	6732138	0587816	5	senter
5.2	32V	6732135	0587810	5	senter
4.1	32V	6732425	0587932	7	senter
4.2	32V	6732432	0587922	7	senter

Vedlegg 3. Lokalisering av stasjoner i Skorgeelva.

Fritelling

Stasjon	T1					T2				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
1	32V	6575613	0559801	-	start	32V	6575625	0559880	-	slutt
2	32V	6572169	0560992	-	start	32V	6572231	0560922	-	slutt
3	32V	6567292	0562865	-	start	32V	6567351	0562817	-	slutt
4	32V	6565778	0563185	-	start	32V	6565819	0563174	-	slutt

Gravestasjon

Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
3	32V	6567353	0562816	-	senter
4	32V	6565875	0563144	-	senter

Elfiskestasjon

Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
2	32V	6572179	0560988	6	start høyre elvebredd
3	32V	6567366	0562822	-	start høyre elvebredd
4	32V	6565870	0563148	-	start høyre elvebredd

Vedlegg 4. Lokalisering av stasjoner i Aureelva.

Høyre/venstre er angitt mot strømretningen.

Fritelling										
Stasjon	T1					T2				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	m	Posisjon	
1	32V	6920997	0377852	5	start	32V	6921028	5	slutt	
2	32V	6920937	0377630	6	start	32V	6920977	6	slutt	
3	32V	6920853	0377303	7	start	32V	6920867	7	slutt	
4	32V	6920418	0376978	6	start	32V	6920412	6	slutt	
5	32V	6920455	0376729	5	start	32V	6920446	5	slutt	
6	32V	6920576	0376321	5	start	32V	6920581	5	slutt	
7	32V	6920405	0375948	8	start	32V	6920402	8	slutt	
8	32V	6920272	0375620	6	start	32V	6920276	9	slutt	

Transekt					
Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
1	32V	6921012	0377855	8	start venstre elvebredd
2	32V	6920967	0377651	8	start høyre elvebredd
3	32V	6920865	0377326	8	start høyre elvebredd
4	32V	6920433	0377007	6	start venstre elvebredd
5	32V	6920466	0376752	5	start venstre elvebredd
6	32V	6920592	0376291	6	start høyre elvebredd
7	32V	6920403	0375970	6	start venstre elvebredd
8	32V	6920259	0375655	7	start høyre elvebredd

Gravestasjon					
Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
3.1	32V	6920876	0377332	7	senter
3.2	32V	6920856	0377316	7	senter
4.1	32V	6920434	0377014	8	senter
4.2	32V	6920437	0377008	8	senter
5	32V	6920474	0376727	5	Senter
6	32V	6920579	0376318	5	senter

Vedlegg 5. Lokalisering av stasjoner i Sagelvassdraget.

Fritelling										
Stasjon	T1					T2				
	Sone	N	Ø	m	Posisjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
3	32V	7029832	0584035	7	start	32V	7029770	0584070	8	slutt
5	32V	7031123	0584340	8	start	32V	7030995	0584317	8	slutt
8	32V	7031828	0584303	5	start	32V	7031758	0584287	7	slutt
10	32V	7032382	0584380	9	start	32V	7032278	0584370	10	slutt

Gravestasjon					
Stasjon	Sone	N	Ø	m	Posisjon
3.1	32V	7029827	0584041	7	senter
3.2	32V	7029746	0584061	5	senter
8	32V	7031812	0584295	8	senter

Vedlegg 6. Tetthet av elvemusling i Hunnselva.

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på åtte stasjoner i Hunnselva som ble undersøkt i slutten av august 2019 basert på tellinger i transekter, jf. **figur 14**. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 3**.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m ²	NS/m ²
13	156	1	0	0,01	0
11	157	1	0	0,01	0
9	168	0	1	0	0,01
8	143	3	0	0,02	0
6	168	5	0	0,03	0
5	161	4	0	0,02	0
4	156	28	2	0,18	0,01
3	139	17	2	0,12	0,01
3-13	1248	59	5	0,05	0,004
Gjsnitt ± sd				0,05 ± 0,07	0,004 ± 0,01

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på åtte stasjoner i Sørkedalselva som ble undersøkt i slutten av august 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling), jf. **figur 15**. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 3**.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
13	60	2	1	0,03	0,02
11	30	0	0	0	0
9	30	0	0	0	0
8	30	4	1	0,13	0,03
6	30	4	0	0,13	0
5	30	4	0	0,13	0
4	30	35	5	1,17	0,17
3	30	16	7	0,53	0,23
3-13	270	65	14	0,24	0,05
Gjsnitt ± sd				0,27 ± 0,40	0,06 ± 0,09

Vedlegg 7. Tetthet av elvemusling i Skorgeelva.

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på fire stasjoner i Skorgeelva som ble undersøkt i slutten av juli 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling), jf. **figur 30**. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 4**.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
1	30	102	0	3,40	0
2	30	429	2	14,30	0,07
3	30	714	3	23,80	0,10
4	30	638	39	21,27	1,30
1-4	120	1883	44	15,69	0,37
Gjsnitt ± sd				15,69 ± 9,13	0,37 ± 0,62

Vedlegg 8. Tetthet av elvemusling i Aureelva.

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på åtte stasjoner i Aureelva som ble undersøkt i begynnelsen av august 2019 basert på tellinger i transekter, jf. **figur 45**. Tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. m² (levende dyr: N/m² og tomme skall: NS/m²). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 5**.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m ²	NS/m ²
1	95	667	3	7,00	0,03
2	105	540	12	5,14	0,11
3	56	2034	107	36,13	1,90
4	105	624	39	5,95	0,37
5	108	182	4	1,68	0,04
6	121	540	24	4,47	0,20
7	106	185	47	1,75	0,44
8	148	748	41	5,06	0,28
1-8	844	5520	277	6,54	0,33
Gjennnitt ± sd				8,40 ± 11,36	0,42 ± 0,62

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) på åtte stasjoner i Aureelva som ble undersøkt i begynnelsen av august 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling), jf. **figur 46**. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 5**.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
1	30	525	12	17,50	0,40
2	30	1051	5	35,03	0,17
3	30	1788	38	59,60	1,27
4	30	634	12	21,13	0,40
5	30	483	7	16,10	0,23
6	30	594	34	19,80	1,13
7	30	215	14	7,17	0,47
8	35	508	21	14,51	0,60
1-8	245	5798	143	23,67	0,58
Gjennnitt ± sd				23,86 ± 16,44	0,58 ± 0,40

Vedlegg 9. Tetthet av elvemusling i Sagelvassdraget.

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) ble i forbindelse med overvåkingsprogrammet undersøkt på fire stasjoner i Langvassbekken og Sagelva i midten av juni og begynnelsen av august 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling), jf. **figur 66**. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**.

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
3	30	102	0	3,40	0
5	30	429	2	14,30	0,07
8	30	714	3	23,80	0,10
10	30	638	39	21,27	1,30
3-10	120	1211	55	10,09	0,46
Gjsnitt ± sd				10,09 ± 6,78	0,46 ± 0,27

Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) ble i forbindelse med en tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvassdraget undersøkt på til sammen 18 stasjoner (14 stasjoner i tillegg til de fire overvåkingsstasjonene) Antall elvemusling ble undersøkt på tre stasjoner i Langvassbekken (stasjon 1-3) og 15 stasjoner i Sagelva (stasjon 4-18) i midten av juni og begynnelsen av august 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling), jf. **figur 66**. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 6**. Data fra Larsen & Berger (2020).

Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
1	15	8	1	0,53	0,07
2	30	246	2	8,20	0,07
3	30	434	18	14,47	0,60
4	20	14	1	0,70	0,05
5	30	265	8	8,83	0,27
6	30	176	11	5,87	0,37
7	30	28	2	0,93	0,07
8	30	481	23	16,03	0,77
9	30	613	24	20,43	0,80
10	30	31	6	1,03	0,20
11	30	6	11	0,20	0,37
12	30	0	11	0	0,37
13	30	2	1	0,07	0,03
14	30	2	2	0,07	0,07
15	30	0	0	0	0
16	30	0	0	0	0
17	30	0	0	0	0
18	30	0	0	0	0
1-3	75	688	21	9,17	0,28
Gjsnitt ± sd				7,73 ± 6,98	0,24 ± 0,31
4-14	320	1618	100	5,06	0,31
Gjsnitt ± sd				4,92 ± 7,23	0,30 ± 0,27
1-18	515	2306	121	4,48	0,23
Gjsnitt ± sd				4,30 ± 6,57	0,23 ± 0,27

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: 978-82-426-4597-5

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