

1702

NINA Rapport

Elvemusling i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder

En lokal ørretmusling og en innført laksemusling?

Jon H. Magerøy
Bjørn Mejdell Larsen
Sebastian Wacker
Sten Karlsson



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Elvemusling i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder

En lokal ørretmusling og en innført laksemusling?

Jon H. Magerøy
Bjørn Mejdell Larsen
Sebastian Wacker
Sten Karlsson

Magerøy, J.H., Larsen, B.M., Wacker, S. & Karlsson, S. 2020.
Elvemusling i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder.
En lokal ørretmusling og en innført laksemusling? NINA Rapport
1702. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, januar 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3452-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Knut Andreas Eikland Bækkelie

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Knut Fageraas (sign.)

OPPDRAUGSGIVER/BIDRAGSYTER

Fylkesmannen i Agder

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Frode Kroglund

FORSIDEBILDE

Elvemusling i Lilleelv © Jon H. Magerøy

NØKKELOORD

Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) - DNA-analyser -
laksemusling og ørretmusling – laks (*Salmo salar*) og ørret (*Salmo
trutta*) - stedegen eller innført bestand – Storelva – Skjerka -
Strengselva - Lilleelv (ved Nes Verk) – Vegårvassdraget -
Tvedestrand kommune - Aust-Agder (nå Agder)

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) - DNA-
analysis - salmon and trout mussel – Atlantic salmon (*Salmo salar*)
and brown trout (*Salmo trutta*) - local or introduced population - the
Storelva River – the Skjerka River – the Strengselva River - the
Lilleelv River (by Nes Verk) - the Vegårvassdraget Watercourse -
Tvedestrand Municipality - Aust-Agder County (now Agder County)
- Norway

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

Magerøy, J.H., Larsen, B.M., Wacker, S. & Karlsson, S. 2020. Elvemusling i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder. En lokal ørretmusling og en innført laksemusling? NINA Rapport 1702. Norsk institutt for naturforskning.

Elvemuslingbestandene i Vegårvassdraget var antatt utdødd mellom 1960-tallet og 1990-tallet, med unntak av et par muslinger som ble observert i Strengselva i 2008. I 2010 ble elvemuslingen gjenoppdaget i Storelva. En kartlegging av muslingen i 2016 viste at muslingen fantes fra Songevannet og helt opp til Nes Verk.

Det er kjent at det ble satt ut elvemusling fra Håelva på Jæren nær utløpet av Storelva i Songevannet i 1978. I tillegg er det mulig at elvemuslingene i Strengselva også var satt ut. Den relativt store utbredelsen av musling i vassdraget førte til at det ble stilt spørsmål om bestanden er et resultat av utsettingene, eller om en stedegen bestand har overlevd et sted i vassdraget.

For å gi svar på hvor en eventuell stedegen bestand kunne ha overlevd, ble de delene av vassdraget som ligger nært det kjente utbredelsesområdet fra 2016 undersøkt i 2019. Dette inkluderte Storelva ovenfor Nes Verk, Skjerka, Strengselva og Lilleelv ved Nes Verk. DNA-prøver, samlet inn fra musling både i 2016 og 2019, ble analysert for å evaluere om muslingene tilhører en stedegen bestand eller om de er et resultat av utsettinger og for å bestemme om muslingene bruker laks eller ørret som vertsfisk.

Kartleggingen i 2019 førte til funn av elvemusling i Lilleelv, selv om muslingen var antatt utdødd i dette sidevassdraget i 1977, men ikke i noen av de andre undersøkte områdene. DNA-analysene viser at det finnes en ørretmuslingbestand i Storelva og Lilleelv, som høyst sannsynlig er stedegen, og en laksemuslingbestand i Storelva, som høyst sannsynlig stammer fra utsettingen av musling fra Håelva.

En sammenstilling av kartleggingen i 2016 og 2019 viser at begge bestandene av elvemusling er svært tynne. Det ble ikke funnet tegn på at det har vært rekruttering i Vegårvassdraget de seneste 10 år, men de aller fleste muslingene er sannsynligvis kommet til på 1990-tallet og tidlig 2000-tallet. Dermed tyder funnene på at begge bestandene har økt i antall de senere tiårene. Likevel må bestandene ansees som sårbare og tiltak kan være nødvendige for å bedre forholdene for muslingen i vassdraget.

Den stedegne ørretmuslingen i Vegårvassdraget har større verneverdi enn den introduserte laksemuslingen. Derfor er det viktig å ta med i betraktningen at de to bestandene potensielt sett er i konkurranse om tilgjengelig habitat. De er også avhengig av forskjellig vertsfisk. Tettheten av laks har økt, mens tettheten av ørret har gått ned i Storelva. Ved flere av stasjonene har tettheten av ørret vært for lav, i de senere årene, til å opprettholde bestanden av ørretmusling.

Flere tiltak er aktuelle for å forbedre forholdene for elvemusling i Vegårvassdraget. Både musling og miljøvariabler bør overvåkes jevnlig. Vi anbefaler at bestandene i Storelva og Lilleelv inngår i overvåkingen av elvemusling i kalkede laksevassdrag. Det bør også vurderes om Lilleelv bør kalkes, i tillegg til kalkingen av Storelva. Langs begge elvene er det sannsynligvis nødvendig å gjenopprette buffersoner langs elvekantene, for å redusere nærings- og partikkeltilførselen. En egen problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling bør gjennomføres i Vegårvassdraget. Det bør undersøkes om sjø- eller brunørret er best egnet som vert for ørretmuslingen i vassdraget, for å kunne vurdere om laksetrappen ved Fosstveit bør stenges. I tillegg bør miljø-DNA brukes til å kartlegge forekomsten av muslingen i andre deler av vassdraget.

Jon H. Magerøy (jon.mageroy@nina.no), NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.
Bjørn Mejdell Larsen (bjorn.larsen@nina.no), Sebastian Wacker (sebastian.wacker@nina.no)
og Sten Karlsson (sten.karlsson@nina.no), NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim.

Abstract

Magerøy, J.H., Larsen, B.M., Wacker, S. & Karlsson, S. 2020. The freshwater pearl mussel in the Vegårvasdraget Watercourse (the Storelva and Lilleelv Rivers). A local trout mussel and an introduced salmon mussel? NINA Report 1702. Norwegian Institute for Nature Research.

The freshwater pearl mussel populations in the Vegårvasdraget watershed were assumed to have gone extinct between the 1960s and 1990s, with the exception of a couple of mussels observed in the Strengselva River in 2008. In 2010 the mussel was rediscovered in the Storelva River. A survey of the river in 2016 showed that the mussel was distributed from Lake Songevannet up to Nes Verk.

It is known that pearl mussels from the Håelva River were stocked in Storelva in 1978. In addition, it is possible that the mussels in Strengselva also were stocked. The relatively extensive distribution of the mussel within Storelva led to discussion of whether the population is the result of stocking or a local population that has survived somewhere in the watercourse.

To determine where a local population might have survived, the rivers Storelva above Nes Verk, Skjerka, Strengselva and Lilleelv by Nes Verk were surveyed in 2019. DNA-samples collected both in 2016 and 2019 were analyzed to evaluate whether the mussels were of local origin or a result of stocking and whether they use Atlantic salmon or brown trout as their host fish.

The survey in 2019 led to the discovery of pearl mussels in Lilleelv, even though the mussel was assumed to have gone extinct in this river in 1977, but not in the other survey areas. The DNA analyzes show that there is a trout mussel population in Storelva and Lilleelv, which is very likely to be of local origin, and a salmon mussel population in Storelva, which is very likely a result of the stocking of mussels from Håelva.

The combined surveys in 2016 and 2019 show that both populations of the pearl mussel are very sparse. There were no signs of recruitment within Vegårvasdraget the last 10 years, but the vast majority of the mussels were added to the population in the 1990s and early 2000s. Thus, the findings suggest that both populations have grown in numbers over the latter decades. Even so, the populations must be considered vulnerable and conservation measures may be necessary to improve the conditions for the mussels in the watershed.

The local trout mussel in Vegårvasdraget has greater conservation value than the stocked salmon mussel. Thus, it is important to consider that the populations potentially are in competition for habitat. They are also dependent on access to different hosts. The density of Atlantic salmon has increased, while the density of brown trout has decreased. At several stations, the density of trout was insufficient, during latter years, to maintain the trout mussel population.

Several conservation measures should be undertaken in Vegårvasdraget. Both the pearl mussel and environmental variables should be monitored regularly. We recommend that the populations in the watercourse are included in the monitoring of the mussel in limed salmon watercourses. Liming should also be considered in Lilleelv, in addition to the liming that occurs in Storelva. Along both rivers it is likely that it is necessary to reestablish buffer zones along the banks, to reduce the nutrients and particle input. A mapping of threats and conservation measures should be undertaken for the mussel in Vegårvasdraget. It should be examined whether brown or sea trout is the most suitable host for the trout mussel in the watercourse, to be able to evaluate whether the fish ladder in Storelva should be closed. In addition, eDNA should be used to map the distribution of the mussel within other parts of Vegårvasdraget.

Jon H. Magerøy (jon.mageroy@nina.no), NINA, Gaustadelléen 21, 0349 Oslo, Norway.
Bjørn Mejdell Larsen (bjorn.larsen@nina.no), Sebastian Wacker (sebastian.wacker@nina.no) and Sten Karlsson (sten.karlsson@nina.no), NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Områdebeskrivelse	9
2.1 Storelva.....	9
2.2 Skjerka	12
2.3 Strengselva.....	13
2.4 Lilleelv	16
3 Elvemusling.....	18
3.1 Storelva.....	18
3.2 Skjerka	18
3.3 Strengselva.....	18
3.4 Lilleelv	19
3.5 Andre sidevassdrag	19
4 Metode og materiale.....	20
4.1 Kartlegging av elvemusling.....	20
4.2 DNA-analyser	21
5 Resultater	23
5.1 Kartlegging av elvemusling.....	23
5.2 DNA-analyser	28
6 Oppsummering og diskusjon.....	32
6.1 Laksemusling	32
6.2 Ørretmusling	33
6.3 Opphav til elvemuslingbestandene	34
6.4 Elvemuslingens status.....	35
6.5 Forholdet mellom lakse- og ørretmusling	36
6.6 Tiltak og oppfølgende studier	36
7 Referanser	38
8 Vedlegg	44
8.1 Tetthet av elvemusling i Storelva	44
8.2 Tetthet av elvemusling i Skjerka.....	45
8.3 Tetthet av elvemusling i Strengselva.....	46
8.4 Tetthet av elvemusling i Lilleelv.....	47
8.5 Evaluering av erosjon av tomme skall.....	48
8.6 Individuelle data for elvemusling inkludert i DNA-analysene	49
8.7 Oversikt over referansebestandene av lakse- og ørretmusling	51
8.8 Fastsetting av levedyktighet og naturindeks	52

Forord

Elvemuslingen er godt kjent fra historiske kilder både i Storelva og flere av sidevassdragene i Vegårvassdraget i Tvedestrand, Arendal, Froland, Vegårshei og Gjerstad kommuner i Aust-Agder (nå Agder). I Storelva ble det likevel ikke gjort noen funn av elvemusling i vassdraget mellom 1970-tallet og inn på 2000-tallet. Det ble heller ikke funnet musling i noen av de andre sidevassdragene etter midten av 1990-tallet. Unntaket er Strengselva der det ble funnet musling så sent som i 2008, men dette kunne være et resultat av en utsetting. Dermed ble arten antatt utdødd i (nesten) hele vassdraget.

I 2010 ble det gjenoppdaget elvemusling nær utløpet av Storelva i sjøen, og videre undersøkelser viste at muslingen fantes opp mot Fosstveit. Det ble foreslått at disse muslingene kunne være et resultat av utsetting av musling fra Håelva mellom Ramlett og Lunde i Storelva i 1978. Basert på disse funnene ble NINA forespurt av Fylkesmannen i Agder om å gjennomføre en kartlegging av bestanden i Storelva i 2016. Disse undersøkelsene viste at utbredelsesområdet strakk seg opp til Nes Verk. Det store spørsmålet er om disse muslingene stammer fra Håelva, eller om de utgjør en stedegen bestand?

Basert på disse funnene søkte NINA om tiltaksmidler fra Miljødirektoratet fra Fylkesmannen i Agder i 2019. Målet med prosjektet var å identifisere opphavet til bestanden av elvemusling som ble funnet i Storelva og utvide kartleggingen av bestanden av musling. For å nå dette målet ble områder i Storelva ovenfor Nes Verk, Strengselva og Lilleelv ved Nes Verk undersøkt. Strengselva var av spesiell interesse siden det ble observert musling der så sent som i 2008, selv om disse muslingene også kunne være et resultat av utsetting. I tillegg ble nedre del av Skjerka undersøkt for å se om elvemusling hadde spredd seg opp i dette sidevassdraget. Det ble tatt DNA-prøver av muslinger som ble funnet både i 2016 og 2019. Disse ble analysert for å avgjøre om muslingene i Vegårvassdraget er et resultat av utsettingene fra Håelva eller om de utgjør en stedegen bestand. I denne rapporten rapporteres funnene fra både 2016 og 2019, både med henblikk på elvemuslingens status og opprinnelse i Vegårvassdraget.

Vi ønsker å takke Birgit Solberg og Frode Kroglund hos Fylkesmannen i Agder for midler til gjennomføringen av prosjektene. Frode Kroglund var også spesielt viktig som samarbeidspartner i forbindelse med planlegging og gjennomføring av prosjektet i 2016. I tillegg ønsker vi å takke Jim Güttrup hos Vann og Vassdragsspesialisten for verdiful informasjon i forbindelse med søk etter elvemuslingene som ble observert i 2008 i Strengselva.

28.01.2020, Jon H. Magerøy

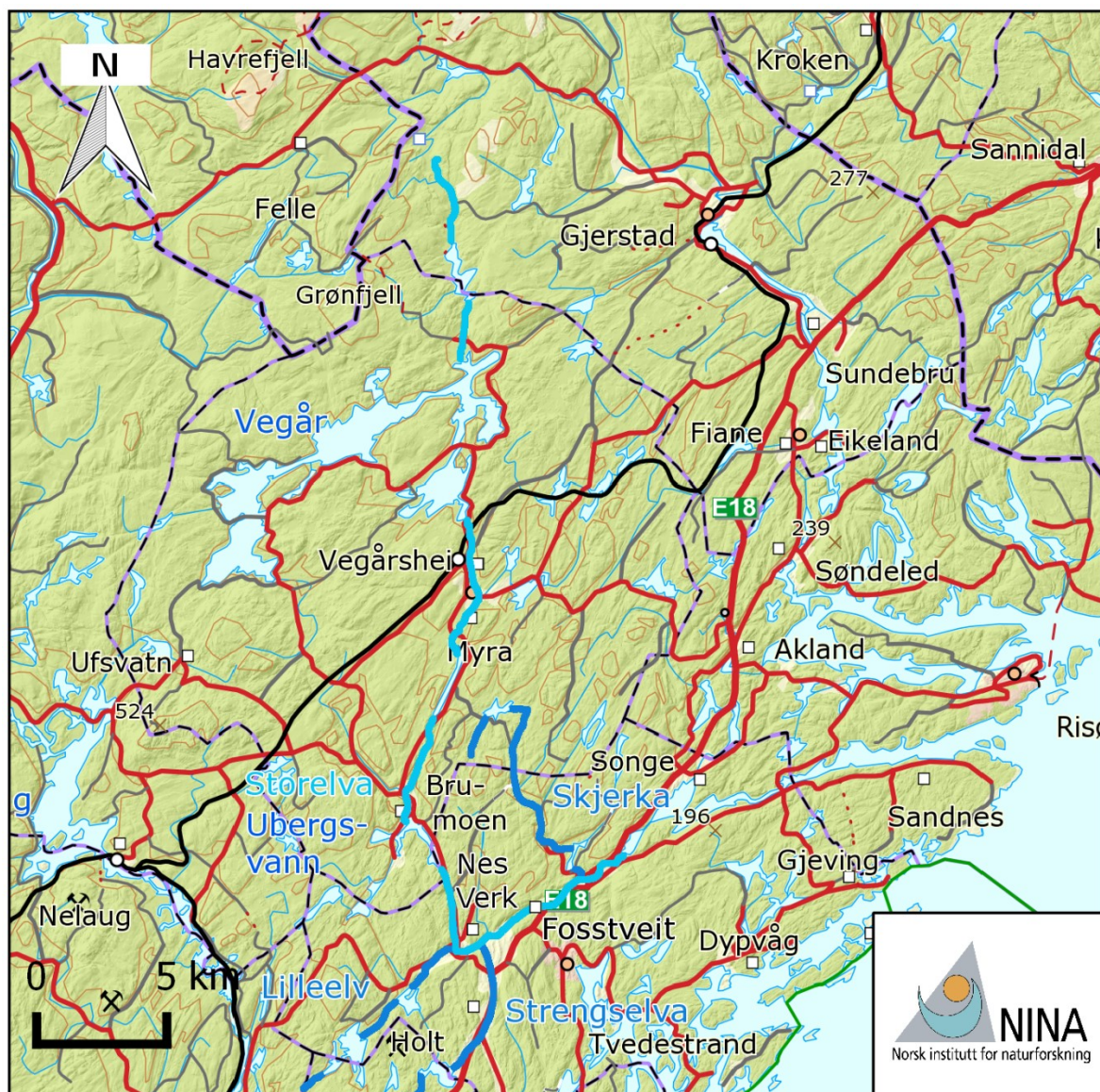
1 Innledning

Elvemusling er rødlistet i Norge (Henriksen & Hilmo 2015). Grunnen til dette er at arten har forsvunnet fra minst en firedel av de kjente historiske lokalitetene i Norge. I tillegg står den i fare for å forsvinne fra over halvparten av de gjenværende lokalitetene. Spesielt alvorlig er situasjonen i Aust- og Vest-Agder (nå Agder). Det finnes sikre historiske opplysninger om 51 lokaliteter med elvemusling i de to fylkene (30 i Aust-Agder og 22 i Vest-Agder; elvemuslingen i Tovdalselva er registrert i begge fylkene). I dag finnes det bare elvemusling på ni av de kjente lokalitetene: Hammerbekken, Storelva og Strengselva i Vegårvassdraget, Lilleelv (Nidelva/Arendalsvassdraget), og Tovdalselva og Vassbotnbekken i Tovdalsvassdraget i Aust-Agder. Otra og Straibekken i Otravassdraget, og Audna i Vest-Agder (Larsen & Magerøy 2019a). Forekomsten av elvemusling i Audna et resultat av flytting og utsetting av muslinger fra en annen lokalitet (Dolmen & Kleiven 1997, Kleiven & Dolmen 2008, Larsen & Magerøy 2016a). Det samme gjelder muligens for Storelva (Vegårvassdraget) (Kleiven mfl. 2013, Larsen & Magerøy 2016b). I tillegg ble det observert musling i Strengselva i Aust-Agder i 2008 (Ø. Solberg pers. med.), men disse kan også være, ifølge lokale kilder, et resultat av utsetting. Det skal også være levende musling i Storelva og Haugelva i Gjerstadvassdraget (J. Greve pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013), men elvene ble undersøkt i 2009 og 2010 uten funn (Kleiven mfl. 2013). Hvis vi legger sikre nåværende og historiske lokaliteter til grunn, så har elvemuslingen blitt borte fra henholdsvis 80 og 86 % av lokalitetene i Aust- og Vest-Agder. Hvis man tar hensyn til at bestanden i Audna, Strengselva og Storelva er/kan være et resultat av utsetting, så blir prosentandelen enda høyere. Uansett er dette vesentlig høyere enn fylket som ligger på den neste plassen på listen (Telemark med 48 %) og gjennomsnittet for Norge (Larsen & Magerøy 2019a).

I Vegårvassdraget (**figur 1.1**) finnes det gode historiske data på at elvemusling fantes i Storelva og i flere av sidevassdragene (se oversikter i Lilleholt 1994, Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998, Kleiven mfl. 2013, Magerøy & Larsen 2018, kapittel 3 i denne rapporten). Det var antatt at alle disse bestandene forsvant mellom 1960- og 1990-tallet (Kleiven mfl. 2013, Magerøy & Larsen 2018). Et mulig unntak er Strengselva, der det som nevnt ble observert levende musling så sent som i 2008 (Ø. Solberg pers. med.), men disse muslingene kan ha vært et resultat av utsetting og den opprinnelige bestanden kan ha forsvunnet på et tidligere tidspunkt. Overraskelsen var derfor stor da det ble gjenoppdaget elvemusling i 2010 nær utløpet av Storelva i sjøen (F. Kroglund pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013, Larsen & Magerøy 2016b), og videre undersøkelser viste at det også fantes elvemusling opp mot Fosstveit (Kleiven mfl. 2013). Det er kjent at det ble satt ut elvemusling fra Håelva på Jæren mellom Ramlett og Lunde i 1978 (A. Angelstad, E. Angelstad, S. Kvifte og A. Lunde pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013). Det er derfor mulig at den gjenoppdagede bestanden er et resultat av denne utsettingen, men det er også mulig at en stedegen bestand har overlevd i elven eller i et av sidevassdragene. For flere detaljer om elvemusling i Vegårvassdraget, se Lilleholt (1994), Dolmen & Kleiven (1997), Økland & Økland (1998), Kleiven mfl. (2013), Magerøy & Larsen (2018) eller kapittel 3 i denne rapporten.

Alle elvemuslingbestander i Agder har svært stor verneverdi på grunn av det lave antallet av nåværende bestander. Derfor har bestanden i Storelva i utgangspunktet en svært stor verneverdi, men verneverdien er mindre hvis bestanden er et resultat av utsetting av musling fra Håelva eller Strengselva (Magerøy & Larsen 2018). Uansett er det svært viktig å kartlegge elvemuslingbestander for å evaluere deres generelle verneverdi. I tillegg er kartlegging og overvåking essensielt for å kunne evaluere om tiltak er nødvendige og hvilke tiltak som eventuelt er nødvendige for å verne en bestand (Larsen 2015; 2017; 2018, Norsk Standard 2017, Magerøy & Larsen 2018). Derfor ble bestanden i Storelva kartlagt i 2016 (Larsen & Magerøy 2016b). Denne kartleggingen viste at det fantes elvemusling helt opp til Nes Verk.

Etter undersøkelsene i 2016 ble man stående igjen med to hovedspørsmål som er nært knyttet til hverandre: 1. Hva er opphavet til bestanden av elvemusling som ble funnet i Storelva? 2. Finnes det elvemusling lenger opp i Storelva eller i noen av sidevassdragene som er i nærheten



Figur 1.1. Vegårassdraget. Storelva er markert i turkis, mens Skjerka, Strengselva og Lilleelv er markert i blått. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).

av det kjente nåværende utbredelsesområdet til elvemuslingen i Storelva? For å svare på disse spørsmålene ble det i 2019 gjennomført ytterligere kartlegging av elvemusling i Storelva i områdene ved og ovenfor Nes Verk. Det ble også gjennomført kartlegging i sidevassdragene Skjerka, Strengselva og Lilleelv (**figur 1.1**), som alle kommer ut i Storelva innenfor det kjente utbredelsesområdet til elvemuslingen. I tillegg ble det gjennomført analyser av DNA-prøver som ble samlet inn både i 2016 og 2019, for å evaluere om bestanden av elvemusling i Vegårassdraget er stedefen eller om den kan være et resultat av utsetting av muslinger mellom Ramlett og Lunde i Storelva eller i Strengselva.

I denne rapporten inkluderes resultatene av kartleggingen og DNA-analysene både for 2016 og 2019. Dette ble gjort for å kunne gi en helhetlig oversikt over undersøkelsene av elvemusling i nedre del av Vegårassdraget. Resultatene av kartleggingen i 2016 har tidligere blitt rapportert i Larsen & Magerøy (2016b).

2 Områdebeskrivelse

2.1 Storelva

Storelva (Vegårvassdraget, vassdragsnr. 018.Z) utgjør et eget vassdrag i Aust-Agder (nå Agder) som i hovedsak renner sørover gjennom Gjerstad og Vegårshei kommuner, før det renner inn i Tvedestrand kommune og svinger nordøstover (**figur 1.1**, **foto 2.1**). Elven har sitt utspring i Sølvskottjenn (315 moh.) ovenfor Torbjørnslia i sørvestlige deler av Gjerstad kommune. Denne delen av elven heter Grisbekken og renner sørover til Vegårsvatnet (220 moh.). Her går elven inn i Vegårshei kommune og fortsetter, nå som Vegårselva, ned til det nordøstlige hjørnet av Vegår (189 moh.). I Vestfjorden og Nordfjorden av Vegår kommer flere mellomstore og mindre sidevassdrag inn, og til sammen utgjør disse et av de største sidevassdragene til Storelva. Fra Sørfjorden fortsetter selve Storelva ned gjennom tettstedet Vegårshei og ned til Ubergsvann (75 moh.). I dette området kommer også flere mellomstore sidevassdrag inn fra vest, som blant annet inkluderer Songedalselva og Raudeelva. Fra vannet renner elven inn i Tvedestrand kommune og ned til Nes Verk. I dette området kommer de større sidevassdragene Lilleelv og Strengselva inn fra sørvest. Fra Nes Verk renner elven nordøstover og ut i Songevannet, som nærmest er en brakkvannspåvirket del av Nævestadfjorden. Ovenfor Songevannet kommer enda et større sidevassdrag, Skjerka, inn fra nord. Hovedstrengen i vassdraget er ca. 30 km lang, mens selve Storelva er ca. 23 km lang, i begge tilfeller ekskludert innsjøer. Vassdraget drenerer vestlige deler av Gjerstad kommune, store deler av Vegårshei kommune og den nordvestlige delen av Tvedestrand kommune. Nedbørfeltet er på ca. 410 km², og middelvannføringen er på 24,0 l/s/km². Området som nedbørfeltet dekker består av 83,5 % skog, 8,8 % innsjøer, 4,6 % myr, 1,9 % dyrket mark og 0,1 % urban bebyggelse (NEVINA 2019). Berggrunnen i den øvre delen av vassdraget består av næringsfattige bergarter, som diverse typer gneis og migmatitt. Fra Vegårshei og nedover utgjør fremdeles disse bergartene en stor del av grunnen, men man får også innslag av ganske mye amfibolitt og andre næringsrikte bergarter, som noritt, metagabbro og gabbro (Nålsund & Padget 1988, BERGGRUNN 2019).

I Storelva er det blitt gjennomført kalking siden 1996 ved Hauglandsfossen, ovenfor Ubergsvann. I tillegg ble det kalket i Vegårselva fra 1987 til 1999 og i Vegår fra 1985 til 2013 (**figur 1.1**) (Hindar 2018). I den forbindelse er det gjennomført vannkjemiske undersøkelser fra 1996 (Hindar 2018, VANNMILJØ 2019). I tillegg ble det i 2015 gjennomført vannkjemiske undersøkelser i Storelva, i forbindelse med bygging av ny E18 Arendal-Tvedestrand (Norconsult 2015). Disse undersøkelsene viser at elven nedenfor Nes Verk (**figur 1.1 & 2.1**) hadde for lav pH i perioder, sammenlignet med vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling i Norge (Larsen 2017), men forholdene har blitt forbedret i forbindelse med økt kalking i de siste årene (Frode Krogslund, Fylkesmannen i Agder, pers. med.). Undersøkelsene viser at denne delen av elven også har for høy nærings- og/eller partikkeltilførsel i perioder, mens forholdene var noe bedre i området ovenfor Nes Verk. Dette er noe motstridende i forhold til redoksundersøkelser som ble gjennomført i Storelva nedenfor Nes Verk i 2017. Disse målingene gir et bilde av habitatkvaliteten for juvenil elvemusling i substratet og tyder på at denne er god i elven. Det vil si at målingene tyder på at elven ikke har for høy nedslamming av substratet som resultat av for høy nærings- og/eller partikkeltilførsel. Det er sannsynlig at redoksmålingene stedvis gav et noe bedre bilde av forholdene i elven enn det som normalt vil være 'verste forholdene' i løpet av sommer, da vannføringen var noe høyere enn forventet minstevannføring ved gjennomføringen av målingene (Magerøy 2017).

Fiskesamfunnet i Storelva består av abbor, gjedde, karuss, laks, niøye, suter, sørv, trepigget stingsild, ørekyte, ørret og ål (Larsen mfl. 2002a, Kleiven & Barlaup 2007, Saltveit mfl. 2010, Hesthagen & Sandlund 2012, Kleiven & Hesthagen 2012). Om laksebestanden i Storelva er den opprinnelige usikkert. Mest sannsynlig var det rester igjen av den opprinnelige laksebestanden nedenfor Fosstveit (**figur 1.1 & 2.1**) før vassdraget ble kalket (Kaste 1994). Anadrom sone strekker seg i praksis til Nes Verk (Erling Lilleholt, Storelva Elveeierlag, pers. med.) (**figur 1.1 & 2.1**). Tettheten av lakse- og ørretungel har variert mye mellom år i perioden 1995-2015. Tettheten av

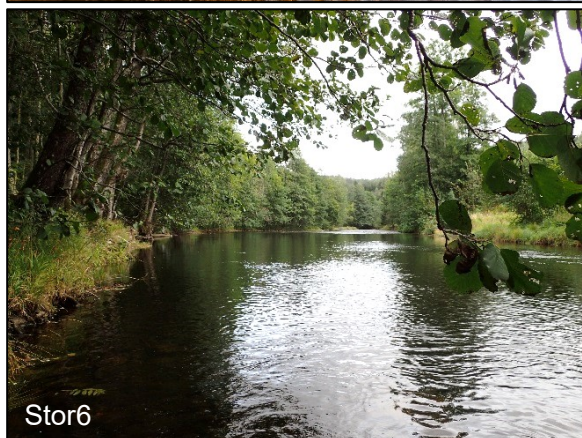
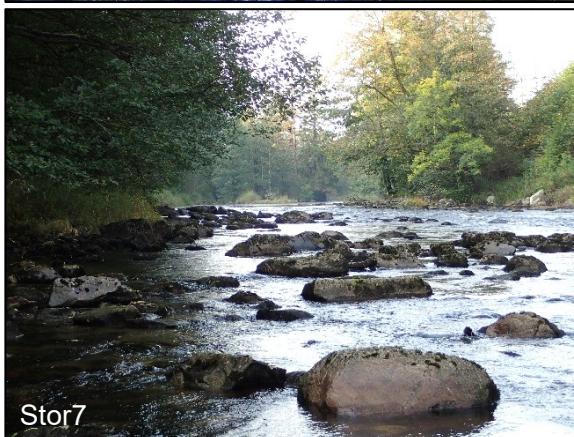
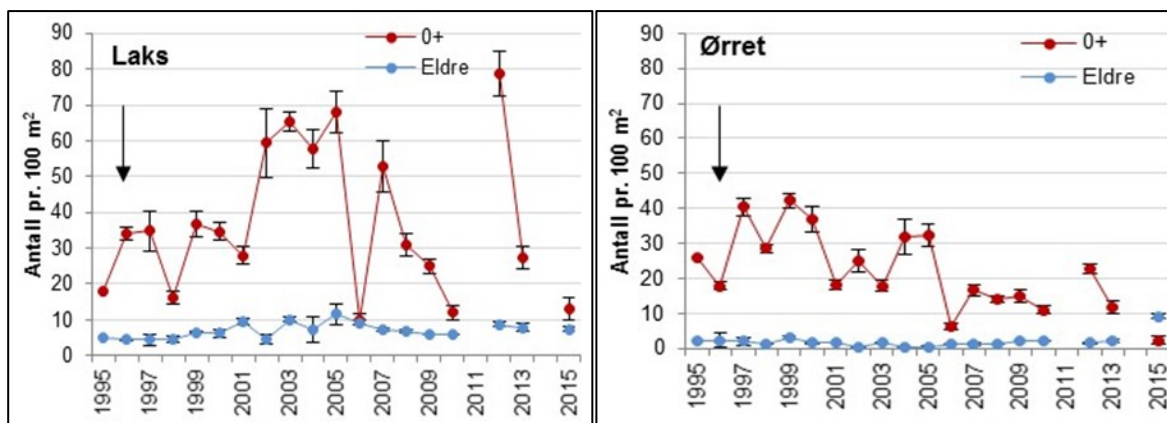


Foto 2.1. Utvalgte stasjoner i Storelva nedenfor Ubergsvann. Stor15 ligger øverst og Stor2 ligger nederst i elven. Foto Stor15 og Stor14: Jon H. Magerøy. Foto Stor9-2: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 2.1. Storelva og Skjerka med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling i 2016 og 2019. Stasjonene i Storelva er nummerert 1-16 og stasjonen i Skjerka er Skjer1. I Storelva ligger stasjon 1 nederst og stasjon 16 øverst i elven. I teksten nevnes stasjonene i Storelva som Stor1-16, for å hindre forveksling med stasjonene i sidevassdragene. Kartet dekker strekningen fra Ubergsvann til Lundevannet. Det er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).



Figur 2.2. Beregnet tetthet av ungfisk av laks og ørret i Storelva i perioden 1995-2015. Data før 2006 er fra Kaste mfl. (1998) og Larsen mfl. (2006), og data fra 2006-2010 er fra Saltveit mfl. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking fra doserer i Storelva. I tillegg var det innsjøkalking i Vegår-Vestfjorden fra 1985 til 2013 (Hindar 2018). Figuren er hentet fra Saksgård & Larsen (2016). I den opprinnelige rapporten er den figur 5 i kapittel 7 Vegårvassdraget.

eldre lakse- og ørretunger har derimot vært relativt stabil, men gjennomgående lav i alle år (**figur 2.2**) (Kaste mfl. 1998, Larsen mfl. 2006, Saltveit mfl. 2011, oppsummert i Saksgård & Larsen 2016).

Vegårvassdraget er ett av vassdragene i Verneplan III for vassdrag (NOU 1983), og er varig vernet mot kraftutbygging. Vassdraget og fiskevandringene i elven er likevel noe påvirket av vannslipp og demninger i vassdraget. En eldre fløtedam ved utløpet av Vegår (**figur 1.1**) brukes til flomdemping og lokkeflommer for laks og sjøørret. Ved Nes Verk (**figur 1.1 & 2.1**) ble Hammerdammen gjenoppbygget i 2005, og det ble installert en fiskeheis for å sikre oppgang av anadrom fisk (Larsen & Magerøy 2016b), men denne har fungert dårlig (Erling Lilleholt, Storelva Elveeierlag, pers. med.). Fra gammelt av skal fossen ved Fosstveit (**figur 1.1 & 2.1**) ha vært et vandringshinder for anadrom fisk. I tilknytning til en papirmassefabrikk ved Fosstveit, som var i drift fram til 1972, var det også en liten kraftstasjon. Kraftverket ble gjenåpnet etter byggearbeider i 2007 og 2008. Det ble installert en fisketrapp for å sikre oppgang av anadrom fisk (Larsen & Magerøy 2016b).

2.2 Skjerka

Skjerka (Skjerkholtvassdraget, vassdragsnr. 018.BZ) er et av de større sidevassdragene til Vegårvassdraget (**figur 1.1, foto 2.2**). Det har sitt utspring ovenfor Solbutjernane (152 moh.), i det nordvestre hjørnet av Tvedestrand kommune. Derfra renner elven nordøstover og inn i Vegårshei kommune. Nedenfor Kvern vann (142 moh.) svinger elven raskt sørover og renner etter hvert inn i Tvedestrand igjen, like ovenfor Sjøstadvatnet (91 moh.). Fra dette vannet renner elven sørøstover gjennom Skjerkholtlonene (88 moh.) og Åsvannet (39 moh.), før den renner ut i Storelva ovenfor Lunde. Nedbørfeltet er ca. 45 km², og middelvannføringen er på 22,1 l/s/km². Området som nedbørfeltet dekker består av 89,8 % skog, 4,8 % innsjøer, 3,9 % myr og 0,8 % dyrket mark (NEVINA 2019).

I nederste del av Skjerka er det blitt gjennomført vannkjemiske undersøkelser over en lengre periode (i 1996 og 2009-2018) i forbindelse med overvåking av kalking i Vegårvassdraget (Hindar 2018, VANNMILJØ 2019). Disse undersøkelsene viser at elven hadde for lav pH i perioder, sammenlignet med vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling i Norge (Larsen 2017). Derimot tilsier undersøkelsene at elven ikke har for høy nærings- og/eller partikkeltilførsel, med unntak av i enkelte kortere perioder.



Foto 2.2. Nedre del av Skjerka. Midtre a) og nedre b) del av den eneste stasjonen i elven. Foto: Jon H. Magerøy.

Fiskesamfunnet i Skjerka består av laks, ørret og ål (Haraldstad mfl. 2014). I tillegg er det påvist suter og sørv i flere av vannene i vassdraget (Kleiven & Hesthagen 2012). Anadrom sone strekker seg sannsynligvis bare opp til fossene nedenfor Åsvannet (**figur 2.1**) (Haraldstad mfl. 2014).

2.3 Strengselva

Strengselva (vassdragsnr. 018.C2Z) er også et større sidevassdrag til Vegårvassdraget (**figur 1.1, foto 2.3**). Det har sitt utspring i Glomstjern (95 moh.) i Arendal kommune. Derfra renner det nordøstover og ned til Jorstadvatn (58 moh.). Fra vannet fortsetter elven inn i Tvedestrand kommune og langs E18 til Fiane. Derfra renner den nordover og ut i Storelva ved Lilleholt. Nedbørfeltet er 16,1 km², og middelvannføringen er på 22,1 l/s/km². Området som nedbørfeltet dekker består av 80,4 % skog, 11,3 % dyrket mark, 6,2 % innsjøer, 1,1 % myr og 0,2 % ubran bebyggelse (NEVINA 2019).

I Strengselva ble det gjennomført en del vannkjemiske undersøkelser i forbindelse med forurensning fra landbruket på begynnelsen av 1990-tallet (Hindar mfl. 1992, Kaste mfl. 1995). Disse undersøkelsene viser at elven hadde for lav pH i perioder, sammenlignet med vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling i Norge (Larsen 2017). Undersøkelsene viser at elven også hadde for høy nærings- og/eller partikkeltilførsel, selv om forholdene var noe bedre ved utløpet av Jorstadvannet (**figur 2.3**). Etter disse undersøkelsene er det bare gjort sporadiske undersøkelser i øvre del av vassdraget. Dermed er det vanskelig å si noe om utviklingen i elven, men i følge flere grunneiere er forholdene blitt betraktelig bedre i de senere årene.

Fiskesamfunnet i Strengselva består av laks, ørret og ål (Haraldstad mfl. 2014). I tillegg er det påvist karuss og suter i et par av vannene i vassdraget (Kleiven & Hesthagen 2012). Anadrom sone strekker seg opp til ovenfor Jorstadvannet (**figur 2.3**) (Haraldstad mfl. 2014).

Elveløpet i Strengselva er sterkt modifisert på grunn av utretting og senkning av elven på 1940-tallet (Anonym 1943; 1945).

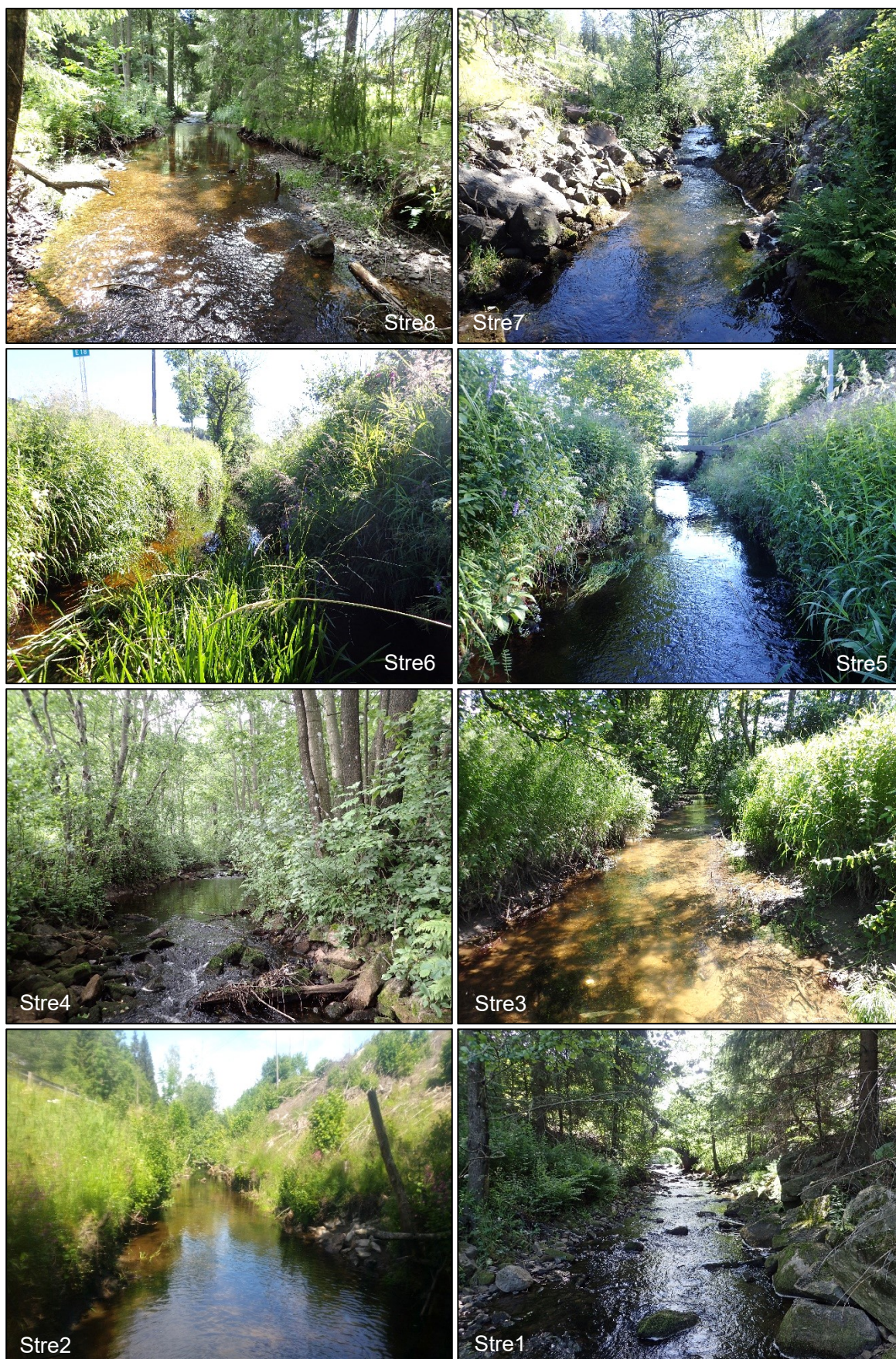
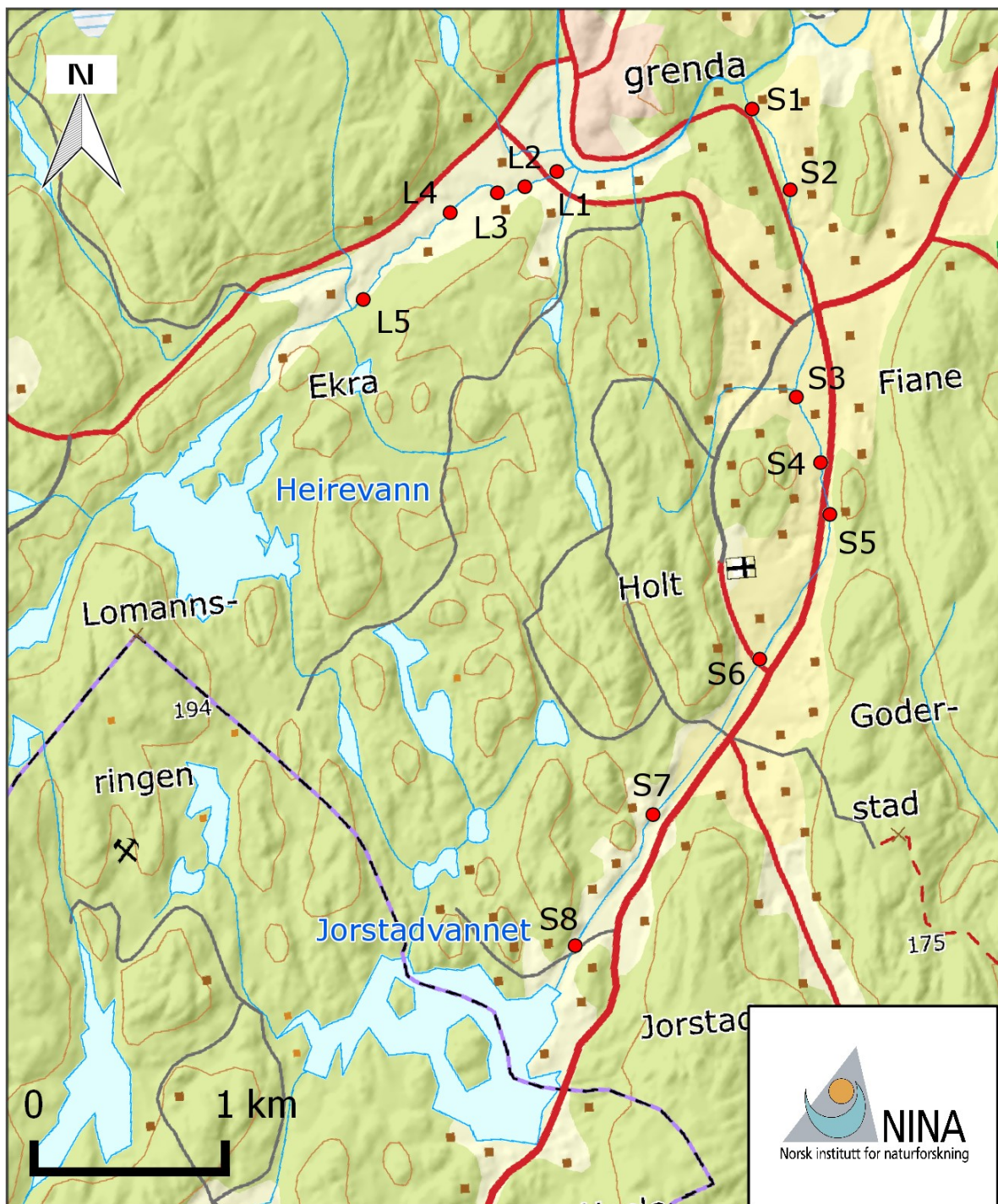


Foto 2.3. Stasjonene i Strengselva. Stre8 ligger øverst og Stre1 ligger nederst i elven. Foto: Jon H. Magerøy.



Figur 2.3. Strengselva og Lilleelv med lokalisering av stasjoner i forbindelse med undersøkelser av utbredelse og tetthet av elvemusling i 2019. Stasjonene i Strengselva er nummerert S1-8, og stasjonene i Lilleelv er nummerert L1-5. Stasjon 1 ligger nederst i hver av sideelvene. I teksten nevnes stasjonene i Strengselva som Stre1-8 og stasjonene i Lilleelv som Lill1-5, for å hindre forveksling med stasjonene i Storelva og i Skjerka. Kartet dekker områdene sør og sørvest for Nes Verk. Det er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).



Foto: 2.4. Stasjonene i Lilleelv. Lill5 ligger øverst og Lill1 ligger nederst i elven. Foto: Jon H. Magerøy.

2.4 Lilleelv

Lilleelv (vassdragsnr. 018.C23) er enda et større sidevassdrag til Vegårvassdraget (**figur 1.1, foto 2.4**). Det starter i Flottjerdalen i Froland kommune. Derfra renner det nord-østover, inn i Arendal kommune, ned til Øynesvann (95 moh.) og videre inn i Tvedestrand kommune. Fra Øynesvann renner det gjennom Bleikvann (85 moh.) og Heirevann (79 moh.). Derfra fortsetter elven ned til Storelva (i Vegårvassdraget) ved Nes Verk. Nedbørfeltet er 24,0 km², og middelvannføringen er på 20,1 l/s/km². Området som nedbørfeltet dekker består av 86,0 % skog, 8,4 % innsjøer, 3,7 % myr og 1,8 % dyrket mark (NEVINA 2019).

I Lilleelv har det blitt gjennomført enkelte vasskjemiske målinger ved utløpet av Heirevann (**figur 2.3**) mellom 1975 og 2004 (VANNMILJØ 2019). Disse undersøkelsene viser at elven hadde for lav pH i perioder, sammenlignet med vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling i Norge (Larsen 2017).

Fiskesamfunnet i Lilleelv består av ørret (Haraldstad mfl. 2014), og sannsynligvis laks og ål. I tillegg er det påvist karuss og suter i et par av vannene i vassdraget (Kleiven & Hesthagen 2012). Anadrom sone stopper muligens ved fossene nedenfor Heirevann (**figur 2.3**) (Haraldstad mfl. 2014).

Elveløpet i Lilleelv er sterkt modifisert på grunn av tømmerfløting, drift knyttet til Nes Verk og anlegging av golfbane (Haraldstad mfl. 2014).

3 Elvemusling

Perlefiske og tilstedeværelse av elvemusling har lenge vært kjent fra Vegårvassdraget. Muslingen var kjent både i selve Storelva, men også fra flere av sidevassdragene (se oversikter i Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998, Kleiven mfl. 2013, Magerøy & Larsen 2018).

3.1 Storelva

I Storelva finnes det observasjoner av elvemusling fra 1940-tallet (Lilleholt 1994), og muslingen ble observert fram til 1970-tallet (oppsummert i Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998, Kleiven mfl. 2013, Magerøy & Larsen 2018). Opprinnelig var elvemuslingen antakelig utbredt fra Hauglandsfossen, ovenfor Ubergsvann (**figur 1.1**), og helt ned til sjøen. Det ble antatt at muslingen forsvant på 1970-tallet og at den var utryddet fra elven (Kleiven mfl. 2013). I 2010 ble det gjenoppdaget elvemusling nær utløpet av Storelva i sjøen (F. Kroglund pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013, Larsen & Magerøy 2016b), og videre undersøkelser viste at det også fantes elvemusling opp mot Fosstveit (Kleiven mfl. 2013). Undersøkelser i 2016 viste at utbredelsesområdet strakk seg helt opp til Nes Verk (**figur 1.1 & 2.1**) (Larsen & Magerøy 2016b). Det er kjent at det ble satt ut elvemusling fra Håelva på Jæren mellom Ramlett og Lunde i Storelva (**figur 2.1**) i 1978 (A. Angelstad, E. Angelstad, S. Kvifte og A. Lunde pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013). Det er derfor mulig at den gjenoppdagede bestanden er et resultat av denne utsettingen, men det er også mulig at en stedegen bestand har overlevd i elven eller i ett av sidevassdragene.

3.2 Skjerka

Det er mulig at elvemusling kan ha spredd seg fra Storelva til Skjerka, da Skjerka løper ut i Storelva innenfor det nåværende utbredelsesområdet til muslingen. I Skjerka var elvemusling kjent på strekningen opp til Lifossen ovenfor Åsvannet (**figur 2.1**), men tidfestingen er usikker (O. Skjerkholt pers. med., videreformidlet av Lilleholt 1994). Dolmen & Kleiven (1997) har registrert bestanden som utdødd i sin nasjonale oversikt. Elven har ikke blitt undersøkt i senere tid.

3.3 Strengselva

Strengselva kan være et mulig opphav til elvemuslingbestanden som nå finnes i Storelva, da den geografiske avstanden mellom utløpet av Strengselva i Storelva og de nåværende utbredelsesområdet til muslingen i Storelva er relativt kort. I Strengselva er muslingen kjent så langt tilbake som på 1930-tallet (Anonym 1937, Olsen 2008, G. Dalen pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013). I tillegg er muslingen nevnt av andre kilder (Hindar mfl. 1992, Lilleholt 1994, Kaste mfl. 1995, K. Oland pers. med. og M. Oland pers. med., begge videreformidlet av Kleiven mfl. 2013), og den er med i Dolmen & Kleiven (1997) sin nasjonale oversikt over elvemuslingbestander. Muslingen skal ha forekommet på hele strekningen fra de øvre delene av elven (**figur 1.1**) (G. Dalen pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013) og ned til Storelva (Dolmen & Kleiven 1997). I følge K. Oland (pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013) forsvant muslingen på 1960-tallet på grunn av forsurening, mens M. Oland (pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013) mente at den forsvant etter utretting av elven (Anonym 1943; 1945) allerede på 1940-tallet. Siste kjente observasjon fra Strengselva er fra nedenfor Jorstadvannet (**figur 2.3**) i 2008, men disse muslingene kan være et resultat av utsetting (Ø. Solberg pers. med.). Siden har ikke elven blitt undersøkt.

3.4 Lilleelv

Lilleelv ved Nes Verk kan også være et mulig opphav til elvemuslingbestanden som nå finnes i Storelva, da den geografiske avstanden mellom utløpet av Lilleelv i Storelva og de nåværende utbredelsesområdet til muslingen i Storelva er svært kort. I Lilleelv fantes det musling fram til i 1977, da ekstrem tørke førte til stor dødelighet (J. Aall pers. med., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). Elven er med i Dolmen & Kleiven (1997) sin nasjonale oversikt over elvemuslingbestander, men angitt som utdødd. I sin oversikt over elvemuslingbestander i Aust-Agder viser Kleiven mfl. (2013) til at det ikke er noe som motstrider dette. Lilleelv ble sist undersøkt i 2001, uten funn av levende musling eller muslingskall (Bjørn Mejdell Larsen pers. obs.).

3.5 Andre sidevassdrag

I de andre sidevassdragene med historisk kjente bestander i Vegårvassdraget skal det ikke finnes elvemusling i dag (oppsummert i Kleiven mfl. 2013, Magerøy & Larsen 2018), selv om det ble funnet elvemusling så sent som ca. 1995 i Lilleelv ved Myra (J. Güttrup pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013). De ligger også geografisk langt unna det nåværende utbredelsesområdet til muslingen i Storelva, med unntak av Marndalsbekken og Båslandsbekken som er sidebekker til Lilleelv ved Nes Verk. For flere detaljer om de historiske elvemuslingdataene fra de andre sidevassdragene i Vegårvassdrag, se Kleiven mfl. (2013) og Magerøy & Larsen (2018).

4 Metode og materiale

4.1 Kartlegging av elvemusling

Feltarbeidet i Vegårvassdraget ble gjennomført 12.-14.09.2016 og 02.-05.07.2019. Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Undersøkelsene ble gjennomført etter forenklet overvåkingsmetodikk beskrevet for det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen 2017).

I Storelva ble det gjennomført tidsbegrensede tellinger («fritelling») ved 16 stasjoner (12 i 2016 og 4 i 2019) mellom sjøen og Ubergsvann (**figur 2.1, foto 2.1**). Det ble benyttet 30 eller 45 minutter søketid på hver stasjon, som ga oss et relativt begrep om tetthet (antall muslinger pr. minutt søketid). Unntaket var stasjon Stor15, der det bare var mulig å gjennomføre 15 minutter søketid i egnet elvemuslinghabitat. I tillegg ble det søkt etter muslinger oppstrøms og nedstrøms stasjonene i potensielt gode leveområder for elvemusling både i 2016 og 2019. Se **tabell 1 vedlegg 8.1** for flere detaljer om stasjonene i elven.

I Skjerka ble det gjennomført fritellinger ved en stasjon nederst i elven (**figur 2.1, foto 2.2**). Det ble søkt i 30 minutter, og søket dekket alt egnet habitat i nedre del av elven. Se **tabell 1 vedlegg 8.2** for flere detaljer om stasjonen i elven.

I Strengselva ble det gjennomført fritellinger ved åtte stasjoner mellom utløpet i Storelva og Jorstadvannet (**figur 2.3, foto 2.3**). Det ble benyttet mellom 30 og 45 minutter søketid på hver stasjon. Unntakene var stasjon Stre3 og Stre6, der det bare var mulig å gjennomføre 15 minutter søketid i egnet elvemuslinghabitat. Ved Stre8 ble det søkt ekstra nøye oppstrøms, innad og nedstrøms stasjonen etter fritelling var gjennomført for, om mulig, å gjenfinne muslingene som ble observert der i 2008 (lokalisering angitt av Jim Güttrup (Vann og Vassdragsspesialisten, pers. med.)). Se **tabell 1 vedlegg 8.3** for flere detaljer om stasjonene i elven.

I Lilleelv ble det gjennomført fritellinger ved fem stasjoner mellom utløpet i Storelva og Heirevann (**figur 2.3, foto 2.4**). Det ble benyttet mellom 15 og 45 minutter søketid på hver stasjon. Det ble også lett i nedre del av Marndalsbekken, uten at det ble opprettet en stasjon med fritelling. Se **tabell 1 vedlegg 8.4** for flere detaljer rundt stasjonene i elven.

Bestanden av elvemusling i Storelva ble estimert basert på tettheten fra fritellingene, omregnet fra individ pr. minutt til individ pr. m² etter Larsen (2017), og arealet av utbredelsesområdet. Arealet ble estimert basert på lengden på utbredelsesområdet og gjennomsnittlig bredde av elven basert på målinger av stasjonsbredde (målinger utført i NORGESKART 2019). I Lilleelv ble estimatet basert på det totale antallet muslinger funnet, da alt egnet habitat for elvemusling innenfor utbredelsesområdet i elven ble undersøkt gjennom fritellinger. Estimaten ble korrigert for andelen nedgravde muslinger basert på gjennomsnittet fra det nasjonale overvåkingsprogrammet (ca. 25 %) (Larsen 2017), da det ikke ble gjennomført gravestudier i Vegårvassdraget i 2016 eller 2019.

Med unntak av tre individer, ble alle synlige muslinger plukket opp og lengdemålt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm før de ble lagt tilbake i substratet. I tillegg ble to tomme (og hele) muslingskall fra Storelva plukket opp og lengdemålt på samme måten. Skallene ble også evaluert med henblikk på hvor lenge de hadde ligget i elvene, basert på metodikken beskrevet av Larsen & Karlsson (2016) (se også Larsen 2017). Se **vedlegg 8.5**, for detaljer om hvordan skall evalueres med henblikk på når muslingen døde.

Hos unge individer er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov mfl. 1994). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommersoner.

Aldersbestemmelse ble gjennomført på to muslinger fra Storelva (individene StorH_16_0468 fra stasjon Stor4 og StorH_16_0494 fra Stor8, **tabell 1a vedlegg 8.6, figur 2.1**) og to muslinger fra Lilleelv (individ Lill_19_008 og Lill_19_009 fra stasjon Lill2, **tabell 1b vedlegg 8.6, figur 2.3**). For individer som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (=årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm.

I 2016 ble et utvalg av muslinger også undersøkt med hensyn til graviditet (forekomst av muslinglarver i gjellene). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig, og inspisere gjellene i felt, før muslingen ble lagt tilbake i substratet. Dette ble ikke gjort i 2019, da undersøkelsene ble gjennomført for tidlig på året til at det var forventet å finne gravide muslinger.

4.2 DNA-analyser

Prøver til genetiske analyser ble tatt av levende muslinger i felt. Det ble totalt samlet inn prøver fra 44 individer. I 2016 ble det samlet inn prøver fra 30 individer til sammen mellom Fosstveit og Lundevann i Storelva, fordelt på 5, 10 og 15 individer fra henholdsvis stasjon Stor2, Stor3 og Stor4 (**figur 2.1**). Mellom Nes Verk og Fosstveit ble det samlet inn ytterligere fem individer, fordelt på ett, tre og ett individer fra henholdsvis stasjon Stor7, Stor8 og Stor12 (**figur 2.1**). I 2019 ble det samlet inn ni individer fra Lilleelv, fordelt på syv og to individer fra henholdsvis stasjon Lill1 og Lill2 (**figur 2.3**). Det ble tatt prøver ved å stryke på overflaten av de indre bløtdelene (fot og kappe) med en bomullspinne (Q-tip) (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2013) og overført til en bufferløsning for lagring. For oversikt over lengde og innsamlingslokalitet for muslingene som det ble tatt DNA-prøver fra, se **tabell 1a&b vedlegg 8.6**.

Som referanse til muslingene fra Vegårvassdraget ble det benyttet DNA-prøver fra 30 individer samlet inn fra Håelva i 2010 og 2011. Materialet ble hentet inn fra elven ved Grødeim (stasjon 11 og 12 i figur 2 hos Larsen & Berger (2010) i to omganger; 20. august 2010 (15 individer) og 21. august 2011 (15 individer).

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

Karlsson mfl. (2016) beskriver utviklingen av et nytt mikrosatellitt assay, der man beholdt seks av de åtte opprinnelige markørene. De to upålitelige markørene ble tatt ut fra protokollen og erstattet med så mange nye som mulig. Nye markører ble inkludert fra primer-sekvenser fra Geist mfl. (2003) og Garlie (2010) fordelt i to ulike PCR multiplexer. I denne analysen ble alle muslingene både fra Storelva, Lilleelv og Håelva undersøkt med hensyn til det nye markørsettet på 15 mikrosatellitter.

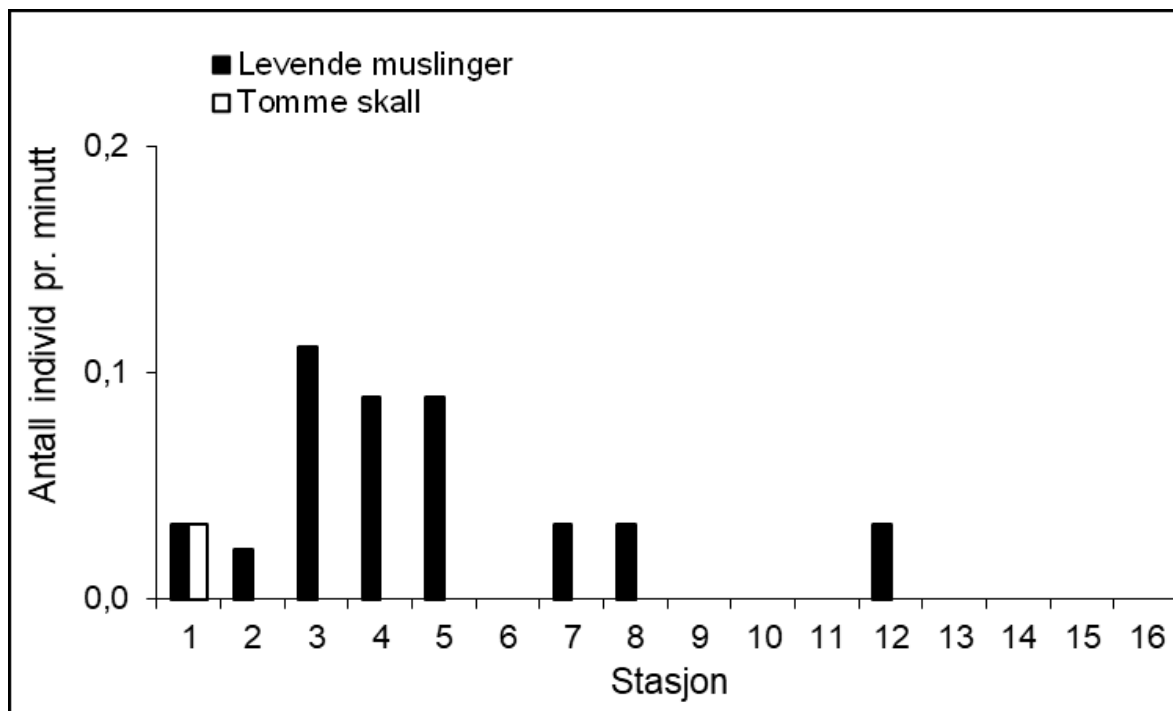
Det er tidligere vist at elvemuslingbestander kan karakteriseres som «laksemusling» eller «ørretmusling» utfra at bestander som infiserer den ene eller den andre arten er genetisk forskjellige (Larsen mfl. 2011, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2013; 2014). Kort oppsummert så oppviser laksemuslingbestander en generelt høyere genetisk variasjon enn ørretmuslingbestander, og genetiske differanser (F_{ST} eller Nei's genetiske distanse; Nei 1972) mellom laksemusling- og ørretmuslingbestander grupperer seg i to atskilte genetiske grupper (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014). For genetisk klassifisering av muslinger fra Storelva og Lilleelv ble disse sammenliknet med et tidligere beskrevet datasett med 33 forskjellige lokaliteter av elvemusling (Karlsson & Larsen 2013). For oversikt over disse 33 lokalitetene, se **tabell 1 vedlegg 8.7**.

Genetisk variasjon i form av forventet heterozygositet og allelrikdom (antall forskjellige alleler uavhengig av antall prøver) pr. bestand ble beregnet ved hjelp av R-pakken *diveRsity* (Keenan

mfl. 2013). Genetisk differensiering F_{ST} mellom de undersøkte bestandene og referansebestandene ble beregnet i GenAlEx (Peakall & Smouse 2012) og visualisert i et prinsipalkoordinatanalyse-plot (PCoA plot). Individuell genetisk tilordning av alle undersøkte muslinger til referansebestandene ble gjort i GeneClass med bayesiansk metode (Piry mfl. 2004). Deretter ble den samlede relative sannsynligheten for tilordning til referansebestandene av lakse- og ørretmusling beregnet.

For å undersøke om muslingene i Storelva og Lilleelv tilhører den samme eller forskjellige bestander og om muslingene har opphav fra utsettinger av muslinger fra Håelva, ble alle individer genetisk gruppert i to eller flere antatte bestander i STRUCTURE (Pritchard mfl. 2000). Til det samme formålet ble individuell genetisk variasjon (individuell heterozygositet) beregnet i GenAlEx (Peakall & Smouse 2012) og sammenliknet mellom individene i Storelva og Lilleelv. I begge disse analysene ble også muslinger fra Håelva inkludert.

5 Resultater



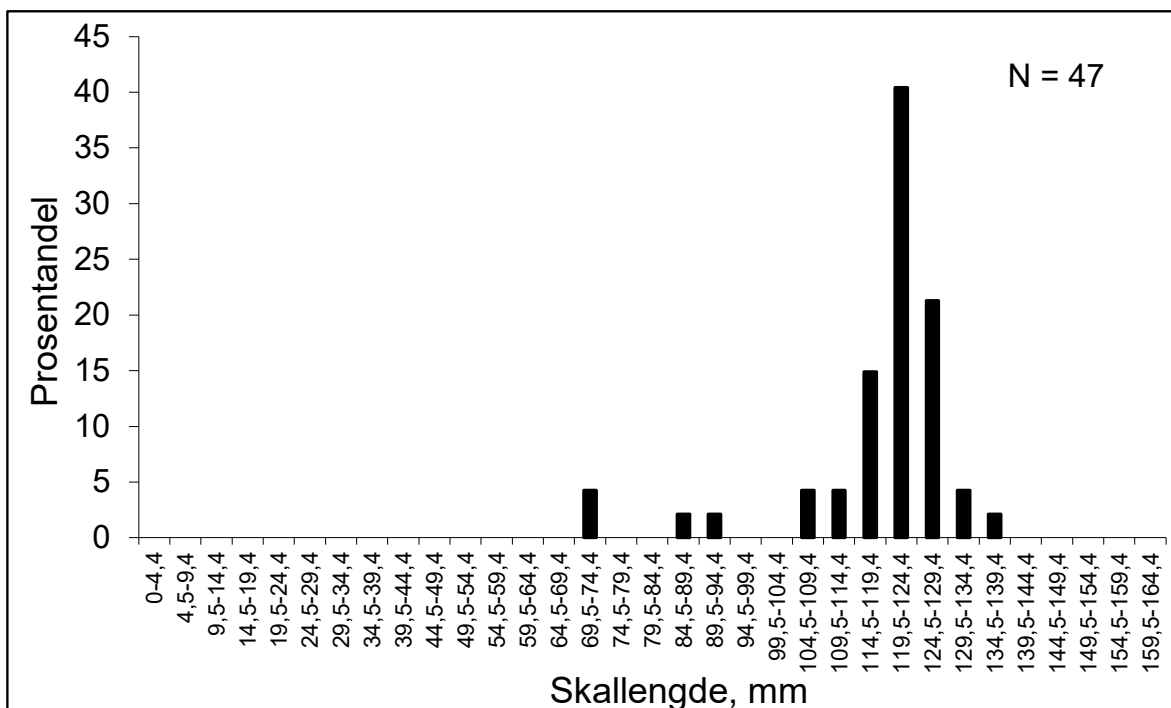
Figur 5.1. Relativ tetthet av levende elvemusling i Storelva basert på tidsbegrensede tellinger (fritellinger; oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 2016 og 2019. I teksten nevnes stasjonene i Storelva som Stor1-16, for å hindre forveksling med stasjonene i sidevassdragene. Figuren er modifisert fra en upublisert NINA Rapport (Larsen & Magerøy 2016b). I den opprinnelige rapporten er den figur 4.

5.1 Kartlegging av elvemusling

Storelva

Det ble påvist 49 levende elvemusling i Storelva i 2016, mens det ikke ble funnet musling i 2019. Bare 18 av muslingene ble funnet under fritellingene, mens de resterende muslingene ble funnet ved søk i spesielt egnet habitat opp- og nedstrøms telleområdene. Totalt ble det undersøkt 16 stasjoner i løpet av 2016 og 2019 (**figur 2.1**), og det ble funnet elvemusling ved åtte av disse. Tettheten var lav på alle stasjonene (**figur 5.1**), men flest muslinger ble observert på stasjon Stor3-5 mellom Sandvad og Angelstad. En relativ tetthet på 0,1 individ pr. minutt betyr at man må søke i om lag 10 minutter for å finne én musling. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 0,11 individ pr. minutt søketid med et gjennomsnitt på 0,03 individ pr. minutt (**tabell 1 vedlegg 8.1**). Innenfor utbredelsesområdet til muslingen (stasjon Stor1-12) var tettheten 0,04 individ pr. minutt, mens innenfor det som må regnes som det kontinuerlige utbredelsesområdet (stasjon Stor1-8) var tettheten på 0,05 individ pr. minutt. Muslingene ble hovedsakelig påvist enkeltvis, men stedvis i noe større antall mellom Lundevann og Fosstveit. I dette området ble 44 av muslingene observert (0,07 individ pr. minutt).

Bestandsestimatet for elvemusling i Storelva er ca. 2.500 individ. Dette er basert på en gjennomsnittlig tetthet på 0,04 individ pr. minutt innenfor utbredelsesområdet (stasjon Stor1-12), som tilsvarer 0,01 individer pr. m², og et areal av elven innenfor utbredelsesområdet på ca. 200.000 m² (utbredelsesområdet var ca. 8200 m langt og i gjennomsnitt ca. 24 m bredt). Så ble bestands-



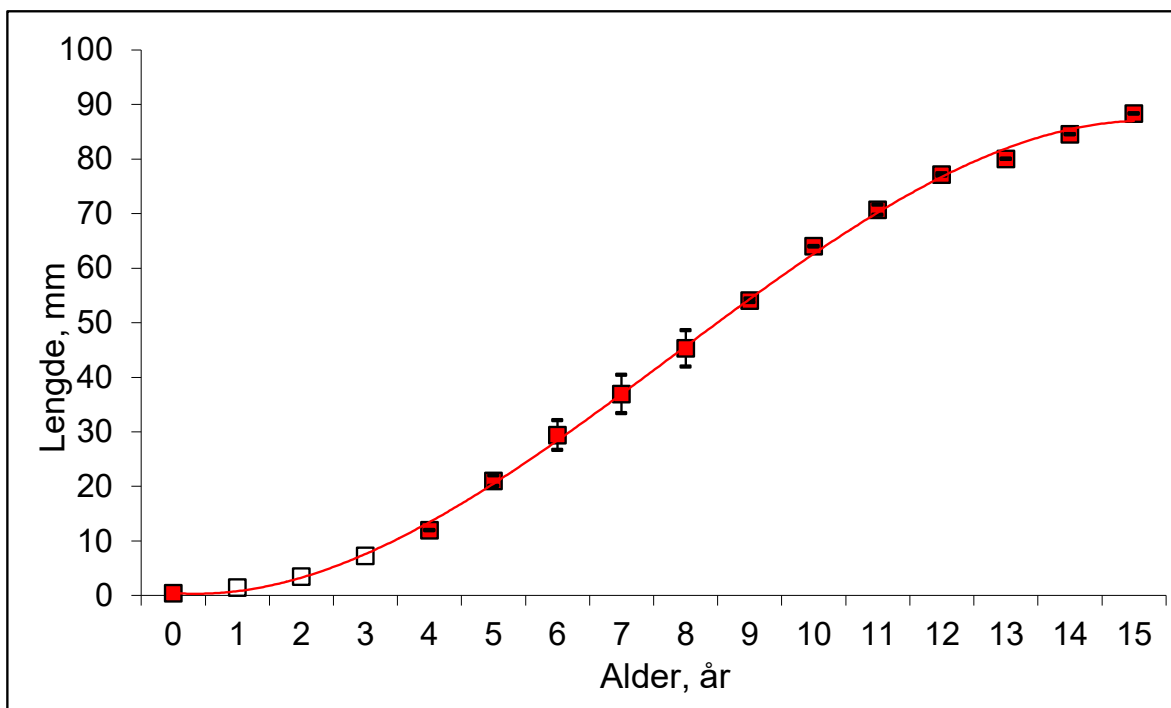
Figur 5.2. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Storelva i 2016. Ingen muslinger ble funnet i ved de fire stasjonene som ble undersøkt i 2019. Figuren er hentet fra en upublisert NINA Rapport (Larsen & Magerøy 2016b). I den opprinnelige rapporten er den figur 5.

estimatet korrigeret for gjennomsnittlige andel nedgravd musling i det nasjonale overvåkingsprogrammet (ca. 25 %) (Larsen 2017), siden det ikke ble gjennomført gravestudier i Storelva.

Bare to tomme skall (døde muslinger; 85 og 90 mm lange) og én skallrest ble funnet i Storelva i 2016. Dette tilsvarte riktignok 5,8 % av alle muslinger til sammen som ble påvist, men de tomme skallene hadde ligget fra noen år til svært lenge i elven. De hadde et litt annet utseende (svakere tilvekst) og virket eldre enn de muslingene som ble funnet levende.

Skallengden varierte fra 72 til 135 mm hos levende elvemusling i Storelva i 2016 (**figur 5.2**). Minste musling ble observert uten å grave i substratet, men det var generelt få små muslinger mindre enn 100 mm. Majoriteten av muslinger var mellom 115 og 130 mm, og gjennomsnittslengden var 118 mm (N = 47; SD = 13).

Basert på to levende muslinger (90 og 111 mm lange, henholdsvis individene StorH_16_0468 og StorH_16_0494, **tabell 1a vedlegg 8.6**) er det forsøkt å sette opp en vekstkurve for elvemusling i Storelva basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter opp til 15 års alder (**figur 5.3**). Den innerste delen av skallet (ved umbo) blir imidlertid tidlig erodert slik at de første vintersone som dannes forsvinner. Lengden av første synlige vintersone hos de to muslingene var 12 og 20 mm. Basert på vekstkurver fra Ogna i Rogaland (Larsen mfl. 2012) og observert veksthastighet ble det lagt til henholdsvis tre og fire år til det antall år som ble observert på skallet. Resultatet er antatt å ligge innenfor en usikkerhet på ± 1 år. Årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble 12 år var 5-10 mm, men veksten avtok fra 10 års alder (**figur 5.3**). Gjennomsnittlig lengde ved fem års alder var 21 mm (**figur 5.3**). Når muslingene var 10 år var de 64 mm lange i gjennomsnitt. Minste musling påvist i Storelva var 71,5 mm, og anslagsvis 11 (minimum 10) år gammel. Den ene av de aldersbestemte muslingene var 88 mm lang når den var 15 år gammel, men veksten til denne stagnerte noe raskere enn forventet. Basert på disse funnene var ingen muslinger 10 år gamle eller yngre og bare 6 % 15 år gamle eller yngre i 2016.



Figur 5.3. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Storelva fram til 15 års alder (N=2). Figuren viser gjennomsnittlig, maksimum og minimum lengde for hver alder, i tillegg til estimert vekstkurve. Lengder ved 1-3 års alder er hentet fra data fra Ognå i Rogaland (Larsen mfl. 2012). Figuren er modifisert fra en upublisert NINA Rapport (Larsen & Magerøy 2016b). I den opprinnelige rapporten er den figur 6.

Gravide muslinger ble påvist i Storelva i september 2016, men muslingene var fortsatt i en tidlig fase i reproduksjonen. Egg eller tidlige larvestadier ble observert bare hos fire muslinger fordelt på to av stasjonene i nedre del av Storelva. Dette utgjorde i gjennomsnitt 11,4 % av de undersøkte muslingene (N = 34). Graviditet ble ikke undersøkt i 2019, da undersøkelsene fra 2016 tydet på at undersøkelsestidspunktet i 2019 var for tidlig på året til å forvente å finne gravide muslinger i Storelva.

Skjerka

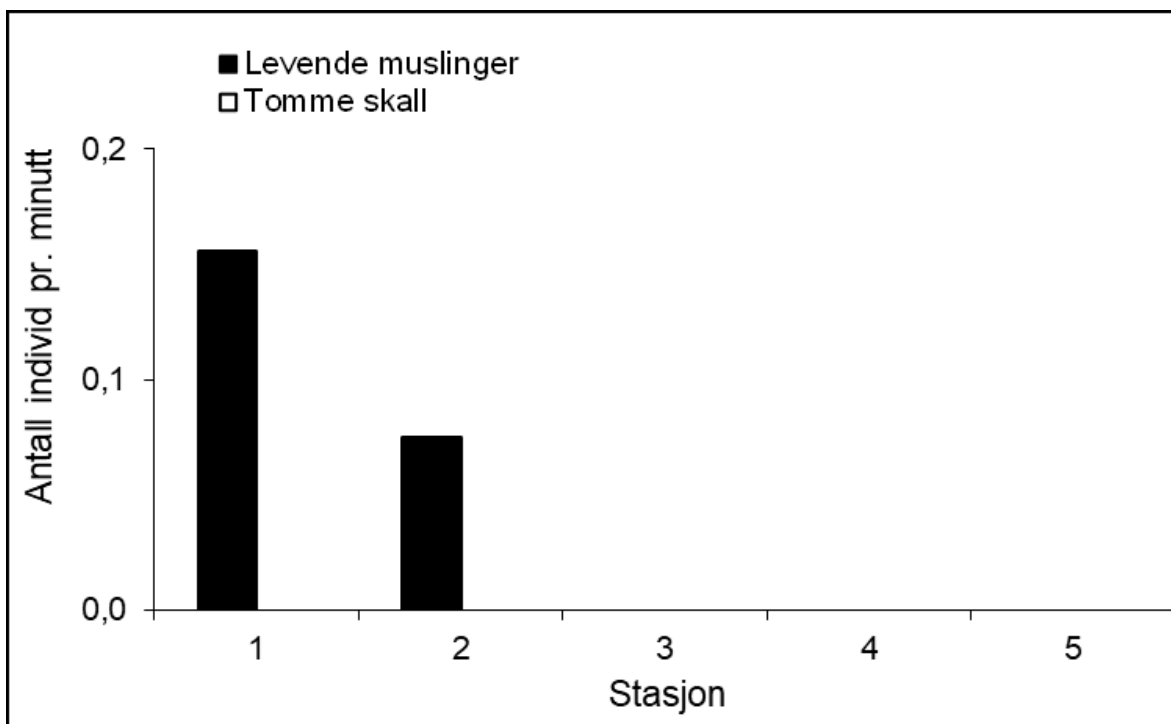
Det ble ikke påvist elvemusling i Skjerka i 2019. Se **tabell 1 vedlegg 8.2** for detaljer om lokaliteten og søketid.

Strengselva

Det ble ikke påvist elvemusling i Strengselva i 2019. Dette inkluderer lokaliteten der det ble observert elvemusling i 2008 (lokalisering angitt av Jim Güttrup, Vann og Vassdragsspesialisten, pers. med.), selv om det ble lett svært grundig ved denne lokaliteten. Se **tabell 1 vedlegg 8.3** for detaljer om lokalitetene og søketid.

Lilleelv

Det ble påvist 10 levende elvemusling i forbindelse med søk på fem stasjoner i Lilleelv i 2019, men det ble ikke påvist musling i nedre del av Marndalsbekken. Det ble funnet elvemusling på de to nederste stasjonene i Lilleelv (stasjon Lill1 og Lill2). Tettheten var lav på begge stasjonene



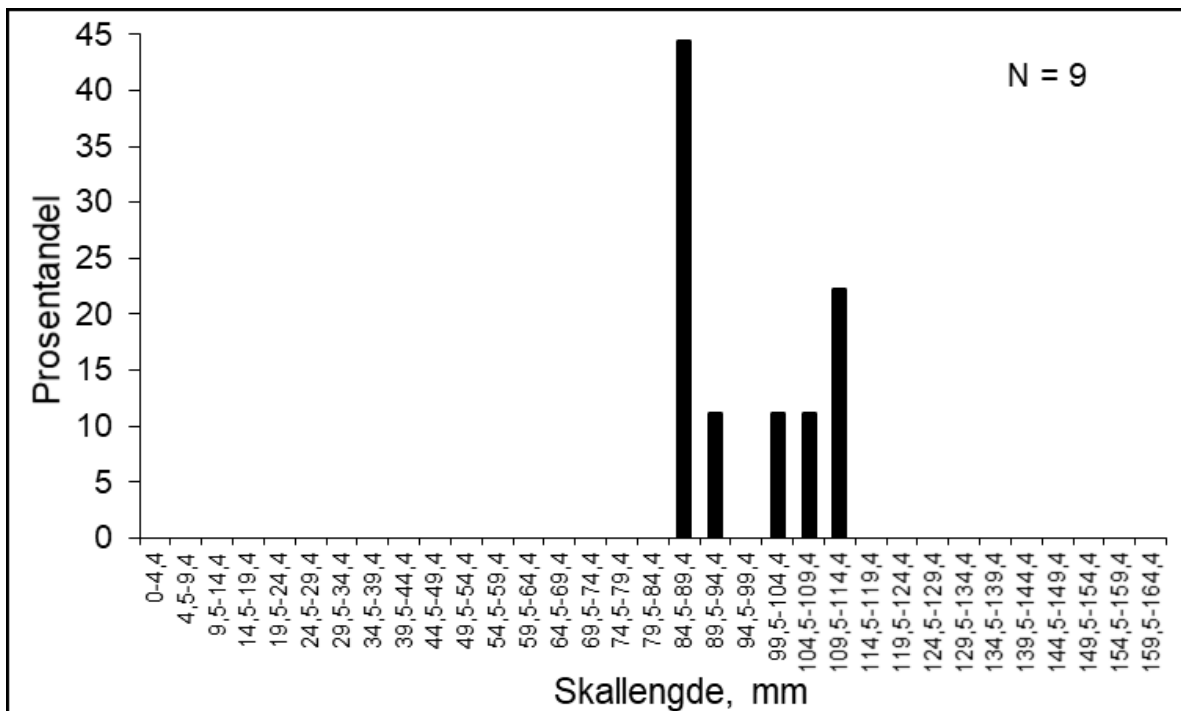
Figur 5.4. Relativ tetthet av levende elvemusling i Lilleelv basert på tidsbegrensede tellinger (fritellinger; oppgitt som antall muslinger pr. minutt) i 2019. I teksten nevnes stasjonene i Lilleelv som Lill1-5, for å hindre forveksling med stasjonene i Storelva og de andre sidevassdragene.

(figur 5.4). En relativ tetthet på 0,1 individ pr. minutt betyr at man må søke i om lag 10 minutter for å finne én musling. Antall elvemusling varierte mellom 0 og 0,16 individ pr. minutt søketid med et gjennomsnitt på 0,06 individ pr. minutt (**tabell 1 vedlegg 8.4**).

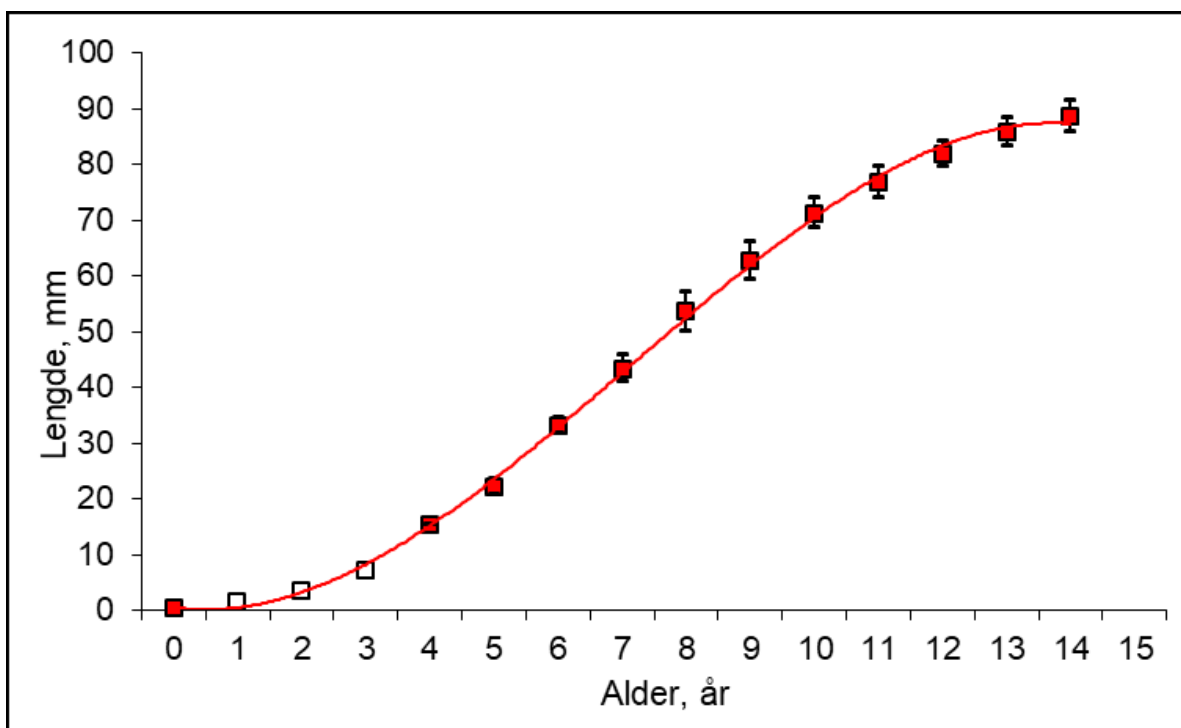
Skallengden varierte fra 85 til 111 mm hos levende elvemusling i Lilleelv i 2019 (**figur 5.5**). Minste musling ble observert uten å grave i substratet, men over halvparten av de målte muslingene var under 100 mm. Ingen tomme skall ble funnet.

Bestandsestimatet for elvemusling i Lilleelv er et par titalls individer. Alt egnet habitat innenfor utbredelsesområdet ble undersøkt, og bare 10 individer ble funnet. Det er sannsynlig at vi ikke har oppdaget alle individene som stod innenfor det undersøkte området. I tillegg kan elvemusling stå i hulrom langs bekkekanten (Magerøy & Larsen 2017) eller nedgravd i substratet (Larsen 1997; 2017; 2018), og kan dermed være svært vanskelige å finne. Dermed er det sannsynlig at bestanden er større enn de 10 individene vi fant, men den er uansett ikke stor.

Basert på to levende muslinger (89 og 94 mm lange, henholdsvis individ Lill_19_008 og Lill_19_009, **tabell 1b vedlegg 8.5**) er det forsøkt å sette opp en vekstkurve for elvemusling i Lilleelv basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter opp til 14 års alder (**figur 5.6**). Den innerste delen av skallet (ved umbo) blir imidlertid tidlig erodert slik at de første vintersonene som dannes forsvinner. Lengden av første synlige vintersone hos de to muslingene var henholdsvis 21 og 15 mm. Basert på vekstkurver fra Ognå i Rogaland (Larsen mfl. 2012) og observert veksthastighet ble det lagt til henholdsvis fire og tre år til det antall år som ble observert på skallet. Resultatet er antatt å ligge innenfor en usikkerhet på ± 1 år. Årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble 12 år var 5-10 mm, men den årlige tilveksten avtok fra åtte års alder (**figur 5.6**). Gjennomsnittlig lengde ved fem års alder var 22 mm (**figur 5.6**). Når muslingene var 10 år var de 71 mm lange i gjennomsnitt. Minste musling påvist i Lilleelv var 85 mm og anslagsvis 13 (minimum 12) år gammel. Gjennomsnittlig lengde for 14 år gamle muslinger var 89 mm. Stipulert lengde ved 15 års alder er 91 mm. Basert på disse funnene var ingen muslinger 10 år gamle

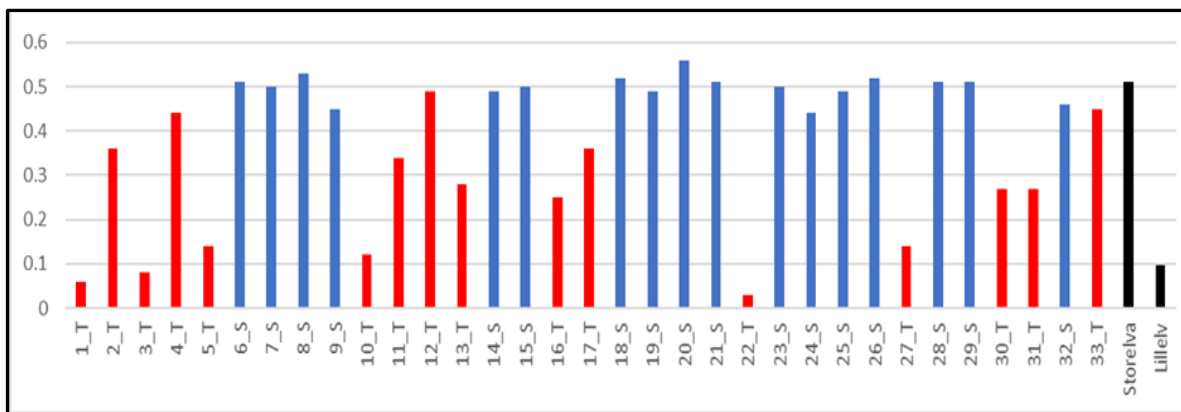


Figur 5.5. Lengdefordeling av levende elvemusling fra Lilleelv i 2019.

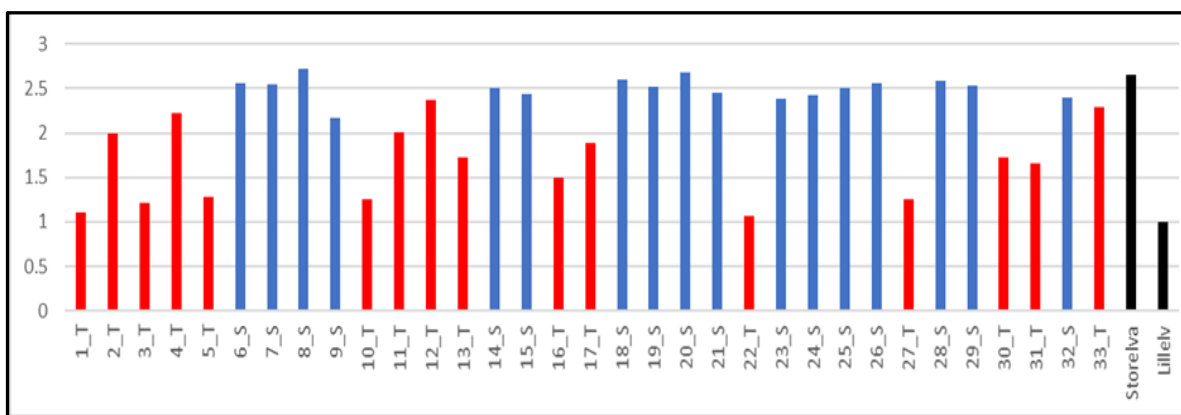


Figur 5.6. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Lilleelv fram til 14 års alder (N=2). Figuren viser gjennomsnittlig, maksimum og minimum lengde for hver alder, i tillegg til estimert vekstkurve. Lengder ved 1-3 års alder er hentet fra data fra Oгна i Rogaland (Larsen mfl. 2012).

eller yngre, men 44 % av muslingene (fire av ni muslinger som ble lengdemålt) var 15 år gamle eller yngre i Lilleelv i 2019.



Figur 5.7. Gjennomsnittlig forventet heterozygositet estimert fra seks mikrosatellittmarkører i 17 laksemusling (blå) og 16 ørretmusling (rød) referansebestander. De svarte stolpene viser gjennomsnittlig forventet heterozygositet i Storelva og Lilleelv i Vegårvassdraget. For både Storelva og Lilleelv er forventet heterozygositet basert på alle individene funnet i de respektive elvene. Se **tabell 1 vedlegg 8.7** for identiteten til referansebestandene.

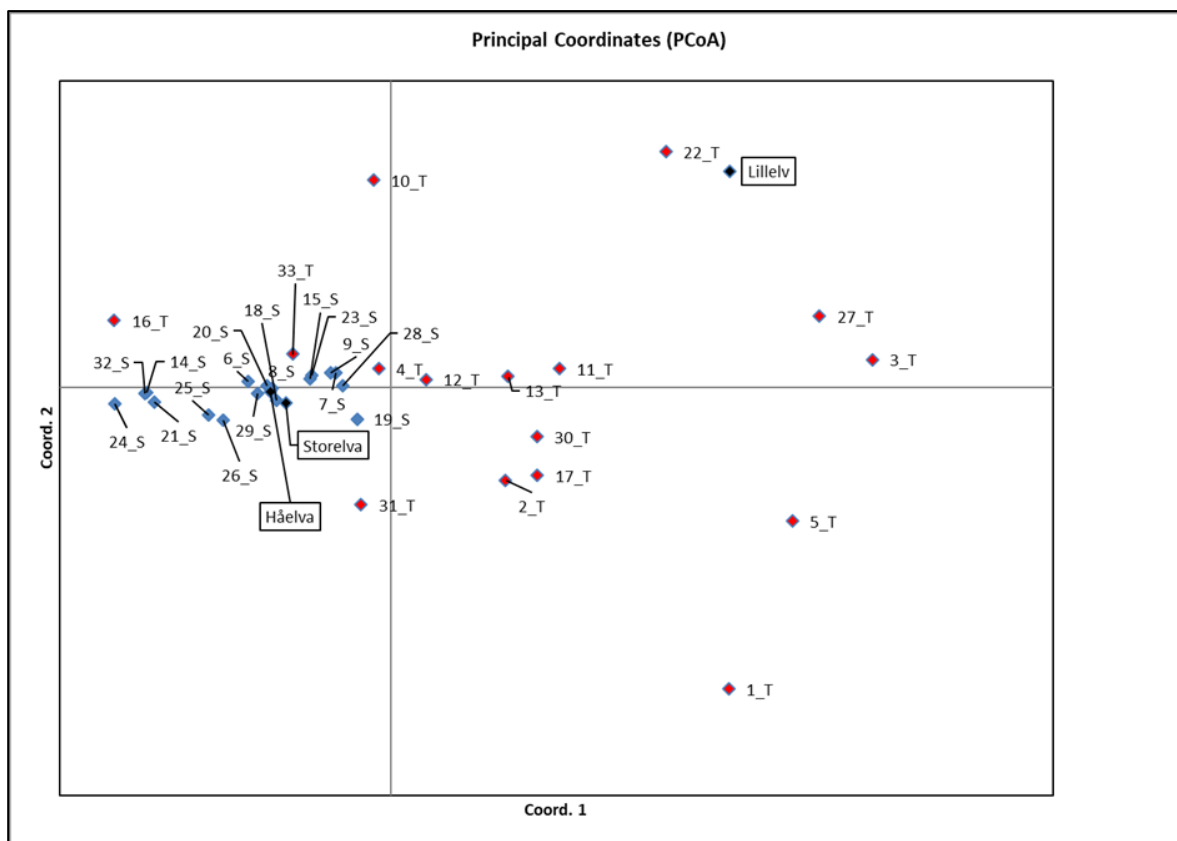


Figur 5.8. Gjennomsnittlig allelrikdom estimert fra seks mikrosatellittmarkører i 17 laksemusling (blå) og 16 ørretmusling (rød) referansebestander. De svarte stolpene viser gjennomsnittlig allelrikdom i Storelva og Lilleelv i Vegårvassdraget. For både Storelva og Lilleelv er allelrikdom basert på alle individene funnet i de respektive elvene. Se **tabell 1 vedlegg 8.7** for identiteten til referansebestandene.

5.2 DNA-analyser

Det ble genotypet 35 individer fra Storelva og ni individer fra Lilleelv (**tabell 1a&b vedlegg 8.6**). Disse individene ble genotypet for 15 mikrosatellittmarkører. Individene fra Storelva ble suksessfullt genotypet for alle markører, mens individene fra Lilleelv ble suksessfullt genotypet for 14 av 15 markører. Totalt 33 referansebestander av lakse- og ørretmusling (**tabell 1 vedlegg 8.7**, Karlsson & Larsen 2013) har tidligere blitt genotypet for seks av de 15 mikrosatellittmarkørene, og disse ble brukt for å undersøke genetisk likhet av individer fra Vegårvassdraget med lakse- og ørretmuslingbestander. Den genetiske variasjonen (gjennomsnittlig forventet heterozygositet og allelrikdom) var høy i Storelvabestanden, noe som vanligvis er tilfelle i laksemuslingbestander (**figur 5.7 & 5.8**). Den genetiske variasjonen var derimot lav i Lilleelvbestanden, noe som vanligvis er tilfelle i ørretmuslingbestander (**figur 5.7 & 5.8**). I disse analysene ble alle individer funnet i de to elvene, inkludert for den elven de ble funnet i (se informasjon om avvikende muslinger, nedenfor).

Genetisk differensiering (F_{ST}) mellom referansebestandene, Storelva og Lilleelv ble benyttet for å undersøke genetisk likhet med lakse- og ørretmuslingbestander. Bestanden fra Hælvå ble

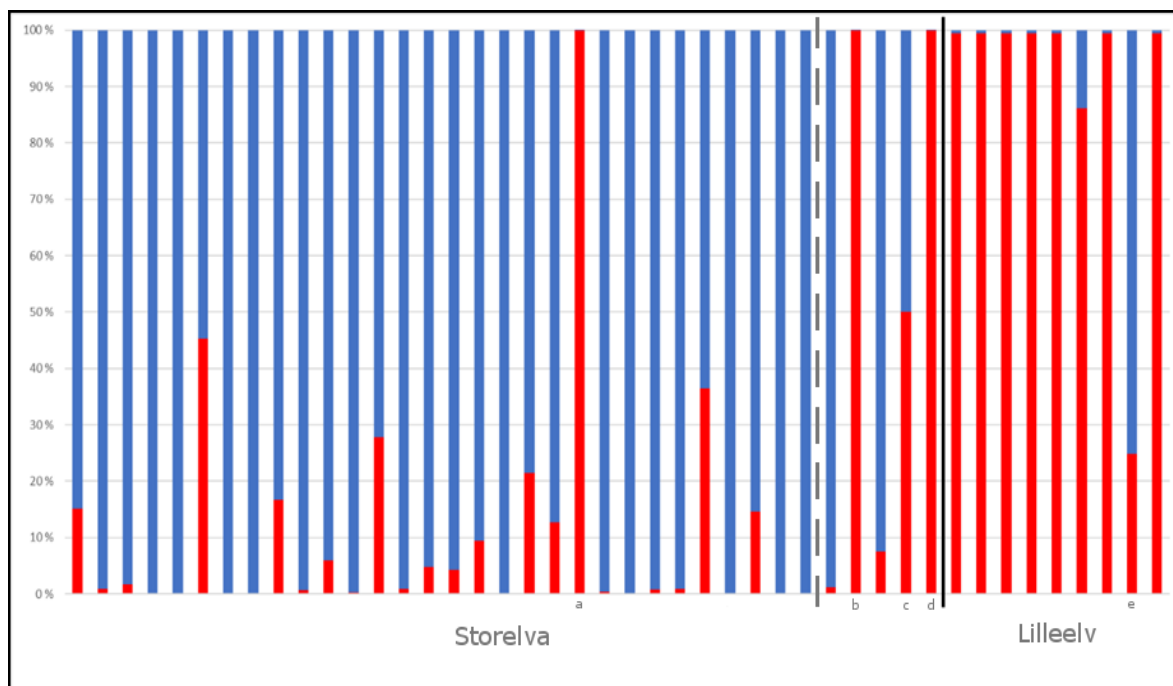


Figur 5.9. Prinsipalkomponentanalyse (PCA) basert på F_{ST} (genetisk differensiering) mellom 17 referansebestander av laksemusling (blå) og 16 referansebestander av ørretmusling (rød), de to bestandene i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv) og bestanden i Håelva (svart). For både Storelva og Lilleelv er de genetiske grunnlagsdataene basert på alle individene funnet i de respektive elvene. Se **tabell 1 vedlegg 8.7** for identiteten til referansebestandene. Figuren er laget i GenAlEx 6.5 (Peakall & Smouse 2012).

også tatt med i denne analysen. Genetisk differensiering er visualisert i **figur 5.9**. Figuren viser at de 17 laksemuslingbestandene danner en egen gruppe og at de fleste ørretmuslingbestandene ligger klart utenfor denne gruppen. Bestanden fra Storelva ble tydelig plassert blant laksemuslingbestandene, mens bestanden fra Lilleelv ble plassert langt fra laksemuslingbestandene og relativt nært noen av ørretmuslingbestandene. Bestandene fra både Håelva og Storelva ble plassert i laksemuslinggruppen, og det var ikke signifikant genetisk differensiering mellom dem ($F_{ST} = 0.003$; $P = 0,13$). Etter ekskludering av tre avvikende muslinger i Storelva (som ble tilordnet ørretmusling og bestanden i Lilleelv, se nedenfor) fant vi ingen genetisk differensiering mellom bestandene i Håelva og Storelva ($F_{ST} = 0.000$; $P = 0,27$).

Genetisk likhet med lakse- og ørretmuslingbestander ble videre undersøkt ved bruk av individuell genetisk tilordning til referansebestandene i GeneClass. Hvert individ ble genetisk tilordnet til de 33 referansebestandene, og deretter ble den samlede relative sannsynligheten for tilordning til lakse- og ørretmuslingbestander bestemt. Alle unntatt fire muslinger fra Storelva ble med mye høyere sannsynlighet tilordnet laksemuslinger enn ørretmuslinger (**figur 5.10**). Alle unntatt én musling fra Lilleelv ble med mye høyere sannsynlighet tilordnet ørretmuslinger enn laksemuslinger (**figur 5.10**). For detaljer knyttet til de individuelle muslingene, se **tabell 1a&b vedlegg 8.6**.

For å undersøke om muslingene fra Storelva og Lilleelv tilhører ulike bestander og om muslingene fra Storelva tilhører genetisk den samme bestanden som muslinger fra Håelva, ble individene gruppert i to antatte bestander ved hjelp av STRUCTURE. Resultatene var tydelige og

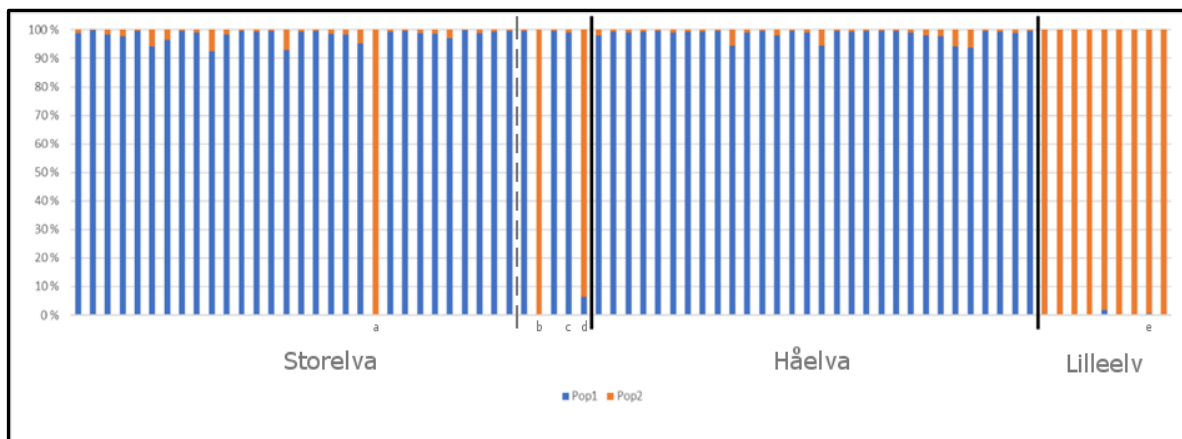


Figur 5.10. Individuell genetisk tilordning av 35 elvemusling fra Storelva og ni elvemusling fra Lilleelv i Vegårvassdraget. Figuren viser den samlede relative sannsynligheten for tilordning til 17 referansebestander av laksemusling (blå) og 16 referansebestander av ørretmusling (rød). Individene StoH_16_0483, StoH_16_0494, StoH_16_0496, StoH_16_0497 og Lill_19_008 er markert med henholdsvis a-e. Den stiplede linjen markerer skillet mellom muslinger funnet nedenfor og ovenfor Fossstveit i Storelva. Den heltrukne linjen markerer skillet mellom Storelva og Lilleelv.

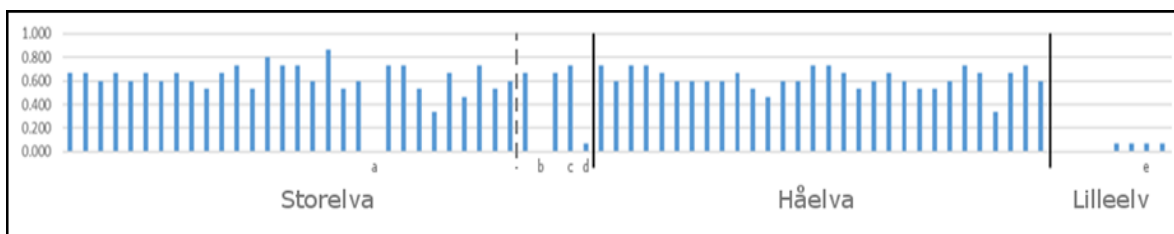
viste at muslingene fra Storelva og Lilleelv ble gruppert i forskjellige antatte bestander, mens muslingene fra Storelva ble gruppert i den samme antatte bestanden som muslingene fra Håelva (**figur 5.11**). Unntaket var tre muslinger fra Storelva som ble gruppert sammen med muslingene fra Lilleelv. Grupperingen av individene i tre antatte bestander resulterte i den samme gruppering som med to antatte bestander (resultater ikke vist). For detaljer knyttet til de individuelle muslingene fra Storelva og Lilleelv, se **tabell 1a&b vedlegg 8.6**.

Den genetiske likheten mellom elvemusling i Storelva og Håelva og ulikheten til elvemusling i Lilleelv, viste seg også i individuell genetisk variasjon (individuell heterozygositet). Muslinger fra Storelva og Håelva hadde høy individuell heterozygositet, med unntak av tre muslinger fra Storelva. Muslinger fra Lilleelv hadde veldig lav individuell heterozygositet (**figur 5.12**). For detaljer knyttet til de individuelle muslingene fra Storelva og Lilleelv, se **tabell 1a&b vedlegg 8.6**.

Fem individer fra Storelva ble innsamlet ovenfor Fossstveit, mens de resterende 30 individene ble innsamlet nedenfor Fossstveit. Ett individ (StoH_16_0483) nedenfor og to individer (StoH_16_0494 og StoH_16_0497) ovenfor Fossstveit skilte seg ut fra de andre Storelva-muslingene. Disse individene hadde en høy relativ sannsynlighet for tilordning til ørretmuslingbestander (**figur 5.10**), en tydelig tilordning til den samme antatte bestanden som Lilleelvmuslingene (**figur 5.11**) og en lav individuell heterozygositet (**figur 5.12**). I tillegg hadde ett individ (StoH_16_0496) ovenfor Fossstveit like høy sannsynlighet for tilordning til lakse- og ørretmuslingbestander (**figur 5.10**), men ellers sammenfalt den med Storelva-muslingene (**figur 5.11 & 5.12**). I Lilleelv hadde ett individ (Lill_19_008) en høy relativ sannsynlighet for tilordning til laksemuslingbestander (**figur 5.10**), men ellers sammenfalt den med Lilleelvmuslingene (**figur 5.11 & 5.12**). For detaljer knyttet til de individuelle muslingene fra Storelva og Lilleelv, se **tabell 1a&b vedlegg 8.6**.



Figur 5.11. Genetisk gruppering av elvemusling fra Storelva (35 individer) og Lilleelv (ni individer) i Vegårvassdraget, og fra Håelva (30 individer) til to antatte bestander ved bruk av STRUCTURE. Individene StoH_16_0483, StoH_16_0494, StoH_16_0496, StoH_16_0497 og Lill_19_008 er markert med henholdsvis a-e. Den stiplede linjen markerer skillet mellom muslinger funnet nedenfor og ovenfor Fosstveit i Storelva. De heltrukne linjene markerer skillet mellom de tre vassdragene (Storelva, Håelva og Lilleelv).



Figur 5.12. Individuell heterozygositet estimert fra 15 mikrosatellittmarkører i 35 elvemusling fra Storelva og 9 elvemusling fra Lilleelv i Vegårvassdraget, og i 30 elvemusling fra Håelva. Individene StoH_16_0483, StoH_16_0494, StoH_16_0496, StoH_16_0497 og Lill_19_008 er markert med henholdsvis a-e. Den stiplede linjen markerer skillet mellom muslinger funnet nedenfor og ovenfor Fosstveit i Storelva. De heltrukne linjene markerer skillet mellom de tre vassdragene (Storelva, Håelva og Lilleelv).

6 Oppsummering og diskusjon

Undersøkelsene i Vegårvassdraget viser at det finnes elvemusling både i Storelva, nedenfor Nes Verk, og i Lilleelv, ved Nes Verk. Det ble ikke funnet elvemusling hverken i Skjerka eller Strengselva. DNA-analysene viser at det finnes to forskjellige bestander i vassdraget, der den ene er en introdusert laksemusling og den andre er en stedegen ørretmusling. I delkapitlene nedfor gis det en oppsummering av funnene med henblikk på de to bestandene i vassdraget, opphavet til disse, statusen til elvemuslingen, forholdet mellom lakse- og ørretmuslingen, og aktuelle tiltak for å forbedre tilstanden for muslingen og fremtidige undersøkelser.

6.1 Laksemusling

I Storelva ble det funnet elvemusling fra Lundevann (Stor1) til Nes Verk (Stor12) og i Lilleelv ble det funnet elvemusling i nedre del av elven (Lill1 og Lill2). DNA-undersøkelsene tyder på at bestanden av laksemusling er utbredt, først og fremst, fra Lundevann til et stykke ovenfor Fosstveit (Stor8). Dette utgjør et utbredelsesområde på ca. 6 km. At utbredelsesområdet til elvemusling strakk seg forbi Fosstveit var ikke kjent før undersøkelsene i 2016. I tillegg ble en av muslingene som ble funnet i Lilleelv tilordnet laksemusling, men den ble gruppert med Lilleelvmuslingene når bestandene ble gruppert i to tenkte bestander og dens individuelle heterozygositet var svært lav, noe som kjennetegner ørretmusling. Dermed er det litt usikkert om dette er en lakse- eller en ørretmusling, men det er mulig at laksemuslingen er utbredt helt opp til nedre deler av Lilleelv. Hvis laksemuslingen er utbredt helt opp hit, utgjør det et utbredelsesområde på ca. 8,5 km.

Den gjennomsnittlige tettheten av elvemusling var 0,03 individ pr. minutt i Storelva. I den delen av elven der det ble funnet laksemusling (Stor1-8) var den 0,05 individ pr. minutt, men noen av disse individene var ørretmuslinger. Tettheten var høyest nedenfor Fosstveit (Stor1-5) med 0,07 individ pr. minutt. Uansett er dette svært lave tettheter sammenlignet med det som normalt sett har blitt observert i elvemuslingbestander i Norge (Larsen & Magerøy 2019a). Undersøkelsene som ble gjennomført i Storelva av Kleiven mfl. (2013) var ikke kvantitative, og det lar seg derfor ikke gjøre å sammenligne våre funn med resultatene fra 2010.

Tomme skall utgjorde hele 5,8 % av det totale antallet muslinger som ble funnet i Storelva. Dette er høyere enn de fleste bestandene som har blitt undersøkt i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen 2017, Larsen & Magerøy 2019b), men de fleste skallene hadde ligget svært lenge i elven (basert på metodikk beskrevet av Larsen & Karlsson 2016, se også Larsen 2017). Den noe høye andelen tomme skall tyder derfor sannsynligvis ikke på at det har vært en overdødelighet i bestanden.

Den minste muslingen som ble funnet i Storelva var 72 mm lang, og majoriteten av muslinger var mellom 115 og 130 mm lange. Vekstkurven fra elven tyder på at den minste muslingen var 11 år gammel, og at bare 6 % av muslingene var 15 år gamle eller yngre i 2016. DNA-analysene viser at en av muslingene som var 15 år gammel eller yngre var en ørretmusling. Hvis man korregerer for dette og andelen ørretmuslinger i Storelva (ca. 6 %), tilsier det at bare 4 % av laksemuslingene var 15 år gamle eller yngre. DNA-analysene viser også at vekstkurven baserer seg på en laksemusling og en ørretmusling. Siden ørretmusling har blitt vist å vokse saktere enn laksemusling (Larsen mfl. 2002b, Dunca & Larsen 2012), er det mulig at vekstkurven underestimerer veksten for laksemusling i elven noe. Dermed kan det være at vi underestimerer andelen muslinger under 15 år noe. Uansett tyder våre funn på at det ikke har vært rekruttering i vassdraget de siste 10 årene, og at rekrutteringen er for lav til å opprettholde bestanden av laksemusling over tid (Young mfl. 2001).

Den minste muslingen som ble funnet av Kleiven mfl. (2013) var 88 mm, mens 83,9 % av muslingene som de fant var 90-99 mm lange. Gitt vekstkurven som vi har utarbeidet for Storelva,

viser dette at ingen av muslingene de fant var under 10 år gamle. Samtidig er det sannsynlig at mesteparten av muslingene de fant var ca. 15-20 år gamle, da de gjennomførte undersøkelsene sine, gitt det man vet om sammenhengen mellom lengde og alder for elvemuslingbestander med liknende vekstkurver som vekstkurven i Storelva (Dunca mfl. 2009, Dunca & Larsen 2012, Dunca 2014, Dunca & Sandaas 2016). Til sammen tyder våre funn fra 2016 og funnene fra 2010 på at det var en relativt høy rekruttering i elven på 1990-tallet og det har skjedd en viss rekruttering i enkelte år på 2000-tallet. Enkelte individer fra gjenetableringen av bestanden på midten av 1990-tallet oppnådde antageligvis reproduktiv alder allerede på midten av 2000-tallet (Larsen 1997). Når stadig flere av individene produserer egg og larver, vil vi forvente at antall unge individer som kommer til syne kan øke i årene framover, gitt gode miljøforhold i elven. De unge muslingene lever nedgravd i grusen i de første leveårene, og de er vanskelige eller umulige å få øye på uten å grave i substratet (Larsen 2017, Larsen & Magerøy 2019a). Dette ble ikke gjort i 2010, 2016 eller 2019 på grunn av de lave tetthetene i Storelva, og dette er en mulig forklaring på hvorfor det ikke har blitt funnet muslinger mindre enn 70 mm i elven.

6.2 Ørretmusling

I Storelva ble det funnet ørretmusling fra litt ovenfor utløpet av Skjerka (Stor3) til Nes Verk (Stor12), og i Lilleelv ble ørretmusling funnet i nedre del av elven (Lill1 og Lill2). Bestanden i Lilleelv var antatt utdødd (Kleiven mfl. 2013). At det finnes elvemusling i denne delen av vassdraget var dermed ukjent før undersøkelsene i 2019. Utbredelsesområdet til ørretmuslingbestanden i Vegårvassdraget utgjør 6,4 km, men bare 0,3 km av dette er i Lilleelv.

Tettheten av elvemusling i den delen av Storelva (Stor8-12) der alle, utenom en av ørretmuslingene ble funnet, var 0,01 individ pr. minutt, mens tettheten i Lilleelv var på 0,06 individ pr. minutt. DNA-analysene viser at en av muslingene i 'ørretmuslingområdet' i Storelva er en laksemusling, mens det er, som diskutert i forrige delkapittel, mulig at en av muslingene i Lilleelv er en laksemusling. Uansett er tettheten av ørretmusling i Vegårvassdraget svært lav sammenlignet med det som normalt sett har blitt observert i elvemuslingbestander i Norge (Larsen & Magerøy 2019a).

Ørretmuslingene som ble funnet i Storelva var henholdsvis 86, 90 og 105 mm lange, mens i Lilleelv var muslingene 85 til 111 mm lange. Vekstkurven fra Lilleelv tyder på at den minste ørretmuslingen var 13 år gammel, men at hele 50 % av ørretmuslingene var 15 år gamle eller yngre. DNA-analysene viser at vekstkurven baserer seg på en laksemusling og en ørretmusling. Siden ørretmusling har blitt vist å vokse saktere enn laksemusling (Larsen mfl. 2002b, Dunca & Larsen 2012), er det mulig at vekstkurven overestimerer veksten hos ørretmusling i Vegårvassdraget noe. Dermed kan det være at vi overestimerer andelen muslinger under 15 år noe. Uansett tyder våre funn på at det ikke har vært rekruttering av ørretmusling i vassdraget de siste 10 årene og at rekrutteringen er for lav til å opprettholde bestanden av ørretmusling over tid (Young mfl. 2001).

Likevel viser dataene våre at det har vært en relativt høy rekruttering av ørretmusling rundt 2005 og at alle muslingene sannsynligvis var under 30 år gamle, gitt det man vet om sammenhengen mellom lengde og alder for elvemuslingbestander med liknende vekstkurver som vekstkurven i Lilleelv (Dunca mfl. 2009, Dunca & Larsen 2012, Dunca 2014, Dunca & Sandaas 2016). Alle disse individene vil ha blitt kjønnsmodne rundt 10 års alder (Larsen 1997) og vil ha begynt å produsere for 15-5 år siden. Ettersom stadig flere av individene har begynt å produsere egg og larver vil vi forvente at antall unge individer som kommer til syne kan øke i årene framover, gitt gode miljøforhold i elven. De unge muslingene lever nedgravd i grusen i de første leveårene, og de er vanskelige eller umulige å få øye på uten å grave i substratet (Larsen 2017, Larsen & Magerøy 2019a). Dette ble ikke gjort i Storelva eller Lilleelv på grunn av de lave tetthetene i elvene, og det er en mulig forklaring på hvorfor det ikke har blitt funnet ørretmuslinger mindre enn 80 mm i elvene.

6.3 Opphav til elvemuslingbestandene

Laksemuslingbestanden i Storelva skiller seg ikke genetisk fra laksemuslingbestanden i Håelva. Det er metodisk utfordrende å skille mellom en hypotetisk stedegen laksemusling fra Storelva og laksemusling fra Håelva, siden den genetiske differensieringen (F_{ST}) mellom laksemuslingbestander ofte kan være svært lav. Dette viser vår PCA-analyse som bygger på samme data-materialet som undersøkelsene til Karlsson & Larsen (2013) og Karlsson mfl. (2014). Det er likevel svært lite sannsynlig at en stedegen laksemusling fra Storelva og laksemusling fra Håelva ikke ville ha noen genetisk differensiering, som var tilfellet i våre analyser av laksemusling fra Storelva og Håelva ($F_{ST} = 0$) til tross for at analysen var basert på hele 14 genetiske markører. Det er heller ikke sikkert at det opprinnelig har vært en laksemuslingbestand i Storelva. Gitt at vi vet at det ble satt ut elvemusling fra Håelva (A. Angelstad, E. Angelstad, S. Kvifte og A. Lunde pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013), er det dermed høyst sannsynlig at laksemuslingbestanden i Storelva er et resultat av utsettingen av elvemuslingen fra Håelva.

Muslingene fra Håelva ble satt ut mellom Ramlett og Lunde i Storelva i 1978 (A. Angelstad, E. Angelstad, S. Kvifte og A. Lunde pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013). Gitt at laksemuslingbestanden i Storelva er et resultat av denne utsettingen, har muslingen spredd seg minst 4 km oppover i vassdraget. Hvis det ene individet i Lilleelv er en laksemusling, har muslingen spredd seg over 6 km oppover i vassdraget. Ungfisk av laks kan bevege seg lengre distanser, men det er vanligere at ungfisken beveger seg nedstrøms enn oppstrøms (oppsummert i Erkinaro 1995, Huusko mfl. 2007). Hvor langt ungfisk av laks kan bevege seg oppover i vassdrag vil avhenge av vandringshindrene i vassdragene. I Storelva utgjør laksetrappen ved Fosstveit et slikt hinder. Flere studier har vist at selv voksen laks kan ha store problemer med å passere laksetrappene i forbindelse med vannkraftverk (oppsummert i Rivinoja 2005, Noonan mfl. 2011, Fjeldstad 2012), og mindre fisk har lavest sannsynlighet for å forsere trappene (Noonan mfl. 2011). Funnene fra litteraturen viser at det vil være vanskelig for ungfisk av laks å passere laksetrappen ved Fosstveit. Dette tyder på at det ikke er ungfisk som har spredd muslingen opp forbi Fosstveit. Dermed tyder funnene våre på at voksen laks som returnerer til elven for å gyte kan ha bidratt til spredningen opp elven og at den voksne laksen kan fungere som vert for elvemuslingen. Ungfisk er regnet som den vanligste verten for elvemusling, men det har blitt funnet muslinglarver på voksen laks og det har blitt spekulert i at den kan være en viktig spredningsvert (oppsummert i Larsen 1997). Likevel er det ingen som har vist at elvemuslinglarver kan gjennomgå metamorfose på voksen laks. Resultatene våre indikerer at dette kan være tilfellet.

Ørretmuslingen i Storelva og Lilleelv er ikke nært beslektet med noen av ørretmuslingbestandene som den ble sammenlignet med. Derfor tyder ikke de genetiske dataene på at den er et resultat av utsetting, men vi må ta et forbehold siden ingen av referansebestandene av ørretmusling er fra Sørlandet (se **tabell 1 vedlegg 8.7**). Mangelen på funn av musling i Strengselva tyder heller ikke på at utsetting av musling i denne elven (Ø. Solberg pers. med.) kan være opphavet til ørretmuslingene i Storelva og Lilleelv. Lokaliteten der muslingene skal ha blitt satt ut i elven ligger øverst oppe mot Jorstadvatnet. Derfra er det hele 5,4 km ned til samløpet med Storelva. Hvis ørretmuslingene i Storelva skulle stamme fra disse muslingene, ville man forvente å finne muslinger mellom utsettingspunktet i Strengselva og samløpet med Storelva. I tillegg finnes det gode kilder på at det fantes elvemusling i Storelva og Lilleelv (se oversikter i Lilleholt 1994, Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998, Kleiven mfl. 2013, Magerøy & Larsen 2018, kapittel 3 i denne rapporten), med sikre opplysninger inn på 1970-tallet (J. Aall pers. med., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). Dermed er det sannsynlig at ørretmuslingbestanden i Storelva og Lilleelv er stedegen.

Opphavet til denne stedegne ørretmuslingen i nedre del av Vegårvassdraget er likevel usikkert. Ingen av ørretmuslingene er sannsynligvis eldre enn 30 år gamle, gitt det man vet om sammenhengen mellom lengde og alder for elvemuslingbestander med liknende vekstkurver som vekstkurven i Lilleelv (Dunca mfl. 2009, Dunca & Larsen 2012, Dunca 2014, Dunca & Sandaas 2016). Noen eldre individer må ha overlevd i vassdraget og reproducert, for at yngre individer skal ha kommet til. En mulighet er at elvemuslingen har overlevd i Lilleelv og spredd seg ut i Storelva,

men muslingen i elven skal ha dødd ut i forbindelse med sterk tørke i 1977 (J. Aall pers. med., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). I Storelva skal det med sikkerhet ha blitt funnet elvemusling i forbindelse med nedtapping av kistedammen ved Nes Verk i 1974 (J. Aall pers. med., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). Muslingene i dammen vil ikke ha vært utsatt for tørken som rammet Lilleelv, så det er mulig at det fremdeles kan stå noen gamle muslinger der. Derfra ville muslingen kunne spre seg nedover Storelva og opp i nedre del av Lilleelv. Det er selvfølgelig også mulig at muslingen kan ha overlevd i andre deler av Storelva, uten at dette ble lagt merke til fram til undersøkelsene fra 2010 og utover (Kleiven mfl. 2013, våre undersøkelser).

6.4 Elvemuslingens status

Statusen til elvemusling skal i Norge evalueres på lokalitetsbasis, etter NVEs definisjon av lokaliteter. I tilfeller der det finnes både lakse- og ørretmusling innenfor et vassdrag evalueres som regel status for hver av muslingvariantene (Larsen 2017, Larsen & Magerøy 2019a). Gitt en slik tilnærming burde elvemuslingen i Storelva evalueres med henblikk på både lakse- og ørretmusling, mens elvemuslingen i Lilleelv burde evalueres som en bestand av ørretmusling (kanskje med unntak av ett individ). Dette gir likevel et ganske kunstig skille, da ørretmuslingen i Storelva og Lilleelv må ansees som én bestand. I tillegg kan det være vanskelig å skille grunnlagsdataene for en slik evaluering mellom lakse- og ørretmusling i Storelva, siden vi ikke har kjennskap til bestandstilhørigheten til alle individene i elven. Dermed gir vi her en evaluering av status til elvemuslingen både basert på lokalitet (Storelva mot Lilleelv) og muslingvariant (lakse- mot ørretmusling).

Statusen ble evaluert basert på en modell for vurdering av levedyktighet (modifisert av Larsen 2017) og fastsetting av naturindeksverdi foreslått av Larsen (2017) (Se **vedlegg 8.8**, for detaljer om hvordan levedyktighet og naturindeksverdi blir fastsatt.). Gitt en lokalitetsbasert evaluering, gir en vurdering av levedyktighet en klassifisering av elvemuslingen i Storelva som «sårbar; sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres», mens naturindeks tilsier at bestanden er «utdøende». I Lilleelv gir en slik vurdering en klassifisering som «truet; lite levedyktighet, sårbar for ytterligere reduksjon og kan kreve omfattende tiltak», mens naturindeks tilsier at bestanden er «snart forsvunnet». Gitt en elvemuslingvariant-basert evaluering, gir en vurdering av levedyktighet en klassifisering av laksemuslingbestanden i Storelva som «truet...». Hvis man konkluderer med at den ene muslingen som ble funnet i Lilleelv er en laksemusling, vil vurderingen oppgraderes til «sårbar». Naturindeks tilsier at bestanden er «utdøende». En vurdering av levedyktighet gir en klassifisering av ørretmuslingbestanden i Storelva og Lilleelv som «truet», mens naturindeks tilsier at bestanden er «snart forsvunnet». I alle tilfeller er det korrigert for at ørretmusling utgjør ca. 6 % av elvemuslingen i Storelva.

Uansett tilnærming til vurdering av statusen til elvemuslingen i Vegårvassdraget, ender klassifiseringen basert på levedyktighet opp som «sårbar» eller «truet», mens naturindeks tilsier at muslingen er «utdøende» eller «snart forsvunnet». Spesielt naturindeks, men også levedyktighetsklassifiseringen gir nok et for dystert bilde på statusen i vassdraget. Grunnen til det er at begge indeksene bare tar hensyn til om det finnes musling < 50 mm i vassdraget, uten å ta hensyn til siste runde av rekruttering av musling som ved undersøkelsene er ≥ 50 mm. I både Storelva og Lilleelv tyder dataene på at det har vært en gjenetablering av bestanden, med relativt stor rekruttering på 1990-tallet og inn på 2000-tallet i Lilleelv. I tillegg vil rekruttering være svært vanskelig å identifisere i tynne bestander, der tettheten av elvemusling ikke gir grunnlag for å gjennomføre gravestudier (Larsen & Magerøy 2019a). Vår vurdering av statusen til elvemuslingen i Vegårvassdraget er at både lakse- og ørretmuslingen er «sårbar; sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres».

6.5 Forholdet mellom lakse- og ørretmusling

Fra et verneverdiperspektiv er det stor forskjell på en innført laksemusling og en stedege ørretmusling, der den stedege bestanden selvfølgelig er mer verneverdig. I tillegg er ørretmuslingbestander mer genetisk unike enn laksemuslingbestander, og man kan argumentere for at en enkelt ørretmuslingbestand vil være av større verneverdi enn en enkelt laksemuslingbestand hvis de har samme status, selv om de begge er stedege. Dermed må man konkludere med at ørretmuslingen i Vegårvassdraget er av større verneverdi enn laksemuslingen. Det betyr ikke at laksemuslingen i vassdraget er helt uten verneverdi, da alle bestander av elvemusling i Agder er av stor verneverdi siden muslingen har forsvunnet fra over 80 % av de historiske lokalitetene i regionen (Larsen & Magerøy 2019a).

Lakse- og ørretmuslingen i Vegårvassdraget er potensielt sett i en konkurranseposisjon. Sannsynligvis er konkurransen om habitat for frittlevende musling liten, da tettheten av elvemusling i Storelva og Lilleelv er svært lav sammenlignet med de fleste andre elvemuslingbestander i Norge (Larsen & Magerøy 2019a) og bestandene har vokst i løpet av de siste tiårene. Derimot har lakse- og ørretmuslingen forskjellige behov når det kommer til vertsfisk. Innenfor utbredelsesområdet til muslingen i Storelva er laks mye vanligere enn ørret, og dette gjelder spesielt nedenfor Fosstveit. I tillegg har tettheten av ørret har gått ned i løpet av de siste ca. 10 årene. Ved flere stasjoner har tetthetene av ungfisk av ørret vært svært lave de senere årene (Kaste mfl. 1998, Larsen mfl. 2006, Saltveit mfl. 2011, Saksgård & Larsen 2016) og under det som er ansett å være nødvendig for å opprettholde bestander av elvemusling over tid (Ziuganov mfl. 1994, Arvidsson mfl. 2006; 2012, Österling 2006, Söderberg mfl. 2008, Degerman mfl. 2013). Dermed tyder tetthetene av ungfisk av laks og ørret i Storelva på at konkurransen mellom fiskeartene reduserer tettheten av ørret ned til et nivå som er for lavt til å opprettholde bestanden av ørretmusling over tid, spesielt nedenfor Fosstveit. Lilleelv regnes derimot som en sjøørretbekk (Haraldstad mfl. 2014), men tetthetene av ungfisk av laks og ørret er ikke undersøkt.

Det er også mulig at det kan foregå kryssninger mellom lakse- og ørretmuslingen i Vegårvassdraget. Ett av individene fra Storelva ovenfor Fosstveit hadde like høy sannsynlighet for tilordning til lakse- og ørretmuslingbestander, men ellers sammenfalt den med Storelva-muslingene. I Lilleelv hadde ett individ en høy relativ sannsynlighet for tilordning til laksemuslingbestander, men ellers sammenfalt den med Lilleelvmuslingene. Disse to muslingene ser dermed ut til å være i en slags mellomposisjon mellom lakse- og ørretmusling. Det kan tyde på at det foregår kryssning mellom de to bestandene i områdene der det er overlapp mellom dem. Om lakse- og ørretmusling kan krysse seg er ikke kjent, men funn fra tidligere studier tyder på at det er et reproduktivt skille mellom muslingvariantene og at de representerer to ulike evolusjonære linjer av elvemusling (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson mfl. 2014, Wacker 2019a). Likevel tilsier infeksjonsdata og genetiske data fra enkelte vassdrag at det kan oppstå mellomformer mellom lakse- og ørretmusling, kanskje som resultat av at en laksemusling mister tilgangen på laks på grunn av endringer i oppgangen av anadrom fisk (Karlsson & Larsen 2013, Larsen mfl. 2014, Larsen & Karlsson 2017). Dermed kan det være et visst potensial for kryssning mellom de to stammene. Hvis så er tilfellet, kan den introduserte laksemuslingen være en direkte trussel mot den stedege ørretmuslingen ved innkryssning i ørretmuslingbestanden og utvasking av dens genetiske identitet. De tidligere funnene tyder likevel på at et slik innkryssning vil være svært sjelden, om det i det hele tatt skjer.

6.6 Tiltak og oppfølgende studier

I handlingsplanen for elvemuslingen i Agder (Magerøy & Larsen 2018) er det gjort en detaljert gjennomgang av aktuelle tiltak for å forbedre forholdene for elvemusling i Storelva. Derfor oppsummeres bare disse tiltakene her, før tiltak som er aktuelle basert på funnene i denne rapporten diskuteres nærmere. I handlingsplanen ble det foreslått at elvemusling og miljøforhold burde overvåkes jevnlig (hvert 6. år for muslingen), muslingen burde kartlegges genetisk med henblikk på potensielt opphav til bestanden og vertsfisk, bestanden burde vurderes inkludert i det

nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling, pH-målet for vassdraget burde økes til 6,4, kantsoner langs vassdraget burde gjenetableres for å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler til vassdraget, og en egen problemkartlegging og tiltaksutredning burde gjennomføres. I denne rapporten ble videre kartlegging av elvemusling og genetiske analyser gjennomført. I tillegg har pH-målet for kalkingen i vassdraget blitt økt til 6,4 (Froge Kroglund, Fylkesmannen i Agder, pers. med.). De andre tiltakene er fremdeles høyst aktuelle, og vassdraget kommer til å bli foreslått tatt inn i overvåkingsprogrammet for elvemusling i kalkede laksevassdrag, som NINA har fått i oppdrag å utarbeide. Når det gjelder vurdering av inntak av musling til kultiveringsprogrammet, gjelder dette først og fremst den stedegne ørretmuslingen.

I Lilleelv er også mange av de samme tiltakene aktuelle, men mindre er kjent om forholdene i dette sidevassdraget. Også bestanden i Lilleelv bør overvåkes, og vi anbefaler at den inngår i overvåkingen av elvemusling i kalkede laksevassdrag, sammen med Storelva. Hvis man skulle vurdere å ta inn musling fra Vegårvassdraget i kultiveringsprogrammet, må ørretmuslingen i Storelva og Lilleelv sees i sammenheng. Nye vannkjemiske undersøkelser bør gjennomføres for å vurdere om forsurening og/eller næringstilførsel er et problem i Lilleelv. I tillegg bør redoksundersøkelser gjennomføres for bedre forståelsen av nærings- og partikkeltilførsel til elven, som gjort for de fleste gjenværende bestandene av elvemusling i Agder (Magerøy 2017). Hvis forsurening er et problem, bør Heirevann kalkes. Hvis nærings- og partikkeltilførsel er et problem i elven, bør buffersoner langs vassdraget gjenopprettes. De er i dag svært begrensede på grunn av golfbanen langs elven (Jon H. Magerøy pers. obs.). Aller helst bør naturlig vegetasjon gjenetableres langs elven, men gjødselfrie soner langs kantene vil også redusere næringstilførselen. Insentivordninger kan brukes for å få gjennomført dette, som utprøvd i forbindelse med elvemuslingvassdrag i Hordaland (Kålås mfl. 2016). Også for Lilleelv bør en egen problemkartlegging og tiltaksutredning gjennomføres.

Gitt at en stedegen bestand av ørretmusling har større verneverdi enn en introdusert bestand av laksemusling, bør tiltak som forbedrer forholdene for ørretmuslingen prioriteres høyere enn tiltak som forbedrer forholdene for laksemuslingen. Som nevnt er det en potensiell konflikt mellom ørretmusling og laksemusling i Vegårvassdraget, på grunn av at tettheten av ungfisk av laks har økt mens tettheten av ungfisk av ørret har minsket (Kaste mfl. 1998, Larsen mfl. 2006, Saltveit mfl. 2011, oppsummert i Saksgård & Larsen 2016). Nedenfor Fosstveit er en slik dominans sannsynligvis naturlig og et resultat av at laksestammen har tatt seg opp igjen etter forsureningen av vassdraget. Det er mer usikkert om laksen har kunnet ta seg forbi Fosstveit før laksetrappen stod ferdig i 2008 (Larsen & Magerøy 2016b). Dermed er det mulig at laksetrappen har bidratt til å redusere tettheten av ungfisk av ørret ovenfor Fosstveit, inkludert Lilleelv, og dermed redusert tilgangen på vertsfisk for ørretmuslingen i dette området også. På den annen side er det vist at sjøørret er bedre egnet som vertsfisk enn brunørret for flere bestander av elvemusling i Sverige og Norge (Österling & Söderberg 2015, Wacker mfl. 2019a). Derfor er det mulig at redusert tilgang i antall verter på grunn av åpningen i laksetrappen kan ha blitt kompensert for med økt tilgang på mer egnede verter. Om brun- eller sjøørret er best egnet for ørretmuslingen i vassdraget bør undersøkes. Med bakgrunn i dette bør det vurderes om laksetrappen ved Fosstveit bør stenges.

Bestandene av elvemusling i Storelva og Lilleelv har «dukket opp igjen» på tross av at muslingen var antatt utdødd i begge elvene (Kleiven mfl. 2013, J. Aall pers. med., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). I tillegg viser våre DNA-analyser at en stedegen bestand har overlevd i vassdraget. Dette sannsynliggjør at muslingen kan ha overlevd i andre deler av Vegårvassdraget. Dette gjelder spesielt Lilleelv ved Myra, der det ble observert levende elvemusling så sent som i 1995 (J. Güttrup pers. med., videreformidlet av Kleiven mfl. 2013). Det er også mulig at muslingen kan ha overlevd i andre sidevassdrag eller lenger oppe i hovedvassdraget. Dermed anbefaler vi at det gjennomføres undersøkelser av tilstedeværelsen av elvemusling i alle delene av vassdraget som har hatt historiske bestander av elvemusling. Dette kan gjøres ved å analysere miljø-DNA-prøver for tilstedeværelsen av elvemusling, som gjennomført i flere andre vassdrag i Norge (Thaulow & Strand 2016, Thaulow & d'Auriac 2018, Pettersen & Ruud 2019, Wacker mfl. 2019b, Fossøy mfl. 2019, Magerøy mfl. und. arb., Jens Thaulow, NIVA, pers. med.).

7 Referanser

Anonym. 1937. Perlefiskeri i Aust-Agder. Agderposten 23.01.1937.

Anonym. 1943. Hva arbeidstjenesten utretter i Aust-Agder: En rekke store og betydningsfulle oppgaver under utførelse eller på programmet. Agderposten 8.11.1943.

Anonym. 1945. Senkingsarbeidene i Østre Moland nyttige og økonomiske: Sier herredstyret og overtar garanti for skadeserstatning. Agderposten 20.08.1945.

Arvidsson, B.L., Hultman, J. & Österling, E.M. 2006. Öringtäthet och rekrytering hos flodpärlmussla. S. 45-48 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. 2006. Flodpärlmussla. Vad behöver vi göra för att rädda arten? Karlstad University Studies 2006-15.

Arvidsson, B.L., Karlsson, J. & Österling, M.E. 2012. Recruitment of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera* in relation to mussel population size, mussel density and host density. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 22: 526-532.

BERGGRUNN. 2019. Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge.

Degerman, E., Andersson, K., Söderberg, H., Norrgrann, O., Henrikson, L., Angelstam, P. & Törnblom, J. 2013. Predicting population status of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*, L.) in central Sweden using instream and riparian zone land-use data. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 23: 332-342.

Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 1997-2.

Dunca, E. 2014. Growth and chemical analyses of freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, shells from Haukåselva river, Norway. Bivalvia Report No. 10/2014.

Dunca, E. & Larsen, B.M. 2012. 5. Skaltillväxt hos flodpärlmusslor i reglerede og icke-reglerede vattendrag. S. 93-127 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.

Dunca, E. & Sandaas, K. 2016. Skaltillväxt hos flodpärlmusslor från Hedmark fylke, Norge. Bivalvia Rapport Nr. 14/2016.

Dunca, E., Mörth, C.-M. & Sandaas, K. 2009. Rapport. Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Kampåa, Norge. Bivalvia Rapport.

Erkinaro, J. 1995. The age structure and distribution of Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L., in small tributaries and main stems of the subarctic River Teno, northern Finland. Ecology of Freshwater Fish 4: 53-61.

Fjeldstad, H.-P. 2012. Atlantic salmon migration past barriers. PhD Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.

Fossøy, F., Brandsegg, H., Sivertsgård, R., Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019. Analyser av miljø-DNA for påvisning av elvemusling. På oppdrag fra Fylkesmannen i Rogaland. NINA Prosjektnotat 195. Norsk institutt for naturforskning. Notatet er ikke offentliggjort.

Garlie, S. 2010. Utvikling av mikrosatelitt multipleks PCR for genetiske studier av *Margaritifera margaritifera*. Masteroppgave, Høgskolen i Hedmark, Hamar, Norge.

Geist, J., Rottmann, O., Schröder, W. & Kühn, R. 2003. Development of microsatellite markers for the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionidea). *Molecular Ecology Notes* 3: 444-446.

GeoNorge. 2019. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene.

Haraldstad, T., Berger, H.M., Hindar, A. & Kroglund, F. 2014. Sjøarebekker på Aust-Agderkysten, en rekartlegging med fokus på vannforskriftskrav. NIVA Rapport L.Nr. 6648-2014.

Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.). 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Trondheim, Norge.

Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2012. Gjedde, sørv og suter. Status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. NINA Rapport 669. Norsk institutt for naturforskning.

Hindar, A. 2018. 7. Vegårvassdraget. 2. Vannkjemi. S. 27-28 i: Miljødirektoratet. 2018. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2017 Miljødirektoratet Rapport M-1133/2018.

Hindar, A., Kroglund, F. & Kleiven, E. 1992. Landbrukstilførsler til Strengselva i Aust-Agder. Effekter av tilførselsbegrensende tiltak ved Holt Landbruksskole. Årsrapport 1991. NIVA Rapport 2748.

Huusko, A., Greenberg, L., Stickler, M., Linnasaari, T., Nykänen, M., Vehanen, T., Koljonen, S., Louhi, P. & Alfresen, K. 2007. Life in the ice lane. The winter ecology of stream Salmonids. *River Research and Applications* 23: 469–491.

Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.). 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.): Et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. NINA Rapport 926. Norsk institutt for naturforskning.

Karlsson, S., Larsen, B.M., Eriksen, L. & Hagen, M. 2013. Four methods of non-destructive DNA sampling from freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. (Bivalvia: Unionoida). *Freshwater Science* 32: 525-530.

Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Hydrobiologia* 735: 179-190.

Karlsson, S., Larsen, B.M., Balstad, T., Eriksen, L. & Hagen, M. 2016. Elvemusling. Evaluering av en kultiveringsmetode. NINA Rapport 1257. Norsk institutt for naturforskning.

Kaste, Ø. 1994. Storelva i Vegårvassdraget. Vurdering av behov for kalkingstiltak. NIVA Rapport 3153.

Kaste, Ø., Kroglund, F. & Kleiven, E. 1995. Strengselva i Aust-Agder. Vannkvalitet og effekter av landbrukstilførsler 1991-1993. Tiltaksorientert overvåking av landbruksforurensede vassdrag. NIVA Rapport 3208.

Kaste, Ø., Kleiven, E. & Håvardstun, J. 1998. Vegår og Storelva. S. 39-43 i: Direktoratet for naturforvaltning. 1998. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-Notat 1998-1.

Keenan, K., McGinnity, P., Cross, T.F., Crozier, W.W. & Prodohl, P.A. 2013. diveRsity. An R package for the estimation and exploration of population genetics parameters and their associated errors. *Methods in Ecology and Evolution* 4: 782-788.

Kleiven, E. & Barlaup, B.T. 2007. 4 Prøvefiske i Vegår i 2006. S. 9-13 i: Weideborg, M. (red.). 2007. Vegårvassdraget. I: Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontrol av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2.

Kleiven, E. & Dolmen, D. 2008. Overleving og vekst på utsett elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Audna, Vest-Agder. NIVA Rapport L.NR. 5590-2008.

Kleiven, E. & Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder. Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport 665. Norsk institutt for naturforskning.

Kleiven, E., Håvardstun, J., Dolmen, D. & Güttrup, J. 2013. Historisk kunnskap og status for elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Aust-Agder. NIVA Rapport L.NR. 6607-2013. Norsk Institutt for Vannforskning.

Kålås, S., Haavik, T.B., Steinsvåg, M.J. & Vatshelle, Ø. 2016. Tiltak i landbruket for å verne bestandar av elvemusling i Hordaland. Rådgivende Biologer Rapport 2293.

Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA Fagrapport 28. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2015. En oppsummering av tiltak for elvemusling i Norge iverksatt gjennom handlingsplanen eller tilskuddsordningen for prioriterte arter. NINA Rapport 1208. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. NINA Rapport 1350. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.) 2019-2028. Miljødirektoratet Rapport M-1107.

Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2010. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2008. Håelva, Rogaland. NINA Rapport 565. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA Fagrapport 37. Norsk institutt for naturforskning.

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

Larsen, B.M. & Karlsson, S. 2017. Elvemusling i Frøylandsbekken, Time kommune. Hva er primærvert for muslinglarvene i vassdraget? NINA Prosjektnotat 3. Norsk institutt for naturforskning. Notatet er ikke offentliggjort.

Larsen, B.M. & Magerøy, J. 2016a. Flytting av elvemusling i Audna, Vest-Agder. NINA Upublisert Rapport. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2016b. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA Rapport. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019a. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019-2028. NINA Rapport. 1451. Norsk institutt for naturforskning.

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

Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Saksgård, L. 2002a. 3 Anadrom fisk. S. 4-8 i: Kaste, Ø. (red.). 2002. Vegårvassdraget. I: Direktoratet for naturforvaltning. 2002. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontrol av større prosjekter 2001. DN-Notat 2002-1.

Larsen, B.M., Karlsen, L.R. & Eggen, J.-E. 2002b. Enningdalselva, Østfold (vassdragsnr. 001.1Z). S. 26-37 i: Larsen, B.M. (red.). 2002. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2001. NINA Oppdragsmelding 762. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E. & Kvellestad, A. 2006. 3 Anandrom fisk. S. 4-8 i: Kaste, Ø. (red.). 2006. Vegårvassdraget. I: Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1.

Larsen, B.M., Karlsson, S., Hindar, K. & Balstad, T. 2011. Genetisk variasjon hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) i Norge. En pilotstudie. NINA Minirapport 316. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M., Saksgård, R. & Bjerland, J.M. 2012. Overvåking av elvemusling i Ogna, Rogaland. Tiltaksovervåking kalking 2011. NINA Rapport 887. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M., Karlsson, S. & Skoglund, S. 2014. Forsøk med utsetting av laksengel i Langhammerelva, Nord-Trøndelag. Et mulig tiltak for å øke rekrutteringen hos elvemusling? NINA Minirapport 507. Norsk institutt for naturforskning.

Lilleholt, E. 1994. Perlefiskeren Tarald Torjesen Midtbø, bondesønnen fra Holt sogn som kom i kongens tjeneste. S. 59-65 i: Bjorvatn, Ø. & Frognes, K. (red.). 1994. Dengang - på våre kanter. Årbok 1994. Historielaget for Dypvåg, Holt og Tvedestrand, Tvedestrand, Norge.

Magerøy, J.H. 2017. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Agder. Redoksmålinger i Hammerbekken, Lilleelv, Storelva, Straibekken og Vassbotnbekken. NINA Rapport 1419. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Agder. Status, trusler og tiltak. NINA Rapport 1424. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H., Bækkeli, K.A.E., Mo, T.A., Brandsegg, H., Sivertsgård, R. & Fossøy, F. und. arb. Elvemusling i Aurskog-Høland og Nes kommuner. Lokalitetsfastsetting med miljø-DNA og oppfølgende vadesøk i Mangbekken, Haretonelva og Rabillfløyta. NINA Rapport. 1707. Norsk institutt for naturforskning.

Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. The American Naturalist 106: 283-392.

NEVINA. 2019. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.

Noonan, M.J., Grant, J.W.A. & Jackson, C.D. 2011. A quantitative assessment of fish passage efficiency. Fish and Fisheries 13: 450-464.

Norconsult. 2015. E18 Arendal Tvedestrand delstrekning 1. Søknad om utslippstillatelse for midlertidig anleggsdrift. Søknad for Statens Vegvesen Region Sør.

NORGESKART. 2019. Kartutsnitt. <http://www.norgeskart.no/>

Norsk Standard. 2017. Vannundersøkelse. Veiledning for overvåking av elvemuslingpopulasjoner (*Margaritifera margaritifera*) og deres livsmiljø. Norsk Standard NS-EN 16859:2017.

NOU. 1983. Verneplan for vassdrag III. NOU (Norges offentlige utredninger) 1983:41.

Nålsund, P. & Padget, P. 1988. Pukkundersøkelser i Aust-Agder. NGU-rapport nr. 86.218.

Peakall, R. & Smouse, P.E. 2012. GenAlEx 6.5. Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. Bioinformatics 28: 2537-2539.

Pettersen, O. & Ruud, T. 2019. Søk etter elvemusling ved bruk av miljø-DNA i Vannområde Orkla. NINA Prosjektnotat 130. Norsk institutt for naturforskning. Notatet er ikke offentliggjort.

Piry, S., Alapetite, A., Cornuet, J.M., Paetkau, D., Baudouin, L. & Estoup, A. 2004. GENECLASS2. A software for genetic assignment and first-generation migrant detection. *Journal of Heredity* 95: 536-539.

Pritchard, J.K., Stephens, M. & Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.

QGIS Developmental Team. 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osgeo.org>

Rivinoja, P. 2005. Migration problems of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in flow regulated rivers. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden.

Saksgård, R. & Larsen, B.M. 2016. 7 Vegårvasdraget. 3 Fisk. S. 29-31 i: Miljødirektoratet. 2016. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2015. Miljødirektoratet Rapport M-582.

Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T., Kleiven, E. & Pavels, H. 2010. 3 Fisk. S. 6-10 i: Weideborg, M. (red.). 2010. Vegårvasdraget. I: Direktoratet for naturforvaltning. 2010. Kalking i laksevasdrag. Effektkontroll i 2009. DN-Notat 5-2010.

Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. 3 Fisk. S. 24-25 i: Weideborg, M. (red.). 2011. Vegårvasdraget. Direktoratet for naturforvaltning, 2011. Kalking i laksevasdrag. Effektkontroll i 2010. Sammendragsrapport. DN-Notat 3-2011.

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

Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp. Övervakning av flodpärlmussla. Del III i: Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.). 1998. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.

Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. Länsstyrelsen Västernorrland, Kultur- och Naturavdelningen, Rapport 8-2008.

Thaulow, J. & d'Auriac, M.A. 2018. Miljø-DNA detektering av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Skjærsjøelva og Skarselva 2018. NIVA Notat L.Nr. 1394/18. Notatet er ikke offentliggjort.

Thaulow, J. & Strand, D.A. 2016. Uttesting av eDNA deteksjonssystem for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*), utviklet på NIVA. NIVA Notat L.Nr. 1627/16. Notatet er ikke offentliggjort.

VANNMILJØ. 2019. Vannmiljø. Registrering og analyse av tilstand i vann. Miljødirektoratet, Trondheim, Norge.

Wacker, S., Larsen, B.M., Karlsson, S. & Hindar, K. 2019a. Host specificity drives genetic structure in a freshwater mussel. *Scientific Reports* 9: 10409.

Wacker, S., Fossøy, F., Larsen, B.M., Brandsegg, H., Sivertsgård, R. & Karlsson, S. 2019b. Downstream transport and seasonal variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) eDNA concentration. *Environmental DNA* 1: 64-73.

Young, M.R., Hastie, L.C. & al-Mousawi, B. 2001. What represents an "ideal" population profile for *Margaritifera margaritifera*? S. 35-44 i: Bauer, G. (Red.). Die Flussperlmuschel in Europa: Bestandssituation und Schutzmassnahmen. Ergebnisse des Kongresses vom 16.-18.10.2000 in Hof. Wasserwirtschaftsamt Hof und Albert Ludwigs Universität, Freiburg, Germany.

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

Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Samling/kartotek over opplysninger om elvemusling samlet av J. Økland og K. A. Økland. Universitetet i Oslo. Arkivert hos Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning.

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

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

8 Vedlegg

8.1 Tetthet av elvemusling i Storelva

Tabell 1. Antall elvemusling (levende dyr: N; tomme skall: NS) på 16 stasjoner i Storelva som ble undersøkt basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Stor1-12 ble undersøkt i 2016 og Stor13-16 ble undersøkt i 2019. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min.; tomme skall: NS/min.). Jf. **figur 5.1**. Stasjonenes beliggenhet er vist i **figur 2.1**.

Stasjon	Tid	UTM		N	NS	N/min.	NS/min.
		Nedstrøms	Oppstrøms				
Stor1	30	32 V 0496961 6501254	32 V 0496915 6501271	1	1	0,03	0,03
Stor2	45	32 V 0496374 6501186	32 V 0496286 6501126	1	0	0,02	0
Stor3	45	32 V 0496056 6501057	32 V 0495973 6501036	5	0	0,11	0
Stor4	45	32 V 0495713 6500828	32 V 0495697 6500740	4	0	0,09	0
Stor5	45	32 V 0495180 6500278	32 V 0495003 6500280	4	0	0,09	0
Stor6	45	32 V 0494585 6500198	32 V 0494524 6500183	0	0	0	0
Stor7	30	32 V 0493922 6499872	32 V 0493895 6499813	1	0	0,03	0
Stor8	30	32 V 0493819 6499762	32 V 0493766 6499727	1	0	0,03	0
Stor9	30	32 V 0493003 6499004	32 V 0492955 6499020	0	0	0	0
Stor10	30	32 V 0492785 6499005	32 V 0492766 6498985	0	0	0	0
Stor11	30	32 V 0492589 6498833	32 V 0492555 6498802	0	0	0	0
Stor12	30	32 V 0491948 6498346	32 V 0491914 6498334	1	0	0,03	0
Stor13	45	32 V 0491640 6498310	32 V 0491627 6498393	0	0	0	0
Stor14	45	32 V 0491577 6498665	32 V 0491579 6498721	0	0	0	0
Stor15	15	32 V 0491551 6499562	32 V 0491552 6499575	0	0	0	0
Stor16	30	32 V 0491533 6499926	32 V 0491480 6499947	0	0	0	0
Stor1-16 Gj.snitt ± sd	570			18	1	0,03 ± 0,03	<0,01 <± 0,01
Stor1-12 Gj.snitt ± sd	435			18	1	0,04 ± 0,04	<0,01 <± 0,01
Stor1-8 Gj.snitt ± sd	315			17	1	0,05 ± 0,04	<0,01 <± 0,01
Stor1-5 Gj.snitt ± sd	210			15	1	0,07 ± 0,04	<0,01 <± 0,01
Stor8-12	150			2	0	0,01 ± 0,02	0 ± 0

8.2 Tetthet av elvemusling i Skjerka

Tabell 1. Antall elvemusling (levende dyr: N; tomme skall: NS) på en stasjon i Skjerka som ble undersøkt i 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min.; tomme skall: NS/min.). Stasjons beliggenhet er vist i **figur 2.1**.

Stasjon	Tid	UTM		N	NS	N/min.	NS/min.
		Nedstrøms	Oppstrøms				
Skjer1	30	32 V 0496263 6501133	32 V 0496186 6501184	0	0	0	0

8.3 Tetthet av elvemusling i Strengselva

Tabell 1. Antall elvemusling (levende dyr: N; tomme skall: NS) på åtte stasjoner i Strengselva som ble undersøkt i 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min.; tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist i **figur 2.3**.

Stasjon	Tid	UTM		N	NS	N/min	NS/min.
		Nedstrøms	Oppstrøms				
Stre1	30	32 V 0492535 6498736	32 V 0492564 6498620	0	0	0	0
Stre2	30	32 V 0492744 6498224	32 V 0492756 6498134	0	0	0	0
Stre3	15	32 V 0492794 6497171	32 V 0492845 6497072	0	0	0	0
Stre4	45	32 V 0492953 6496864	32 V 0492920 6496722	0	0	0	0
Stre5	30	32 V 0492937 6496512	32 V 0492931 6496371	0	0	0	0
Stre6	15	32 V 0492635 6494778	32 V 0492609 6494733	0	0	0	0
Stre7	45	32 V 0492062 6494927	32 V 0491998 6494776	0	0	0	0
Stre8	33,5	32 V 0491651 6494290	32 V 0491605 6494164	0	0	0	0
Stre1-8				0	0	0	0
Gj.snitt ± sd						± 0	± 0

8.4 Tetthet av elvemusling i Lilleelv

Tabell 1. Antall elvemusling (levende dyr: N; tomme skall: NS) på fem stasjoner i Lilleelv som ble undersøkt i 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min.; tomme skall: NS/min.). Jf. **figur 5.4**. Stasjonenes beliggenhet er vist i **figur 2.3**.

Stasjon	Tid	UTM		N	NS	N/min	NS/min.
		Nedstrøms	Oppstrøms				
Lill1	45	32 V 0491649 6498285	32 V 0491462 6498287	7	0	0,16	0
Lill2	40	32 V 0491462 6498287	32 V 0491333 6498227	3	0	0,08	0
Lill3	30	32 V 0491288 6498216	32 V 0491189 6498274	0	0	0	0
Lill4	15	32 V 0491044 6498186	32 V 0490996 6498133	0	0	0	0
Lill5	30	32 V 0490603 6497801	32 V 0490522 6497670	0	0	0	0
Lill1-5	160			10	0	0,06	0
Gj.snitt ± sd						± 0,07	± 0

8.5 Evaluering av erosjon av tomme skall

Tabell 1. Gruppering av elvemuslingskall etter graden av erosjon på skallene for angivelse av hvor lenge de har ligget i elven etter at muslingen døde (= alder, år). Med støtte i Sandaas & Enerud (2010) er det gitt en beskrivelse av hvordan skallene i ulike grupper ble skilt fra hverandre (se også **figur 1 vedlegg 8.5**). Tabellen er hentet fra tabell 78 i NINA Rapport 1350 (Larsen 2017).

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



Figur 1. Gruppering av elvemuslingskall funnet i Enningdalselva ved Holtet i august 2015, etter graden av erosjon på skallene, for angivelse av hvor lenge de kan ha ligget i elven siden muslingen døde. Bildene i øverste rekke angir muslingskall tilhørende gruppe 1 (til venstre) og gruppe 2 (til høyre). Bildene i nederste rekke angir fra venstre til høyre muslingskall tilhørende henholdsvis gruppe 3, 4 og 5 (se også **tabell 1 vedlegg 8.5**). Foto: Bjørn Mejdell Larsen. Fotoene er hentet fra figur 77 i NINA Rapport 1350 (Larsen 2017).

8.6 Individuelle data for elvemusling inkludert i DNA-analysene

Tabell 1a. Individuelle data for elvemusling samlet inn fra Storelva i 2016 og inkludert i DNA-analysene (N=35). Genetisk tilordning tilsier om muslingen hadde høyest sannsynlighet for å bli tilordnet referansebestandene av lakse- eller ørretmusling. Genetisk grupper tilsier om muslingene ble gruppert i tenkt bestand sammen med musling fra Storelva/Håelva eller Lilleelv. Genetisk heterozygositet tilsier om muslingene hadde høy eller lav individuell heterozygositet.

Individ	Stasjon	Lengde (mm)	Genetisk tilordning	Genetisk gruppering	Genetisk heterozygositet
StoH_16_0463	Stor4	122,7	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0464	Stor4	74,4	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0465	Stor4	121,5	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0466	Stor4	116,1	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0467	Stor4	122,9	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0468	Stor4	110,7	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0469	Stor4	126,2	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0470	Stor4	123,5	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0471	Stor4	122,8	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0472	Stor4	118,2	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0473	Stor4	124	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0474	Stor4	121,5	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0475	Stor4	119,7	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0476	Stor4	122	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0477	Stor4	122,7	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0478	Stor3	129,5	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0479	Stor3	117,1	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0480	Stor3	123,9	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0481	Stor3	115,4	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0482	Stor3	132,7	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0483	Stor3	105,1	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
StoH_16_0484	Stor3	122,8	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0485	Stor3	121,9	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0486	Stor3	128,8	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0487	Stor3	121,7	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0488	Stor2	125,4	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0489	Stor2	128,6	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0490	Stor2	123,1	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0491	Stor2	118,2	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0492	Stor2	114,5	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0493	Stor7	135	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0494	Stor8	90,0	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
StoH_16_0495	Stor8	122,8	Laksemusling	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0496	Stor8	71,5	50/50	Storelva/Håelva	Høy
StoH_16_0497	Stor12	86,0	Ørretmusling	Lilleelv	Lav

Tabell 1b. Individuelle data for elvemusling samlet inn fra Lilleelv i 2019 og inkludert i DNA-analysene (N=9). Genetisk tilordning tilsier om muslingen hadde høyest sannsynlighet for å bli tilordnet referansebestandene av lakse- eller ørretmusling. Genetisk grupper tilsier om muslingene ble gruppert i tenkt bestand sammen med musling fra Storelva/Håelva eller Lilleelv. Genetisk heterozygositet tilsier om muslingene hadde høy eller lav individuell heterozygositet.

Individ	Stasjon	Lengde (mm)	Genetisk tilordning	Genetisk gruppering	Genetisk heterozygositet
Lill_19_001	Lill1	86,2	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_002	Lill1	84,9	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_003	Lill1	108,5	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_004	Lill1	111,4	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_005	Lill1	89,0	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_006	Lill1	111,3	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_007	Lill1	101,0	Ørretmusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_008	Lill2	88,6	Laksemusling	Lilleelv	Lav
Lill_19_009	Lill2	94,3	Ørretmusling	Lilleelv	Lav

8.7 Oversikt over referansebestandene av lakse- og ørretmusling

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

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

*Håelva var inkludert i det opprinnelige datasettet av referansebestander. I våre analyser er muslingene fra Håelva genotypet på nytt for 15 mikrosatellitter.

8.8 Fastsetting av levedyktighet og naturindeks

Parameterne som blir benyttet til å evaluere henholdsvis en elvemuslingbestands levedyktighet og til å fastsette naturindeksverdi er beskrevet i **tabell 1** og **2 vedlegg 8.8**. For levedyktighet plasserer samlet poengsum lokaliteten med elvemusling innenfor en av tre klasser av status/levedyktighet:

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

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

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

Tabell 2. Statusbedømmelse og levedyktighet for elvemusling i seks klasser samt tilhørende indikatorverdi. Fra <http://www.naturindeks.no/Indicators/elvemusling>. Forslaget til indeks ble utarbeidet av Larsen (2017).

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

*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: 978-82-426-3452-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger