

2029

NINA Rapport

## Genetiske analyser av elvemusling fra Eidselva

Hva er den primære vertsarten for elvemusling mellom Ulefoss og Eidsfoss?

Sebastian Wacker  
Jon Magerøy  
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.

# Genetiske analyser av elvemusling fra Eidselva

Hva er den primære vertsarten for elvemusling mellom Ulefoss og Eidsfoss?

Sebastian Wacker  
Jon Magerøy  
Sten Karlsson

Wacker, S., Magerøy, J. & Karlsson, S. 2021. Genetiske analyser av elvemusling fra Eidselva. Hva er den primære vertsarten for elvemusling mellom Ulefoss og Eidsfoss? NINA Rapport 2029. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, september 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4811-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Asplan Viak

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Rune Lunde

FORSIDEBILDE

Innsamlingslokaliteten av elvemusling i Eidselva © Rune Lunde

NØKKEWORD

- Norge, Telemark, Eidselva
- Elvemusling
- Genetikk
- Vertsfisk

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

**NINA Oslo**  
Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**  
Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**  
Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**  
Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Wacker, S., Magerøy, J. & Karlsson, S. 2021. Genetiske analyser av elvemusling fra Eidselva. Hva er den primære vertsarten for elvemusling mellom Ulefoss og Eidsfoss? NINA Rapport 2029. Norsk institutt for naturforskning.

Eidselva er en del av Telemarkskanalen og her finnes det elvemusling (*Margaritifera margaritifera*). Elvemusling er rødlistet som sårbar og Norge har et særlig forvaltningsansvar for denne arten. Elvemusling har et parasittisk larvestadium ved at larvene slippes og fester seg på enten laks eller ørret for å utvikles før de slipper seg av fisken og bunnsløt. Det er ved flere ulike studier vist at elvemuslingen er vertsspesifikk ved at den benytter enten laks eller ørret, men i liten grad begge artene, som vert. Ut fra denne kunnskapen omtales i dag elvemusling som enten ørretmusling eller laksemusling. Det er i liten grad kjent hvorvidt anadrom laks vandret opp i Eidselva slik at den var den funksjonelle vertsfisken for elvemuslingen før det ble bygget sluser i det området som nå utgjør Telemarkskanalen.

I forbindelse med planlegging av en bro over Eidselva var det et ønske om å øke kunnskapen om elvemuslingen i dette området og spesielt om bestanden er ørretmusling eller laksemusling. Ved hjelp av molekylærgenetiske metoder har vi analysert 35 individer av elvemusling fra dette området. Sammenliknet med 54 referansebestander av ørretmusling og 22 referansebestander av laksemusling, viste elvemuslingen fra Eidselva en genetisk variasjon i form av allelrikdom og heterozygositet som var på høyde med det som er observert i referansebestandene av laksemusling og høyere enn noen av referansebestandene av ørretmusling. Den genetiske distansen mellom elvemuslingen fra Eidselva og de analyserte laksemuslingbestandene var også betydelig lavere enn sammenliknet med ørretmuslingbestander. Ut fra denne genetiske sammenlikningen blir elvemuslingen i Eidselva klassifisert som en laksemusling. Ved innsamling av elvemusling ble det fanget to forholdsvis unge individer på henholdsvis 12 og 14 år. De unge individene viser at det i nyere tid har skjedd rekruttering, men vi vet ikke om denne rekrutteringen har skjedd med ørret som vertsfisk eller om det sporadisk har vandret laks opp i området.

I dette prosjektet har vi analysert elvemusling i et begrenset område av Eidselva, mens det er en stor forekomst av elvemusling også i andre deler av elva. Det vil bli viktig å avdekke hvorvidt elvemuslingen som vi har analysert er en egen isolert bestand eller en delbestand som har genetisk utveksling med andre bestander i vassdraget, og spesielt i hvilken grad denne bestanden er genetisk isolert fra bestander ovenfor anadrom strekning der det kun finnes ørret.

Sebastian Wacker, Norsk institutt for naturforskning, Sebastian.Wacker@nina.no  
Jon Magerøy, Norsk institutt for naturforskning, Jon.Mageroy@nina.no  
Sten Karlsson, Norsk institutt for naturforskning, sten.karlsson@nina.no

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Materiale og metoder</b> .....	<b>7</b>
2.1 Innsamling av genetiske prøver.....	7
2.2 Genetiske analyser.....	7
<b>3 Resultater</b> .....	<b>8</b>
3.1 Lengdemåling, vekst og alder.....	8
3.2 Genetisk variasjon.....	9
3.3 Genetisk differensiering.....	10
3.4 Tilordning av enkeltindivider.....	12
<b>4 Oppsummering og diskusjon</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>14</b>
<b>6 Vedlegg</b> .....	<b>15</b>

## Forord

I forbindelse med planlegging av en bro over Eidselva ble NINA forespurt av Rune Lunde ved Asplan Viak om å gjøre genetiske analyser av elvemusling, med spesielt søkelys på å identifisere vertstilhørighet. Elvemusling er en parasitt ved at larvene fester seg og utvikler seg på gjellene til enten ørret eller laks før de bunnslår. Det har ved både eksperimenter, observasjoner i felt og ved genetiske analyser blitt vist at elvemuslingen er vertsspesifikk og at det for ulike bestander er enten laks eller ørret, men ikke begge artene, som fungerer som vert. Fravær av den funksjonelle vertsfisken kan derfor redusere eller i verste fall forhindre rekruttering. Eidselva er en del av Telemarkskanalen og det er ukjent i hvilken grad anadrom laks vandret opp i området før slusene ble bygget og derfor om elvemuslingen i området benyttet laks eller ørret som vertsfisk. Vi takker Asplan Viak for oppdraget og for et godt samarbeid ved innsamling av DNA-prøver. Vi takker ingeniørene ved NINA-Genlab for ekstraksjon av DNA og genotyping.

22.09.2021 Sten Karlsson

# 1 Innledning

Området mellom Ulefoss og Eidsfoss i Eidselva var muligens tidligere lakseførende, men på grunn av kraftverk og sluser finnes det sannsynligvis ikke anadrom fisk i dette området i dag. Undersøkelsen ble gjennomført i forbindelse med planleggingen av ny bro over Eidselva på strekningen Kaste-Stoadalen på fylkesvei 359, for Vestfold og Telemark Fylkeskommune. Elvemusling har høy forvaltningsstatus, er rødlistet som sårbar og en viktig naturverdi som skal ivaretas i prosjektet (Rune Lunde, Asplan Viak, pers. medd.). Elvemusling har et parasittisk larvestadium, ved at larver slippes fritt i vannet og fester seg til gjellene på fisk, og er derfor avhengig av en reproduserende og livskraftig bestand av funksjonell vertsfisk for å overleve på lang sikt. Både laks og ørret er fungerende verter for elvemusling, men for ulike bestander av elvemusling er det kun den ene eller den andre og ikke begge vertsortene som fungerer (Karlsson et al. 2014, Wacker et al. 2019). Fravær av den fungerende vertsorten kan derfor være avgjørende for sviktende rekruttering. Det ble derfor gjennomført genetiske analyser for å bestemme primærvert for bestanden. Dette ble gjort for å heve kunnskapsgrunnlaget, for å kunne gi mer presise råd for hvordan bestanden kan skånes gjennom byggeperioden, og for å gi innspill til forvaltningen om hvordan bestanden kan ivaretas på lang sikt (Rune Lunde, Asplan Viak, pers. medd.).

Det er vist at det er generelle genetiske forskjeller mellom elvemuslingbestander med ørret som primærvert (ørretmusling) og bestander med laks som primærvert (laksemusling) (Karlsson et al. 2014) og at man med molekylærgenetiske metoder kan undersøke hvilken vertsort som er den mest sannsynlige (Karlsson & Larsen 2013). Det molekylærgenetiske verktøyet har nylig blitt videreutviklet ved at flere referansebestander av ørret- og laksemusling har blitt analysert og at disse har blitt analysert for et større antall genetiske markører (Wacker et al. 2021). I denne rapporten gjør vi en genetisk identifisering av elvemusling fra Eidselva, i området mellom Ulefoss og Eidsfoss, som enten ørretmusling eller laksemusling.

Vestvassdraget er et sidevassdrag (delfelt 016.BA) til Skiensvassdraget (vassdragsnr. 016.G52z). Den nederste delen av dette sidevassdraget heter Eidselva (NEVINA 2021). Eidselva er en del av Telemarkskanalen. Slusene ved Ulefoss stod ferdig i 1892, og løftehøyden til slusene er 10,7 m (telemarkskanalen.no). Det er ukjent om større deler av Eidselva var anadrom før slusene ble bygget, men pga. den relativt lave høydeforskjellen mellom anadrom sone (nedenfor slusene) og ikke-anadrom sone (ovenfor slusene) er dette mulig. Selv om områdene ovenfor slusene regnes som ikke-anadrom sone, er det ikke helt utelukket at laks kan gå opp gjennom slusene (Rune Lunde, Asplan Viak, pers. medd.).

I hovedstrengen i Vestvassdraget er det kjent at det finnes elvemusling, fra Eidsfoss opp til Flåtvatn. Det er funnet god rekruttering og det er vist at muslingene kan bruke ørret som vertsfisk i denne delen av vassdraget (Sandaas & Enerud 2016a, 2016b, 2017). Områdene nedenfor Eidsfoss hadde ikke blitt undersøkt, før Asplan Viak gjennomførte undersøkelser i 2020-2021. Da ble det påvist en bestand på flere millioner muslinger, men vertsb Bruken i denne delen av Eidselva er ikke kjent (Rune Lunde, Asplan Viak, pers. medd.).



## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Innsamling av genetiske prøver

Trettifem elvemuslinger ble samlet inn ved Striken, mellom Ulefoss og Eidsfoss, i Eidselva den 26.05.2021, av Rune Lunde hos Asplan Viak og Odin Kirkemoen hos Naturrestaurering. Disse muslingene ble mellomlagret i en kasse med gjennomstrømning i elva og prøvetatt av Jon H. Magerøy (NINA) den 27.05.2021. Prøvene ble tatt 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. Etter prøvetaking ble muslingene tilbakeført til elva. Deretter ble prøvene sendt til NINAs genetikklaboratorium i Trondheim, for analyse.

Trettifire av de innsamlede muslingene ble lengdemålt (én ble utelatt ved en feil). Hos unge individer av elvemusling 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 sommer-soner. Aldersbestemmelse ble gjennomført på de to minste muslingene. For disse to muslingene ble en vekstkurve utarbeidet ved at man målte lengde av gjennomsnittlig årrings-diameter opptil ca. 12-14 års alder. Den innerste delen av skallet (ved umbo) blir imidlertid tidlig erodert, slik at de første vintersonene som dannes forsvinner. Vekstkurver fra Oagna i Rogaland (Larsen mfl. 2012) ble brukt til å estimere hvor mange årringer som manglet for muslingene i dette materialet.

### 2.2 Genetiske analyser

DNA ble ekstrahert som beskrevet av Karlsson & Larsen (2013), ved bruk av Dneasy tissue kit fra Qiagen. Muslingene fra Eidselva ble undersøkt med hensyn til et markørsett på 15 mikrosatellitter, beskrevet av Karlsson et al. (2016). Det foreligger en stor database med genotyper for disse markørene (Wacker et al. 2021). Genotyping for én av de 15 undersøkte markørene var mislykket for en stor andel av prøvene fra referansebestandene, og denne markøren (MarMa4143) ble ekskludert i analysen (Wacker et al. 2021).

Det er tidligere vist at elvemuslingbestander som infesterer enten ørret eller laks er genetisk forskjellige (Karlsson & Larsen 2013, Karlsson et al. 2014, Wacker et al. 2021). Kort oppsummert så oppviser laksemuslingbestander en generelt høyere genetisk variasjon enn ørretmuslingbestander, og genetiske distanser ( $F_{ST}$  eller Nei's genetiske distanse) (Nei 1987) mellom laksemusling- og ørretmuslingbestander grupperer seg i to atskilte genetiske grupper. For genetisk klassifisering av muslinger fra Eidselva, ble disse sammenliknet med 76 referansebestander av elvemusling (Karlsson & Larsen 2013, Wacker et al. 2021).

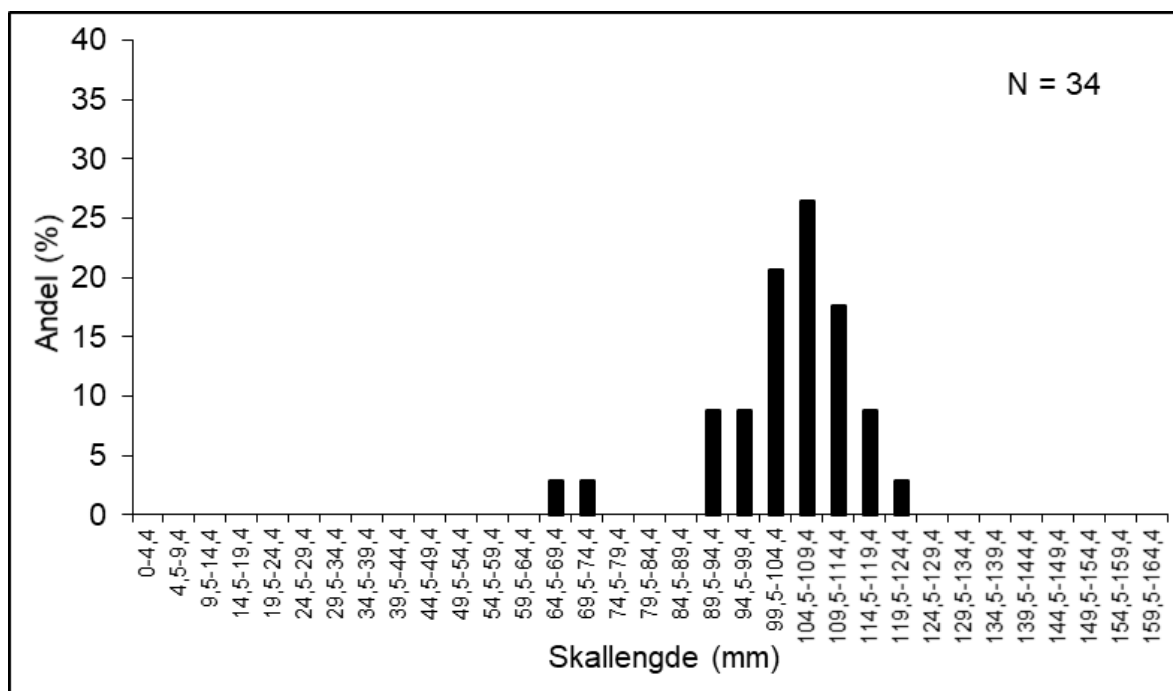
Genetisk variasjon innenfor bestandene ble undersøkt i form av heterozygositet (forekomst av ulike alleler ved en markør) og allelrikdom (antall forskjellige alleler uavhengig av antall prøver). Observert heterozygositet og allelrikdom ble beregnet ved hjelp av R pakken hierfstat (Goudet 2005), og forventet heterozygositet ble beregnet ved hjelp av R pakken adegenet (Jombart 2008).

Genetisk differensiering mellom bestander ble undersøkt i form av parvise genetiske forskjeller (genetisk forskjell mellom to bestander) mellom alle de undersøkte elvemuslingbestandene (parvis genetisk distanse), inkludert referansebestandene og stikkprøven fra Eidselva. Parvis genetisk distanse ( $F_{ST}$ ) ble beregnet i R pakken mmod (Winter 2012). Nei's parvise distanse (Nei 1987) ble beregnet i R pakken poppr (Kamvar et al. 2014). Nei's parvise distanser mellom alle de undersøkte elvemuslingbestandene ble visualisert i et prinsipalkoordinatanalyse-plot (PCA plot), ved bruk av R pakken stats (R Development Core Team 2017).

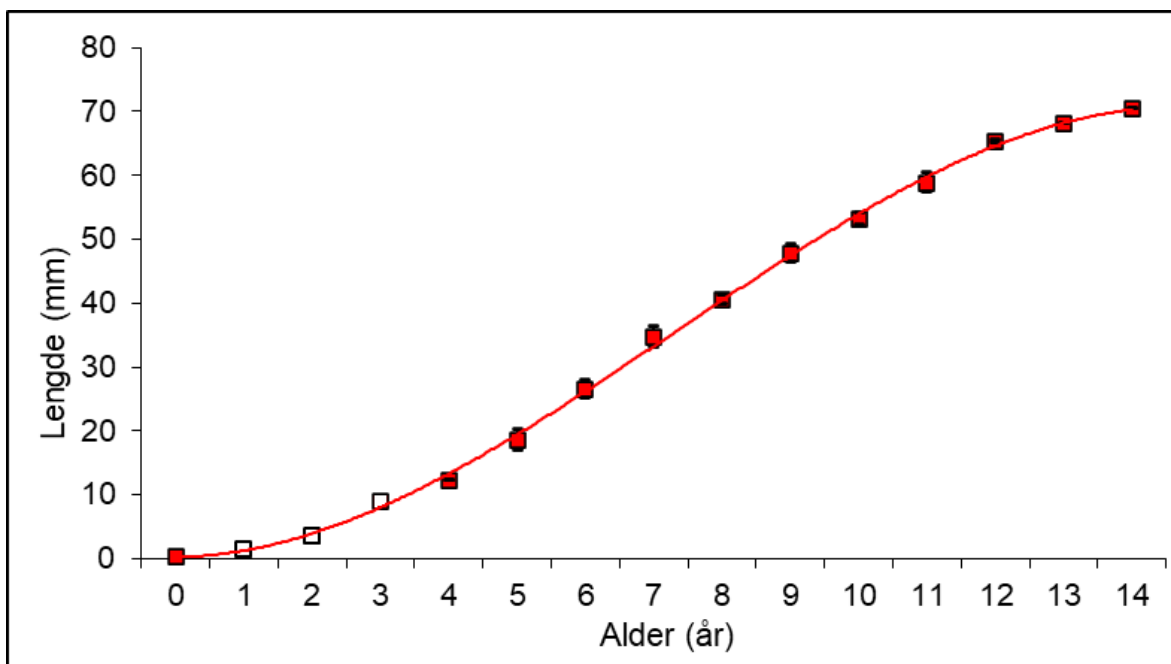
## 3 Resultater

### 3.1 Lengdemåling, vekst og alder

De 34 individene som ble lengdemålt i forbindelse med innsamlingen av genetiske prøver i Eidselva varierte i lengde fra 65,5 til 120,2 mm (figur 1). For de to minste muslingene som ble samlet inn ble det utarbeidet en vekstkurve opp til 14 års alder (figur 2). Basert på vekstkurver fra Ognå i Rogaland (Larsen et al. 2012) og observert veksthastighet, ble det lagt til tre-fire år til det antall år som ble observert på skallet. Resultatet er antatt å ligge innenfor en usikkerhet på  $\pm 1$  år. Årlig tilvekst av 5-12 år gamle muslinger var ca. 5-8 mm, etterfulgt av en reduksjon i veksten. Gjennomsnittlig lengde ved 5 og 10 års alder var henholdsvis 18,6 og 40,5 mm. De to minste muslingene som ble samlet inn ble estimert til å være ca. 12 og 14 år gamle.



Figur 1. Lengdefordeling av elvemusling innsamlet i forbindelse med genetisk prøvetaking i Eidselva.

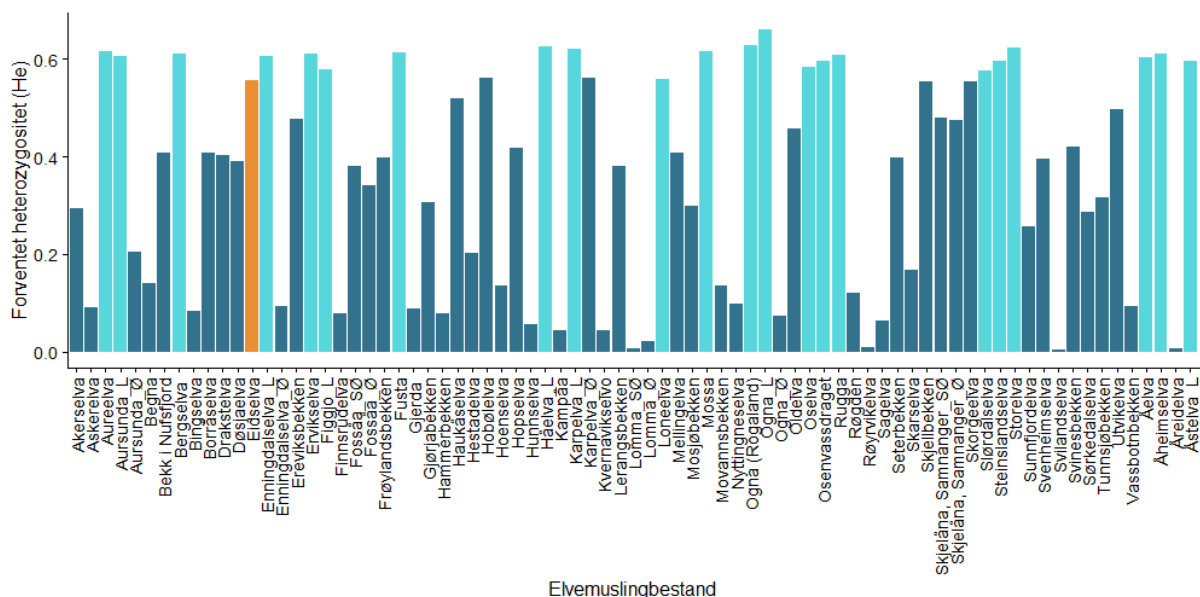


Figur 2. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemt elvemusling i Eidselva fram til 14 års alder. Figuren viser gjennomsnittlig, maksimum og minimum lengde for hver alder, i tillegg til estimert vekstkurve. Vekstkurven er basert på de to minste muslingene som ble samlet inn i forbindelse med genetisk prøvetaking. Lengder ved ett til tre års alder er hentet fra data fra Oгна i Rogaland (Larsen et al. 2012).

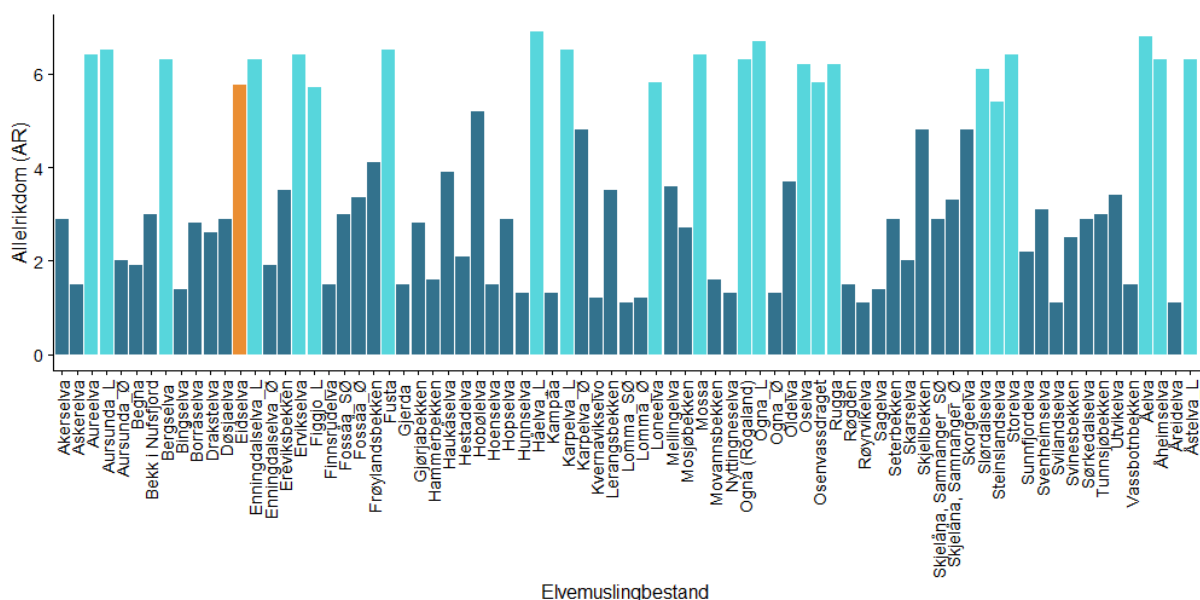
### 3.2 Genetisk variasjon

Trettito av 35 individer analysert fra Eidselva ble suksessfullt genotypet ved alle 14 markører, ett individ ble genotypet ved 13 av 14 markører og for to individer var genotypingen for dårlig til at de ble med i videre analyser..

Elvemusling fra Eidselva hadde høy genetisk variasjon. Allelrikdom var innenfor variasjon blant referansebestandene av laksemusling og høyere enn i alle de 54 referansebestandene av ørretmusling (figur 4). Forventet heterozygositet var noe lavere enn i referansebestandene av laksemusling og på nivå med referansebestandene av ørretmusling med høyest genetisk variasjon (figur 3). Genetisk variasjon i elvemusling fra Eidselva tyder på at bestanden er en laksemusling, men det kan ikke utelukkes at bestanden er en ørretmusling.



Figur 3. Forventet heterozygositet estimert fra fjorten mikrosatellitt-markører i Eidselva (oransje), 54 ørretmuslingbestander (mørkeblå) og 22 laksemuslingbestander (lyseblå).

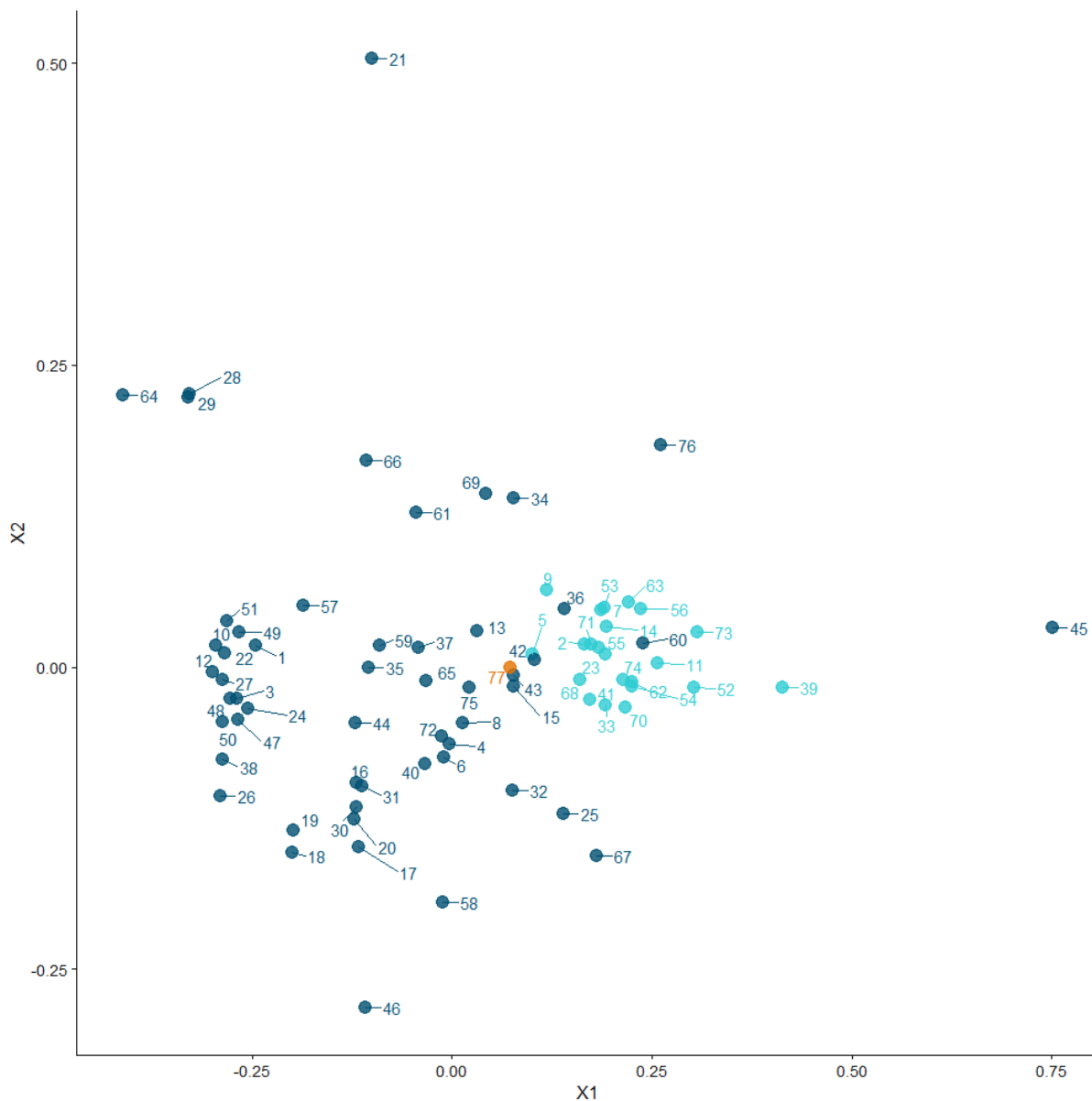


Figur 4. Allelrikdom estimert fra fjorten mikrosatellitt-markører i Eidselva (oransje), 54 ørretmuslingbestander (mørkeblå) og 22 laksemuslingbestander (lyseblå).

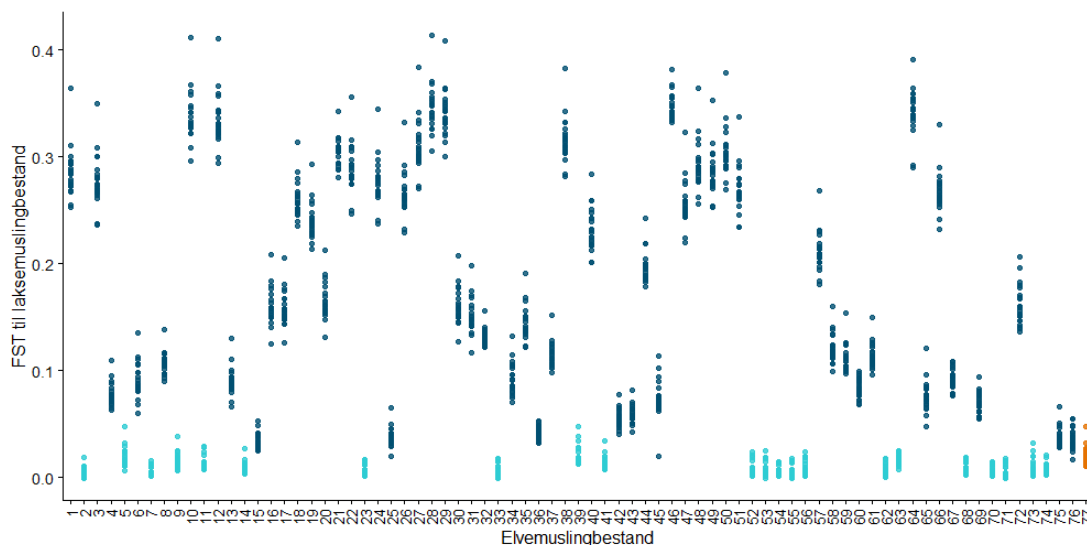
### 3.3 Genetisk differensiering

Genetisk differensiering (Nei's parvise genetiske distanse) mellom Eidselva og referansebestandene ble benyttet for å undersøke genetisk likhet av bestanden i Eidselva med laksemusling og ørretmusling. Genetisk differensiering er visualisert i figur 5. Figuren viser at de 22 laksemuslingbestandene danner en egen og tett gruppe, og at de fleste ørretmuslingbestandene ligger klart utenfor denne gruppen. Bestanden fra Eidselva ble plassert i utkanten av laksemuslinggruppen. Plasseringen av bestanden på x-aksen mellom ørretmusling og laksemusling skyldes at den genetiske variasjonen i bestanden ligger i nedre grense for laksemusling og øvre grense for ørretmusling.

For å se nærmere på genetisk differensiering mellom Eidselva og referansebestandene, undersøkte vi parvise genetiske distanser ( $F_{ST}$ ) fra hver bestand til 18 laksemuslingbestander (figur 6). Analysen er basert på at referansebestandene av laksemusling har lav parvis genetisk distanse til alle de andre undersøkte laksemuslingbestandene mens referansebestandene av ørretmusling har høyere parvis genetisk distanse til laksemuslingbestandene. Det er ingen overlap i gjennomsnittlig parvis genetisk distanse til laksemuslingbestandene mellom referansebestandene av laksemusling (gjennomsnittlig  $F_{ST}$ : 0,005 – 0,022) og ørretmusling (gjennomsnittlig  $F_{ST}$ : 0,035 – 0,348) (figur 6). Elvemusling fra Eidselva hadde lav genetisk distanse til referansebestandene av laksemusling (gjennomsnittlig  $F_{ST}$ : 0,020), og dette tyder på at bestanden er en laksemusling.



Figur 5. Prinsipalkomponentanalyse (PCA, principal component analysis) basert på Neis parvise genetiske distanser mellom Eidselva (oransje), 54 ørretmuslingbestander (mørkeblå) og 22 laksemuslingbestander (lyseblå). Navn og lokalisering av bestander er gitt i tabell 6.1.



Figur 6. Parvis genetisk distanse ( $F_{ST}$ ) mellom 18 laksemusling referansebestander og Eidselva (oransje), 54 ørretmuslingbestander (mørkeblå) og 22 laksemuslingbestander (lyseblå). Navn og lokalisering av bestander er gitt i tabell 6.1.

### 3.4 Tilordning av enkeltindivider

For å undersøke om elvemusling fra Eidselva er en bestand sammensatt av laksemusling og ørretmusling, ble enkeltindivider genetisk tilordnet til laksemusling og ørretmusling. Genetisk tilordning i programmet Genalex viste at alle individer hadde en høy relativ sannsynlighet for tilordning til referansebestander av laksemusling (figur 7). Resultatet tyder ikke på at bestanden i Eidselva er sammensatt av både ørretmusling og laksemusling. Usikkerheten i genetisk tilordning av enkeltindivider må antas som relativt høy sammenliknet med analysen av genetisk distanse av hele bestanden (Wacker et al. 2021). Tidligere validering av metoden viste at enkeltindivider fra ørretmuslingbestander med høy genetisk variasjon kan bli tilordnet til laksemusling.



Figur 7. Genetisk tilordning av enkeltindivider til ørretmusling og laksemusling i programmet Genalex. Figuren viser den samlede relative sannsynligheten for tilordning til laksemuslingbestandene for enkeltindivider fra Eidselva.

## 4 Oppsummering og diskusjon

Elvemusling fra Eidselva, i området mellom Ulefoss og Eidsfoss, har genetisk likhet med laksemusling. Genetisk forskjell til referansebestandene av laksemusling var lav og lavere enn i noen av de 54 referansebestandene av ørretmusling. I en visualisering av parvise distanser mellom alle referansebestandene, ble elvemusling fra Eidselva plassert litt utenfor de andre laksemuslingbestandene. Dette skyldes den forholdsvis lave genetiske variasjonen, sammenliknet med referansebestandene av laksemusling (Wacker et al. 2021). Genetisk variasjon blant elvemusling fra Eidselva ligger i grenseland mellom referansebestandene av laksemusling og ørretmusling. Resultatene sammenlagt tyder på at elvemusling i denne delen av Eidselva er en laksemusling. At den genetiske variasjonen i bestanden ligger i grenseland mellom laksemusling og ørretmusling betyr at det er noen usikkerhet i den genetiske tilordningen.

Genetisk tilordning av elvemusling fra Eidselva er basert på 76 referansebestander fra hele Norge og på et utvidet antall genetiske markører (Wacker et al. 2021). Det store antallet referansebestander og genetiske markører gir lav usikkerhet i genetisk tilordning av elvemuslingbestander til vertsfisk. Metoden tillater også entydig genetisk tilordning av alle de 76 referansebestandene til ørretmusling og laksemusling. I tilordning av ørretmuslingbestander med høy genetisk variasjon og laksemuslingbestander med lav genetisk variasjon kan det oppstå usikkerhet i tilordning. Dette er tilfelle for elvemusling fra Eidselva. Genetisk tilordning kan også være vanskelig når en bestand er sammensatt av ørretmusling og laksemusling, noe som kan oppstå på grunn av utsetninger eller naturlig transport av elvemusling. Genetisk tilordning av enkeltindivider fra Eidselva tyder ikke på at bestanden er sammensatt.

Kunnskap fra genetiske undersøkelser burde ses i sammenheng med konvensjonell overvåkning av bestanden. Elvemusling i Eidselva har i dag sannsynligvis ikke tilgang til anadrom vertsfisk på grunn av menneskeskapt vandringshinder. Det er usikkert om bestanden historisk har hatt tilgang til anadrom fisk, men de genetiske resultatene tyder på dette. At bestanden i hovedstrengen ovenfor Eidselva, ovenfor Eidsfoss, likevel har en god rekruttering viser at musling i denne delen av vassdraget med suksess benytter stasjonær ørret som vertsfisk (Sandaas & Enerud 2016). Størrelsen og alderen på de to minste muslingene som ble samlet inn i Eidselva, viser at det har vært rekruttering i bestanden i løpet av de siste 10-15 årene. På grunn av hvor dypt muslingene står i denne delen av elva, er det vanskelig å undersøke rekrutteringsnivået nøyere (Rune Lunde, Asplan Viak, pers. medd.). At det ble funnet tegn på rekruttering tyder likevel på at det enten går noe laks opp gjennom slusene eller at ørret har en viss funksjon som vertsfisk for denne muslingbestanden. Laksemusling viser vanligvis dårlig infestering av ørret i undersøkelse av vertsfisk i felt og i eksperimentell infestering (Karlsson et al. 2014, Wacker et al. 2019). Det finnes dog observasjoner som tyder på at noen laksemusling-bestander kan infestere stasjonær ørret med betydelig suksess. Om dette er et resultat av tilpasning til tap av tilgang på primærverten (laks) er ukjent. Det bør uansett undersøkes nærmere om den undersøkte bestanden fra Eidselva kan infestere ørret. Dette bør ideelt sett gjennomføres ved å undersøke infeksjonsraten på vertsfisken, men slike undersøkelser er vanskelig å gjennomføre i elva, da det vil være vanskelig å samle inn ørretyngel og det ikke finnes lakseyngel i denne delen av elva (Rune Lunde, Asplan Viak, pers. medd.). Alternativt kan man sette opp kontrollerte karforsøk med laks og ørret (Wacker et al. 2019).

Eidselva, mellom Ulefoss og Eidsfoss, er en del av Telemarkskanalen og et større vassdrag med en stor forekomst av elvemusling (Sandaas & Enerud 2016, Sandaas & Enerud 2016, Sandaas & Enerud 2017). Genetisk undersøkelse av elvemusling fra flere områder i vassdraget anbefales for å undersøke om det er en stor sammenhengende bestand eller om det er flere delbestander som er genetisk forskjellige. Hvis det viser seg at dette er en sammenhengende bestand, tyder det på at elvemuslingen i det undersøkte området i Eidselva vil kunne benytte seg av ørret som vert, som vist for muslingene lenger oppe i vassdraget (Sandaas & Enerud 2016).

## 5 Referanser

- Goudet, J. 2005. HIERFSTAT, a package for R to compute and test hierarchical F-statistics. *Molecular Ecology Notes* 5(1): 184-186.
- Jombart, T. 2008. adegenet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers. *Bioinformatics* 24(11): 1403-1405.
- Larsen, B.M., Saksgård, R. & Bjerland, J.M. 2012. Overvåking av elvemusling i Ognå, Rogaland. Tiltaksovervåking kalking 2011. NINA Rapport 887. Kamvar, Z.N., Tabima, J.F. & Grunwald, N.J. 2014. Poppr: an R package for genetic analysis of populations with clonal, partially clonal, and/or sexual reproduction. *PeerJ* 2.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. NINA Rapport 926.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Hydrobiologia* 735(1): 179-190.
- Karlsson, S., Larsen, B.M., Balstad, T., Eriksen, L. & Hagen, M. 2016. Elvemusling - evaluering av en kultiveringsmetode. NINA Rapport 1257. [In Norwegian].
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press.
- R Development Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Telemarkskanalen mellom Vrangfoss og Eidsfoss, Nome kommune, Telemark fylke 2015.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera* og vertsfisk for larvestadiet. Telemark 2015.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2017. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Telemarkskanalen mellom Kjeldal og Lunde sluser, Nome kommune, Telemark fylke 2017.
- Wacker, S., Larsen, B.M., Karlsson, S. & Hindar, K. 2019. Host specificity drives genetic structure in a freshwater mussel. *Scientific Reports* 9.
- Wacker, S., Larsen, B.M., Magerøy, J.H., Hagen, I.J., Kålås, S. & Karlsson, S. 2021. Genetisk struktur og variasjon i elvemusling i Norge. Betydning for bestandenes økologiske tilstand. Norsk institutt for naturforskning (NINA).
- Winter, D.J. 2012. MMOD: an R library for the calculation of population differentiation statistics. *Molecular Ecology Resources* 12(6): 1158-1160.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. *The Freshwater Pearl Mussels and Their Relationships with Salmonid Fish*. VNIRO Publishing House, Moscow, Russia.



## 6 Vedlegg

Tabell 6.1. Oppsummert statistikk fra fjorten mikrosatellitt-markører fra 77 elvemuslingbestander (fra 70 lokaliteter) med ørret (T) eller laks som vert (S) eller ørret (TS) eller laks (ST) som sannsynlig vert. N er antall undersøkte muslinger, A er gjennomsnittlig observert antall ulike alleler, AR er gjennomsnittlig allelrikdom (allelic richness) basert på femten diploide individer, He er gjennomsnittlig forventet heterozygositet, Ho er gjennomsnittlig observert heterozygositet, MLG er antall unike genotyper, FIS er grad av innavl.

Nr	Bestand	Vert	Fylke	N	AR	A	He	Ho	MLG	F <sub>IS</sub>
1	Hammerbekken	T	Agde	59	1.6	2.2	0.077	0.054	21	0.303
2	Storelva	S	Agde	29	6.4	7.8	0.612	0.616	29	0.000
3	Vassbotnbekken	TS	Agde	30	1.5	1.6	0.091	0.029	15	0.776
4	Ereviksbekken	T	Roga	48	3.5	4.1	0.471	0.499	48	-0.037
5	Figgjo_L	S	Roga	30	5.7	6.7	0.570	0.561	30	0.018
6	Frøylandsbekken	TS	Roga	30	4.1	5.1	0.392	0.386	30	0.044
7	Håelva_L	S	Roga	30	6.9	8.7	0.615	0.614	30	0.002
8	Lerangsbekken	T	Roga	26	3.5	4.1	0.372	0.346	26	0.087
9	Ogna (Rogaland)	S	Roga	30	6.3	7.6	0.616	0.564	30	0.101
10	Røyrvikelva	T	Roga	24	1.1	1.1	0.009	0.003	3	0.500
11	Steinslandselva	ST	Roga	60	5.4	6.6	0.592	0.585	60	0.048
12	Svilandselva	T	Roga	30	1.1	1.1	0.005	0.005	2	-0.018
13	Svinesbekken	T	Roga	28	2.5	2.6	0.412	0.425	28	0.056
14	Bergselva	S	VeTe	28	6.3	7.3	0.600	0.599	28	0.040
15	Skorgeelva	T	VeTe	30	4.8	5.4	0.545	0.543	30	0.012
16	Akerselva	T	Oslo	30	2.9	3.4	0.288	0.274	30	0.038
17	Gjørjabekken	T	Oslo	30	2.8	3.1	0.300	0.244	30	0.169
18	Movannsbekken	T	Oslo	50	1.6	1.9	0.134	0.057	30	0.445
19	Skarselva	T	Oslo	29	2.0	2.1	0.165	0.032	17	0.834
20	Sørkedalselva	T	Oslo	60	2.9	3.8	0.285	0.255	60	0.079
21	Askerelva	T	Vike	32	1.5	1.7	0.089	0.045	14	0.433
22	Bingselva	T	Vike	30	1.4	1.6	0.081	0.019	10	0.642
23	Enningdalselva_L	S	Vike	30	6.3	7.6	0.596	0.583	30	0.012
24	Enningdalselva_Ø	T	Vike	27	1.9	2.3	0.092	0.029	9	0.644
25	Hobøelva	T	Vike	59	5.2	6.4	0.557	0.547	59	0.022
26	Hoenselva	T	Vike	29	1.5	1.7	0.134	0.081	21	0.406
27	Kampåa	T	Vike	57	1.3	1.6	0.043	0.016	12	0.284
28	Lomma_SØ	T	Vike	18	1.1	1.1	0.007	0.000	2	1.000
29	Lomma_Ø	T	Vike	30	1.2	1.3	0.021	0.002	5	0.750
30	Mosjøbekken	T	Vike	75	2.7	3.4	0.296	0.256	74	0.152
31	Tunnsjøbekken	T	Vike	58	3.0	3.9	0.312	0.312	58	-0.002
32	Døsjaelva	TS	Vest	53	2.9	3.4	0.386	0.379	53	0.107
33	Storelva (Erviksvatnet)	S	Vest	66	6.4	9.0	0.607	0.604	66	-0.010
34	Fossåa_SØ	TS	Vest	15	3.0	3.0	0.329	0.257	15	0.261
35	Fossåa_Ø	TS	Vest	15	3.4	3.4	0.368	0.405	15	-0.074

Nr	Bestand	Vert	Fylke	N	AR	A	He	Ho	MLG	Fis
36	Haukåselva	T	Vest	83	3.9	5.1	0.515	0.503	83	0.026
37	Hopselva	T	Vest	23	2.9	3.1	0.408	0.415	23	0.005
38	Kvernavikselvo	T	Vest	25	1.2	1.2	0.043	0.006	5	0.623
39	Loneelva	S	Vest	40	5.8	7.8	0.551	0.509	40	0.129
40	Nyttingneselva	T	Vest	62	1.3	1.4	0.097	0.120	21	-0.191
41	Oselva	S	Vest	30	6.2	7.7	0.574	0.550	30	0.066
42	Skjelåna_SØ	T	Vest	26	2.9	3.1	0.470	0.533	26	-0.128
43	Skjelåna_Ø	T	Vest	30	3.3	3.6	0.466	0.460	30	0.029
44	Sundfjordelva	TS	Vest	54	2.2	2.4	0.255	0.101	43	0.488
45	Svenheimselva	T	Vest	26	3.1	3.2	0.388	0.406	26	-0.043
46	Åreidelva	T	Vest	28	1.1	1.1	0.007	0.008	6	-0.025
47	Begna	T	Innl	30	1.9	2.2	0.137	0.012	9	0.823
48	Finnsrudelva	T	Innl	60	1.5	1.6	0.077	0.018	20	0.792
49	Gjerda	T	Innl	30	1.5	1.6	0.088	0.048	14	0.450
50	Hunnselva	T	Innl	30	1.3	1.4	0.056	0.012	8	0.655
51	Røgden	T	Innl	30	1.5	1.7	0.119	0.040	17	0.521
52	Aureelva	S	Møre	30	6.4	7.6	0.604	0.564	30	0.066
53	Osenvassdraget	S	Møre	31	5.8	7.1	0.587	0.581	31	0.025
54	Rugga	S	Møre	39	6.2	7.8	0.600	0.588	39	0.027
55	Åheimselva	ST	Møre	60	6.3	8.9	0.605	0.576	60	0.049
56	Aursunda_L	S	Trøn	23	6.5	7.3	0.591	0.601	23	0.007
57	Aursunda_Ø	T	Trøn	28	2.0	2.3	0.201	0.031	10	0.777
58	Bekk i Nufsfjord	T	Trøn	30	3.0	3.2	0.401	0.386	30	0.026
59	Borråselva	T	Trøn	30	2.8	3.4	0.400	0.369	30	0.081
60	Drakstelva	T	Trøn	30	2.6	2.9	0.397	0.419	30	-0.057
61	Mellingelva	T	Trøn	29	3.6	4.1	0.400	0.421	29	0.034
62	Mossa	ST	Trøn	28	6.4	7.5	0.604	0.596	28	0.037
63	Ogna_L	S	Trøn	35	6.7	8.4	0.651	0.610	35	0.069
64	Ogna_Ø	T	Trøn	15	1.3	1.3	0.072	0.000	6	1.000
65	Oldelva	T	Trøn	30	3.7	4.3	0.449	0.430	30	0.078
66	Sagelva	T	Trøn	30	1.4	1.5	0.063	0.033	11	0.383
67	Seterbekken	T	Trøn	30	2.9	3.1	0.391	0.415	30	-0.044
68	Slørdalselva	ST	Trøn	52	6.1	8.4	0.570	0.580	52	-0.010
69	Utvikelva	T	Trøn	84	3.4	4.4	0.493	0.492	84	0.005
70	Åstelva_L	S	Trøn	30	6.3	7.6	0.585	0.590	30	0.008
71	Fusta	S	Nord	31	6.5	8.1	0.603	0.599	31	0.011
72	Hestadelva	T	Nord	28	2.1	2.4	0.200	0.214	28	-0.058
73	Åelva	S	Nord	30	6.8	8.4	0.594	0.583	30	0.042
74	Karpelva_L	S	Trom	24	6.5	7.5	0.607	0.609	24	0.038
75	Karpelva_Ø	T	Trom	32	4.8	5.8	0.553	0.547	32	0.034
76	Skjellbekken	T	Trom	19	4.8	4.9	0.540	0.580	19	-0.046
77	Eidselva	-	VeTe	33	5.8	7.4	0.556	0.543	33	0.029



*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.*

2029

NINA Rapport

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-4811-2

## 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](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger