



Tiltak flytting og infeksjon Elvemusling i Leira Nannestad kommune 2011-2023 Viken fylke



Kjell Sandaas

Naturfaglige konsulenttjenester

Øvre Solåsen 9, N-1459 Nesodden

Mobil +47 950 78 010, E-post: kjell.sandaas@gmail.com

Tittel:

Tiltak flytting og infeksjon. Elvemusling i Leira. Nannestad kommune 2011 – 2023. Viken fylke.

Forfatter(e):

Kjell Sandaas, *Naturfaglige konsulenttjenester*

Jørn Enerud, *Fisk og miljøundersøkelser*

Antall sider: 16.

Foto: Kjell Sandaas

Dato: 06.12.2023

Sammendrag:

Sandaas og Enerud undersøkte Leiras bestand av elvemusling, inkludert vertsfisk, i perioden 1998-2009. Hovedkonklusjonen var at Leira har en betydelig populasjon av elvemusling. I øvre del av Leira er situasjonen uavklart, men trolig hindrer forsurening rekruttering. I nedre del er det rekruttering, men det er usikkert om rekrutteringen er sterkt nok på noen av stasjonen til at bestanden vil holde seg stabil over tid. Vannkjemi i øvre del bør overvåkes og kalkingsinnsatsen må vurderes nøye. Rapporten forslår overvåking av rekruttering hos elvemuslingene, samt tiltak for å styrke muslingbestanden på sikt. Et konkret tiltak er flytting av muslinger internt i elva. Et slikt tiltak ble igangsatt i 2011 og satt på vent i 2014 pga. usikkerhet omkring verdien av resultatene så langt. Tiltaket ble gjenopptatt i 2017.

Resultatene fra tiltaket i Leira i perioden 2008-2023 viser som forventet variasjon mellom årene. I alt er 149 fisk analysert i perioden, og av disse var 18,1 % infisert (prevalens) og gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk var 99,5 (intensitet). Prevalensen varierte fra 9,5 til 29,4 % og intensiteten fra 1 til 1000 larver. Analysene er imidlertid utført sent i mai eller i juni og viser andel infisert fisk og antall larver som har overlevd helt frem til de slipper seg løs fra gjellen i juni og begynner sitt liv som en liten musling nedgravd i substratet. Larvene som sitter lengst på gjellen, er de mest livskraftige, og frafallet fra infeksjon i august-oktober og frem til mai/juni året etter, er betydelig; trolig i størrelsesordenen 25 til 75 %. Både prevalens og intensitet varierer betydelig mellom år, lokalitet og fiskeart/-stamme. Overvåkingsdata fra 16 vassdrag med ørretmusling viser svært stor variasjon i prevalens mellom vassdrag og mellom høst og vår. I lys av overvåkingsdataene, synes både prevalens og intensitet å ligge innenfor det som kan forventes i bestander som har sviktende rekruttering. Den siste kritiske faktoren er tetthet av elvemusling. Og her kommer flyttetiltaket naturlig inn. I alt er 6.643 muslinger flyttet fra muslingbankene til de tre forsøksstrykene så langt i tiltaket. Tettheten av muslinger i forsøksstrykene har blitt mangedoblet, og tettheten av vertsfisk viser også nivåer som ligger innenfor dokumentert krav til tetthet av vertsfisk.

I lys av faren for smittespredning, og problemer med vannkvaliteten i dyrkingsanlegg for elvemusling, kan gjennomføring av tiltak i lokaliteten bli viktigere enn noen gang. Tiltaket bør følges opp i 3-4 år for å få frem en tidsserie med god varighet som kan utjevne naturlige svingninger og vise en langsiktig trend. I 2024 bør antall muslinger midtre og østre stryk økes. Samtidig gjennomføres søk etter rekruttering i substratet og et elfiske for å kontrollere infeksjonen på vertsfisken. Vannkvaliteten bør følges tetter opp med hensyn til aluminium, og pH-loggere bør legges ut slik at eventuelle surstøter fanges opp.

Biotoptiltak for vertsfisken kan gjennomføres ved å velte ut stein og blokk som under tømmerfløtingen ble rensket til side.

Emneord:

Elvemusling, flytting, infeksjon, Leira, Nannestad, rødlisteart, Viken fylke.

Referanse:

Sandaas, K. og Enerud, J. 2023. Tiltak flytting og infeksjon. Elvemusling i Leira. Nannestad kommune 2011 – 2023. Viken fylke. Rapport 16 sider.

Forord

Statsforvalteren i Oslo og Viken (tidl. Fylkesmannen i Oslo og Akershus), ved seniorrådgiver Terje Wivestad, har vært oppdragsgiver. Arbeidet er finansiert via statlige tiltaksmidler for trua arter i 2023. Terje Wivestad, John Sandve, Liv Dervo og Leif Nilsen takkes for verdifull innsats i feltarbeidet.

Nesodden, 06.12.2023

Kjell Sandaas

Naturfaglige konsulenttenester

Innhold

1	Innledning	3
2	Områdebeskrivelse	5
3	Metoder og materiale	6
4	Resultater og diskusjon	7
5	Litteratur	15

1 Innledning

Sandaas og Enerud (2010) undersøkte Leiras bestand av elvemusling, inkludert vertsfisk, i perioden 1998-2009. Hovedkonklusjonen var at Leira har en betydelig populasjon av elvemusling i en region hvor status for muslingen generelt er svak. I øvre del av Leira er situasjonen uavklart, men vi mistenker at forsurening stadig hindrer en nyrekruttering. I nedre del er det rekruttering, men det er usikkert om rekrutteringen er sterkt nok på noen av stasjonen til at bestanden vil holde seg stabilt over tid. Videre er det behov for intensivt overvåking av vannkjemi direkte på muslingstasjonene i øvre del og kalkingsinnsatsen må vurderes nøye. Rapporten inneholder også forslag til overvåking av vannkvalitet og rekruttering hos elvemuslingene, samt tiltak for å styrke muslingbestanden på sikt. Et konkret tiltak for å bedre situasjonen for elvemuslingen, er flytting av muslinger internt i elva. Et slikt tiltak ble igangsatt i 2011 og satt på vent i 2014 pga. usikkerhet omkring verdien av resultatene så langt. Tiltaket ble gjenopptatt i 2017.

I lys av faren for smittespredning, og problemer med vannkvaliteten i dyrkingsanlegg for elvemusling (eksempelvis Austevoll og Gøteborg), kan gjennomføring av tiltak i lokaliteten bli viktigere enn noen gang. Flytting av muslinger til godt ungfiskhabitat kan være et slikt tiltak.

Status

Norge har i dag ca. 40 % av den europeiske bestanden av elvemusling, og dette gjør den til en ansvarsart for Norge. Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium som er festet til gjellene på laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen. De eldste elvemuslingene kan bli over 200-300 år gamle. Arten er plassert i kategori sterkt truet på IUCN sin globale rødliste 2010, men i kategori sårbar (VU) på Norsk rødliste for arter 2021 (Artsdatabanken 2021, 24. november).

Det er antatt at det er rekrutteringssvikt i om lag en tredel av lokalitetene i Norge. Dette er populasjoner som over tid vil bli redusert i antall og stå i fare for å dø ut. Elvemusling er altså fortsatt til stede, men det skjer en «forgubbing» i bestandene. Det er forringelse og ødeleggelse av leveområdene som er den største trusselen. Eutrofiering, erosjon fra land- og skogbruksområder, forsurening, utryddelse av vertsfisk, vassdragsregulering, kanalisering, bekkelukking, drenering av myrer og annen utmark, giftutslipp og klimavariasjoner kan være viktige faktorer i dette bildet. Plukking av muslinger og perlefiske var tidligere en alvorlig trussel. Årsaken til bestandsnedgangen er ulik i de enkelte vassdragene.

Kjennetegn

Normal størrelse på en voksen elvemusling er 7-15 cm. Skallet er mørkt brunlig, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Skjellet består av to tykke, symmetriske og avlange skall som beskytter de myke kroppsdelenene. Skallene er festet mot hverandre i et hengselledd som består av en hengselplate og tenner på begge skallhalvdeler, som griper inn i hverandre. Tennene er et sikkert kjennetegn for å skille elvemusling fra de tre ulike dammuslingartene som vi finner i Norge.

Utbredelse

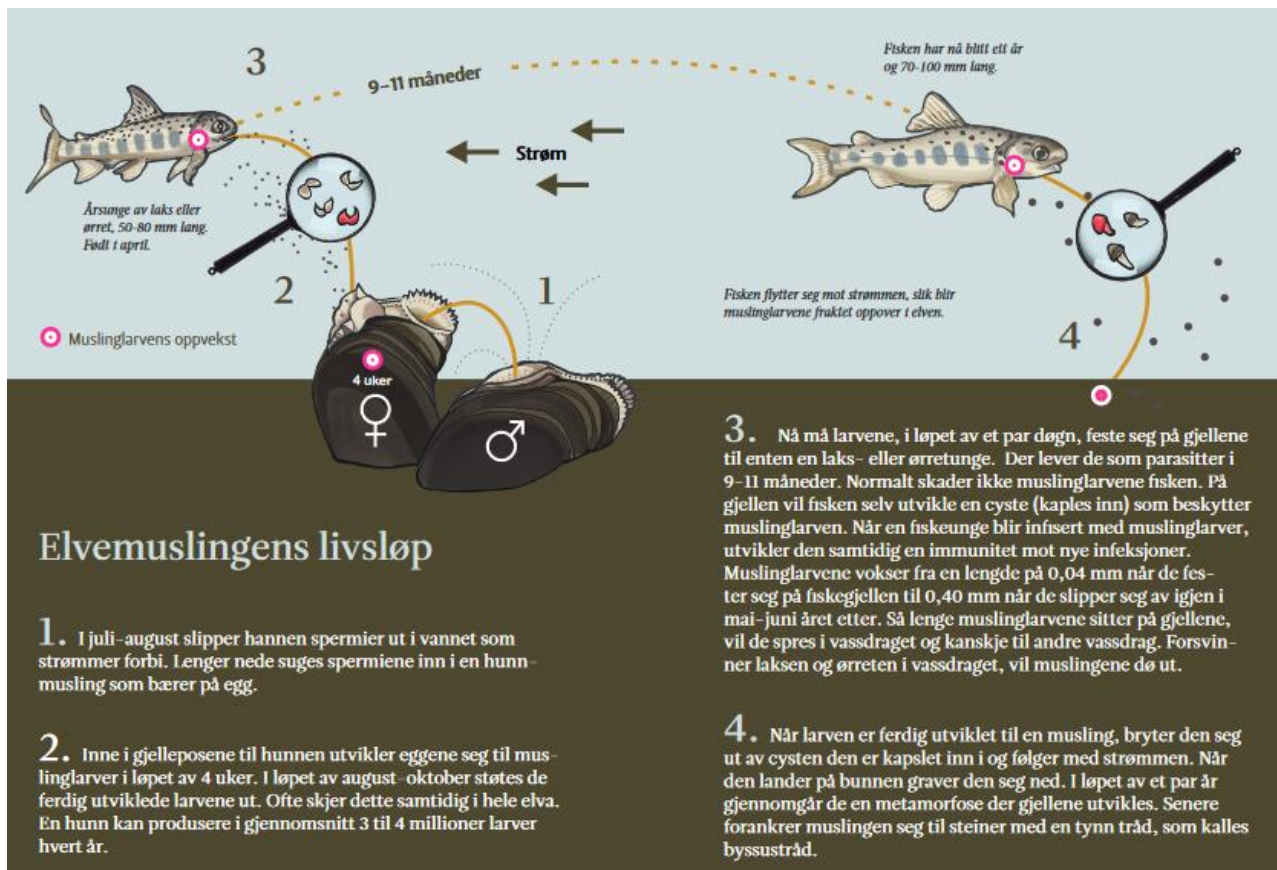
Elvemusling finnes utbredt i hele Norge i et belte langs kysten, men også et stykke innover i vassdragene og enkelte steder opp til 400-450 moh. Selv om vi ikke kjenner utbredelsen i detalj, er elvemusling kjent fra mer enn 500 lokaliteter i Norge. Elvemuslingen har imidlertid forsvunnet fra nær en firedel av disse lokalitetene, og mest markert er fraværet av muslinger fra store områder på Sørlandet. De fleste lokalitetene med reproduserende bestander av elvemusling finnes i dag i Rogaland, Trøndelag og Nordland fylker.

Elvemusling er ellers kjent fra store deler av Europa og østlige delen av Nord- Amerika. I Nord Amerika er utbredelsen begrenset til områdene langs Atlanterhavskysten fra New Foundland (Canada) til Pennsylvania (USA). I Europa går den opprinnelige grensen for utbredelsen nord for en linje fra Spania og Portugal i sør, via Alpene, gjennom Øst-Europa og opp gjennom Russland til Barentshavet. Elvemusling hadde tidligere en nesten sammenhengende utbredelse, men har i våre dager forsvunnet fra store områder, og forekommer nå bare sporadisk i Mellom- og Sør-Europa.

Biologi

Elvemuslingen lever hovedsakelig i rennende vann. Den finnes helst i næringsfattige lokaliteter med grus- og sandbunn som stabiliseres av små og store steiner og steinblokker. Elvemusling unngår lokaliteter i vassdrag med høyt partikkelinnhold, og trives også dårlig i områder med høyt innhold av humussyrer. Elvemuslingen påvirkes negativt ved forsurening og ved høy tilførsel av næringsstoff (eutrofiering). Det er ingen forskjell på hanner og hunner hos

elvemusling, og i enkelte populasjoner finnes det også en større eller mindre andel av individer med anlegg for begge kjønn (hermafroditter). Spermier og egg modnes i gonadene i løpet av sommeren. Det befruktete egget utvikler seg til en liten umoden musling eller muslinglarve (glochidie). En hunn kan produsere i gjennomsnitt 3-4 millioner muslinglarver ved hver forplantning. Gjellene til de voksne muslingene fungerer som «yngelkammer» for larvene i om lag fire uker (i løpet av perioden fra slutten av juli til midten av oktober), men det er stor variasjon i tidsrommet mellom år og mellom nærliggende vassdrag. Når muslinglarvene er ferdig utviklet, støtes de ut i elvevannet. Selve frigivelsen av muslinglarver skjer relativt synkront for hele bestanden, og enorme mengder med muslinglarver finner veien ut i elva samtidig. Muslinglarvene vil etter frigivelsen dø i løpet av kort tid (inntil noen få dager) hvis de ikke kommer i kontakt med gjellene på en fisk. Dette stadiet på fisk er helt nødvendig for at muslinglarven skal bli ferdig utviklet, og kan starte et liv som bunnlevende musling i elva. Muslinglarvene vil bare utvikle seg normalt på laks eller ørret i Norge.



Figur 1. Tatt fra informasjonsbrosjyra Elvemusling – en perle i vassdraget, Statsforvalteren i Trøndelag.

Larvene fester seg imidlertid på alle fiskearter som forekommer, men på uegnet vertsfisk vil de falle av igjen i løpet av kort tid. På riktig vertsfisk vil fisken selv utvikle en cyste som beskytter muslinglarven. Når en fiskeunge blir infisert, utvikler den samtidig en immunitet (antistoffer) mot senere infeksjoner. Normalt vil ikke muslinglarvene skade fisken som bærer dem, selv om veksten til fisken kan hemmes noe. Vanntemperatur er bestemmende for lengden av det parasittiske stadiet, som normalt varer 9-11 måneder. Muslinglarvene vokser fra en lengde på 0,04 mm når de fester seg om høsten (august-oktober) til 0,40 mm når de slipper seg av igjen på våren (mai-juni). Lite er kjent om hva som egentlig skjer med muslingen etter at den har forlatt vertsfisken. Dette er dessuten en kritisk fase i muslingenes liv, og dødeligheten er høy; 95 % av muslingene dør i løpet av de første 5-8 årene. De fleste muslingene lever nedgravd i substratet i de første leveårene. For å finne de yngste årsklassene av muslinger, opp til en lengde på 15-30 mm, må vi derfor grave i grusen. For muslinger som er 30-50 mm lange, vil fortsatt bare 25-50 % av individene være synlige. For 80-100 mm lange muslinger derimot vil 85-90 % av individene være synlige. Kjønnsmodningen avhenger mer av alder enn av størrelse, og normalt blir elvemuslingen kjønnsmoden i 12-15-årsalder og den er da 50-75 mm lang. Etter oppnådd kjønnsmodning, vil elvemuslingen kunne formere seg resten av livet. Muslinger fra Sør-Norge har en noe høyere årlig tilvekst og er derfor større enn muslinger fra Nord-Norge ved samme alder. Levealderen kan være 140-250 år i Skandinavia og Russland, men i Mellom-Europa blir elvemuslingen sjelden eldre enn 50-70 år. Muslingene forflytter seg i liten grad etter at de har etablert seg på elvebunnen. Spredning innad i vassdrag og mellom vassdrag skjer derfor mens larvene sitter på fisken.

2 Områdebeskrivelse

Leira (vassdragsnr. 002.CAA0) har sine kilder i Lunner kommune i Innlandet (tidl. Oppland) fylke 812 moh. og munner ut i Nordre Øyeren i Lillestrøm kommune i Viken (tidl. Akershus) fylke 102 moh, jf. figur 2. Vassdraget har en total lengde på 98 km og en middelvannføring på 12 m³/sek. Leira er også en del av det store Glomma-vassdraget. Nedbørfeltets areal er 659 km², hvorav ca. 380 km² ligger under marin grense. Klima i området er et kaldt, temperert skogs- og snøklime med kaldeste måned under -3 °C. Årsnedbør ligger mellom 800 og 1100 mm. Leira er et typisk flomvassdrag, med raske endringer i vannføringen.

Det er totalt omkring 180 innsjøer og tjern som drenerer til Leira med Malsjøen, Vassbråa, Våja, Skjerva og Avalsjøen som de største. Viktige sideelver er Rotua, Tveia, Gjermåa og Jeksla. Øvre del oppstrøms Maura som ligger over marin grense (ca. 200 moh), domineres av bakk, stein, grus og sand i fin blanding. Nedstrøms Maura renner elva ut i jordbruksbygda og substratet preges av marine avsetninger med silt og leire. Elva varierer i bredden fra 10 til 25 m og i dybden fra 10 cm til 2,5 m i øvre deler, men Leira er generelt sett en grunn elv. I nedre del blir elva gradvis dypere og har mer karakter av en kanal. I øvre deler er elveløpet nokså rett, mens nede på leirslettene preges løpet av tette meandersvinger. Ved Leirsund flater landskapet ut igjen. Herfra renner Leira langsomt over elveslettene og danner meandere og kroksjøer før elva går sammen med Nitelva og deretter ut i innsjøen Øyeren. Her ligger Nordre Øyeren naturreservat som er Nord Europas største innlandsdelta og et meget viktig våtmarksområde. En rekke rødlistearter er registrert i Leiras nedbørfelt. Hele vassdraget er for øvrig vernet mot kraftutbygging, med tilhørende Rikspolitiske retningslinjer.

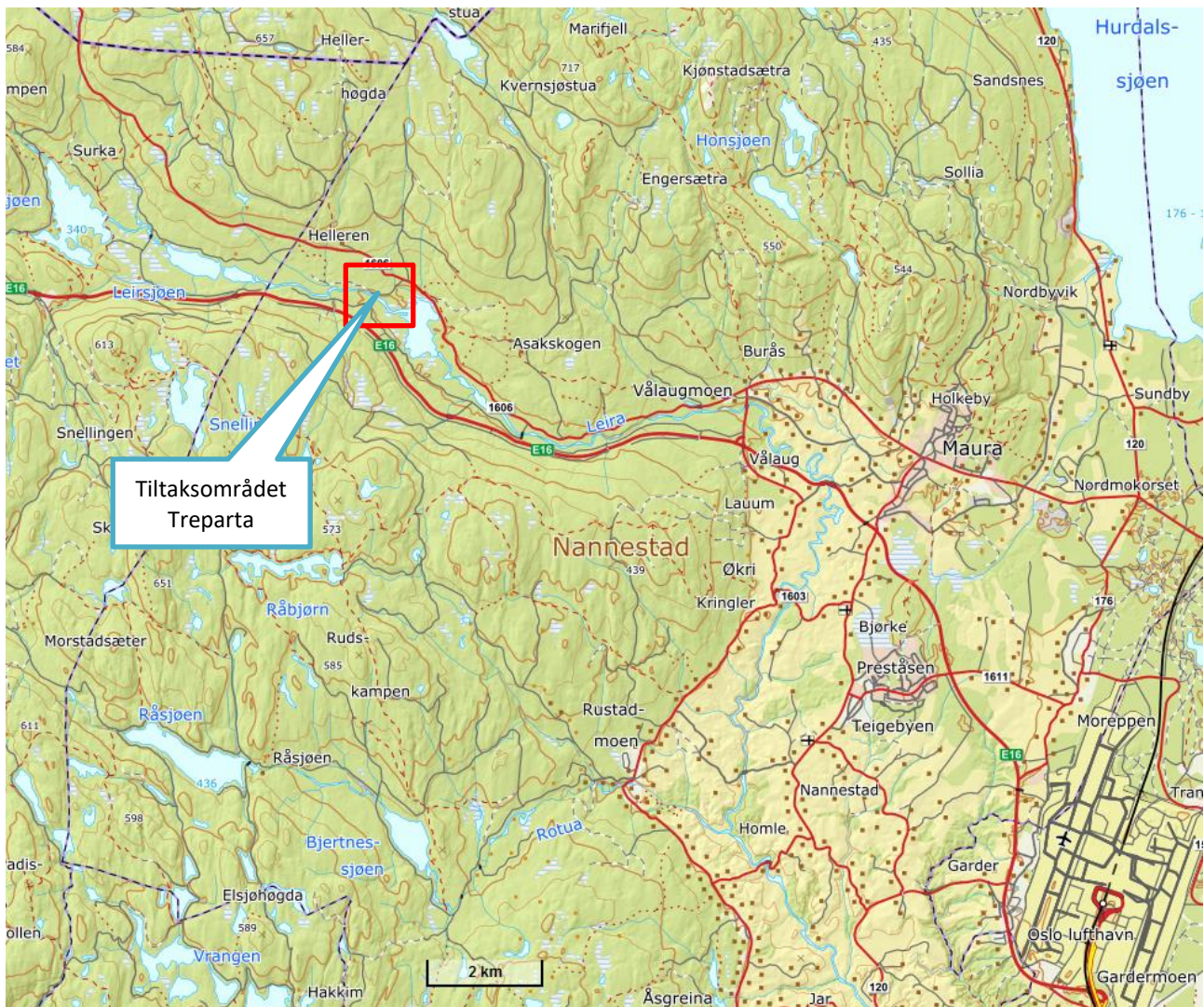
Ravinelandskapet på Romerike utgjør en stor del av Leiras nedbørsfelt. Ravinelandskapet er et kupert landskap med karakteristiske V- formede daler, dannet gjennom erosjon i marine leirsedimenter under landhevingen etter siste istid. De er imidlertid ustabile i den forstand at de er erosjonsutsatt og at man får overflateskred eller utrasinger i ravinesidene. Man har derfor en stor grad av naturlig erosjon, som medfører store tilførsler av leirpartikler til Leira. Leira bærer derfor sitt navn med rette.

Kalking som tiltak mot forsuring og fiskedød, begynte allerede rundt 1970, men kalking før 1985 har trolig hatt ubetydelig effekt (Helge B. Pedersen pers. medd.). Rundt 100 innsjøer i vassdraget har forsuringsproblemer. Omlag 80 av disse har blitt kalket for å oppnå tilfredsstillende vannkvalitet. Imidlertid finnes få data fra nedbørfeltet som gjelder hovedelva Leira direkte, men det har vært antatt at vannkvaliteten i elva også i øvre deler er god nok for fisk. I følge Helge B. Pedersen i Nannestad kommune (pers. medd.) har Leira hatt god nok vannkvalitet for ørret oppstrøms marin grense, selv om den kan ha vært faresonen enkelte steder. Men det ble under «Aksjon 88» (august 1988) også målt aluminiumsnivåer som er skadelig og dødelige for fisk. Resultater fra overvåking av vassdrag på Romerike i 2008, herunder Leira, viser imidlertid at AIP-indeksen (begroingsalger) for stasjon Skrevemyr i øvre del av vassdraget ligger i grenseland for forsuringpåvirkning (Lindholm m. fl. 2009). Skrevemyr ligger godt over marin grense og litt nedstrøms vår stasjon Stråtjern (tiltaksområdet Treperta).

Når det gjelder næringsalter, partikler og tarmbakterier varierer vannkvaliteten i hovedvassdraget fra *meget god* øverst i vassdraget til *dårlig/meget dårlig* fra Krokfoss og ned til samløpet med Nitelva. Dette skyldes tilførsler fra kommunalt avløpsvann og spredt bebyggelse, samt fra jordbruket og fra naturlig erosjon. Flyplassen på Gardermoen og overvann fra veganlegg ol. gir også bidrag til forurensningen.

I elva Leira forekommer over marine grense ørret *Salmo trutta*, abbor *Perca fluviatilis*, sik *Coregonus lavaretus*, mort *Rutillus rutillus*, ørekyte *Phoxinus phoxinus*, bekkeniøye *Lampetra planeri* og steinsmett *Cottus poecilopus*. Ørret er den dominerende fiskearten i hurtigrennende partier. De nedre deler av Leira er én av de mest mangfoldige elvestrekninger i Norge når det gjelder forskjellige fiskearter, med over 20 arter, bl.a. gjørs og asp. Fiskesamfunnet domineres av karpfisker, bl.a. gjedde *Esox lucius*, gjørs *Sander lucioperca*, abbor, mort, hork *Acerina cernua*, stedvis også lake *Lota lota*, steinsmett og bekkeniøye. I tillegg forekommer edelkreps *Astacus astacus* som også er en rødlistet art. I de fleste innsjøene på åspartiene er det abbor- og ørret, dels også ørekyte. Røye, gjedde, mort og sik finnes i noen innsjøer.

Fra gammelt av var Leira en fløtningselv for lokal tømmerproduksjon. Fløtningsvassdrag ble jevnlig rensket for større stein og nedfall for å lette transporten av tømmeret. Videre finnes et mindre antall hytter langs vassdraget. Elva brukes flittig til fiske og bading. Skogområdene i nedbørfeltet er preget av skogsdrift med flater og grøfting av myrer. Område bærer tydelig preg av å være et populært friluftsområde.



Figur 2. Oversiktskart over øvre deler av Leira der tiltaksområdet Treparta ligger.

3 Metoder og materiale

Et konkret tiltak for å bedre situasjonen for elvemusling, med svak eller manglende rekruttering, er flytting av muslinger internt i elva. Muslinger kan samles inn fra steder der voksne individer hopper seg opp på strekninger som ikke er egnet til gyte- og oppvekstplasser for vertsfisken, og der nedgravde juvenile muslinger ikke lykkes i å utvikle seg pga. nedslamming av substratet. Disse flyttes til partier der forholdene for både vertsfisk og musling er gode. Hensikten er å øke tettheten av muslinger som igjen kan bidra til at prosentandel vertsfisk som blir infisert med muslinglarver, økes. Slike «musling-banker» er kartlagt og muslinger bør flyttes til det opprettede stasjonsområde, jf. tabell 1. Intern flytting av muslinger bør skje tidligst mulig (mai/juni) i for å få med årets gyting.

Tabell 1. Koordinater for tiltaksområdet i Leira (Treparta).

Vassdrag Leira	Koordinater EU89, UTM-sone 32	
	Nord	Øst
Treparta	6683713	602987

Forventet resultat er endring i prevalens, andel fisk infisert med muslinglarver på vertsfisk. Fiske samles inn ved selektivt el-fiske i mai/juni. Prevalens undersøkes med visuell analyse av gjellene og fisken settes umiddelbart tilbake i vannet. Hvis mulig bør programmet ha både forsøksstasjoner og kontrollstasjoner, samt inkludere stasjoner både over og under marin grense. På kort sikt (årlig) er økning i prevalens og intensitet et positivt resultat. På mellomlang sikt er funn av små muslinger i substratet et godt resultat. Langsiktig er arbeids mål å bidra til en stabil eller helst økende bestand av elvemuslinger i Kampåa.

Feltarbeidet har i alle årene har vært gjennomført under gode observasjons- og arbeidsforhold. Lufttemperaturen har variert mellom + 15 og 25 °C og vanntemperaturen mellom + 11 og 21 °C. Registreringen ble gjennomført ved vading og bruk av vannkikkert med 30 cm diameter til systematisk saumfaring av bunnen (NS-EN 16859:2017). Elektrisk fiske er utført (CEN 2003) med apparat modell ing. Paulsen FA3 til og med 2018, og deretter med type GeOmega FA4 (produsert av Terik AS). Tetthet av vertsfisk på stasjonene (basis tall) er beregnet etter 3 ganger standard overfiske (kvantitativt) og beregnet etter Bohlin m. fl. (1989) sin formel for tetthet (antall fisk pr. 100 m² egnet areal). Elfiske er deretter utført kvalitativt som en omgangs overfiske, for å undersøke påslag av larver på gjellene til minimum 10 fisk pr. stasjon. Fisken ble lengdemålt, gjellene undersøkt visuelt og fisken deretter satt ut igjen. I øvre del av Leira har vi kun en stasjon, Treparta, som består av tre parallelle stryk, vestre, midtre og østre. Dette er tiltaksområdet, jf. tabell 1.



Figur 3. Til venstre en bøtte full av ørretunger og til høyre modne muslinglarver på en ørretgjelle. Foto: Kjell Sandaas.

En videreføring, eller utvidelse av tiltaket, kan være forbedring av habitatet for vertsfisken og muslingene. Felling av trær ut i elva på sterile grusstrekninger uten standplasser for ungfisk, tilbakeføring av stein og blokk som tidligere ble renset til unna for å lette fløtningen er eksempler på tiltak som har mange positive virkninger for livet i elva.



Figur 4. Til venstre voksne muslinger i «muslingbanken» før innsamling og til høyre er innsamlingen i gang. Foto: Kjell Sandaas.

4 Resultater og diskusjon

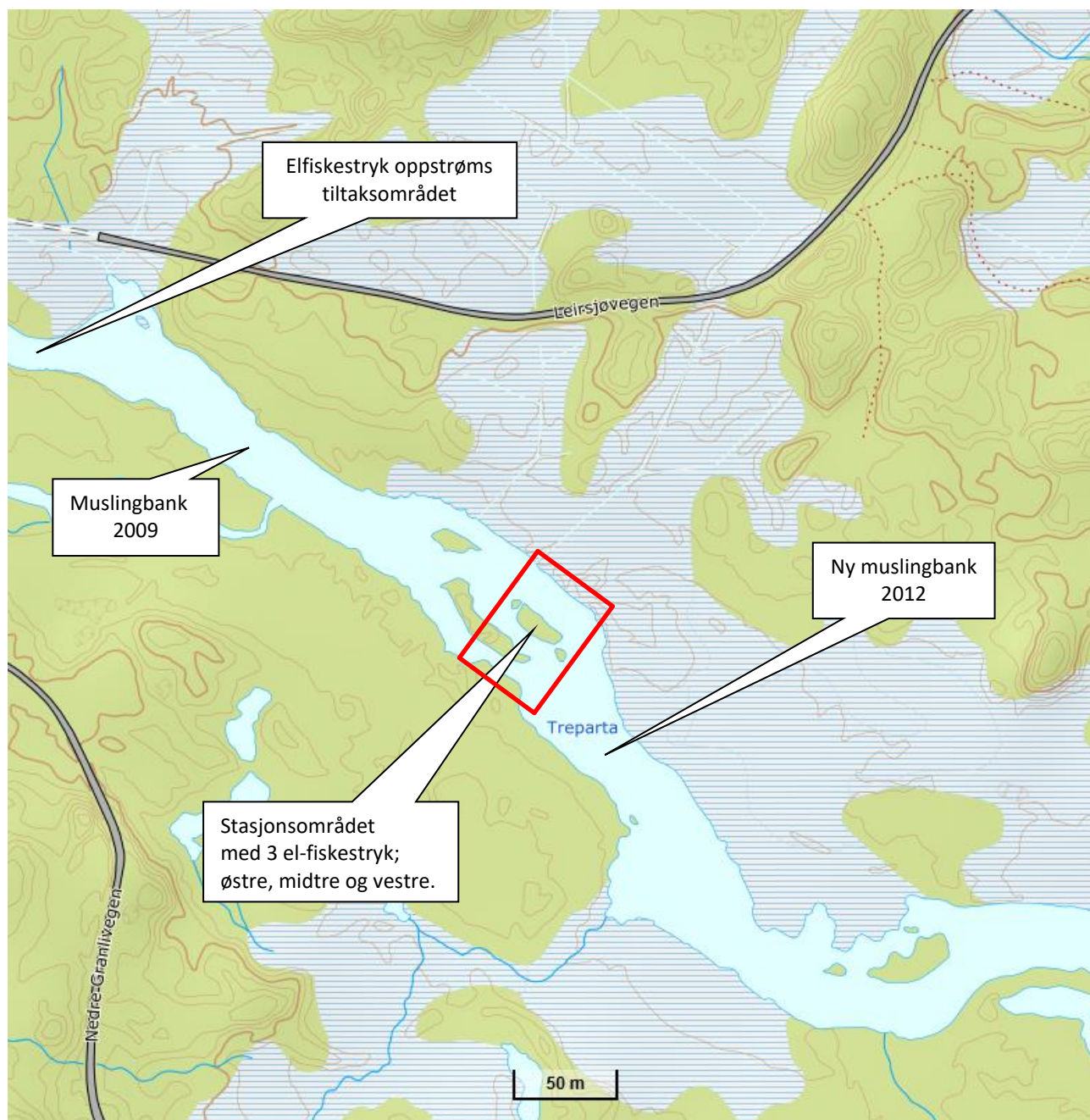
Perioden 2008-2014

Stasjonsområdet ble elfisket kvalitativt (en omgang) 29.05.2008, på høy vannføring (5,8m³.), og infeksjon ble funnet på 3 ettårige ørretunger; noe som tilsvarer 23 % av totalt antall fisk (N=16). Antall larver i gjennomsnitt på de infiserte fiskene var så lav som 4,3.

Grunnet langvarig vårflom ble elektrisk fiske først utført 13.07.2011 med en gangs overfiske på to strykpartier i Treparta og et stryk oppstrøms stasjonen. Den noe vannføringen (2,6 m³) gjorde el-fisket vanskelig. Totalt 43 fisk (0+,

1+ og eldre) ble samlet inn fra et totalt areal på ca. 400 m² for å få et inntrykk av tettheten av vertsfisk innen stasjonsområdet. Grunnet den relativt høye vannføringen, ble muslinger ikke samlet inn og flyttet den dagen. Imidlertid ble et betydelig antall muslinger oppdaget litt nedstrøms stasjonen i et parti som tidligere ikke er undersøkt. Tetthet og totalantall muslinger her oversiger mange ganger estimert antall muslinger i den kartlagte «muslingbanken» oppstrøms stasjonen. Vannføringen resten av sesongen gjorde det umulig å samle inn og flytte muslinger som planlagt i 2011.

Elektrisk fiske ble utført med en gangs overfiske 07.06.2012 på de to strykpartiene (jf. figur 5) som ble elfisket i 2011. Totalt 40 fisk av (1+ og eldre) ble samlet inn fra et totalt areal på ca. 300 m² og undersøkt visuelt for larver. Infeksjon på vertsfisken ble konstatert med 17,5 %. Vannføringen var 1,7 m³ og vesentlig lavere enn året før, men like fullt for høy til et effektivt elfiske. Et nytt strykparti, nedstrøms dagens stasjon Treparta, ble el-fisket. 12 ørret (1+ og eldre) ble samlet inn, men infeksjons ble ikke funnet. Den nye «muslingbanken» nedstrøms stasjonsområdet som ble oppdaget i 2011, ble kartlagt. Antall muslingen er beregnet til 10-15.000 individer.



Figur 5. Kartet viser tiltaksområdet Treparta med vestre, midtre og østre stryk, samt muslingbankene oppstrøms (2009) og nedstrøms (2012).



Figur 6. Vestre styrk sett motstrøms, men på ulike vannføringer. Foto: Kjell Sandaas.

Elektrisk fiske ble utført 18.06.2013 på samme to strykpartier som årene forut. Totalt 15 fisk av (1+ og eldre) ble samlet inn og undersøkt visuelt for larver. Infeksjon på vertsfisken ble konstatert med 26,7 %. Vannføringen var ca. 5 m³, noe som er svært høyt og nok er hovedgrunn til at så få fiske ble samlet inn. Den høye vannføringen hindret innsamling og flytting av muslinger fra bankene og til forsøksstrykene vest og midtre. Imidlertid ble et nytt oppstrøms parti undersøkt med stikkprøver som viste at et betydelig antall muslinger kan befinne seg også oppstrøms stasjonsområde.



Figur 7. Til venstre midtre stryk sett medstrøms og til høyre motstrøms. Foto: Kjell Sandaas.

I 2014 ble arbeidet konsentrert om å finne små muslinger i substratet. Vannføringen var meget gunstig, ca. 1 m³/sek, og værforholdene tilsvarende gode for observasjon, vading og graving i substratet. Innen stasjonsområdet ble muslinger under 60 mm ikke funnet i 2014. Muslinger under 60 mm vil trolig være yngre enn minstefunn fra tidligere undersøkelser (2008). De var til stede i grusen, men ble ikke funnet. Søk etter små muslinger ble ikke foretatt i tiltaksperioden (2010-2013). I 2014 ble nye mistefunn gjort ca. 100 m oppstrøms tiltaksområdet i elva. 3 muslinger på 41 og 46 (2) mm ble funnet her og viser at en svak rekruttering kanskje finnes i området fremdeles, eller den er på vei tilbake etter at forsureningen er redusert.

Tiltaket sin nåværende form har ikke gått som planlagt pga. manglende flytting av muslinger til forsøksstrykene, og tiltaket ble evaluert etter feltsesongen 2014. Konklusjonen var at tiltaket ble innstilt inntil en nærmere avklaring var foretatt.

Gjenopptatt i 2017

Etter diskusjoner med professor Per J. Jakobsen som da ledet dyrkingsanlegget på Austevoll, ble tiltaket gjenopptatt i 2017. Planen fremover tok sikte på å øke antall muslinger i strykpartiene ved flytting av voksne muslinger fra den store «muslingbanken» funnet nedstrøms i 2012.

Under gunstige forhold 15.07.2017 ble 1494 voksne muslinger flyttet opp i det midterste av de 3 forsøksstrykene. Blant disse var 4 små muslinger mellom 40 og 50 mm et svært positivt funn. Antall muslinger på denne korte strekningen ble økt fra færre enn hundre til mellom 1500 og 2000.

Under gunstige forhold 18. og 19.06.2018 ble 3161 voksne muslinger flyttet opp og fordelt med 2452 muslinger i vestre løp og 709 i det midterste (1494 i 2017, i alt 2203) av de 3 strykpartiene, jf. tabell 2. Blant disse var i 8 yngre muslinger mellom 67 og 78 mm et positivt funn. Det store østre hovedløpet er preget av tidligere fløtning og har begrenset habitat for ungfisk. Det vil her fungere som en «kontroll» på fremtidig infeksjon i de 3 løpene.



Figur 8. Til venstre østre stryk, opprinnelig brukt som kontroll, men i 2022 tilført 845 muslinger, sett medstrøms og til høyre motstrøms. Foto: Kjell Sandaas.

På grunn av vedvarende stor vårflo i 2019 ble elfiske utsatt i det lengste, men 19. juni ble elfiske forsøkt på tilgjengelige og vadbare partier i stasjonsområdet. Dessverre ble ingen fisk fanget i 2019. Under gunstige forhold (vannføring $0,5 \text{ m}^3$) 05.08.2019, ble 1143 voksne muslinger flyttet opp og satt ut i det midterste av de 3 oppstrøms strykpartiene. Totalt var da 3346 muslinger satt ut her. Tettheten av muslinger i dette løpet er nå $7,8/\text{m}^2$. Blant disse var ca. 10 mindre muslinger nok et positivt funn.

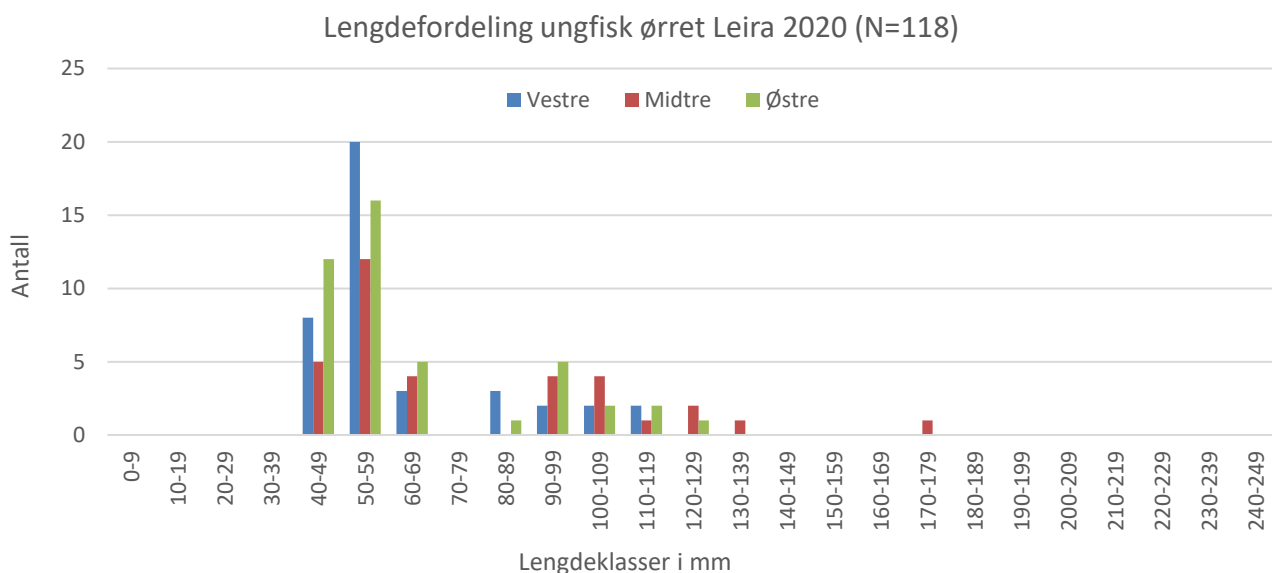
I det vestre og minste løpet var det betydelig dødelighet blant muslingene i 2019. Tettheten av muslinger var høy og vannføringen den ekstremt tørre sommeren 2018 svært liten. Sommertørke, sammen med innfrysninger, er sannsynlig årsak til det betydelige antallet tomme skall. I tillegg har kyr på skogsbeite tråkket over dette partiet og knust et antall levende muslinger og tomme skall.

I 2020 ble elfiske prioritert, spesielt fordi vannføringen de senere årene har vært for stor til at elfiske, og kontroll av infeksjon på gjellene, har vært mulig å gjennomføre som planlagt. Elfiske 04.06.2020, på høy vannføring ($3,5 \text{ m}^3/\text{sek}$), i alle tre stryk, resulterte i en samlet fangst på 12 ørret, 11 ett-åringer og en to-åring. To ettåringer (16,6 %) var betydelig infisert med muslinglarver.

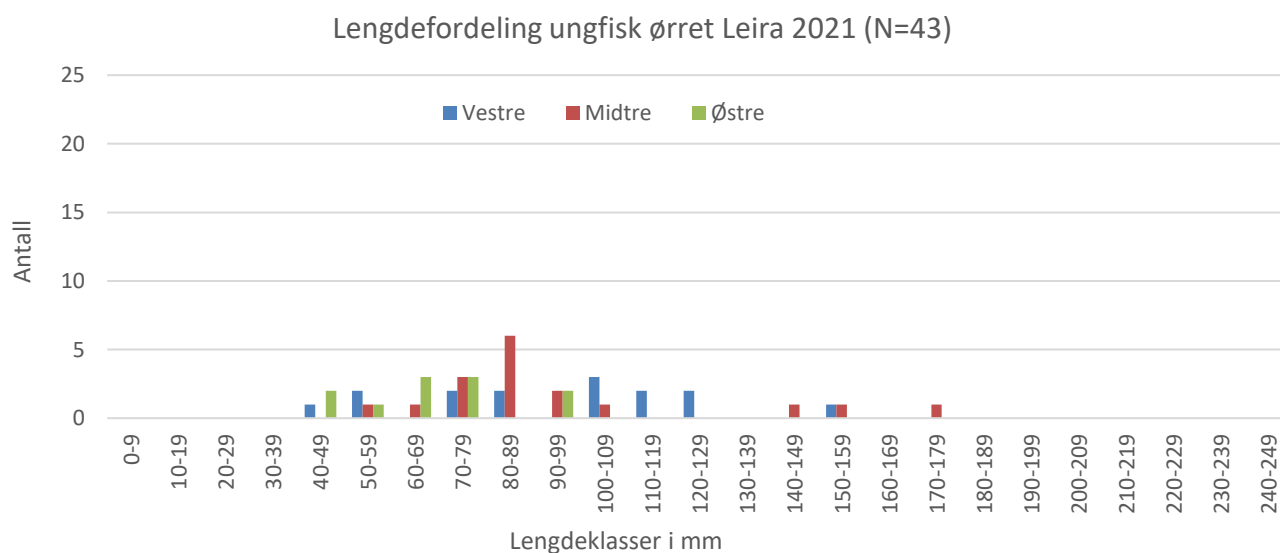
Et nytt elfiske 9. og 10.09.2020, med 3 gangers overfiske og vannføring på $0,8 \text{ m}^3/\text{sek}$, viste beregnede (Bohlin m. fl. 1989) tettheter av yngel og 1-åringer på 27,5 i vestre løp, 8,7 i midtre løp (en stor del av stasjonen er uegnet for ungfisk) og 17,4 i østre løp (kontrollstasjonen). Samlet fangst var 118 ørret i september (jf. figur 9) mot 12 fisk i juni.

Grunnet stor vannføring i det meste av sommerhalvåret 2021 (vår, forsommer og høst), ble kontroll av infeksjon på vertsfisk ikke gjennomført i mai eller juni. Elfiske ble utført 09.09.2021 (N=43). Vannføringen var på det tidspunkt svært liten ($0,67 \text{ sek}/\text{m}^3$) og lavere enn i 2020 ($0,78$ og $0,83 \text{ sek}/\text{m}^3$). Selv om 1x overfiske sammenlignes med 3x overfiske, ser andel 0+ ut til å være betydelig lavere i 2021 enn i 2020. Den høye andelen 0+ i 2020 (figur 9) gjenfinnes imidlertid som høy andel 1+ i 2021, jf. figur 10. Beregnet tetthet (Bohlin m. fl. 1989) i 2020 var (øst mot vest) $25,7 - 8,7 - 17,4$ mot estimert «tetthet» i 2021 på $16,7 - 7,9 - 7,3$. Nedgangen i antall fisk var forholdsvis jevnt fordelt på alle tre strekninger.

Elfiske i 2022 ble gjennomført både 09.05. og 15.06. Prosentandel infisert fisk (prevalens) i 2022 var den høyeste (23,5 og 29,4 %) siden undersøkelsene i området startet i 2008, jf. figur 11. Gjennomsnittlig antall larver (180 og 197) pr. infisert fisk (intensitet) var også økende, jf. figur 11.



Figur 9. Diagrammet viser lengdefordeling av ørretunger etter elfiske (tre omganger) i vestre, midtre og østre stryk i september 2020.



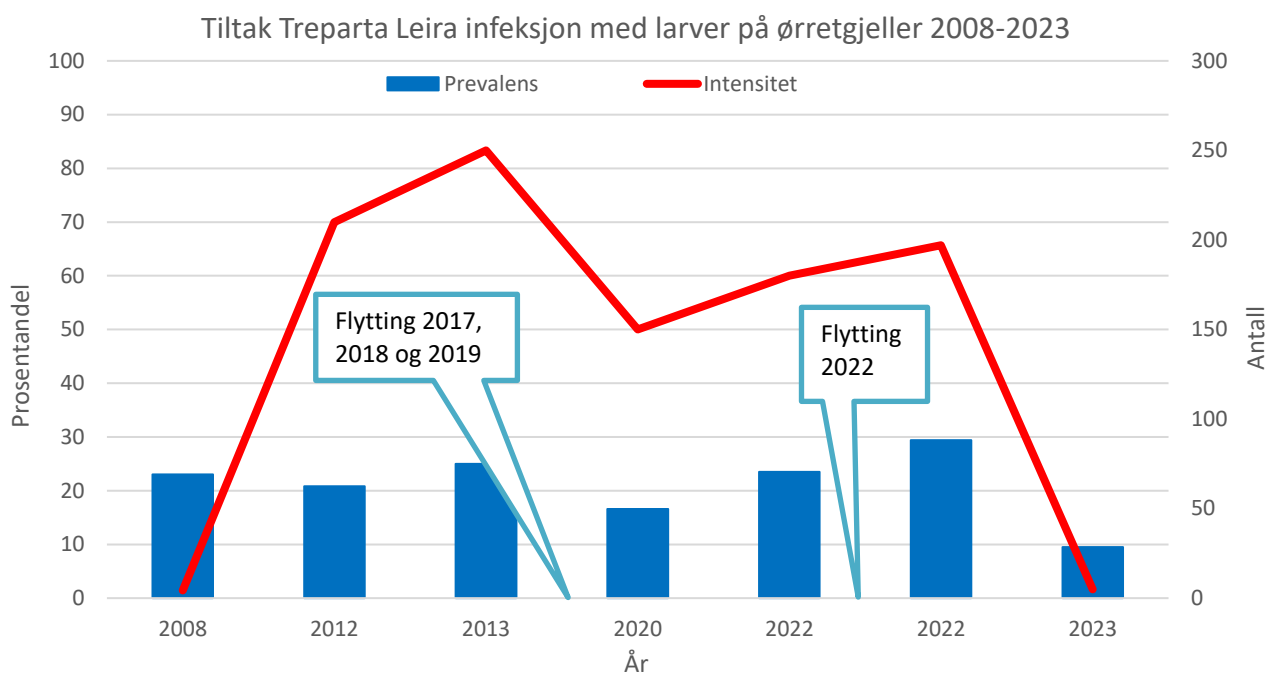
Figur 10. Diagrammet viser lengdefordeling av ørretunger etter elfiske (en omgang) i vestre, midtre og østre stryk i september 2021.

Stasjonsområdet har tre løp, hvorav det østre var tenkt som kontroll for de to andre, der tiltakene ble satt inn. Med infeksjon som mål, har kontrollen «ikke fungert» da forskjellene er svært små. I 2022 ble derfor 845 muslinger flyttet fra en oppstrøms «muslingbank» og fordelt innen kontrollstasjonens 300 m². Tettheten av muslinger var før tiltaket svært lav < 1/m², men etter første år ble tettheten økt til 2,8/m². Blant de 845 muslingene var 12 yngre individer med lengder mellom 46 og 72 mm. Begrunnelsen for denne endringen, var resultatene fra elfiske som viste at flest årsunger overraskende nok ble funnet her og ikke i de to løpene med gjennomførte flyttinger. Det innebærer at samtlige tre løp nå inngår i flyttetiltakene.

I 2023 ble elfiske gjennomført i 12. juni. Østlandet opplevde svært høye temperaturer i juni dette året, og i tillegg var vannføringen lav, 0,95 m³. Vanntemperaturen var uventet høy med hele 21 C.; følgelig kan larvene i stor grad ha sluppet fra gjellene. Prosentandel infisert fisk i 2023 (9,5 %) var den laveste siden tiltakene ble satt inn. Gjennomsnittlig antall larver pr infisert fisk (5) var tilsvarende lav. Grunnet usedvanlig store nedbørsmengder utover sommer og ettersommer, måtte planlagt flytting av muslinger til «kontrollstasjonen (3)» avlyses.

Figur 11, Leira totalt i perioden 2008-2023, viser som forventet variasjon mellom årene, og kun årene vist i grafen er prøvetatt. I alt er 149 fisk analysert i perioden, og av disse var 18,1 % infisert (prevalens) og gjennomsnittlig antall

larver på infisert fisk var 99,5 (intensitet). Prevalensen varierte fra 9,5 til 29,4 % og intensiteten fra 1 til 1000 larver. Analysene er imidlertid utført sent i mai eller i juni og viser andel infisert fisk og antall larver som har overlevd helt frem til de slipper seg løs fra gjellen i juni og begynner sitt liv som en liten musling nedgravd i substratet. Larvene som sitter lengst på gjellen, er de mest livskraftige, og frafallet fra infeksjon i august-oktober og frem til mai/juni året etter, er betydelig; trolig i størrelsesordenen 25 til 75 %. Både prevalens og intensitet varierer betydelig mellom år, lokalitet og fiskeart/-stamme. Overvåkingsdata fra 16 vassdrag med ørretmusling (Larsen 2017) viser svært stor variasjon i prevalens mellom vassdrag og mellom høst og vår. I lys av overvåkingsdataene, synes både prevalens og intensitet å ligge innenfor det som kan forventes i bestander som har sviktende rekruttering.



Figur 11. Diagrammet viser andel infisert ungfisk av ørret (prevalens) og antall larver i gjennomsnitt på infisert fisk (intensitet) for hele tiltaksperioden 2008-2023, samt gjennomførte tiltak i form av flytting av muslinger.

Larsen (2017) oppgir videre at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være høyere enn 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes (Ziuganov mfl. 1994). Söderberg mfl. (2008) bekreftet dette, og fant at i muslingbestander med god status var tettheten av ørretyngel (0+) større enn 5 individ pr. 100 m² (5-25 individ).

Beregnet tetthet (Bohlin m. fl. 1989) i september 2020 er vist i tabell 2. Tettheten synes å være normal for denne typen vassdrag i vår region. Ved kontroll av prevalens og intensitet i mai/juni foretas kun et kvalitativt overfiske i en omgang for å samle inn minimum 10 ungfisk. Felldataene viser at antall 1+, som er hovedvert for muslinglarvene, ligger rundt 5 pr. 100 m² eller høyere. Larsen (2017) skriver at i lokaliteter med lav tetthet av muslinger var det få muslinglarver på gjellene til fiskeungene. I slike lokaliteter var det normalt mindre enn 10 muslinglarver i gjennomsnitt på fiskeungene, og normalt var bare 25-35 % av fiskeungene infisert. Dette stemmer godt med våre funn i Leira. I andre elver kunne fiskeungene være infisert med flere hundre, og helt opp i over tusen muslinglarver på gjellene, og normalt varierte prevalensen fra mer enn halvparten av fiskeungene til nær alle som ble undersøkt.

Og nettopp livet til den lille muslingen nedgravd i substratet er neste flaskehals pga. nedslamming og utilstrekkelig oksygenivå der muslingen lever. Magerøy (2021) skriver at i Leira er det blitt flyttet elvemusling, som et tiltak for å øke rekrutteringen i øvre del av elven. Redokspotensialet var høyere i områdene det ble flyttet muslinger til enn i områdene med naturlig høy tetthet av muslinger, inkludert området det ble flyttet muslinger fra. Likevel tyder redokspotensialet på at habitatkvaliteten er god i alle de undersøkte områdene. Uansett kan flyttingene bidra til økt rekruttering i elven, da habitatet for vertsfisk (ørret) er bedre i områdene det ble flyttet muslinger til. Den gode habitatkvaliteten i denne delen av elven tyder på at det andre faktorer som er årsaken til den lave rekrutteringen. Fortsatt forsurening er en sannsynlig årsak.

Sandaas og Enerud (2010) påpekte nettopp faren for surstøter i flomperioder/episoder. Kristian Moseby (pers. medd) opplyser at pH-loggere utlagt i den nærliggende elva Kampåa, som har bestand av elvemusling og der tilsvarende tiltak pågår, tidlig i høst (2023) registrerte kraftige fall i pH, ned til 5,5, i forbindelse med en flomepisode.

Tabell 2. Areal stasjon, antall vertsfisk pr 100 m² (tetthet basert på 3 overfiske), prosentandel vertsfisk infisert med muslinglarver, gjennomsnittlig antall larver på infisert fisk, antall muslinger pr 100 m² (tetthet) og antall muslinger pr. stryk i Leira 2008 til 2023.

Benevning	Test	Test	Kontroll/test	Totalt	Merknad
Stryk (tiltaksområder)	vestre	midtre	østre		Østre til test 2023
Areal m²	180	430	300	910	Medregnet tørrfall
Tetthet musling før etter	<1 til 13,6	<1 til 5,1	<1 til 2,8	<1 til 7,3	<1 = antatt tetthet
Musling tilført	2452	3346	845	6643	2017, 2018, 2019 og 2022
Tetthet fisk 100 m²	27.5	8,7	17,4		Etter Bohlin m. flere 1989.
Habitatklasse fisk	3 - ungfisk	2 - all fisk	2 - all fisk		Vannforskriften
Prevalens				9,5-29,4	Min-maks
Intensitet				1-1000	Min-maks

Tabell 3. Leira har en stasjonær og sympatrisk bestand av ørret. Alle 3 aktuelle stasjoner er vurdert til å ligge i habitatklasse 3 (Veileder 02:2013 - revidert 2015). Tabellen viser tetthet av ørret (antall fisk pr/100 m²).

Tilstandsklasse	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Habitatklasse 2	>3	3-2	2-1	<1	0
Habitatklasse 3	>14	14-11	10-7	6-4	<4
Vestre stryk	27				
Midtre stryk		9			
Østre stryk	17				

Den siste kritiske faktoren blir da tetthet av elvemusling. Og her kommer flyttetiltaket naturlig inn. I alt er 6.643 muslinger flyttet fra muslingbankene til de tre forsøksstrykene så langt i tiltaket. Tettheten av muslinger i forsøksstrykene har blitt mangedoblet, og tettheten av vertsfisk viser også nivåer som ligger innenfor dokumentert krav til tetthet av vertsfisk, jf. tabell 2.

Vannføringen under elfisket påvirker fangsten vesentlig; og variasjonen har over årene fra 0,5 m³ til 5,8 m³. Antall fisk fanget vil gå kraftig ned ved stor vannføring, men om infisert fisk er lettere eller vanskeligere å fange er ikke kjent. Fordelen ved å gjøre kontrollen om våren, er at infeksjonen da tilsvarer det antall larver som har overlevd frem til frislipp og starten på et liv som liten musling nede i grusen. Videre er kontrollen noen år utført så sent i perioden at vanntemp sannsynligvis er så høy at frislippet har begynt og pågått i et antall dager. Denne prosessen pågår normalt ca. 14 dager (Larsen og Hartvigsen 1999) og de mest livskraftige larvene slipper seg av helt til sist. Grunnen til at kontrollen har kommet (for) sent, er vanligst stor og langvarig vårflo, og i et tilfelle (2023) ekstrem varme i juni som førte til svært rask temperaturstigning i vannmassene.

Det er viktig i forvaltningssammenheng å kunne angi faglig verneverdi av en bestand, samt å kunne prioritere mellom ulike forhold. Larsen og Hartvigsen (1999) har utviklet en metode for å kunne vurdere den faglige verneverdien knyttet til en bestand av elvemusling. Med utgangspunkt i en samlet poengsum inndeles elvemuslingpopulasjonene i 3 klasser etter faglig verneverdi som vist i tabell 4 nedenfor. Klassifiseringen bygger på er sett med 6 kriterier som hver har en poengskala (tabell 5 nedenfor). Samlet poengsum henfører bestanden til en av de tre klassene i tabell 5. Nedenfor er Leiras bestand av elvemusling, slik den er dokumentert av Sandaas og Enerud (2010), vurdert etter denne metoden til å være svært verneverdig med 18 poeng i 2009. Rekrutteringen er ikke så god som den burde være, og dette trekker poengsummen ned.

Imidlertid er det svært viktig å ha med seg i vurderingen av en bestands betydning, slik den fremkommer i poengsettingen vist ovenfor, at dette i realiteten er en tilstandsbeskrivelse av typen god, meget god og svært god (tabell 4). Uten en grundig vurdering av den enkelte forekomst i et historisk og regionalt perspektiv, eller i annen sammenheng, må ikke poengsettingen anvendes som beslutningsgrunnlag for prioriteringer.

Tabell: 4 og 5. Kriterier og poengsetting for bedømmelse av en muslingbestands verneverdi basert på en modell utarbeidet av Larsen og Hartvigsen (1999).

Kriterier og poengskala		1	2	3	4	5	6	2009
1	Bestand i tusentall	<5	5-10	11-50	51-100	101-200	>200	3
2	Gjennomsnittstetthet (m ²)	<2	2,1-4	4,1-6	6,1-8	8,1-10	>10	1
3	Lengdeutstrekning (km)	<2	2,1-4	4,1-6	6,1-8	8,1-10	>10	6
4	Minste musling funnet (mm)	>50	41-50	31-40	21-30	11-20	>10	5
5	Andel muslinger < 20 mm (%)	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	>10	1
6	Andel muslinger < 50 mm (%)	1-2	3-10	11-15	16-20	21-25	>25	2
Totalt antall poeng								18

Klasse	Beskrivelse	Poeng
1	Verneverdig	1-7
2	Meget verneverdig	8-17
3	Svært verneverdig	18-36

Ihht. Veileder 02:2018, Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen) hører Leira til elvetype lavland (< 200 moh) R-105a kalkfattig og klar. Tabell 6 nedenfor viser at Leira ligger i klasse god i 2009 (Sandaas og Enerud 2010). Men denne vurderingen fra 2009 omfatter både øvre del der tiltaket foregår og nedre del undermarin grense der rekrutteringen er vesentlig bedre.

Tabell: 6. Fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på terskelindikatorer (Direktoratsgruppen 2018).

Tabell 5.10 Fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på terskelindikatorer.						
Indikatorart	Referanse-verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Elvemusling	Ikke definert	Mer enn 10-15% <50 mm og noen av disse <20mm, livskraftig	Noen <50 mm og <20 mm skal også forekomme, livskraftig?	Noen <50 mm (ingen <20 mm) eller all >50 mm, ikke livskraftig	Alle >50 mm og/ eller bestanden merkbart redusert (alle lengdegrupper) i løpet av de siste 10 årene ¹ , utdøende	Ikke definert ²
Edelkreps	Ikke definert	Tilstede	Til stede ³	Tilstede, men betydelig tilbakegang er påvist	Mangler, men er tidligere påvist	Ikke definert

- Økologisk status behøver imidlertid ikke være dårlig selv om det observeres en merkbar reduksjon i populasjonsstørrelse da antall muslinger naturlig kan avta raskt i en aldrende bestand på grunn av naturlig dødelighet (høy alder)
- En bestand av voksne (og unge) muslinger kan dø ut som et direkte resultat av svært dårlig økologisk tilstand. Mer sannsynlig er det imidlertid at bestanden reduseres og forsvinner på grunn av manglende rekruttering for mange år siden, i en periode med moderat eller dårlig tilstand. Bestanden forsvinner fordi de siste muslingene dør av alderdom.
- Både unge og eldre individer av edelkreps må være til stede, hvis ikke settes tilstanden til moderat.

Tiltaket bør følges opp i 3-4 år for å få frem en tidsserie med god varighet som kan utjevne naturlige svingninger og vise en langsiktig trend. I 2024 bør antall muslinger midtre og østre stryk økes. Samtidig gjennomføres søk etter rekruttering i substratet og et elfiske for å kontrollere infeksjonen på vertsfisken. Vannkvaliteten bør følges tetter opp med hensyn til aluminium, og pH-loggere bør legges ut slik at eventuelle surstøter fanges opp.

Biotoptiltak for vertsfisken kan gjennomføres ved å velte ut stein og blokk som under tømmerfløtingen ble rensket til side.

5 Litteratur

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. og Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.

CEN. 2003. Vannundersøkelse - Innsamling av fisk ved bruk av elektrisk fiskeapparat. Standard Norge: NS-EN 14011. s.

Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Dunca, E., Mörth, C.M. og Sandaas, K. 2009. Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Leira, Norge. Rapport 26 sider.

Elvemusling – en perle i vassdraget. Informasjonsbrosjyre, Fylkesmannen i Trøndelag.

Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling Margaritifera margaritifera. - NINA-Fagrapport 037: 1-41.

Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. - NINA Rapport 1350. 152 s.

Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (Margaritifera margaritifera) 2019–2028. Miljødirektoratet. Rapport M-1107|2018. 62 s.

Larsen, B.M. 2021. Flytting av elvemusling i Norge. Eksempler på når, hvor og hvorfor flytting av elvemusling er benyttet som tiltak og resultater fra oppfølging og overvåking. NINA Rapport 2007. Norsk institutt for naturforskning.

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

Lindholm, M., Haaland, S, og Skarbøvik, E. 2009. Overvåking Romerike 2008. NIVA rapport 5765-2009. 103 sider.

Magerøy, J.H. 2021. Evaluering av habitatkvalitet for ung elvemusling (Margaritifera margaritifera) i Oslo og Viken. Redoksmålinger fra Hobøl elva og Leira i 2020 samt Tunnsjøbekken i 2019 og 2020, med tidsserier fra Askerelva og Sognsvanns-bekken. NINA Rapport 1920. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2023. Veileder for flytting av ferskvannsmuslinger i Norge med hovedvekt på elvemusling. NINA Rapport 2186. Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 2186

Miljødirektoratet 2018. Handlingsplan for elvemusling (Margaritifera margaritifera L.) 2019 – 2028. Rapport 1107/2018. 62 sider.

Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken, Norge

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

Sandaas, K. og Enerud, J. 2010. Elvemusling i Leira 1998-2009. Nannestad kommune i Akershus og Lunner kommune i Oppland. Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Rapport 3/2010. 42 sider.

Veileder 02:2013 – revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.