

Elvemusling spredt med infisert settefisk

Av Kjell Sandaas og Jørn Enerud

Kjell Sandaas (siviløkonom) har opparbeidet realkompetanse som biolog og driver konsultentselskapet Naturfaglige Konsulenttenester

Jørn Enerud er utmarkstekniker fra Universitetet i Innlandet, Campus Evenstad og har siden drevet firmaet Fisk og Miljøundersøkelser

Summary

Freshwater Pearl Mussel (Margaritifera margaritifera) spread with infected fish. In 1960, Oslo-marka Fish Administration (OFA) moved its facility for production of juvenile trout *Salmo trutta* to Zinober in Sørkedalen, with Sørkedals-elva as water source. Unknown at the time the river housed a large and viable population of Freshwater Pearl Mussels (*Margaritifera margaritifera*). The mussel larvae, called glochidia, attach to and are encapsulated on the gills of the young trout, where they feed on the host fish's tissue fluids for about 10 months, before they break out and fall to the bottom. For a period of 34 years (1960-1994), until an effective filter was installed on the water intake in 1993-94, OFA delivered hatchery fish that were carriers of glochidia, for stocking in Nordmarka, Østmarka and even further afield. Our evolving hypothesis predicted that infected trout from OFA's facilities in Sørkedalen could be the source of several of today's populations of freshwater mussels in watercourses in Oslo and Akershus. Magerøy and Wacker (2023) investigated genetic affiliation and found that the freshwater mussel populations in Akerselva, Gørjabekken, Mosjøbekken, Raudsjøbekken and Tunnsjøbekken are the result of the release of trout from OFA. The analyses also indicate that one of the mussels

found in the Rabillen is the result of stocking. On the other hand, the analyses show that the populations in Lomma, Movannsbekken, Skars-elva, Skjærsløva and Sognsvannsbekken are native populations. This means that 23.8 % (5) of 21 known living populations in Oslo and Akershus are not unique, but genetically Sørkedal mussels. If we take into account that the two uncertain stocks (Rabillen and Mjerma) are also Sørkedal mussels, the percentage is 33.3%. Hopefully these populations can be used in long-term studies of genetic adaptation to a new environment.

Sammendrag

I 1960 flyttet Oslomarka Fiskeadministrasjon (OFA) sitt anlegg for produksjon av settefisk *Salmo trutta* til Zinober i Sørkedalen, med Sørkedalselva som vannkilde. Det ingen tenkte på, eller visste noe om, var at elva huset en stor og livskraftig bestand av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*). Muslingens larvestadium gjennomføres som parasitt på gjellene til ørreten (*Salmo trutta*) i elva. Larvene, som kalles glochidier, fester seg til og kapsles inn på gjellene, der de livnærer seg av vertsfiskens vevsvæsker i ca. 10 måneder, før de bryter seg ut og faller til bunns. Slik har fisk og musling levd sammen i

8.000-9.000 år. I en periode på 34 år (1960-1994), frem til et effektivt filter ble installert på vanninntaket i 1993-94, leverte OFA settefisk som var bærer av glochidier, til utsetting i Nordmarka, Østmarka og enda lenger av sted. Vår hypotese ble etter hvert, at infisert ørret fra OFAs anlegg i Sørkedalen, kunne være opphav til flere av dagens bestander av elvemusling i vassdrag i Oslo og Akershus. Magerøy og Wacker (2023) undersøkte genetisk tilhørighet og fant at elvemuslingbestandene i Akerselva, Gørjabekken, Mosjøbekken, Raudsjøbekken og Tunnsjøbekken er et resultat av utsetting av ørret fra OFA. Analysene tyder også på at den ene muslingen som ble funnet i Rabillfløyta er et resultat av utsetting. Derimot viser analysene at bestandene i Lomma, Movannsbekken, Skarselva, Skjærsløelva og Sognsvannsbekken ikke er et resultat av utsetting, men er stedeigne bestander. Dette betyr at 23,8 % (5) av 21 kjente lokaliteter i Oslo og Akershus ikke er unike, men genetisk sett Sørkedalsmusling. Tar vi høyde for at de to usikre bestandene (Rabillen og Mjerma) også er Sørkedalsmusling, blir prosentandelen 33,3 %. Kanskje kan disse bestandene brukes i langtidsstudier av genetisk tilpasning til et nytt miljø.

Innledning

I perioden fra 1940 til 1960 lå fiskeanlegget i Holmendammen, med Holmenbekken (Skådalsbekken) som vannkilde. Utover på 1950-tallet ble bekken så forurensset med spillvann fra ny

boligbebyggelse, at anlegget måtte flyttes til Zinober i Sørkedalen, med Sørkedalselva som vannkilde. Siden har anlegget ligget her. Det aller meste av fisken fra OFAs anlegg har, siden starten i 1960, blitt satt ut i forskjellige vann i Oslo-Marka, og den har åpenbart vært en til dels betydelig bærer av muslinglarver, såkalte *glochidier* (larver). Noe fisk er også solgt for utsetting forskjellige andre steder i Østlandsområdet. OFA ble tidlig klar over problemene med muslinglarver som parasitterer på settefiskens gjeller (Rimstad 1986, Poppe 1990), og installerte filter i 1987 (Liltved og Hansen 1990). Filteret fungerte imidlertid nesten ikke, og nytt filter ble installert ca. 1993-94. Dette var 100 % effektivt mot muslinglarvene.

Elvemuslingens larver, som er 0,04 mm store når de pumpes ut av mordyret, driver passivt med vannstrømmen og fester seg til sekundærlamellene (gjellene, *vår tilføyelse*) hos vertsfisken. Dette medfører en meget kraftig betennelsesreaksjon og hyperplasi (hevelse) av det respiratoriske epitelet som omgir larvene. Sammenvekning mellom de enkelte sekundærlamellene oppstår ofte som en konsekvens av "angrepet" (Poppe 1990). Slik anlegget fungerte, med fisk i kar og vanninntak direkte nedstrøms høye tettheter av elvemuslinger, kunne fisken (1+) neppe slippe unna larvene. En enkelt fisk kan ha hundrevis av larver på gjellene (Figur 1). En del larver faller av under vinteren, men de mest levedyktige slipper seg løs tidlig på sommeren. Larvene må bunnfelle på rent



Figur 1. Ett-årig ørret med modne glochidier i gjellene (til venstre). Voksen elvemusling til høyre (Foto: K. Sandaas).

substrat av sand og grus hvor de graver seg ned for å overleve.

Den fysiologiske effekten av infeksjoner ble betydelig forsterket fordi ungfisken i oppdretts-anlegget allerede levde med sterkt stress. Infeksjon med store antall larver, også under naturlige forhold, kan trolig lede til dødelighet hos angrepet fisk når larvene forlater fisken sommeren året etter. Larvene bryter seg aktivt ut av cysten de er kapslet inn i og etterlater et sår i ytterhuden på gjellene og gjør vertsfisken mer sårbar en periode. Trolig vil hardt angrepet fisk også være mer utsatt for predasjon enn ikke infisert fisk på grunn av redusert kondisjon som følge av redusert oksygenopptak fra gjellene (Tor A. Moe, pers. medd. 1997). Effekten av infeksjon på ørret er senere undersøkt av flere (Gethin 2011, Filipsson m. fl. 2016), og konklusjonen er at totalt sett er påvirkningen liten og kortvarig og fører kanskje til økt overlevelse hos infisert fisk som holder seg mer skjult og unngår predasjon.

Anlegget har i store deler av driftstiden (1960-92) vært plaget av betydelige infeksjoner med glochidielarver og dødelighet (såkalt glochidiose) på fisken (Sandaas 1997). I en artikkel i Norsk Veterinærtidsskrift (Rimstad 1986) belyses problemene ved OFAs anlegg i Sørkedalen.

Undersøkte lokaliteter

Basert på aldersanalyse (Meret og Sandaas 2020) av muslinger, visuelt vurdert som gamle individer fra de aktuelle lokalitetene, var samtlige, med ett unntak, født flere år etter at OFA anlegget åpnet i 1960. Den eldste muslingen som skyldes utsetting, ble født i 1961, jf. Tabell 1. Unntaket gjelder en av fire muslinger fra Raudsjøbekken som ble aldersbestemt til 68 år. Raudsjøbekken drenerer via Børtervannene og elva Igna, til Øyeren. Laks og anadrom ørret har sannsynligvis gått opp i Øyeren før kraftanleggene ble bygget (Sandaas 2024), og slik kan elvemusling også ha etablert seg naturlig i Raudsjøbekken lenge før utsettingene.

En rekke andre lokaliteter i Oslo og Akershus ble også undersøkt, men kunnskap om historisk forekomst, kombinert med vurdert alder og aldersstruktur i bestandene, ga ikke grunnlag for mistanke om at utsetting av ørret fra OFA var årsak til eksistensen av elvemuslinger i vassdraget. Disse var Movannsbekken, Skarselva, Dausjøelva og Skjærsjøelva i Oslo (Maridalen); Askerelva i Asker; Lomma og Sandvikselva i Bærum; Nitelva i Nittedal, Leira i Nannestad og Kampåa i Nes kommuner.

Diskusjon

Denne antropogene og høyst utilsiktede spredningen har hatt stor betydning for utbredelsen

Tabell 1. Analyserte bestander av elvemusling vist som lokalitet, vertsfisk, høyde over havet, bestemt alder med lengde i mm, år født, anslått antall muslinger i bestanden, kommune og rekruttering.

Lokalitet	Vertsfisk	Moh.	Alder og lengde mm*	Født år	Antall	Kommune	Rekruttering
Gørjabekken	ørret	375	50/109,7	1964	500-1.000	Oslo	Ja
Akerselva	ørret	140	18/95,5**	1999		Oslo	Ja
Lysakerelva anadrom	ørret	10	-	-	< 1.000	Oslo/Bærum	Ja
Lysakerelva oppstrøms	ørret	140	43/132	1970	< 1.000	Oslo/Bærum	Ja
Raudsjøbekken	ørret	200	68 /114,5	1971	< 500	Enebakk	Ja
Mosjøbekken	ørret	230	-	-	< 25	Enebakk	Nei
Tunnsjøbekken	ørret	195	25/94,7	1994	50.000 -100.000	Aurskog-Høland	Ja

*Meret og Sandaas (2020), **Sandaas og Enerud (2017).

til elvemuslingen i områdene rundt Oslo i dag. Kjente, naturlige bestander innen samme geografisk område, som nå er utdødde, er Ljanselva, Makrellbekken, Breisjøbekken, Alna og Akerselva. Levende og naturlig etablerte bestander av elvemusling finnes fremdeles i Sognsvannsbekken, Movannsbekken, Skarselva, Dausjøelva, Skjærsjøelva, Lomma, Burudelva og Askerelva. Men elvemuslingens fulle naturlige utbredelse i Oslo og Akershus kjenner vi ikke godt nok i dag.

Raudsjøbekken og Mosjøbekken

Ifølge Bjørn R. Hansen (pers. medd. 2005) som var bestyrer av Oslomarka Fiskeadministrasjon (OFA) settefiskanlegg i Sørkedalen, ble det i perioden 1987-96 satt ut ørret i Mosjøen og Raudsjø i Østmarka (Enebakk kommune) øst for Oslo. Fisken ble satt ut enkeltvis fra båt langs land med 1 til 8 meter imellom. Fisken var ved utsettingstidspunktet i juni (1+) og sannsynligvis bærere av muslinglarver som festet seg på gjellene i august året før (0+). Årlig kvantum av fisk var 500-1.000 fisk i Mosjøen og 300-500 i Raudsjø. Ifølge Trond Burud (pers. medd. 2005) som ledet arbeidet i felt, ble det årlig også satt ut ca. 50 fisk i Stuttjern og 100 fisk i Forfoten som kom fra settefiskanlegget i Sørkedalen. Sannsynligvis ble fisk også satt ut i bekkene (Nilssen 2017).

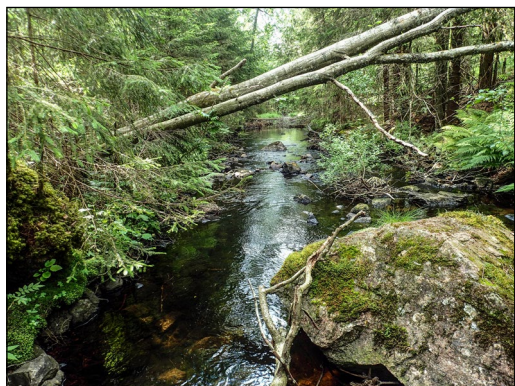
Akerselva

Ørret fra OFA ble satt ut i Akerselva fra Nydalsdammen og opp til Oset i perioden 1989 til 1996

(B.R. Hansen pers. medd. 2011). Fisken som ble satt ut i Akerselva, var ved utsettingstidspunktet i midten av september, sannsynligvis full av muslinglarver fordi elvemuslingen i Sørkedalselva normalt gyter i siste halvdel av august. Denne fisken gikk i utendørs kar og fikk primært vann direkte fra Sørkedalselva. Årlig kvantum av utsatt fisk varierte fra 50-200 fisk på 200 til 400 g. Dette er fisk på 25 til 35 cm som vil ha en fysisk betydelig større gjelleoverflate enn yngel og derved plass til betydelig høyere antall larver. Slik anlegget fungerte, med fisk i utendørs kar og vanninntak direkte nedstrøms høye tettheter av elvemuslinger, kunne fisken neppe unngå muslinglarvene i vannstrømmen. Selv yngel kan ha hundrevis av larver på gjellene og større fisk flere tusen. En del larver faller av i løpet av vinteren, men de mest levedyktige overlever vinteren og slipper seg løs tidlig på sommeren.

Lysakerelva

Dagens bestand av elvemusling i Lysakerelva er sannsynligvis en rest av en større og mer sammenhengende utbredelse i tidligere tider, og da kanskje som en delt bestand med laksemusling på anadrom strekning og ørretmuslinger ovenfor. Bestanden ser i dag ut til å ha ørret, kanskje både stasjonær og anadrom, som vertsfisk, og opphavet synes å være utsatt eller naturlig rømt fisk fra OFAs anlegg i Sørkedalen lenger oppe i vassdraget.



Figur 2. I Gørjabekken (t.v.) er rekrutteringen av elvemusling god, noe forekomsten av små muslinger (t.h.) viser (Foto: K. Sandaas).

Gørjabekken

To aldersbestemt muslinger fra Gørjabekken var 47 og 50 år gamle i 2016; disse ble født i hhv 1964 og 1967. OFA-laget med ansvar for Gørjabekken var kjent for å svært aktive og sannsynligvis har muslingen kommet med infisert ørret overført fra OFAs fiskeanlegg i Sørkedalselva. I så fall betyr det at OFA overførte fisk allerede i 1963. Bestanden har i dag vokst betydelig og har meget god rekruttering (Sandaas og Enerud 2022) (Figur 2).

En hypotese

Ettersom tilfanget av informasjon økte, ble tanken på at mange av muslingbestandene skyldtes utsetting av infisert fisk fra OFAs anlegg, stadig sterkere. Ulike kilder, og selvsyn, pekte i retning av at praksis omkring utsetting av fisk hadde vært uryddig over lang tid. Lars Nilssen skriver ganske friskt i sin bok Ørret (2017) om hva han selv var med på. Hvor mange steder det kunne ha blitt bestander på samme måte, vet vi ikke, men uegnet substrat i myrtjern og små bekker som tørker inn, samt forsuring, synes opplagt å være begrensende faktorer. Men så var heller ikke hensikten å spre elvemusling. Alternativt kunne dagens bestander av elvemusling være et resultat av en bevisst handling av mennesker som ønsket å spre arten. Imidlertid ble elvemuslingen i sportsfiskerkretser lenge sett

på som en uønsket parasitt på ørreten, og enkelte steder har bekjempning blitt seriøst diskutert.

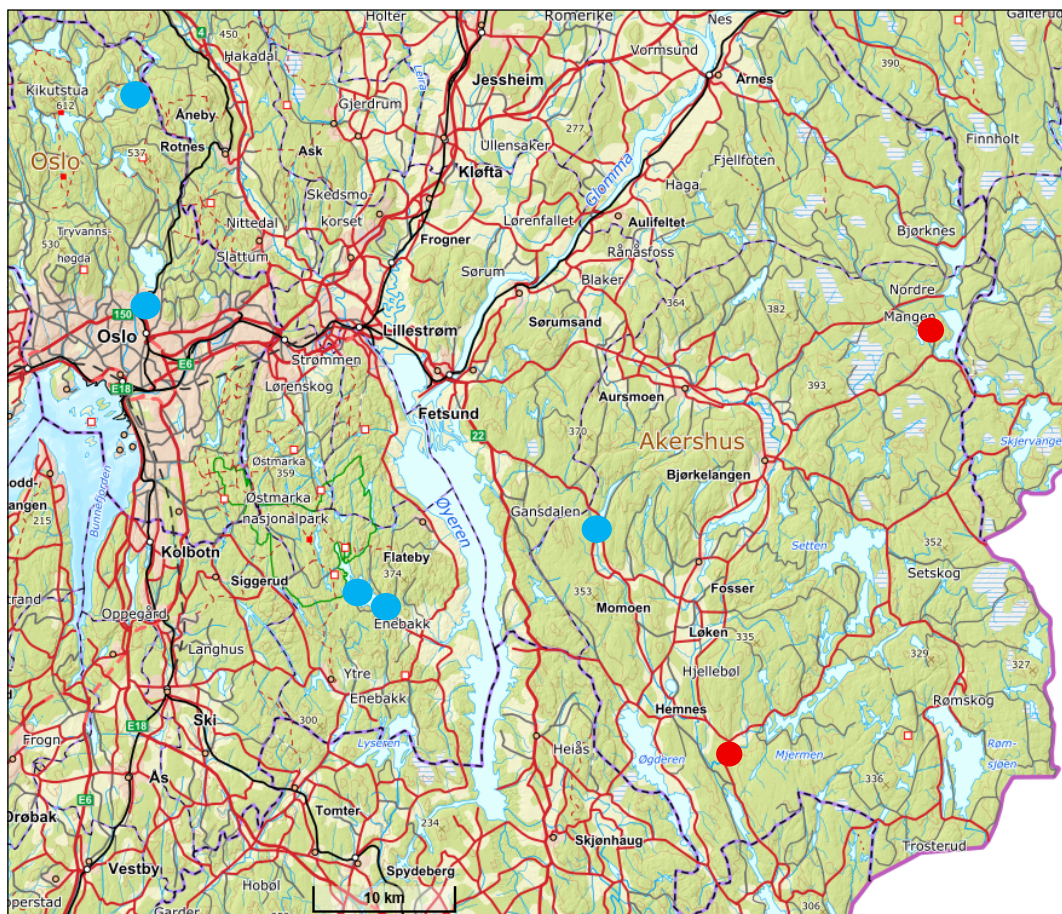
Genetikken avslører

For å avklare nærmere muslingene opphav, og derved også vertsfisk, kan flere metoder anvendes. Nøyaktige alders- og vekstanalyse kan gi presise svar på spørsmålet om alder. Genetisk slektskap er en nyere og mer presis metode. På grunnlag av hypotesen, og etter konkrete diskusjoner, bevilget Statsforvalteren i Oslo og Viken nødvendige midler. Magerøy og Wacker (2023) undersøkte genetisk tilhørighet og har klare konklusjoner. De genetiske analysene viser at elvemuslingbestandene i Akerselva, Gørjabekken, Mosjøbekken, Raudsjøbekken og Tunnsjøbekken er et resultat av utsetting av ørret fra OFA (Tabell 2; Figur 3). Analysene tyder også på at den ene muslingen som ble funnet i Rabillføyta er et resultat av utsetting. Derimot viser analysene at bestandene i Lomma, Movannsbekken, Skarselva, Skjærsjøelva og Sognsvannsbekken ikke er et resultat av utsetting, men er stedegne bestander.

Magerøy og Wacker (2023) skriver videre at det er stor genetisk differensiering mellom de fleste stedegne elvemuslingbestandene. I hovedsak er differensieringen på nivå med det som er observert mellom ørretmuslingbestander i resten av Norge. Unntakene er at det er små genetiske

Tabell 2. Oversikt over undersøkte bestander vist som lokalitet, kommune og eventuelt slektskap med elvemuslingene i Sørkedalselva.

Lokalitet	Kommune	Genetisk slektskap med sørkedalsmusling
Akerselva	Oslo	ja
Gørjabekken	Oslo	ja
Mosjøbekken	Enebakk	ja
Rausjøbekken	Enebakk	ja
Tunnsjøbekken	Aurskog-Høland	ja
Movannsbekken	Oslo	nei
Skarselva	Oslo	nei
Skjærsjøelva	Oslo	nei
Sognsvannsbekken	Oslo	nei
Rabillen	Nes	Uavklart
Mjerma	Aurskog-Høland	Sannsynligvis (pers. med. Jon Magerøy).



Figur 3. Lokalteter hvor genetisk undersøkelse viser at bestanden av elvemusling stammer fra utsatt ørret infisert med muslinglarver fra Sørkedalselva er vist som blå punkter. Røde punkter viser bestander som også kan skyldes utsetting av ørret fra Sørkedalen.

forskjeller mellom muslinger ovenfor og nedfor anadrom strekning i Lomma, og også mellom muslinger i Movannsbekken og Skarselva. Funnene viser at alle muslingene i Lomma utgjør én bestand og muslingene i Movannsbekken og Skarselva utgjør én bestand (og trolig Dausjøelva vår tilføyelse).

De genetiske analysene viser at flere av elvemuslingbestandene i Oslo og Akershus fylker er et resultat av utsetting av ørret fra OFAs anlegg ved Sørkedalselva. Disse bestandene har dermed lavere verneverdi enn stedegne bestander. Analysene viser også at det er store forskjeller i genetisk variasjon og innavl mellom bestandene. De stedegne bestandene med stor genetisk

variasjon og, spesielt, liten innavl, har størst levedyktighet. Informasjon om genetikk, rekruttering og bestandsstørrelse bør vurderes for å forstå den overordnede verneverdien og levedyktigheten til muslingbestander. Tiltak bør prioriteres ved de lokalitetene som har størst overordnet verneverdi og levedyktighet (Magerøy og Wacker 2023).

Resultatene innebærer at 23,8 % (5) av 21 kjente lokaliteter med levende bestander i Oslo og Akershus ikke er unike, men genetisk sett Sørkedalsmusling. Tar vi høyde for at de to usikre (Rabillen og Mjerma) også er Sørkedalsmusling, blir prosentandelen 33,3 %. Antall opprinnelige bestander er ikke fullt ut kjent i dag.

Sannsynligheten taler for at alle vassdrag med naturlige forutsetninger har hatt elvemusling.

Med fakta på bordet kan kanskje dagens bestander med «OFA-musling» brukes i langtidsstudier av genetisk tilpasning til et nytt miljø.

Takk

I første rekke takkes Bjørn Reidar Hansen for mange gode samtaler og stor kunnskap om alle hendelser i OFA. Trond Burud takkes for god informasjon om utsetting av settefisk i Rausjø og Movann i Østmarka. En stor takk går selvsagt til Jon Magerøy som tok tak i vår hypotese og gjennomførte en genetisk analyse, samt til Terje Wivestad hos Stasforvalteren som bidro til finansiering av arbeidene.

Referanser

- Filipsson, K., Petersson, T., Höljesjö, J., Piccolo, J.J., Näslund, J., Wengström, N. og Österling, E.M. 2016. Heavy loads of parasitic freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) larvae impair foraging, activity and dominance performance in juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.). *Ecology of Freshwater Fish* 20126:1-8.
- Liltved, H. og Hansen, B.R. 1990. Screening as a Method for Removal of Parasites from Inlet Water to Fish Farms. - *Aquacultural Engineering* nr 9-1990.
- Magerøy, J.H. & Wacker, S. 2023. Har utsetting av ørret infestert med muslinglarver bidratt til etablering av nye elvemuslingbestander? Genetiske undersøkelser. NINA Rapport 2134. Norsk institutt for naturforskning.
- Meret A.E. og Sandaas, K. 2020. Shell growth rate in freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera*, from Oslo and Akershus region, Norway. *Bivalvia Report* No: 18/2020, 25 s.
- Nilssen, L. 2017. Ørret. Vega Forlag AS. ISBN 978-82-8211-519-3. 303 sider.
- Poppe, T.T. 1990. Fiskehelse. Sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg Forlag A/S.
- Rimstad, E. 1986. Dødelighet hos ørretyngel etter infeksjon med glochidier. *Norsk Veterinærtidsskrift* 1986 98, 11.
- Sandaas, K. 1997. Glochidier i Sørkedalselva - OFAs anlegg, veterinærjournaler og muntlige opplysninger fra bestyrer Bjørn Reidar Hansen. Notat 4 sider.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2012. Elvemusling i Børtervassdraget 2009. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, rapport.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2014. Elvemusling i Lysakerelva. Oslo og Bærum kommuner, Akershus 2014. 16 sider.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2016. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Mosjøbekken 2005 - 2016. Enebakk kommune, Oslo og Akershus fylker. 13 sider.
- Sandaas, K., Enerud, J. og Spikkeland, I. 2016. Utbredelse og bestandsstatus. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Tunnsjøbekken. Aurskog-Høland kommune, Akershus fylke 2016.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2017. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Akerselva 2017. Oslo kommune, Oslo og Akershus. Rapport 17 sider.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2019. Elvemusling i nedre del av Lysakerelva. Oslo og Bærum kommuner, Oslo og Viken 2019. 9 sider.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2022. Elvemusling i Gørjabekken. Tiltak og overvåking 1997-2021. Oslo kommune. Rapport, 19 sider.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2023. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Mjerma 2022-23. Aurskog-Høland kommune, Viken fylke. Rapport 13 sider.
- Sandaas, K. 2024. Gikk Laks (*Salmo salar*) og sjørøret (*S. trutta*) opp til Øyeren i Glomma før vassdragsreguleringene? *Vann* 3/2024 (59), 221-228.
- Thomas, Gethin Rhys (2011) Conservation ecology of the endangered freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, thesis, Swansea University. <http://cronfa.swan.ac.uk/Record/cronfa43091>