

1418b

NINA Rapport

Evaluerings av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus

Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken (revidert utgave)

Jon H. Magerøy



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus

Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken
og Sognsvannsbekken (revidert utgave)

Jon H. Magerøy

Magerøy, J.H. 2018. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken (revidert utgave). - NINA Rapport 1418b. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, februar 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3170-1

REVISJONER

Denne rapporten erstatter NINA Rapport 1418. Det er inkludert oppdatert informasjon om rekruttering av juvenil elvemusling i Raudsjøbekken, og ny informasjon om mulige årsaker til det lave redokspotensialet i Movassbekken, Mosjøbekken og Sognsvannsbekken. I tillegg er kartene oppdatert for å tydeliggjøre informasjonen i dem og det er gjort noen mindre endringer for å forbedre lesbarheten av rapporten.

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Jon H. Magerøy

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Erik Framstad (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Oslo og Akershus

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Terje M. Wivestad

FORSIDEBILDE

Redoksmåleprobe. Foto: Jon H. Magerøy

NØKKELOORD

Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*), juvenile muslinger, habitatkvalitet, redokspotensial, bevaringstiltak, Movassbekken og Sognsvannsbekken i Oslo kommune i Oslo, og Askerelva i Asker kommune og Raudsjøbekken i Enebakk kommune i Akershus

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*), juvenile mussels, habitat quality, redox potential, conservation measures, Movassbekken Stream and Sognsvannsbekken Stream in Oslo Municipality in Oslo County, and Askerelva River in Asker Municipality and Raudsjøbekken Stream in Enebakk Municipality in Akershus County, Norway

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkelgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Magerøy, J.H. 2018. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken (revidert utgave). - NINA Rapport 1418b. Norsk institutt for naturforskning.

Den største trusselen mot elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) er endringer i miljøet som resulterer i reduksjon eller tap av rekruttering av juvenile muslinger. En av hovedgrunnene til et slikt tap av rekruttering er økt eutrofiering og tilslamming av substratet, med påfølgende reduksjon i oksygennivået i mellomrom i substratet. Siden juvenile elvemuslinger lever nedgravd i substratet, fører dette til økt eller total dødelighet blant de juvenile muslingene. I Oslo og Akershus sliter mange av bestandene med redusert eller ingen rekruttering. Derfor er det gjennomført flere tiltak for å forbedre statusen til disse bestandene, inkludert inntak av stammuslinger til det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling.

På tross av den dårlige tilstanden til mange av bestandene, vet man relativt lite om de direkte årsakene til redusert rekruttering av juvenile muslinger i vassdragene. For å forstå hvorfor rekrutteringen svikter og for å forstå hvilke tiltak som er nødvendige for å øke denne, ble det gjennomført målinger av redokspotensial i fire vassdrag (Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken med Mosjøbekken og Sognsvannsbekken) med liten eller ingen rekruttering av elvemusling. Disse målingene gir et bilde på oksygentilgjengeligheten i substratet og dermed habitatkvaliteten for juvenile muslinger i disse vassdragene.

I Askerelva var tilstanden svært dårlig, og funnene viser at ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenil elvemusling og kanskje heller ikke for utsetting av muslinger fra kultiveringsprogrammet. Den dårlige tilstanden kan mest sannsynlig forklares med høy nærings- og partikkeltilførsel til elven fra jordbruksaktivitet og punktkilder i den omliggende bebyggelsen. For at elven skal bli egnet for juvenil elvemusling igjen må denne tilførselen reduseres.

I Movassbekken var tilstanden generelt dårlig, men funnene viser at tilstanden ved enkelte av stasjonene lå i grenseland mellom moderat og god. Dermed er disse lokalitetene sannsynligvis egnet for utsetting av elvemusling fra kultiveringsprogrammet. Det finnes ingen åpenbare årsaker til den dårlige tilstanden i bekken, men det er naturlige avsetninger av løsmasser i området og tidligere kanalisering kan bidra til økt siltering i bekken. Siden substratet preges av å være ustabilt, kan det være aktuelt å tilføre større steiner til bekken for å stabilisere substratet og øke tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og verstfisk.

I Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, var tilstanden svært dårlig og funnene viser at ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenil elvemusling. Siden det har vært rekruttering i Raudsjøbekken nylig, tyder funnene på at tilstanden har forverret seg. Hovedårsaken til den svært dårlige tilstanden er økt beveraktivitet som fører til økt siltering av substratet. Hvis man ønsker å bevare muslingbestanden i bekken, vil det være nødvendig å redusere påvirkningen fra beveren gjennom fjerning av beverdemningene. Man bør også vurdere uttak av beverne.

I Sognsvannsbekken var tilstanden relativt dårlig, men funnene tyder på at enkelte av lokalitetene er egnet for juvenil elvemusling og utsetting av musling fra kultiveringsprogrammet. Hovedårsaken til den relativt dårlige tilstanden i bekken er sannsynligvis næringstilførsel fra bebyggelsen i nedbørsfeltet, i tillegg til annen menneskelig påvirkning langs øvre deler av bekken. Punktkilder bør identifiseres og utbedres for å bedre tilstanden for muslingen i bekken.

På grunn av store mengder nedbør under den tiltenkte undersøkelsesperioden ble redoksmålingene gjennomført senere enn det som må antas å være den perioden der oksygentilgangen er lavest i substratet. Allikevel viste alle vassdragene seg å ha problemer med tilgjengelig oksygen i substratet og det må antas at forholdene er verre i løpet av en normal sommer.

Jon H. Magerøy, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, jon.mageroy@nina.no

Abstract

Magerøy, J.H. 2018. Evaluation of habitat quality for juvenile freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Oslo and Akershus Counties. Redox measurements in Askerelva River, Movassbekken Stream, Raudsjøbekken Stream and Sognsvannsbekken Stream (revised edition). – NINA Report 1418b. Norwegian Institute for Nature Research.

The greatest threat against the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) are changes in the environment that result in the reduction or loss of recruitment of juvenile mussels. One main reason for such a loss of recruitment is increased eutrophication and siltation, resulting in reduced oxygen levels in interstitial spaces in the substrate. Since juvenile freshwater pearl mussels live buried in the substrate, this leads to increased or total mortality among the juveniles. In Oslo and Akershus, many of the populations are struggling with reduced or no recruitment. Thus, several measures have been taken to improve the status of these populations, including the inclusion of brood stock mussels in the Norwegian cultivation program for the mussel.

Despite the poor state of the populations, relatively little is known about the direct causes of reduced recruitment in these watercourses. To better understand why recruitment fails and the necessary measures to increase recruitment, redox potential was measured in four watercourses (Askerelva River, and the streams Movassbekken, Raudsjøbekken including Mosjøbekken and Sognsvannsbekken) with little or no recruitment. These measurements serve as a proxy for oxygen availability in the substrate and habitat quality for juvenile mussels in these watercourses.

In Askerelva, the conditions were very poor and the findings suggest that none of the sampled sites are suitable for juvenile freshwater pearl mussels and may not be suitable for the release of mussels from the cultivation program. The poor state is most likely due to high levels of nutrient and particle input to the river, from farming and from the surrounding suburban areas and city. To improve the suitability of the habitat for the mussel, this input has to be reduced.

In Movassbekken, the overall conditions were poor, but the conditions at certain sites were borderline moderate to good. Thus, these locations are likely suitable for release of freshwater pearl mussels from the cultivation program. There are no obvious causes of the poor conditions, but natural fine deposits and historic channalization may contribute to increased siltation in the stream. Since the substrate is generally unstable, one could consider introducing boulders to the stream to stabilize the substrate and increase habitat availability for mussels and host fish.

In Raudsjøbekken, including Mosjøbekken, the conditions were very poor and none of the sampled sites are suitable for juvenile freshwater pearl mussels. Since there has been recent recruitment in the Raudsjøbekken stream, the conditions must have deteriorated. The main cause of the poor conditions is increased beaver activity, which leads to increased siltation. If one intends to protect the mussel population in the stream, it will be necessary to reduce the impact of the beavers by removing their dams. One should also consider removal of the beavers.

In Sognsvannsbekken, the conditions were relatively poor, but the findings suggest that some of the sites are suitable for juvenile freshwater pearl mussels and release of mussels from the cultivation program. The main cause of the relatively poor conditions is most likely nutrient input from the surrounding suburbs, along with farming and construction activities in the area. Point pollution sources must be identified and eliminated to improve the conditions for the mussel.

Due to large amounts of precipitation during the planned sampling period, the redox measurements were completed later than the time period that is assumed to have the lowest oxygen availability in the substrate. Even so, all the sampled watercourses were shown to have problems with reduced oxygen availability in the substrate and it must be assumed that the conditions would be worse, than those measured, at some point during a normal summer.

Jon H. Magerøy, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, Norway, jon.mageroy@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Redoksmålinger: Generell metodebeskrivelse	9
3 Askerelva	11
3.1 Områdebeskrivelse	11
3.2 Elvemusling	13
3.3 Metodikk	14
3.4 Resultater	14
3.5 Diskusjon	15
4 Movassbekken	18
4.1 Områdebeskrivelse	19
4.2 Elvemusling	19
4.3 Metodikk	21
4.4 Resultater	21
4.5 Diskusjon	22
5 Raudsjøbekken	25
5.1 Områdebeskrivelse	26
5.2 Elvemusling	26
5.3 Metodikk	26
5.4 Resultater	29
5.5 Diskusjon	29
6 Sognsvannsbekken	34
6.1 Områdebeskrivelse	35
6.2 Elvemusling	35
6.3 Metodikk	35
6.4 Resultater	37
6.5 Diskusjon	37
7 Oppsummering	41
8 Referanser	44

Forord

I Oslo og Akershus er det påvist manglende rekruttering av juvenile muslinger i mange av elvemuslingbestandene. Ved å måle reduksjonspotensialet kan man vise om redusert oksygentilgang i substratet kan være årsaken til problemet eller hvorvidt andre tiltak er nødvendige for å øke rekrutteringen. Redoksmålinger vil også kunne brukes til å evaluere hvilke deler av vassdragene som er best egnet som oppvekstområder for juvenile muslinger. Dette er spesielt viktig siden flere av bestandene er tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling og det kommer til å bli satt ut juvenile muslinger fra dette programmet i disse vassdragene i årene som kommer.

På bakgrunn av dette sendte NINA en søknad til Fylkesmannen i Oslo og Akershus om tiltaksmidler fra Miljødirektoratet for å gjennomføre redoksmålinger i flere av vassdragene i Oslo og Akershus. I 2017 ble det bevilget midler til redoksmålinger i fire av vassdragene: Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. Jeg vil gjerne takke Terje Wivestad for godt samarbeid under planleggingen av prosjektet. I tillegg vil jeg takke Kjell Sandaas (Naturfaglige konsulenttjenester) for informasjon om egnede lokaliteter for gjennomføring av redoksmålingene i hvert av de fire vassdragene.

16.02.2018, Jon H. Magerøy

1 Innledning

Den største trusselen mot elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) er endringer i miljøet som resulterer i reduksjon eller tap av rekruttering av juvenile muslinger. En av hovedgrunnene til et slikt tap av rekruttering er økt eutrofiering og tilslamming av substratet med påfølgende reduksjon i oksygennivået i mellomrom i substratet. Siden juvenile elvemuslinger lever nedgravd i substratet, fører dette til økt eller total dødelighet blant de juvenile muslingene (Larsen 1997, 2005).

I Oslo og Akershus har, spesielt, Kjell Sandaas og Jørn Enerud gjort et stort arbeid med å identifisere og beskrive statusen til bestander med elvemusling. Dette arbeidet har vist at mange av bestandene har redusert eller fullstendig manglende rekruttering. I tillegg er det påvist at flere bestander har dødd ut (oppsummert i Sandaas 2014). Grunnlaget for å forstå hvorfor mange av disse bestandene sliter er, først og fremst, basert på ekspertvurdering av miljøforholdene rundt og i vassdragene (Sandaas & Enerud 2013a, 2014a, 2016a). I tillegg er vannprøver brukt for å øke forståelsen av nåværende status for elvemuslingen i noen av vassdragene (Larsen mfl. 2008, Sandaas & Enerud 2010, 2014b).

Basert på statusen og miljøsituasjonen i vassdragene er det også i noen tilfeller foreslått eller gjennomført tiltak for å bedre situasjonen for elvemuslingen. Slike tiltak inkluderer flytting av muslinger til egnede områder innenfor et vassdrag (Sandaas & Enerud 2010, 2012, 2015a), kalking (Sandaas mfl. 2011a), hydromorfologiske endringer (Sandaas mfl. 2011a, Sandaas & Enerud 2015b), reduksjon av næringstilførsel (Sandaas 2010, Sandaas & Enerud 2015b), forbedring av habitatforhold for vertsfisk (Sandaas mfl. 2011a), kar-infeksjon av fisk (Sandaas 2015), fjerning av vandringshindre for fisk (Sandaas & Enerud 2014c) og reintroduksjon av muslinger i vassdrag med utdødde bestander (Sandaas & Enerud 2014a, 2014d). I tillegg er muslinger fra Oslo og Akershus tatt inn til oppformering i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Sandaas 2014). Dette gjelder Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken (Jakobsen mfl. 2017).

Måling av redokspotensial (redoksmålinger) i elvemuslingvassdrag vil generelt gi en bedre forståelse for hvordan man skal forvalte arten. Slike målinger sammenligner tilgjengelig oksygen i substratet med oksygennivået i de frie vannmassene. Hvis verdiene i substratet er lave eller forskjellene er store mellom substratet og de frie vannmassene, indikerer dette at området ikke er egnet som habitat for juvenile muslinger (Killeen 2006, Geist & Auerswald 2007). Samtidig er disse målingene bedre egnet til å evaluere habitatkvalitet for juvenil elvemusling enn direkte målinger av oksygennivå og andre mer kvalitative vurderinger (Norsk Standard NS-EN 16859: 2017). Metoden er allerede tatt i bruk for å evaluere habitatkvaliteten for juvenile muslinger i vassdrag i Norge (bl.a. Larsen 2012).

Redoksmålinger vil kunne benyttes for å få en bedre forståelse av hva som er årsaken til at rekrutteringen hos elvemusling er delvis eller helt manglende i muslingvassdrag i Oslo og Akershus. Lavt redokspotensial i substratet viser at oksygenmangel, sannsynligvis på grunn av eutrofiering og avrenning som fører til siltering, hindrer rekruttering. Tiltak må gjennomføres for å endre på dette. Slike tiltak kan inkludere reduksjon av tilførsel av næringsstoffer, reduksjon av avrenning og erosjon, og/eller hydromorfologiske endringer. Høyt redokspotensial i substratet og liten forskjell i redokspotensial mellom substratet og de frie vannmassene viser at det er andre faktorer enn oksygentilgang som hindrer rekruttering. I slike tilfeller bør andre faktorer, som kan forklare mangelen på rekruttering, studeres nærmere.

Gjennomføring av redoksmålingene kan også få direkte konsekvenser for hvordan tiltak, som er under planlegging eller delvis gjennomført, bør modifiseres. Flytting av elvemusling innad i vassdrag, slipp av fisk infisert med glochidier (muslinglarver) og utsetting av juvenile muslinger fra kultiveringsprogrammet bør bare gjennomføres ved lokaliteter som har godt redokspotensial. Hvis ikke slike lokaliteter finnes, bør man vurdere om tiltakene i det hele tatt skal gjennomføres. Når det gjelder muslinger fra kultiveringsprogrammet bør det f.eks. vurderes om muslingene må tilbringe mer tid i anlegget før utsetting, for å øke muslingenes evne til å tåle redusert

oksygennivå. Redoksmålinger kan også brukes til å evaluere om det er gjennomførbart å reintrodusere elvemuslingen til vassdrag eller deler av vassdrag der den er dødd ut. Hvis redokspotensialet er høyt i substratet, kan slike reintroduksjoner være vellykket. Hvis redokspotensialet er lavt i substratet eller forskjellene er store mellom substratet og de frie vannmassene, bør tiltak først gjennomføres for å øke oksygentilgangen i substratet og effekten av disse tiltakene evalueres før man reintroduserer elvemuslingen.

Basert på en vurdering av nytteverdien til redoksmålinger i elvemuslingvassdragene i Oslo og Akershus ble de aktuelle vassdragene gitt en prioriteringsrekkefølge. Basert på midlene som var tilgjengelige til gjennomføringen av prosjektet, ble Askerelva (Asker, Akershus), Movassbekken (Oslo), Raudsjøbekken (Enebakk, Akershus) og Sognsvannsbekken (Oslo) valgt ut. I tillegg ble det tatt stikkprøver i Mosjøbekken, som ligger like oppstrøms Raudsjøbekken. Disse vassdragene ble prioritert fordi disse elvemuslingbestandene er sterkt truet og muslinger fra disse bestandene har blitt tatt inn til kultivering (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Sandaas 2014). Det er resultatene fra disse undersøkelsene som beskrives i denne rapporten.

2 Redoksmålinger: Generell metodebeskrivelse

Metodikken som er benyttet til redoksmålingene i Oslo og Akershus i 2017 er basert på den metodikken som er beskrevet av Larsen (2012) i forbindelse med utprøvingen av redoksmålinger i Norge. Bakgrunnen for metodikken som er benyttet, er erfaringer fra en workshop i Albacken i Sverige, 18.-20. mai 2011, med deltakere fra Länsstyrelsen i Jämtlands län, Länsstyrelsen i Norrbottens län, Länsstyrelsen i Västernorrlands län, NINA og Technische Universität München. I tillegg er erfaringer med redoksmålinger i andre land i Europa brukt til å videreutvikle metodikken (Killeen 2006, 2011, Geist 2007, Geist & Auerswald 2007).

Redoksmålinger ble gjennomført i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken med Mosjøbekken og Sognsvannsbekken. Målingene var planlagt gjennomført i begynnelsen av august for å fange opp de periodene der oksygentilførselen ville være minst, og produksjonen og oksygenforbruket størst. Målet var å måle redokspotensialet i den perioden forholdene for muslingene ville være dårligst. Dessverre kom det store nedbørsmengder i begynnelsen av august og målingene måtte utsettes til slutten av måneden. På grunn av de store nedbørsmengdene i perioden før målingene ble gjennomført og lavere vanntemperatur enn det som man kan forvente på sitt varmeste om sommeren, representerer ikke redoksmålingene det 'verste scenariet' som man ønsket å beskrive. Målingene har allikevel stor verdi, da de fremdeles kan benyttes til å identifisere problemer med oksygentilgjengelighet i vassdragene generelt og identifisere forskjeller mellom de spesifikke lokalitetene innad i vassdragene.

I Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken ble det gjennomført redoksmålinger ved fem stasjoner i hvert av vassdragene. Ved hver stasjon ble det målt redokspotensial ved 15 punkter i substratet og fem målinger i de frie vannmassene, fordelt på flere transekter. Målinger ble bare gjennomført i den delen av stasjonen som var vanndekt. Både transektene og målepunktene innen transektene ble lagt ca. to meter fra hverandre. Ved lokaliteter der elven/bekken var mindre enn seks meter bred ble avstanden mellom målepunktene redusert til en meter. Denne tilnærmingen førte til at de aller fleste lokalitetene bestod av fem transekter med tre målinger i hvert transekt. I tillegg til målingene i substratet ble det også gjennomført en måling i de frie vannmassene per transekt. I Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, var det vanskelig å få til denne gjennomføringen pga. bekkenes utforming. Tre stasjoner ble undersøkt, men med varierende antall transekter. I tillegg ble det også gjennomført stikkprøver på steder med mindre tilgjengelig areal.

Forskjellen i redokspotensial mellom substratet og de frie vannmassene ble registrert ved hjelp av et spesialbygget måleapparat, levert av Dr. Frank Krüger ved ELANA Boden Wasser Monitoring. Utstyret består av en ca. 1,5 m lang sonde med en platinaelektrode i den ene enden, en referanseelektrode og et voltmeter som registrerer målingene.

Ved måling av redokspotensialet i de frie vannmassene holdes begge elektrodene sammen i det øvre vannlaget. Ved måling av redokspotensialet i substratet, blir platinaelektroden ført ned i ønsket dybde i substratet mens referanseelektroden blir værende i de frie vannmassene. Under denne undersøkelsen ble platinaelektroden ført ca. fem til åtte centimeter ned i substratet. Det er viktig at måleverdier stabiliserer seg før avlesning, og dette tar som regel en del tid. Ved tidligere undersøkelser har det blitt funnet at målingene i gjennomsnitt stabiliserer seg innen ca. tre minutter (Bjørn Mejdell Larsen, pers. med.) og dette er benyttet som standard på alle stasjonene. På grunn av substratets bestanddeler (f.eks. stein eller leire) er det ofte umulig å føre platinaelektroden ned i substratet og dermed gjennomføre målingene nøyaktig på de utvalgte målepunktene i transektene. Hvis det er tilfellet, blir målingen gjennomført i umiddelbar nærhet til de utvalgte målepunktene.

For å evaluere resultatet av målingene er det benyttet to tilnærminger i rapporten: 1. Redokspotensialet i substratet. Verdier over 400, 400-300 og under 300 milliVolt (mV) tilsier henholdsvis god, moderat og dårlig habitatkvalitet for juvenile elvemuslinger. 2. Reduksjonen i redokspotensiale mellom de frie vannmassene og substratet. Reduksjon på mindre enn 20,

mellom 20-30 og over 30 % tilsier henholdsvis god, moderat og dårlig habitatkvalitet for juvenile elvemuslinger (Killeen 2006, Geist & Auerswald 2007, Larsen 2012).

3 Askerelva



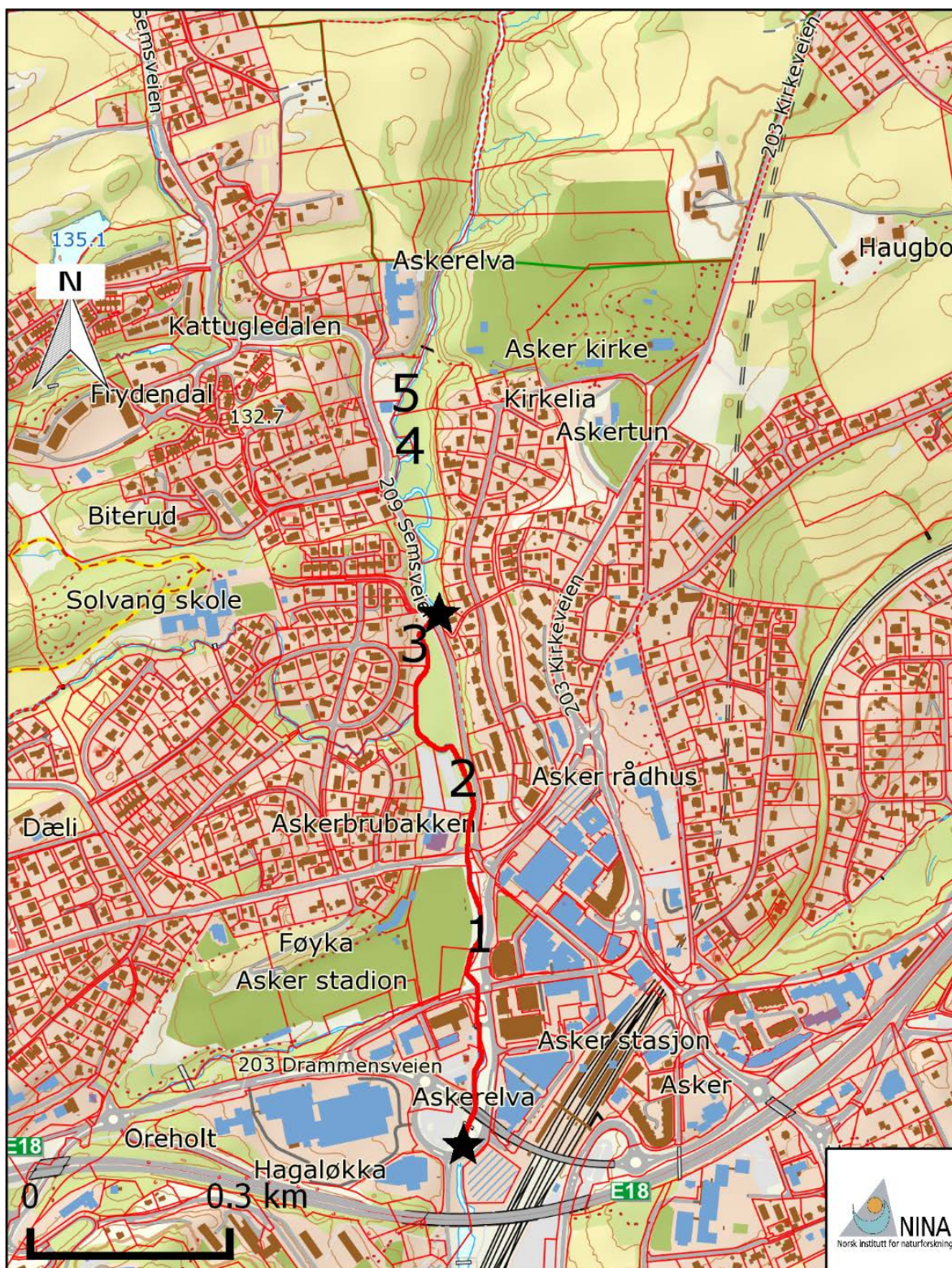
Figur 1. Askerelva. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Askerelva er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

3.1 Områdebeskrivelse

Askerelva utgjør et eget vassdrag (vassdragsnr. 009.1Z) som i hovedsak renner gjennom Asker kommune i Akershus (Figur 1). Elven starter i Steindalen i Vestmarka i Bærum kommune i Akershus og renner sørover til Semsvannet (144,8 moh). Underveis renner den inn i Asker kommune. Ovenfor vannet heter elven først Korselva og senere Gupuelva mens nedenfor vannet heter den Askerelva. Fra Semsvannet fortsetter elven sørover gjennom Asker sentrum og ned til Bondivannet (99,6 moh.). Derfra renner elven rett østover og når Oslofjorden ved Blakstad. De to viktigste sidevassdragene er Hukenbekken og Drengsrudbekken som kommer inn fra vest, henholdsvis nord og sør for Asker sentrum. Hovedstrengen i vassdraget er ca. 14,5 km lang mens selve Askerelva er ca. 6,5 km lang, i begge tilfeller ekskludert innsjøer. Vassdraget drenerer vestlige deler av Bærum kommune og nordlige deler av Asker kommune, nedbørsfeltet er på 37,5 km² og middelvanntilføringen er på 17,9 l/s/km². Nedbørsfeltet består av 71,9 % skog, 9,8 % urban bebyggelse, 8,9 % dyrket mark, 3,3 % innsjøer og 1,9 % myr (NEVINA 2017). I nedbørsfeltet finnes det stort sett bare næringsrike bergarter som rombeporfyrlava og skifer med innslag av kalkstein (BERGGRUNN 2017).

Den delen av Askerelva som ligger under marin grense preges av begroing, noe som er en indikasjon på for høy næringstilførsel (Sandaas & Enerud 2013b, 2015c).

I Askerelva finnes det gjedde, laks, mort, sik, suter, ørekyte, ørret og ål, men ørret er den vanligste fisken i områdene der det finnes elvemusling (Enerud 2002, Sandaas & Enerud 2013b, 2015c).



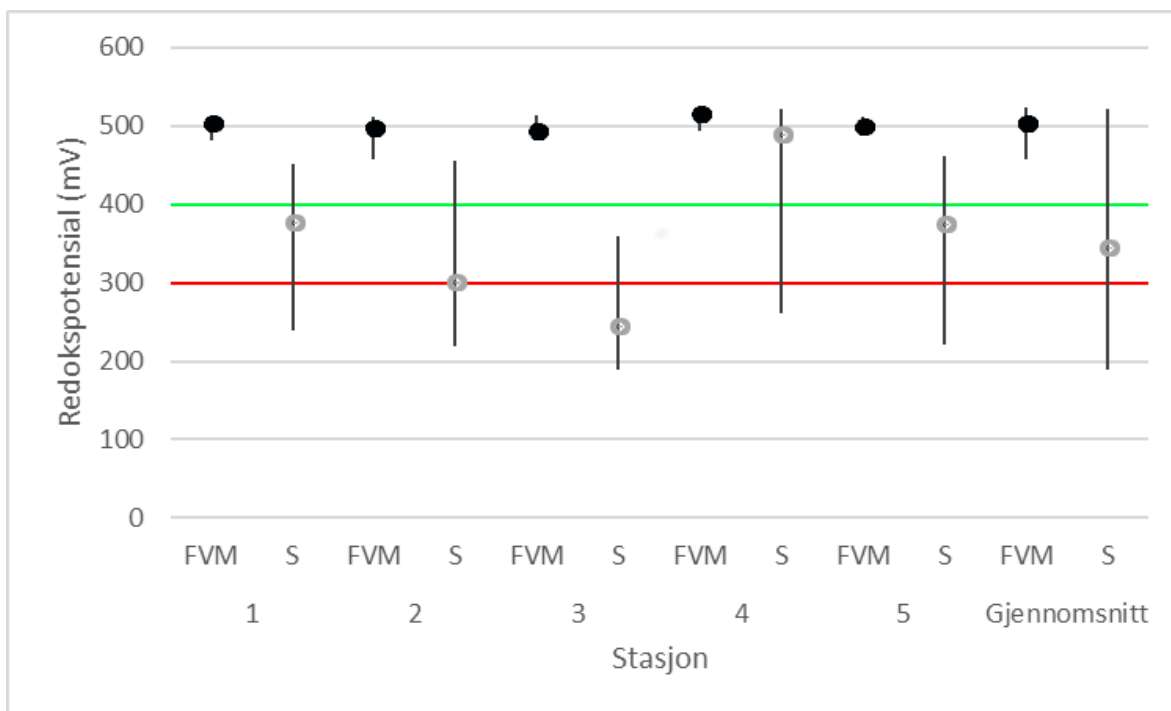
Figur 2. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Askerelva. Strekingen der det er funnet elvemusling er markert med rødt og stjerner markerer ytterpunktene i utbredelsesområdet. Tallene 1-5 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Kartet dekker elvestrekningen fra Asker sentrum og nordover. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).



Foto 1. Redoksmålingsstasjoner i Askerelva. Stasjon 1-5. Foto: Jon H. Magerøy.

3.2 Elvemusling

Første kjente registrering av elvemusling i Askerelva stammer fra Zoologisk Museum i Oslo og er fra 1885 (Høyer 1885). I senere tid har lokaliteten blitt registrert i landsoversikten til Økland & Økland (1998) og de første undersøkelsene av bestanden ble gjennomført i 2001 (Enerud 2002). I dag finnes muslingen på et svært begrenset område nær og i Asker sentrum (Figur 2, Sandaas & Enerud 2013b, pers. obs., Kjell Sandaas, pers. med), men funn av skallrester lenger nede i vassdraget viser at muslingen tidligere har hatt større utbredelse (Sandaas & Enerud 2015c). Det har ikke blitt funnet tegn på at bestanden har hatt rekruttering i de senere år, da undersøkelser i 2013 ikke fant muslinger mindre enn 50 mm. Undersøkelser av infeksjon med glochidier (muslinglarver) på fiskegjeller viser at ørret er vertsfisk for elvemuslingen i elven (Sandaas & Enerud 2013b). Stammuslinger fra Askerelva er tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling (Jakobsen mfl. 2017). Grunnet inntaket av muslinger i kultiverings-



Figur 3. Resultater av redoksmålinger i Askerelva. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for elven. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er generert i Microsoft Excel 2016.

programmet var det viktig å evaluere hvilke deler av elven som er best egnet for utsetting av juvenile muslinger og om andre tiltak er nødvendige.

3.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Askerelva den 30.08.2017. Det ble gjennomført målinger ved fem stasjoner ovenfor og i Asker sentrum (se Figur 2 og Foto 1). Stasjonene ble valgt ut basert på samtaler med Kjell Sandaas (pers. med.), og er representative for de delene av elven som fremdeles har elvemusling og som ansees som mest egnet for utsetting av juvenile muslinger. Det ble tatt 15 målinger i substratet og fem målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på fem transekter per stasjon. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 9). I tillegg til redoksmålingene ble det målt vanntemperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

3.4 Resultater

Temperaturen i Askerelva varierte mellom 13,4 og 14,5 °C. Vannføringen var middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Askerelva er beskrevet i detalj i Figur 3 og Tabell 1.

3.5 Diskusjon

I Askerelva var temperaturen en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i elven (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen noe høyere enn den antatte minimumsvannføringen i elven. Dermed må man anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i elven.

Medianverdien for reduksjonspotensialet i substratet i Askerelva var 343 mV. Dette ligger noe nedenfor minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 31,5 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en relativt liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (25,3 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Selv om redokspotensialet i substratet tilsier moderat habitatkvalitet, tilsier reduksjonen i redokspotensial og den relativt lille andelen egnet substrat at

Tabell 1. Resultater av redoksmålinger i Askerelva. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for elven. De øvre radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.

Parameter	Medium	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	502	495	492	513	497	501
	Substrat	375	300	244	488	373	343
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	512	511	513	524	511	524
	Substrat	452	456	360	522	461	522
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	482	458	486	494	493	458
	Substrat	240	220	189	262	221	189
% reduksjon	NA	25,3	39,4	50,4	4,9	24,9	31,5
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	26,7	6,7	0	53,3	40,0	25,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	46,7	46,7	13,3	33,3	46,7	37,3
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	26,7	46,7	86,7	13,3	13,3	37,3



Foto 2. Løse grusmasser på stasjon 4. Foto: Jon H. Magerøy.

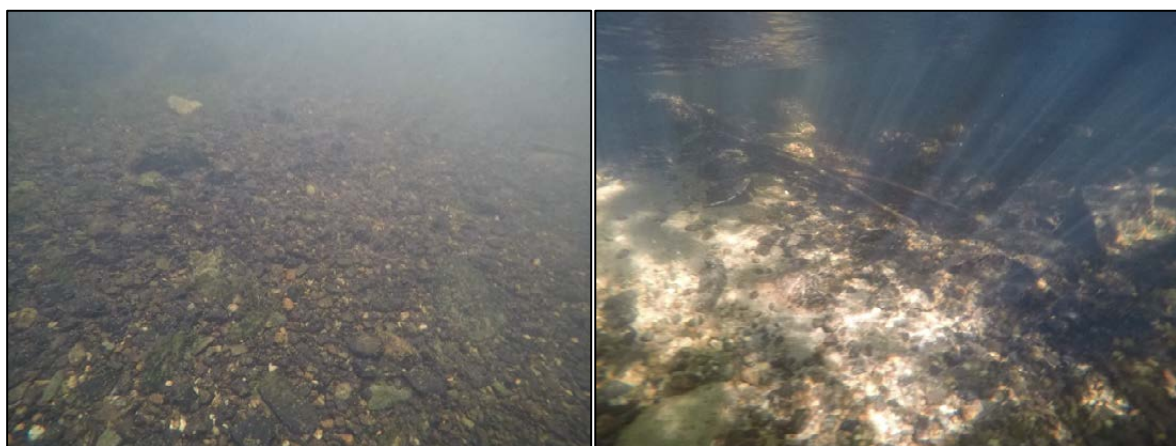


Foto 3a & b. Ensartet substrat i Askerelva. Foto: Jon H. Magerøy.

habitatkvaliteten for juvenile muslinger generelt sett er svært dårlig. Dette er kanskje ikke så overraskende siden det er ingenting som tyder på at det har vært rekruttering i bestanden i den nærmeste fortid (Sandaas & Enerud 2013b).

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Askerelva, så er bildet noe mer nyansert. Stasjon 2 og 3 hadde både svært lavt median redokspotensial i substratet (henholdsvis 300 og 244 mV), en svært stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 39,4 og 50,4 %), og en svært lav andel av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (henholdsvis 6,7 og 0 %). Dette er svært bekymringsverdig siden disse to stasjonene, sammen med stasjon 1, ligger i det området der det fremdeles er musling (Sandaas & Enerud 2013b, pers. obs., Kjell Sandaas, pers. med.). Tilstanden ved stasjon 1 og 5 var noe bedre, med høyere redokspotensial (henholdsvis 375 og 373 mV) og lavere reduksjon mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 25,3 og 24,9 %), selv om nivået på reduksjonen var for høyt for rekruttering av elvemusling (Killeen 2006), og en høyere andel av substratet som var av god habitatkvalitet (henholdsvis 26,7 og 25,3 %). Stasjon 4 hadde både det høyeste mediane redokspotensialet (488 mV), den laveste reduksjonen (4,9 %) og den

høyeste andelen av substratet som var av god habitatkvalitet (53,3 %). Det var ingen åpenbare årsaker til hvorfor det skulle være såpass store forskjeller mellom stasjonene, med unntak av at stasjon 5 (Foto 1) lå i nedkant av en relativt uberørt del av bekken og at stasjon 4 (Foto 1) for det meste bestod av løs grus (Foto 2). For å få en bedre forståelse av forskjellene mellom stasjonene vil det være nødvendig å få en oversikt over hvor og hvordan næringsstoffer og partikler tilføres elven. I tillegg vil det være nødvendig å få en bedre forståelse av vannførings- og silteringsdynamikken i systemet.

Basert på disse funnene kunne man anta at stasjon 4 er den best egnede lokaliteten for elvemusling i Askerelva, men substratet er nok for ustabilt (Foto 2). Den relativt dårlige tilstanden ved alle de andre stasjonene gjør det vanskelig å anbefale lokaliteter for utsetting av juvenil elvemusling fra kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014). Hvis man skulle velge seg ut lokaliteter for utsetting, så virker stasjon 1 og 5 å være best egnet til dette formålet, basert på redoksmålingene og stabiliteten av substratet (pers. obs.) ved stasjonene. Det kan godt hende at muslingene fra kultiveringsprogrammet vil klare seg ved disse lokalitetene, da de er større og mindre sårbare for lavt oksygennivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.). Et alternativ er å vurdere å holde muslingene i anlegget til de blir enda større og mindre sårbare før utsetting i Askerelva.

Den generelt dårlige tilstanden i Askerelva kan sannsynligvis forklares gjennom næringstilførsel fra landbruksområdene oppstrøms, og punktkilder i bolig- og næringsområdene langs elven. I tillegg virket substratet nærmest sementert ved flere av stasjonene (pers. obs.). Dette kan tyde på at det er stor partikkeltilførsel til vassdraget. Dermed er tiltak nødvendige for å redusere både nærings- og partikkeltilførsel til elven for at den skal bli egnet for juvenil elvemusling igjen. I tillegg kan det være ønskelig å tilføre større steiner eller liknende til elvebunnen, da denne for det meste er svært ensartet (Foto 3a & b). Større heterogenitet i substratet vil kunne endre sedimenteringsdynamikken og føre til økt variasjon i sedimentering i elven. Dermed kan enkelte områder blir mer egnet som habitat for juvenil musling og vertsfisk (ørret) (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015, Quinlan mfl. 2015).

4 Movassbekken



Figur 4. Movassbekken. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Movassbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

4.1 Områdebeskrivelse

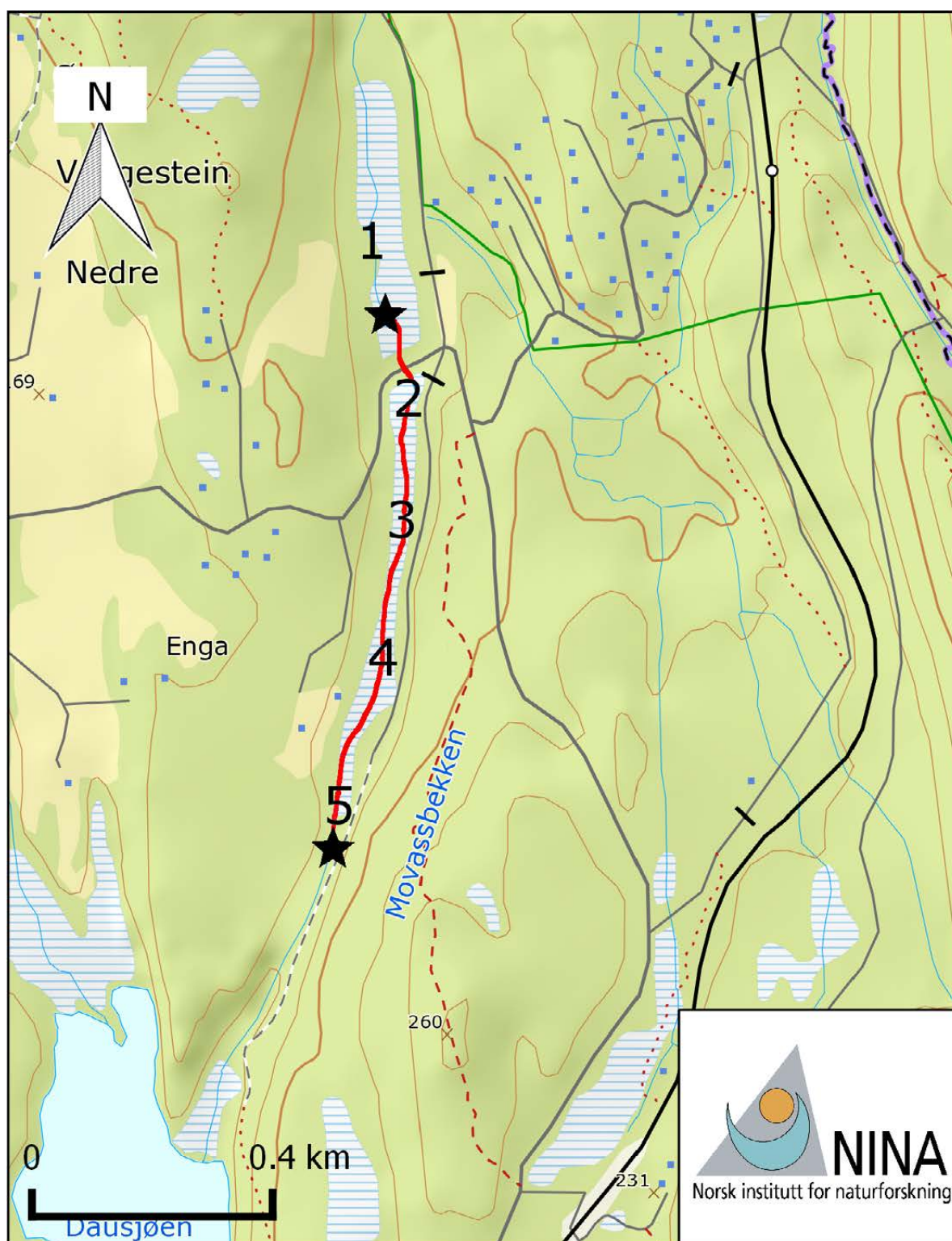
Movassbekken (Movannsbekken) er en tilførselsbekk til Dausjøelva (vassdragsnr. 006.BA) som er et av de større sidevassdragene til Akerselva/Maridalsvassdraget (vassdragsnr. 006.Z). Bekken renner sørover langs grensen mellom Nittedal kommune i Oppland og Oslo kommune (Figur 4). Den starter nord for Movannene (274,7 moh.) ved Sørbråten, som ligger nord for Maridalsvannet. Derfra svinger bekken sørvestover og inn i Oslo kommune, der den renner ut i Dausjøen (153 moh.). Langs denne strekningen kommer flere mindre sidebekker inn. Bekken har en total elvelengde på ca. 3,8 km, innsjøer ekskludert. Bekken drenerer dens umiddelbare nærområde, nedbørsfeltet er på ca. 12,5 km² og middelvannføringen er på 26,1 l/s/km². Nedbørsfeltet består av 94,2 % skog, 3,6 % myr, 1,5 % innsjøer og 0,3 % dyrket mark i følge NEVINA (2017), men det finnes også en god del bebyggelse i nedbørsfeltet (pers. obs.). De øvre delene av nedbørsfeltet, rundt Movannene, består av de noe mer næringsrike bergartene basalt og latittporfyr mens de nedre delene består av mer næringsfattig syenitt (BERGGRUNN 2017).

Vannkvaliteten i Movassbekken overvåkes av Oslo kommune i forbindelse med drikkevanns-overvåkingen. I 2016 lå gjennomsnittsverdiene av totalt nitrogen på 349 µg/l (333-492), totalt fosfor på 7 µg/l (5-13) og turbiditet (STS) på 1,5 mg/l (0,2-3,2) (Husebø & Husby 2017). I tillegg målte Sandaas & Enerud (1998d) pH til 6,48-6,88 i 1995-1996 og alkaliniteten til 0,06-0,111 mmol/l i 1996. Turbiditeten tilsier at Movassbekken er «klar» og alkaliniteten tilsier at bekken er «kalkfattig», i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppen 2015). Siden bekken ikke er lakseførende, fører dermed nitrogenverdiene til en klassifisering med «god» tilstand selv om den høyste verdien oversteg klassegrensen mellom «god» og «moderat» tilstand (475 µg/l). For fosforverdiene fører dette til en klassifisering med «svært god» tilstand. For pH-verdiene fører dette til en klassifisering med «god» til «svært god» tilstand. Både pH-verdiene og gjennomsnittsverdien av totalt fosfor lå over minimumsgrensene for rekrutterende bestander av elvemusling (Larsen 1997, Degerman mfl. 2009).

I Movassbekken har det blitt påvist gjedde, ørekyte og ørret (Sandaas & Enerud 1998d). I Akerselva/Maridalsvassdraget, som en helhet, finnes det hele 12 arter fisk (Saltveit mfl. 2012).

4.2 Elvemusling

Elvemusling er kjent fra Movassbekken tilbake fra rundt 1950 (Kjell Steen-Nilsen, pers. med.). I tillegg finnes musling i Dausjøelva, som Movassbekken renner ut i (Sandaas & Enerud 1998a). Lenger oppe i Dausjøelvsystemet finnes den i Skarselva (Sandaas & Enerud 1998b, 2012) og i Gørjabekken (Sandaas & Enerud 1998c, Sandaas 2015). I nedre del av Maridalsvassdraget finnes det elvemusling i Akerselva (Sandaas mfl. 2011b, Sandaas & Enerud 2016b). De første undersøkelsene av bestanden i Movassbekken ble gjennomført i 1994 (Sandaas 1994). Undersøkelser fra 1995-1996 viste at elvemuslingen da fantes på en ca. én km lang strekning i midtre deler av bekken (Figur 5). Tettheten varierte mye, fra 0 til opp mot 15 muslinger/m². (Sandaas & Enerud 1998d). Det har blitt funnet noen mindre muslinger i bekken i senere tid, noe som tyder på at det foregår en lav rekruttering (Kjell Sandaas, pers. med.). Stammuslinger fra Movassbekken er tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling og infeksjoner av potensiell vertsfisk med glochidier (muslinglarver) viser at ørret er vertsfisk for muslingen i bekken. Det er planlagt produksjon og utsetting av juvenile muslinger i bekken i årene som kommer (Jakobsen mfl. 2015, 2017). I tillegg er det gjennomført flytting av muslinger innad i vassdraget, for å forbedre rekrutteringen i bekken (Sandaas & Enerud 2012, Sandaas 2015). For at disse tiltakene og eventuelle andre tiltak skal få best mulig effekt var det viktig å finne ut hvilke deler av bekken som er best egnet habitat for juvenil elvemusling.



Figur 5. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Movassbekken. Strekingen der det er funnet elvemusling er markert med rødt og stjerner markerer ytterpunktene i utbredelsesområdet. Tallene 1-5 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Kartet dekker elvestrekningen fra Sørbråten og ned til Dausjøen. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).



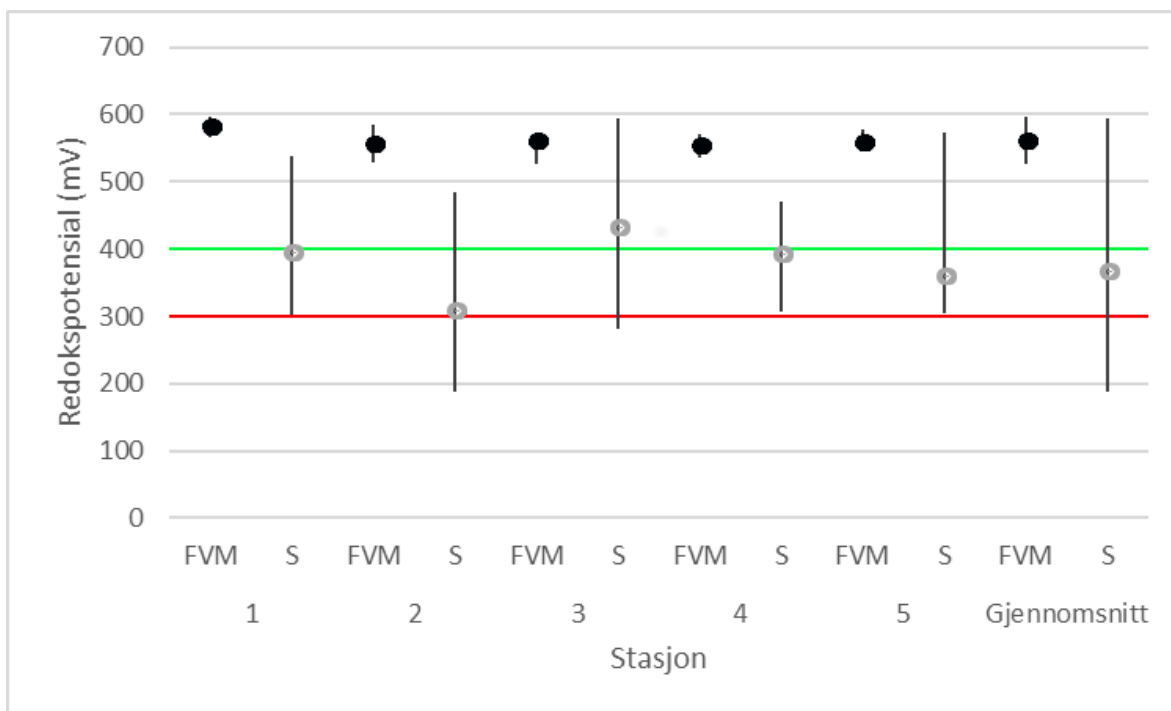
Foto 4. Redoksmålingsstasjoner i Movassbekken. Stasjon 1-5. Foto: Jon H. Magerøy.

4.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Movassbekken den 24.08.2017. Det ble gjennomført målinger ved fem stasjoner i nedre deler av bekken (se Figur 5 og Foto 4). Stasjonene ble valgt ut basert på samtaler med Kjell Sandaas (pers. med.), og er representative for de delene av bekken som fremdeles har elvemusling og som ansees som mest egnet for utsetting av juvenile muslinger. Det ble tatt 15 målinger i substratet og fem målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på fem transekter per stasjon. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 9). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

4.4 Resultater

Temperaturen i Movassbekken varierte mellom 12,3 og 12,5 °C. Vannføringen var middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Movassbekken er beskrevet i detalj i Figur 6 og Tabell 2.



Figur 6. Resultater av redoksmålinger i Movassbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er generert i Microsoft Excel 2016.

4.5 Diskusjon

I Movassbekken var temperaturen en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i bekken (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen noe høyere enn den antatte minimumsvannføringen i bekken. Dermed må man anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i bekken.

Medianverdien for reduksjonspotensialet i substratet i Movassbekken var 366 mV. Dette ligger i grenseland for de minimumsnivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 34,4 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en relativt liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (33,3 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Selv om redokspotensialet i substratet tilsier moderat habitatkvalitet, tilsier reduksjonen i redokspotensial og den relativt lille andelen egnet substrat at habitatkvaliteten for juvenile muslinger generelt sett er dårlig. Dette er kanskje ikke så overraskende siden det har vært svært liten rekruttering i bekken i senere tid (Kjell Sandaas, pers. med.).

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Movassbekken, så er bildet noe mer nyansert. Stasjon 2 hadde lavt median redokspotensial i substratet (306 mV), en svært stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (44,8 %), og en svært lav andel av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling (6,7 %). Tilstanden ved stasjon 5 var noe bedre, men også her var redokspotensialet i substratet relativt lavt (359 mV), reduksjonen i redokspotensial stor (35,4 %) og andelen substrat med god habitatkvalitet lav (20,0 %). Redokspotensialet i substratet på stasjon 1 og 4 (henholdsvis 393 og 390 mV) lå i grenseland mellom moderat og god tilstand, og andelen substrat med god habitatkvalitet var relativt høy

(henholdsvis 46,7 og 40,0 %), men reduksjonen i redokspotensial var stor (henholdsvis 32,1 og 29,3 %). Tilstanden ved stasjon 3 var best, med høyt redokspotensial i substratet (470 mV), reduksjon i redokspotensial som lå litt over øvre grense for god tilstand (22,8 %) og en relativt høy andel av substratet som hadde god habitatkvalitet (53,3 %). Det var ingen åpenbare årsaker til hvorfor det skulle være såpass store forskjeller mellom stasjonene. For å få en bedre forståelse av dette vil det være nødvendig å få en bedre forståelse av vannførings- og silteringsdynamikken i systemet.

Basert på disse funnene peker stasjon 3 seg ut som den best egnede lokaliteten for elvemusling i Movassbekken mens stasjon 1 og 4 også peker seg ut som noe egnede. Dermed er det disse lokalitetene som er mest aktuelle for utsetting av juvenil elvemusling fra kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014) og for eventuell flytting av elvemusling innad i bekken (Sandaas & Enerud 2012, Sandaas 2015).

Den generelt dårlige tilstanden i Movassbekken er noe vanskelig å forklare. Det finnes lite eller ingen jordbruksaktivitet i nedbørsfeltet (NEVINA 2017). Det finnes noe bebyggelse (pers. obs.),

Tabell 2. Resultater av redoksmålinger i Movassbekken. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De øvre radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.

Parameter	Medium	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	579	554	558	552	556	558
	Substrat	393	306	431	390	359	366
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	597	585	570	570	577	597
	Substrat	538	484	593	470	572	593
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	566	528	527	536	551	527
	Substrat	303	189	282	307	304	189
% reduksjon	NA	32,1	44,8	22,8	29,3	35,4	34,4
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	46,7	6,7	53,3	40,0	20,0	33,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	53,3	46,7	40,0	60,0	80,0	56,0
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	46,7	6,7	0	0	10,7



Foto 5a-c. Løs grus og sand i Movassbekken. Foto: Jon H. Magerøy.

men Movassbekken er en del av Oslos drikkevannssystem og man bør anta at punktutslipp fra bebyggelsen har blitt forhindret. Det er heller ingenting i de vannkjemiske undersøkelsene (Husebø & Husby 2017), som gjennomføres av Oslo kommune som en del av drikkevannsovervåkingen, som tilsier at næringstilførsel kan forklare siltering av substratet og den store reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. Det kan tenkes at siltering er en naturlig del av systemet, da de undersøkte delene av bekken renner gjennom naturlige avsetninger av løsmasser. Effekten av dette kan også ha blitt forverret pga. at nedre deler av bekken har blitt kanalisert og/eller steinsatt i forbindelse med tømmerfløting (Kjell Sandaas & Terje Wivestad, pers. medd.). Kananliseringen av bekken kan ha bidratt til at substratet i bekken er generelt ustabilt og for det meste består av grus og sand (Foto 5a-c, pers. obs.). Dermed kan det være ønskelig å tilføre større steiner eller liknende til bekken. Dette vil kunne stabilisere deler av substratet, og øke habitattilgjengeligheten for elvemusling og vertsfisk (ørret) i Movassbekken (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015, Quinlan mfl. 2015). Større steiner er lett tilgjengelige langs bredden av bekken, sannsynligvis pga. at de ble hentet ut av bekken i forbindelse med kanaliseringen (Terje Wivestad, pers. med.).

5 Raudsjøbekken



Figur 7. Raudsjøbekken, med Mosjøbekken og øvre del av Børtervassdraget. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Raudsjøbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

5.1 Områdebeskrivelse

Raudsjøbekken (vassdragsnr. 002.C4D, Figur 7) utgjør øvre delen av hovedstrengen i Børtervassdraget (vassdragsnr. 002.C4), som er et sidevassdrag til Glomma (vassdragsnr. 002.Z) med utløp på vestsiden av Øyeren. Hele Børtervassdraget er i Enebakk kommune i Akershus. Den øvre delen av vassdraget starter nordvest for Tonevannet (245 moh.). Derfra renner det sørover gjennom Mosjøen (233 moh.) og ned til Raudsjøen (232 moh.). Det er elvestrengen mellom de to siste innsjøene som utgjør Mosjøbekken. Fra Raudsjøen renner selve Raudsjøbekken direkte østover og ned i Tangetjernet, som er en del av Børtervanna (193 moh.). Hovedstrengen i denne delen av vassdraget har en elvelengde på til sammen ca. 1,5 km, innsjøer ekskludert. Denne delen av vassdraget drenerer det nordvestre hjørnet av Enebakk kommune, nedbørsfeltet er på ca. 8,3 km² og middelvannføringen er på ca. 19,8 l/s/km². Nedbørsfeltet består av 84,3 % skog, 13,3 % innsjøer og 2,3 % myr (NEVINA 2017). Berggrunnen består både av næringsfattig granat-biotittgneis og mer næringsrik gabbro (BERGGRUNN 2017).

pH i Raudsjøbekken, inkludert Mosjøbekken, lå fra 1995 og framover på ca. 6,3-6,4 (Sandaas mfl. 2009). Dette er ned mot minimumsgrensen for rekrutterende bestander av elvemusling (6,1-6,3) (Larsen 1997, Degerman mfl. 2009). Ellers var det i 2009 begroing i bekken som tydet på forhøyet næringstilførsel (Sandaas mfl. 2009).

I Raudsjøbekken er det observert ørekyte og ørret (Sandaas mfl. 2009). I tillegg finnes det bl.a. abbor og gjedde i Børtervassdraget (Vannområde Øyeren 2015).

5.2 Elvemusling

Elvemusling er, i forbindelse med perlefiske, kjent fra Børtervassdraget langt tilbake i tid (Taranger 1890) og vassdraget er med i Dolmen & Kleiven (1997) sin nasjonale oversikt over elvemuslinglokaliteter. I 2004 ble det funnet elvemusling i Mosjøbekken (Rune Askvik, pers. med., i Sandaas mfl. (2009)). Funnet førte til at det ble gjennomført undersøkelser etter elvemusling i flere deler av vassdraget i 2005 og 2009. Undersøkelsene bekreftet funnet i Mosjøbekken og påviste også elvemusling i Raudsjøbekken. Til sammen utgjør dette et utbredelsesområdet på ca. 900 m elvestreng (Figur 8). Tettheten var lav og varierte fra 0,05-0,3 muslinger/m². Det ble ikke funnet noen individer mindre enn 50 mm i noen av bekkene i 2005, men i Raudsjøbekken ble det i 2009 funnet individer under 50 mm (Sandaas mfl. 2009). I 2016 ble det funnet ca. 30 juvenile muslinger i nedre del av bekken (Kjell Sandaas, pers. med.). Dette viser at det har vært nylig rekruttering i deler av Raudsjøbekken. Stammuslinger fra bekken er tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling og infeksjoner av potensiell vertsfisk med glochidier (muslinglarver) viser at ørret er vertsfisk for muslingen i bekken (Jakobsen mfl. 2017, Per Jakobsen, pers medd.). I tillegg er andre tiltak for å redde bestanden i bekken aktuelle (Sandaas 2010). For at disse tiltakene og eventuelle andre tiltak skal få best mulig effekt var det viktig å finne ut hva som truer muslingen i bekken og hvilke deler av bekken som er best egnet habitat for juvenil elvemusling.

5.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, den 28.08.2017. På grunn av Raudsjøbekkens utforming, som for det meste bestod av strykpartier eller sterkt beverpåvirkede dypområder (pers. obs.), var det umulig å få gjennomført målinger i bekken etter et tradisjonelt stasjonsnett. Dermed ble det utført målinger på tre stasjoner og på fire mindre områder (se Figur 8, og Foto 6 og 7). På stasjonene ble det gjennomført 15-16 målinger i substratet og 5-8 målinger i de frie vannmassene fordelt på 5-11 transekter. På områdene ble det gjennomført 2-10 målinger i substratet og 1-4 målinger i de frie vannmassene fordelt på 2-7



Figur 8. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Raudsjøbekken og Mosjøbekken. Strekningene der det er funnet elvemusling er markert med rødt. Stjerner markerer ytterpunktene i utbredelsesområdet i Raudsjøbekken mens MSB markerer utbredelsesområdet i Mosjøbekken. Tallene 1-7 indikerer stasjonene (1, 5 og 7) og områdene (2-4 og 6) i Raudsjøbekken. MSB indikerer også prøvetakingsområde i Mosjøbekken. Kartet dekker elvestrekningen fra Mosjøen via Raudsjøen til Tangetjernet i Børtervanna. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

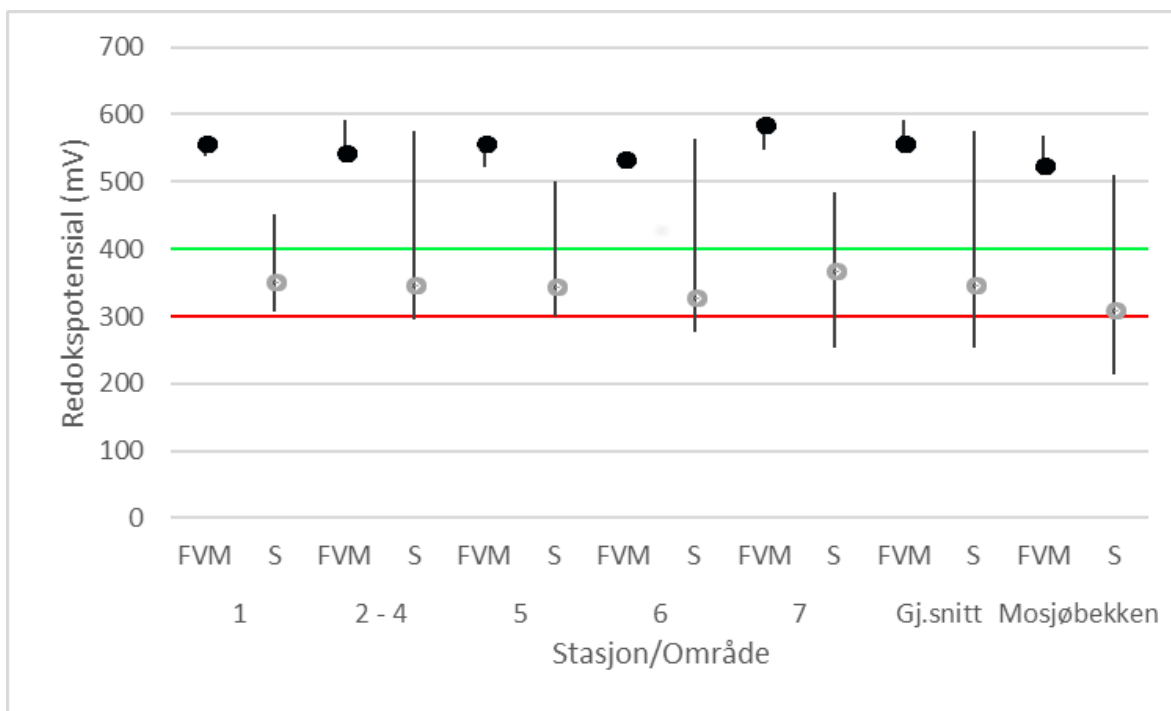


Foto 6. Redoksmålingslokaliteter i Raudsjøbekken. Foto fra stasjon 1. Ingen av fotoene fra Mosjøbekken egnet seg til bruk i rapporten. Foto: Jon H. Magerøy.

transekter. I tillegg ble det også gjennomført fire målinger i substratet og tre målinger i de frie vannmassene i Mosjøbekken (se Figur 8). Disse målingene fordelte seg på fire transekter. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 9). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.



Foto 7. Redoksmålingslokaliteter i Raudsbjøbekken. Ett foto fra henholdsvis område 2, område 3, område 4, stasjon 5, og to foto fra henholdsvis område 6 og stasjon 7. Ingen av fotoene fra Mosjøbekken egnet seg til bruk i rapporten. Foto: Jon H. Magerøy.



Figur 9. Resultater av redoksmålinger i Raudsjøbekken med Mosjøbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av de tre stasjonene, område 6, en sammenstilling av områdene 2-4 og gjennomsnittet for Raudsjøbekken. Områdene 2-4 er presentert under ett pga. det lave antallet målinger i hver enkelt av disse områdene av bekken. I tillegg viser figuren resultater fra stikkprøvene i Mosjøbekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er generert i Microsoft Excel 2016.

5.4 Resultater

Temperaturen i Raudsjøbekken varierte mellom 16,3 og 16,4 °C. Vannføringen var middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Raudsjøbekken med Mosjøbekken er beskrevet i detalj i Figur 9 og Tabell 3.

5.5 Diskusjon

I Raudsjøbekken var temperaturen en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i bekken (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen noe høyere enn den antatte minimumsvannføringen i bekken. Dermed må man anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i bekken.

Medianverdien for reduksjonspotensialet i substratet i Raudsjøbekken var 345 mV. Dette ligger noe nedenfor minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 37,7 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en relativt liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (23,1 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Selv om redokspotensialet i substratet tilsier moderat habitatkvalitet, tilsier reduksjonen i redokspotensial og den lille andelen egnet substrat at habitatkvaliteten for juvenile muslinger generelt sett er svært dårlig. Dette er kanskje noe overraskende siden det har

blitt funnet relativt god rekruttering i nedre deler av bekken i senere tid (Kjell Sandaas, pers. med.) og det kan tyde på at forholdene i bekken har forverret seg i de siste årene. Stikkprøvene fra Mosjøbekken tilsier en enda dårligere tilstand der enn i Raudsjøbekken, med mediant redokspotensial i substratet på 307 mV, en reduksjon i redokspotensial på 41,3 % og bare 25,0 % av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenile muslinger.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene og områdene i Raudsjøbekken, så viser det seg at det var liten forskjell i mediant redokspotensial i substratet (326-365 mV), reduksjon i redoks-

Tabell 3. Resultater av redoksmålinger i Raudsjøbekken med Mosjøbekken. Tabellen viser resultater for de tre stasjonene, område 6, en sammenstilling av områdene 2-4 og gjennomsnittet for Raudsjøbekken. Områdene 2-4 er presentert under ett pga. det lave antallet målinger i hvert enkelt av disse områdene av bekken. I tillegg viser tabellen resultater fra stikkprøvene i Mosjøbekken. De øvre radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.

Parameter	Medium	Raudsjøbekken						Mosjøbekken
		Stasjon 1	Område 2-4	Stasjon 5	Område 6	Stasjon 7	Gjennom-snitt	
Median redokspotensial (mV)	FVM	555	540	554	530	582	554	522
	Substrat	349	345	341	326	365	345	307
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	568	591	563	532	585	591	568
	Substrat	451	576	501	563	485	576	510
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	538	532	521	528	548	548	511
	Substrat	307	296	300	277	253	214	214
% reduksjon	NA	37,1	36,0	38,4	38,6	37,3	37,7	41,3
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100	100
	Substrat	18,8	25,0	26,7	20,0	25,0	23,1	25,0
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0	0
	Substrat	81,3	62,5	73,3	60,0	68,8	70,8	25,0
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	12,5	0	20,0	6,3	6,2	50,0

potensial mellom de frie vannmassene og substratet (36,0-38,6 %), og andel substrat med god habitatkvalitet for juvenile muslinger (18,8-26,7 %). I Mosjøbekken ble det bare tatt stikkprøver.

Den dårlige tilstanden ved alle stasjonene og områdene i Raudsjøbekken gjør det vanskelig å anbefale lokaliteter for utsetting av juvenile elvemusling fra kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014). Det er allikevel verdt å påpeke at nedre del av stasjon 6 hadde høyere redoksverdier enn øvre del av stasjonen (resultater ikke vist), og slik sett utmerker seg som den mest egnede lokaliteten for juvenil elvemusling. Det er også verdt å påpeke at det var her Kjell Sandaas & Jørn Enerud fant ca. 30 juvenile muslinger i 2016 (Kjell Sandaas, pers. med.). Det var i denne delen av bekken det ble observert flest muslinger under redoksundersøkelsene, inkludert en musling under 50 mm (pers. obs.). Rune Askvik (pers. med.) fortalte at han hadde flyttet elvemusling fra de sterkest beverpåvirkede områdene og ned til denne delen av bekken. Heller ikke Mosjøbekken utmerker seg som egnet for juvenil elvemusling, da tilstanden var enda dårligere enn i Raudsjøbekken.

Den generelt dårlige tilstanden i Raudsjøbekken har nok to hovedårsaker. Det ligger en god del bebyggelse i nærområdet (pers. obs.) og det er sannsynlig at det tilføres næringsstoffer til bekken gjennom punktutslipp fra denne bebyggelsen. For å redusere næringstilførselene til bekken vil det være ønskelig å identifisere slike punktutslipp og utbedre disse, f.eks. ved strengere krav til sanitæranleggene til hytter og boliger i området. Av mer akutt fare er beveraktiviteten i bekken, som tidligere påpekt av Kjell Sandaas (Sandaas 2010, pers. med.). Den har økt (Rune Askvik og Kjell Sandaas, pers. med.) og påvirker bekken sterkt (Foto 8a-d, pers. obs.). Forhøyet vannstand pga. beverdemninger førte da også til at store deler av bekken var utilgjengelig for redoksmålinger når undersøkelsene ble gjennomført (pers. obs.). Beverdemninger fører ikke bare til økt vannstand, men også til redusert vannhastighet. Redusert vannhastighet, utgraving av kanaler og bekkekanten, og tilførsel av tremateriale til bekken fører til økt siltering. Det vil redusere tilgangen til oksygen i substratet og påvirke elvemuslingene negativt. Både ovenfor og nedenfor beverdemningene var det stor sedimentering av flis og annet tremateriale (Foto 9). Mange muslinger i området ved stasjon 6 og 7 stod i flisholdig substrat. På stasjon 6 ble det også funnet en musling som sto i rent flissubstrat. Det aller meste av bekken var påvirket av bever. Dette inkluderte alle redoksstasjonene og -områdene i bekken, men øvre del av stasjon 1 og nedre del av stasjon 7 var minst påvirket (pers. obs.). Tilstanden i bekken tilsier nå at det er veldig lite egnet habitat for juvenil elvemusling og at økt beveraktivitet (Rune Askvik og Kjell Sandaas, pers. med.) har resultert i denne tilstanden. Hvis man ønsker å bevare elvemuslingbestanden i Raudsjøbekken, er det nødvendig å redusere eller, aller helst, fjerne beverpåvirkningen i bekken. Dette kan gjøres gjennom å rive eksisterende beverdemninger. Ulempen er at beverne sannsynligvis vil bygge dem opp igjen relativt raskt. Dermed kan det være aktuelt å ta ut beveren i bekken og hindre nyetablering ved kontinuerlige uttak. Uttak av et naturlig hjemmehørende dyr er et drastisk og kontroversielt tiltak. Det bør allikevel vurderes siden Raudsjøbekken nylig har hatt rekruttering av juvenil musling (Kjell Sandaas, pers. med.), og det bare finnes én annen rekrutterende elvemuslingbestand øst for Oslofjorden og bare et fåtall rekrutterende bestander i Akershus (NINAs interne database, upubl. mat.). Hvis man skulle velge å rive beverdemningene, er det viktig at elvemuslingene som står nedenfor disse blir flyttet før arbeidet påbegynnes. Dette er for å hindre at de blir begravd av løsmasser fra demningene. Stasjon 1 utpeker seg som en egnet lokalitet for en slik mellomlagring, da den er en av de mindre beverpåvirkede lokalitetene og samtidig ligger ovenfor øverste beverdemning.

Den dårlige tilstanden i Mosjøbekken er vanskeligere å forklare, da det ikke er noen åpenbare kilder til næringstilførsel eller siltering i bekken. Utløpet fra Mosjø er demmet opp (pers. obs.) og denne oppdemningen kan bidra til at man både får mindre flompåvirkning og sterkere tørkeperioder i bekken. Dette kan føre til at man ikke får en utskylning av substratet og at man får høyere sommertemperaturer som resulterer i lavere oksygentilgjengelighet. For ca. fem år siden ble damkronen byttet ut og arbeidet med dette kan ha ført til en økning i silteringen i bekken mens dette pågikk (Terje Wivestad, pers. med.). De dårlige forholdene kan nok fremdeles delvis være forårsaket av dette, spesielt på grunn av den reduserte flompåvirkningen i bekken. Samtidig ble et tapperør satt inn i demningen for å øke minstevannføringen (Rune Askvik, pers.



Foto 8a-d. Beveraktivitet i Raudsjøbekken. Foto: Jon H. Magerøy.



Foto 9. Flis og annet tremateriale i Raudsjøbekken. Foto: Jon H. Magerøy.

med.), men dette har tydeligvis ikke vært nok til å føre til gode forhold i substratet. Hvis man ønsker å bevare muslingen i bekken, vil det være aktuelt å fjerne demningen ved utløpet av Mosjøen eller gjennomføre endringer på demningen for å få til en mer normal vannføringsdynamikk. Hvis dette skal gjennomføres, bør muslingene i bekken midlertidig deponeres på et annet sted for å hindre at de blir begravd av løsmasser som blir frigjort under arbeidet.

6 Sognsvannsbekken



Figur 10. Sognsvannsbekken. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Sognsvannsbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).

6.1 Områdebeskrivelse

Sognsvannsbekken (også kjent som Frognerbekken/elva) utgjør et eget vassdrag (vassdragsnr. 006.3Z). Vassdraget ligger i Oslo kommune (Figur 10). Den delen av bekken som heter Pinabekken har sitt utspring i Store Åklungen (293 moh.), og renner gjennom Lille Åklungen (258 moh.) og ned til Sognsvann (183 moh.). Fra Sognsvann renner selve Sognsvannsbekken ned forbi Gaustad og Blindern, videre gjennom Frogner og ut i Frognerkilen. Hovedstrengen i vassdraget er ca. 8,5 km lang, innsjøer ekskludert, mens selve Sognsvannsbekken er ca. syv km lang, men store deler av de nedre delene er lagt i rør. Vassdraget drenerer områdene nord for og rundt Sognsvann, i tillegg til områdene i umiddelbar nærhet til selve Sognsvannsbekken. Nedbørsfeltet er på ca. 13,8 km² og middelvannføringen er på ca. 19,1 l/s/km². Nedbørsfeltet består av ca. 76,1 % skog, 13,6 % urban bebyggelse, 5,3 % innsjøer, 3,5 % dyrket mark og 1,5 % myr (NEVINA 2017). Områdene nord for og rundt Sognsvann består av næringsfattige bergarter som biotittgranitt og syenitt mens områdene sør for vannet består i hovedsak av mer næringsrike bergarter som kalkrik sandstein, knollekalk og skifer (BERGGRUNN 2017).

Undersøkelser fra 2013 konkluderte med at den økologiske tilstanden i selve Sognsvannsbekken varierte fra «god» til «svært dårlig» økologisk tilstand, basert på forskjellige tidspunkt på året, forskjellige stasjoner, og forskjellige typer evalueringsmetodikk (bunndyr og fisk). Tilstanden var best øverst i vassdraget. Undersøkelsene viste at bekken er påvirket av tilførsel av organisk materiale og annen antropogen forurensning (Bremnes mfl. 2014).

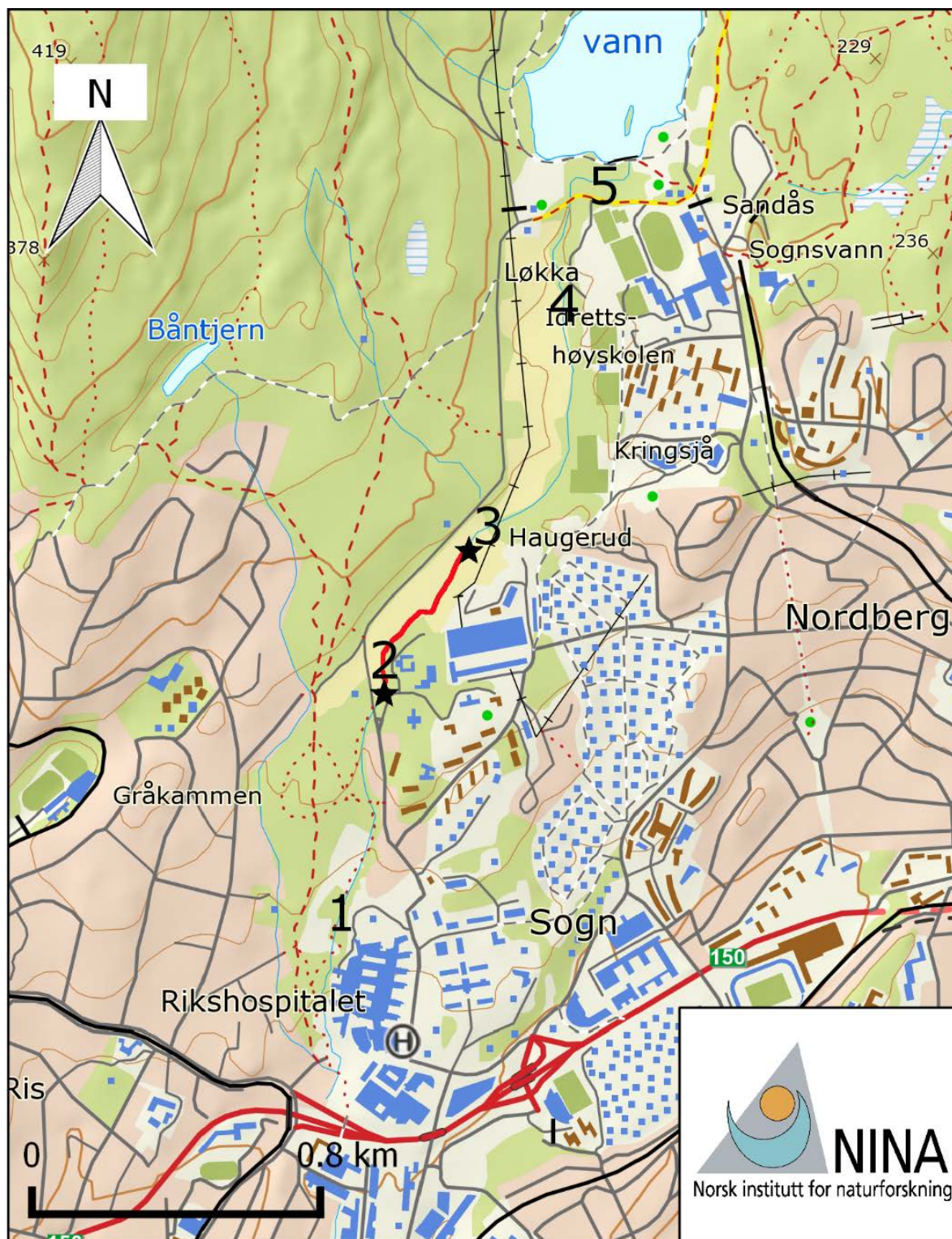
I vassdraget finnes det abbor, gjedde, ørekyte og ørret. I tillegg ble det observert mort i Sognsvann og Frognerdammen i 2013. Denne arten har aldri blitt observert i vassdraget før og er trolig satt ut ulovlig. Ørekyt har vært svært vanlig i vassdraget, men den har blitt mindre vanlig i senere tid. Ørret er den dominerende fiskearten i selve bekken (Bremnes mfl. 2014).

6.2 Elvemusling

Elvemusling ble første gang registrert i Sognsvannsbekken så langt tilbake som i 1935 av J. Prytz. Det ble også observert musling der rundt 1960 av Kjell Sandaas (Økland & Økland 1998). I 2013 ble bekken undersøkt, men man fant da bare tre eldre muslinger på et lite parti i øvre delen av bekken (Figur 11, Sandaas & Enerud 2013a). Nye undersøkelser ble gjennomført i 2016 og 2017, og det ble funnet en musling til i 2017 (Sandaas & Enerud 2017, Kjell Sandaas, pers. med.). Muslingene som ble funnet i 2013 og 2017 ble tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet, i håp om å bevare bestanden og produsere juvenile muslinger for gjenutsetting i bekken (Jakobsen mfl. 2015, 2017, Sandaas & Enerud 2013a, 2017, Kjell Sandaas, pers. med.). Grunnet inntaket av muslinger i kultiveringsprogrammet var det viktig å evaluere hvilke deler av bekken som er best egnet for utsetting av juvenile muslinger og om andre tiltak er nødvendige.

6.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Sognsvannsbekken den 31.08.2017. Opprinnelig var det planlagt å bare undersøke tre stasjoner, men etter samtaler med Kjell Sandaas (pers. med.) ble det klart at det var nødvendig med flere stasjoner for å få en bedre oversikt over forholdene i vassdraget. Derfor ble det gjennomført målinger ved fem stasjoner mellom Sognsvann og Rikshospitalet (se Figur 11 og Foto 10). Stasjonene ble valgt ut basert på samtalene med Kjell Sandaas (pers. med.), og er representative for de delene av bekken som fremdeles har elvemusling og som ansees som mest egnet for utsetting av juvenile muslinger. Det ble tatt 15 målinger i substratet og fem målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på fem transekter per stasjon. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 9). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjon-



Figur 11. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Sognsvannsbekken. Strekingen der det er funnet elvemusling er markert med rødt og stjerner markerer ytterpunktene i utbredelsesområdet. Noter at alle elvemuslingene som ble funnet ble tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling. Kartet dekker elvestrekingen fra Sognsvann til Rikshospitalet. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2017).



Foto 10. Redoksmålingsstasjoner i Sognsvannsbekken. Stasjon 1-5. Foto: Jon H. Magerøy.

er, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

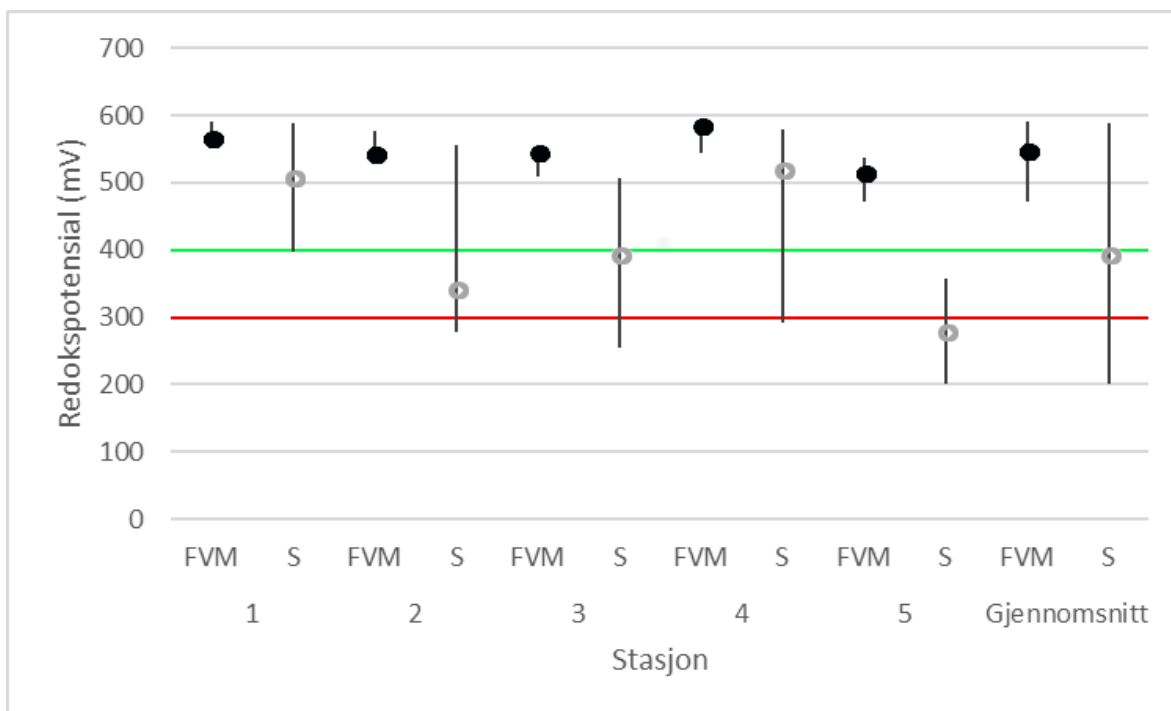
6.4 Resultater

Temperaturen i Sognsvannsbekken varierte mellom 13,2 og 15,4 °C. Vannføringen var middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Sognsvannsbekken er beskrevet i detalj i Figur 12 og Tabell 4.

6.5 Diskusjon

I Sognsvannsbekken var temperaturen en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i bekken (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen noe høyere enn den antatte minimumsvannføringen i bekken. Dermed må man anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i bekken.

Medianverdien for reduksjonspotensialet i substratet i Sognsvannsbekken var 391 mV. Dette ligger i grenseland for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007), og ligger noe nedenfor grensen mellom moderat og



Figur 12. Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er generert i Microsoft Excel 2016.

god habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var 28,3 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). Allikevel var det noe av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling (41,3 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Selv om redokspotensialet i substratet tilsier moderat habitatkvalitet og det var noe egnet substrat, tilsier reduksjonen i redokspotensial at habitatkvaliteten generelt sett er relativt dårlig. Dette er kanskje ikke så overraskende siden det bare har blitt funnet fire eldre muslinger i bekken i senere tid (Sandaas & Enerud 2013a, 2017, Kjell Sandaas, pers. med.).

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken, så er bildet mye mer nyansert. Stasjon 5 hadde svært lavt median redokspotensial i substratet (276 mV), en svært stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (46,0 %), og ikke noe substrat som var av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling (0,0 %). Tilstanden ved stasjon 2 var også dårlig, med lavt redokspotensial i substratet (339 mV), stor reduksjonen i redokspotensial (37,1 %) og en svært lav andel substrat med god habitatkvalitet (13,3 %). Tilstanden ved stasjon 3 var noe bedre med høyere redokspotensial i substratet (391 mV), noe lavere reduksjon i redokspotensialet (27,9 %) og noe av substratet var av god habitatkvalitet for juvenile muslinger (46,7 %). Stasjon 1 og 4 utpekte seg ved at de hadde høye verdier for alle parameterne. Redokspotensialet i substratet tilsa god tilstand (henholdsvis 505 og 517 mV), det samme gjorde reduksjonen i redokspotensial (henholdsvis 10,1 og 11,2 %) og en høy andel av substratet var av god habitatkvalitet (henholdsvis 93,3 og 53,3 %), spesielt på stasjon 1. Den store forskjellen mellom stasjonene var i noen tilfeller lett å forklare. Stasjon 5 (Foto 10) bestod av mye finsedimenter (Foto 11), noe som kan forklares med at den lå i et stilleflytende parti (pers. obs.) og at det sannsynligvis ble tilført sedimenter til denne delen av bekken da demningen nedenfor Sognsvann ble fornyet for et par år siden (Erik Framstad og Kjell Sandaas, pers. med.). De gode forholdene ved stasjon 4 (Foto 10) kan forklares med at stasjonen bestod av mye løs grus. Stasjon 2 og 3 (Foto 10) blir nok påvirket av jordbruksaktiviteten i området (pers. obs.) og

har sannsynligvis blitt tilført sedimenter i forbindelse med utbyggingen av nytt vannmagasin i Vettakollåsen (Erik Framstad, pers. med.), men det er ingen åpenbare grunner til forskjellen mellom disse to stasjonene (pers. obs.). Det var kanskje noe overraskende at den nederste stasjonen i bekken (stasjon 1, Foto 10), som kunne forventes å utsettes for mest menneskelig påvirkning, hadde de beste forholdene. Dette kan kanskje forklares ved at stasjonen lå nedenfor et lengre strykparti, som i større grad kan presse oksygenrikt vann gjennom substratet og hindre akkumuleringen av finpartikulært materiale.

Basert på disse funnene kunne man anta at stasjon 1 og 4 er de best egnede lokalitetene for elvemusling i Sognsvannsbekken, men substratet er nok for ustabilt på stasjon 4. På stasjon 1 ble det også observert mye vertsfisk (ørret) og habitatet virket stabilt (pers. obs.), noe som gjør stasjonen enda bedre egnet for muslinger. I tillegg peker også stasjon 3 seg ut som en stasjon som kan være en egnet lokalitet for elvemusling. Dermed er stasjon 1 og 3 mest aktuelle for utsetting av juvenil elvemusling fra kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014).

Tabell 4. Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De øvre radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.

Parameter	Medium	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	562	539	542	582	511	545
	Substrat	505	339	391	517	276	391
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	590	576	547	589	536	590
	Substrat	589	555	507	580	357	589
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	557	531	508	543	472	472
	Substrat	389	279	255	292	201	201
% reduksjon	NA	10,1	37,1	27,9	11,2	46,0	28,3
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	93,3	13,3	46,7	53,3	0	41,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	6,7	80,0	40,0	33,3	46,7	41,3
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	6,7	13,3	13,3	53,3	17,3



Foto 11. Finsedimenter på stasjon 5. Foto: Jon H. Magerøy.

Den generelt relativt dårlige tilstanden i Sognsvannsbekken er ikke overraskende. I tillegg til at en større del av bekkens nedbørsfelt består av bebyggelse (NEVINA 2017), så finnes det noe jordbruksaktivitet (pers. obs.) og det har vært en del anleggsaktivitet (Erik Framstad og Kjell Sandaas, pers. med.) langs øvre deler av vassdraget. Det blir også tatt ut vann til snøproduksjon i bekken (Terje Wivestad, pers. med.) og lavere vannføring kan redusere utvaskingen av finsedimenter fra substratet, men påvirkningen fra dette uttaket er nok ikke så viktig siden det skjer om vinteren og sannsynligvis har liten påvirkning på utvasking av substratet under vårfloppen. Tidligere undersøkelser har vist at bekken er påvirket av tilførsel av organisk materiale og annen antropogen forurensning mens den økologiske tilstanden varierte fra «god» til «svært dårlig», med bedre tilstand i øvre deler av bekken (Bremnes mfl. 2014). Alle redoksstasjonene ligger i det som regnes som øvre deler av bekken. Det kan kanskje forklare hvorfor et par av stasjonene hadde god tilstand, basert på redokspotensialet. Det er allikevel noe overraskende at den mest egnede av stasjonene var den nederste. Man skulle forvente at den ville være mest påvirket av menneskelig aktivitet, men, som diskutert, så fører nok strykpartiene ovenfor stasjonen til god oksygenering av substratet. For å bedre forholdene for elvemusling i bekken er det ønskelig å redusere næringstilførselen til bekken. Dette kan først og fremst gjøres ved å identifisere og utbedre punktutslipp i nedbørsfeltet. Det kan også være ønskelig å øke vegetasjonssonene langs bekken, både i jordbruksområdene nedenfor Sognsvann og i bebyggelsen lenger ned langs bekken. I tillegg består substratet i øvre del av bekken (i områdene rundt stasjon 4 og 5) av relativt ustabile finmasser (pers. obs.). Dermed kan det være ønskelig å tilføre større steiner eller liknende til elvebunnen i disse områdene. Dette vil kunne stabilisere deler av substratet, og øke habitattilgjengeligheten for elvemusling og vertsfisk (ørret) i bekken (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015, Quinlan mfl. 2015).

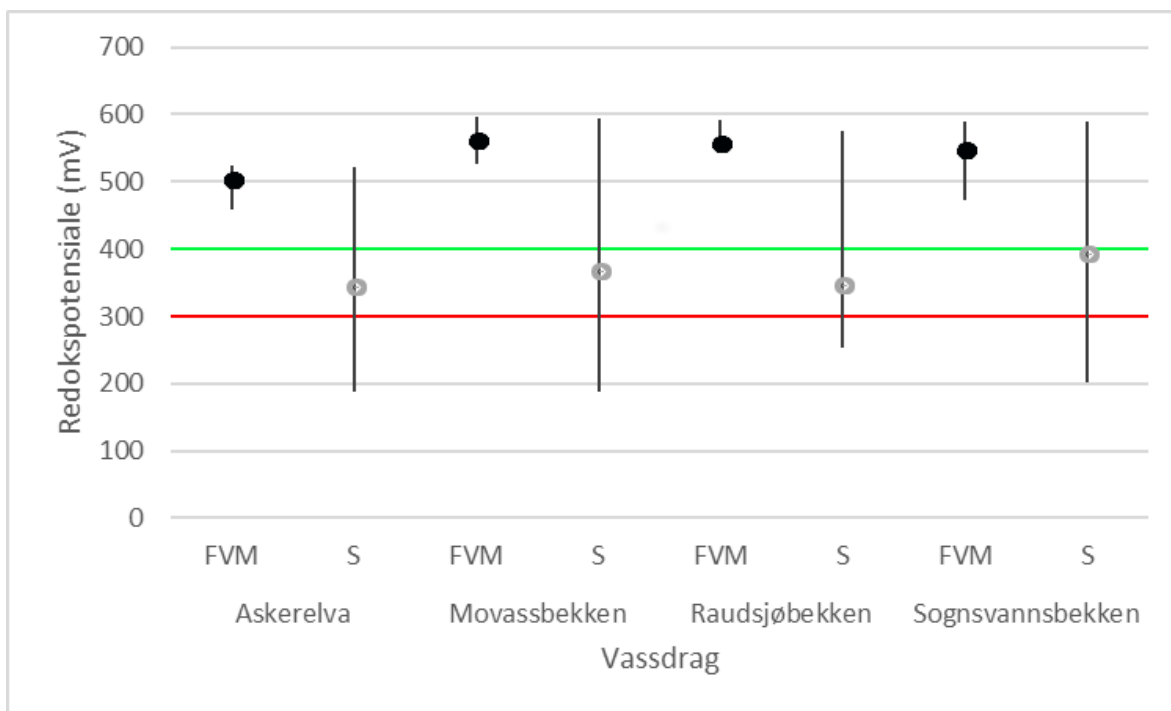
7 Oppsummering

Alle de undersøkte vassdragene viste seg å ha problemer med tilgjengelig oksygen i substratet, basert på redoksmålingene. Dette viste seg å være tilfellet selv om målingene ble gjennomført ved vanntemperaturer og vannføring som ikke er representativt for de verste forholdene man kan forvente å finne i disse vassdragene. Dermed kan man forvente at redokspotensialet er enda lavere i disse vassdragene i løpet av en normal sommer.

Askerelva var det vassdraget som hadde nest dårligst habitatkvalitet for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (Figur 13 og Tabell 5). Dessverre viser funnene at ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenil musling og kanskje heller ikke for utsetting av muslinger fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014), selv om tilstanden varierte en del mellom stasjonene. Den dårlige tilstanden kan mest sannsynlig forklares med høy nærings- og partikkeltilførsel til elven fra jordbruksaktivitet og punktkilder i den omliggende bebyggelsen. Noe lavere redokspotensiale i de frie vannmassene enn i de andre vassdragene tyder på dette. For at elven skal bli egnet for juvenil elvemusling igjen må denne tilførselen reduseres. I tillegg kan det være aktuelt å tilføre større steiner til elven for å øke habitatstrukturen og tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og vertsfisk.

Movassbekken hadde noe bedre habitatkvalitet for juvenil elvemusling enn Askerelva basert på redokspotensialet (Figur 13 og Tabell 5). Selv om den generelle tilstanden i bekken var dårlig, så var det enkelte av stasjonene som lå i grenseland mellom moderat og god tilstand. Det kan forklare hvorfor det er observert noe rekruttering i bekken i de senere år (Kjell Sandaas, pers. med.). Disse lokalitetene er sannsynligvis egnet for utsetting av elvemusling fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014), da disse muslingene sannsynligvis vil tolerere dårligere forhold enn naturlig produserte småmuslinger pga. sin større størrelse. Det finnes ingen åpenbare årsaker til den dårlige tilstanden i bekken, men det er mulig at den er naturlig siden bekken renner gjennom naturlige avsetninger av løsmasser. I tillegg kan kanalisering og steinsetting av nedre deler av bekken, i forbindelse med tømmerfløting (Kjell Sandaas og Terje Wivestad, pers. med.), ha bidratt til at siltingen har økt i bekken. Siden substratet preges av å være ustabilt, kan det være aktuelt å tilføre større steiner til bekken for å stabilisere substratet og øke tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og vertsfisk. Dette kan gjøres gjennom å tilbakeføre en del av steinene som ble fjernet i forbindelse med kanaliseringen (Terje Wivestad, pers. med.).

Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, var det vassdraget som hadde den dårligste habitatkvaliteten for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (Figur 13 og Tabell 5). Dessverre viser funnene at ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenil musling og kanskje heller ikke for utsetting av muslinger fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014), kanskje med unntak av nedre del av den nederste stasjonen i Raudsjøbekken. Disse funnene var noe overraskende siden det nylig har vært relativt god rekruttering i bekken (Kjell Sandaas, pers. med.). Dette tyder på at forholdene i bekken har forverret seg i senere tid. Den sannsynlige årsaken til dette er økt beverpåvirkning (Rune Askvik og Kjell Sandaas, pers. med.). På undersøkelsestidspunktet var det aller meste av bekken påvirket av bever, inkludert alle redoksmålingsstasjonene og –områdene. Hvis man ønsker å bevare bestanden, er det nødvendig å redusere beverpåvirkningen gjennom at demningene fjernes. Man bør også vurdere uttak av beverne. Under rivning av beverdemningene bør elvemuslingene i bekken mellomlagres ovenfor det påvirkede området, for å forhindre at de blir begravd av løsmasser fra demningene. Mosjøbekken hadde enda lavere redokspotensial enn Raudsjøbekken. En sannsynlig forklaring er at demningen ved utløpet av Mosjø påvirker vannføringsdynamikken på en slik måte at det fører til økt silting av substratet. I tillegg kan arbeid med fornying av damkronene for ca. fem år siden (Terje Wivestad, pers. med.) ha økt tilførselen av silt til bekken under anleggsperioden og det er mulig at dette fremdeles påvirker bekken. For å forbedre forholdene i Mosjøbekken vil det være nødvendig å fjerne demningen eller gjennomføre endringer på den for å få til en mer normal vannførings-



Figur 13. Resultater av redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for de fire vassdragene. Målingene fra Mosjøbekken er ikke inkludert. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er generert i Microsoft Excel 2016.

dynamikk. Hvis dette skal gjennomføres, bør muslingene i bekken midlertidig deponeres på et annet sted for å hindre at de blir begravd av løsmasser som blir frigjort under arbeidet.

Sognsvannsbekken var det vassdraget som hadde den beste habitatkvaliteten for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (Figur 13 og Tabell 5). Allikevel må den generelle tilstanden i bekken karakteriseres som relativt dårlig. Det var stor variasjon innad i bekken og for et par av stasjonene tilsa redokspotensialet at habitatkvaliteten for juvenil musling var god. Dermed kan et par av stasjonene egne seg for utsetting av musling fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2013, 2015, 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014, Sandaas 2014). Overraskende nok var det den nederste stasjonen som virket mest egnet for juvenil musling, med høye redoksverdier, egnet substrat og store mengder vertsfisk (pers. obs.). Menneskelig påvirkning, inkludert næringstilførsel fra omliggende bebyggelse og jordbruksarealer og anleggsarbeid i forbindelse med diverse aktivitet i området, er en åpenbar grunn til den generelt relativt dårlige tilstanden i bekken. For å forbedre tilstanden i bekken bør man identifisere og utbedre punktutslipp i nedbørsfeltet. I tillegg kan det være ønskelig å øke vegetasjonssonene langs bekken, både i jordbruksområdene nedenfor Sognsvann og i bebyggelsen lenger ned langs bekken. Det kan også være aktuelt å tilføre større steiner til øvre deler av bekken, for å stabilisere det ustabile substratet i denne delen av bekken og øke tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og verstoffisk.

En av hovedårsakene til manglende rekruttering i elvemuslingbestander er redusert oksygentilgang i substratet pga. økt næringstilførsel og siltering (Larsen 1997, 2005). Siden alle de undersøkte vassdragene, med unntak av Raudsjøbekken, har hatt liten eller ingen rekruttering i senere tid (Sandaas & Enerud 2013a, 2013b, Kjell Sandaas, pers. med.), er det ikke overraskende at målingene viser at redokspotensialet er problematisk lavt i alle disse vassdragene. Hovedårsaken til lavt redokspotensial er som regel økt næringstilførsel som fører til økt

silting i vassdragene. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til den dårlige tilstanden i både Askerelva og Sognsvannsbekken, og en medvirkende årsak til tilstanden i Raudsjøbekken. I Raudsjøbekken er nok allikevel beveren hovedårsaken til økt silting og at forholdene sannsynligvis har blitt betraktelig dårligere i løpet av de siste årene. I Movassbekken er nok den relativt høye siltingen hovedsakelig naturlig, men tidligere kanalisering og steinsetting kan ha bidratt til å øke siltingen. Uansett bør tiltak gjennomføres for å redusere siltingen i alle vassdragene, og det kan være ønskelig å tilføre større steiner til de fleste av vassdragene for å endre siltingsdynamikken og øke habitatkvaliteten for muslinger og vertsfisk.

Tabell 5. Gjennomsnittresultater av redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. Tabellen viser gjennomsnittet av målingene for de fire vassdragene. Målingene fra Mosjøbekken er ikke inkludert. De øvre radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial i de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.

Parameter	Medium	Askerelva	Movassbekken	Raudsjøbekken	Sognsvannsbekken
Median redokspotensial (mV)	FVM	501	558	554	545
	Substrat	343	363	345	391
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	524	597	591	590
	Substrat	522	593	576	589
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	458	527	548	472
	Substrat	189	189	253	201
% reduksjon	NA	31,5	34,4	37,7	28,3
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100
	Substrat	25,3	33,3	23,1	41,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0
	Substrat	37,3	56,0	70,8	41,3
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0
	Substrat	37,3	10,7	6,2	17,3

8 Referanser

- BERGGRUNN. 2017. Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge. <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>
- Bremnes, T., Braband, Å., Pavels, H. & Saltveit, S.J. 2014. Tilstand for bunndyr og fisk i Alna og Sognsvannsbekken-Frognerelva i 2013. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 33. 45 s.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. WWF Sverige, Solna, Sverige. 64 s.
- Direktoratsgruppen. 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Norsk Klassifiseringssystem for Vann i Henhold til Vannforskriften Veileder 02:2013 - revidert 2015. 117 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 1997-2. 33 s.
- Enerud, J. 2002. Fiskeribiologiske undersøkelser i Askerelva. Fisk- og miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.
- Geist, J. 2007. Untersuchungen zur Substratqualität in der Our (Luxemburg). EUProjekt LIFE05-Nat/L/000116 "Restauration des populations des moules perlières en Ardennes". Upublisert Rapport. 38 s.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physiochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* 52: 2299-2316.
- GeoNorge. 2017. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene. <https://www.geonorge.no>
- Husebø, M. & Husby, I. 2017. Drikkevannskvalitet i Oslo i 2016. Vann- og avløpsetaten, Oslo kommune, Datarapport. 93 s.
- Høyer, C.A. 1885. Belegg ved Zoologisk museum i Oslo.
- Jakobsen, P., Bjånesøy, T. & Marwaha, J. 2013. Storskala produksjon av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for utsetting. 2012. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 17 s.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R.A. 2014. Rapport 2013 for prosjektet. Storskala kultivering av elvemusling som bevaringstiltak. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 32 s.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014. Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 40 s.
- Jakobsen, P., Wathne, I. & Jakobsen, R. 2017. Storskala produksjon av elvemusling som bevaringstiltak 2016. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland. 23 s.
- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria. Report on the 2006 survey. Unpublished report to the Environment Agency, Penrith.
- Killeen, I.J. 2011. Monitoring substrate and interstitial quality of the River Our, Luxembourg. EU-Project LIFE05Nat/L/000116 "Restauration des populations des moules perlières en Ardennes". Upublisert Rapport. 59 s.
- Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA Fagrapport 28. 51 s.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. 38 s.

- Larsen, B.M. 2012. Redokspotensial som metode for å kartlegge substratkvalitet for elvemusling. – S. 46-65 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012. 172 s.
- Larsen, B.M. 2015. En oppsummering av tiltak for elvemusling i Norge iverksatt gjennom handlingsplanen eller tilskuddsordningen for prioriterte arter. NINA Rapport 1208. 64 s.
- Larsen, B.M., Sandaas, K., Enerud, J. & Magerøy, J. 2008. Sørkedalselva, Oslo/Akershus (vassdragsnr. 007.Z). – S. 23-40 i: Larsen, B.M. (red.) 2008. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2006 og 2007. NINA Rapport 417. 56 s.
- NEVINA. 2017. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge. <http://nevina.nve.no>
- QGIS Developmental Team. 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.osegeo.org>
- Quinlan, E., Gibbins, C., Malcolm, I., Batalla, R., Vericat, D. & Hastie, L. 2015. A review of the physical habitat requirements and research priorities needed to underpin conservation of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 25: 107-124.
- Roni, P., Beechie, T.J., Bilby, R.E., Leonetti, F.E., Pollock, M.M. & Pess, G.R. 2002. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwestern watersheds. North American Journal of Fisheries Management 22: 1-20.
- Saltveit, S.J., Braband, Å. Bremnes, T. & Pavels, H. 2012. Tilstand for bunndyr, fisk, edelkreps og elvemusling i Akerselva etter utslipp av hypokloritt. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 22. 49 s.
- Sandaas, K. 1994. Forekomst av elveperlemusling i Movannsbekken i Maridalen, Oslo kommune. Miljøetaten i Oslo kommune, Notat. 1 s.
- Sandaas, K. 2010. Elvemusling i Rausjøbekken, Børtervassdraget, Enenbakk kommune, Akershus fylke. Tiltak 2010-2011. Naturfaglige Konsulent tjenester, Notat. 5 s.
- Sandaas, K. 2014. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Oslo og Akershus 2014. Naturfaglige Konsulent tjenester, Rapport. 22 s.
- Sandaas, K. 2015. Rapportering tiltaksmidler truede arter 2015. Elvemusling. Infisering i kar og gjenfangst. Naturfaglige Konsulent tjenester, Notat. 2 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1998a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Dausjøelva, Oslo kommune 1996 og 1997. Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 9/98. 16 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1998b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Skarselva, Oslo kommune. 1994-1997. Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 10/98. 23 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1998c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Gørjabekken, Oslo kommune 1997. Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 29/98. 12 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 1998d. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Movannsbekken, Oslo kommune 1995-1997. Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 8/98. 22 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Elvemusling i Leira 1998-2009, Nannestad kommune i Akershus og Lunner kommune i Oppland. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvern avdelingen, Rapport 3/2010. 42 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2012. Tiltak for å styrke elvemusling i Movannsbekken og Skarselva i Oslo kommune, 2000-2012. Naturfaglige Konsulent tjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Notat. 6 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2013a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sognsvannsbekken, Oslo Kommune, 2013. Naturfaglige Konsulent tjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.

- Sandaas, K. & Enerud, J. 2013b. Elvemusling i Askerelva 2013. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Verkenselva, Asker kommune, Oslo og Akershus, 2014. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 12 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014b. Elvemusling i Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus, 2014. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 16 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Hoffselva, Oslo kommune, 2014. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014d. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i øvre del av Alna og Breisjøbekken, Oslo kommune, 2014. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2015a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera*. Flytting til sidebekker i Nitelva, Nittedal kommune, Akershus, 2015. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2015b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kampåa nedre del, Nes kommune, Akershus fylke, 2015. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2015c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera*. Askerelva anadrom del 2015. Asker kommune, Akershus. Naturfaglige Konsulenttenester og Fisk & Miljøundersøkelser Rapport. 12 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016a. Elvemusling i Sandvikselva og Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus, 2015. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Brekkedammen i Akerselva. Oslo kommune, Oslo og Akershus fylker 2016. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 19 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2017. Status for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sognsvannsbekken. Oslo kommune 2016. Naturfaglige Konsulenttenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.
- Sandaas, K., Enerud, J. & Wivestad, T. 2009. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Børtervassdraget, Enebakk kommune, Akershus fylke. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvern-avdelingen, Rapport x/2009. 12 s.
- Sandaas, K., Enerud, J. & Wivestad, T. 2011a. Elvemusling i Kampåa, Nes kommune i Akershus, 2008-2010. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvern-avdelingen, Rapport x/2011. 48 s.
- Sandaas, K., Enerud, J., Bækken, T. & Rustadbakken, A. 2011b. 5. Elvemusling. – S 29-35 i: Bækken, T., Rustadbakken, A., Schneider, S., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Sandaas, K. & Billing, H. Virkinger av utslippet av natriumhypokloritt på økosystemet i Akerselva. NIVA Rapport L.NR. 6240-2011. 69 s.
- Smokorowski, K.E. & Pratt, T.C. 2007. Effects of a change in physical structure and cover on fish habitat in freshwater ecosystems. A review and meta-analysis. Environmental Reviews 15: 15-41.
- Taranger, A. 1890. De norske perlefiskerier i ældre tid. Historisk Tidskrift. Tredie række 1:186-237.
- Vannområde Øyeren. 2015. Faktaark Børtervassdraget. 2 s.
- Vannote, R.L. & Minshall, G.W. 1982. Fluvial processes and local lithology controlling abundance, structure, and composition of mussel beds. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 79: 4103-4107.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Samling/kartotek over opplysninger om elvemusling samlet av J. Økland og K. A. Økland. Universitetet i Oslo. Arkivert hos Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forsking og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

1418b

NINA Rapport

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3170-1

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger