

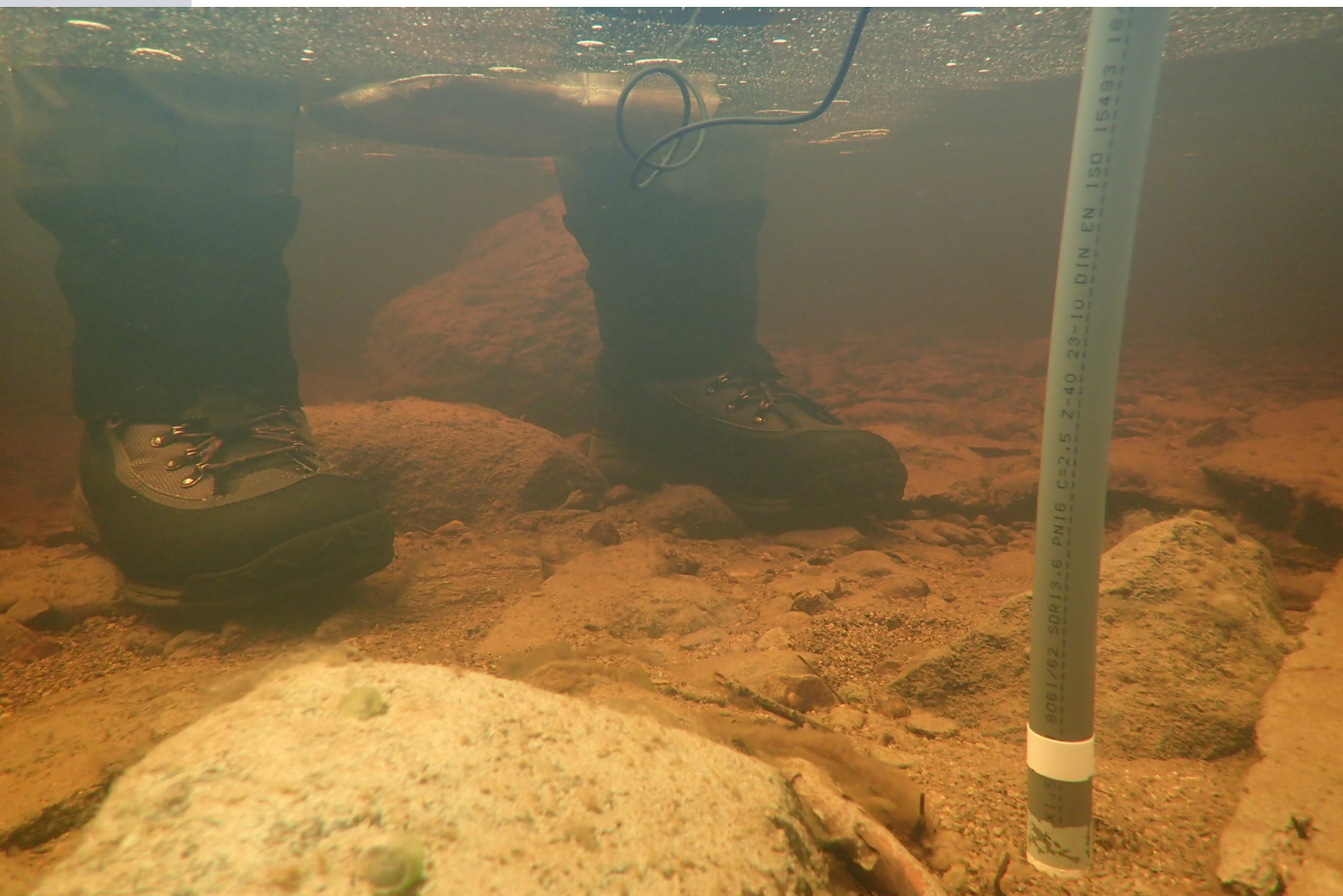
1540

NINA Rapport

Evaluerings av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus i 2017 og 2018

Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken

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 i 2017 og 2018

Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva,
Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken

Jon H. Magerøy

Magerøy, J.H. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus i 2017 og 2018. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. NINA Rapport 1540. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, januar 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3278-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Oslo & Akershus

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Terje M. Wivestad

FORSIDEBILDE

Redoksmåleprobe. © Bjørn Mejdell Larsen

NØKKELOORD

Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*), juvenile muslinger, habitatkvalitet, redokspotensial, bevaringstiltak, Movassbekken og Sognsvannsbekken i Oslo kommune i Oslo, og Askerelva i Asker kommune, Nitelva i Nittedal 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, Nitelva River in Nittedal Municipality and Raudsjøbekken Stream in Enebakk Municipality in Akershus County, Norway.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Magerøy, J.H. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus i 2017 og 2018. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. NINA Rapport 1540. Norsk institutt for naturforskning.

De største truslene mot elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) er endringer i miljøet som resulterer i reduksjon/tap av juvenile muslinger. En av hovedgrunnene til manglende rekruttering er økt eutrofiering og tilslamming av substratet, med påfølgende reduksjon i oksygenivået. Siden juvenile muslinger lever nedgravd i substratet, fører dette til økt eller total dødelighet i muslingenes første leveår. I Oslo og Akershus sliter mange av bestandene med lav eller ingen rekruttering. Derfor er det gjennomført flere tiltak for å forbedre statusen til disse bestandene, inkludert produksjon av småmuslinger for utsetting (kultiveringsprogrammet).

På tross av den dårlige tilstanden til mange av bestandene, vet man relativt lite om årsakene til den reduserte overlevelsen av juvenile muslinger. For å forstå hvorfor rekrutteringen svikter og hvilke tiltak som er nødvendige for å øke denne, ble det gjennomført målinger av redokspotensial i tre vassdrag i både 2017 og 2018 (Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken). I tillegg ble Raudsjøbekken undersøkt i 2017 og Nitelva i 2018. Disse målingene gir et bilde på oksygenivået i substratet og habitatkvaliteten for juvenile muslinger i disse vassdragene.

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

I Movassbekken var den generelle tilstanden moderat til dårlig, men funnene viser at tilstanden ved enkelte lokaliteter var moderat til god eller god. Dermed kan disse lokalitetene være egnet både for juvenil elvemusling og for utsetting av musling fra kultiveringsprogrammet. Det finnes ingen åpenbare årsaker til den dårlige tilstanden i bekken, men naturlige løsmasser og kanalisering kan bidra til at substratet er ustabilt. Dermed kan tilførsel av større steiner stabilisere substratet, og øke tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og verstfisk.

I Nitelva var den generelle tilstanden moderat, men funnene viser at tilstanden ved flere av lokalitetene var moderat til god eller god. Dermed kan disse lokalitetene være egnet både for juvenil elvemusling og for utsetting av musling fra kultiveringsprogrammet. Hovedårsaken til den moderate tilstanden i vassdraget er sannsynligvis nærings- og partikkeltilførsel til elven fra jordbruksaktivitet, som må reduseres for å bedre forholdene for juvenil musling.

I Raudsjøbekken var tilstanden svært dårlig. Funnene viser at ingen av lokalitetene er egnet for juvenil elvemusling. Siden det har vært rekruttering i bekken 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.

I Sognsvannsbekken var den generelle tilstanden dårlig til svært dårlig, men funnene tyder på at enkelte lokaliteter kan være egnet for utsetting av elvemusling fra kultiveringsprogrammet. Hovedårsaken til den dårlige tilstanden i bekken er sannsynligvis næringstilførsel fra bebyggelsen i nedbørsfeltet, som må reduseres for at bekken skal bli egnet for juvenil musling.

I tre av vassdragene ble to stasjoner undersøkt både i 2017 og 2018. Funnene viser at tilstanden var dårligere i 2018 enn i 2017 i alle vassdragene. Årsaken til dette er at sommeren 2017 var betraktelig våtere enn sommeren 2018, som var en av de tørreste somrene noen sinne.

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

Abstract

Magerøy, J.H. 2019. Evaluation of habitat quality for juvenile freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Oslo and Akershus Counties in 2017 and 2018. Redox measurements in Askerelva River, Movassbekken Stream, Nitelva River, Raudsjøbekken Stream and Sognsvannsbekken Stream. NINA Report 1540. Norwegian Institute for Nature Research.

The greatest threats against the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) are environmental changes resulting in the reduction/loss of juvenile mussel recruitment. One main reason for reduced recruitment is increased eutrophication and siltation, resulting in reduced oxygen levels in the substrate. Since juvenile mussels live buried in the substrate, this leads to increased or total mortality among the juveniles. In Oslo and Akershus, many of the populations have reduced or no recruitment. Thus, measures have been taken to improve the status of these populations, including the inclusion of populations in the cultivation program for the mussel.

Despite the poor state of the populations, relatively little is known about the causes of the reduced recruitment of juvenile mussels. To understand why recruitment fails and the measures necessary to increase recruitment, redox potential was measured in three watercourses both in 2017 and 2018 (Askerelva, Movassbekken and Sognsvannsbekken). In addition, Raudsjøbekken was examined in 2017 and Nitelva was examined in 2018. These measurements give an understanding of oxygen availability in the substrate and habitat quality for juvenile mussels.

In Askerelva the conditions were poor to very poor. The findings suggest that none of the sites are suitable for juvenile mussels and may not be suitable for the release of cultivated mussels. The poor state is most likely due to high levels of nutrient and particle input to the river, from farming and 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 moderate to poor, but the conditions at a few sites were moderate to good or good. Thus, these sites may be suitable for juvenile mussels and release of cultivated mussels. There are no obvious causes of the poor conditions, but natural fine deposits and channalization may contribute to unstable substrate. Thus, one could consider introducing boulders to the stream to stabilize the substrate, and increase habitat availability for mussels and host fish.

In Nitelva the overall conditions were moderate, but conditions at several sites were moderate to good or good. Thus, these sites may be suitable for juvenile mussels and release of cultivated mussels. The main cause of the moderate conditions is likely nutrient and particle input from farming. To improve the suitability of the habitat for the mussel, this input has to be reduced.

In Raudsjøbekken the conditions were very poor and none of the sites are suitable for juvenile freshwater pearl mussels. Since there has been recent recruitment in the 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 maintain the mussel population in the stream, it will be necessary to reduce the impact of the beavers.

In Sognsvannsbekken the overall conditions were poor to very poor, but the findings suggest that some of the sites may be suitable for the release of juvenile mussels from the cultivation program. The main cause of the poor conditions is most likely nutrient input from the surrounding suburbs, which has to be reduced to improve the conditions for the mussel.

Comparisons of a few sites in three of the watercourses, that were examined both in 2017 and 2018, show that the conditions were worse in 2018 than in 2017. This difference resulted from a much wetter summer in 2017 than in 2018, which was one of the driest summers on record.

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

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	7
1 Innledning	8
2 Redoksmålinger: Generell metodebeskrivelse	10
3 Askerelva	12
3.1 Områdebeskrivelse	12
3.2 Elvemusling	15
3.3 Metodikk	15
3.4 Resultater	15
3.5 Diskusjon	15
3.5.1 Redoksmålinger i 2017	15
3.5.2 Redoksmålinger i 2018	16
3.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018	17
3.5.4 Oppsummering og tiltak	19
4 Movassbekken	20
4.1 Områdebeskrivelse	21
4.2 Elvemusling	21
4.3 Metodikk	24
4.4 Resultater	24
4.5 Diskusjon	24
4.5.1 Redoksmålinger i 2017	24
4.5.2 Redoksmålinger i 2018	25
4.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018	26
4.5.4 Oppsummering og tiltak	28
5 Nitelva	30
5.1 Områdebeskrivelse	31
5.2 Elvemusling	33
5.3 Metodikk	35
5.4 Resultater	35
5.5 Diskusjon	35
6 Raudsjøbekken	39
6.1 Områdebeskrivelse	40
6.2 Elvemusling	40
6.3 Metodikk	41
6.4 Resultater	43
6.5 Diskusjon	43
7 Sognsvannsbekken	48
7.1 Områdebeskrivelse	49
7.2 Elvemusling	49
7.3 Metodikk	51
7.4 Resultater	52
7.5 Diskusjon	52

7.5.1 Redoksmålinger i 2017	52
7.5.2 Redoksmålinger i 2018	53
7.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018	54
7.5.4 Oppsummering og tiltak	56
8 Oppsummering	57
9 Referanser	62
10 Vedlegg	68
10.1 Askerelva	68
10.2 Movassbekken	70
10.3 Nitelva	72
10.4 Raudsjøbekken	75
10.5 Sognsvannsbekken	76
10.6 Vassdragsoversikt	78

Forord

I Oslo og Akershus er det påvist manglende rekruttering av juvenile muslinger i mange av elvemuslingbestandene. Ved å måle redokspotensialet kan man vise om redusert oksygentilgang i substratet kan være årsaken til problemet eller hvorvidt andre faktorer er årsaken til den lave 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 søknader til Fylkesmannen i Oslo og Akershus om tiltaksmidler fra Miljødirektoratet for å gjennomføre redoksmålinger i flere av vassdragene i Oslo og Akershus både i 2017 og 2018. I 2017 ble det bevilget midler til redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. I 2018 ble det bevilget midler til ytterligere målinger i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. Det ble også bevilget midler til målinger i Nitelva. Jeg vil gjerne takke Terje Wivestad (Fylkesmannen i Oslo & Akershus) og Kjell Sandaas (Naturfaglige konsulenttjenester) for et godt samarbeid under planlegging og oppfølging av prosjektet. Lokaltetene som ble undersøkt ble valgt ut basert på tidligere rapporter fra vassdragene og samtaler med Kjell Sandaas.

30.01.2019, Jon H. Magerøy

1 Innledning

De største truslene 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 i muslingenes første leveår (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a).

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 ekspertvurderinger av miljøforholdene rundt og i vassdragene (f.eks. Sandaas & Enerud 2013a; 2014a; 2016a). I tillegg er vannprøver brukt for å øke forståelsen av nåværende status for elvemuslingen i noen av vassdragene (f.eks. 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; 2012a; 2015a; 2016b), kalking (Sandaas mfl. 2011a, Sandaas & Enerud 2017a; 2018a), 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, Sandaas & Enerud 2016c), fjerning av vandringshindre for fisk (Sandaas & Enerud 2014c) og reintroduksjon av muslinger i (deler av) vassdrag med utdødde bestander (Sandaas & Enerud 2014a; 2014d). I tillegg har muslinger fra Oslo og Akershus blitt tatt inn til oppformering i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling. Dette gjelder Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken (Jakobsen mfl. 2013; 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2014; 2016; 2018, Sandaas 2014).

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 (Larsen 2012; 2013; 2015a; 2015b; 2017a; 2017b, Magerøy 2017; 2018, Larsen & Magerøy 2018).

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, fysiske tiltak i og ved vassdragene, 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 disse faktorene 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. Så bør 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 i 2017, ble Askerelva (Asker, Akershus), Movassbekken (Oslo), Raudsjøbekken (Enebakk, Akershus) og Sognsvannsbekken (Oslo) valgt ut til undersøkelser. 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 & Jakobsen 2014; 2016; 2018, Sandaas 2014, Jakobsen mfl. 2015; 2017). Etter anbefaling fra Terje Wivestad (Fylkesmannen i Oslo & Akershus, pers. med.) ble det i 2018 gjennomført ytterligere målinger i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. I tillegg ble Nitelva, inkludert to sidebekker (Ela og Ørfiskebekken), også undersøkt pga. manglende rekruttering (Sandaas & Enerud 2012b), og stort potensial for negativ påvirkning fra menneskelig aktivitet og utbygging i nedbørsfeltet (Terje Wivestad, pers. med.). Resultatene fra undersøkelsene i 2017 har tidligere blitt rapportert i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I denne rapporten rapporteres både funnene fra 2017 og 2018, for lettere å kunne sammenligne funnene fra de vassdragene som ble undersøkt i begge årene.

Den oppmerksomme leser vil finne at tekstdeler og -avsnitt blir gjentatt under beskrivelsen av hvert enkelt vassdrag, bare med mindre endringer for å tilpasse teksten til det aktuelle vassdraget. Dette er bevisst gjort, slik at beskrivelsen av hvert enkelt vassdrag skal være en selvstendig enhet som gjør det mulig å finne all informasjon om det aktuelle vassdraget samlet på ett sted. Samtidig gjør lik struktur og tekst i beskrivelsene det lettere å sammenligne informasjon som omhandler det samme temaet mellom de forskjellige vassdragene.

2 Redoksmålinger: Generell metodebeskrivelse

Metodikken som er benyttet til redoksmålingene i Oslo og Akershus i 2017 og 2018 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 Norge (Larsen 2013; 2015a; 2015b; 2017a; 2017b, Magerøy 2017; 2018, Larsen & Magerøy 2018) og andre land i Europa (Killeen 2006; 2011, Geist 2007, Geist & Auerswald 2007, Denic & Geist 2015, Jürgen Geist, pers. med.) brukt til å videreutvikle metodikken.

I 2017 ble redoksmålinger 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 2018 ble redoksmålinger gjennomført i Askerelva, Movassbekken, Nitelva og Sognsvannsbekken. Målingene var planlagt gjennomført i slutten av juli og begynnelsen av august, av de samme grunnene som diskutert for 2017. Målingene ble gjennomført som planlagt. På grunn av den svært tørre sommeren i 2018 representerer derfor redoksmålingene det verste scenariet som man kan forvente å få i disse elvene. Sannsynligvis vil forholdene i et 'normalår' være betraktelig bedre. På grunn av global oppvarming er det allikevel sannsynlig at somre som den i 2018 vil bli vanligere framover, siden klimamodellene predikerer at klimatiske ekstrem-situasjoner vil bli vanligere i Norge i framtiden.

I Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken ble det gjennomført redoksmålinger ved fem stasjoner i hvert av vassdragene begge år. To av stasjonene som ble undersøkt i 2017, ble også undersøkt i 2018 for å kunne sammenligne forholdene mellom de to årene. Ved hver stasjon ble det målt redokspotensial ved 14-16 punkter i substratet og 4-5 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 4-5 transekter med 3-4 målinger i hvert transekt.

Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, ble undersøkt i 2017. I disse bekkene var det vanskelig å få til den samme gjennomføringen, som beskrevet over, pga. bekkenes utforming. I Raudsjøbekken ble tre stasjoner undersøkt, men med varierende antall transekter. I tillegg ble det også gjennomført stikkprøver på steder med mindre tilgjengelig areal. I Mosjøbekken ble det bare gjennomført stikkprøver.

Nitelva, inkludert to sidebekker (Ela og Ørfiskebekken), ble undersøkt i 2018. I dette vassdraget ble stort sett samme metodikk brukt som i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. 13 stasjoner ble undersøkt i selve Nitelva, mens det ble undersøkt en stasjon i Ela og en stasjon i Ørfiskebekken. Ved hver stasjon ble det målt redokspotensial ved 15-16 punkter i substratet og 4 målinger i de frie vannmassene, fordelt på flere transekter. Lokalitetene i Nitelva bestod av 4-5 transekter med 3-4 målinger i hvert transekt, mens i sidebekkene bestod lokalitetene av 8-10 transekter med 1-2 målinger i hvert transekt.

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 fem til åtte centimeter ned i substratet, som anbefalt av Larsen (2012). Det er viktig at måleverdien stabiliserer seg før avlesning og dette tar som regel en del tid. Ved tidligere undersøkelser har det blitt funnet at målingene normalt stabiliserer seg etter ca. tre minutter (Larsen 2012) 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 redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. Reduksjon på mindre enn 20, 20-30 og over 30 % tilsier henholdsvis god, moderat og dårlig habitatkvalitet for juvenile elvemuslinger (Killeen 2006, Geist & Auerswald 2007, Larsen 2012). Jürgen Geist (pers. med.) anbefaler å legge størst vekt på tilnærming 1, hvis de to tilnærmingerne gir motstridende resultater. Dette anbefaler han fordi store mengder biologisk nedbrytbart organisk materiale vil påvirke redokspotensialet i både de frie vannmassene og substratet negativt, selv om påvirkningen i vannmassene som regel er mindre enn i substratet (Geist & Auerswald 2007). For eksempel kan en stasjon ha verdier på henholdsvis 600 og 400 mV i de frie vannmassene og substratet, mens en annen stasjon kan ha verdier på henholdsvis 400 og 200 mV. Da blir den relative forskjellen mellom vannmassene og substratet den samme (200 mV), på tross av at forholdene er mye bedre ved den første stasjonen.

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 hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er det figur 1.

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 middelvannføringen 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 mellom Asker sentrum og Semsvannet, der det finnes elvemusling (Enerud 2002, Sandaas & Enerud 2013b; 2015c).



Figur 2. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Askerelva. Strekningen der det er funnet elvemusling er markert med rødt (fra stasjon 0A-3). Tallene 0A-5A indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 0a, 1, 3, 3a og 5a ble undersøkt i 2018. Legg merke til at stasjon 1 og 3 ble undersøkt begge år. Kartet dekker elvestrekningen fra Asker sentrum og nordover. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2018).



Foto 1. Redoksmålingsstasjoner i Askerelva. Stasjon 0a-5a. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 0a, 1, 3, 3a og 5a ble undersøkt i 2018. Legg merke til at stasjon 1 og 3 ble undersøkt begge år. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene for stasjonene som ble undersøkt i 2017 er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 1.

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). 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, Jakobsen & Jakobsen 2018). Grunnet inntaket av muslinger i kultiveringsprogrammet, 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

I Askerelva ble redoksmålinger gjennomført 30.08.2017 og 26.07.2018. Det ble gjennomført målinger ved fem stasjoner ovenfor og i Asker sentrum begge år (se **figur 2** og **foto 1**). Stasjonene ble valgt ut basert på samtaler med Kjell Sandaas, og er representative for de delene av elven som fremdeles har elvemusling og/eller ansees som mest egnet for utsetting av juvenile muslinger. To av stasjonene ble undersøkt begge år, for at det skulle være mulig å sammenligne funnene mellom årene. Det ble tatt 15 målinger i substratet og 4-5 målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på fem transekter per stasjon, med unntak av stasjon 5A der målingene fordelte seg på åtte transekter. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 10-11). 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

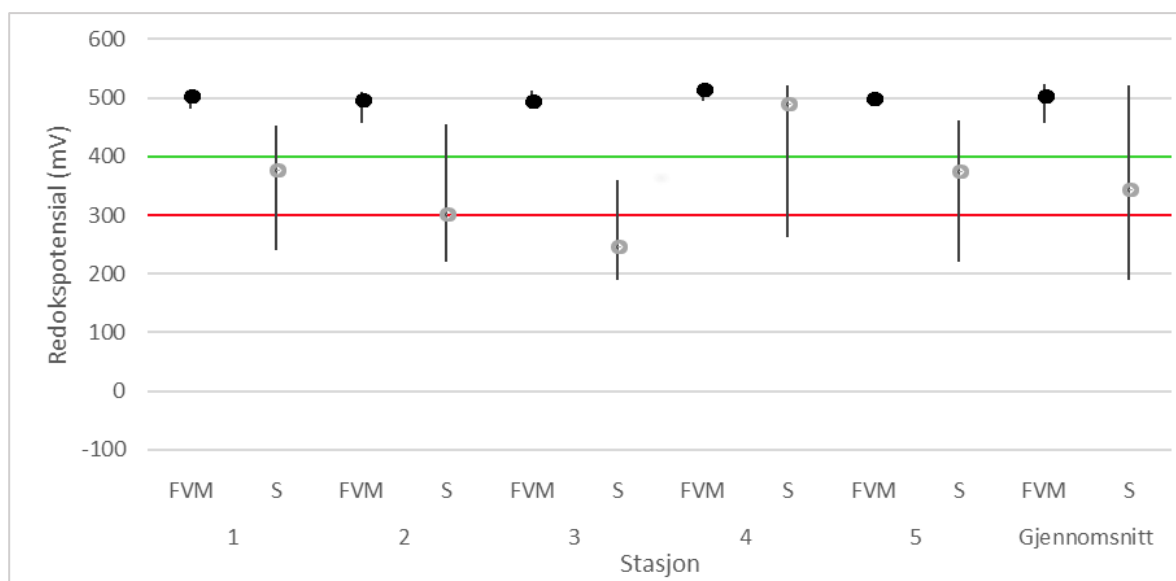
I 2017 varierte temperaturen i Askerelva mellom 13,4 og 14,5 °C, mens i 2018 varierte temperaturen mellom 18,6 og 22,1 °C. Begge årene var vannføringen middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Askerelva i 2017 er beskrevet i **figur 3** og **vedlegg 1 tabell 1**. Resultatene fra 2018 er beskrevet i **figur 4** og **vedlegg 1 tabell 2**. For stasjon 1 og 3 er det gjort en sammenlikning av resultatene mellom 2017 og 2018 i **figur 5**.

3.5 Diskusjon

3.5.1 Redoksmålinger i 2017

Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2017 var preget av høy nedbør og relativt lave temperaturer. Dermed var temperaturen en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i Askerelven (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 redokspotensialet i substratet i Askerelva i 2017 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 sub-



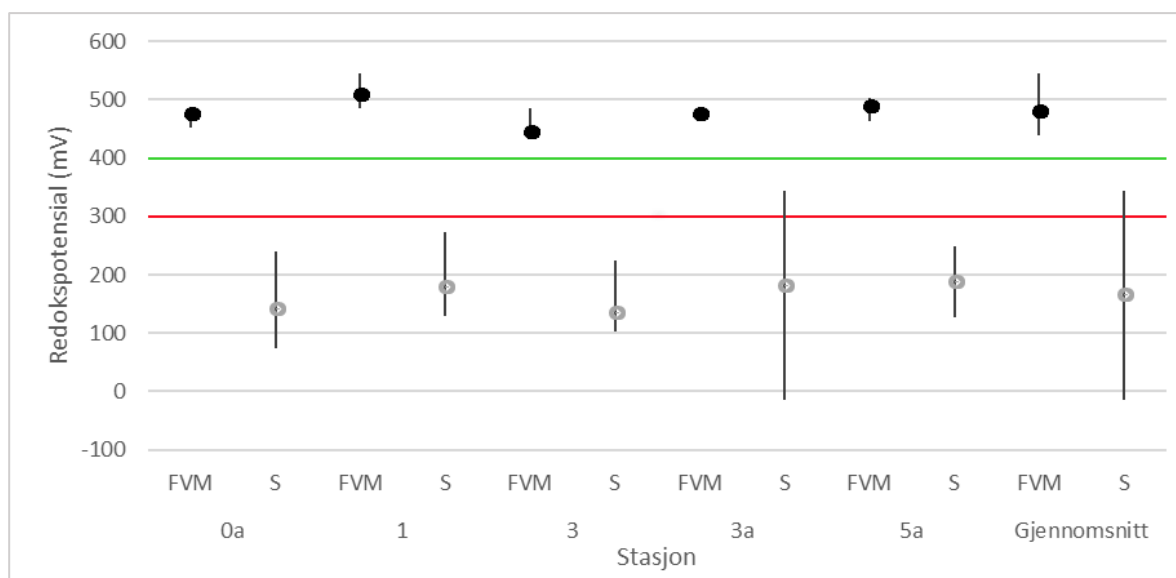
Figur 3. Resultater av redoksmålinger i Askerelva i 2017. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for elven. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er modifisert fra figur 3 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).

stratet 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 habitatkvaliteten for juvenile muslinger generelt sett var dårlig.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Askerelva i 2017, så er bildet noe mer nyansert. Stasjon 2 og 3 hadde 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), lavere reduksjon mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 25,3 og 24,9 %), 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 elven og at stasjon 4 (**foto 1**) for det meste bestod av løs grus.

3.5.2 Redoksmålinger i 2018

Sommeren 2018 var preget av ekstrem tørke på Østlandet og er regnet som en av de tørreste somrene i moderne tid. Dermed må man forvente at temperaturene (20,2 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdiene man kan forvente i Askerelva og at vannføringen var ned mot minstevannføringen i elven. Redoksmålingene representerer dermed sannsynligvis en dårlig situasjon i elven og i 'normalår' vil man kunne forvente høyere verdier. På grunn av global opp-



Figur 4. Resultater av redoksmålinger i Askerelva i 2018. 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.

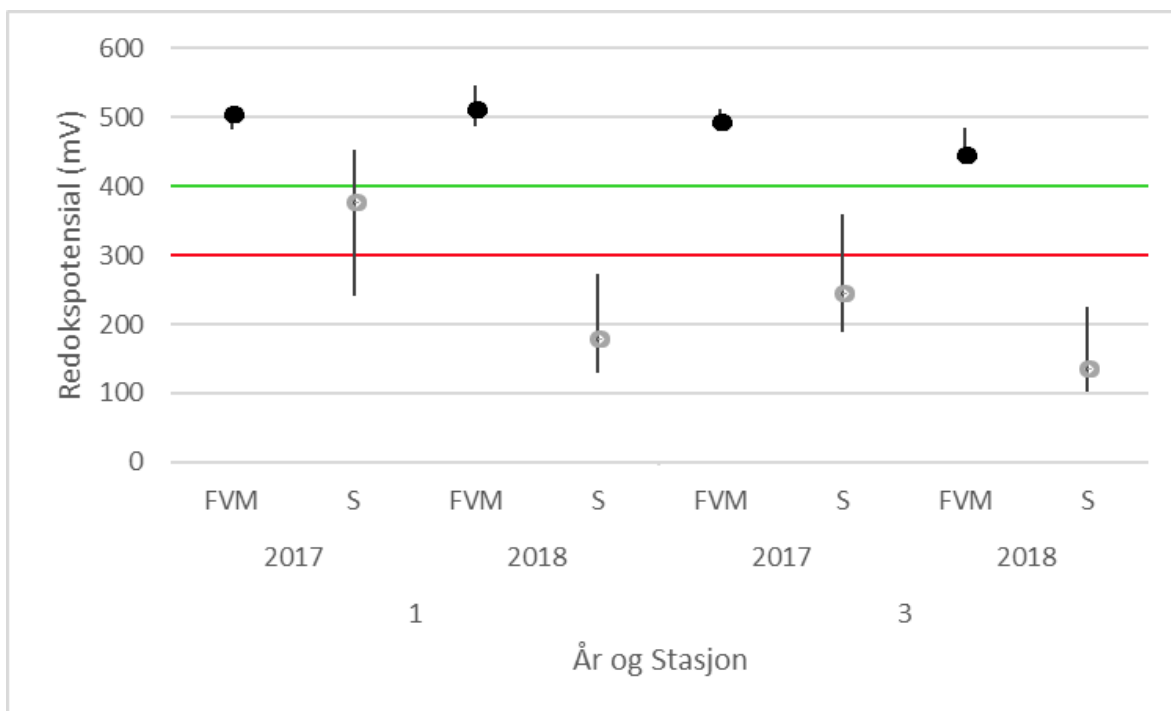
varming er det allikevel sannsynlig at somre som den i 2018 vil bli vanligere framover, siden klimamodellene predikerer at klimatiske ekstremsituasjoner vil bli vanligere i Norge i framtiden.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i 2018 var 168 mV. Dette ligger langt nedenfor minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 64,7 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). I tillegg fantes det ikke substrat med god habitatkvalitet for juvenil elvemusling i elven (0,0 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Alle målingene tilsier dermed svært dårlig habitatkvalitet for juvenile muslinger.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Askerelva i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Stasjon 1, 3a og 5a hadde noe høyere redokspotensial i substratet (henholdsvis 177, 180 og 186 mV) enn stasjon 0a og 3 (henholdsvis 141 og 134 mV). De førstnevnte stasjonene hadde også noe lavere reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 65,2, 62,1 og 61,9 %) enn de sistnevnte (henholdsvis 70,3 og 69,8 %). Når det gjaldt andelen av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling, så var denne 0 % for alle stasjonene, men stasjon 3a hadde noe substrat av moderat habitatkvalitet (13,3 %) i motsetning til de andre stasjonene. Noe bedre forhold ved enkelte av stasjonene kan kanskje forklares med at stasjon 3a (**foto 1**) bestod av noe løs grus, og 5a (**foto 1**) lå lenger oppe i vassdraget og er muligens utsatt for lavere tilførsel av næringsstoffer. De noe dårligere forholdene ved stasjon 0a (**foto 1**) kan kanskje forklares med at den bestod av mer siltholdig substrat enn de andre stasjonene. Det var ingen åpenbare grunner til at stasjon 1 og 3 (**foto 1**) skulle ha såpass forskjellige forhold som de hadde.

3.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018

Som tidligere diskutert, så var sannsynligvis forholdene i 2017 bedre og forholdene i 2018 dårligere enn det normale 'verste scenariet' man kan forvente å få i løpet av en sommer i Askerelva. Dermed er det vanskelig å gjøre en direkte sammenligning av alle stasjonene mellom årene. For å kunne få en bedre forståelse av forskjellene mellom de to årene, ble to stasjoner



Figur 5. Sammenligning av redoksmålinger mellom 2017 og 2018 på stasjon 1 og 3 i Askerelva. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene i begge år. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

undersøkt begge år. Målingene viser at redokspotensialet for stasjon 1 og 3 var mye lavere i 2018 enn i 2017 (henholdsvis 177 og 134 mV mot 375 og 244 mV) og at reduksjonen mellom vannmassene og substratet var mye høyere (henholdsvis 65,2 og 69,8 % mot 25,3 og 50,4 %). Andelen av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling var mye lavere (0 % mot 26,7 %) ved stasjon 1, mens det ikke var noen forskjell ved stasjon 3 (0 % i begge år). Sammenligningen tyder på at vannføringen og temperaturen i 2018 hadde større negativ påvirkning på stasjon 1, som hadde moderat habitatkvalitet i 2017, enn stasjon 3, som hadde dårlig habitatkvalitet i 2017.

Hvis man antar at stasjoner som hadde omtrent samme forhold i det ene året også vil ha det i det andre året, er det mulig å sammenligne redokspotensialet mellom alle lokalitetene. En slik sammenligning tilsier i 2017 gode forhold ved stasjon 4, moderate forhold ved stasjon 1, 3a, 5 og 5a, og svært dårlige forhold ved stasjon 0a og 3. I 2018 tilsier sammenligningen sannsynligvis dårlige forhold ved stasjon 4 og svært dårlige forhold ved alle de andre stasjonene. Som diskutert tidligere, så finnes det mulige forklaringer på forskjellene mellom enkelte av stasjonene, som substratforhold og lokalisering i vassdraget, mens det ikke er åpenbare forklaringer på forskjellene mellom andre av stasjonene. 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.

Gitt antakelsen om sammenlignbarhet mellom 2017 og 2018, tilsier redokspotensialet at stasjon 4 er den best egnede lokaliteten for juvenil elvemusling, men substratet er ustabil og av den grunn lite egnet som oppvekstområde for juvenile muslinger. Den relativt dårlige tilstanden ved alle de andre stasjonene gjør det vanskelig å anbefale lokaliteter for utsetting av juvenil musling fra kultiveringsprogrammet. Hvis man skulle velge seg ut lokaliteter for utsetting, så virker stasjon 1, 3a, 5 og 5a 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 kultiveringspro-

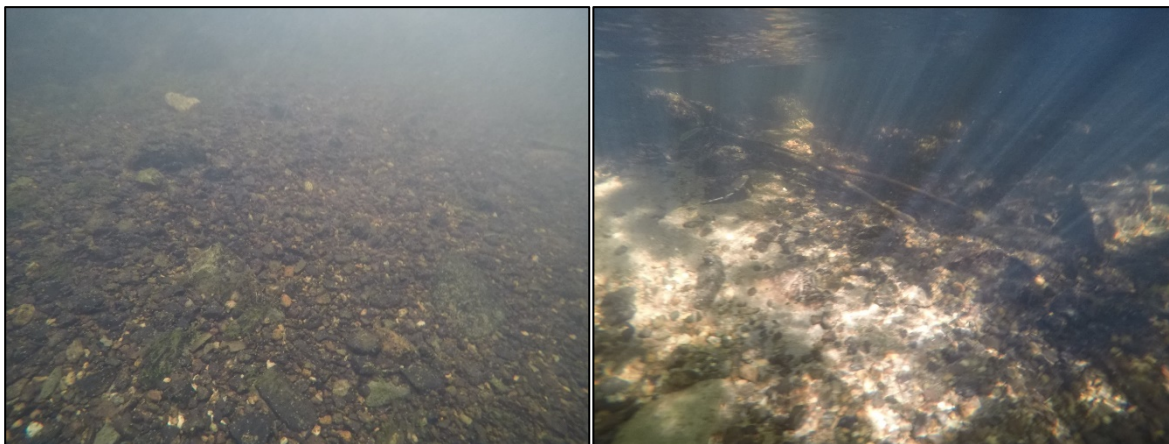


Foto 2a & b. Ensartet substrat i Askerelva. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 3a & b.

grammet 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.

3.5.4 Oppsummering og tiltak

Gitt forskjellene i klimatiske forhold mellom 2017 og 2018, vil nok redokspotensialet i Askerelven normal sett ligge mellom det som ble observert i de to årene. I 2017 var forholdene generelt sett dårlige i elven, men noen av stasjonene hadde moderate til gode forhold. I 2018 var forholdene svært dårlige i hele elven. En mellomsituasjon mellom disse to årene tyder dermed på at forholdene i Askerelva vil være generelt dårlige for juvenile elvemuslinger i de aller fleste år. Siden juvenil elvemusling lever nedgravd i grusen i flere år (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a), vil de være avhengig av flere unormalt gode år på rad for å kunne overleve i elven. Dermed er det kanskje ikke så overraskende at det ikke er noe som tyder på at det har vært rekruttering i bestanden i den nærmeste fortid (Sandaas & Enerud 2013b). Det er allikevel godt mulig at muslingene fra kultiveringsprogrammet vil klare seg ved enkelte av stasjonene i elven, da de er større og mindre sårbare for lavt oksygennivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.).

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. Derfor er det viktig å opprettholde buffersonene med naturlig vegetasjon langs vassdraget, for å redusere avrenningen av finpartikulært materiale, men også for å begrense næringstilførselen til bekken (f.eks. Larsen 2005; 2015c). For å redusere tilførselen av næringsstoffer til elven kan økonomisk kompensasjon til bønder som reduserer gjødslingen og opprettholder en gjødsselfri dyrket/naturlig buffersone langs vassdragene være aktuelt (Kålås mfl. 2016). Det er også ønskelig å identifisere og utbedre eventuelle punktutslipp av næringsstoffer i nedbørfeltet. I tillegg kan det være ønskelig å tilføre større steiner eller liknende til elvebunnen, da denne for det meste er svært ensartet (**foto 2a & 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 2015c, Quinlan mfl. 2015).

4 Movassbekken



Figur 6. Movassbekken. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Movassbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er det figur 4.

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 Akershus og Oslo kommune (**figur 6**). 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). I tillegg får Movassbekken overført vann fra Ørfiske (337 moh.) i Nittedal kommune i Akershus (Terje Wivestad, pers. med.). Vannet drenerer de omliggende områdene i vest og nord. Nedbørsfeltet består av 85,6 % skog, 8,5 % innsjøer, 5,7 % myr og 0,2 % dyrket mark. Berggrunnen i nedbørsfeltet består for det meste av næringsfattig alkalifeltspatgranitt, men også av noe mer næringsrike bergarter som hornfels, kalkstein, kalspatmarmor og alunskifer (BERGGRUNN 2018).

Vannkvaliteten i Movassbekken overvåkes av Oslo kommune i forbindelse med drikkevannsovervåkingen. I 2016-2017 lå gjennomsnittsverdiene av totalt nitrogen på 374 µg/l (333-492), totalt fosfor på 7 µg/l (5-13) og turbiditet (STS) på 1,2 mg/l (0,2-3,2) (Husebø & Husby 2017; 2018). 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 høyeste verdien oversteg klassegrensen til «moderat» tilstand (475 µg/l). For fosforverdiene fører dette til en klassifisering med «svært god» tilstand. Nitrogenverdiene er allikevel i øvre grenseland for verdier som man observerer i vassdrag med god rekruttering av elvemusling (Bauer 1988, Moorkens 2006, Degerman mfl. 2009, Killeen 2012, Lois Lugilde 2015), mens fosforverdiene lå nedenfor grenseverdiene man har observert i Skandinavia (Degerman mfl. 2009, Larsen 2017a). pH-verdiene fører til en klassifisering med «god» til «svært god» tilstand. De lå også over det man regner som minimumsgrensen for rekrutterende bestander av elvemusling i Skandinavia (Degerman mfl. 2009), men i grenseland for de verdiene man har sett i bestander med god rekruttering i Norge (Larsen 2017a).

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; 2012a) og i Gørjabekken (Sandaas & Enerud 1998c, Sandaas 2015). I nedre del av Maridalsvassdraget finnes det elvemusling i Akerselva (Sandaas mfl. 2011b, Sandaas & Enerud 2016d; 2017b). De første undersøkelsene av bestanden i Movassbekken ble gjennomført i 1994 (Sandaas 1994). Undersøkelser fra 1995-1996 viser at elvemuslingen da fantes på en ca. én km lang strekning i midtre deler av bekken (**figur 7**). 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, 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



Figur 7. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Movassbekken. Strekingen der det er funnet elvemusling er markert med rødt, og stasjon 1a og 5 markerer ytterpunktene i utbredelsesområdet. Tallene 0a-5a indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 0a, 1, 1a, 2, og 5a ble undersøkt i 2018. Legg merke til at stasjon 1 og 2 ble undersøkt begge år. 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 (2018).



Foto 3. Redoksmålingsstasjoner i Movassbekken. Stasjon 0a-5a. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 0a, 1, 1a, 2 og 5a ble undersøkt i 2018. Legg merke til at stasjon 1 og 2 ble undersøkt begge år. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene for stasjonene som ble undersøkt i 2017 er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 4.

bekken. Det er planlagt produksjon og utsetting av juvenile muslinger i bekken i årene som kommer (Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018). I tillegg er det gjennomført flytting av muslinger innad i vassdraget, for å forbedre rekrutteringen i bekken (Sandaas & Enerud 2012a, 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.

4.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Movassbekken 24.08.2017 og 25.07.2018. Det ble gjennomført målinger ved fem stasjoner i nedre deler av bekken begge årene (se **figur 7** og **foto 3**). Stasjonene ble valgt ut basert på samtaler med Kjell Sandaas, og er representative for de delene av bekken som fremdeles har elvemusling og/eller ansees som mest egnet for utsetting av juvenile muslinger. To av stasjonene ble undersøkt begge år, for at det skulle være mulig å sammenligne funnene mellom årene. Det ble tatt 15-16 målinger i substratet og 4-5 målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på 4-5 transekter per stasjon. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 10-11). 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

I 2017 varierte temperaturen i Movassbekken mellom 12,3 og 12,5 °C, mens i 2018 varierte temperaturen mellom 19,1 og 20,5 °C. Begge årene var vannføringen middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Movassbekken i 2017 er beskrevet i **figur 8** og **vedlegg 2 tabell 1**. Resultatene fra 2018 er beskrevet i **figur 9** og **vedlegg 2 tabell 2**. For stasjon 1 og 2 er det gjort en sammenlikning av resultatene mellom 2017 og 2018 i **figur 10**.

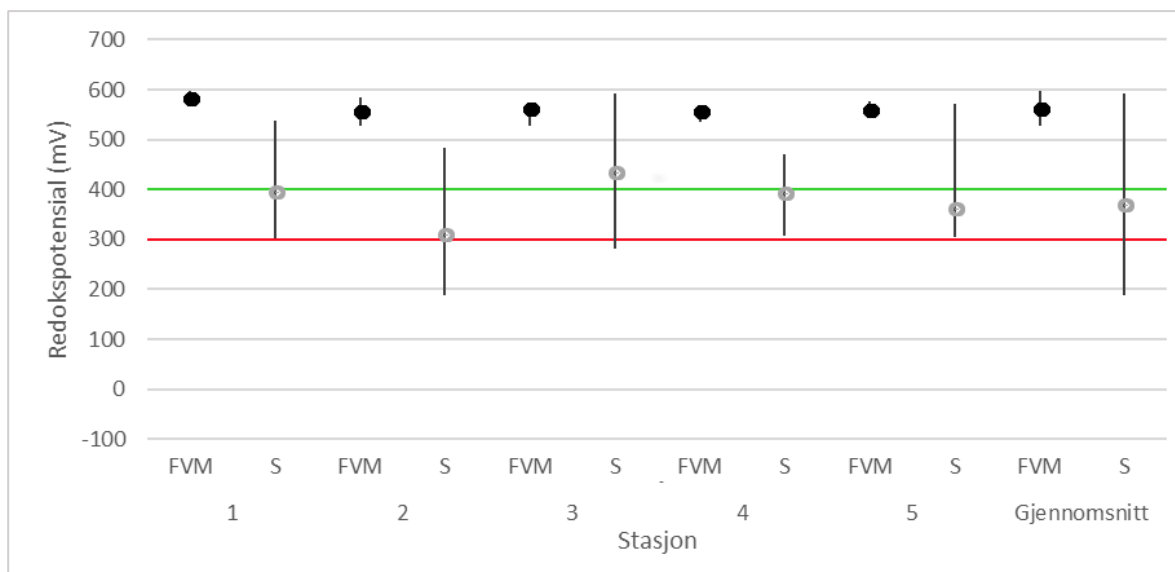
4.5 Diskusjon

4.5.1 Redoksmålinger i 2017

Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2017 var preget av høy nedbør og relativt lave temperaturer. Grunnet overføringen av vann fra Ørfiske (Terje Wivestad, pers. med.) følger temperaturen og vannføringen ikke nødvendigvis de naturlige svingningene i vanntilførselen til Movassbekken. Allikevel må man anta at temperaturen var en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i bekken (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen var noe høyere enn den antatte minimumsvannføringen i bekken pga. den store nedbøren i tidsperioden før undersøkelsene. Dermed må man også anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i bekken, selv om overføringene fra Ørfiske sannsynligvis modererer de naturlige svingningene i bekken.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Movassbekken i 2017 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 mediant 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 var dårlig.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Movassbekken, så er bildet noe mer nyansert. Stasjon 2 hadde lavt mediant 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 juvenil 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



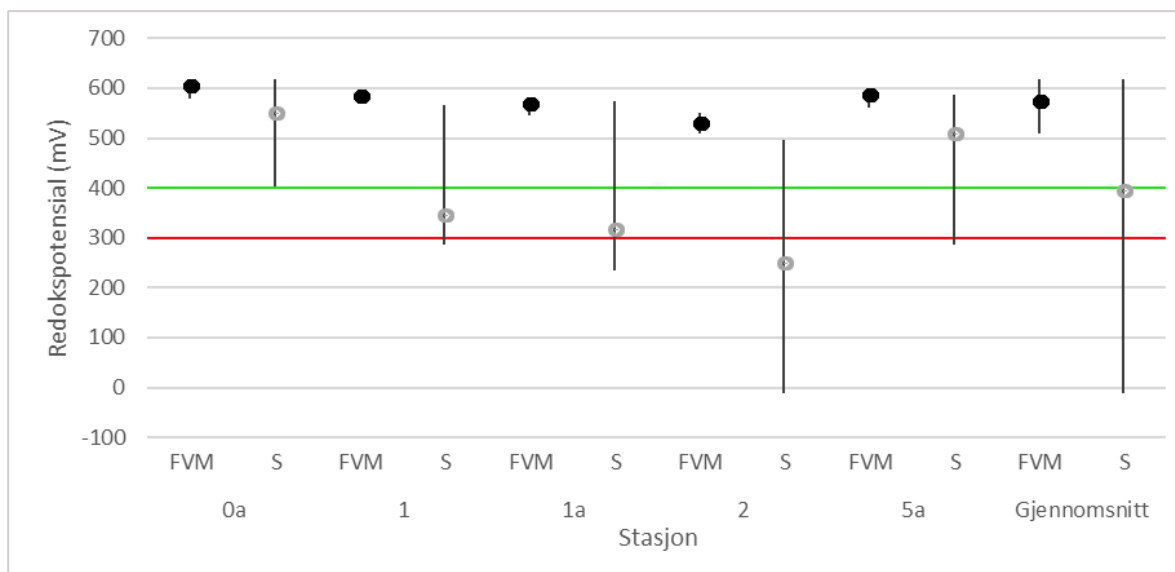
Figur 8. Resultater av redoksmålinger i Movassbekken i 2017. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er modifisert fra figur 6 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).

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.

4.5.2 Redoksmålinger i 2018

Sommeren 2018 var preget av ekstrem tørke på Østlandet og er regnet som en av de tørreste somrene i moderne tid. Grunnet overføringen av vann fra Ørfiske (Terje Wivestad, pers. med.), følger temperaturen og vannføringen ikke nødvendigvis de naturlige svingningene i vann-tilførselen til Movassbekken. Allikevel må man anta at temperaturen (19,8 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdiene man kan forvente i bekken og at vannføringen var ned mot minstevannføringen i bekken, pga. den ekstreme tørken gjennom sommeren. Redoksmålingene representerte dermed sannsynligvis en dårlig situasjon i bekken og i 'normalår' vil man forvente høyere verdier, selv om overføringene fra Ørfiske sannsynligvis modererer de naturlige svingningene i bekken. På grunn av global oppvarming er det sannsynlig at somre som den i 2018 vil bli vanligere framover, siden klimamodellene predikerer at klimatiske ekstremsituasjoner vil bli vanligere i Norge i framtiden.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i 2018 var 414 mV. Dette ligger over de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier god habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 28,3 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). Allikevel var over halvparten av substratet av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling (52,6 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Til sammen tilsier målingene moderat til god habitatkvalitet for juvenile muslinger.

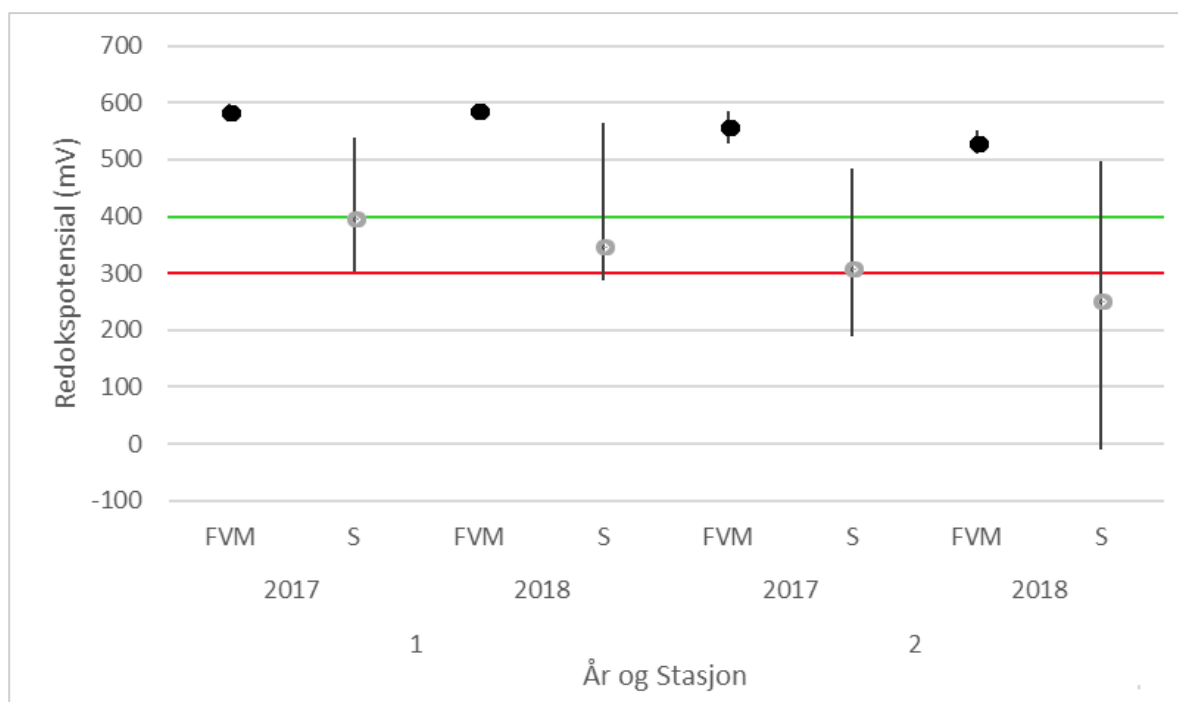


Figur 9. Resultater av redoksmålinger i Movassbekken i 2018. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Movassbekken i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Tilstanden var dårligst ved stasjon 2, som hadde svært lavt median redokspotensial i substratet (249 mV), en svært stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (52,8 %), og en svært lav andel substrat som var av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling (14,3 %). Stasjon 1 hadde nesten like høy reduksjon i redokspotensial (40,9 %) og nesten like lav andel substrat av god habitatkvalitet (20 %), men median redokspotensial var en del høyere (344 mV). Stasjon 1a hadde liknende reduksjon i redokspotensialet (44,2 %) og median redokspotensial (316 mV) som stasjon 1, men andelen substrat av god habitatkvalitet var en del høyere (40,0 %). Tilstanden var best ved stasjon 0a og 5a, som hadde høyt redokspotensial i substratet (henholdsvis 549 og 506 mV), lav reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 8,8 og 13,4 %), og en svært høy andel substrat som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (henholdsvis 100 og 81,3 %). De bedre forholdene ved stasjon 0a og 5a kan forklares ved at de ligger i områder med relativt sterk strøm (foto 3), men det er ingen åpenbare årsaker til forskjellene mellom de tre andre stasjonene.

4.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018

Som tidligere diskutert så var sannsynligvis forholdene i 2017 noe bedre og forholdene i 2018 noe dårligere enn det normale 'verste scenariet' man kan forvente å få i løpet av en sommer i Movassbekken. Dermed er det vanskelig å gjøre en direkte sammenligning av alle stasjonene mellom årene. For å kunne få en bedre forståelse av forskjellene mellom de to årene, ble to av stasjonene undersøkt begge år. Målingene viser at for stasjon 1 var redokspotensialet noe lavere i 2018 enn i 2017 (344 mot 393 mV), reduksjonen mellom vannmassene og substratet var noe høyere (40,9 mot 32,1 %), og at andelen substrat som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling var mye lavere (20,0 mot 46,7 %). For stasjon 2 var redokspotensialet noe lavere (249 mot 306 mV), mens det var ingen forskjell i reduksjonen mellom vannmassene og substratet (44,2 mot 44,8 %), og andelen substrat som var av god habitatkvalitet var faktisk noe høyere (14,3 mot 6,7 %). Sammenligningen tyder på at vannføringen og temperaturen i 2018 hadde større negativ påvirkning på stasjon 1, som hadde moderat til god habitatkvalitet i 2017, enn stasjon 2, som hadde dårlig habitatkvalitet i 2017.



Figur 10. Sammenligning av redoksmålinger mellom 2017 og 2018 på stasjon 1 og 2 i Movassbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene i begge år. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

Hvis man antar at stasjoner som hadde omtrent samme forhold i det ene året også vil ha det i det andre året, er det mulig å sammenligne redokspotensialet mellom alle lokalitetene. En slik sammenligning tilsier i 2017 gode forhold ved stasjon 0a, 3 og 5a, moderate til gode forhold ved stasjon 1, 1a og 4, dårlige forhold ved stasjon 5, og til dels svært dårlige forhold ved stasjon 2. I 2018 tilsier sammenligningen gode forhold ved stasjon 0a og 5a, sannsynligvis moderate forhold ved stasjon 3, dårlige til moderate forhold ved stasjon 1, 1a og 4, og svært dårlige forhold ved stasjon 5 og 2. Som diskutert tidligere, så kan strømhastighet forklare forskjellene mellom enkelte av stasjonene, mens det er ingen åpenbare forklaringer til forskjellene mellom andre av stasjonene. 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 bekken. I tillegg vil det være nødvendig å få en bedre forståelse av vannførings- og silteringsdynamikken i systemet.

Gitt antakelsen om sammenlignbarhet mellom 2017 og 2018, tilsier redokspotensialet at stasjon 0a og 5a er de best egnede lokalitetene for juvenil elvemusling. Stasjon 5a består imidlertid for det meste av løst substrat som gjør den uegnet som leveområde for de juvenile muslingene. Stasjon 3 er noe mindre egnet for juvenile elvemusling. Stasjon 1, 1a og 4 er heller ikke fullstendig uegnet i år med bedre forhold enn i 2018. Derimot ser stasjon 5 og 2 ut til å være dårlig egnet uansett år. Sannsynligvis vil stasjon 0a og 3 være best egnet for utsetting av juvenil elvemusling fra kultiveringsprogrammet, basert på redoksmålingene og stabiliteten av substratet (pers. obs.) ved stasjonene. Det kan godt hende at muslingene fra kultiveringsprogrammet også vil klare seg ved stasjon 1, 1a og 4, da de er større og mindre sårbare for lavt oksygeninnivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.).



Foto 4a-c. Løs grus og sand i Movassbekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 5a-c.

4.5.4 Oppsummering og tiltak

Gitt forskjellene i klimatiske forhold mellom 2017 og 2018 vil nok redokspotensialet i Movassbekken normal sett ligge mellom det som ble observert i de to årene. Generelt sett var forholdene i bekken dårlige i 2017, mens de var moderate til gode i 2018. Årsaken til de bedre forholdene i 2018 var forskjeller i utvalget av stasjoner, da de to stasjonene som ble sammenlignet i begge år viser at forholdene var dårligere i 2018 enn i 2017. En mellomsituasjon mellom disse to årene tyder dermed på at forholdene i Movassbekken vil være dårlige til moderate i de aller fleste år. Siden juvenil elvemusling lever nedgravd i grusen i flere år (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017), vil de være avhengig av flere gode år på rad for å kunne overleve i bekken, med unntak av ved noen få stasjoner. Dermed er det kanskje ikke så overraskende at det har vært svært liten rekruttering i bekken i senere tid (Kjell Sandaas, pers. med.). Det er verdt å påpeke at stasjon 0a ligger i det området som det ble flyttet muslinger til, i et forsøk på å bedre rekrutteringen i bekken (Kjell Sandaas, pers. med.). Dermed tilsier redokspotensialet at det skal være gode muligheter for at dette tiltaket faktisk kan føre til økt rekruttering.

Den generelt moderate til dårlige tilstanden i Movassbekken er noe vanskelig å forklare. Det finnes lite eller ingen jordbruksaktivitet i nedbørsfeltet (NEVINA 2017) eller nedbørsfeltet til Ørfiske (NEVINA 2018), som bekken får overføringer fra (Terje Wivestad, pers. med.). Det finnes noe bebyggelse (pers. obs.), men Movassbekken er en del av Oslos drikkevannssystem og man bør anta at punktutslipp fra bebyggelsen har blitt forhindret. Allikevel er nitrogennivåene i bekken i øvre grenseland for verdier som man observerer i vassdrag med god rekruttering av elvemusling (Bauer 1988, Moorkens 2006, Degerman mfl. 2009, Killeen 2012, Lois Lugilde 2015) (Husebø & Husby 2017; 2018). Det kan også 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. med.). Kanaliseringen av bekken har gjort at substratet er blitt mer ustabilt, og at det for det meste

består av grus og sand (**foto 4a-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 2015c, Quinlan mfl. 2015). Større steiner ligger fortsatt lett tilgjengelige langs bredden av bekken etter at de ble hentet ut av bekken i forbindelse med kanaliseringen (Terje Wivestad, pers. med.).

5 Nitelva



Figur 11. Nitelva. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Nitelva 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 (2018).

5.1 Områdebeskrivelse

Nitelva (vassdragsnr. 002.CB0) er et sidevassdrag til Glomma (vassdragsnr. 002.2Z), som renner gjennom Lunner kommune i Oppland, og Nittedal og Skedsmo kommuner i Akershus (**figur 11**). Elven starter i Mylla (498 moh.), vest for Grua i Lunner kommune, og renner sørøstover til Harestuvatnet (235 moh.). Denne delen av elven kalles Myllselva. I nordenden av Harestuvatnet kommer sideelven Sveselva inn fra nord. Nedenfor vannet kalles hovedelven Hakadalselva. Den fortsetter sørøstover, gjennom Strykevatnet (234 moh.), inn i Nittedal kommune og ned mot Elnes. Ved Elnes kommer Ela inn fra vest og Buvassbekken inn fra nordøst. Så renner elven videre sørover gjennom Hakadal og ned forbi Åneby. Ved Åneby svinger den sørover og ned forbi Nittedal sentrum og Rotnes. Det er herfra og nedover elven kalles Nitelva. Nedenfor Rotnes kommer Ørfiskebekken inn fra vest. Så svinger elven sørøstover igjen, forbi Slattum, Hellerud, Hvam og Skjetten, før den renner gjennom Lillestrøm. Ved Lillestrøm kommer Fjellhammerelva inn fra sørvest. Nedenfor Lillestrøm renner Nitelva sammen med Leira og ut i nordenden av Øyeren (101 moh.), som er en del av Glomma. Hovedstrengen i Nitelvvassdraget er ca. 51 km lang, mens Nitelva, nedenfor Harestuvatnet, er ca. 43 km lang, i begge tilfeller ekskludert innsjøer. Vassdraget drenerer den sørvestlige to-tredjedelen av Lunner kommune, hele Nittedal kommune, den vestlige halvparten av Skedsmo kommune og mesteparten av Lørenskog kommune. Middelvanntilføringen er på 28,7 l/s/km² og nedbørsfeltet er på 484,2 km². Det består av 75,3 % skog, 7,6 % dyrket mark, 5,6 % urban bebyggelse, 4,9 % innsjøer og 2,3 % myr (NEVINA 2018). Berggrunnen består for det meste av mer næringsfattige bergarter, i hovedsak forskjellige typer syenitt, granitt og gneis. Det er også innslag av mer næringsrike bergarter som gabbro, hornfels og forskjellige typer kalkstein, spesielt i nedre del av nedbørsfeltet (BERGGRUNN 2018).

Biologisk klassifisering av økologisk tilstand i Nitelva i 2014 og 2017 tilsier at elven er påvirket av næringstilførsel, men at forurengning ikke er et problem. Det siste kan være et resultat av at det kalkes i høyereliggende deler av nedbørsfeltet til elven (Terje Wivestad, pers. med.). Undersøkelsene i 2014 (Persson mfl. 2015) tilsa at problemene med eutrofiering økte nedover i Nitelva, da klassifiseringen gikk fra «god» i øvre deler via «moderat» til «dårlig» i nedre deler av vassdraget. Undersøkelsene i 2017 (Værøy & Torgersen 2018) ble bare gjennomført i øvre og midtre deler av vassdraget. De viser en nærmest motsatt trend, da øvre deler ble klassifisert som «dårlig», mens midtre deler ble klassifisert som «moderat». Vannkjemisk klassifisering av økologisk tilstand i Nitelva fra 2013 til 2015 viser også en økt eutrofiering nedover i vassdraget, da klassifiseringen gikk fra «svært god» i øvre deler via «god» til «moderat» i nedre deler av vassdraget (Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016). Nitrogen- og fosforverdiene i vassdraget har ligget mellom henholdsvis 301,7-1520,0 µg/l og 4,5-46,5 µg/l (Sandaas & Enerud 2012b, Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016). For nitrogenverdiene lå dette langt over det man som regel ser i vassdrag med god rekruttering av juvenile elvemuslinger (Bauer 1988, Moorkens 2006, Degerman mfl. 2009, Killeen 2012, Lois Lugilde 2015), med unntak av øvre del av vassdraget der verdiene lå i øvre grenseland for slike bestander. Fosforverdiene i nedre del av vassdraget lå også langt over verdiene som man har sett i skandinaviske bestander med god rekruttering (Degerman mfl. 2009, Larsen 2017a), men i øvre deler av vassdraget lå de som regel under denne grensen. I 2009 ble flere vannkjemiske parametere undersøkt i øvre og midtre deler av vassdraget (Sandaas & Enerud 2012b). Da lå turbiditeten i vassdraget (0,79-1,5 FTU) i øvre grenseland for rekrutterende bestander (Degerman mfl. 2009, Österling mfl. 2010, Larsen 2017a), mens fargetallet lå langt under øvergrensen for slike bestander (Degerman mfl. 2009, Larsen 2017a). pH-verdiene (6,76-6,83) lå over det man regner som minimumsgrensen for rekrutterende bestander av elvemusling i Skandinavia (Degerman mfl. 2009), men så vidt over de laveste verdiene man har sett i bestander med god rekruttering i Norge (Larsen 2017a). Både kalsiumnivået (6,67-7,72 mg/l) og konduktiviteten (5,2-5,8 mS/m) lå over minimumsgrensene funnet i andre norske bestander med god rekruttering (Larsen 2017a).

I Nitelva finnes det abbor, asp, bekkeniøye, brasme, flire, gjørs, gullbust, harr, hork, lake, laue, mort, stam, steinsmett, vederbuk, ørekyte og ørret (Grande 1972, Sandaas & Enerud 2012b, Brabrand mfl. 2014).



Figur 12. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Nitelva med Ela og Ørfiskebekken. Strekingen der det er funnet elvemusling er markert med rødt. Tallene 1-13 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene i selve Nitelva. E og Ø indikerer lokaliseringen av stasjonene i henholdsvis Ela og Ørfiskebekken. Kartet dekker elvestrekningen fra Elnes til Gaustad, nedenfor Rotnes. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2018).

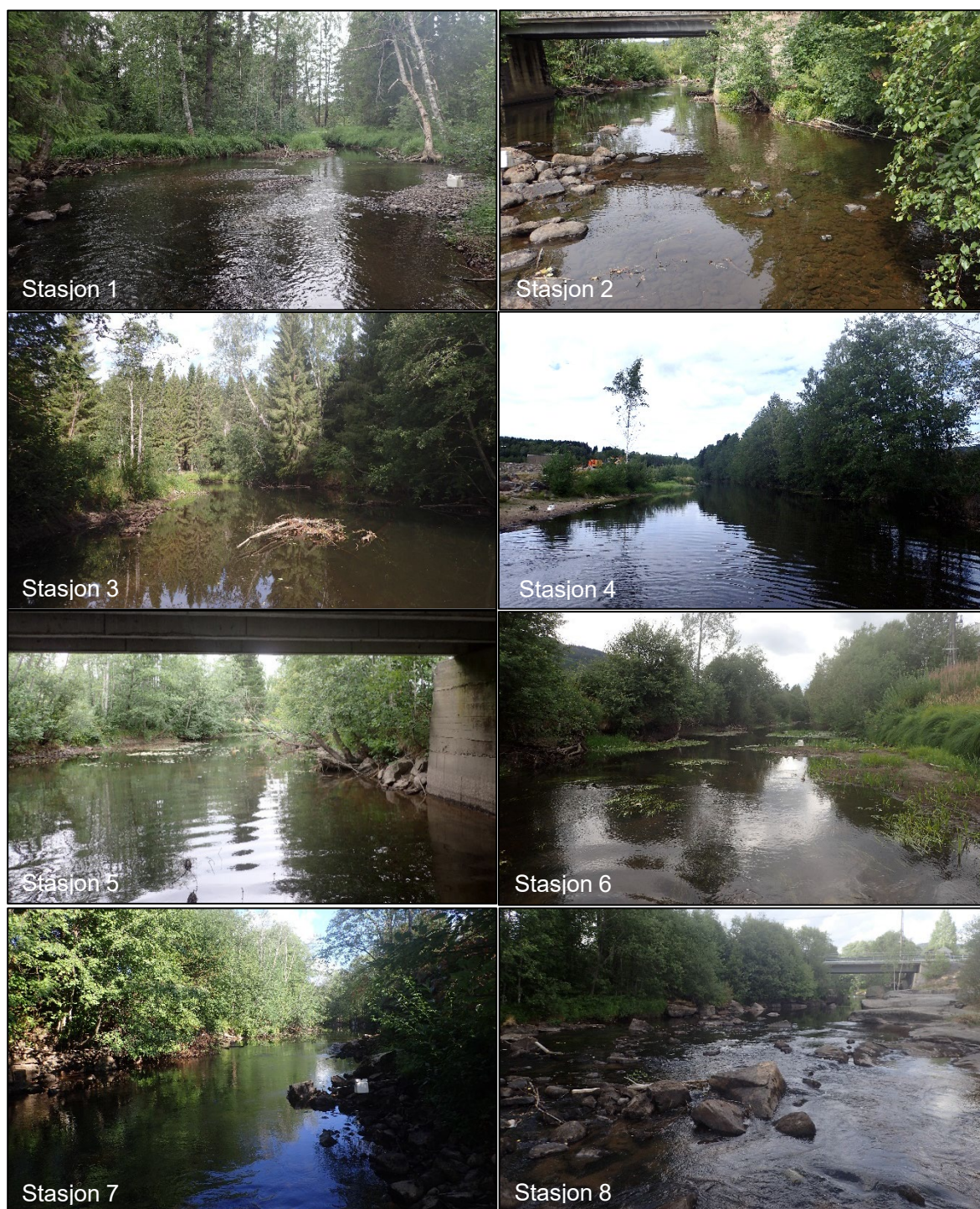


Foto 5. Redoksmålingsstasjoner i Nitelva. Stasjon 1-8. Foto: Jon H. Magerøy.

5.2 Elvemusling

I Sveselva i øvre del av vassdraget skal det ha foregått perlefiske i eldre dager (Ivar Wold, pers. med. i Hofland 1977). I selve Nitelva er muslinger kjent fra 1960-tallet og fram til i dag. Tidligere skal muslingene ha blitt funnet fra Elnes og ned til Holum ved Årås (oppsummert av Sandaas & Enerud 2012b). I dag er muslingen sannsynligvis utbredt fra Åsbekken, nedenfor Hakadal Verk, og til Bjertnestangen, ved Rotnes (**figur 12**) (Sandaas & Enerud 2012b; 2016e). Vertsfisken til muslingen i vassdraget er ørret (Sandaas & Enerud 2012b; 2016b). Rekrutteringen i vassdraget



Foto 6. Redoksmålingsstasjoner i Nitelva med Ela og Ørfiskebekken. Stasjon 9-13, og Ela og Ørfiskebekken. Foto: Jon H. Magerøy.

ser ut til å være svak, da det bare har blitt funnet et fåtall juvenile muslinger mellom 2001 og 2012 (Sandaas & Enerud 2012b). For å øke rekrutteringen i vassdraget er det blitt gjennomført forsøk med flytting av elvemusling fra Nitelva til sidebekkene Ela og Ørfiskebekken (Sandaas & Enerud 2015a; 2016b). Grunnet den lave rekrutteringen i vassdraget (Sandaas & Enerud 2012b) var det viktig å evaluere hvilke deler av elven som er best egnet for juvenile muslinger, i forbindelse med tiltak som flytting av musling innad i vassdraget, eventuell inkludering av bestanden i kultiveringsprogrammet for elvemusling eller andre tiltak for å øke rekrutteringen i vassdraget.

Det bør også påpekes at det, i tillegg til elvemusling, også finnes andemusling og flat dammusling fra Rotnes og nedover i vassdraget (Andersen 1984, Økland & Andersen 1985, Sandaas & Enerud 2005; 2016e, Sandaas mfl. 2012). Dette er arter som lett kan forveksles med elvemusling, blant folk uten kjennskap til de store ferskvannsmuslingene i Norge.

5.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Nitelva 03., 04. og 06.08.2018. Det ble gjennomført målinger ved femten stasjoner i vassdraget. I selve Nitelva ble det undersøkt 13 stasjoner mellom Elnes og Rotnes. I tillegg ble det undersøkt en stasjon i Ela, ved Elnes, og en stasjon i Ørfiskebekken, ved Rotnes (se **figur 12**, og **foto 5** og **6**). Stasjonene i hovedelven ble valgt ut basert på undersøkelser gjort i vassdraget mellom 1998 og 2012 (Sandaas & Enerud 2012b). De er representative for de delene av elven som fremdeles har elvemusling, og/eller ansees som mest egnet for utsetting av juvenile muslinger eller reintroduksjon av muslinger fra andre deler av elven. De to sidebekkene ble inkludert i undersøkelsene fordi det har blitt flyttet elvemuslinger fra hovedelven til en lokalitet i hver av bekkene (Sandaas & Enerud 2015a; 2016b). Det ble tatt 15-16 målinger i substratet og 4 målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på 4-5 transekter per stasjon i hovedelven. I Ela og Ørfiskebekken fordelte målingene seg på henholdsvis åtte og ti transekter. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 10-11). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert basert på NVEs vannføringsdata fra vassdraget og i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

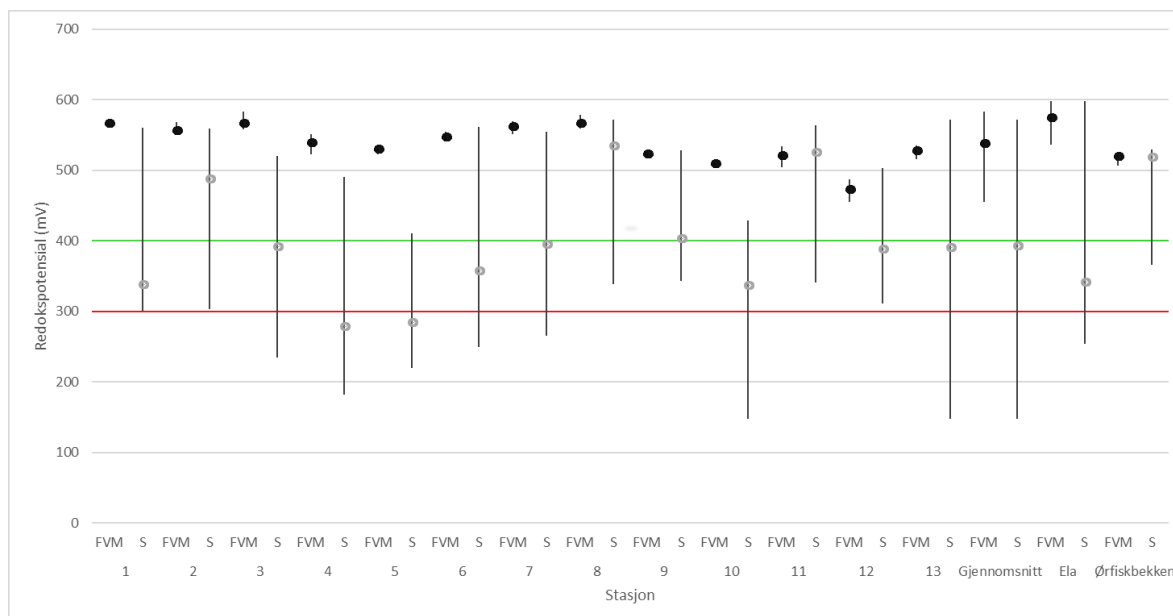
5.4 Resultater

Temperaturen i Nitelva varierte mellom 16,9 og 21,9 °C i 2018. Både NVEs vannføringsdata (SILDRE 2018) og nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon tilsier at vannføringen i elven var lav. Resultatene av redoksmålingene fra Nitelva, med Ørfiskebekken og Ela, er beskrevet i **figur 13** og **vedlegg 3 tabell 1a-c**.

5.5 Diskusjon

Sommeren 2018 var preget av ekstrem tørke på Østlandet og er regnet som en av de tørreste somrene i moderne tid. Dermed må man forvente at temperaturen (20,3 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdiene man kan forvente i Nitelva og at vannføringen var ned mot minstevannføringen i elven. Redoksmålingene representerer dermed sannsynligvis en ekstremt dårlig situasjon i elven og i 'normalår' vil man forvente høyere verdier. På grunn av global oppvarming er det allikevel sannsynlig at somre som den i 2018 vil bli vanligere framover, siden klimamodellene predikerer at klimatiske ekstremsituasjoner vil bli vanligere i Norge i framtiden.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Nitelva i 2018 var 390 mV. Dette ligger så vidt nedenfor minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat (til god) habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 27,6 %. 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 (43,9 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Redokspotensialet i substratet tilsier moderat (til god) habitatkvalitet og det var noe egnet substrat, mens reduksjonen i redokspotensial tilsier at habitatkvaliteten generelt sett var dårlig (til moderat). Dermed var den generelle tilstanden i elven moderat i 2018. Dette kan stemme godt overens med at det har foregått rekruttering i Nitelva (Sandaas & Enerud 2012b, pers. obs.), men at denne rekrutteringen har vært svært begrenset (Sandaas & Enerud 2012b).



Figur 13. Resultater av redoksmålinger i Nitelva med Ela og Øfriskbekken i 2018. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene 1-13 og gjennomsnittsverdiene for elven. I tillegg viser figuren resultater fra stasjonene i Ela og Øfriskbekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Nitelva i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Stasjon 3 og 5 hadde svært lavt median redokspotensial i substratet (henholdsvis 278 og 284 mV), svært høy reduksjon i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet (henholdsvis 48,3 og 46,3 %), og en svært liten andel av substratet var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (henholdsvis 12,5 og 6,3 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Stasjon 10 hadde også en svært lav andel substrat av god kvalitet (12,5 %), men noe høyere median redokspotensial (336 mV) og noe lavere reduksjon i redokspotensialet (33,9 %). Stasjon 1, 4, 6, 7 og 12 hadde også lavt median redokspotensial (336-394 mV) og en relativt lav andel godt substrat (31,3-37,5 %). I tillegg hadde alle disse stasjonene en stor reduksjon i redokspotensial (29,8-40,3 %), med unntak av stasjon 12 (17,9 %). Stasjon 9 hadde noe høyere median redokspotensial (402 mV), lavere reduksjon i redokspotensialet (23,1 %) og en god del substrat av god kvalitet (50,0 %). Best var forholdene ved stasjon 2, 8, 11 og 13, der det mediane redokspotensialet var høyt (434-535 mV), reduksjonen i redokspotensial var lav (-0,9-17,7 %) og andelen substrat av god kvalitet var høy (68,7-87,5 %). At stasjon 5 (**foto 5**) hadde noen av de dårligste forholdene i elven kan sannsynligvis forklares med at substratet var sterkt siltpåvirket. De relativt dårlige forholdene ved stasjon 4 (**foto 5**) kan kanskje forklares med partikkeltilførsel pga. anleggsarbeid ved Hakadal ungdomsskole, mens forholdene ved stasjon 12 (**foto 6**) kanskje kan forklares med høy næringstilførsel, noe som stor begroing på stasjonen indikerte. De bedre forholdene ved noen av stasjonene kan forklares med løst substrat (stasjon 13, **foto 6**), høyere strømhastighet (stasjon 9 og 11, **foto 6**) eller en kombinasjon (stasjon 8, **foto 5**). Det var ingen åpenbare grunner til forskjeller i forholdene mellom de andre stasjonene. Blant annet var det ikke en klar trend fra øvre til midtre deler av vassdraget.

Undersøkelsene av redokspotensial viser at det var ganske store forskjeller mellom de to sidebekkene det har blitt flyttet elvemusling til. I Ela var medianverdien i substratet 341 mV, reduksjonen mellom de frie vannmassene og substratet 40,7 %, og andelen substrat av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling 31,3 % (andelen substrat som hadde redokspotensial over 400 mV). Dette tilsier moderat (til dårlig) habitatkvalitet (Killeen 2006, Geist & Auerswald 2007, Larsen 2012). I Øfriskbekken var medianverdien i substratet 518 mV, reduksjonen 0,3 %

og andelen substrat av god habitatkvalitet for juvenile elvemusling 93,3 %. Dette tilsier svært god habitatkvalitet.

Basert på redokspotensialet kunne man anta at stasjon 2, 8, 9, 11, 13 og Ørfiskebekken er de best egnede lokalitetene for elvemusling i Nitelva, men substratet er nok for ustabilt for juvenile muslinger på stasjon 8 og i Ørfiskebekken. I tillegg har stasjon 11 få strømfugier for muslingen og er dermed heller ikke så egnet. Dermed er stasjon 2, 9 og 13 de best egnede lokalitetene for juvenil elvmusling i Nitelva. I tillegg vil sannsynligvis stasjon 1, 4, 6, 7, 12 og Ela heller ikke være fullstendig uegnet for juvenil musling i år med bedre forhold enn i 2018. Dette gjelder spesielt stasjon 12, som hadde median redokspotensial opp mot grensen for god habitatkvalitet og reduksjon i redokspotensial som indikerte god habitatkvalitet. I tillegg hadde stasjon 4 og 7 også median redokspotensial opp mot grensen for god habitatkvalitet, og reduksjon i redokspotensial ned mot moderat habitatkvalitet. Alle disse stasjonene kan derfor være aktuelle som utsettingslokaliteter hvis bestanden i Nitelva tas inn i kultiveringsprogrammet for elvemusling. Stasjon 1, 2 og Ela er interessante lokaliteter om man ønsker å flytte musling innad i vassdraget. Elvemuslingen har forsvunnet fra øvre deler av vassdraget (Sandaas & Enerud 2012b) og en reetablering kan være aktuell. Dermed er det mulig at utsettingen som allerede har blitt gjennomført i Ela (Sandaas & Enerud 2015a; 2016b) kan føre til ny rekruttering i denne delen av vassdraget. De eneste stasjonene som har redokspotensial som sannsynligvis gjør dem bortimot fullstendig uegnet for juvenil elvemusling er stasjon 3, 5 og 10. Allikevel ble det observert ca. 15 år gammel musling ved både stasjon 5 og 10 (pers. obs.). Dette kan forklares med at også disse stasjonene hadde noe, om enn svært lite, substrat som var egnet for juvenil musling eller at forholdene ved disse stasjonene har forverret seg over de siste 15 årene.

Den generelt moderate tilstanden i Nitelva i 2018 er noe overraskende. Rekrutteringen blant elvemuslingen har vært lav i lengre tid (Sandaas & Enerud 2012b). I tillegg tyder både biologiske og vannkjemiske undersøkelser på at vassdraget sliter med eutrofiering (Sandaas & Enerud 2012b, Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016, Persson mfl. 2015, Værøy & Torgersen 2018), og eutrofiering er en av hovedårsakene til redusert rekruttering i elvemuslingbestander (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a). Gitt at sommeren 2018 har vært preget av sterk tørke, skulle man forvente at redoksmålingene representerer en ekstremt dårlig situasjon i elven og i 'normalår' vil man derfor forvente høyere verdier. Allikevel tilsier redoksmålingene moderat tilstand i dette 'ekstremåret' og man må kanskje forvente moderat til god tilstand i 'normalår'. Noe av forklaringen på at redokspotensialet er bedre enn forventet sammenfaller med tidligere undersøkelser som klassifiserer elven til å ha «god» eller «svært god» økologisk tilstand på den strekningen der elvemuslingene finnes (Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016, Persson mfl. 2015). Forholdene kan imidlertid variere noe mellom år og i 2017 ble områdene klassifisert til «moderat-dårlig» tilstand (Værøy & Torgersen 2018).

Redoksmålingene tyder på at den begrensede rekrutteringen blant elvemusling i Nitelva (Sandaas & Enerud 2012b) sannsynligvis har flere årsaker. For å få enda større klarhet i hvor stort problem eutrofiering er for muslingen, vil det være ønskelig å gjennomføre redoksmålinger i et 'normalår' i elven. Man kunne gjennomføre målingene ved et begrenset antall (fem) av stasjonene som ble undersøkt i 2018 for å få en bedre forståelse av dette. I tillegg har lav tetthet av ørret også blitt foreslått som en mulig årsak til den lave rekrutteringen (Sandaas & Enerud 2012b; 2015a; 2016b). Nye elfiskeundersøkelser for å bestemme tettheten av ungfisk av ørret bør gjennomføres etter den malen som har blitt brukt i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen 2017a). Det er også viktig å evaluere rekrutteringen i vassdraget på nytt. Bestanden har ikke blitt undersøkt siden 2012 og da ble grundige undersøkelser bare gjennomført ved to stasjoner (Sandaas & Enerud 2012b). Minimum tre stasjoner bør undersøkes med graving i substratet etter malen til det nasjonale overvåkingsprogrammet (Larsen 2017a). Undersøkelser av fisketetthet og forekomst av juvenile muslinger (gravestasjoner) bør ta utgangspunkt i de stasjonene som har data både for elvemusling (Sandaas & Enerud 2012b; 2016e) og redokspotensial (denne rapporten).

Basert på de undersøkelsene som er gjort, så tyder både redoksmålingene og klassifisering av økologisk tilstand på at Nitelva, inkludert Ela, er påvirket av eutrofiering (Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016, Persson mfl. 2015, Værøy & Torgersen 2018). Dermed er det ønskelig å redusere tilførselen av næringsstoffer til vassdraget, for å bedre forholdene for juvenile elvemuslinger. Det er derfor viktig å opprettholde buffersonene med naturlig vegetasjon langs vassdraget for å redusere avrenningen av finpartikulært materiale, men også for å begrense næringstilførselen til elven (f.eks. Larsen 2005; 2015c). For å redusere tilførselen av næringsstoffer til elven, kan økonomisk kompensasjon til bønder som reduserer gjødslingen og opprettholder en gjødsselfri dyrket/naturlig buffersone langs vassdragene være aktuelt (Kålås mfl. 2016). Det er også ønskelig å identifisere og utbedre eventuelle punktutslipp av næringsstoffer i nedbørfeltet.

6.1 Områdebeskrivelse

Raudsjøbekken (vassdragsnr. 002.C4D, **figur 14**) 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).

Fylkesmannen i Oslo og Akershus har gjennomført vannkjemiske undersøkelser øverst i Raudsjøbekken i 1988 og fra 1995 til 2018 (Terje Wivestad, pers. med.). Sammenlignet med muslingvassdrag i Skandinavia (Degerman mfl. 2009) og Norge (Larsen 2017a) med god rekruttering tyder hverken gjennomsnittsverdiene for tubiditet (0,59 FNU), fargetall (23 mg/l Pt) eller nitrat (62 µg/l) på at tilførsel av næringstoffer og partikler er et problem i bekken, men verdiene av totalt fosfor (5 µg/l) og totalt organisk karbon (5,5 mg/l) var litt høye sammenlignet med funnene fra Norge. Gjennomsnittsverdiene av ikke-løslig (17 µg/l) og totalt aluminium (44 µg/l) lå nedenfor de skadelige grensene man har observert i henholdsvis Skandinavia og Norge, men verdiene av pH (6,4), kalsium (2,2 mg/l) og magnesium (0,43 mg/l) lå litt lavt sammenlignet med vassdrag med god rekruttering i Norge. Dermed kan forsuring og til dels næringstilførsel være et problem for elvemuslingen i Raudsjøbekken.

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).

6.2 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 utbredelsesområde på ca. 900 m elvestreng (**figur 15**). Tettheten var lav og varierte fra 0,1-0,3 muslinger/m². Det ble ikke funnet noen individer mindre enn 50 mm i noen av bekkene i 2005. Derimot ble det funnet individer mindre enn 50 mm i Raudsjøbekken i 2009 (Sandaas mfl. 2009) og i 2016 ble det funnet ca. 30 juvenile muslinger i nedre del av bekken (Kjell Sandaas, pers. med.). Dette viser at det nylig har vært rekruttering i deler av Raudsjøbekken. Mosjøbekken ble også undersøkt i 2016, men uten funn av yngre muslinger (Sandaas & Enerud 2018b). Stammuslinger fra Raudsjøbekken har blitt 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 & Jakobsen 2014; 2016; 2018, Jakobsen mfl. 2017, Per Jakobsen, pers. med.). Det ble produsert juvenile muslinger, men stammuslingene ble satt tilbake i bekken i juli 2017 (Jakobsen & Jakobsen 2018) på grunn av de nye funnene av juvenile muslinger i bekken (Per Jakobsen, pers. med.). 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.



Figur 15. 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 prøvetakingsområdet i Mosjøbekken. Kartet dekker elvestrekningen fra Mosjøen via Raudsjøen til Tangetjernet i Børtervanna. Kartet er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er det figur 8.



Foto 7. Redoksmålingslokaliteter i Raudsjøbekken. Foto fra stasjon 1. Ingen av fotoene fra Mosjøbekken egnet seg til bruk i rapporten. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 6.

6.3 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 om-



Foto 8. 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. Fotoene er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 7.



Foto 9. Redoksmålingsområde i Mosjøbekken. Målingene ble tatt i kulpen midt i bildet. Foto: Terje Wivestad.

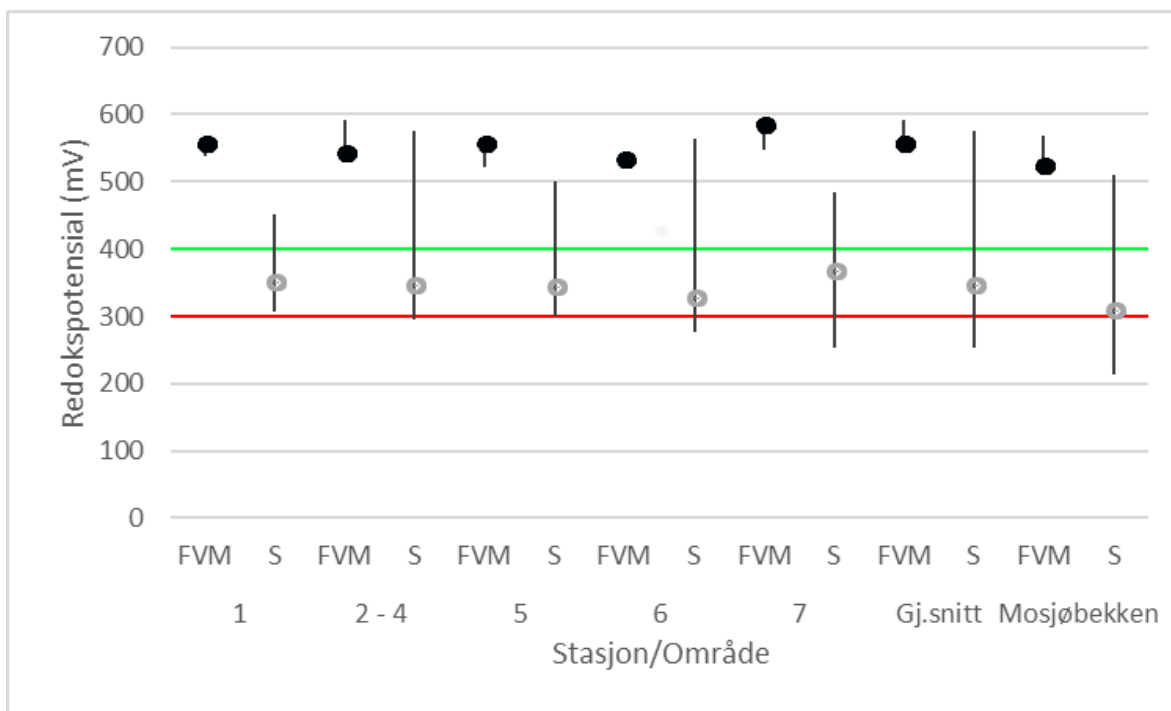
råder (se **figur 15**, og **foto 7** og **8**). På stasjonene ble det gjennomført 15-16 målinger i substratet og 5-8 målinger i de frie vannmassene fordelt på 5-11 transekter. På områdene ble det gjennomført 2-10 målinger i substratet og 1-4 målinger i de frie vannmassene fordelt på 2-7 transekter. I tillegg ble det også gjennomført fire målinger i substratet og tre målinger i de frie vannmassene i Mosjøbekken (se **figur 15** og **foto 9**). Disse målingene fordelte seg på fire transekter. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 10-11). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

6.4 Resultater

Temperaturen i Raudsjøbekken varierte mellom 16,3 og 16,4 °C i 2017. Vannføringen var middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Raudsjøbekken med Mosjøbekken er beskrevet i **figur 16** og **vedlegg 4 tabell 1**.

6.5 Diskusjon

I 2017 var temperaturen i Raudsjøbekken en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i bekken (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen noe høyere enn den antatte



Figur 16. Resultater av redoksmålinger i Raudsjøbekken med Mosjøbekken i 2017. 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 hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er den figur 9.

minimumsvannføringen i bekken. Dermed må man anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i bekken. Funnene fra vassdragene som ble undersøkt både i 2017 og 2018 tyder på dette.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Raudsjøbekken i 2017 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 mediant 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 var 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.). Dermed kan det tyde på at forholdene har forverret seg igjen 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 redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet (36,0-38,6 %), og andel substrat



Foto 10a-d. Beveraktivitet i Raudsjøbekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 8a-d.

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. Det er allikevel verdt å påpeke at nedre del av stasjon 7 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 og 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, Kjell Sandaas, pers. med.). Den har økt (Rune Askvik og Kjell Sandaas, pers. med.) og påvirker bekken sterkt (**foto 10a-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 bekkanten, og tilførsel av tremateriale til bekken fører til økt siltering. Det vil redusere tilgangen til oksygen i substratet og påvirke elvemuslingene



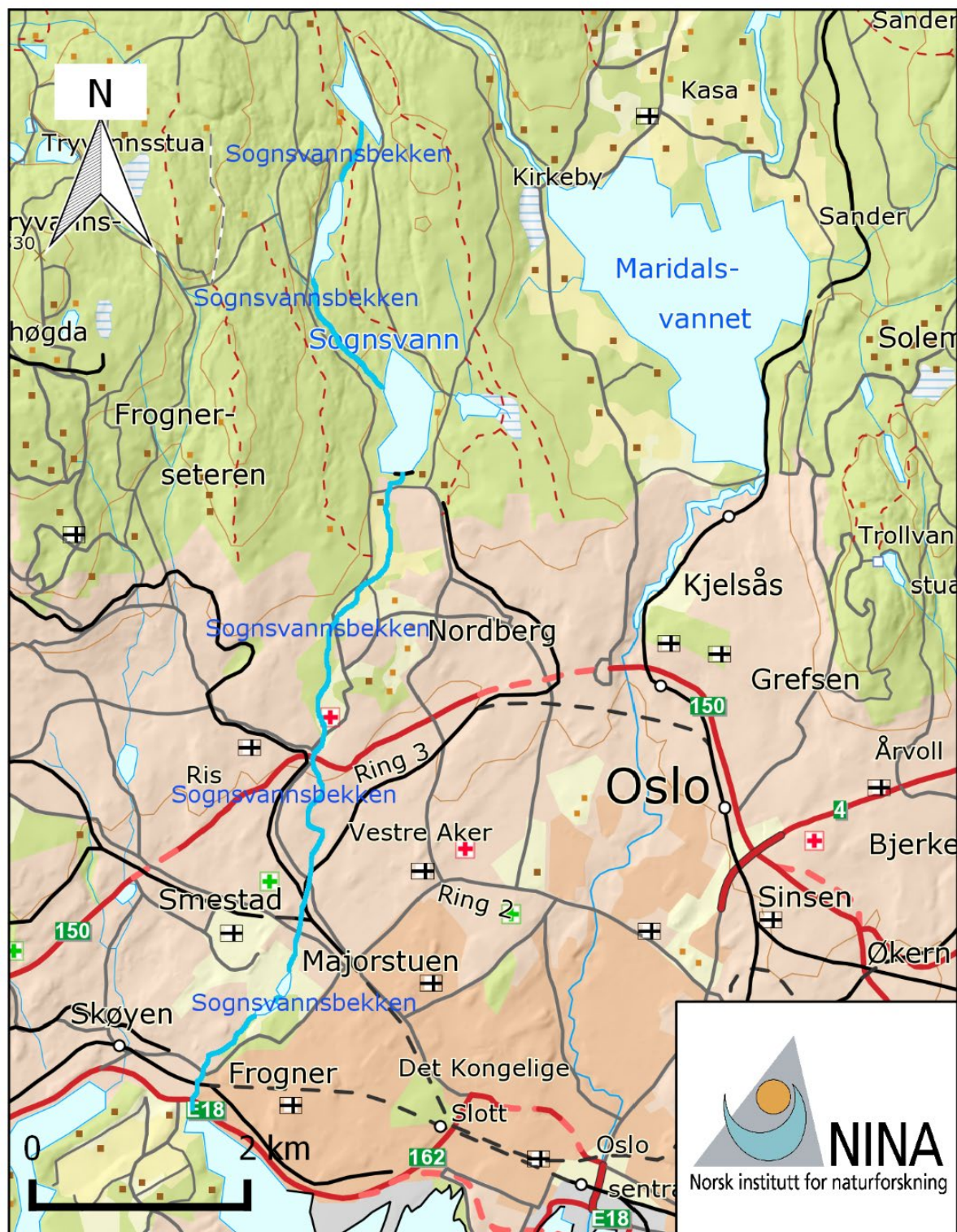
Foto 11. Flis og annet tremateriale i Raudsjøbekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoet er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør det foto 9.

negativt. Både ovenfor og nedenfor beverdemningene var det stor sedimentering av flis og annet tremateriale (**foto 11**). Mange muslinger i område 6 og på stasjon 7 stod i flisholdig substrat. I område 6 ble det også funnet en musling som stod 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. Grunnen til dette er at 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. 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 naturlig vannføringsdynamikk. Hvis dette skal gjennomføres, bør muslingene i bekken midlertidig plasseres et annet sted for å hindre at de blir begravd av løsmasser som blir frigjort under arbeidet.

7 Sognsvannsbekken



Figur 17. Sognsvannsbekken. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Sognsvannsbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er det figur 10.

7.1 Områdebeskrivelse

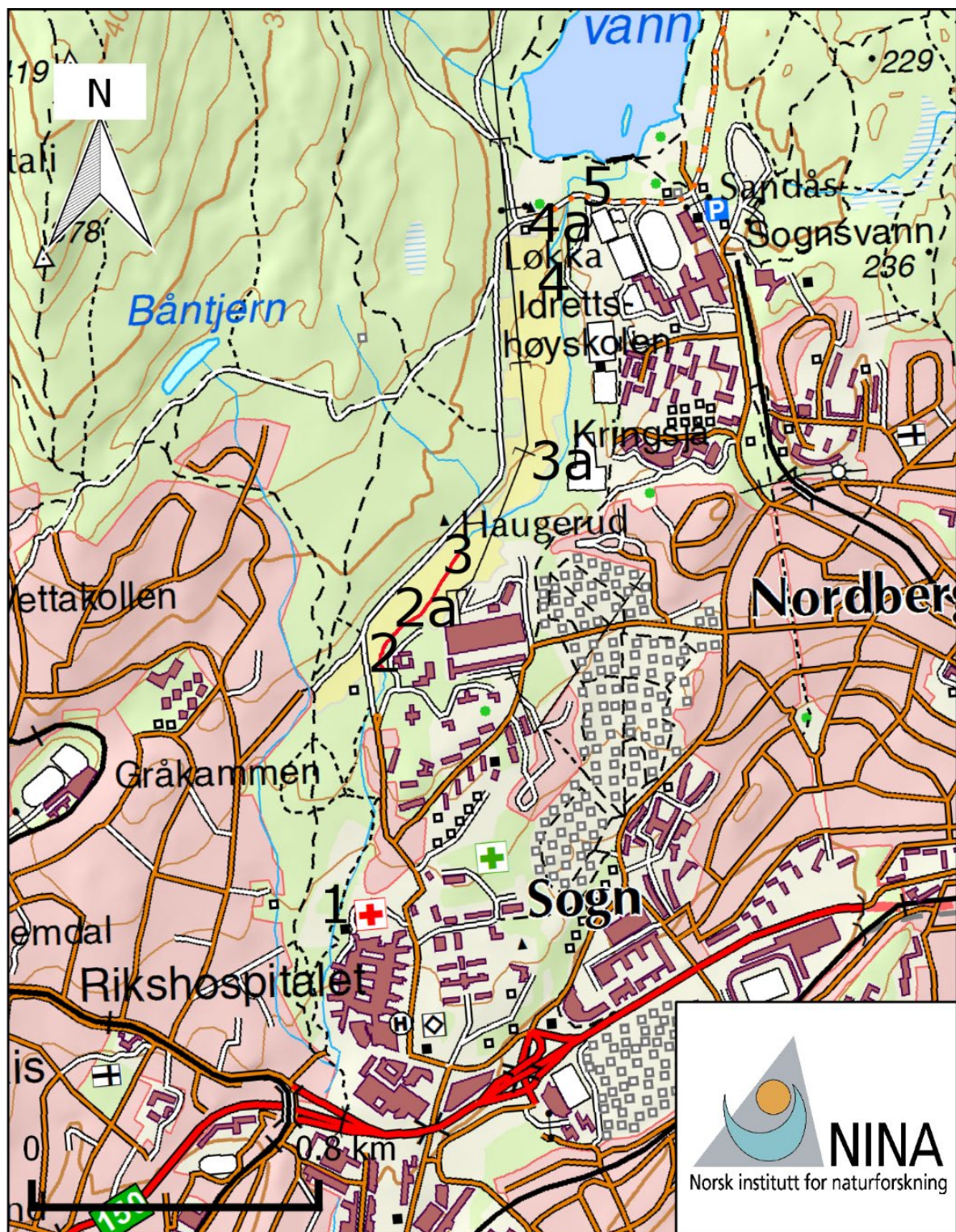
Sognsvannsbekken (også kjent som Frognerbekken/-elva) utgjør et eget vassdrag (vassdragsnr. 006.3Z). Vassdraget ligger i Oslo kommune (**figur 17**). Den delen av bekken som heter Pinabekken har sitt utspring i Store Åklungen (293 moh.), og renner gjennom Lille Åklungen (258 moh.) og ned til Sognsvann (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. 7 km lang. 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).

Sognsvannsbekken har blitt jevnlig undersøkt siden 1976, med henblikk på bunndyr og fisk. Undersøkelsene viser at tilstanden i bekken har variert fra «god» til «svært dårlig», basert på forskjellige år, forskjellige tidspunkt på året, forskjellige stasjoner og forskjellige typer evalueringsmetodikk (bunndyr har gitt dårligere tilstand enn fisk). Den generelle tendensen er at tilstanden blir dårligere og dårligere nedover i vassdraget, fra stasjon FRO1 nedenfor Sognsvann til FRO 5 nedenfor Nedre Frognerdam. Øverst har tilstanden vært «god» gjennom hele undersøkelsesperioden. Ved stasjon FRO 2 var tilstanden lenge «god», med en forverring av tilstanden til «moderat-god» i perioden 2009-2013, før tilstanden igjen var «god» i 2016. Ved stasjon FRO 4 har tilstanden bedret seg noe siden 1984, fra «dårlig-svært dårlig» til «moderat-dårlig» under de siste undersøkelsene. Ved stasjon FRO 5 har det også vært en forbedring i tilstanden fram til 2013 (fra «dårlig-svært dårlig» til «dårlig»), men i 2016 var tilstanden blitt dårligere igjen («dårlig-svært dårlig»). FRO 3 har ikke blitt undersøkt gjennom hele undersøkelsesperioden og ligger i en sidebekk. Undersøkelsene viser at Sognsvannsbekken er påvirket av tilførsel av organisk materiale og annen antropogen forurensning (Saltveit mfl. 2017).

I vassdraget finnes det abbor, gjedde, ørekyte og ørret. I tillegg ble det observert bekkerøye i 1991, og mort ble påvist i Sognsvann og Frognerdammen i 2013. Mort har aldri blitt observert i vassdraget før og er trolig satt ut ulovlig. Ørekyte har vært svært vanlig i vassdraget, men den har blitt mindre vanlig i senere tid. I 2016 ble det bare fanget ørret i selve bekken, med unntak av en gjedde ved FRO 1 (Saltveit mfl. 2017).

7.2 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 18**) (Sandaas & Enerud 2013a). Nye undersøkelser ble gjennomført i 2016 og 2017, og det ble funnet en musling til i 2017 (Sandaas & Enerud 2017c, 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 (Sandaas & Enerud 2013a; 2017c, Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018, 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.



Figur 18. Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Sognsvannsbekken. Strekingen der det er funnet elvemusling er markert med rødt, og stasjon 2 og 3 markerer ytterpunktene i utbredelsesområdet. Noter at alle elvemuslingene som ble funnet ble tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling. Tallene 1-5 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 2, 2a, 3, 3a og 4a ble undersøkt i 2018. Legg merke til at stasjon 2 og 3 ble undersøkt begge år. Kartet dekker elvestrekningen fra Sognsvann til Rikshospitalet. Kartet er generert i QGIS 2.16.1 (QGIS Developmental Team 2016). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2018).



Foto 11. Redoksmålingsstasjoner i Sognsvannsbekken. Stasjon 1-5. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 2, 2a, 3, 3a og 4a ble undersøkt i 2018. Legg merke til at stasjon 2 og 3 ble undersøkt begge år. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene for stasjonene som ble undersøkt i 2017 er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten utgjør de foto 10.

7.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Sognsvannsbekken 31.08.2017 og 24.07.2018. I 2017 var det opprinnelig planlagt å bare undersøke tre stasjoner, men etter samtaler med Kjell Sandaas 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 både i 2017 og 2018 (se **figur 18** og **foto 11**). Stasjonene ble valgt ut basert på

samtalene med Kjell Sandaas, og er representative for de delene av bekken som fremdeles har elvemusling og/eller ansees som best egnet for utsetting av juvenile muslinger. To av stasjonene ble undersøkt begge år, for at det skulle være mulig å sammenligne funnene mellom årene. Det ble tatt 15-16 målinger i substratet og 4-5 målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte seg på 4-5 transekter per stasjon. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 10-11). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

7.4 Resultater

I 2017 varierte temperaturen i Sognsvannsbekken mellom 13,2 og 15,4 °C, mens i 2018 varierte temperaturen mellom 17,2 og 17,4 °C. Vannføringen var middels-lav i 2017, mens den var ekstremt lav i 2018. Resultatene av redoksmålingene fra bekken i 2017 er beskrevet i **figur 19** og **vedlegg 5 tabell 1**. Resultatene fra 2018 er beskrevet i **figur 20** og **vedlegg 5 tabell 2**. For stasjon 2 og 3 er det gjort en sammenlikning av resultatene mellom 2017 og 2018 i **figur 21**.

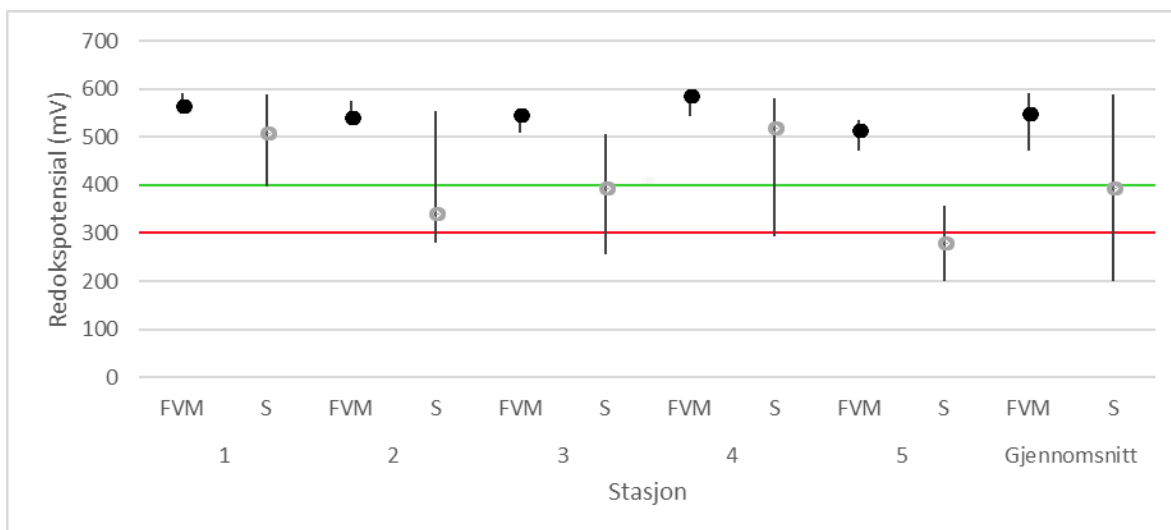
7.5 Diskusjon

7.5.1 Redoksmålinger i 2017

Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2017 var preget av høy nedbør og relativt lave temperaturer. Dermed var temperaturen en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i Sognsvannsbekken (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen en del 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 redokspotensialet i substratet i Sognsvannsbekken i 2017 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 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). Redokspotensialet i substratet tilsier moderat habitatkvalitet og det var noe egnet substrat, mens reduksjonen i redokspotensial tilsier at habitatkvaliteten generelt sett var relativt dårlig. Dermed var den generelle tilstanden i bekken moderat til dårlig i 2017.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken i 2017, 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 reduksjon 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 nær halvparten 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 11**) bestod av mye finsedimenter. Dette 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



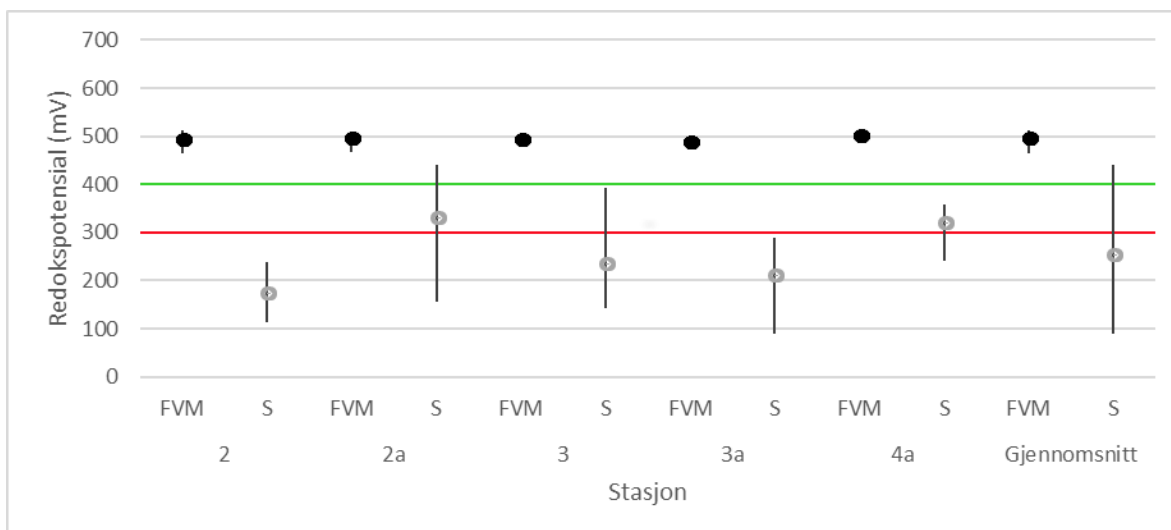
Figur 19. Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2017. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er modifisert fra figur 12 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).

forholdene ved stasjon 4 (**foto 11**) kan forklares med at stasjonen bestod av mye løs grus. Stasjon 2 og 3 (**foto 11**) 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 11**), 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.

7.5.2 Redoksmålinger i 2018

Sommeren 2018 var preget av ekstrem tørke på Østlandet og er regnet som en av de tørreste somrene i moderne tid. Dermed må man forvente at temperaturene ville være opp mot maksimumsverdiene man kan forvente i Sognsvannsbekken. Allikevel var de relativt lave (17,3 °C i gjennomsnitt). Dette kan muligens forklares med at grunnvannstilførsel utgjorde størsteparten av vannføringen, da svært lite vann ble sluppet fra dammen ved Sognsvann (pers. obs.). Vannføringen var ekstremt lav (**foto 11**, Stasjon 3a og 4a) og den må ha vært tilnærmet lik minstevannføringen i bekken. Redoksmålingene representerer dermed sannsynligvis en ekstremt dårlig situasjon i bekken og i 'normalår' vil man forvente høyere verdier. På grunn av global oppvarming er det allikevel sannsynlig at somre som den i 2018 vil bli vanligere framover, siden klimamodellene predikerer at klimatiske ekstremsituasjoner vil bli vanligere i Norge i framtiden.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i 2018 var 241 mV. Dette ligger langt nedenfor minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 51,4 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). I tillegg fantes det svært lite substrat med god habitatkvalitet for juvenil elvemusling i bekken (2,6 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Alle målingene tilsier dermed svært dårlig habitatkvalitet for juvenile muslinger.



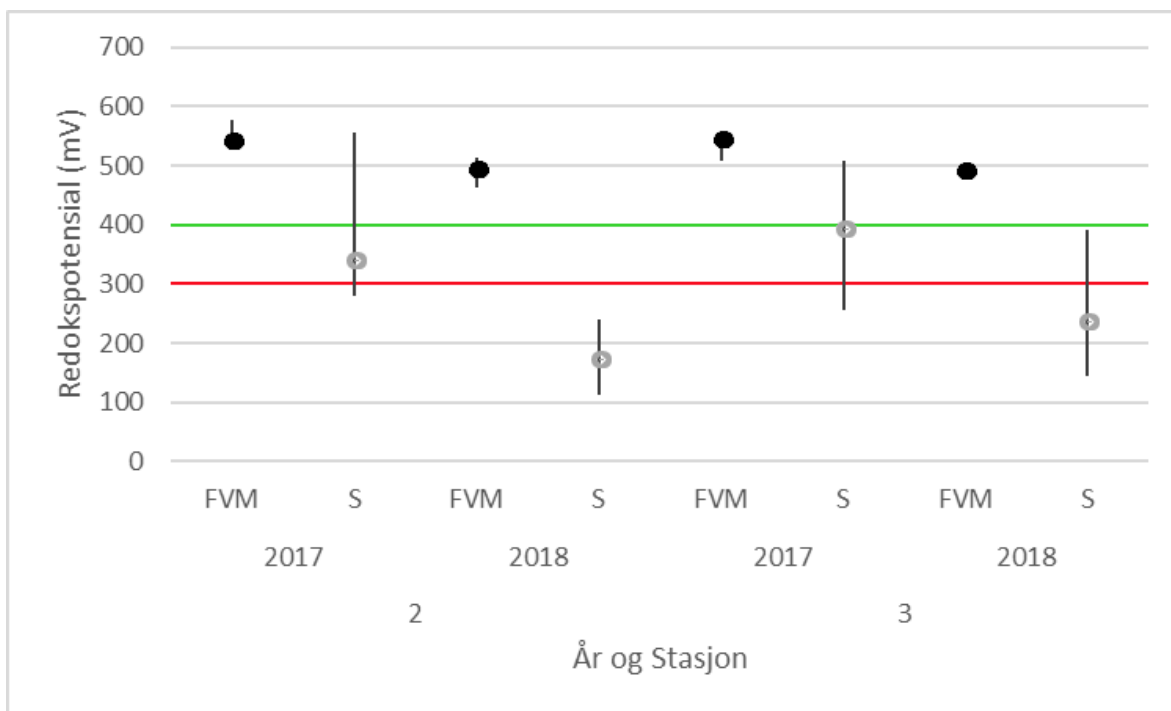
Figur 20. Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2018. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Tilstanden var dårligst ved stasjon 2, 3 og 3a, som hadde svært lavt median redokspotensial i substratet (172-234 mV), en svært høy reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (52,4-64,0 %), og ikke noe substrat av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (0 % for alle stasjonene). Stasjon 2a og 4a hadde høyere median redokspotensial (henholdsvis 328 og 319 mV), og lavere reduksjon mellom de frie vannmassene og substratet (henholdsvis 33,7 og 36,2 %), men det var bare stasjon 2a som hadde noe substrat av god habitatkvalitet (13,3 %). De svært dårlige forholdene ved stasjon 3a (**foto 11**) kan nok delvis forklares ved at substratet ved stasjonen var sterkt siltpåvirket. De noe bedre forholdene ved stasjon 4a (**foto 11**) kan muligens forklares ved at stasjonen ligger ganske nært Sognsvann. Dermed har den nok ikke blitt påvirket av jordbruksaktiviteten i området (pers. obs.) og tilførsel av sedimenter i forbindelse med utbyggingen av nytt vannmagasin i Vettakollåsen (Erik Framstad, pers. med.), i motsetning til de andre stasjonene. Allikevel forklarer ikke disse påvirkningsfaktorene at stasjon 2 og 3 hadde like dårlige forhold som stasjon 3a, og at stasjon 2a hadde noe bedre forhold enn stasjon 4a.

7.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018

Som tidligere diskutert, så var sannsynligvis forholdene i 2017 bedre og forholdene i 2018 dårligere enn det normale 'verste scenariet' man kan forvente å få i løpet av en sommer i Sognsvannsbekken. Dermed er det vanskelig å gjøre en direkte sammenligning av alle stasjonene mellom årene. For å kunne få en bedre forståelse av forskjellene mellom de to årene, ble to av stasjonene undersøkt begge år. Målingene viser at redokspotensialet for stasjon 2 og 3 var mye lavere i 2018 enn i 2017 (henholdsvis 172 og 234 mV mot 339 og 391 mV), at reduksjonen mellom vannmassene og substratet var mye høyere (henholdsvis 65,0 og 52,4 % mot 37,1 og 27,9 %), og at andelen av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling var mye lavere (henholdsvis 0 % for begge stasjonene mot 13,3 og 46,7 %). Sammenligningen tyder på at vannføringen og temperaturen i 2018 hadde større negativ påvirkning på stasjon 3, som hadde moderat habitatkvalitet i 2017, enn stasjon 2, som hadde dårlig habitatkvalitet i 2017.

Hvis man antar at stasjoner som hadde omtrent samme forhold i det ene året også vil ha det i det andre året, er det mulig å sammenligne redokspotensialet mellom alle lokalitetene. En slik



Figur 21. Sammenligning av redoksmålinger mellom 2017 og 2018 på stasjon 2 og 3 i Sognsvannsbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene i begge år. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

sammenligning tilsier i 2017 gode forhold ved stasjon 1, 2a og 4, moderate til gode forhold ved stasjon 4a, moderate forhold ved stasjon 3, moderate til dårlige forhold ved stasjon 3a, og svært dårlige forhold ved stasjon 2 og 5. I 2018 tilsier sammenligningen sannsynligvis moderate til dårlige forhold ved stasjon 1 og 4, dårlige forhold ved stasjon 2a, dårlige til svært dårlige forhold ved stasjon 4a, og svært dårlige forhold ved stasjon 2, 3, 3a og 5. Som diskutert tidligere, så finnes det mulige forklaringer til forskjellene mellom enkelte av stasjonene, som substratforhold og lokalisering i vassdraget, mens det er ingen åpenbare forklaringer på forskjellene mellom andre av stasjonene. 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 bekken. I tillegg vil det være nødvendig å få en bedre forståelse av vannførings- og silteringsdynamikken i systemet.

Gitt antakelsen om sammenlignbarhet mellom 2017 og 2018, tilsier redokspotensialet at stasjon 1 og 4 er de best egnede lokalitetene for elvemusling i Sognsvannsbekken. Dessverre er nok substratet for ustabil for juvenile muslinger 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. Stasjon 2a er noe mindre egnet, mens stasjon 3 og 4a heller ikke er fullstendig uegnet for juvenil musling i år med bedre forhold enn i 2018. Derimot ser stasjon 2, 3a og 5 ut til å være dårlig egnet uansett år. Sannsynligvis vil stasjon 1 være best egnet for utsetting av juvenil elvemusling fra kultiveringsprogrammet, basert på redoksmålingene og stabiliteten av substratet (pers. obs.) ved stasjonene. Det kan godt hende at muslingene fra kultiveringsprogrammet også vil klare seg ved stasjon 2a, 3 og 4a, da de er større og mindre sårbare for lavt oksygennivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.).

7.5.4 Oppsummering og tiltak

Gitt forskjellene i klimatiske forhold mellom 2017 og 2018, vil nok redokspotensialet i Sognsvannsbekken normalt sett ligge mellom det som ble observert i de to årene. I 2017 var forholdene generelt sett moderate til dårlige i elven, men noen av stasjonene hadde gode eller moderate forhold. I 2018 var forholdene svært dårlige i hele bekken. En mellomsituasjon mellom disse to årene tyder dermed på at forholdene i Sognsvannsbekken vil være generelt dårlige i de aller fleste år. Siden juvenil elvemusling lever nedgravd i grusen i flere år (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a), vil de være avhengig av flere gode år på rad for å kunne overleve i bekken. Dermed er det kanskje ikke så overraskende at det bare har blitt funnet fire eldre og ingen juvenile muslinger i bekken i senere tid (Sandaas & Enerud 2013a; 2017c, Kjell Sandaas, pers. med.). Det er allikevel godt mulig at muslingene fra kultiveringsprogrammet vil klare seg ved enkelte av stasjonene i bekken, da de er større og mindre sårbare for lavt oksygennivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.).

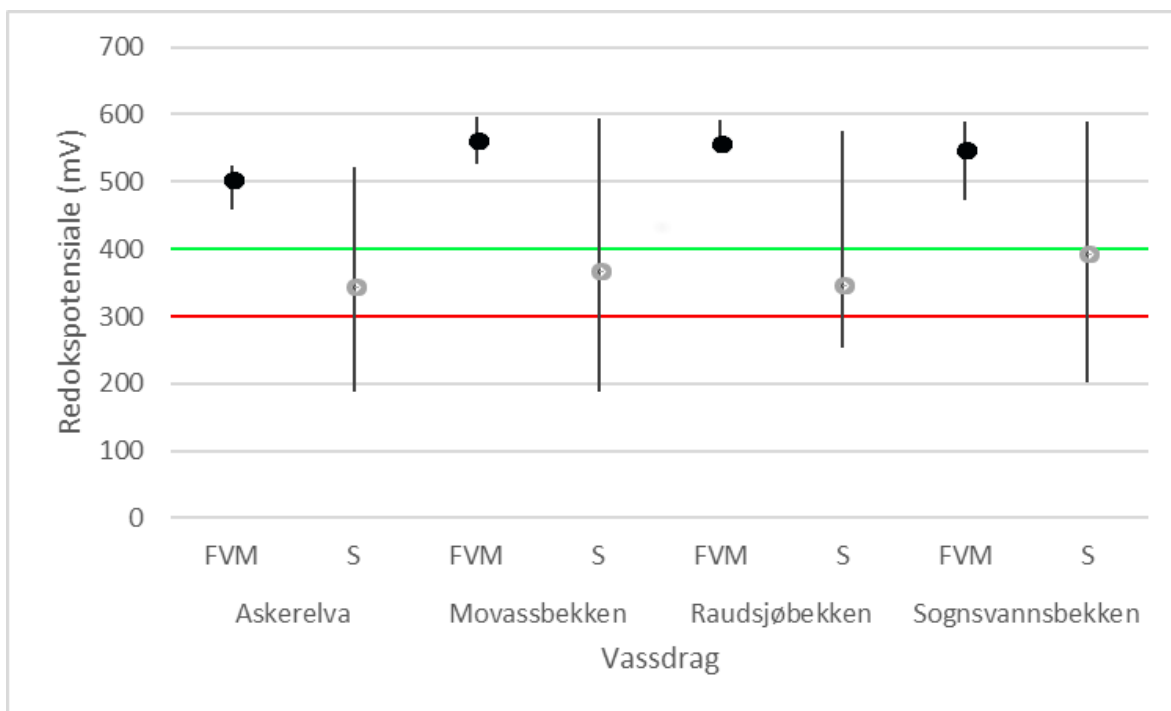
Den generelt relativt dårlige tilstanden i Sognsvannsbekken er ikke overraskende. I tillegg til at en større del av bekkens nedbørsfelt består av bebyggelse (NEVINA 2017), så finnes det noe jordbruksaktivitet (pers. obs.) og det har vært en del anleggsaktivitet (Erik Framstad og Kjell Sandaas, pers. 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. Allikevel er nok påvirkningen fra dette uttaket 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 (Saltveit mfl. 2017). Alle redoksstasjonene ligger i det som regnes som øvre deler av bekken. Det kan kanskje forklare hvorfor et par av stasjonene hadde god tilstand i 2017, 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. For å redusere tilførselen av næringsstoffer til bekken, kan økonomisk kompensasjon til bønder som reduserer gjødslingen og opprettholder en gjødsselfri dyrket/naturlig buffersone langs vassdragene være aktuelt (Kålås mfl. 2016). 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 2015c, Quinlan mfl. 2015).

8 Oppsummering

Redoksmålingene viser at alle de undersøkte vassdragene hadde problemer med tilgjengelig oksygen i substratet. Dette var også tilfellet i 2017, selv om målingene ble gjennomført ved vanntemperaturer og vannføring som ikke var representativt for de verste forholdene man kan forvente å finne i disse vassdragene. Dermed var det ikke overraskende at dette også var tilfellet i 2018, da Østlandet var utsatt for ekstrem tørke og man kan anta at forholdene er representative for bortimot de absolutt verste forholdene man kan forvente å finne i disse vassdragene. Sannsynligvis vil redokspotensialet i et 'normalår' ligge mellom det man observerte i 2017 og det man observerte i 2018.

Askerelva hadde dårlige forhold i 2017 og enda verre forhold i 2018. I 2017 var elven det vassdraget som hadde nest dårligst habitatkvalitet for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (**figur 22** og **vedlegg 6 tabell 1**), mens den i 2018 hadde dårligst habitatkvalitet av alle (**figur 23** og **vedlegg 6 tabell 2**). Sammenligning av forholdene ved to av stasjonene i begge år viser at habitatkvaliteten var svært mye dårligere i 2018 enn i 2017 (**figur 24** og **vedlegg 6 tabell 3**). 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. 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018), 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 redokspotensial 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 økte habitatstrukturen, og tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og vertsfisk (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015).

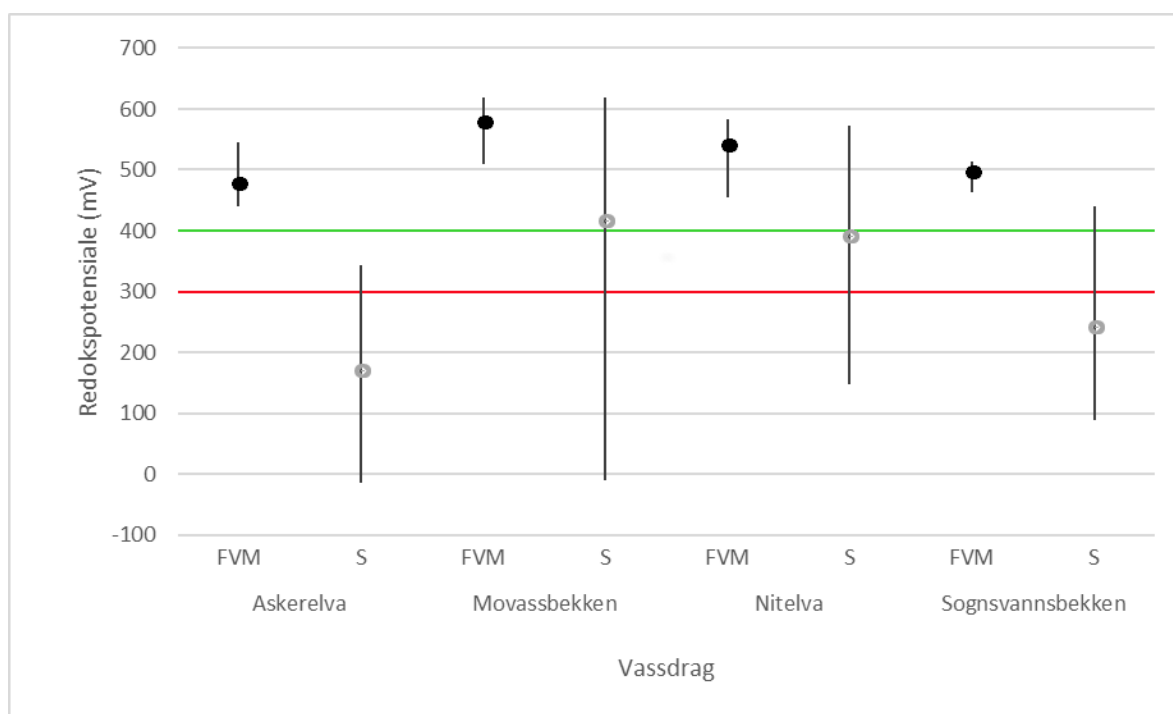
Movassbekken hadde dårlige forhold i 2017, men forholdene var faktisk bedre (moderate til gode) i 2018. Dette forklares nok med at to av stasjonene som ble undersøkt i 2018 hadde større strømhastighet enn stasjonene som ble undersøkt i 2017. I 2017 hadde elven noe bedre habitatkvalitet for juvenil elvemusling enn Askerelva basert på redokspotensialet (**figur 22** og **vedlegg 6 tabell 1**), mens den i 2018 hadde best habitatkvalitet av alle de undersøkte vassdragene (**figur 23** og **vedlegg 6 tabell 2**). Basert på forholdene ved de to stasjonene som ble undersøkt i begge år, var habitatkvaliteten likevel noe dårligere i 2018 enn i 2017 (**figur 24** og **vedlegg 6 tabell 3**). De små forskjellene i redokspotensial mellom årene er overraskende gitt de store forskjellene i nedbør og temperatur mellom 2017 og 2018. At forskjellene i redokspotensial er så små, forklares nok av at bekken får overført vann fra Ørfiske (Terje Wivestad, pers. med.) og at vannføringen i bekken dermed ikke følger den naturlige avrenningen i vassdraget. Selv om den generelle tilstanden i bekken må regnes som moderat til dårlig, så var det enkelte av stasjonene som lå i grenseland mellom moderat og god tilstand eller hadde god tilstand. Det kan forklare hvorfor det er observert noe rekruttering i bekken i de senere år (Kjell Sandaas, pers. med.). Lokalitetene med god tilstand er sannsynligvis egnet for juvenil elvemusling. Lokalitetene med moderat eller bedre tilstand er sannsynligvis egnet for utsetting av elvemusling fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018), da disse muslingene sannsynligvis vil tolerere dårligere forhold enn naturlig produserte småmuslinger pga. sin større størrelse (Per Jakobsen, pers. med.). Det finnes ingen åpenbare årsaker til den dårlige tilstanden i bekken. Det er mulig at den er naturlig, siden bekken renner gjennom store avsetninger av løsmasser, men kanalisering og steinsetting av nedre deler av bekken, i forbindelse med tømmerfløting (Kjell Sandaas og Terje Wivestad, pers. med.), kan 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 (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015). Dette kan gjøres gjennom å tilbakeføre en del av steinene som ble fjernet i forbindelse med kanaliseringen (Terje Wivestad, pers. med.).



Figur 22. Resultater av redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken i 2017. 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 i verdiene for Raudsjøbekken. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er det figur 13.

Nitelva hadde moderate forhold i 2018 og ble ikke undersøkt i 2017. De moderate forholdene i 2018 er noe overraskende pga. den ekstreme tørken på Østlandet. Undersøkelsene fra vassdragene som ble undersøkt både i 2017 og 2018 (**figur 24** og **vedlegg 6 tabell 3**) tyder på at forholdene i Nitelva ville vært bedre i et 'normalår'. I 2018 var elven det vassdraget som hadde den nest beste habitatkvaliteten (**figur 23** og **vedlegg 6 tabell 2**). Selv om den generelle tilstanden i elven var moderat, så var det flere av stasjonene som hadde god tilstand. I tillegg hadde flere av lokalitetene moderat tilstand og man vil forvente at de ville ha bedre tilstand i et 'normalår'. Det kan forklare hvorfor det er observert noe rekruttering i elven (Sandaas & Enerud 2012b). Gitt den generelle tilstanden i elven så er det kanskje overraskende at rekrutteringen ikke har vært høyere. Dette kan kanskje forklares med lav tilgang på vertsfisk i elven (Sandaas & Enerud 2012b; 2015a; 2016b). Sidebekkene Ela og Ørfiskebekken hadde henholdsvis moderat og god tilstand, men substratet i Ørfiskebekken virket for ustabil for elvemusling. Lokalitetene med god tilstand og, kanskje til og med, lokalitetene med moderat tilstand vil være egnet for juvenil elvemusling i 'normalår'. De vil også være egnet for flytting av elvemusling innad i vassdraget (Sandaas & Enerud 2015a; 2016b) og utsetting av elvemusling fra det nasjonale kultiveringsprogrammet, hvis bestanden i Nitelva skulle tas inn i dette.

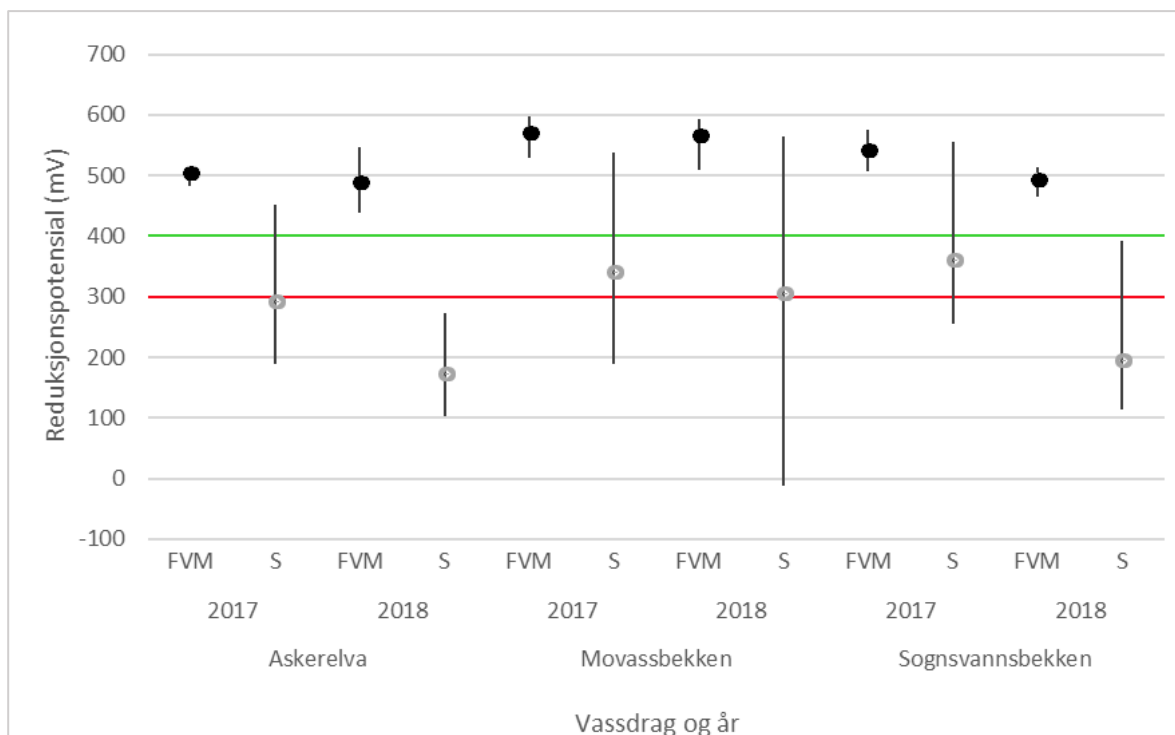
Raudsjøbekken med Mosjøbekken hadde dårlige forhold i 2017 og ble ikke undersøkt i 2018. Funn fra de vassdragene som ble undersøkt i både 2017 og 2018 (**figur 24** og **vedlegg 6 tabell 3**) tyder på at forholdene i Raudsjøbekken ville vært enda verre i 2018 enn i 2017. I 2017 var bekken det vassdraget som hadde den dårligste habitatkvaliteten for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (**figur 22** og **vedlegg 6 tabell 1**). 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 & Jakobsen 2014; 2016; 2018, Jakobsen mfl. 2017), kanskje med unntak av nedre del av den nederste stasjonen i Raudsjøbek-



Figur 23. Resultater av redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva og Sognsvannsbekken i 2018. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for de fire vassdragene. Målingene fra Ela og Ørfiskebekken er ikke inkludert i verdiene for Nitelva. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

ken. 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 (pers. obs.). 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 mellomagres ovenfor det påvirkede området, for å forhindre at de blir begravd av løsmasser fra demningene. Mosjøbekken hadde enda lavere redokspotensial enn Raudsjøbekken. Demningen ved utløpet av Mosjø påvirker vannføringsdynamikken på en slik måte at det fører til økt siltering 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, noe som fremdeles kan påvirke 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 naturlig vannføringsdynamikk. Hvis dette skal gjennomføres, bør muslingene i bekken midlertidig plasseres på et annet sted for å hindre at de blir begravd av løsmasser som blir frigjort under arbeidet.

Sognsvannsbekken hadde relativt dårlige forhold i 2017 og enda verre forhold i 2018. I 2017 var bekken det vassdraget som hadde den beste habitatkvaliteten for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (**figur 22** og **vedlegg 6 tabell 1**), mens den i 2018 hadde nest dårligst habitatkvalitet av de undersøkte vassdragene (**figur 23** og **vedlegg 6 tabell 2**). Sammenligning av forholdene ved de to stasjonene som ble undersøkt i begge år, viser at habitatkvaliteten var svært mye dårligere i 2018 enn i 2017 (**figur 24** og **vedlegg 6 tabell 3**). Dessverre tyder funnene på at ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenil musling. Allikevel tyder forholdene i 2017 på at et par av stasjonene vil egne seg for utsetting av musling fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Sandaas & Enerud 2013a; 2017c, Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen



Figur 24. Sammenligning av redoksmålinger mellom 2017 og 2018 i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. Sammenligningen er basert på de to stasjonene som ble undersøkt begge år i hvert av vassdragene. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.

& Jakobsen 2018, Kjell Sandaas, pers. med.). Overraskende nok var det den nederste stasjonen som virket best egnet for juvenil musling, med høyere redokspotensial, 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 vertsfisk (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015).

En av hovedårsakene til manglende rekruttering i elvemuslingbestander er redusert oksygentilgang i substratet pga. økt næringstilførsel og siltering (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a). Siden alle de undersøkte vassdragene, med unntak av Raudsjøbekken, har hatt liten eller ingen rekruttering i senere tid (Sandaas & Enerud 2012b; 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 siltering i vassdragene. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til den dårlige tilstanden i både Askerelva og Sognsvannsbekken, og den moderate tilstanden i Nitelva. I tillegg er det nok en medvirkende årsak til tilstanden i Raudsjøbekken. I denne bekken er allikevel beveren hovedårsaken til økt siltering og at forholdene sannsynligvis har blitt betraktelig dårligere i løpet av de siste årene. I Movassbekken er nok den relativt høye silteringen hovedsakelig naturlig, men tidligere kanalisering og steinsetting kan ha bidratt til å øke silteringen. Uansett bør tiltak gjennomføres for å redusere silteringen i alle vassdragene, og det kan være ønskelig å tilføre

større steiner til flere av vassdragene for å endre silteringsdynamikken og øke habitatkvaliteten for muslinger og vertsfisk (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015).

9 Referanser

- Andersen, A. 1984. Dammuslingens Liv og Levekår i Området ved Nordre Øyeren (om *Anodonta piscinalis* Nilss. om *Pseudoanodonta complanata* (Rossm.)). Hovedoppgave i biologi, Universitetet i Oslo.
- Bauer, G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* in central Europe. *Biological Conservation* 45: 239-253.
- BERGGRUNN. 2017. Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge.
- BERGGRUNN. 2018. Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge.
- Brabrand, Å., Pavels, H., Bremnes, T., Marthinsen, G., Dokk, J.G. & Museth, J. 2014. Påvisning av gyteområder for asp og erfaring med bruk av el-fiskebåt i Leira og Nitelva. Universitetet i Oslo, Naturhistorisk Museum Rapport 38. 25 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.
- Denic, M. & Geist, J. 2015. Linking stream sediment deposition and aquatic habitat quality in pearl mussel streams: Implications for conservation. *River Research and Applications* 31: 943-952.
- 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 LIFE05Nat/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. 2018. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene.
- Grande, M. 1972. Resipientforholdene i Romerriksvassdragene Nitelva, Leira og Rømua: Rapportdel III. Fiskeribiologiske undersøkelser. NIVA Rapport 55/68. 29 s.
- Hofland, L. 1977. Perlefiske på Harestua? Hare-labben 6.
- Holm, T.M. & Aakerøy, P.A. 2015. Årsrapport 2014: Kjemisk fysisk overvåking av vannforekomster i Vannområde Leira-Nitelva. Rambøll Rapport. 28 s.
- Holm, T.M. & Aakerøy, P.A. 2016. Årsrapport 2015: Kjemisk fysisk overvåking av vannforekomster i Vannområde Leira-Nitelva. Rambøll Rapport. 35 s.
- Holm, T.M., Chiarello, C.M., de Ruiters, H. & Aakerøy, P.A. 2014. Årsrapport 2013: Kjemisk fysisk overvåking av vannforekomster i Vannområde Leira-Nitelva. Rambøll Rapport. 28 s.

- Husebø, M. & Husby, I. 2017. Drikkevannskvalitet i Oslo i 2016. Vann- og avløpsetaten, Oslo kommune, Datarapport. 93 s.
- Husebø, M. & Husby, I. 2018. Drikkevannskvalitet i Oslo i 2017. Vann- og avløpsetaten, Oslo kommune, Datarapport. 60 s.
- Høyer, C.A. 1885. Belegg ved Zoologisk museum i Oslo.
- 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. 2016. Årsrapport 2015: Kultivering av elvemusling for utsetting. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 6 s.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2018. Produksjon i kultiveringsanlegget: 2017. S. 6-14 i: Jakobsen, P. (red.) 2018. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling 2017. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet. 82 s.
- 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. & 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, England.
- 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 Ardenne". Upublisert Rapport. 59 s.
- Killeen, I.J. 2012. Conservation and restoration of a freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) population in Northern England. S. 69-80 i: Henrikson, L., Arvidsson, B. & Österling, M. (eds.). 2012. Aquatic conservation with focus on *Margaritifera margaritifera*: Proceedings of the international conference in Sundsvall, Sweden, 12-14 August, 2009. Karlstad University Studies 2012:40. 179 s.
- Kålås, S., Haavik, T.B., Steinsvåg, M.J. & Vatshelle, Ø. 2016. Tiltak i landbruket for å verne bestandar av elvemusling i Hordaland. Rådgivende Biologer Rapport 2293. 63 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. 3. 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. 2013. Problemkartlegging med tilknytning til elvemusling i Håelva og forslag til tiltaksplan for å ta vare på og styrke bestanden i vassdraget. NINA Rapport 911. 66 s.
- Larsen, B.M. 2015a. Tiltaksanalyse for elvemusling i Begna: Hvilke kritiske faktorer finnes og hva kan vi gjøre for å sikre arten i Begna? NINA Rapport 1167. 63 s.
- Larsen, B.M. 2015b. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Fallselva, Oppland. NINA Rapport 1166. 48 s.
- Larsen, B.M. 2015c. En oppsummering av tiltak for elvemusling i Norge iverksatt gjennom handlingsplanen eller tilskuddsordningen for prioriterte arter. NINA Rapport 1208. 64 s.
- Larsen, B.M. 2017a. Overvåking av elvemusling i Norge: Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. NINA Rapport 1350. 156 s.
- Larsen, B.M. 2017b. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Utvikelva, Nord-Trøndelag. NINA Rapport 1325. 51 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2018. Elvemusling og fisk i Elstadelva, Nord-Trøndelag: Kartlegging i forbindelse med Knutfoss kraftverk. NINA Rapport 1451. 45 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.
- Lois Lugilde, S. 2015. Sampling, Modelling and Prediction for Freshwater Species across River Ecosystems: An Example with the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758). Ph.D. Thesis, Department of Zoology and Physical Anthropology, University of Santiago de Compostela, Spain. 218 s.
- Magerøy, J.H. 2017. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Agder: Redoksmålinger i Hammerbekken, Lilleelv, Storelva, Straibekken og Vassbotnbekken. NINA Rapport 1419. 61 s.
- Magerøy, J.H. 2018. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus: Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken. NINA Rapport 1418b. 46 s.
- Moorkens, E. 2006. Irish non-marine molluscs: An evaluation of species threat status. Bulletin of the Irish Biogeographical Society 30: 348-371.
- NEVINA. 2017. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- NEVINA. 2018. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- Persson, J., Fosholt Moe, T., Edvardsen, H. & Friberg, N. 2015. Biologisk overvåking i Vannområde Leira-Nitelva 2014. NIVA Rapport LNR. 6816-2015. 33 s.
- 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., Brabrand, 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.
- Saltveit, S.J., Bremnes, T., Pavels, H. & Brabrand, Å. 2017. Tilstand for bunndyr og fisk i Hoffselva og Songsvannsbekken-Frognervelva i 2016. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 59. 40 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 næringsmildeletaten, 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 næringsmildeletaten, 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 næringsmildeletaten, 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 næringsmildeletaten, Oslo kommune, Rapport 8/98. 22 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2005. Flat dammusling *Pseudoanodonta complanata* i Akershus fylke: Status 2005. Med kommentarer om andemusling i en sympatrisk populasjon. Fylkesmannen i Oslo & Akershus Rapport 2-2005. 26 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. 2012a. 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. 2012b. Elvemusling i Nitelva 1998 - 2012, Nittedal kommune, Akershus 2012. Naturfaglige Konsulent tjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 25 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 Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Verkenselva, Asker kommune, Oslo og Akershus, 2014. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 12 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014b. Elvemusling i Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus, 2014. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 16 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Hoffselva, Oslo kommune, 2014. Naturfaglige Konsulentttjenester & 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 Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2015a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera*: Flytting til sidebekker i Nitelva, Nittedal kommune, Akershus, 2015. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2015b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kampåa nedre del, Nes kommune, Akershus fylke, 2015. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2015c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera*: Askerelva anadrom del 2015, Asker kommune, Akershus. Naturfaglige Konsulentttjenester og Fisk & Miljøundersøkelser Rapport. 12 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016. Kartlegging av elvemusling i Nitelva ved Rotnes og Slattum og i nedre del av Ørfiskebekken, Nittedal kommune, Akershus, 2016. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 11 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016a. Elvemusling i Sandvikselva og Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus, 2015. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016b. Forsøk med flytting av elvemusling *Margaritifera margaritifera* til sidebekker i Nitelva, Nittedal kommune, Akershus, 2016. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Mosjøbekken: Status, Enebakk kommune, Akershus fylke, 2016. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 14 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016d. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Brekkedammen i Akerselva, Oslo kommune, Oslo og Akershus fylker, 2016. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport. 19 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2017a. Utbredelse og bestandsstatus: Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Tunnsjøbekken 2016, Aurskog-Høland kommune, Akershus fylke. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 19 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2017b. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Akerselva 2017, Oslo kommune, Oslo og Akershus. Naturfaglige Konsulentttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 17 s.

- Sandaas, K. & Enerud, J. 2017c. Status for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sognsvannsbekken, Oslo kommune, 2016. Naturfaglige Konsulent tjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 12 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2018a. Rekruttering hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kampåa 2008-2016, Nes kommune, Akershus fylke. Naturfaglige Konsulent tjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 11 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2018b. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Mosjøbekken 2005 - 2016, Enebakk kommune, Oslo og Akershus fylker. Naturfaglige Konsulent tjenester & 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, Miljøvernavdelingen, 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, Miljøvernavdelingen, 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.
- Sandaas, K., Enerud, J. & Holmsen, L. 2012. Store ferskvannsmusling i Nitelva og Leira, Skedsmo kommune, Akershus 2012. Naturfaglige Konsulent tjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport 13 s.
- SILDRE. 2018. Vannføring for Fossen, Nr. 2.461.0. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.
- 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.
- Værøy, N. & Torgersen, P. 2018. Biologisk overvåking i Vannområde Leira-Nitelva 2017. COWI Notat. 55 s.
- Økland, J. & Andersen, A. 1985. De første funn av flat dammusling *Pseudoanodonta complanata* i Norge og litt om store muslinger i ferskvann. *Fauna Norvegica* 38: 95-100.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Samling/kartotek over opplysninger om elvemusling samlet av J. Økland og K. A. Økland, Universitetet i Oslo. Arkivert hos Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning.
- Österling, M.E., Arvidsson, B.L. & Greenberg, L.A. 2010. Habitat degradation and the decline of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera*: Influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. *Journal of Applied Ecology* 47: 759-768.

10 Vedlegg

10.1 Askerelva

Vedlegg 1 Tabell 1. Resultater av redoksmålinger i Askerelva 2017. 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 mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er den tabell 1.

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

Vedlegg 1 Tabell 2. Resultater av redoksmålinger i Askerelva 2018. 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 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 0a	Stasjon 1	Stasjon 3	Stasjon 3a	Stasjon 5a	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	475	509	443	475	489	476
	Substrat	141	177	134	180	186	168
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	476	546	485	479	503	546
	Substrat	240	272	224	344	248	344
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	452	486	439	464	464	439
	Substrat	73	130	102	-15	127	-15
% reduksjon	NA	70,3	65,2	69,8	62,1	61,9	64,7
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	0	0	0	0	0	0
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	0	0	13,3	0	2,7
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	100	100	100	86,7	100	97,3

10.2 Movassbekken

Vedlegg 2 Tabell 1. Resultater av redoksmålinger i Movassbekken i 2017. 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. Tabellen er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er den tabell 2.

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

Vedlegg 2 Tabell 2. Resultater av redoksmålinger i Movassbekken 2018. 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 0a	Stasjon 1	Stasjon 1a	Stasjon 2	Stasjon 5a	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	602	583	566	526	584	578
	Substrat	549	344	316	249	506	414
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	619	593	578	551	598	619
	Substrat	618	565	575	496	588	618
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	580	576	545	509	562	509
	Substrat	402	287	234	-11	286	-11
% reduksjon	NA	8,8	40,9	44,2	52,8	13,4	28,3
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	100	20,0	40,0	14,3	81,2	52,6
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	66,7	13,3	7,1	12,5	19,8
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	33,3	46,7	78,6	6,3	27,6

10.3 Nitelva

Vedlegg 3 Tabell 1a. Resultater av redoksmålinger i Nitelva i 2018 for stasjon 1-5. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele elven. 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	566	556	538	567	529	539
	Substrat	338	487	278	392	284	390
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	567	568	551	583	534	583
	Substrat	560	559	490	520	411	572
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	564	551	522	558	523	455
	Substrat	301	303	182	234	220	148
% reduksjon	NA	40,3	12,4	48,3	30,9	46,3	27,6
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	31,3	68,7	12,5	37,5	6,3	43,9
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	68,7	31,3	25,0	43,7	31,2	38,2
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	0	62,5	18,8	62,5	17,9

Vedlegg 3 Tabell 1b. Resultater av redoksmålinger i Nitelva i 2018 for stasjon 6-10. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele elven. 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 6	Stasjon 7	Stasjon 8	Stasjon 9	Stasjon 10	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	546	561	567	523	509	539
	Substrat	357	394	535	402	336	390
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	555	569	579	527	515	583
	Substrat	561	554	572	528	429	572
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	542	551	559	520	505	455
	Substrat	249	265	338	343	148	148
% reduksjon	NA	34,7	29,8	5,6	23,1	33,9	27,6
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	37,5	33,3	87,5	50,0	12,5	43,9
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	37,5	46,7	12,5	50,0	56,2	38,2
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	25,0	20,0	0	0	31,3	17,9

Vedlegg 3 Tabell 1c. Resultater av redoksmålinger for stasjon 11-13 i Nitelva, og Ela og Ørfiskebekken i 2018. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele Nitelva. I tillegg viser tabellen resultater fra stasjonene i Ela og Ørfiskebekken. 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	Nitelva				Ela	Ørfisk- bekken
		Stasjon 11	Stasjon 12	Stasjon 13	Gjennom- snitt		
Median redokspotensial (mV)	FVM	521	472	528	539	575	520
	Substrat	525	388	434	390	341	518
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	534	487	535	583	598	525
	Substrat	564	503	552	572	598	529
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	504	455	516	455	536	506
	Substrat	341	311	194	148	254	366
% reduksjon	NA	-0,9	17,9	17,7	27,6	40,7	0,3
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	87,5	37,5	68,7	43,9	31,2	93,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	12,5	62,5	18,8	38,2	50,0	6,7
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	0	12,5	17,9	18,8	0

10.4 Raudsjøbekken

Vedlegg 4 Tabell 1. Resultater av redoksmålinger i Raudsjøbekken med Mosjøbekken i 2017. 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 median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er den tabell 3.

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

10.5 Sognsvannsbekken

Vedlegg 5 Tabell 1. Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2017. 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 median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nedre radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er den tabell 4.

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

Vedlegg 5 Tabell 2. Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken 2018. 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 2	Stasjon 2a	Stasjon 3	Stasjon 3a	Stasjon 4a	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	592	495	490	486	500	496
	Substrat	172	328	234	209	319	241
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	513	511	502	498	509	513
	Substrat	239	440	392	290	358	440
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	464	468	483	477	498	464
	Substrat	113	155	143	89	241	89
% reduksjon	NA	65,0	33,7	52,4	57,0	36,2	51,4
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	0	13,3	0	0	0	2,6
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	0	46,7	25,0	0	56,3	26,0
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	100	40,0	75,0	100	43,7	71,4

10.6 Vassdragsoversikt

Vedlegg 6 Tabell 1. Gjennomsnittresultater av redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Raudsjøbekken og Sognsvannsbekken i 2017. Tabellen viser gjennomsnittet av målingene for de fire vassdragene. Målingene fra Mosjøbekken er ikke inkludert i verdiene for Raudsjøbekken. 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. Tabellen er hentet fra NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018). I den opprinnelige rapporten er den tabell 5.

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

Vedlegg 6 Tabell 2. Gjennomsnittresultater av redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva og Sognsvannsbekken i 2018. Tabellen viser gjennomsnittet av målingene for de fire vassdragene. Målingene fra Ela og Ørfiskebekken er ikke inkludert i verdiene for Nitelva. 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	Nitelva	Sognsvannsbekken
Median redokspotensial (mV)	FVM	476	578	539	496
	Substrat	168	414	390	241
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	546	619	583	513
	Substrat	344	618	572	440
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	439	509	455	464
	Substrat	-15	-11	148	89
% reduksjon	NA	64,7	28,3	27,6	51,4
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100
	Substrat	0	52,6	43,9	2,6
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0
	Substrat	2,7	19,8	38,2	26,0
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0
	Substrat	97,3	27,6	17,9	71,4

Vedlegg 6 Tabell 3. Sammenligning av redoksmålinger mellom 2017 og 2018 i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. Sammenligningen er basert på de to stasjonene som ble undersøkt begge år i hvert av vassdragene. 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		Sognsvannsbekken	
		2017	2018	2017	2018	2017	2018
Median redokspotensial (mV)	FVM	502	486	568	564	541	491
	Substrat	291	171	340	304	359	193
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	513	546	597	593	576	513
	Substrat	452	272	538	565	555	392
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	482	439	528	509	508	464
	Substrat	189	102	189	-11	255	113
% reduksjon	NA	42,0	64,9	40,1	46,1	33,7	60,7
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	13,3	0	26,7	17,3	30,0	0
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	30,0	0	50,0	37,9	60,0	12,9
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	56,7	100	23,3	44,8	10,0	87,1

*Norsk institutt for naturforskning, NINA,
er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og
samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i
Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø,
Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA
Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal,
og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i
Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både fors–kning
og utredning, miljøovervåking, rådgivning og
evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og
erfaring med både naturvitere og sam–funnsvitere
i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene,
samfunnets bruk av naturen og sammenhenger
med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3278-4

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger