www.nina.no

1697

NINA Rapport

Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus fra 2017 til 2019

Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken

Jon H. Magerøy



NINA

Norsk institutt for naturforskning

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 fra 2017 til 2019

Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken

Jon H. Magerøy

Norsk institutt for naturforskning

Magerøy, J.H. 2020. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus fra 2017 til 2019. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken. NINA Rapport 1697. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, april 2020

ISSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-3447-4

RETTIGHETSHAVER
© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET
Åpen

PUBLISERINGSTYPE
Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV
Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR
Kristin Thorsrud Teien (forskningssjef)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)
Fylkesmannen i Oslo & Akershus/Oslo & Viken

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER
Terje M. Wivestad

FORSIDEBILDE
Redoksmålestasjon i Askerelva. © Jon H. Magerøy

NØKKELORD
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, Raudsjøbekken i Enebakk kommune og Tunnsjøbekken i Aurskog-Høland kommune i Akershus (nå Viken).

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, Raudsjøbekken Stream in Enebakk Municipality and Tunnsjøbekken Stream in Akershus County (now Viken 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. 2020. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Akershus fra 2017 til 2019. Redoksmålinger i Askerelva, Movassbekken, Nitelva, Raudsjøbekken, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken. NINA Rapport 1697. Norsk institutt for naturforskning.

De største truslene mot elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) er endringer i miljøet som fører til reduksjon/tap av juvenile muslinger. En av hovedgrunnene til manglende rekruttering er økt eutrofiering og tilslamming av substratet, med påfølgende reduksjon i oksygennivået. Siden juvenile muslinger lever nedgravd i substratet, fører dette til økt eller total dødelighet i muslingenes første leveår. I Oslo og Akershus (nå en del av Viken) 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 både Askerelva og Sognsvannsbekken fra 2017 til 2019. Movassbekken ble undersøkt i 2017 og 2018. Raudsjøbekken ble undersøkt i 2017, Nitelva i 2018 og Tunnsjøbekken i 2019. Disse målingene gir et bilde på oksygennivået i substratet og habitatkvaliteten for juvenile muslinger.

I Askerelva var habitatkvaliteten dårlig-moderat. I det nåværende utbredelsesområdet til elvemuslingen var ingen av lokalitetene egnet for juvenile muslinger, men habitatkvaliteten var bedre i nedre del av elven og flere av lokalitetene kan være egnet for utsetting av muslinger fra kultiveringsprogrammet. Den dårlige habitatkvaliteten i elven kan sannsynligvis forklares med høy nærings- og partikkeltilførsel, fra jordbruksaktivitet og punktkilder i den omliggende bebyggelsen.

I Movassbekken var den generelle habitatkvaliteten moderat, men funnene viser at kvaliteten ved enkelte lokaliteter var moderat-god eller god. Dermed kan disse lokalitetene være egnet både for juvenil elvemusling og for utsetting av muslinger fra kultiveringsprogrammet. Det finnes ingen åpenbare årsaker til den moderate habitatkvaliteten, men kanalisering kan ha bidratt til økt siltering i bekken.

I Nitelva var den generelle habitatkvaliteten moderat, men funnene viser at kvaliteten ved flere av lokalitetene var moderat-god eller god. Dermed kan disse lokalitetene være egnet både for juvenil elvemusling og for utsetting av muslinger fra kultiveringsprogrammet. En årsak til den moderate habitatkvaliteten i vassdraget er sannsynligvis nærings- og partikkeltilførsel til elven fra jordbruksaktivitet. I tillegg er det redusert vannføring på grunn av overføringer fra sidevassdrag til Maridalsvassdraget og endret vannføringsdynamikk i vassdraget pga. demninger, inkludert flere kraftverk i hovedelven. Dette vil påvirke sedimenteringsdynamikken i elven og det er sannsynlig at tilgangen på muslinghabitat av god kvalitet er redusert som et resultat.

I Raudsjøbekken var habitatkvaliteten dårlig. Funnene viser at ingen av lokalitetene er egnet for juvenil elvemusling. Siden det har vært rekruttering i bekken nylig, tyder funnene på at habitatkvaliteten har forverret seg. Hovedårsaken til den svært dårlige habitatkvaliteten 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 habitatkvaliteten dårlig, men funnene tyder på at enkelte lokaliteter kan være egnet for utsetting av elvemusling fra kultiveringsprogrammet. Hovedårsaken til den dårlige habitatkvaliteten i bekken er sannsynligvis næringstilførsel fra bebyggelsen i nedbørsfeltet.

I Tunnsjøbekken var den generelle habitatkvaliteten dårlig, men funnene tyder på at enkelte lokaliteter er egnet for juvenile muslinger. Den dårlige habitatkvaliteten er overraskende siden bekken hadde god rekruttering i 2016. Årsakene til den dårlige habitatkvaliteten i bekken er usikre, da det er lite bebyggelse, lite jordbruk og få tegn til hogst i senere tid i nedbørsfeltet

Gjentatte undersøkelser i flere av vassdragene viser at habitatkvaliteten var dårligere i 2018 enn i 2017, men noe bedre i 2019 enn i 2018. Årsaken til dette er at sommeren 2017 var relativt våt, sommeren 2018 var en av de tørreste somrene noensinne og sommeren 2019 var et 'normalår'.

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

Abstract

Magerøy, J.H. 2020. Evaluation of habitat quality for juvenile freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Oslo and Akershus Counties from 2017 to 2019. Redox measurements in the Askerelva River, Movassbekken Stream, Nitelva River, Raudsjøbekken Stream, Sognsvannsbekken Stream and Tunnsjøbekken Stream. NINA Report 1697. 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 County and Akershus County (now a part of Viken County), 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 two watercourses (Askerelva and Sognsvannsbekken) from 2017 to 2019. Movassbekken was examined in 2017 and 2018. Raudsjøbekken was examined in 2017, Nitelva in 2018 and Tunnsjøbekken in 2019. These measurements give an understanding of oxygen availability in the substrate and habitat quality for juvenile mussels.

In Askerelva the habitat quality was poor-moderate. The findings suggest that none of the sites in the mussel's current distribution area are suitable for juveniles, but the habitat quality was better in the lower part of the river and several sites could 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.

In Movassbekken the overall habitat quality was moderate, but the quality at a few sites was moderate-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 habitat quality, but channalization may have contributed to increased siltation in the stream.

In Nitelva the overall habitat quality was moderate, but quality at several sites were moderate-good or good. Thus, these sites may be suitable for juvenile mussels and release of cultivated mussels. One cause of the moderate habitat quality is likely nutrient and particle input from farming. In addition, the waterflow is reduced due to transfer of water from tributaries of Nitelva to the Maridalsvassdraget Watershed. The waterflow dynamics in the Nitelva Watershed are also affected by dams, including several hydropower plants on the main river. These modifications of the watershed's hydrology will affect the sedimentation dynamics in the river and it is likely that the availability of mussel habitat of good quality has been reduced as a result.

In Raudsbjøbekken the habitat quality was poor and none of the sites are suitable for juvenile mussels. Since there has been recent recruitment in the stream, the habitat quality must have deteriorated. The main cause of the poor habitat quality 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 habitat quality was 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 habitat quality is most likely nutrient input from the surrounding suburbs.

In Tunnsjøbekken the overall habitat quality was poor, but the findings suggest that some sites may be suitable for juvenile mussels. The poor habitat quality is surprising, since the stream had good recruitment in 2016. The causes of the poor habitat quality are uncertain, since there is limited housing, limited farming and limited signs of recent logging in the watershed.

Repeated examiniation of several watercourses shows that the habitat quality was worse in 2018 than in 2017, but somewhat better in 2019 than 2018. This was due to the 2017 summer being relatively wet, the 2018 summer being one of the driest summers on record and the 2019 summer being a ‘normal’ year.

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

Innhold

Sammendrag **3**

Abstract **5**

Innhold **7**

Forord **9**

1 Innledning **10**

2 Redoksmålinger: Generell metodebeskrivelse **13**

3 Askerelva **16**
3.1 Områdebeskrivelse 16
3.2 Elvemusling 18
3.3 Metodikk 18
3.4 Resultater 21
3.5 Diskusjon 21
3.5.1 Redoksmålinger i 2017 21
3.5.2 Redoksmålinger i 2018 22
3.5.3 Redoksmålinger i 2019 23
3.5.4 Sammenligning av 2017, 2018 og 2019 24
3.5.5 Oppsummering og tiltak 25

4 Movassbekken **27**
4.1 Områdebeskrivelse 28
4.2 Elvemusling 28
4.3 Metodikk 31
4.4 Resultater 31
4.5 Diskusjon 31
4.5.1 Redoksmålinger i 2017 31
4.5.2 Redoksmålinger i 2018 32
4.5.3 Sammenligning av 2017 og 2018 33
4.5.4 Oppsummering og tiltak 34

5 Nitelva **36**
5.1 Områdebeskrivelse 37
5.2 Elvemusling 40
5.3 Metodikk 40
5.4 Resultater 40
5.5 Diskusjon 41

6 Raudsjøbekken **45**
6.1 Områdebeskrivelse 46
6.2 Elvemusling 46
6.3 Metodikk 47
6.4 Resultater 49
6.5 Diskusjon 49

7 Sognsvannsbekken **54**
7.1 Områdebeskrivelse 55
7.2 Elvemusling 55
7.3 Metodikk 57
7.4 Resultater 58

7.5 Diskusjon 59
7.5.1 Redoksmålinger i 2017 59
7.5.2 Redoksmålinger i 2018 60
7.5.3 Redoksmålinger i 2019 61
7.5.4 Sammenligning av 2017, 2018 og 2019 62
7.5.5 Oppsummering og tiltak 63

8 Tunnsjøbekken 65
8.1 Områdebeskrivelse 65
8.2 Elvemusling 66
8.3 Metodikk 66
8.4 Resultater 68
8.5 Diskusjon 68

9 Oppsummering 70

10 Referanser 76

11 Vedlegg 84
11.1 Askerelva 84
11.2 Movassbekken 89
11.3 Nitelva 92
11.4 Raudsjøbekken 95
11.5 Sognsvannsbekken 96
11.6 Tunnsjøbekken 100
11.7 Vassdragsoversikt 101

Forord

I Oslo og Akershus (nå en del av Viken) 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/Oslo og Viken om tiltaksmidler fra Miljødirektoratet for å gjennomføre redoksmålinger i flere av vassdragene i Oslo og Akershus i 2017, 2018 og 2019. 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. I 2019 ble det bevilget midler til ytterligere målinger i Askerelva og Sognsvannsbekken. Det ble også bevilget midler til målinger i Tunnsjøbekken. Jeg vil gjerne takke Terje Wivestad (Fylkesmannen i Oslo & Viken) og Kjell Sandaas (Naturfaglige konsulenttjenester) for et godt samarbeid under planlegging og oppfølging av prosjektet. Lokalitetene som ble undersøkt ble valgt ut basert på tidligere rapporter fra vassdragene, og samtaler med Kjell Sandaas og Terje Wivestad.

27.04.2020, 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 juvenil elvemusling lever nedgravd i substratet, fører dette til økt eller total dødelighet i muslingenes første leveår (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a).

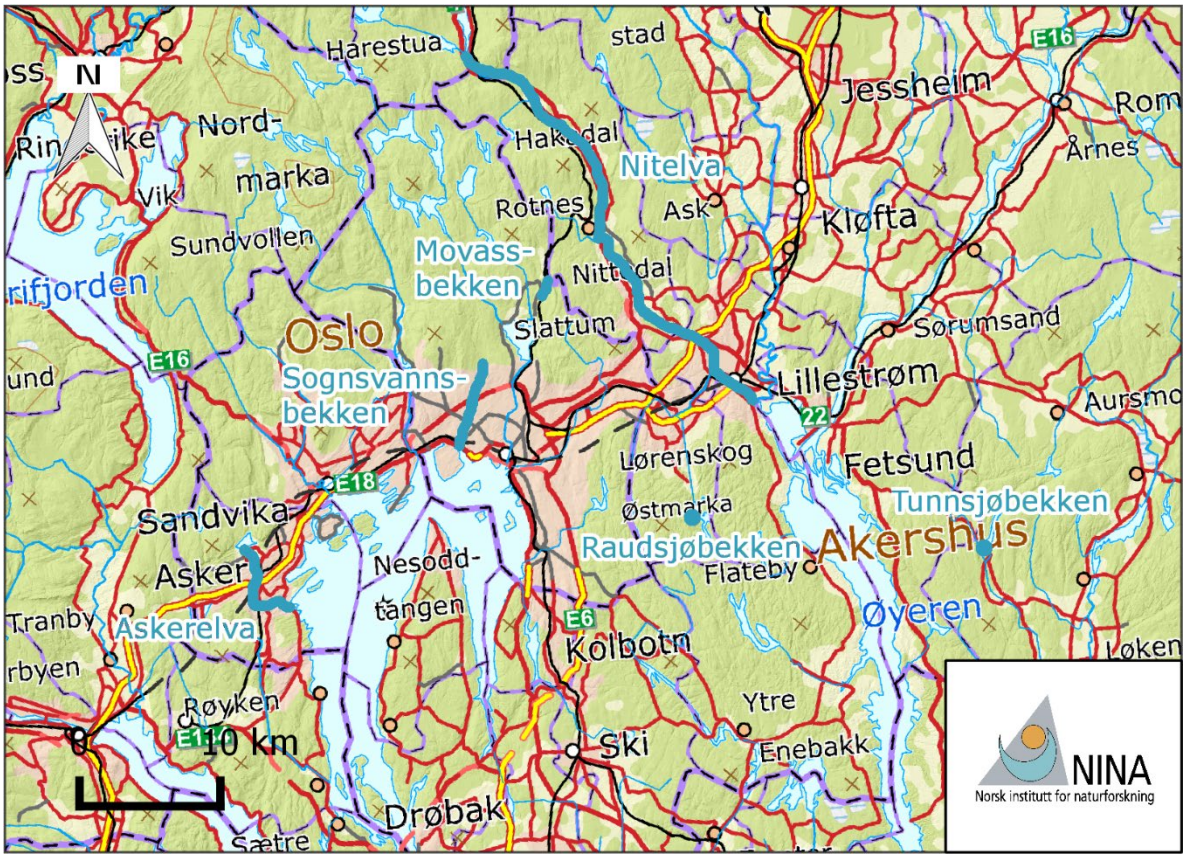
I Oslo og Akershus (nå en del av Viken) har spesielt Kjell Sandaas og Jørn Enerud gjort et stort arbeid med å identifisere og beskrive statusen til bestander med elvemusling. Dette arbeidet har vist at mange av bestandene har redusert eller fullstendig manglende rekruttering. I tillegg er det påvist 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; 2017, Sandaas & Enerud 2018a), hydromorfologiske endringer (Sandaas mfl. 2011a, Sandaas & Enerud 2015b, Sandaas 2019), reduksjon av næringstilførsel (Sandaas 2010; 2019, 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), tiltak mot bever (Magerøy 2019, Sandaas 2019) 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, Jakobsen 2019).

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 2012a; 2013; 2015a; 2015b; 2017a; 2017b, Magerøy 2017; 2018; 2019, Larsen & Magerøy 2018, Magerøy & Larsen 2019) og inngår nå også som del i det nasjonale overvåkningsprogrammet for elvemuling (Larsen & Magerøy 2019a).

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 endringer 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 vass-



Figur 1.1. *Redoksmålinger i vassdrag i Oslo og Akershus 2017-2019. Hovedstrengene i vassdragene er markert med turkis. Kartett dekker Oslo og Akershus. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).*

drag, 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 (**figur 1.1**). 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, Jakobsen 2019). Etter anbefaling fra Terje Wivestad (Fylkesmannen i Oslo og Viken, pers. med.) ble det i 2018 gjennomført ytterligere målinger i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. I tillegg ble Nitelva (Nittedal, Akershus) (**figur 1.1**), inkludert to sidebekker (Ela og Ørfiskebekken), også undersøkt pga. redusert rekruttering (Sandaas & Enerud 2012b), og stort potensial for negativ påvirkning fra menneskelig aktivitet og utbygging i nedbørsfeltet (Terje Wivestad, pers. med.).

Etter anbefaling fra Terje Wivestad (pers. med.) ble det i 2019 gjennomført ytterligere målinger i Askerelva og Sognsvannsbekken. I tillegg ble Tunnsjøbekken (Aurskog-Høland, Akershus) (**figur 1.1**) også undersøkt, for å kunne sammenligne redoksmålingene i et vassdrag med god rekruttering med målingene fra de andre vassdragene som har blitt undersøkt. Resultatene fra undersøkelsene i henholdsvis 2017 og 2018 har tidligere blitt rapportert i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018) og NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019). I foreliggende rapport beskrives alle undersøkelsene som ble gjennomført i 2017-2019, for lettere å kunne sammenligne funnene fra de vassdragene som ble undersøkt over flere år.

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 (nå en del av Viken) i 2017-2019 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; 2019, Larsen & Magerøy 2018; 2019a, Magerøy & Larsen 2019) 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 (**figur 1.1**). 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 (**figur 1.1**). 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 ekstremsituasjoner vil bli vanligere i Norge i framtiden.

I 2019 ble redoksmålinger gjennomført i Askerelva, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken (**figur 1.1**). 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. Temperaturene i vassdragene var relativt høye og vannføringene var relativt lave. Dermed representerer nok målingene bortimot de verste forholdene man kan forvente å oppleve i et 'normalår'.

I Askerelva ble det gjennomført redoksmålinger ved fem stasjoner i 2017 og 2018, mens det ble gjennomført målinger ved 10 stasjoner i 2019. I Movassbekken ble det gjennomført målinger ved fem stasjoner i både 2017 og 2018. I Sognsvannsbekken ble det gjennomført målinger ved fem stasjoner i hvert av årene 2017-2019. I hvert av vassdragene ble to av stasjonene undersøkt i alle undersøkelsesårene for å kunne sammenligne habitatkvaliteten mellom 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 (**figur 2.1**). 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 (**figur 2.1**). I tillegg ble



Figur 2.1. *Redoksmåling. Fotografiet viser en redoksmålingsstasjon i Elstadelva i Grong kommune i Trøndelag. De svarte strekene og sirklene indikerer henholdsvis transektene og målepunktene ved stasjonen. Ved det ene målepunktet tas det en redoksmåling i substratet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen. Figuren er hentet fra figur 2.1 i NINA Rapport 1623 (Magerøy & Larsen 2019).*

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 (**figur 2.1**). 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.

Tunnsjøbekken ble undersøkt i 2019. I dette vassdraget ble stort sett samme metodikk brukt som i Askerelva, Movassbekken, Nitelva og Sognsvannsbekken. Ved hver stasjon ble det målt redokspotensial ved 15 punkter i substratet og 5 målinger i de frie vannmassene, fordelt på flere transekter (**figur 2.1**). Lokalitetene bestod av 5 transekter med 3 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 (**figur 2.1**). 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 2012a) 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. Redokspotensial i substratet. Verdier over 400, 400-300 og under 300 milliVolt (mV) tilsier henholdsvis god, moderat og dårlig habitatkvalitet for juvenil elvemusling.
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 juvenil elvemusling (Killeen 2006, Geist & Auerswald 2007, Larsen 2012a).

Jürgen Geist (pers. med.) anbefaler å legge størst vekt på tilnærming 1, hvis de to tilnærmingene 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 habitatkvaliteten er mye bedre ved den første stasjonen.

3 Askerelva



Figur 3.1. *Askerelva. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Askerelva er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er hentet fra figur 1 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

3.1 Områdebeskrivelse

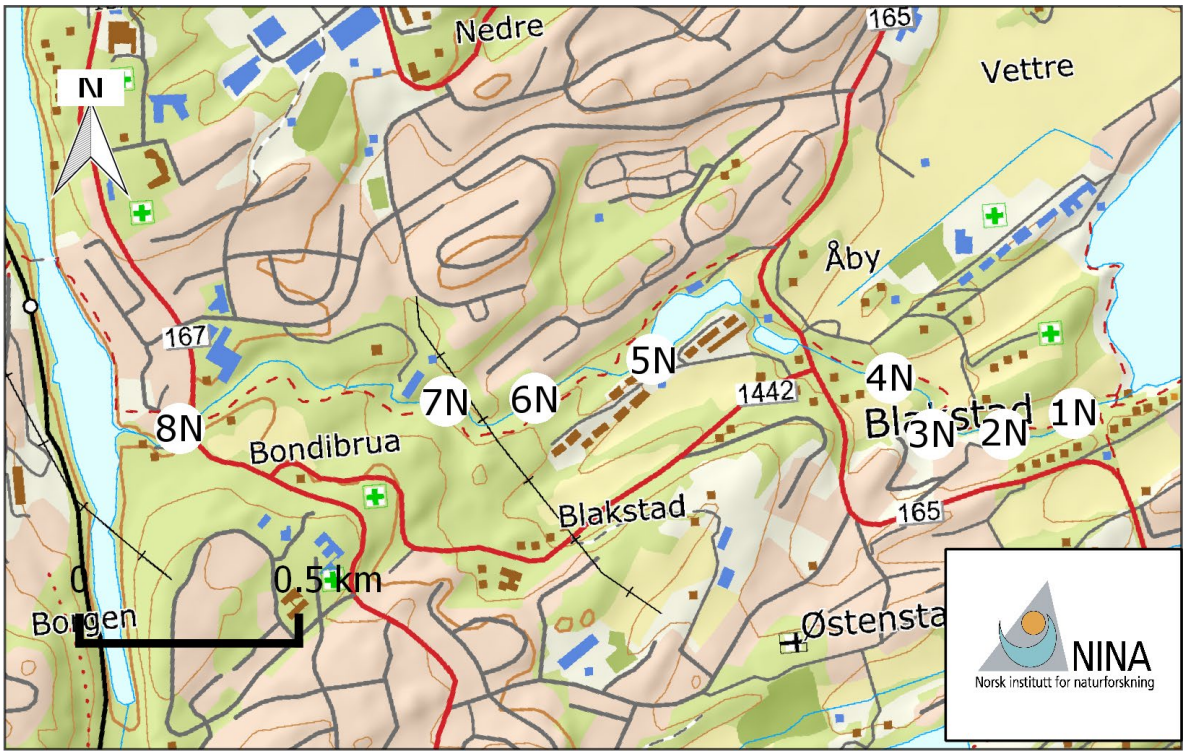
Askerelva utgjør et eget vassdrag (vassdragsnr. 009.1Z) som i hovedsak renner gjennom Asker kommune i Akershus (nå Viken) (**figur 3.1**). Elven starter i Steindalen i Vestmarka i Bærum kommune i Akershus og renner sørover til Semsvannet (144,8 moh). Underveis renner den inn i Asker kommune. Ovenfor 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 km^2 og middelvannføringen er på 17,9 l/s/km^2. Semsvannet er drikkevannskilde for Asker (NVE Atlas 2020) og dette medfører noe redusert vannføring i elven. 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 3.2. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i midtre del av Askerelva. Strekningen der det er funnet elvemusling er markert med mørkegrønt (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. Stasjon 1 og 3 ble også undersøkt i 2019. Kartet dekker elvestrekningen fra Asker sentrum og nordover. Det er modifisert fra figur 2 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*



Figur 3.3. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i nedre del av Askerelva. Tallene 1N-8N indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Stasjonene ble undersøkt i 2019. Kartet dekker elvestrekningen fra Bondivannet og til sjøen. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).*

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 3.2**, 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, pers. obs.). 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; 2019, 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

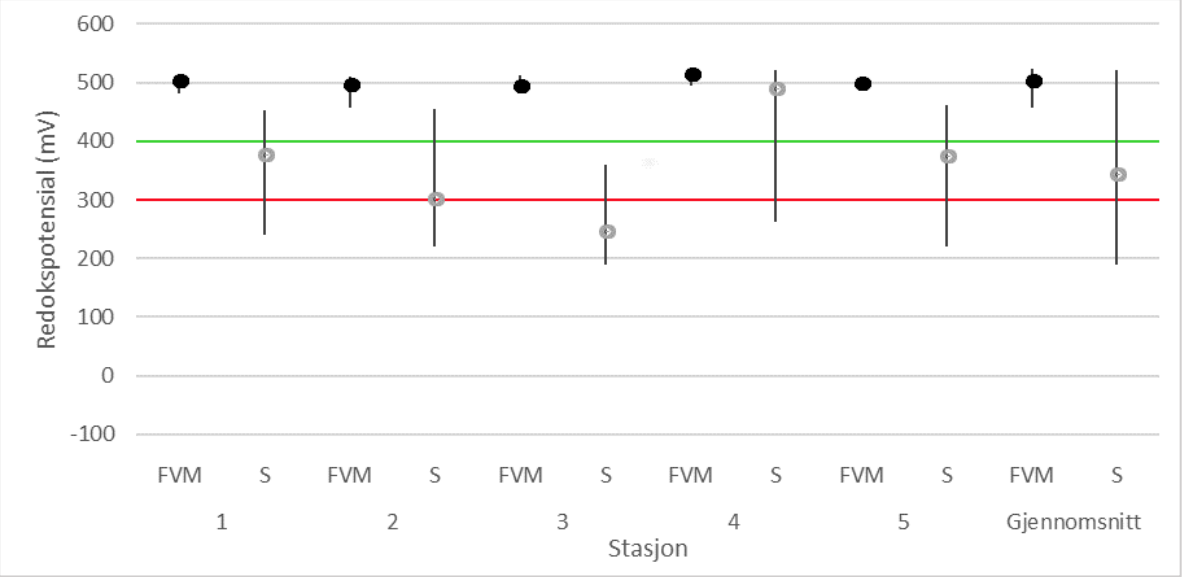
I Askerelva ble redoksmålinger gjennomført 30.08.2017, 26.07.2018 og 25.-26.07.2019. Det ble gjennomført målinger ved fem stasjoner ovenfor og i Asker sentrum i 2017 og 2018 (se **figur 3.2** og **foto 3.1**). I 2019 ble det gjennomført målinger ved to stasjoner i Asker sentrum (se **figur 3.2** og **foto 3.1**) og åtte stasjoner mellom Bondivannet og sjøen (se **figur 3.3** og **foto 3.2**). Stasjonene ble valgt ut basert på samtaler med Kjell Sandaas og Terje Wivestad, 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 alle år, for at det skulle



Foto 3.1. *Redoksmålingsstasjoner i midtre del av 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. Stasjon 1 og 3 ble også undersøkt i 2019. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene fra stasjonene som ble undersøkt i 2017 er hentet fra foto 1 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018) og fotoene fra stasjonene som ble undersøkt i 2018 er hentet fra foto 1 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*



Foto 3.2. *Redoksmålingsstasjoner i nedre del av Askerelva. Stasjon 1N-8N ble undersøkt i 2019. Foto: Jon H. Magerøy.*



Figur 3.4. *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).*

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 fire-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 13-14). I tillegg til redoksmålingene ble det målt vanntemperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

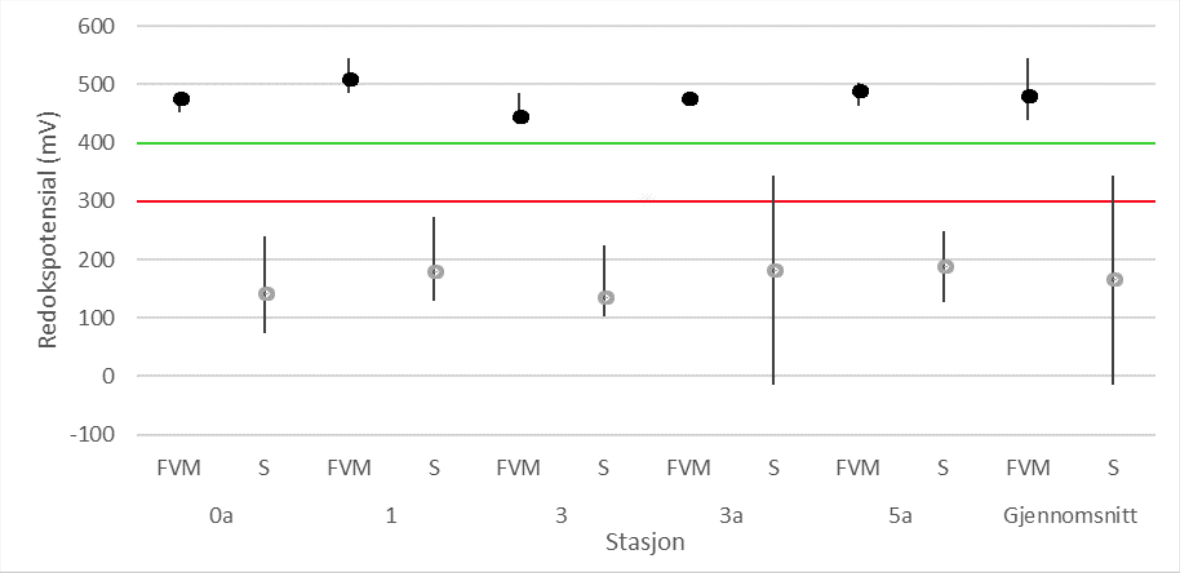
3.4 Resultater

I 2017 varierte temperaturen i Askerelva mellom 13,4 og 14,5 °C, i 2018 varierte temperaturen mellom 18,6 og 22,1 °C, og i 2019 varierte temperaturen mellom 18,5 og 21,6 °C. Alle årene var vannføringen middels-lav. Resultatene av redoksmålingene fra Askerelva i 2017 er beskrevet i **figur 3.4** og **vedlegg 1 tabell 1**. Resultatene fra 2018 er beskrevet i **figur 3.5** og **vedlegg 1 tabell 2**. Resultatene fra 2019 er beskrevet i **figur 3.6** og **vedlegg 1 tabell 3a** og **3b**. For stasjon 1 og 3 er det gjort en sammenlikning av resultatene fra 2017 til 2019 i **figur 3.7**. I **vedlegg 1 tabell 4** angis habitatkvalitetskategoriene for de forskjellige stasjonene i det året de ble undersøkt og estimert habitatkvalitet i de årene som stasjonene ikke ble undersøkt.

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 maksimums-temperaturen i Askerelva (sannsynligvis over 20 °C) og vannføringen noe høyere enn den antatte minimumsvannføringen i elven. Selv om drikkevannsuttak reduserer vannføringen noe og det er flere mindre damanlegg i elven (NVE Atlas 2020), ansees vannføringsdynamikken i stor grad å følge de naturlige svingningene i vanntilførselen i nedbørfeltet. Dermed må man anta



Figur 3.5. *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. Figuren er hentet fra figur 4 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

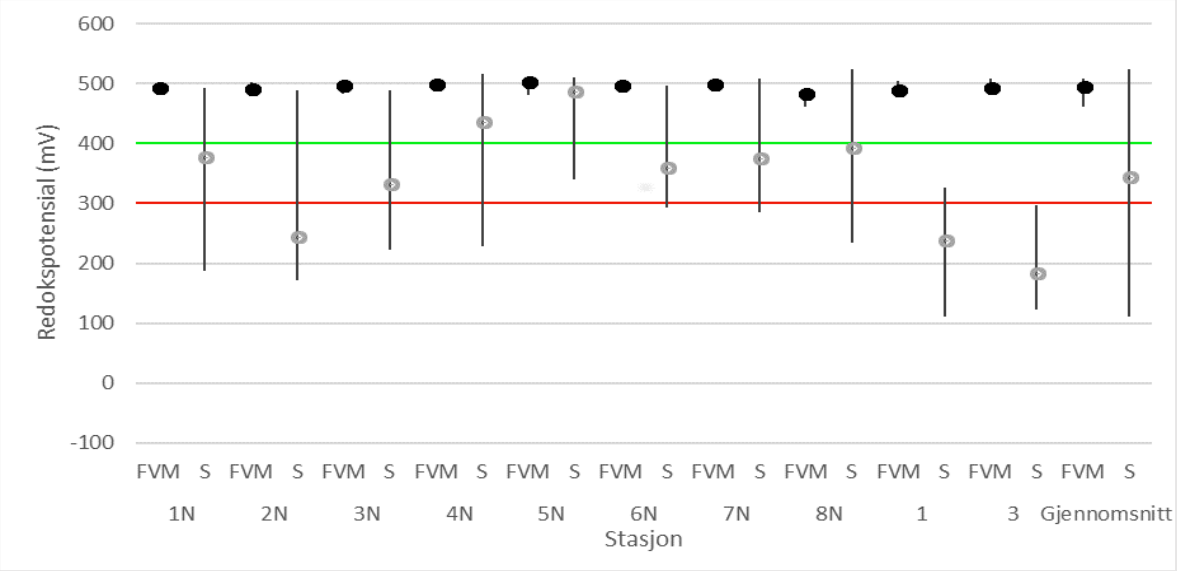
at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i elven.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Askerelva i 2017 var 343 mV. Dette ligger noe under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 31,5 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for juvenile muslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en relativt liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (25,3 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Selv om redokspotensialet i substratet tilsier moderat habitatkvalitet, tilsier reduksjonen i redokspotensial og den relativt lille andelen egnet substrat at habitatkvaliteten for juvenile muslinger generelt sett var dårlig-moderat.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Askerelva i 2017, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 3, dårlig ved stasjon 2, moderat ved stasjon 1 og 5, og god ved stasjon 4. Det var ingen åpenbare årsaker til hvorfor det skulle være såpass store forskjeller mellom stasjonene, med unntak av at stasjon 5 (**foto 3.1**) lå i nedkant av en relativt uberørt del av elven og at stasjon 4 (**foto 3.1**) 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 temperaturen (20,2 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdien 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 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.



Figur 3.6. *Resultater av redoksmålinger i Askerelva i 2019. 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.*

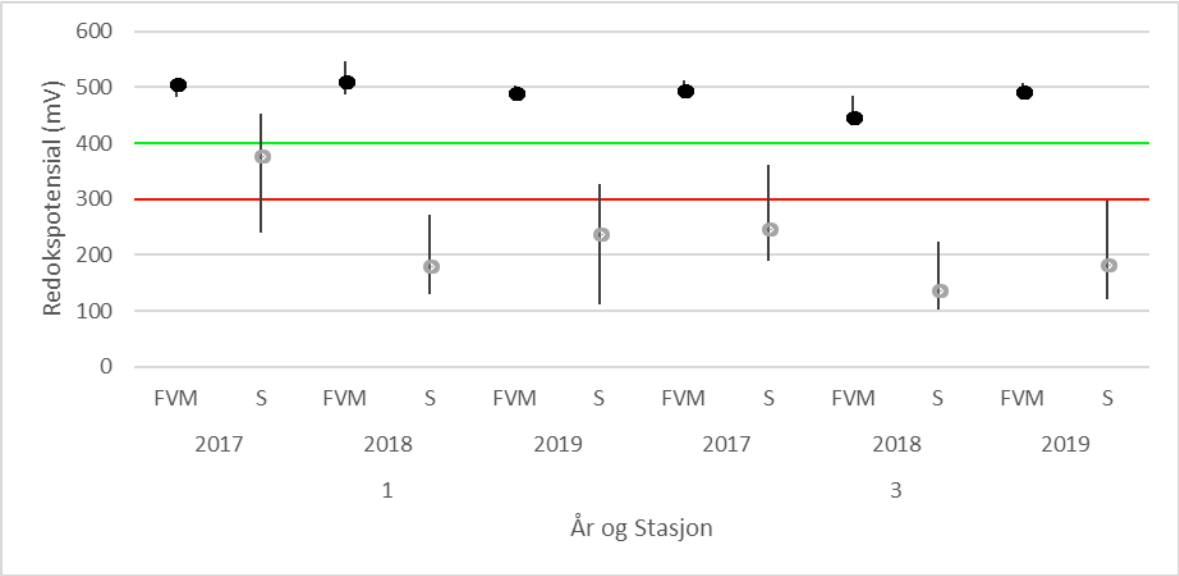
Medianverdien for redokspotensialet i substratet Askerelva i 2018 var 168 mV. Dette ligger langt under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i mediant 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 ikke noe særlig mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved alle stasjonene, men forholdene var noe bedre ved stasjon 1, 3a og 5a enn stasjon 0a og 3. Noe bedre forhold ved enkelte av stasjonene kan kanskje forklares med at stasjon 3a (**foto 3.1**) bestod av noe løs grus, og 5a (**foto 3.1**) lå lenger oppe i vassdraget og er muligens utsatt for lavere tilførsel av næringsstoffer. De noe dårligere forholdene ved stasjon 0a (**foto 3.1**) 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 3.1**) skulle ha såpass forskjellige forhold som de hadde.

3.5.3 Redoksmålinger i 2019

Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2019 var preget av lav nedbør og relativt høye temperaturer. Dermed må man forvente at temperaturen (20,4 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdien man kan forvente i Askerelva og at vannføringen var ned mot minstevannføringen i elven. Redoksmålingene representerer dermed sannsynligvis de dårligste forholdene man kan forvente å oppleve i løpet av et 'normalår' i elven.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Askerelva i 2019 var 341 mV. Dette ligger noe under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 30,8 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som problematisk til



Figur 3.7. *Sammenligning av redoksmålinger fra 2017 til 2019 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.*

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 (33,8 % 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-moderat.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Askerelva i 2019, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 2N, 1 og 3, moderat ved stasjon 1N, 3N, 6N og 7N, moderat-god ved stasjon 8N, og god ved stasjon 4N og 5N. Grunnen til at den generelle habitatkvaliteten i nedre del av elven var bedre enn i midtre del er sannsynligvis at den nederste delen av elven renner gjennom mindre påvirkede områder og at fallet er større. Det siste fører til sterkere strøm, som i større grad kan presse oksygenrikt vann gjennom substratet og hindre akkumuleringen av finpartikulært materiale. Det er ingen åpenbare grunner til forskjellene innad i denne delen av elven, med unntak av at stasjon 2N var stasjonen med lavest vannhastighet.

3.5.4 Sammenligning av 2017, 2018 og 2019

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, mens forholdene i 2019 var nærmere et slik 'verste scenario'. 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 tre årene, ble to stasjoner undersøkt alle år (stasjon 1 og 3). Habitatkvaliteten var best i 2017 med høyest redokspotensial (henholdsvis 375 og 244 mV), lavest reduksjon mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 25,3 og 50,4 %), og høyest andel substrat som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (henholdsvis 26,7 og 0 %). Habitatkvaliteten var dårligst i 2018 med lavest redokspotensial (henholdsvis 177 og 134 mV), størst reduksjon (henholdsvis 65,2 og 69,8 %) og lavest andel substrat av god kvalitet (0 % for begge stasjonene). I 2019 var habitatkvaliteten noe bedre enn i 2018, med høyere redokspotensial (henholdsvis 236 og 181 mV) og noe mindre reduksjon (henholdsvis 51,4 og 63,1 %), mens andelen substrat av god kvalitet var like lav (0 % for begge stasjonene). Det er interessant at 'normalåret' 2019 lå nærmere det tørre 2018-året enn det våte 2017-året.

Sammenligningen tyder også på at vannføringen og temperaturen i 2018 og 2019 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 habitatkvalitet i det ene året også vil ha det i det andre året, er det mulig å sammenligne redokspotensialet mellom alle lokalitetene i Askerelva. I nedre del av elven tilsier en slik sammenlikning god habitatkvalitet i 2017, med unntak av stasjon 2N, som ville hatt dårlig-moderat kvalitet. I 2018 ville denne delen av elven hatt svært dårlig til god habitatkvalitet, der stasjon 5N ville hatt god kvalitet. I 2019 hadde denne delen av elven svært dårlig til god habitatkvalitet, der stasjon 8N hadde moderat-god kvalitet og stasjon 4N og 5N hadde god kvalitet. I området rundt det nåværende utbredelsesområdet for elvemuslingen i elven (Sandaas & Enerud 2013b, pers. obs., Kjell Sandaas, pers. med.) tilsier en slik sammenligning svært dårlig til god habitatkvalitet i 2017, der stasjon 4 hadde god kvalitet. I 2018 og 2019 ville denne delen av elven hatt svært dårlig habitatkvalitet. Unntaket er stasjon 4, som ville hatt dårlig-moderat habitatkvalitet i 2018 og moderat kvalitet i 2019. Som diskutert tidligere, så finnes det mulige forklaringer på forskjellene mellom enkelte av stasjonene, som substratforhold og lokalisering i Askerelva, 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 fra 2017 til 2019, tilsier redokspotensialet at stasjon 4N og 5N er de best egnede lokalitetene for juvenile muslinger i Askerelva. Stasjon 1N, 3N og 6N-8N er også blant de bedre egnede lokalitetene. Alle lokalitetene i nedre del av elven ligger utenfor det nåværende utbredelsesområdet til elvemuslingen (Sandaas & Enerud 2013b, pers. obs., Kjell Sandaas, pers. med.), men funn av skall viser at det tidligere fantes elvemusling her (Sandaas & Enerud 2015c, pers. obs.). I området rundt det nåværende utbredelsesområdet er stasjon 4 den best egnede lokaliteten, men substratet er ustabilt og av den grunn lite egnet som oppvekstområde for juvenile muslinger. Av de andre stasjonene virker stasjon 1, 5 og 5a å være de best egnede stasjonene innenfor det nåværende utbredelsesområdet, men habitatkvaliteten ved disse stasjonene er dårlig. Dermed er det vanskelig å anbefale lokaliteter for utsetting av juvenile muslinger fra kultiveringsprogrammet. Man vil måtte velge mellom å sette ut kultiverte muslinger i områder med dårlig habitatkvalitet innenfor det nåværende utbredelsesområdet eller å sette ut muslingene i områder med bedre habitatkvalitet utenfor det nåværende utbredelsesområdet. Alternativet er å sette ut juvenile muslinger i begge områder. Det kan godt hende at muslingene fra kultiveringsprogrammet vil klare seg ved lokaliteter med relativt dårlig habitatkvalitet, 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, men funnene fra kultiveringsprogrammet tilsier at overlevelsen er tilnærmet lik for to år gammel og eldre musling som har blitt satt ut (Magerøy mfl. 2019). Dermed er sannsynligvis den beste strategien å sette ut to år gammel musling både innenfor det nåværende utbredelsesområdet til muslingen og i nedre del av Askerelva.

3.5.5 Oppsummering og tiltak

Gitt forskjellene i klimatiske forhold fra 2017 til 2019, vil nok redokspotensialet i Askerelva normalt sett ligge rundt det som ble observert i 2019. I 2017 var habitatkvaliteten generelt sett dårlig-moderat i elven, men noen av stasjonene hadde moderat-god kvalitet. I 2018 var habitatkvaliteten svært dårlig i hele elven. I 2019 var habitatkvaliteten også generelt dårlig-moderat, men flere av stasjonene hadde moderat eller god kvalitet. Dermed tyder redoksmålingene på at habitatkvaliteten innenfor utbredelsesområdet til elvemuslingen i Askerelva vil være generelt dårlig for juvenil elvemusling 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 denne delen av elven. Dermed

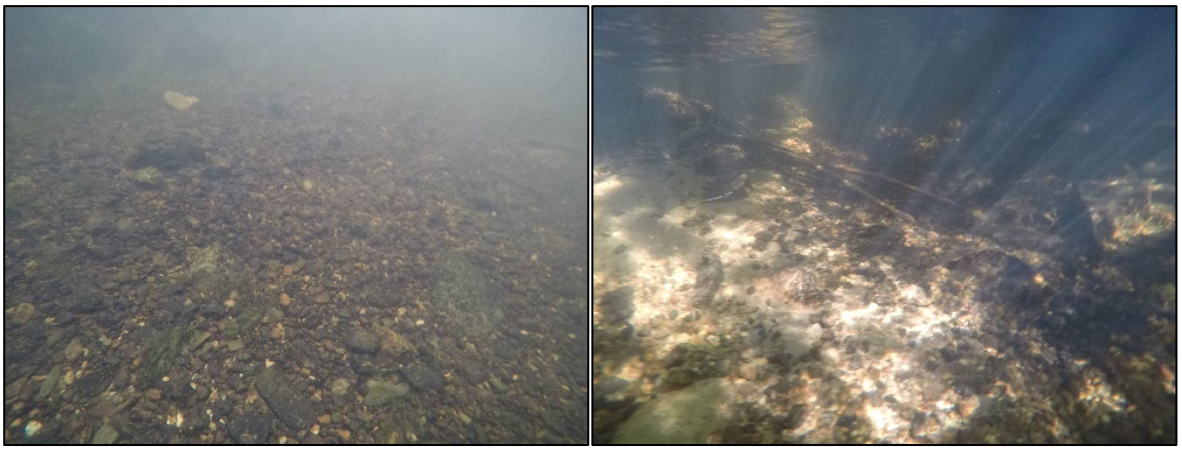
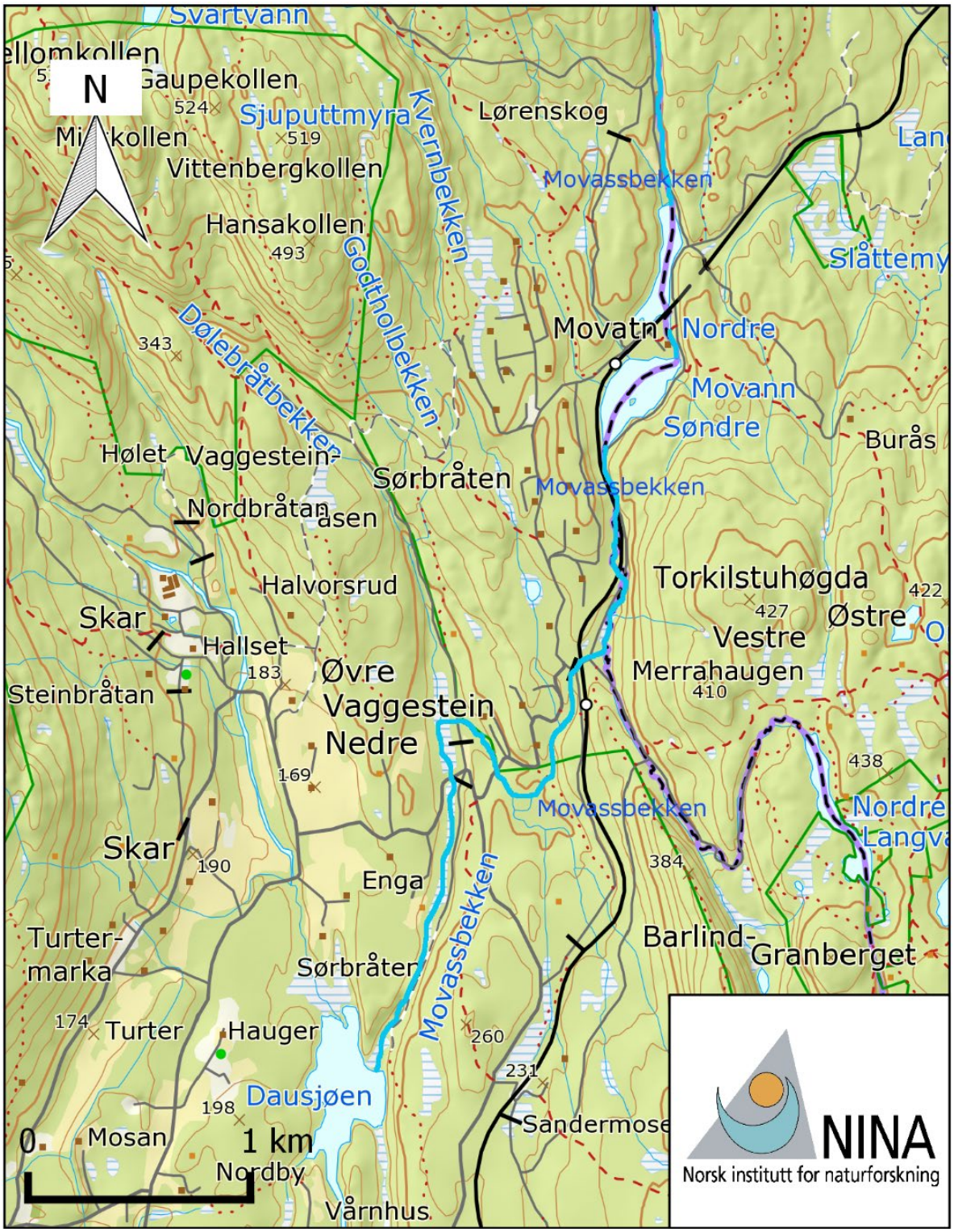


Foto 3.2a & b. *Ensartet substrat i Askerelva. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 3a & b i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

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 denne delen av elven, som nevnt ovenfor. I tillegg viser målingene at habitatkvaliteten er bedre i nedre del av elven og sannsynligheten for at juvenile muslinger vil greie seg der er høyere, selv om kvaliteten ved de fleste stasjonene sannsynligvis vil være moderat i de fleste år.

Den generelt dårlige habitatkvaliteten i midtre del av 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 elven (f.eks. Larsen 2005; 2015c). At disse sonene er opprettholdt i nedre del av elven kan kanskje bidra til å forklare den bedre habitatkvaliteten der. For å redusere tilførselen av næringsstoffer til elven kan økonomisk kompensasjon til bønder som reduserer gjødslingen og opprettholder en gjødselfri dyrket/naturlig buffersone langs vassdraget være aktuelt (Kålås mfl. 2016). Det er også ønskelig å identifisere og utbedre eventuelle punktutslipp av næringsstoffer i nedbørsfeltet. I tillegg kan det være ønskelig å tilføre større steiner eller liknende til elvebunnen, da denne for det meste er svært ensartet i midtre del av elven (**foto 3.2a & b**). Større heterogenitet i substratet vil kunne endre sedimenterings-dynamikken og føre til økt variasjon i sedimentering i elven. Dermed kan enkelte områder blir mer egnet som habitat for juvenile muslinger og vertsfisk (ørret) (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015). Slike tiltak er spesielt viktige siden drikkevannsuttaket fra Semsvannet og demningene langs elven (NVE Atlas 2020) reduserer vannføringen og flomhyppigheten i elven, noe som vil redusere utvaskingen av finsedimenter fra substratet og dårligere forhold for elvemusling (Larsen 2012b). Det kunne vært aktuelt å fjerne flere av demningene for å øke flomhyppigheten, men demningene er relativt små (pers. obs.) og nytteverdien av dette vil sannsynligvis være liten i forhold til kostnadene.

4 Movassbekken



Figur 4.1. *Movassbekken. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Movassbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er hentet fra figur 4 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

4.1 Områdebeskrivelse

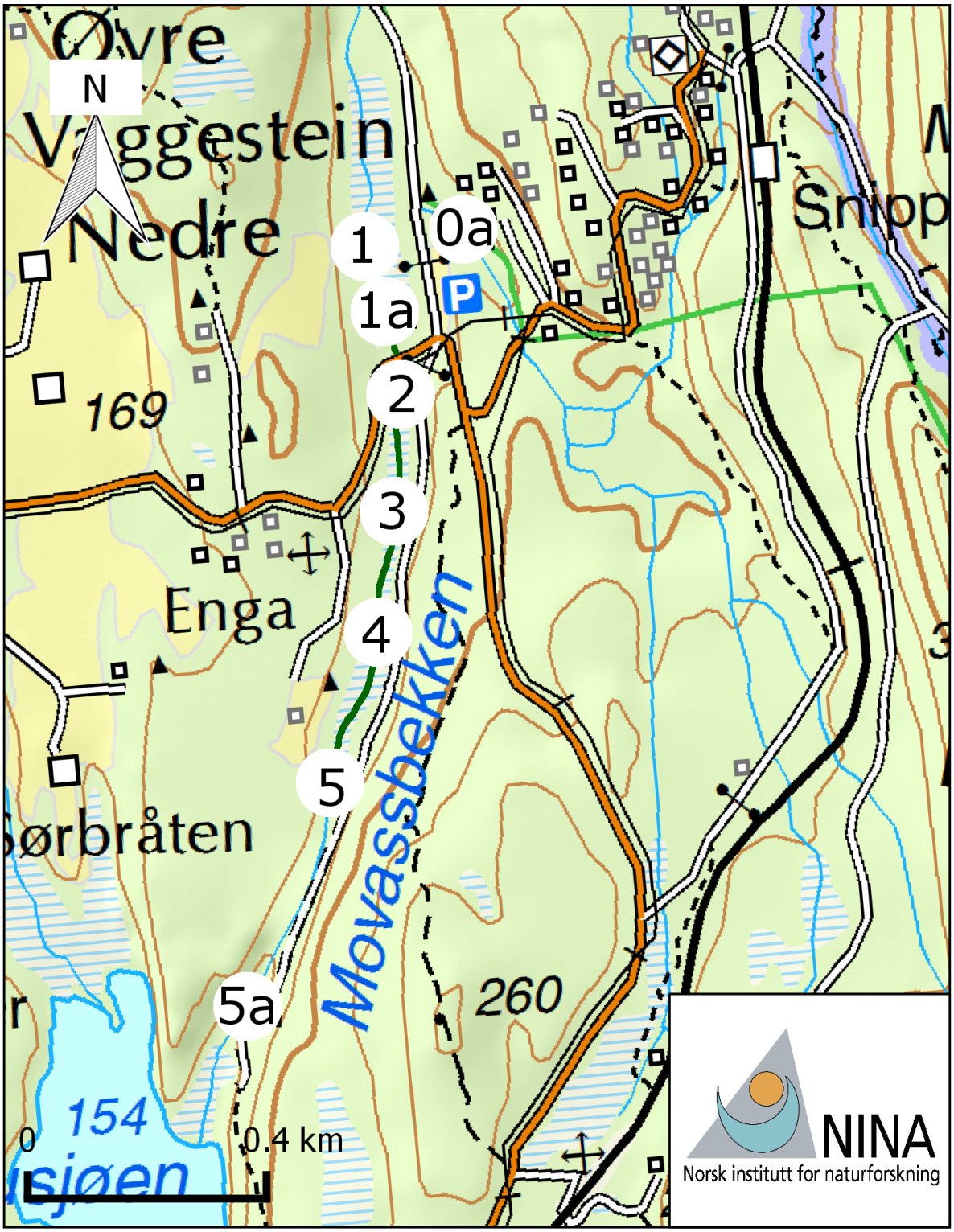
Movassbekken (Movannsbekken) er en tilførselsbekk til Dausjøelva (vassdragsnr. 006.BA) som er et av de større sidevassdragene til Akerselva/Maridalsvassdraget (vassdragsnr. 006.Z). Bekken renner sørover langs grensen mellom Nittedal kommune i Akershus (nå Viken) og Oslo kommune (**figur 4.1**). Den starter 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 km^2 og middelvannføringen er på 26,1 l/s/km^2. 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 (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020). Vannet drenerer de omliggende områdene i vest og nord. Nedbørsfeltet betår 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 under 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 muslinger i Dausjøelva, som Movassbekken renner ut i (Sandaas & Enerud 1998a). Lenger oppe i Dausjøelvsystemet finnes den i Skarselva (Sandaas & Enerud 1998b; 2012a; 2019a; 2019b) og i Gørjabekken (Sandaas & Enerud 1998c, Sandaas 2015). Det finnes også elvemusling i Skjærsjøelva, som utgjør hovedstrengen i Maridalsvassdraget ovenfor Maridalsvannet (Sandaas & Enerud 2018b). I nedre del av Maridalsvassdraget finnes det elvemusling i Akerselva (Sandaas mfl. 2011b, Sandaas & Enerud 2016d; 2017a). De første undersøkelsene av bestanden i Movassbekken ble gjennomført i 1994 (Sandaas 1994). Større deler av bestanden er individmerket med nummer på skallet. Undersøkelser fra 1995-1996 viser at elvemuslingen da fantes på en ca. én km lang strekning i midtre deler av bekken (**figur 4.2**). Tettheten varierte mye, fra 0 opp mot 15 muslinger/m^2 (Sandaas & Enerud 1998d). Undersøkelser i 2006 tydet på en viss rekruttering i bekken, mens det ikke ble funnet tegn på re-



Figur 4.2. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Movassbekken. Strekningen der det er funnet elvemusling er markert med mørkegrønt, 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. Kartet dekker elvestrekningen fra Sørbråten og ned til Dausjøen. Kartet er modifisert fra figur 7 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*



Foto 4.1. *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. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene for stasjonene som ble undersøkt i 2017 er hentet fra foto 4 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018) og fotoene fra stasjonene som ble undersøkt i 2018 er hentet fra foto 1 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

kruttering i 2017 (Sandaas & Enerud 2018c). Stammuslinger fra Movassbekken er tatt inn i det nasjonale kultiveringsprogrammet for elvemusling og infeksjoner av potensiell vertsfisk med glochidier (muslinglarver) viser at ørret er vertsfisk for muslingen i bekken. Det er planlagt produksjon og utsetting av juvenile muslinger i bekken i årene som kommer (Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018, Jakobsen 2019). 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 4.2** og **foto 4.1**). 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 13-14). 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 4.3** og **vedlegg 2 tabell 1**. Resultatene fra 2018 er beskrevet i **figur 4.4** og **vedlegg 2 tabell 2**. For stasjon 1 og 2 er det gjort en sammenlikning av resultatene mellom 2017 og 2018 i **figur 4.5**. I **vedlegg 2 tabell 3** angis habitatkvalitetskategoriene for de forskjellige stasjonene i det året de ble undersøkt og estimert habitatkvalitet i det året som stasjonene ikke ble undersøkt.

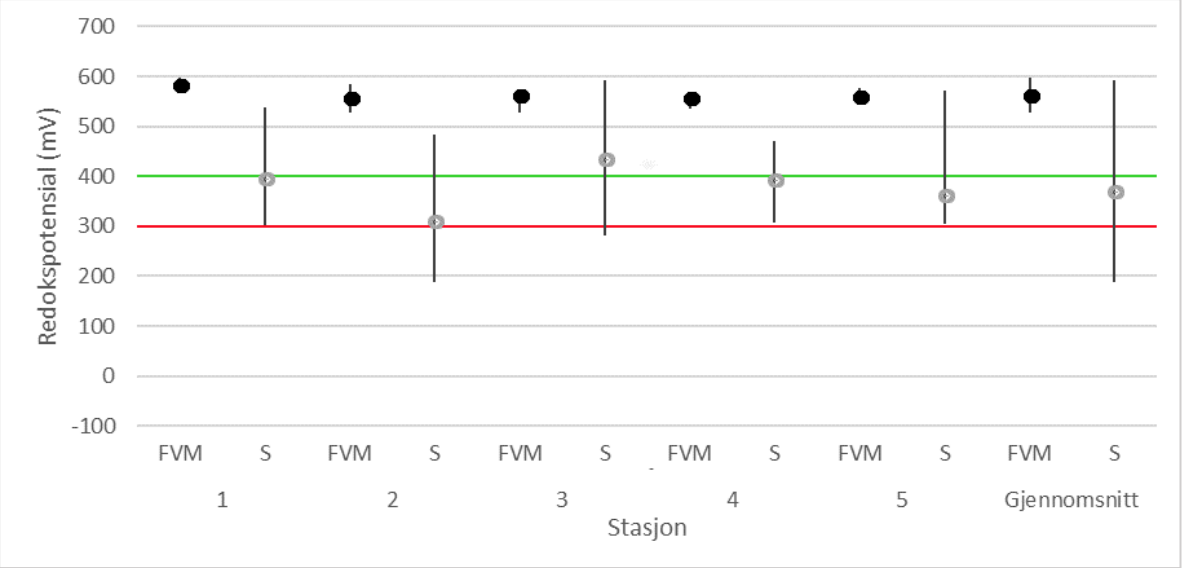
4.5 Diskusjon

4.5.1 Redoksmålinger i 2017

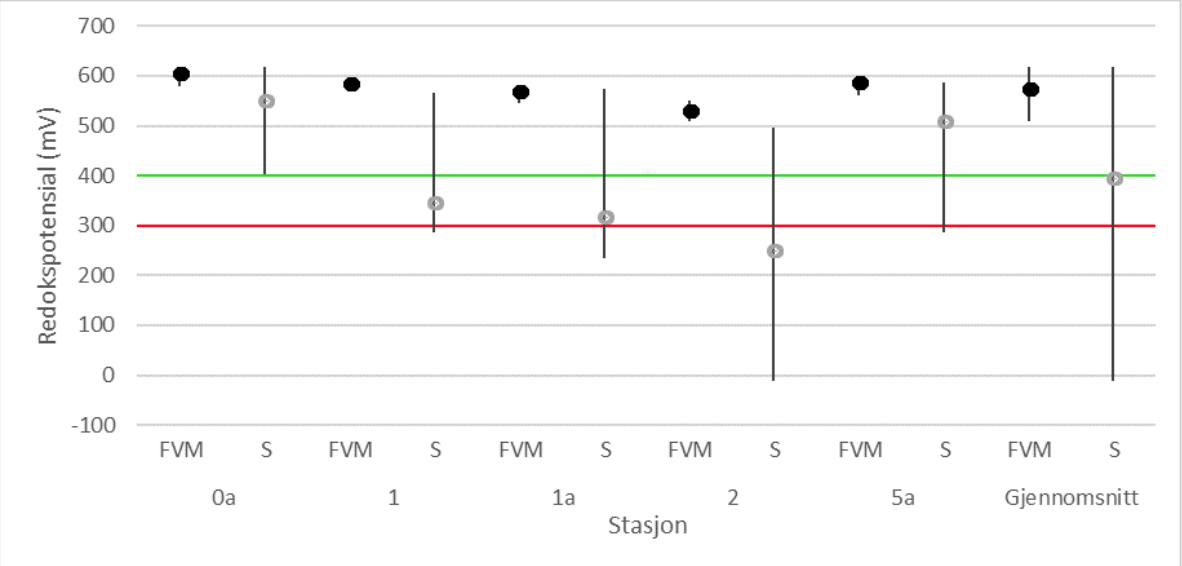
Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2017 var preget av høy nedbør og relativt lave temperaturer. Grunnet overføringen av vann fra Ørfiske (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020) følger temperaturen og vannføringen ikke nødvendigvis de naturlige svingningene i vanntilførselen til Movassbekken. 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 noe under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012a). 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-moderat.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Movassbekken, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var dårlig ved stasjon 2, dårlig-moderat ved stasjon 5, moderat ved stasjon 1 og 4, og moderat-god ved stasjon 3. Det var ingen åpenbare årsaker til hvorfor det skulle være såpass store forskjeller mellom stasjonene.



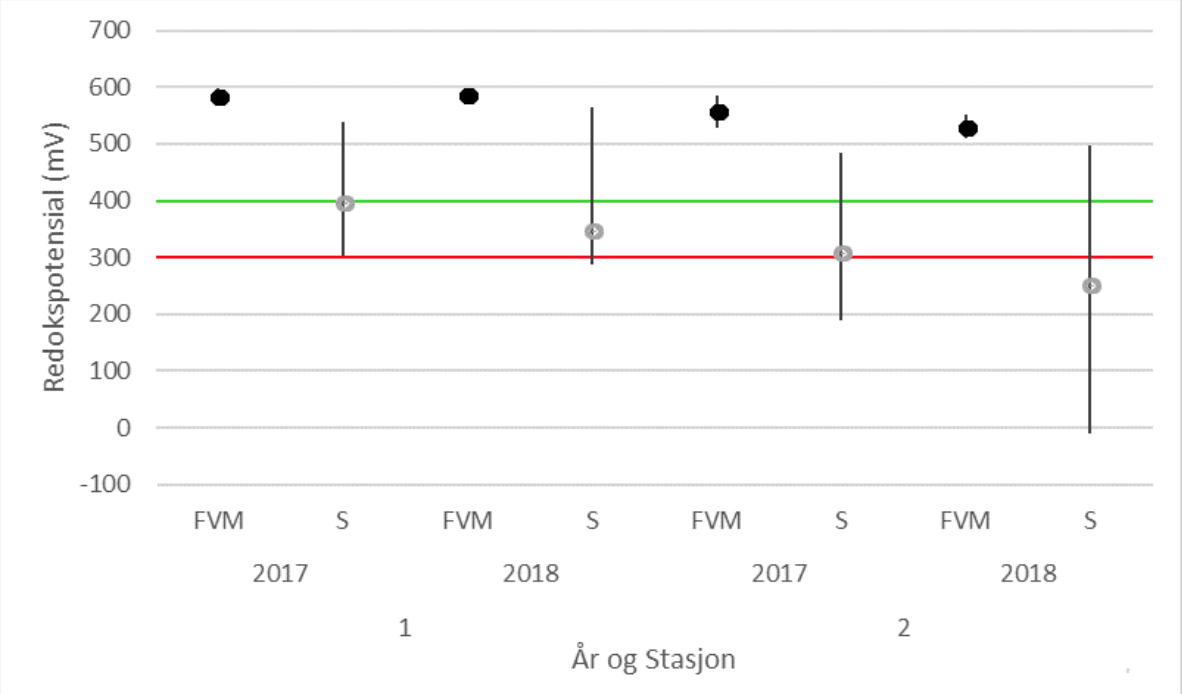
Figur 4.3. *Resultater av redoksmålinger i Movassbekken i 2017. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er modifisert fra figur 6 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*



Figur 4.4. *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. Figuren er hentet fra figur 9 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020), følger temperaturen og vannføringen ikke nødvendigvis de naturlige svingningene i vanntilførselen til Movassbekken. Allikevel må man anta at temperaturen (19,8 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdien man kan forvente i bekken og at vannføringen var ned mot minste vannføringen i bekken, pga. den ekstreme tørken gjennom sommeren. Redoksmålingene



Figur 4.5. *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. Figuren er hentet fra figur 10 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 2012a). Reduksjonen i mediant 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 juvenil elvemusling (52,6 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Til sammen tilsier målingene moderat-god habitatkvalitet for juvenile muslinger.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Movassbekken i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 2, dårlig ved stasjon 1 og 1a, og god ved stasjon 0a og 5a. Den bedre habitatkvaliteten ved stasjon 0a og 5a kan forklares ved at de ligger i områder med relativt sterk strøm (**foto 4.1**), mens 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 (stasjon 1 og 2). 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 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-god habitatkvalitet i 2017, enn stasjon 2, som hadde dårlig habitatkvalitet i 2017.

Hvis man antar at stasjoner som hadde omtrent samme habitatkvalitet i det ene året også vil ha det i det andre året, er det mulig å sammenligne redokspotensialet mellom alle lokalitetene. I 2017 tilsier en slik sammenlikning dårlig til god habitatkvalitet ved stasjonene i bekken, der stasjon 3 hadde moderat-god kvalitet og stasjon 0a og 5a ville hatt god kvalitet. I 2018 tilsier sammenligningen svært dårlig til god habitatkvalitet ved stasjonene i bekken, der stasjon 0a og 5a hadde god kvalitet. 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 likevel gjør den uegnet som leveområde for de juvenile muslingene. Stasjon 3 er noe mindre egnet for juvenil 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 oksygennivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.).

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 habitatkvaliteten i bekken dårlig-moderat i 2017, mens den var moderat-god i 2018. Årsaken til den bedre habitatkvaliteten i 2018 var forskjeller i utvalget av stasjoner, da de to stasjonene som ble sammenlignet i begge år viser at kvaliteten var dårligere i 2018 enn i 2017. En mellomsituasjon mellom disse to årene tyder dermed på at habitatkvaliteten i Movassbekken vil være moderat 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 (Sandaas & Enerud 2018c). Det er allikevel godt mulig at muslingene fra kultiveringsprogrammet vil klare seg ved enkelte av stasjonene i bekken, som nevnt ovenfor. Det er også 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 habitatkvaliteten 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 (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020). Det fin-



Foto 4.2a-c. *Løs grus og sand i Movassbekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 5a-c i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

nes 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 (Husebø & Husby 2017; 2018) 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). 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 4.2a-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

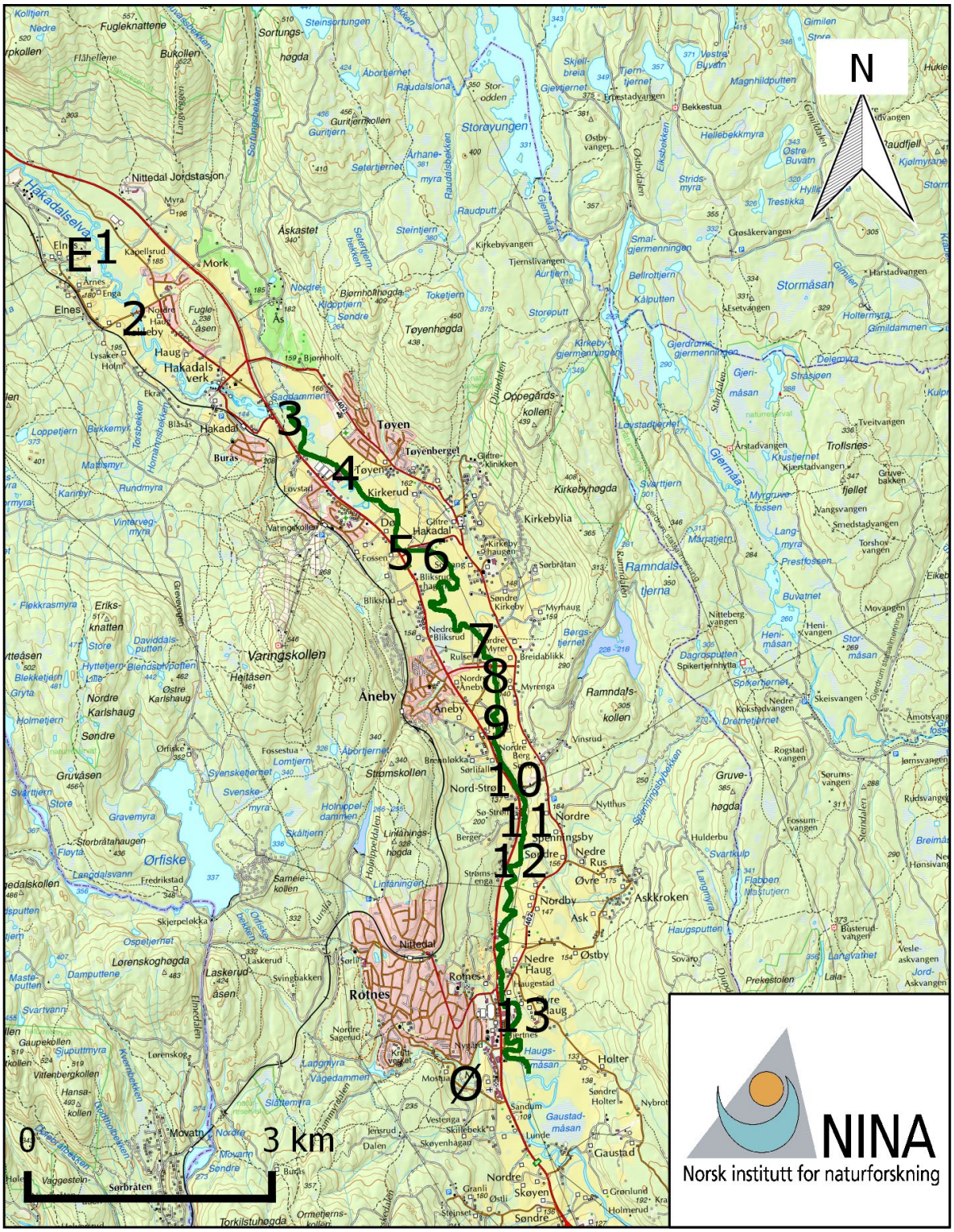


Figur 5.1. *Nitelva. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Nitelva er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er hentet fra figur 11 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 (nå Viken) (**figur 5.1**). 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. Middelvannføringen er på 28,7 l/s/km^2, men overføringer til Maridalsvassdraget fra flere av sidevassdragene (Ela, Gjerdingselva og Ørfiskebekken) og uttak fra drikkevannsmagasiner (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020) fører til noe redusert vannføring i elven. Nedbørsfeltet er på 484,2 km^2 og 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 forsuring 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 2018 viser også en økt eutrofiering nedover i vassdraget, da klassifiseringen gikk fra «svært god» i øvre deler via «god» og «moderat» til «dårlig» i nedre deler av vassdraget (Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016, Meland mfl. 2018, Simonsen & Pengerud 2019). Nitrogen- og fosforverdiene i vassdraget har ligget mellom henholdsvis 300-2950 µg/l og 2-200 µg/l (Sandaas & Enerud 2012b, Holm mfl. 2014, Holm & Aakerøy 2015; 2016, Meland mfl. 2018, Simonsen & Pengerud 2019). For nitrogenverdiene lå dette langt over det man som regel ser i vassdrag med god rekruttering av juvenil elvemusling (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 minimunsgrensene funnet i andre norske bestander med god rekruttering (Larsen 2017a).



Figur 5.2. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Nitelva med Ela og Ørfiskebekken. Strekningen der det er funnet elvemusling er markert med mørkegrønt. 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 hentet fra figur 12 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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,



Foto 5.1. *Redoksmålingsstasjoner i Nitelva. Stasjon 1-8. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 5 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

Brabrand mfl. 2014, Økselrud mfl. 2020), samt edelkreps i øvre del oppstrøms Rotnes (Svae 2017, Kollerud & Bergerud 2019, Økselrud mfl. 2020). I 2019 var gjennomsnittlig tetthet av ørret 7,3 pr. 100 m^2 ved ni stasjoner i elven (Økselrud mfl. 2020). Ved flere av stasjonene var vertstettheten lavere enn det som er nødvendig for å opprettholde bestander av elvemusling (mer enn fem årsyngel (alder 0+) eller 10-20 fisk av alle aldre pr. 100 m^2 (Ziuganov et al. 1994, Arvidsson et al. 2006; 2012, Österling 2006, Söderberg et al. 2008, Degerman et al. 2013)).

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 5.2**) (Sandaas & Enerud 2012b; 2016e, Økselrud mfl. 2020). Vertsfisken til muslingen i vassdraget er ørret (Sandaas & Enerud 2012b; 2016b). Rekrutteringen i vassdraget 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, men svært få av muslingene ble gjenfunnet i Ørfiskebekken i 2016 (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 muslinger 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 5.2,** og **foto 5.1** og **5.2**). 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 elvemusling 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 13-14). 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

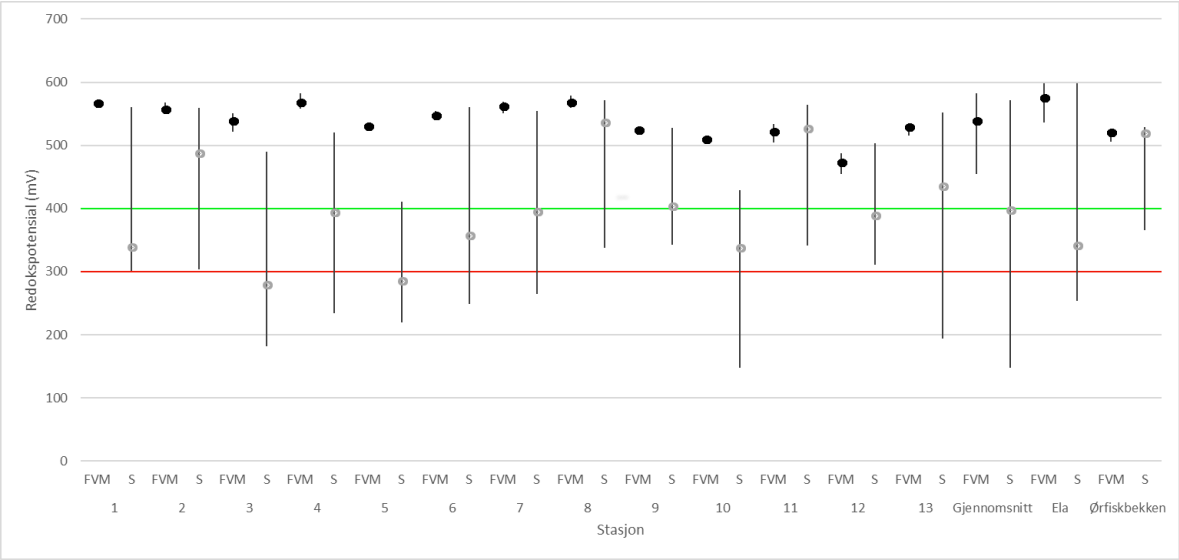
Temperaturen i Nitelva varierte mellom 16,9 og 21,9 °C i 2018. Både NVEs vannføringsdata (SILDRE 2018) og nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon tilsier at vannføringen i elven var lav. Resultatene av redoksmålingene fra Nitelva, med Ørfiskebekken og Ela, er beskrevet i **figur 5.3** og **vedlegg 3 tabell 1a-c**.



Foto 5.2. *Redoksmålingsstasjoner i Nitelva med Ela og Ørfiskebekken. Stasjon 9-13, og Ela og Ørfiskebekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 6 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 maksimumsverdien man kan forvente i Nitelva og at vannføringen var ned mot minstevannføringen i elven. Vannføringen i elven er redusert på grunn av overføringer til Maridalsvassdraget og drikkevannsuttak. I tillegg er det flere demninger i vassdraget som på-



Figur 5.3. *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 Ørfiskebekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er modifisert fra figur 13 i NINA Rapport 1540, pga. en feil i den opprinnelige figuren (Magerøy 2019).*

virker vannføringsdynamikken (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020). Dette gjelder spesielt to av kraftverkene i hovedelven (Verksfossen og Sagfossen), som har ført til raske endringer i vannføring i perioder med lav vannføring (Økselrud mfl. 2020) fra stasjon 3 og nedover i elven. Vannføringsdata (Sildre 2020) tyder på at vannføringen ikke var påvirket av slike vannføringsendringer da redoksmålingene ble gjennomført, men at kjøring av kraftverkene hadde økt vannføringen ved to anledninger rett før undersøkelsene ble gjennomført. Det er mulig at denne økningen kan ha påvirket redoksmålingene positivt gjennom utskylling av substratet, spesielt ved stasjonene rett nedenfor kraftverkene der effekten av kjøringen vil være størst (Økselrud mfl. 2020). Allikevel kan man forventet at redoksmålingene representerer en dårlig situasjon i elven og i 'normalår' vil man forvente noe 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 under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat(-god) habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant 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 juvenil elvemusling (43,9 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Redokspotensialet i substratet tilsier moderat(-god) habitatkvalitet og det var noe egnet substrat, mens reduksjonen i redokspotensial tilsier at habitatkvaliteten generelt sett var (dårlig-)moderat. Dermed var den generelle habitatkvaliteten 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). Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Nitelva i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 3 og 5, dårlig-moderat ved stasjon 1, 6 og 10, moderat ved stasjon 4 og 7, moderat-god ved stasjon 12, og god ved stasjon 2, 8, 9, 11 og 13. At stasjon 5 (**foto 5.1**) hadde blant den dårligste habitatkvaliteten i elven kan sannsynligvis forklares med at substratet var sterkt siltpåvirket. Den relativt dårlige habitatkvaliteten ved

stasjon 4 (**foto 5.1**) kan kanskje forklares med partikkeltilførsel pga. anleggsarbeid ved Hakadal ungdomsskole. Den bedre habitatkvaliteten ved noen av stasjonene kan forklares med løst substrat (stasjon 13, **foto 5.2**), høyere strømhastighet (stasjon 9 og 11, **foto 5.2**) eller en kombinasjon (stasjon 8, **foto 5.1**). Det var ingen åpenbare grunner til forskjeller i habitatkvalitet 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 habitatkvaliteten dårlig-moderat, mens i Ørfiskebekken var kvaliteten god. Øvre deler av begge disse sidebekkene er oppdemmet og det overføres vann til Maridalsvassdraget (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020). Dette bidrar til redusert vannføring og redusert flomhyppighet, noe som vil redusere utvaskingen av finsedimenter fra substratet og dårligere forhold for elvemusling (Larsen 2012b). At Ørfiskebekken allikevel har god habitatkvalitet kan nok forklares med at substratet bestod av stein og løs grus.

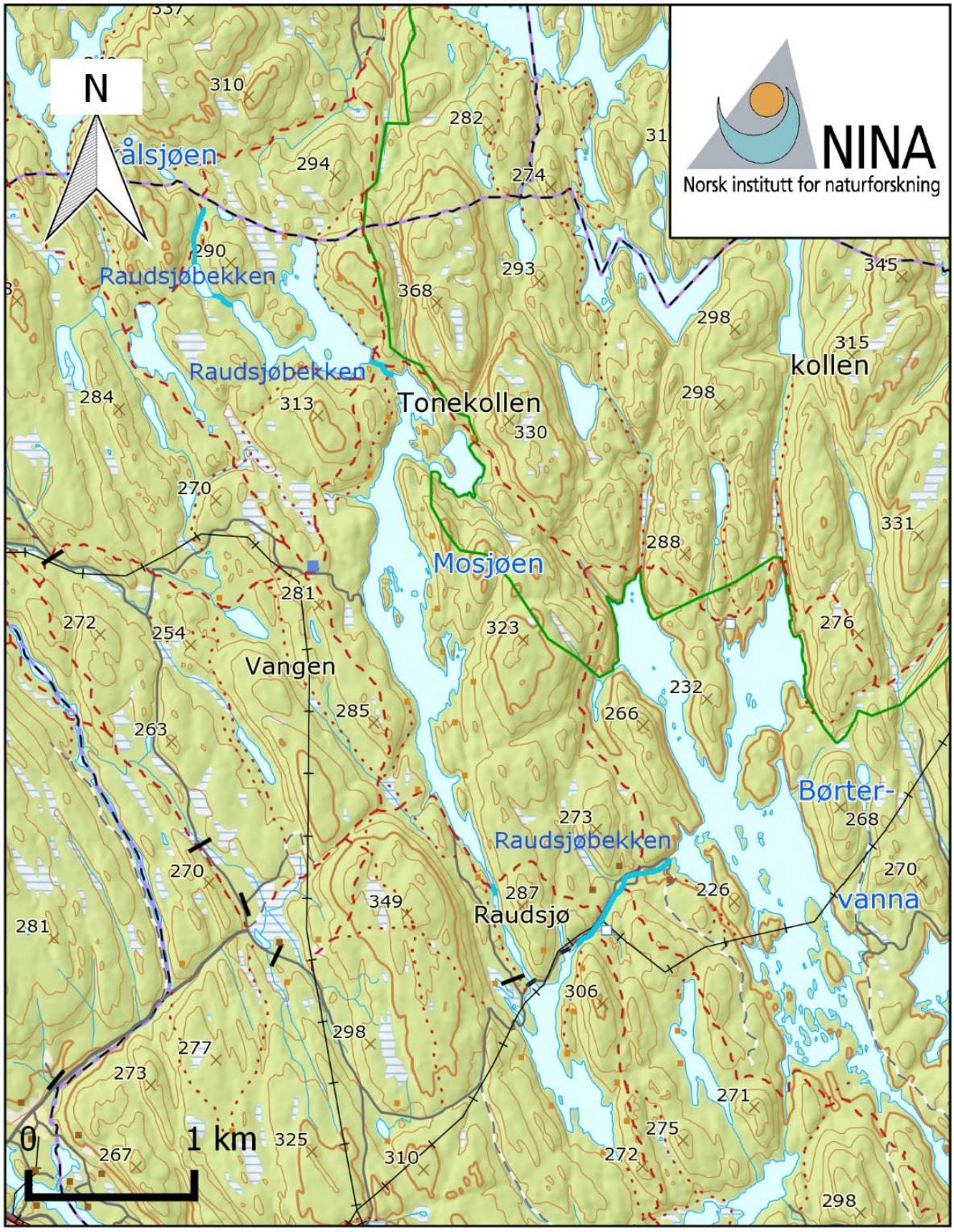
Basert på redokspotensialet kunne man anta at stasjon 2, 8, 9, 11, 13 og Ørfiskebekken er de best egnede lokalitetene for elvemusling i Nitelva, men substratet er nok for ustabilt for juvenile muslinger på stasjon 8 og i Ørfiskebekken. I tillegg har stasjon 11 få strømrefugier for muslingen og er dermed 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 4, 7 og 12 heller ikke være fullstendig uegnet for juvenile muslinger i år med bedre forhold enn i 2018. 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 muslinger 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, spesielt ved stasjon 2. De eneste stasjonene som har redokspotensial som sannsynligvis gjør dem bortimot fullstendig uegnet for juvenil elvemusling er stasjon 3 og 5. Allikevel ble det observert ca. 15 år gammel musling ved stasjon 5 (pers. obs.). Dette kan forklares med at også denne stasjonen hadde noe, om enn svært lite, substrat som var egnet for juvenile muslinger eller at forholdene ved stasjonen har forverret seg over de siste 15 årene.

At habitatkvaliteten i Nitelva generelt kunne betegnes som moderat 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, Meland mfl. 2018, Værøy & Torgersen 2018, Simonsen & Pengerud 2019), og eutrofiering er en av hovedårsakene til redusert rekruttering i elvemuslingbestander (f.eks. Larsen 1997; 2005; 2017a). Den reduserte vannføringen og endrete vannføringsdynamikken i vassdraget (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020) bidrar sannsynligvis også til en reduksjon i tilgjengelig habitat av god kvalitet for muslingen. Gitt at sommeren 2018 har vært preget av sterk tørke, skulle man forvente at redoksmålingene representerer en dårlig situasjon i elven og at man i et 'normalår' ville forvente noe høyere verdier. Allikevel tilsier redoksmålingene moderat habitatkvalitet i dette 'ekstremåret' og man må kanskje forvente moderat-god kvalitet i 'normalår'. En mulig forklaring til den overraskende gode habitatkvaliteten kan være at kjøring av kraftverkene hadde økt vannføringen ved to anledninger rett før undersøkelsene ble gjennomført (Sildre 2020), men dette er forventet å ha størst påvirkning på stasjonene rett nedenfor kraftverkene (Økselrud mfl. 2020). En viktigere årsak til den observerte habitatkvaliteten er sannsynligvis at tidligere undersøkelser 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, Meland mfl. 2018). Forholdene kan imidlertid variere noe mellom år og i 2017 ble områdene klassifisert til «moderat-dårlig» tilstand (Værøy & Torgersen 2018), mens i 2018 ble nederste del av utbredelsesområdet klassifisert til «moderat» tilstand (Simonsen & Pengerud 2019).

Redoksmålingene tyder på at den begrensende rekrutteringen blant elvemusling i Nitelva (Sandaas & Enerud 2012b) sannsynligvis har flere årsaker. For å få enda større klarhet i hvor stort problem eutrofiering og de hydrologiske endringene 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) og tetthetsdata fra 2019 (Økselrud mfl. 2020) tyder på at dette er tilfellet i deler av utbredelsesområdet. Tilleggsundersøkelser av ørrettetthet er ønskelige, da undersøkelsene som ble gjort i 2019 bare dekket en mindre del av utbredelsesområdet til muslingen. Det er også viktig å evaluere rekrutteringen i vassdraget på nytt. Den 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 ugangspunkt 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, Meland mfl. 2018, Værøy & Torgersen 2018, Simonsen & Pengerud 2019). Dermed er det ønskelig å redusere tilførselen av næringsstoffer til vassdraget, for å bedre forholdene for juvenil elvemusling. 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 gjødselfri dyrket/naturlig buffersone langs vassdraget være aktuelt (Kålås mfl. 2016). Det er også ønskelig å identifisere og utbedre eventuelle punktutslipp av næringsstoffer i nedbørsfeltet. I tillegg er det ønskelig å øke vannføringen i elven. Ny vannforsyning til Oslo fra Holsfjorden (en del av Tyrifjorden) (Skrutvold mfl. 2019, Terje Wivestad, pers. med.) kan muliggjøre at overføringen fra Nitelvas sidevassdrag til Maridalsvassdraget (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020) reduseres. Det er også ønskelig å redusere effekten av demingene i vassdraget på vannføringsdynamikken i vassdraget. Fra og med 2019 er det gjort tiltak for å redusere effekten av vannkraftverkene i hovedelven på denne dynamikken (Økselrud mfl. 2020).

6 Raudsjøbekken



Figur 6.1. *Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, og øvre del av Børtervassdraget. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Raudsjøbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Kartet er hentet fra figur 7 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

6.1 Områdebeskrivelse

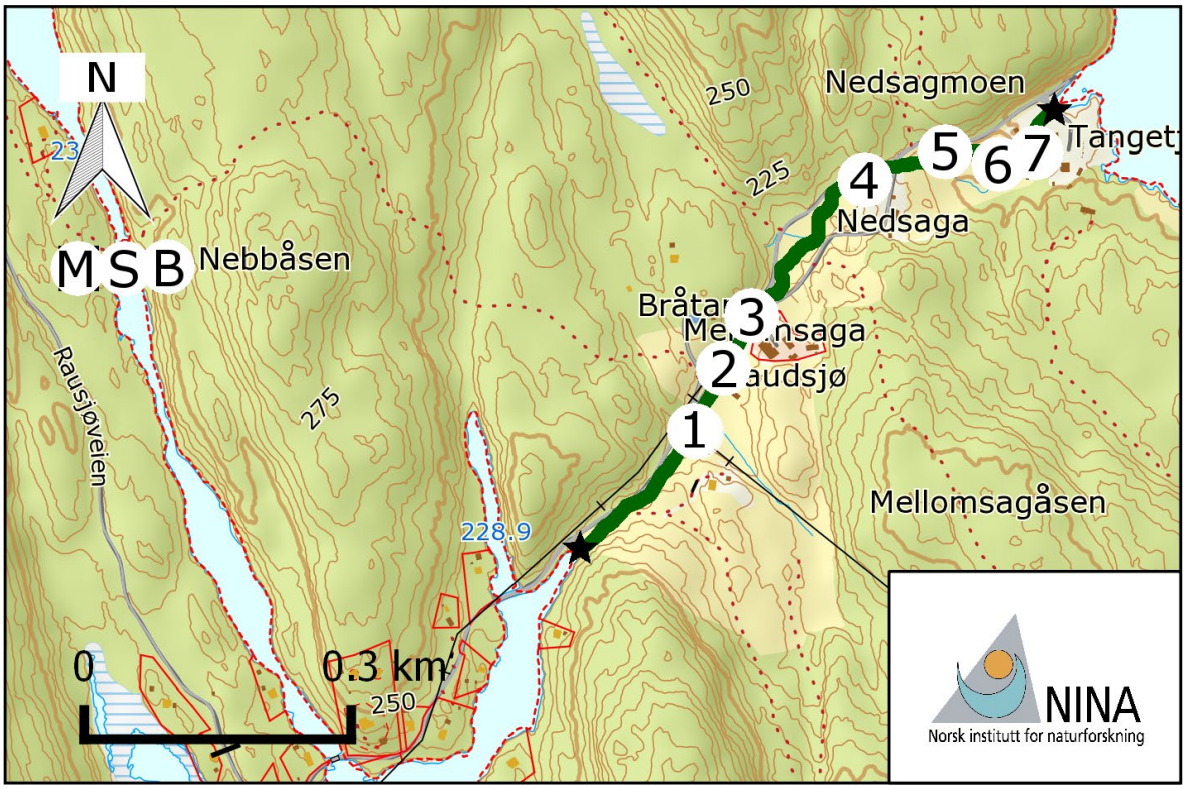
Raudsjøbekken (vassdragsnr. 002.C4D, **figur 6.1**) utgjør øvre delen av hovedstrengen i Børtervassdraget (vassdragsnr. 002.C4), som er et sidevassdrag til Glomma (vassdragsnr. 002.Z) med utløp på vestsiden av Øyeren. Hele Børtervassdraget er i Enebakk kommune i Akershus (nå Viken). Den øvre delen av 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 km^2 og middelvannføringen er på ca. 19,8 $l/s/km^2$. 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 ikke gjennomsnittsverdiene for tubiditet (0,59 FNU), fargetall (23 mg/l Pt), totalt fosfor (5 µg/l) eller nitrat (62 µg/l) på at tilførsel av næringsstoffer og partikler er et problem i bekken, men verdiene av totalt orgnaisk karbon (5,5 mg/l) var litt høye sammenlignet med funnene fra Norge. Gjennomsnittsverdiene av labilt (5 µg/l) og totalt aluminium (44 µg/l) lå under de skadelige grensene man har observert i henholdsvis Skandinavia og Norge, men verdiene av pH (6,4) og magnesium (0,43 mg/l) lå nedre grenseland sammenlignet med vassdrag med god rekruttering i Norge. Dermed kan forsuring 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 6.2**). Tettheten var lav og varierte fra 0,1-0,3 muslinger/m^2. 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 (Sandaas 2019). 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 2018d). 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, Jakobsen 2019, 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 6.2. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Raudsjøbekken og Mosjøbekken. Strekningene der det er funnet elvemusling er markert med mørkegrønt. 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 modifisert fra figur 8 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*



Foto 6.1. *Redoksmålingslokaliteter i Raudsbjøbekken. Foto fra stasjon 1. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 6 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018*

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 6.2. *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. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 7 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*



Foto 6.3. *Redoksmålingsområde i Mosjøbekken. Målingene ble tatt i kulpen midt i bildet. Foto: Terje Wivestad. Fotoet er hentet fra foto 9 i NINA Rapport 1450 (Magerøy 2019).*

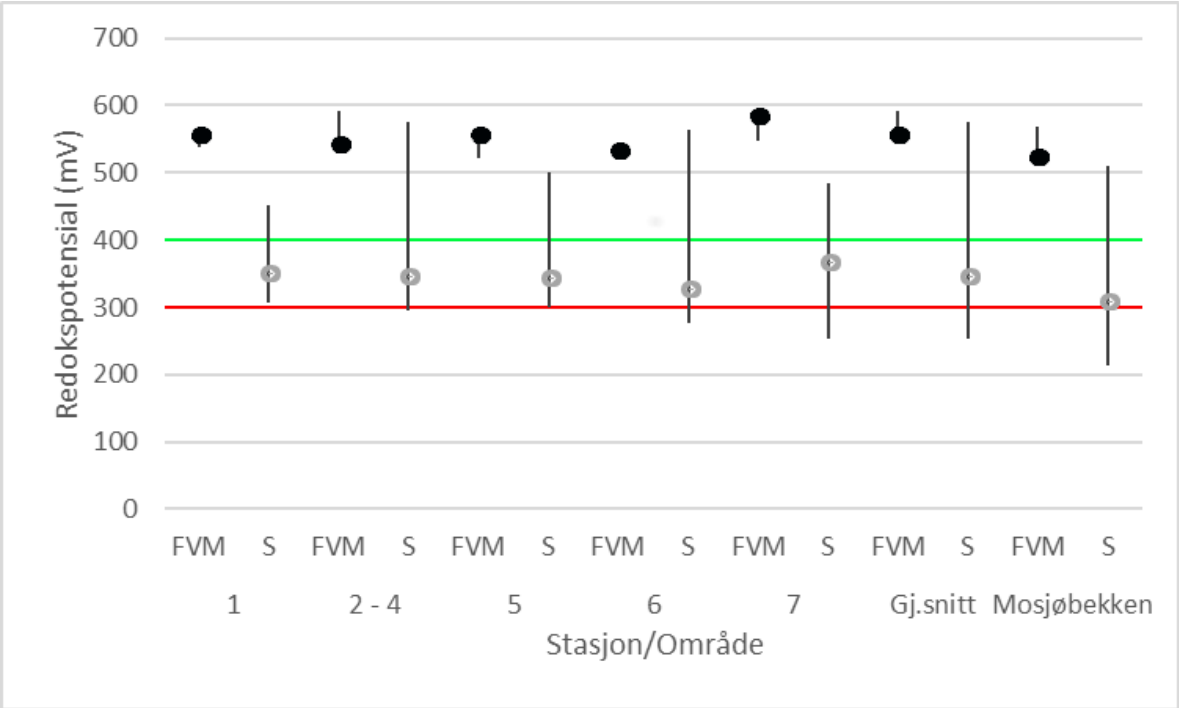
råder (se **figur 6.2**, og **foto 6.1** og **6.2**). På stasjonene ble det gjennomført 15-16 målinger i substratet og 5-8 målinger i de frie vannmassene fordelt på 5-11 transekter. På områdene ble det gjennomført 2-10 målinger i substratet og 1-4 målinger i de frie vannmassene fordelt på 2-7 transekter. I tillegg ble det også gjennomført fire målinger i substratet og tre målinger i de frie vannsmassene i Mosjøbekken (se **figur 6.2** og **foto 6.3**). Disse målingene fordelte seg på fire transekter. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 13-14). 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 6.3** 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 6.3. *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 figur 9 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

minimumsvannføringen i bekken. Selv om det er demninger øverst i både Raudsjøbekken og Mosjøbekken (NVE Atlas 2020, pers. obs.), ansees dette ikke å ha påvirket vannføringen på undersøkelsestidspunktet. Dermed må man anta at det målte redokspotensialet ligger over det man vil finne under de verste sommerforholdene i begge bekkene. Funnene fra vassdragene som ble undersøkt fra 2017 til 2019 tyder på dette.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Raudsjøbekken i 2017 var 345 mV. Dette ligger noe under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012a). 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 dårlig. Dette er kanskje noe overraskende, siden det har blitt funnet relativt god rekruttering i nedre deler av bekken i 2016 (Sandaas 2019). Dermed kan det tyde på at habitatkvaliteten har forverret seg igjen i de siste årene. Stikkprøvene fra Mosjøbekken tilsier en enda dårligere habitatkvalitet 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.



Foto 6.4a-d. *Beveraktivitet i Raudsjøbekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene er hentet fra foto 8a-d i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene og områdene i Raudsjøbekken, så viser det seg at det var liten forskjell i habitatkvalitet. Habitatkvaliteten var dårlig ved alle stasjonene og i alle områdene. I Mosjøbekken ble det bare tatt stikkprøver.

Den dårlige habitatkvaliteten ved alle stasjonene og områdene i Raudsjøbekken gjør det vanskelig å anbefale lokaliteter for utsetting av juvenil 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 og påpeke at det var her Kjell Sandaas og Jørn Enerud fant ca. 30 juvenile muslinger i 2016 (Sandaas 2019). 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 habitatkvaliteten var enda dårligere enn i Raudsjøbekken.

Den generelt dårlige habitatkvaliteten i Raudsjøbekken har en hovedårsak. Det er stor beveraktivitet i bekken og den har økt (Rune Askvik og Kjell Sandaas, pers. med.) og påvirker bekken sterkt (**foto 6.4a-d**, pers. obs.). Forhøyet vannstand pga. beverdemninger førte da også til at store deler av bekken var utilgjengelig for redoksmålinger når undersøkelsene ble gjennomført (pers. obs.). Beverdemninger fører ikke bare til økt vannstand, men også til redusert vannhastighet. Redusert vannhastighet, utgraving av kanaler og bekkekanten, og tilførsel av trematerialer til bekken fører til økt siltering. Det vil redusere tilgangen til oksygen i substratet og påvirke elvemuslingene negativt. Både ovenfor og nedenfor beverdemningene var det stor sedimentering av flis og annet trematerialer (**foto 6.5**). 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 flissub-



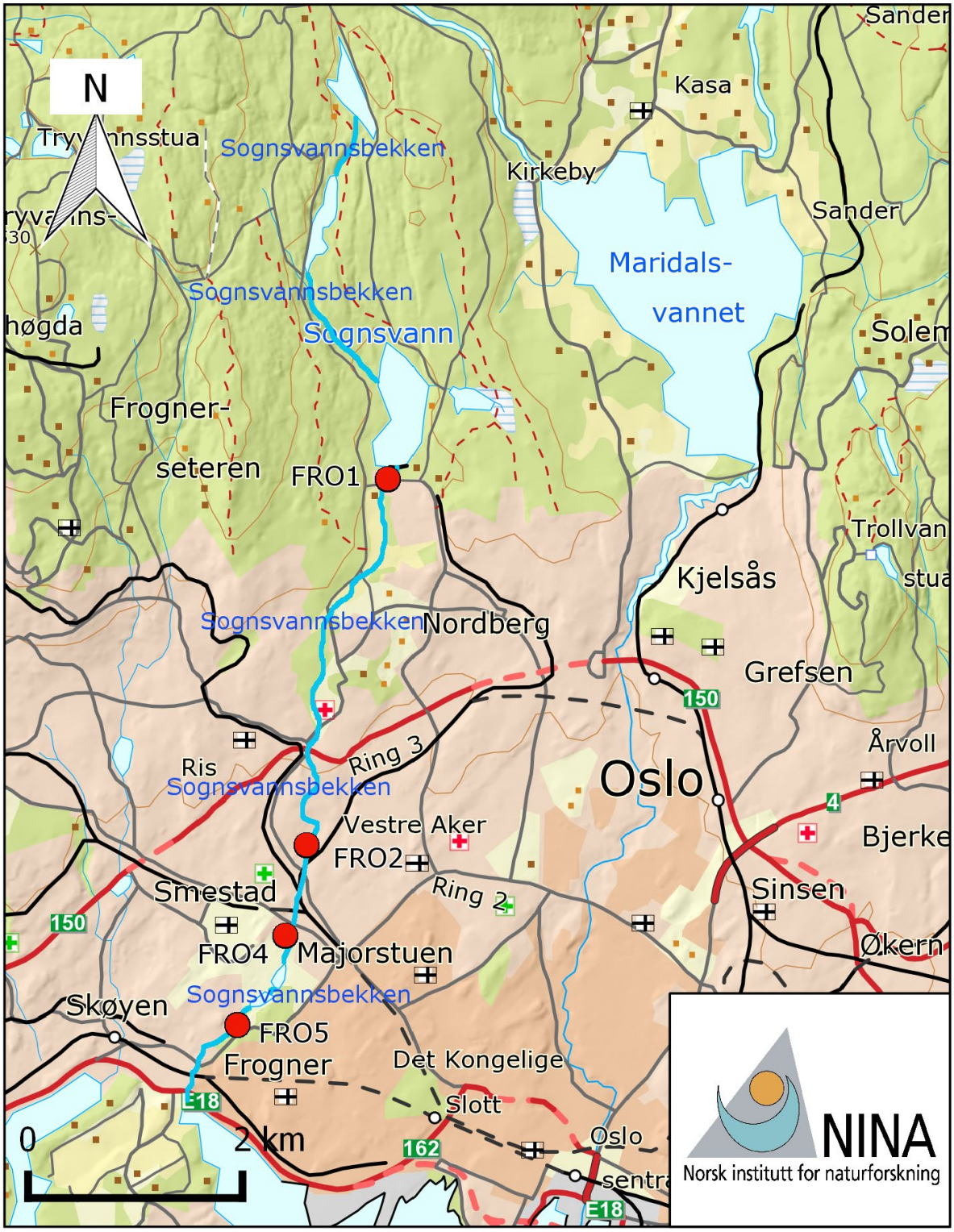
Foto 6.5. *Flis og annet trematerialе i Raudsjøbekken. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoet er hentet fra foto 9 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

strat. 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 (Sandaas 2019, Rune Askvik, 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 juvenile muslinger (Sandaas 2019), og det bare finnes én annen rekrutterende elvemuslingbestand øst for Oslofjorden og bare et fåtall rekrutterende bestander i Akershus (nå en del av Viken) (Larsen & Magerøy 2019b). Derfor har Sandaas (2019) utarbeidet en tiltaksplan for bekken, med spesielt henblikk på tiltak mot de negative effektene av beveraktiviteten. 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 habitatkvaliteten i Mosjøbekken er vanskeligere å forklare, da det ikke er noen åpenbare kilder til næringstilførsel eller siltering i bekken. Utløpet fra Mosjøen 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 utskylling av substratet og at man får høyere sommertemperaturer som resulterer i lavere oksygentilgjengelighet. For 5-10 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.). Den dårlige habitatkvaliteten kan nok fremdeles være påvirket 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 vannførings-dynamikk. 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 7.1. *Sognsvannsbekken. Hovedstrengen i vassdraget er markert med turkis. Navnet Sognsvannsbekken er blitt brukt på hele hovedstrengen i dette kartet. Lokalisering av stasjonene FRO1-5 er hentet fra Saltveit mfl. (2017). Kartet er modifisert fra figur 10 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

7.1 Områdebeskrivelse

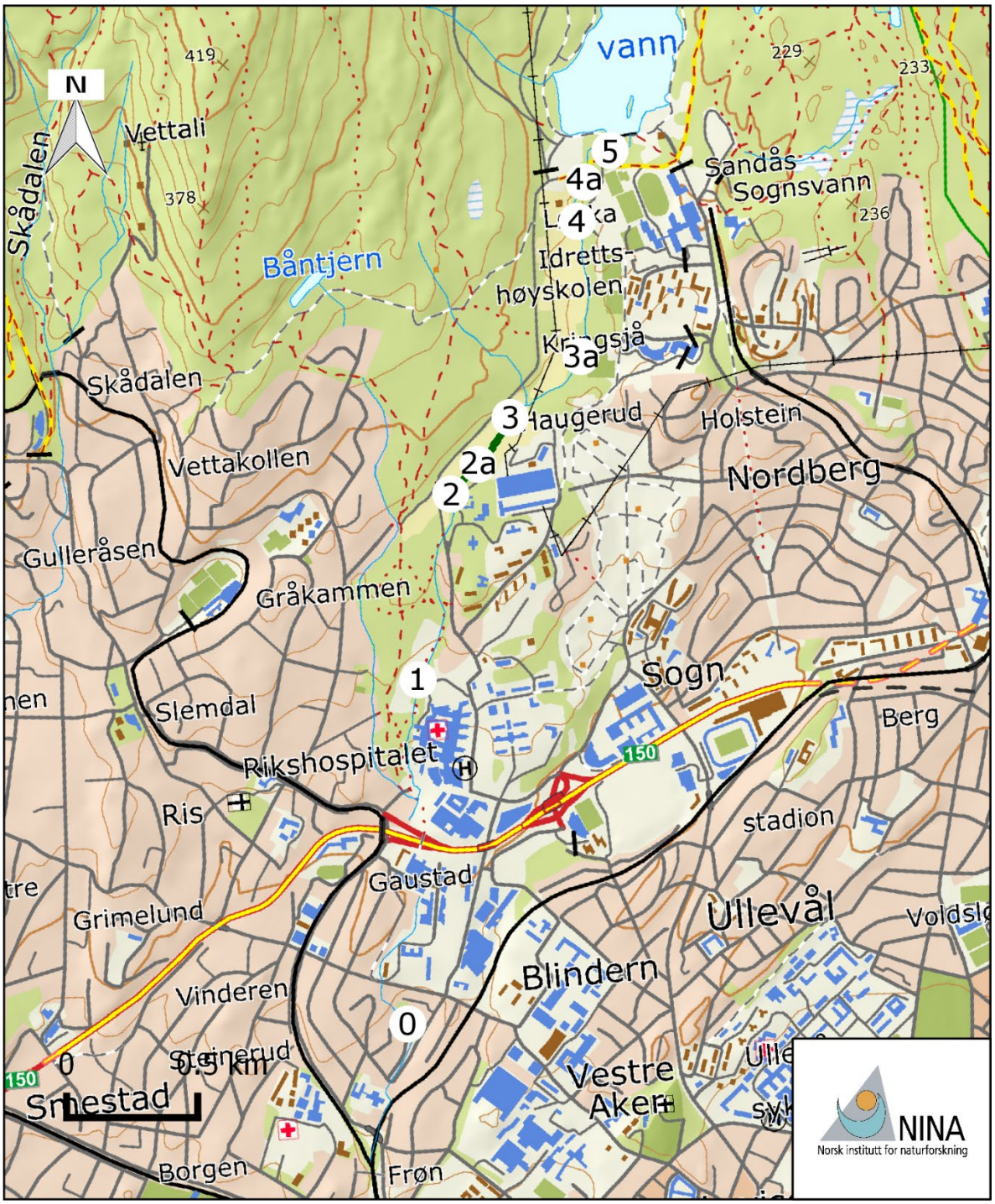
Sognsvannsbekken (også kjent som Frognerbekken/-elva) utgjør et eget vassdrag (vassdragsnr. 006.3Z). Vassdraget ligger i Oslo kommune (**figur 7.1**). Den delen av bekken som heter Pinabekken har sitt utspring i Store Åklungen (293 moh.), og renner gjennom Lille Åklungen (258 moh.) og ned til Sognsvann (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 km^2 og middelvannføringen er på ca. 19,1 $l/s/km^2$. 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 (**figur 7.1**). 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 «svært dårlig-dårlig» til «dårlig-moderat» under de siste undersøkelsene. Ved stasjon FRO 5 har det også vært en forbedring i tilstanden fram til 2013 (fra «svært dårlig-dårlig» til «dårlig»), men i 2016 var tilstanden blitt dårligere igjen («svært dårlig-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 (**figur 7.1**) (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 muslinger 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 7.2**) (Sandaas & Enerud 2013a). Nye undersøkelser ble gjennomført i 2016 og 2017, og det ble funnet en musling til i 2017 (Sandaas & Enerud 2017b, 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; 2017b, Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018, Jakobsen 2019, 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 7.2. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Sognsvannsbekken. Strekningen der det er funnet elvemusling er markert med mørkegrønt, 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 0-5 indikerer lokalisering av redoksmålings-stasjonene. Stasjon 1, 2, 3, 4 og 5 ble undersøkt i 2017. Stasjon 2, 2a, 3, 3a og 4a ble undersøkt i 2018. Stasjon 0A-C (0 i kartet), 2 og 3 ble undersøkt i 2019. Kartet dekker elvestrekningen fra Sognsvann til Frøn. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).*



Foto 7.1. *Redoksmålingsstasjoner i øvre del av 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. Stasjon 2 og 3 ble også undersøkt i 2019. Foto: Jon H. Magerøy. Fotoene for stasjonene som ble undersøkt i 2017 er hentet fra foto 10 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018) og fotoene fra stasjonene som ble undersøkt i 2018 er hentet fra foto 11 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

7.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Sognsvannsbekken 31.08.2017, 24.07.2018 og 17.07.2019. 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. I 2019 ble det gjennomført målinger ved to

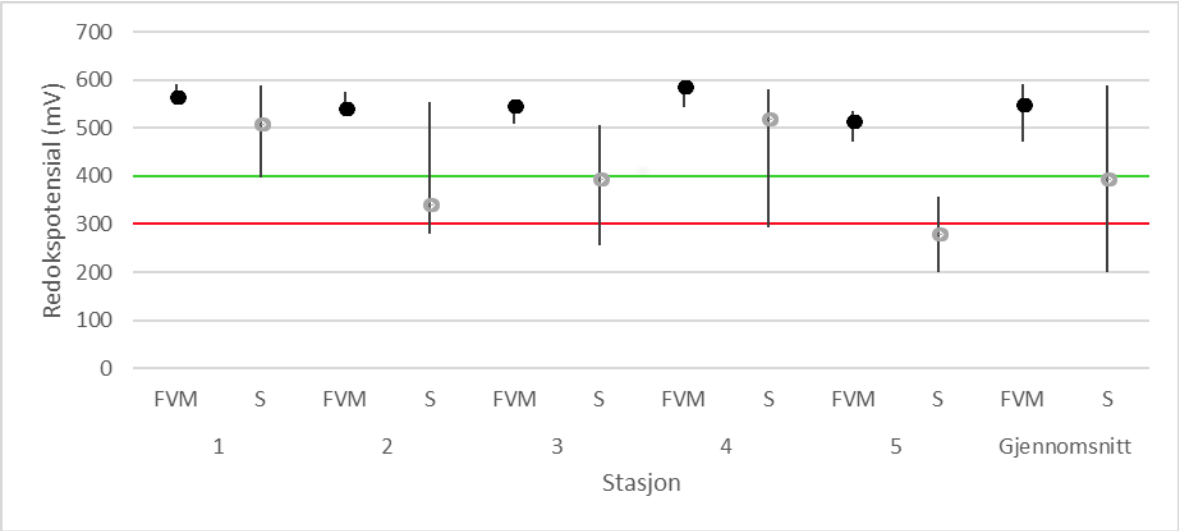


Foto 7.2. *Redoksmålingsstasjoner ved Vindern i Sognsvannsbekken. Stasjon 0a, 0b og 0c ble undersøkt i 2019. Foto: Jon H. Magerøy.*

stasjoner i områdene nedenfor Sognsvann og tre stasjoner ved Vindern (se **figur 7.2,** og **foto 7.1** og **7.2**). 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 alle 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, med unntak av stasjon 0A og 0C, der målingene fordelte seg på henholdsvis 8 og 6 transekter. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 13-14). 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, i 2018 varierte temperaturen mellom 17,2 og 17,4 °C, og i 2019 varierte temperaturen mellom 13,9 og 15,0 °C. Vannføringen var middels-lav i 2017 og 2019, mens den var ekstremt lav i 2018. Resultatene av redoksmålingene fra bekken i 2017 er beskrevet i **figur 7.3** og **vedlegg 5 tabell 1**. Resultatene fra 2018 er beskrevet i **figur 7.4** og **vedlegg 5 tabell 2**. Resultatene fra 2019 er beskrevet i **figur 7.5** og **vedlegg 5 tabell 3**. For stasjon 2 og 3 er det gjort en sammenlikning av resultatene fra 2017 til 2019 i **figur 7.6**. I **vedlegg 5 tabell 4** angis habitatkvalitetskategoriene for de forskjellige stasjonene i det året de ble undersøkt og estimert habitatkvalitet i det året som stasjonene ikke ble undersøkt.



Figur 7.3. *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).*

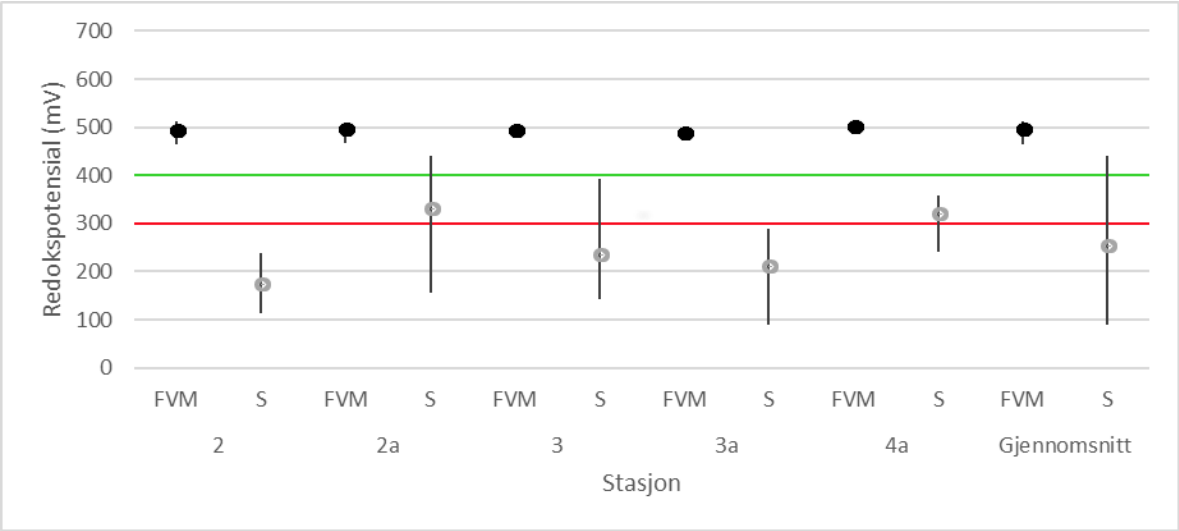
7.5 Diskusjon

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 (14,1 °C i gjennomsnitt) en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i Sognsvannsbekken og vannføringen en del høyere enn den antatte minimumsvannføringen i bekken. Under slike forhold ansees demningen ved Sognsvann å ha liten påvirkning på vannføringsdynamikken 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 under grensen mellom moderat og god habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant 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 juvenil 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 habitatkvaliteten i bekken moderat i 2017.

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken i 2017, så er bildet mye mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 5, dårlig ved stasjon 2, moderat-god ved stasjon 3, og god ved stasjon 1 og 4. Den store forskjellen mellom stasjonene var i noen tilfeller lett å forklare. Stasjon 5 (**foto 7.1**) 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 noen år siden (Erik Framstad, Kjell Sandaas og Terje Wivestad, pers. med.). Den gode habitatkvaliteten ved stasjon 4 (**foto 7.1**) kan forklares med at stasjonen bestod av mye løs grus. Stasjon 2 og 3 (**foto 7.1**) 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,



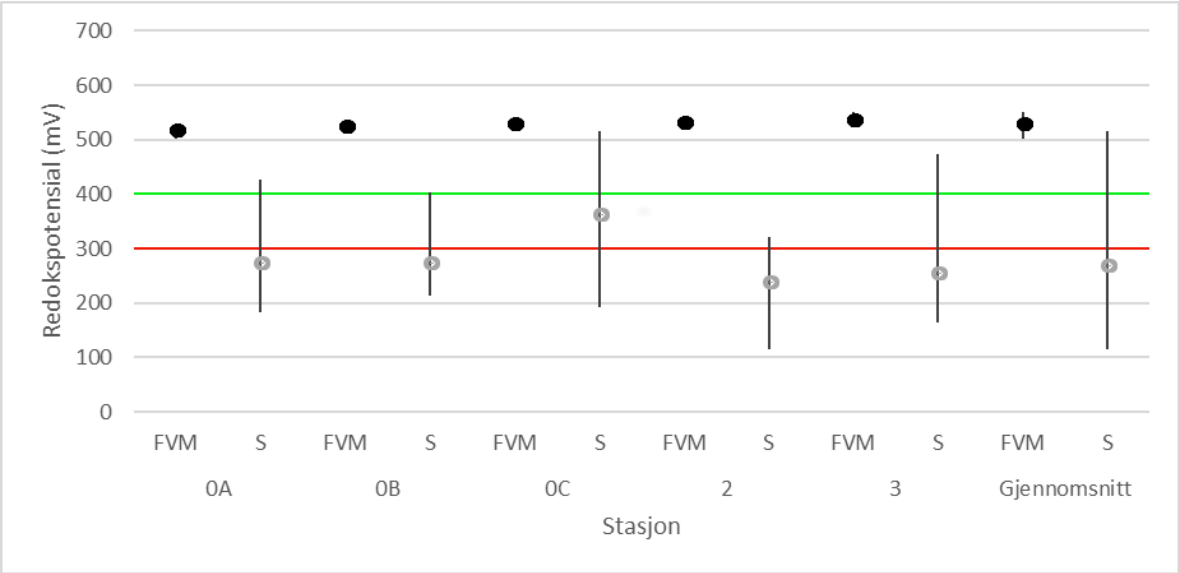
Figur 7.4. *Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2018. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Figuren er hentet fra figur 20 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 som ble undersøkt (stasjon 1, **foto 7.1**), og som kunne forventes å bli utsatt for mest menneskelig påvirkning, hadde den beste habitatkvaliteten. 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 temperaturen ville være opp mot maksimumsverdien man kan forvente i Songsvannsbekken. Allikevel var temperaturen relativt lav (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 7.1**, 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 Sognsvannsbekken i 2018 var 241 mV. Dette ligger langt under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant 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 nesten ikke 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.



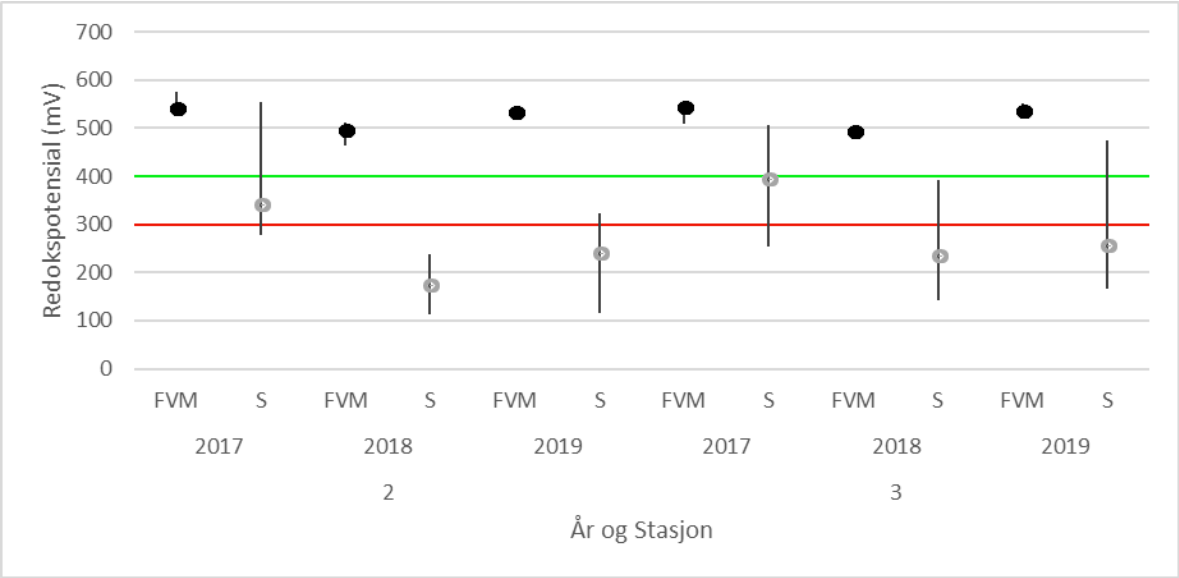
Figur 7.5. *Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2019. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.*

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken i 2018, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 2, 3 og 3a, svært dårlig-dårlig ved stasjon 4a og dårlig ved stasjon 2a. Den svært dårlige habitatkvaliteten ved stasjon 3a (**foto 7.1**) kan nok delvis forklares ved at substratet ved stasjonen var sterkt siltpåvirket. Den noe bedre habitatkvaliteten ved stasjon 4a (**foto 7.1**) 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 dårlig habitatkvalitet som stasjon 3a, og at stasjon 2a hadde noe bedre kvalitet enn stasjon 4a.

7.5.3 Redoksmålinger i 2019

Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2019 var preget av lav nedbør og relativt høye temperaturer. Allikevel var temperaturen (14,1 °C i gjennomsnitt) en god del lavere enn den antatte maksimumstemperaturen i Sognsvannsbekken og vannføringen en del høyere enn den antatte minimumsvannføringen i bekken. Den lave temperaturen er noe overraskende, men som diskutert for målingene fra 2018 så skyldes dette kanskje høy grunnvannstilførsel til bekken. Redoksmålingene representerer sannsynligvis de dårligste forholdene man kan forvente å oppleve i løpet av et 'normalår' i bekken.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Sognsvannsbekken i 2019 var 268 mV. Dette ligger langt under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 49,3 %. 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 (15,8 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Alle målingene tilsier dermed svært dårlig habitatkvalitet for juvenile muslinger.



Figur 7.6. *Sammenligning av redoksmålinger fra 2017 til 2019 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.*

Hvis man sammenligner de enkelte stasjonene i Sognsvannsbekken i 2019, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 2 og 3, svært dårlig-dårlig ved stasjon 0A og 0B, og moderat ved stasjon 0C. De bedre forholdene ved den siste stasjonen kan kanskje forklares ved at den lå rett nedenfor et lengre strykparti, som i større grad kan presse oksygenrikt vann gjennom substratet og hindre akkumuleringen av finpartikulært materiale.

7.5.4 Sammenligning av 2017, 2018 og 2019

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, mens forholdene i 2019 var nærmere et slik 'verste scenario'. 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 tre årene, ble to stasjoner undersøkt alle år (stasjon 2 og 3). Habitatkvaliteten var best i 2017 med høyest redokspotensial (henholdsvis 339 og 391 mV), lavest reduksjon mellom vannmassene og substratet (henholdsvis 37,1 og 27,9 %), og høyest andel substrat som var av god habitatkvalitet for juvenil elvemusling (henholdsvis 13,3 og 46,7 %). Habitatkvaliteten var dårligst i 2018 med lavest redokspotensial (henholdsvis 172 og 234 mV), størst reduksjon (henholdsvis 65,0 og 52,4 %) og lavest andel substrat av god kvalitet (0 % for begge stasjonene). I 2019 var habitatkvaliteten noe bedre enn i 2018 med høyere redokspotensial (henholdsvis 238 og 253 mV), noe mindre reduksjon (henholdsvis 55,2 og 53,4 %), og høyere andel substrat av god kvalitet ved en av stasjonene (henholdsvis 0 og 20,0 %). Det er interessant at 'normalåret' 2019 lå nærmere det tørre 2018-året enn det våte 2017-året. Sammenligningen tyder også på at vannføringen og temperaturen i 2018 og 2019 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 habitatkvalitet i det ene året også vil ha det i det andre året, er det mulig å sammenligne redokspotensialet mellom alle lokalitetene. I 2017 tilsier en slik sammenlikning svært dårlig til god habitatkvalitet ved stasjonene i bekken, der stasjon 3 hadde moderat-god kvalitet og stasjon 0C, 1, 2a, 4, og 4a hadde/ville hatt god

kvalitet. I 2018 tilsier sammenligningen svært dårlig til moderat habitatkvalitet ved stasjonene i bekken, der stasjon 1 ville hatt moderat kvalitet. I 2019 tilsier sammenligningen fra svært dårlig til moderat-god habitatkvalitet ved stasjonene i bekken, der stasjon 1 ville hatt moderat-god kvalitet. Som diskutert tidligere, så finnes det mulige forklaringer på 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 fra 2017 til 2019, tilsier redokspotensialet at stasjon 1 og 4 er de best egnede lokalitetene for elvemusling i Sognsvannsbekken. Dessverre er nok substratet for ustabilt 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 0C og 2a er noe mindre egnet, mens stasjon 0A, 0B, 3 og 4a heller ikke er fullstendig uegnet for juveniler muslinger i år med bedre forhold enn i 2018 og 2019. Derimot ser stasjon 2, 3a og 5 ut til å være dårlig egnet uansett år. Sannsynligvis vil stasjon 0C, 1 og 2a 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 0A, 0B, 3 og 4a, da de er større og mindre sårbare for lavt oksygennivå enn naturlig produserte juvenile muslinger (Per Jakobsen, pers. med.).

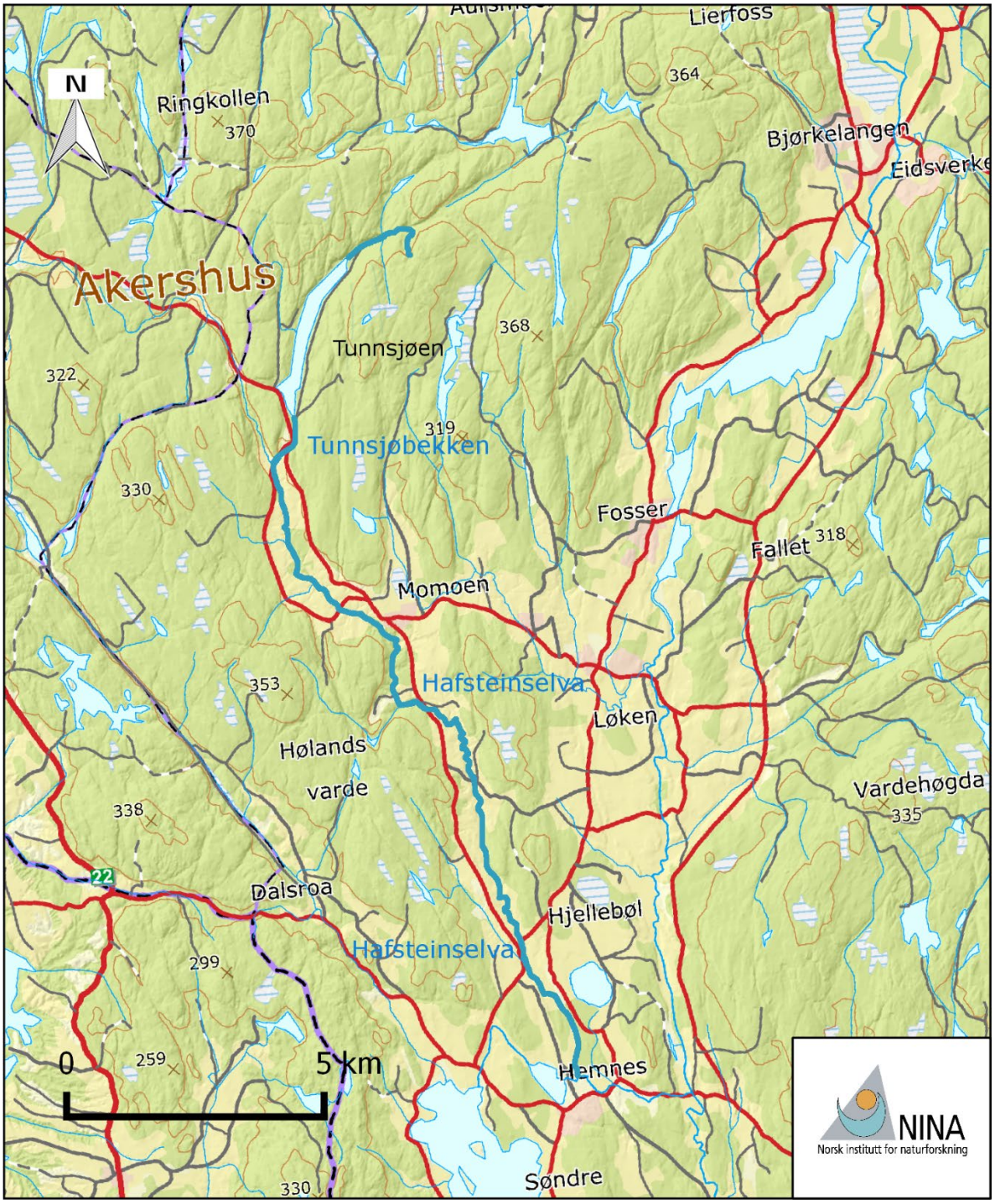
7.5.5 Oppsummering og tiltak

Gitt forskjellene i klimatiske forhold fra 2017 til 2019, vil nok redokspotensialet i Sognsvannsbekken normalt sett ligge rundt det som ble observert i 2019. I 2017 var habitatkvaliteten generelt sett moderat i bekken, men noen av stasjonene hadde god eller moderat kvalitet. I 2018 var habitatkvaliteten svært dårlig i hele bekken. I 2019 var habitatkvaliteten også svært dårlig i bekken, med unntak av en stasjon. Dermed tyder redoksmålingene på at habitatkvaliteten i bekken vil være generelt dårlig for juvenil elvemusling 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 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; 2017b, Kjell Sandaas, pers. med.). Det er allikevel godt mulig at muslingene fra kultiveringsprogrammet vil klare seg ved enkelte av stasjonene i bekken, som nevnt ovenfor.

Den generelt dårlige habitatkvaliteten 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, Kjell Sandaas og Terje Wivestad, 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 vårflommen. 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, med unntak av stasjon 0A-C. Det kan kanskje forklare hvorfor et par av stasjonene hadde god habitatkvalitet i 2017, basert på redokspotensialet. Det er allikevel noe overraskende at to av de mest egnede stasjonene ligger i nedre del av undersøkelsesområdet. Man skulle forvente at det ville være mest påvirket av menneskelig aktivitet, men, som diskutert, så fører nok strykpartiene ovenfor stasjonene til god oksygenering og utvasking av substratet. For å bedre habitatkvaliteten 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 gjødselfri dyrket/naturlig buffersone langs vassdraget være aktuelt (Kålås mfl. 2016). I tillegg består substratet ved stasjon 4, 5, 0A og 0B 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 Tunnsjøbekken



Figur 8.1. *Tunnsjøbekken. Bekken utgjør den øvre del av Hafsteinelva (området rett nedenfor Tunnsjøen). Hovedstrengen i Hafsteinelva er markert med turkis. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).*

8.1 Områdebeskrivelse

Tunnsjøbekken utgjør øvre delen av hovedstrengen i Hafsteinselva (vassdragsnr. 001.GAA, **figur 8.1**), som er en sideelv til Krokelva (Korseelva, vassdragsnr. 001.GA0), som igjen er en

sideelv til Haldenvassdraget (vassdragsnr. 001.Z). Hovedstrengen i Hafsteinselva har sitt utspring nord for Tunnsjøen (200 moh.). Derfra renner den sørover gjennom sjøen, forbi Momoen og ut i Krokelva ved Hemnes. Mesteparten av vassdraget ligger i Aurskog-Høland kommune i Akershus (nå Viken), men den første sidebekken nedenfor Tunnsjøen (Midtskogvassdraget) kommer inn fra Fet kommune i samme fylke. Det er elvestrengen mellom Tunnsjøen og denne sidebekken, ved Åmot, som utgjør selve Tunnsjøbekken (**figur 8.2**). Denne delen av hovedstrengen har en elvelengde på ca. 1,2 km og drenerer områdene rundt Tunnsjøen. Nedbørsfeltet er på ca. 11,7 km^2 og middelvannføringen er på ca. 16,2 $l/s/km^2$. Det består av 88,2 % skog, 7,9 % innsjøer, 2,7 % myr og 0,6 % dyrket mark (NEVINA 2019). Berggrunnen består av næringsfattig diorittisk og granittisk gneis og migmatitt (NGU 2011).

Tunnsjøen har blitt kalket siden 1995 eller kanskje tidligere (Sandaas mfl. 2017). I tillegg til vannkjemidata fra 1988 finnes det derfor noe data fra utløpet av innsjøen mellom 1995 og 2018. Det finnes også data fra samløpet med Midtskogvassdraget fra 2016 (VANNMILJØ 2019). Verdiene for pH, labilt, ikke-labilt og reaktivt aluminium, og kalsium har blitt mye bedre etter at kalkingen av Tunnsjøen startet. Allikevel lå verdiene av totalt reaktivt aluminium høyere ved ca. enn det totale aliminiumsnivået som er observert for bestander med god rekruttering av elvemusling i Norge (Larsen 2017) i 2002 og 2004, men ikke i 2008 (totalt tre måletidspunkt). pH-målingene har også ved noen tilfeller ligget noe lavere enn det som er observert i vassdrag med slike bestander i Norge, mens kalsiumverdiene har vært høye nok (Larsen 2017). Dette tyder på at bekken sliter med forsuring i visse perioder, på tross av kalkingen. Nitrat- og turbiditetsverdiene har som regel ligget under det som er observert for bestander med god rekruttering av elvemusling i Norge, mens fargetallet og fosforveriene har ganske ofte ligget over de observerte verdiene (Larsen 2017). Dette tyder på at bekken også sliter med for høy nærings- og/eller partikkeltilførsel i perioder.

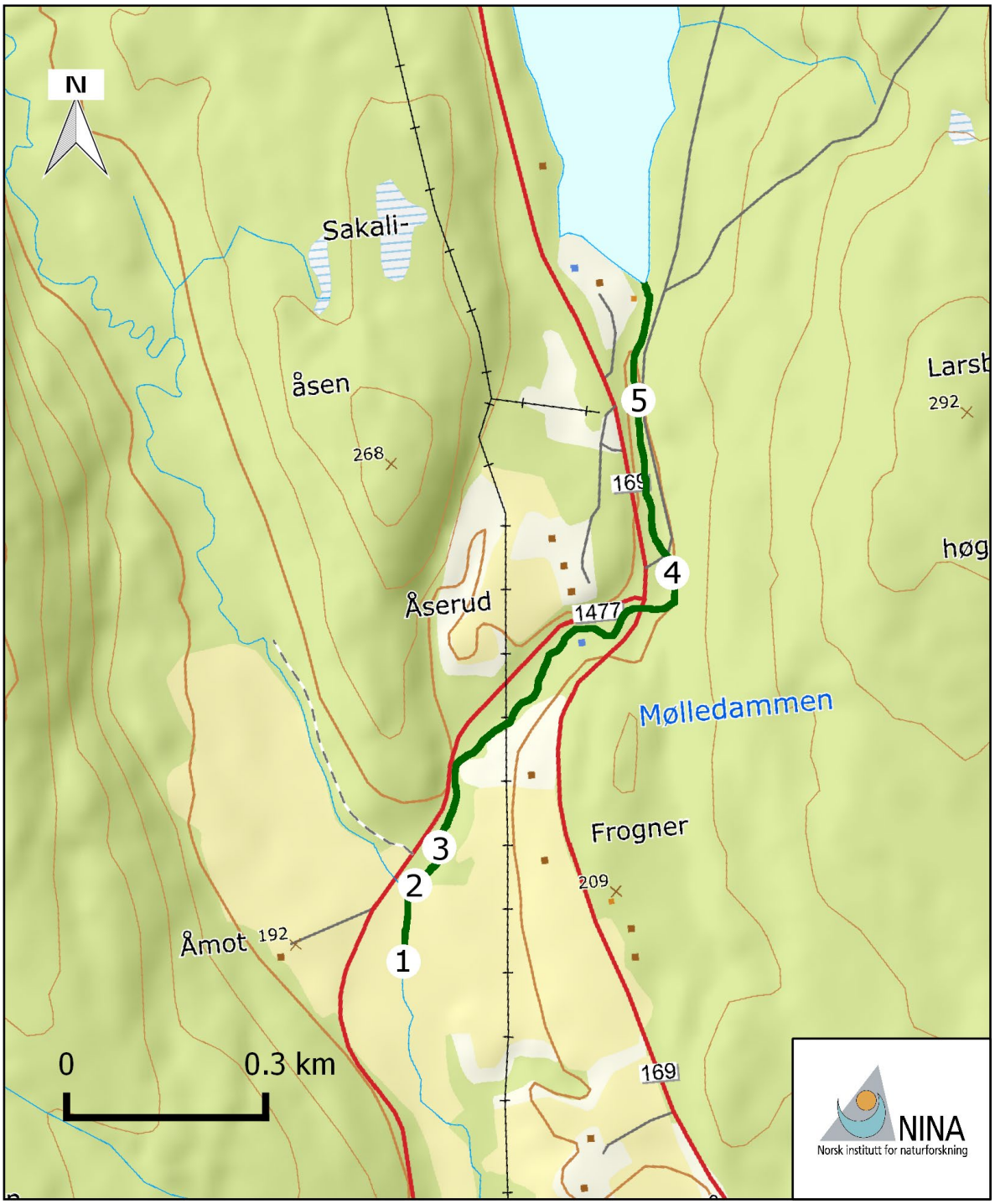
I Tunnsjøbekken er det bekkeniøye, gjedde, ørekyte og ørret (Sandaas mfl. 2017). I tillegg finnes det Hork i Tunnsjøen (Spikkeland 2014).

8.2 Elvemusling

Elvemusling skal ha blitt funnet i Tunnsjøbekken i 1995 (Sverdrup Thygeson pers. med. i Enerud & Larsen 1998). Det skal også ha blitt funnet elvemusling i sidebekken Midtskogvassdraget (Sverdrup Thygeson pers. med. i Sandaas mfl. 2017), men det ble ikke funnet miljø-DNA-signal for elvemusling fra denne bekken i 2018 (Jens Thaulow pers med.). I 1998 ble Tunnsjøbekken undersøkt uten funn og det ble antatt at muslingen var utryddet (Enerud & Larsen 1998). Muslingen ble imidlertid gjenfunnet i bekken i 2015 (Ingvar Spikkeland, pers. med. i Sandaas mfl. 2017) og bekken ble grundigere undersøkt i 2016 (Sandaas mfl. 2017). Da ble det funnet elvemusing på en ca. 1,2 km lang strekning, men Marianne Tønsberg opplyser at det også finnes muslinger noe lenger ned i bekken (pers. med.) (se **figur 8.1**). Gjennomsnittlig tetthet var på 18,9 muslinger pr. m^2, og bestanden ble estimert til mellom 50.000 og 100.000 individer. Det ble ikke funnet noen muslinger mindre enn 20 mm, men hele 28,6 % av muslingene som ble funnet var mindre enn 50 mm. Det ser dermed ut til å ha vært god rekruttering i bekken i perioden før 2016. Over 60 % av ørreten som ble fanget i bekken var infestert med muslinglarver (glochidier). Dette viser at ørret er vertsfisk for muslingen i bekken.

8.3 Metodikk

Redoksmålinger ble gjennomført i Tunnsjøbekken 18.07.2019. Det ble undersøkt fem stasjoner innenfor utbredelsesområdet til elvemuslingen. Fire av stasjonene ble lagt til områder der Sandaas mfl. (2017) gjennomførte gravestudier med fokus på rekruttering hos muslingen. Dette ble gjort for å kunne sette redoksmålingene i sammenheng med rekrutteringsnivået ved de forskjellige gravestasjonene. I tillegg ble en stasjon lagt til den delen av utbredelsesområdet som ligger nedenfor samløpet med Midtskogvassdraget (se **figur 8.2** og **foto 8.1**) og som ikke ble



Figur 8.2. *Elvemusling og redoksmålingsstasjoner i Tunnsjøbekken. Strekningen der det er funnet elvemusling er markert med mørkegrønt. Tallene 1-5 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Kartet dekker elvestrekningen fra Tunnsjøen til Larsbråta. Kartet er generert i QGIS 2.18.1 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er fra GeoNorge (2019).*

undersøkt av Sandaas mfl. (2017). Dette ble gjort siden tettheten av muslinger er lavere i dette området (Marianne Tønsberg, pers. med.), det er påvirket av tilførselen fra Midtskogvassdraget, jordbrukspåvirknigen er større enn lenger oppe i Tunnsjøbekken og substratet består av finere masser enn lenger oppe i bekken (pers. obs.). Dermed kunne man forvente forskjeller i redokspotensial mellom denne delen av bekken og de øvre delene av bekken. Det ble tatt 15 målinger i substratet og 5 målinger i de frie vannmassene per stasjon. Disse målingene fordelte

seg på 5 transekter per stasjon. For en mer utfyllende metodebeskrivelse henvises det til kapittel 2 (side 13-14). I tillegg til redoksmålingene ble det målt temperatur ved enkelte stasjoner, og vannføringen ble evaluert i forhold til nivåforskjellene mellom vannoverflaten og terrestrisk vegetasjon.

8.4 Resultater

Temperaturen i Tunnsjøbekken varierte mellom 17,4 og 18,1 °C i 2018. Vannføringen var middels-lav. Resultatene av redoksmålingene er beskrevet i **figur 8.3** og **vedlegg 6 tabell 1**.

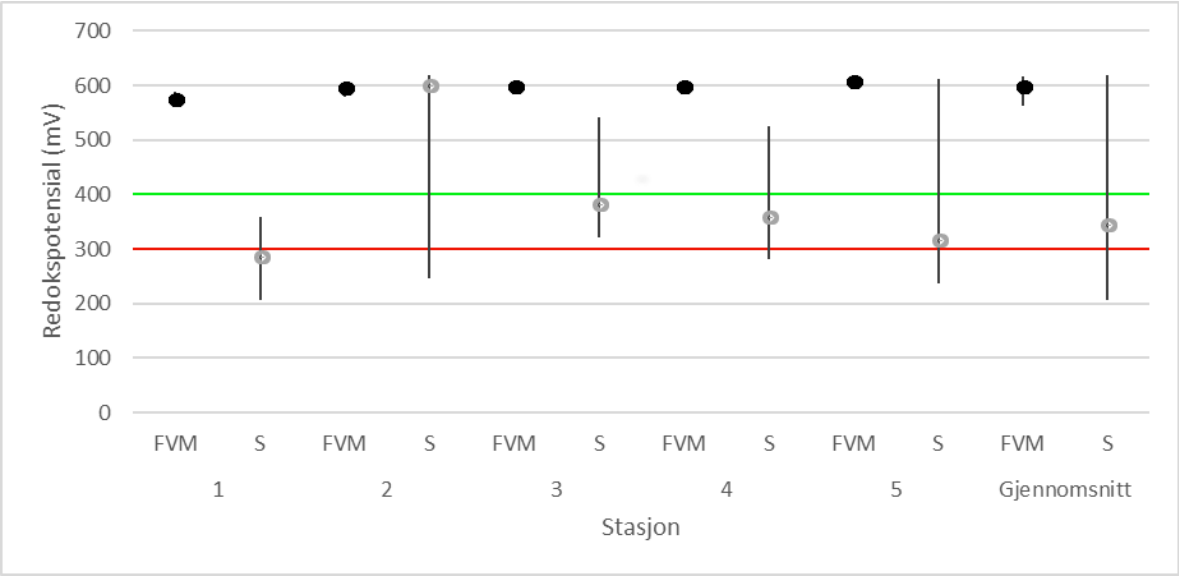
8.5 Diskusjon

Perioden før undersøkelsene ble gjennomført i 2019 var preget av lav nedbør og relativt høye temperaturer. Dermed må man forvente at temperaturen (17,8 °C i gjennomsnitt) var opp mot maksimumsverdien man kan forvente i Tunnsjøbekken og at vannføringen var ned mot minstevannføringen i bekken. Det er et par mindre demninger i bekken (pers. obs.), men vannføringsdynamikken ansees i stor grad å følge de naturlige svingningene i vanntilførselen i nedbørfeltet. Dermed representerer sannsynligvis redoksmålingene de dårligste forholdene man kan forvente å oppleve i løpet av et 'normalår' i bekken. Funnene fra vassdragene som ble undersøkt fra 2017 til 2019 tyder også på dette.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Tunnsjøbekken var 343 mV. Dette ligger noe under minimumsgrensen for de nivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012a). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 42,4 %. 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 Tunnsjøbekken, så er bildet noe mer nyansert. Habitatkvaliteten var svært dårlig ved stasjon 1, dårlig ved stasjon 5, dårlig-moderat ved stasjon 4, moderat ved stasjon 3 og god ved stasjon 2. Den dårlige habitatkvaliteten ved stasjon 1 kan sannsynligvis forklares med økt landbrukspåvirkning og mere finsedimenter. Den gode habitatkvaliteten ved stasjon 2 kan kanskje forklares med løse substrater som blir vasket rene ved høyere vannføring. Forskjellene mellom de andre stasjonene er vanskeligere å forklare.

Redokspotensialet tilsier at stasjon 2 er best egnet for juvenil elvemusling, med god habitatkvalitet. Stasjon 3 kan også være egnet, med moderat habitatkvalitet. Derimot virker de andre stasjonene mindre egnet for juvenile muslinger, siden habitatkvaliteten var dårlig-moderat eller dårligere. Den generelt dårlige habitatkvaliteten i Tunnsjøbekken er overraskende, da den høye rekrutteringen i bekken i 2016 (28,6 %) (Sandaas mfl. 2017) gjorde at man forventet høyere redokspotensial. Redokspotensialet var også høyere i nedre del av bekken enn i øvre, mens i 2016 var rekrutteringen lavere i nedre del enn i øvre. Dette reflekteres også i data for de individuelle gravestasjonene i bekken (Kjell Sandaas, upubl. mat.) som hadde henholdsvis 30, 21, 57, 44 % rekruttering ved redoksstasjon 2-5. Det overraskende lave redokspotensialet kan kanskje forklares med at redoksstasjonene dekket mye større områder enn gravestasjonene som ble undersøkt i 2015. Dermed er det mulig at gravestasjonene gav en høyere andel småmuslinger enn det som faktisk var tilfellet i resten av bekken. Alternativt har det skjedd en endring i habitatkvaliteten i bekken og den har blitt dårligere sammenlignet med perioden før undersøkelsene i 2016. Funnene tilsier at nye undersøkelser av rekrutteringen i Tunnsjøbekken bør gjennomføres i 2022 (seks år etter siste undersøkelse, som anbefalt i den europeiske stan-



Figur 8.3. *Resultater av redoksmålinger i Tunnsjøbekken. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene 1-5 og gjennomsnittsverdiene for bekken. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.*

darden for elvemusling (Norsk Standard NS-EN 16859: 2017) og i det nasjonale overvåkingprogrammet (Larsen 2017a)), for å evaluere om rekrutteringen har gått ned i bekken.

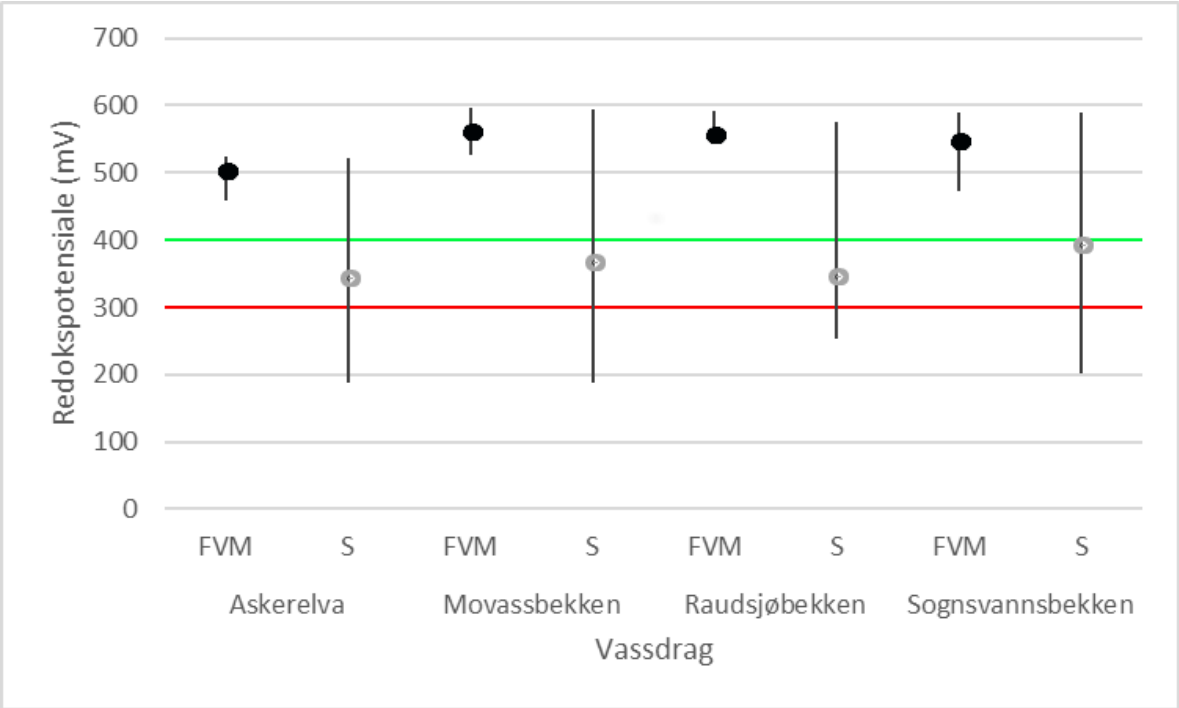
Redokspotensialet tilsier at Tunnsjøbekken sliter med for høy nærings- og/eller partikkeltilførsel. De vannkjemiske undersøkelser som har blitt gjennomført i vassdraget fra 1995 til 2018 (VANNMILJØ 2019) tilsier det samme. Dermed er det ønskelig å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler til bekken, for å bedre habitatkvaliteten for juvenil elvemusling. Det er noe bebyggelse langs bekken (pers. obs.) og det er mulig at det kan bli tilført næring gjennom kloakkutslipp. Dermed vil det være ønskelig å identifisere slike punktutslipp og utbedre disse, f.eks. ved strengere krav til sanitæranleggene i området. I tillegg er det noe landbruksaktivitet i områdene rundt bekken, men buffersonene med naturlig vegetasjon langs vassdraget er relativt store og dette reduserer nok påvirkningen fra landbruket. Unntaket er langs nederste del av utbredelsesområdet til elvemuslingen i Tunnsjøbekken og langs nedre del av Midtskog-vassdraget, der flyfoto (Norge i bilder 2019) tyder på at det har foregått hogst for relativt kort tid siden. Det har også vært en del hogst langs selve Tunnsjøen på midten av 2000-tallet, som kan ha bidratt til økt næringstilførsel til vassdraget. Dermed er det viktig å opprettholde vegetasjonssonene som finnes og om mulig reetablere disse, spesielt i nedre del av vassdraget, for å hindre økt avrenning av finpartikulært materiale, inkludert næringsstoffer, til bekken (f.eks. Larsen 2005; 2015c). Dette inkluderer begrensning av ny hogst langs bekken, siden hogst vil resultere i økt erosjon og avrenning til vassdraget.

9 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 er 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. Det er kanskje mer overraskende at dette også var tilfellet i 2019, som nok kan regnes som et 'normalår'. Dermed vil nok redokspotensialet normalt ligge rundt det man observerte i 2019 i de vassdragene som ble undersøkt det året. I de andre vassdragene vil et 'normalår' ligge mellom det man observerte i 2017 og det man obseverte i 2018.

Askerelva hadde dårlig-moderat habitatkvalitet i 2017 og 2019, og svært dårlig kvalitet i 2018. I 2017 var elven det vassdraget som hadde nest dårligst habitatkvalitet for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (**figur 9.1** og **vedlegg 7 tabell 1**) og i 2018 hadde den dårligst habitatkvalitet av alle (**figur 9.2** og **vedlegg 7 tabell 2**), mens i 2019 hadde den best habitatkvalitet av alle (**figur 9.3** og **vedlegg 7 tabell 3**). At den generelle habitatkvaliteten var omtrent lik i 2017 og 2019, på tross av at miljøforholdene var bedre i 2017 enn i 2019, forklares nok med at flesteparten av målingene ble gjennomført i forskjellige deler av elven i de to årene. Dette bekreftes gjennom sammenligningen av habitatkvaliteten ved de to stasjonene som ble undersøkt alle år. Disse målingene viser at habitatkvaliteten var svært mye dårligere i 2018 enn i 2017, mens habitatkvaliteten var noe bedre i 2019 enn 2018 (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**). Dessverre viser funnene at ingen av de undersøkte lokalitetene innenfor det nåværende utbredelsesområdet er egnet for juvenile muslinger og kanskje heller ikke for utsetting av muslinger fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2017; 2019, Jakobsen & Jakobsen 2018), selv om habitatkvaliteten varierte en del mellom stasjonene. I den nedre delen av vassdraget var habitatkvaliteten bedre og sannsynligheten for at juvenile muslinger vil greie seg der er høyere, selv om habitatkvaliteten ved de fleste stasjonene sannsynligvis vil være moderat i de fleste år. Dermed er sannsynligvis den beste strategien å sette ut musling både innenfor det nåværende utbredelsesområdet til muslingen og i nedre del av elven. Den dårlige habitatkvaliteten i Askerelva 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, bør man identifisere og utbedre punktutslipp i nedbørsfeltet. I tillegg kan det være ønskelig å øke vegetasjonssonene langs elven, både i jordbruksområdene nedenfor Semsvannet og i bebyggelsen lenger ned langs elven. I tillegg kan det være aktuelt å tilføre større steiner til midtre del av elven, for å øke habitatstrukturen og tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og vertsfisk (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015).

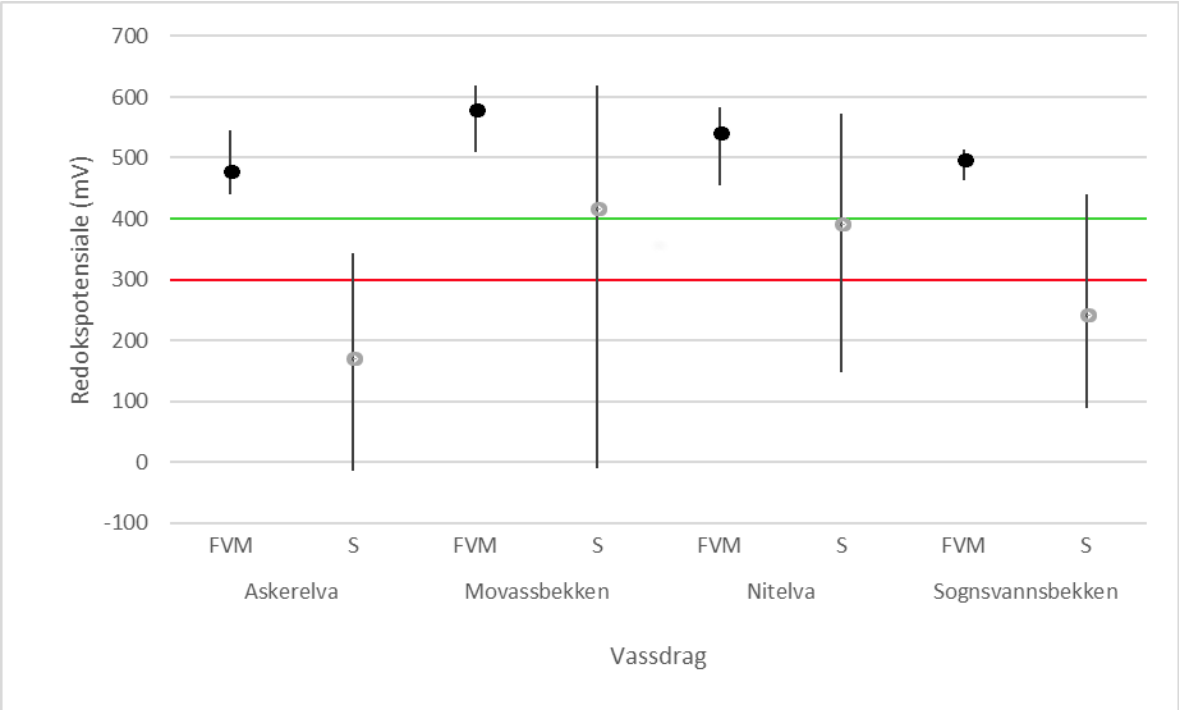
Movassbekken hadde dårlig-moderat habitatkvalitet i 2017, men kvaliteten var faktisk bedre (moderat-god) i 2018. Den ble ikke undersøkt i 2019. Den bedre habitatkvaliteten i 2018 forklares nok med at to av stasjonene som ble undersøkt dette året hadde større strømhastighet enn stasjonene som ble undersøkt i 2017. Det bekreftes ved at habitatkvaliteten ved de to stasjonene som ble undersøkt i begge år var noe dårligere i 2018 enn i 2017 (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**). I 2017 hadde bekken noe bedre habitatkvalitet for juvenil elvemusling enn Askerelva basert på redokspotensialet (**figur 9.1** og **vedlegg 7 tabell 1**), mens den i 2018 hadde best habitatkvalitet av alle de undersøkte vassdragene (**figur 9.2** og **vedlegg 7 tabell 2**). 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 (NVE Atlas 2020, Økselrud mfl. 2020) og at vannføringen i bekken dermed ikke følger den naturlige avrenningen i vassdraget. Selv om den generelle habitatkvaliteten i bekken må regnes som moderat, så var det enkelte av stasjonene som lå i grenseland mellom moderat og god kvalitet eller hadde god kvalitet. Det kan forklare hvorfor det ble observert noe rekruttering i bekken i 2006, men ikke i 2017 (Sandaas& Enerud



Figur 9.1. *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 figur 13 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

2018c). Lokalitetene med god habitatkvalitet er sannsynligvis egnet for juvenil elvemusling. Lokalitetene med moderat eller bedre habitatkvalitet er sannsynligvis egnet for utsetting av elvemusling fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018, Jakobsen 2019), 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 moderate habitatkvaliteten i bekken. Det er mulig at den er naturlig, siden bekken renner gjennom store avsetninger av løsmasser. I tillegg kan kanalisering og steinsetting av nedre deler av bekken, i forbindelse med tømmerfløting (Kjell Sandaas og Terje Wivestad, pers. med.), ha bidratt til at silteringen 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 verstfisk (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.).

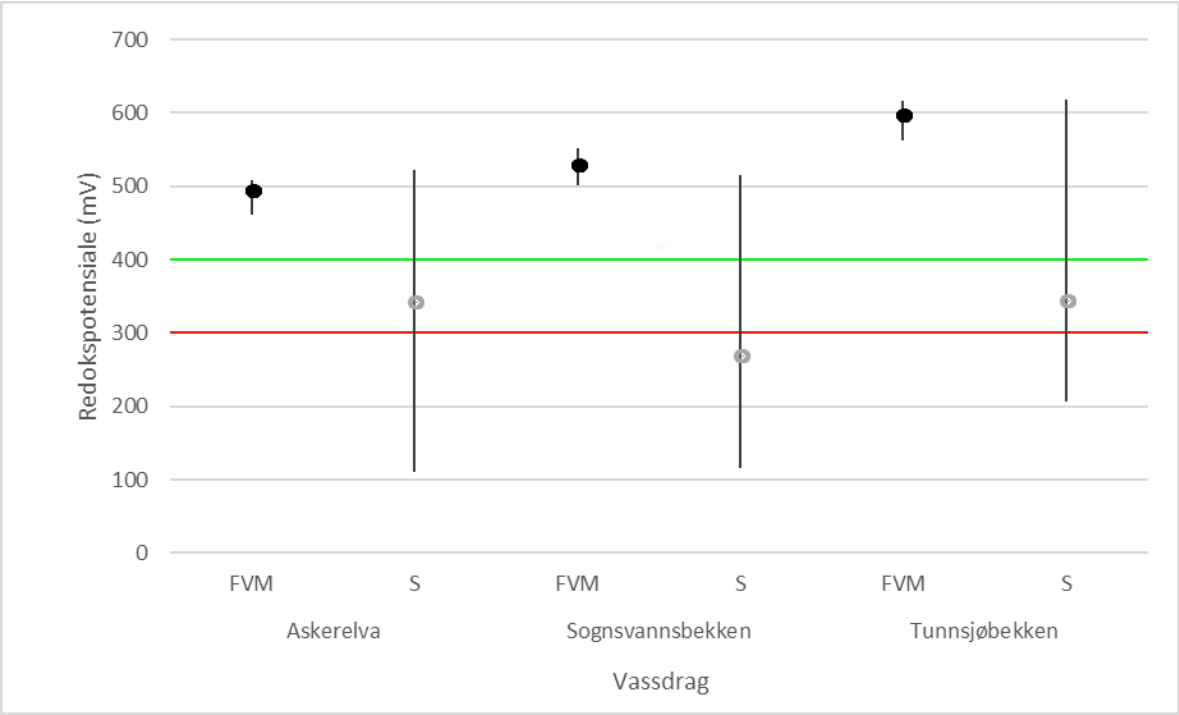
Nitelva hadde moderat habitatkvalitet i 2018 og ble ikke undersøkt i 2017 eller 2019. Den moderate habitatkvaliteten i 2018 er noe overraskende pga. den ekstreme tørken på Østlandet. Undersøkelsene fra vassdragene som ble undersøkt fra 2017 til 2019 (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**) tyder på at habitatkvaliteten i Nitelva ville vært noe bedre i et 'normalår'. I 2018 var elven det vassdraget som hadde den nest beste habitatkvaliteten (**figur 9.2** og **vedlegg 7 tabell 2**). Selv om den generelle habitatkvaliteten i elven var moderat, så var det flere av stasjonene som hadde god kvalitet. I tillegg hadde flere av lokalitetene moderat eller moderat-god habitatkvalitet. Det kan forklare hvorfor det er observert noe rekruttering i elven (Sandaas & Enerud 2012b). Gitt den generelle habitatkvaliteten 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 hen-



Figur 9.2. *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. Figuren er hentet fra figur 23 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

holdsvis dårlig-moderat og god habitatkvalitet, men substratet i Ørfiskebekken virket for ustabilt for elvemusling. Lokalitetene med god habitatkvalitet og, kanskje til og med, noen av lokalitetene med moderat kvalitet 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. Den moderate habitatkvaliteten i Nitelva kan sannsynligvis delvis forklares med høy nærings- og partikkeltilførsel til elven, fra jordbruksaktivitet og punktkilder i nedbørfeltet. I tillegg er redusert vannføring og endret vannføringsdynamikk viktige medårsaker. For at elven skal bli bedre egnet for juvenil elvemusling, bør man identifisere og utbedre punktutslipp i nedbørsfeltet og øke vegetasjonssonene langs elven. I tillegg er det ønskelig å redusere vannoverføringene til Maridalsvassdraget. Fra og med 2019 har tiltak har blitt gjennomført for å redusere effekten av kraftverkene på vannføringsdynamikken i hovedelven (Økselrud mfl. 2020).

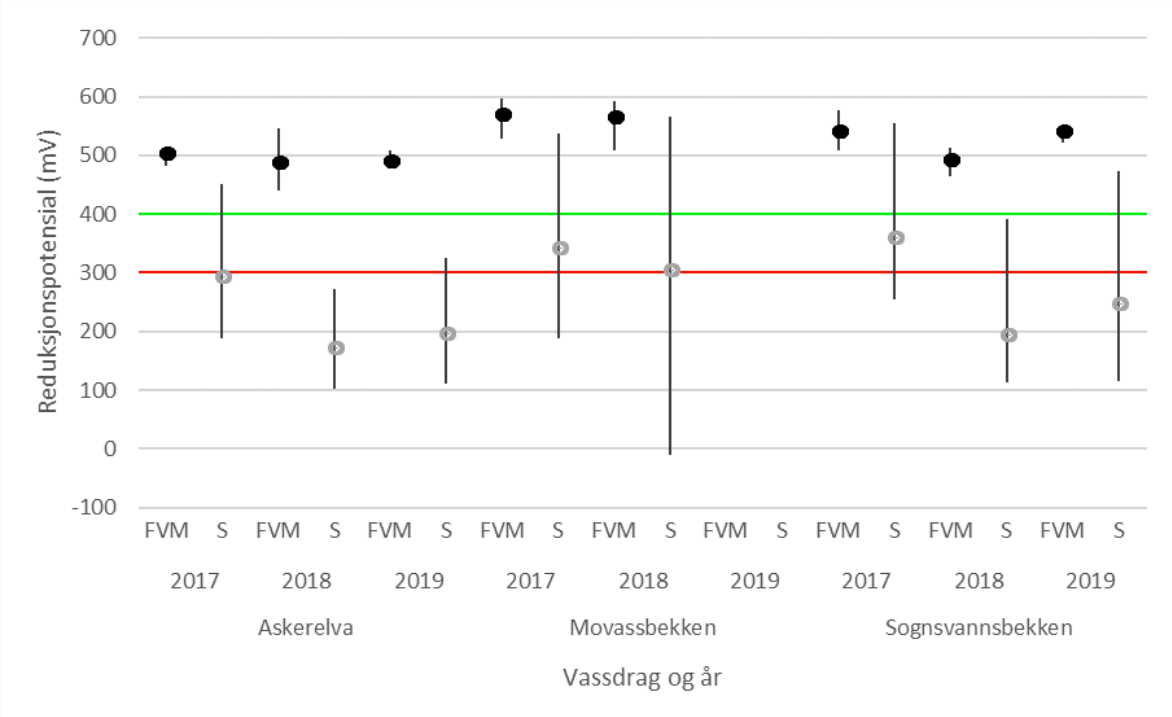
Raudsjøbekken, med Mosjøbekken, hadde dårlig habitatkvalitet i 2017 og ble ikke undersøkt i 2018 eller 2019. Funn fra de vassdragene som ble undersøkt fra 2017 til 2019 (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**) tyder på at habitatkvaliteten i Raudsjøbekken ville vært betraktelig verre i 2018 og 2019 enn i 2017. I 2017 var bekken det vassdraget som hadde den dårligste habitatkvaliteten for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (**figur 9.1** og **vedlegg 7 tabell 1**). Dessverre viser funnene at ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenile muslinger og kanskje heller ikke for utsetting av muslinger fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Jakobsen & Jakobsen 2014; 2016; 2018, Jakobsen mfl. 2017, Jakobsen 2019), kanskje med unntak av nedre del av den nederste stasjonen i Raudsjøbekken. Disse funnene var overraskende, siden det nylig har vært relativt god rekruttering i bekken (Sandaas 2019). Dette tyder på at habitatkvaliteten i bekken har forverret seg i senere tid. Den sannsynlige årsaken til dette er økt beverpåvirkning (Sandaas 2019, Rune Askvik, pers. med.). På undersøkelsestidspunktet var det aller meste av bekken påvirket av bever, inkludert alle redoks-



Figur 9.3. *Resultater av redoksmålinger i Askerelva, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken i 2019. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for de tre vassdragene. Minimumsgrensene for god (400 milliVolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek.*

målingsstasjonene 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 mellomlagres ovenfor det påvirkede området, for å forhindre at de blir begravd av løsmasser fra demningene. Sandaas (2019) har utarbeidet en tiltaksplan for bekken, med spesielt henblikk på tiltak mot de negative effektene av beveraktiviteten. Mosjøbekken hadde enda lavere redokspotensial enn Raudsjøbekken. Demningen ved utløpet av Mosjøen påvirker vannføringsdynamikken på en slik måte at det fører til økt siltering av substratet. I tillegg kan arbeid med fornying av damkronene for 5-10 år siden (Terje Wivestad, pers. med.) ha økt tilførselen av silt til bekken under anleggsperioden, noe som fremdeles kan påvirke bekken. For å forbedre habitatkvaliteten 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 moderat habitatkvalitet i 2017, og svært dårlig kvalitet i både 2018 og 2019. I 2017 var bekken det vassdraget som hadde den beste habitatkvaliteten for juvenil elvemusling basert på redokspotensialet (**figur 9.1** og **vedlegg 7 tabell 1**), i 2018 hadde den nest dårligst habitatkvalitet (**figur 9.2** og **vedlegg 7 tabell 2**) og i 2019 hadde den dårligst habitatkvalitet (**figur 9.3** og **vedlegg 7 tabell 3**). Sammenligning av habitatkvaliteten ved de to stasjonene som ble undersøkt alle år, viser at habitatkvaliteten var svært mye dårligere i 2018 enn i 2017, mens den var noe bedre i 2019 enn i 2018 (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**). Dessverre tyder funnene på at nesten ingen av de undersøkte lokalitetene er egnet for juvenile muslinger. Unntaket er et par lokaliteter som kanskje kan egne seg for juvenil elvemusling og sannsynligvis vil egne seg for utsetting av muslinger fra det nasjonale kultiveringsprogrammet (Sandaas & Enerud 2013a; 2017b, Jakobsen mfl. 2015; 2017, Jakobsen & Jakobsen 2018, Jakobsen 2019, Kjell Sandaas, pers med.), da disse muslingene sannsynligvis vil tolerere dårligere forhold enn naturlig produserte småmuslinger pga. sin større størrelse (Per Jakobsen,



Figur 9.4. *Sammenligning av redoksmålinger fra 2017 til 2019 i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. Sammenligningen er basert på de to stasjonene som ble undersøkt alle år i hvert av vassdragene, med unntak av Movassbekken som ikke ble undersøkt i 2019. 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.*

pers. med.). Overraskende nok ligger disse stasjonene i nedre del av undersøkelsesområdet, der man kunne forvente at menneskelig påvirkning vil være størst. Slik påvirkning, inkludert næringstilførsel fra omliggende bebyggelse og jordbruksarealer og anleggsarbeid i forbindelse med diverse aktivitet i området, er en åpenbar grunn til den generelt dårlige habitatkvaliteten i bekken. For å forbedre habitatkvaliteten 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 deler av bekken, for å stabilisere ustabilt substrat og øke tilgjengeligheten av godt habitat for elvemusling og verstfisk (Vannote & Minshall 1982, Roni mfl. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Larsen 2015c, Quinlan mfl. 2015).

Tunnsjøbekken hadde dårlig habitatkvalitet i 2019, og ble ikke undersøkt i 2017 eller 2018. Funn fra de vassdragene som ble undersøkt fra 2017 til 2019 (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**) tyder på at habitatkvaliteten i bekken ville vært en god del bedre i 2017, men noe verre i 2018 enn i 2019. I 2019 hadde bekken litt dårligere habitatkvalitet enn Askerelva, som var det vassdraget som hadde best kvalitet (**figur 9.3** og **vedlegg 7 tabell 3**). Selv om den generelle habitatkvaliteten i Tunnsjøbekken var dårlig, så egnet en av lokalitetene seg svært godt for juvenil elvemusling. At bare en lokalitet egnet seg for juvenil elvemusling er svært overraskende, da det har vært svært god rekruttering i bekken i perioden fram mot 2016 (Sandaas mfl. 2017). Dette tyder enten på at rekrutteringen som ble funnet i 2016 ikke var representativ for habitatkvaliteten i bekken, da arealene som ble undersøkt var relativt små, eller så har det skjedd en rask forverring i miljøforholdene i bekken. Både redokspotensialet og de vannkjemiske undersøkelsene fra bekken tyder på at den sliter med noe høy nærings- og/eller partikkeltilførsel. Det er mulig at kloakkutslipp fra bebyggelse i nærområdet er en kilde til denne tilførselen, i tillegg til at landbruksaktivitet og hogst nok påvirker nedre del av bekken. Det er også mulig at hogst langs Tunnsjøen kan øke næringsinnholdet i bekken. For å forbedre habitatkvaliteten i bekken

bør man identifisere og utbedre punktutslipp i nedbørsfeltet. I tillegg bør man bevare vegetasjonssonene langs bekken og forhindre hogst. Om mulig bør heller kantsonen forsterkes i nedre del av bekken.

Fra sammenligningen mellom de forskjellige årene i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken (**figur 9.4** og **vedlegg 7 tabell 4**) er det også mulig å trekke noen generelle konklusjoner. Det er interessant at habitatkvaliteten i 'normalåret' 2019 lå nærmere det 'tørre' 2018-året enn det 'våte' 2017-året. Dermed har 'gode' år en større påvirkning på redokspotensialet enn det 'dårlige' år har. I tillegg virker det også som om forholdene ved stasjonene med dårligst habitatkvalitet er dårlige uansett om redoksmålingene ble gjennomført i år med 'gode', 'dårlige' eller 'normale' miljøforhold. Derimot virker det som om forholdene ved stasjoner med bedre habitatkvalitet påvirkes mer av forskjellene i miljøforhold mellom årene. Disse funnene tyder på at så lenge miljøforholdene i ett år eller ved én stasjon ligger under en gitt terskel så vil forverring av miljøforholdene ha en relativt svak påvirkning på redokspotensialet. Hvis miljøforholdene stiger over denne terskelen, vil påvirkningen på redokspotensialet være mye sterkere.

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 og Tunnsjøbekken, har hatt liten eller ingen rekruttering i senere tid (Sandaas & Enerud 2012b; 2013a; 2013b; 2018c; 2018d, Sandaas mfl. 2017, Sandaas 2019, 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 nærings- og/eller partikkeltilførsel som fører til økt siltering i vassdragene. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til den dårlige habitatkvaliteten i både Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken, samt den dårlige-moderate kvaliteten i Askerelva. Det er også sannsynligvis en viktig årsak til den moderate kvaliteten i Nitelva, men der er også redusert vannføring og endret vannføringsdynamikk viktige medårsaker. I Raudsjøbekken er beveren hovedårsaken til økt siltering og at habitatkvaliteten 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 dem 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).

10 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.

Arvidsson, B.L., Hultman, J. & Österling, E.M. 2006. Öringtäthet och rekrytering hos flodpärlmussla. S. 45-48 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. 2006. Flodpärlmussla. Vad behöver vi göra för att rädda arten? Karlstad University Studies 2006-15.

Arvidsson, B.L., Karlsson, J. & Österling, M.E. 2012. Recruitment of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera* in relation to mussel population size, mussel density and host density. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 22: 526-532.

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.

Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. WWF Sverige, Solna, Sverige.

Degerman, E., Andersson, K., Söderberg, H., Norrgrann, O., Henrikson, L., Angelstam, P. & Törnblom, J. 2013. Predicting population status of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*, L.) in central Sweden using instream and riparian zone land-use data. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 23: 332–342.

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.

Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 1997-2.

Enerud, J. 2002. Fiskeribiologiske undersøkelser i Askerelva. Fisk- og miljøundersøkelser, Rapport. 13 s.

Enerud, J. & Larsen, J.L. 1998. Muslingbefaringer 4. og 5. August 1998. Notat til Miljøvernavdelingen i Oslo og Akershus.

Geist, J. 2007. Untersuchungen zur Substratqualität in der Our (Luxemburg): EUProjekt LIFE05Nat/L/000116 “Restauration des populations des moules perlières en Ardennes“. Upublisert Rapport.

Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physiochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). Freshwater Biology 52: 2299-2316.

GeoNorge. 2019. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene.

Grande, M. 1972. Resipientforholdenen i Romerriksvassdragene Nitelva, Leira og Rømua: Rapportdel III. Fiskeribiologiske undersøkelser. NIVA Rapport 55/68.

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.

Holm, T.M. & Aakerøy, P.A. 2016. Årsrapport 2015: Kjemisk fysisk overvåking av vannforekomster i Vannområde Leira-Nitelva. Rambøll Rapport.

Holm, T.M., Chiarello, C.M., de Ruiter, H. & Aakerøy, P.A. 2014. Årsrapport 2013: Kjemisk fysisk overvåking av vannforekomster i Vannområde Leira-Nitelva. Rambøll Rapport.

Husebø, M. & Husby, I. 2017. Drikkevannskvalitet i Oslo i 2016. Vann- og avløpsetaten, Oslo kommune, Datarapport.

Husebø, M. & Husby, I. 2018. Drikkevannskvalitet i Oslo i 2017. Vann- og avløpsetaten, Oslo kommune, Datarapport.

Høyer, C.A. 1885. Belegg ved Zoologisk museum i Oslo.

Jakobsen, P. 2019. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling 2018. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.

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.

Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2016. Årsrapport 2015: Kultivering av elvemusling for utsetting. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.

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.

Jakobsen, P., Bjånesøy, T. & Marwaha, J. 2013. Storskala produksjon av elvemusling (*Magaritifera margaritifera*) for utsetting: 2012. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.

Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014: Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.

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.

Jakobsen, R., Hatland, N. & Jakobsen, P. 2019. Del 1. Produksjon i kultiveringsanlegget. 2018. S. 6-12 i: Jakobsen, P. (red.) 2019. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling 2018. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.

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 Ardennes”. Upublisert Rapport.

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.

Kollerud, E. & Bergerud, J. 2019. Edelkrepsundersøkelser i Nitelva og Ela 2019. Utmarksavdelingen for Akershus og Østfold Rapport 7/2019.

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.

Larsen, B.M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.): Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA Fagrapport 28. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge: Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2012a. 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.

Larsen, B.M. (red.) 2012b. Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012. Norges Vassdrags- og Energidirektorat.

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. Norsk institutt for naturforskning.

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. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2015b. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Fallselva, Oppland. NINA Rapport 1166. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2015c. En oppsummering av tiltak for elvemusling i Norge iverksatt gjennom handlingsplanen eller tilskuddsordningen for prioriterte arter. NINA Rapport 1208. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2017a. Overvåking av elvemusling i Norge: Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. NINA Rapport 1350. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2017b. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Utvikelva, Nord-Trøndelag. NINA Rapport 1325. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2018. Elvemusling og fisk i Elstadelva, Nord-Trøndelag: Kartlegging i forbindelse med Knutfoss kraftverk. NINA Rapport 1451. Norsk institutt for naturforskning.

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

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019b. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019–2028. NINA Rapport 1669. Norsk institutt for naturforskning.

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. Norsk institutt for naturforskning.

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.

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. Norsk institutt for naturforskning.

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. Norsk institutt for naturforskning.

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.

Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Trøndelag i 2018. Redoksmålinger i Fossingelva, Gråelvvassdraget, Sagelva, Slørdalselva og Terningelva. NINA Rapport 1623. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H., Kålås, S., Wathne, I., Rikstad, A. & Julien, K. 2019. Utsetting av kultivert elvemusling. 2016-208. S. 12-111 i: Jakobsen, P. (red.) 2019. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling 2018. Universitetet i Bergen, institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet.

Meland, A., Pengerud, A. & Simonsen, L. 2018. Overvåking og klassifisering. Økologiske kvalitetselementer. Vannområde Leira-Nitelva. Norconsult, Rapport.

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.

NEVINA. 2019. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.

NGU. 2011. Berggrunnskart (N250) for Oslo og Akershus. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge.

NVE Atlas. 2020. Hovedkartløsningen som inneholder de fleste av NVEs tematiske kartdata. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.

Norge i bilder. 2019. Kartutsnitt. Statens vegvesen, Norsk institutt for bioøkonomi og Statens kartvesen. http://norgeibilder.no

Persson, J., Fosholt Moe, T., Edvardsen, H. & Friberg, N. 2015. Biologisk overvåking i Vannområde Leira-Nitelva 2014. NIVA Rapport LNR. 6816-2015.

QGIS Developmental Team. 2018. 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.

Saltveit, S.J., Bremnes, T., Pavels, H. & Brabrand, Å. 2017. Tilstand for bunndyr og fisk i Hoffselva og Songsvannsbekken-Frognerelva i 2016. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 59.

Sandaas, K. 1994. Forekomst av elveperlemusling i Movannsbekken i Maridalen, Oslo kommune. Miljøetaten i Oslo kommune, Notat.

Sandaas, K. 2010. Elvemusling i Rausjøbekken, Børtervassdraget, Enenbakk kommune, Akershus fylke: Tiltak 2010-2011. Naturfaglige Konsulenttjenester, Notat.

Sandaas, K. 2014. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Oslo og Akershus 2014. Naturfaglige Konsulenttjenester, Rapport.

Sandaas, K. 2015. Rapportering tiltaksmidler truete arter 2015: Elvemusling – infisering i kar og gjenfangst. Naturfaglige Konsulenttjenester, Notat.

Sandaas, K. 2019. Tiltaksplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Raudsjøbekken 2018, Enebakk kommune, Viken fylke. Naturfaglige Konsulenttjenester, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 1998a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Dausjøelva, Oslo kommune 1996 og 1997: Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 9/98.

Sandaas, K. & Enerud, J. 1998b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Skarselva, Oslo kommune.1994-1997: Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 10/98.

Sandaas, K. & Enerud, J. 1998c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Gørjabekken, Oslo kommune 1997: Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 29/98.

Sandaas, K. & Enerud, J. 1998d. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Movannsbekken, Oslo kommune 1995-1997: Utbredelse og bestandsstatus. Miljø- og næringsmiddeletaten, Oslo kommune, Rapport 8/98.

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.

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

Sandaas, K. & Enerud, J. 2012a. Tiltak for å styrke elvemusling i Movannsbekken og Skarselva i Oslo kommune, 2000-2012. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Notat.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2012b. Elvemusling i Nitelva 1998 - 2012, Nittedal kommune, Akershus 2012. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2013a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sognsvannsbekken, Oslo Kommune, 2013. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2013b. Elvemusling i Askerelva 2013. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2014a. Elvemusling *Magaritifera margaritifera* i Verkenselva, Asker kommune, Oslo og Akershus, 2014. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2014b. Elvemusling i Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus, 2014. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2014c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Hoffselva, Oslo kommune, 2014. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2014d. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i øvre del av Alna og Breisjøbekken, Oslo kommune, 2014. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2015a. Elvemusling *Margaritifera margaritifera*: Flytting til sidebekker i Nitelva, Nittedal kommune, Akershus, 2015. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2015b. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kampåa nedre del, Nes kommune, Akershus fylke, 2015. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2015c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera*: Askerelva anadrom del 2015, Asker kommune, Akershus. Naturfaglige Konsulenttjenester og Fisk & Miljøundersøkelser Rapport.

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 Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2016a. Elvemusling i Sandvikselva og Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus, 2015. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2016b. Forsøk med flytting av elvemusling *Margaritifera margaritifera* til sidebekker i Nitelva, Nittedal kommune, Akershus, 2016. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2016c. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Mosjøbekken: Status, Enebakk kommune, Akershus fylke, 2016. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2016d. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Brekkedammen i Akerselva, Oslo kommune, Oslo og Akershus fylker, 2016. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2017a. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Akerselva 2017, Oslo kommune, Oslo og Akershus. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2017b. Status for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Sognsvannsbekken, Oslo kommune, 2016. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2018a. Rekruttering hos elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kampåa 2008-2016, Nes kommune, Akershus fylke. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2018b. Feltverifisering av miljøDNA som metode for finne elvemusling *Margaritifera margaritifera*. Eksempelet Skjærsjøelva 2018, Oslo kommune, Oslo og Akershus fylker. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2018c. Merking og gjenfunn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Movannsbekken 1996 – 2017, Oslo kommune, Oslo og Akershus. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2018d. Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Mosjøbekken 2005 - 2016, Enebakk kommune, Oslo og Akershus fylker. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2019a. Merking og gjenfunn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Dausjøelva 1998 – 2018, Oslo kommune. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K. & Enerud, J. 2019b. Merking og gjenfunn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Skarselva 1997 – 2018, Oslo kommune. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

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.

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.

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.

Sandaas, K., Enerud, J. & Holmsen, L. 2012. Store ferskvannsmusling i Nitelva og Leira, Skedsmo kommune, Akershus 2012. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.

Sandaas, K., Enerud, J. & Spikkestad, I. 2017. Utbredelse og bestandsstatus: Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Tunnsjøbekken 2016, Aurskog-Høland kommune, Akershus fylke. Naturfaglige Konsulenttjenester, Fisk- og Miljøundersøkelser, og Østfoldmuseene, Rapport.

SILDRE. 2018. Vannføring for Fossen, Nr. 2.461.0. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.

SILDRE. 2020. Vannføring for Fossen, Nr. 2.461.0. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge.

Simonsen, L. & Pengerud, A. 2019. Overvåkning og klassifisering 2018. Fysisk/kjemiske kvalitetselementer. Vannområde Leira-Nitelva. Norconsult, Rapport.

Skrutvold, J., Roseth, R., Greipsland, I., Aasestad, I., Reinemo, J., Stabell, T., Engh, A. & Bremnes, T. 2019. E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker. NIBIO Rapport 5/60/2019.

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.

Spikkeland, I. 2014. Biologisk mangfold i Haldenvassdraget. Om planter og dyr knyttet til vann i vassdragets nedbørfelt. Østfoldmuseene, Avdeling Haldenvassdragets Kanalmuseum, Ørje, Rapport 1/2014.

Svae, P.S. 2017. Tiltaksrettet kartlegging av edelkreps i Nitelva i Lunner, Nittedal og Skedsmo kommuner. Utmarksavdelingen for Akershus og Østfold Rapport 11/2017.

Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. Länsstyrelsen Västernorrland, Kultur- och Naturavdelningen, Rapport 8-2008.

Taranger, A. 1890. De norske perlefiskerier i ældre tid. Historisk Tidskrift. Tredie række 1: 186-237.

Vannområde Øyeren. 2015. Faktaark Børtervassdraget.

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.

Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The Freshwater Pearl Mussels and Their Relationships with Salmonid Fish. VNIRO Publishing House, Moskva, Russland. 104 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 naturforsking.

Økselrud, A., Thrane, J.-E., Lindholm, M., Jenssen, M. & Sample, J. 2020. Problemkartlegging av tre kraftverk i Nitelva. NIVA Rapport L.Nr. 7453-2020.

Österling, M.E. 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. Ph.D. Thesis, Karlstad University Studies No. 2006:53.

Österling, M.E., Arvidsson, B.L. & Greenberg, L.A. 2010. Habitat degredation 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.

11 Vedlegg

11.1 Askerelva

Vedlegg 1 Tabell 1. *Resultater av redoksmålinger i Askerelva 2017. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for elven. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra tabell 1 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

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 øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 1 tabell 2 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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

Vedlegg 1 Tabell 3a. *Resultater av redoksmålinger fra stasjon 1N-5N i Askerelva i 2019. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele elven. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.*

Parameter	Medium	Stasjon 1N	Stasjon 2N	Stasjon 3N	Stasjon 4N	Stasjon 5N	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	491	488	494	496	501	492
	Substrat	375	242	330	434	485	341
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	497	503	496	502	508	508
	Substrat	492	489	489	516	511	523
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	481	485	483	491	481	462
	Substrat	187	172	222	228	340	111
% reduksjon	NA	23,6	50,5	33,3	12,5	3,2	30,8
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	50	6,3	43,7	53,3	80,0	33,8
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	6,3	18,7	18,8	26,7	20,0	25,3
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	43,7	75	37,5	20,0	0	40,9

Vedlegg 1 Tabell 3b. *Resultater av redoksmålinger for stasjon 6N-8N, 1 og 3 i Askerelva i 2019. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele elven. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.*

Parameter	Medium	Stasjon 6N	Stasjon 7N	Stasjon 8N	Stasjon 1	Stasjon 3	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	495	496	481	486	490	492
	Substrat	358	374	390	236	181	341
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	506	498	485	504	508	508
	Substrat	497	508	523	326	297	523
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	486	486	462	477	481	462
	Substrat	293	285	234	111	122	111
% reduksjon	NA	27,7	24,6	18,9	51,4	63,1	30,8
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	20,0	46,7	37,5	0	0	33,8
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	60,0	46,7	50,0	6,7	0	25,3
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	20,0	6,6	12,5	93,3	100	40,9

Vedlegg 1 Tabell 4. *Habitatkvalitet i Askerelva fra 2017 til 2019. Tabellen viser habitatkvalitets-kategoriene for de forskjellige stasjonene i det året de ble undersøkt og antatt habitatkvalitet i de årene som stasjonene ikke ble undersøkt. Habitatkvalitet for de stasjonene som ble undersøkt i det gjeldende året er understreket. Estimatene er basert på forskjellene mellom de forskjellige årene ved stasjon 1 og 3, og en antakelse om at disse forskjellene er overførbare til de andre stasjonene.*

Stasjon	**2017**	**2018**	**2019**
1N	God	Moderat	Moderat
2N	Moderat til dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
3N	God	Dårlig	Moderat
4N	God	Moderat	God
5N	God	God	God
6N	God	Dårlig	Moderat
7N	God	Moderat	Moderat
8N	God	Moderat	Moderat til god
0a	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
1	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig
2	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
3	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
3a	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
4	God	Moderat til dårlig	Moderat
5	Moderat	Svært dårlig	Svært dårlig
5a	Moderat til dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig

11.2 Movassbekken

Vedlegg 2 Tabell 1. *Resultater av redoksmålinger i Movassbekken i 2017. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra tabell 2 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

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 øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 2 tabell 2 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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

Vedlegg 2 Tabell 3. *Habitatkvalitet i Movassbekken i 2017 og 2018. Tabellen viser habitatkvalitetskategoriene for de forskjellige stasjonene i det året de ble undersøkt og antatt habitatkvalitet i de årene som stasjonene ikke ble undersøkt. Habitatkvalitet for de stasjonene som ble undersøkt i det gjeldende året er understreket. Estimatene er basert på forskjellene mellom de forskjellige årene ved stasjon 1 og 2, og en antakelse om at disse forskjellene er overførbare til de andre stasjonene.*

Stasjon	**2017**	**2018**
0a	God	God
1	Moderat	Dårlig
1a	Moderat	Dårlig
2	Dårlig	Svært dårlig
3	Moderat til god	Moderat
4	Moderat	Dårlig
5	Moderat til dårlig	Dårlig til svært dårlig
5a	God	God

11.3 Nitelva

Vedlegg 3 Tabell 1a. *Resultater av redoksmålinger for stasjon 1-5 i Nitelva 2018. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele elven. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 3 tabell 1a i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 fra stasjon 6-10 i Nitelva i 2018. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for hele elven. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 3 tabell 1b i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 3 tabell 1c i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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

11.4 Raudsjøbekken

Vedlegg 4 Tabell 1. *Resultater av redoksmålinger i Raudsjøbekken med Mosjøbekken i 2017. Tabellen viser resultater for de tre stasjonene 1, 5 og 7, en sammenstilling av områdene 2-4, område 6 og gjennomsnittet for Raudsjøbekken. Områdene 2-4 er slått sammen pga. det lave antallet målinger i hvert enkelt område. I tillegg viser tabellen resultater fra stikkprøvene i Mosjøbekken. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra tabell 3 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

Parameter	Medium	Raudsjøbekken						Mosjø-bekken
		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

11.5 Sognsvannsbekken

Vedlegg 5 Tabell 1. *Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2017. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra tabell 4 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

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 øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 5 tabell 2 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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

Vedlegg 5 Tabell 3. *Resultater av redoksmålinger i Sognsvannsbekken i 2019. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.*

Parameter	Medium	Stasjon 0a	Stasjon 0b	Stasjon 0c	Stasjon 2	Stasjon 3	Gjennomsnitt
Median redokspotensial (mV)	FVM	517	522	528	531	543	528
	Substrat	272	273	361	238	253	268
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	521	533	536	545	552	552
	Substrat	427	403	515	322	474	515
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	501	513	522	522	522	501
	Substrat	183	214	193	115	165	115
% reduksjon	NA	47,4	47,7	31,6	55,2	53,4	49,3
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	6,3	6,7	46,7	0	20,0	15,8
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	18,7	13,3	13,3	20,0	6,7	14,5
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	75	80,0	40,0	80,0	73,3	69,7

Vedlegg 5 Tabell 4. *Habitatkvalitet i Sognsvannsbekken fra 2017 til 2019. Tabellen viser habitatkvalitetskategoriene for de forskjellige stasjonene i det året de ble undersøkt og antatt habitatkvalitet i de årene som stasjonene ikke ble undersøkt. Habitatkvalitet for de stasjonene som ble undersøkt i det gjeldende året er understreket. Estimatene er basert på forskjellene mellom de forskjellige årene ved stasjon 2 og 3, og en antakelse om at disse forskjellene er overførbare til de andre stasjonene.*

Stasjon	**2017**	**2018**	**2019**
0A	Moderat	Svært dårlig	Dårlig til svært dårlig
0B	Moderat	Svært dårlig	Dårlig til svært dårlig
0C	God	Dårlig	Moderat
1	God	Moderat	Moderat til god
2	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
2a	God	Dårlig	Moderat
3	Moderat til god	Svært dårlig	Svært dårlig
3a	Moderat til dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig
4	God	Moderat til dårlig	Moderat
4a	God	Dårlig til svært dårlig	Dårlig
5	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig

11.6 Tunnsjøbekken

Vedlegg 6 Tabell 1. *Resultater av redoksmålinger i Tunnsjøbekken i 2019. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for bekken. De øverste 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 nederste 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	572	593	595	595	604	595
	Substrat	284	597	379	356	314	343
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	588	601	602	608	616	616
	Substrat	359	618	542	526	611	618
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	562	579	582	585	601	562
	Substrat	207	247	321	282	236	207
% reduksjon	NA	50,3	-0,7	36,3	40,2	48,0	42,4
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	0	66,6	46,7	26,7	26,7	33,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	33,3	26,7	53,3	60,0	26,7	40,0
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0
	Substrat	66,7	6,7	0	13,3	46,6	26,7

11.7 Vassdragsoversikt

Vedlegg 7 Tabell 1. *Gjennomsnittsresultater 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 øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra tabell 5 i NINA Rapport 1418b (Magerøy 2018).*

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 7 Tabell 2. *Gjennomsnittsresultater 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 øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV. Tabellen er hentet fra vedlegg 6 tabell 2 i NINA Rapport 1540 (Magerøy 2019).*

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 7 Tabell 3. *Gjennomsnittsresultater av redoksmålinger i Askerelva, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken i 2019. Tabellen viser gjennomsnittet av målingene for de tre vassdragene. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.*

Parameter	Medium	Askerelva	Sognsvannsbekken	Tunnsjøbekken
Median redokspotensial (mV)	FVM	492	528	595
	Substrat	341	268	343
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	508	552	616
	Substrat	523	515	618
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	462	501	562
	Substrat	111	115	207
% reduksjon	NA	30,8	49,3	42,4
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100
	Substrat	33,8	15,8	33,3
% 400-300 mV	FVM	0	0	0
	Substrat	25,3	14,5	40,0
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0
	Substrat	40,9	69,7	26,7

Vedlegg 7 Tabell 4. *Sammenligning av redoksmålinger fra 2017 til 2019 i Askerelva, Movassbekken og Sognsvannsbekken. Sammenligningen er basert på de to stasjonene som ble undersøkt alle år i hvert av vassdragene, med unntak av Movassbekken som ikke ble undersøkt i 2019. De øverste 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 nederste radene viser prosentandel redoksverdier over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV.*

Parameter	Medium	Askerelva			Movassbekken		Sognsvannsbekken		
		2017	2018	2019	2017	2018	2017	2018	2019
Median redokspotensial (mV)	FVM	502	486	488	568	564	541	491	540
	Substrat	291	171	194	340	304	359	193	247
Maksimum redokspotensial (mV)	FVM	513	546	508	597	593	576	513	552
	Substrat	452	272	326	538	565	555	392	474
Minimum redokspotensial (mV)	FVM	482	439	477	528	509	508	464	522
	Substrat	189	102	111	189	-11	255	113	115
% reduksjon	NA	42,0	64,9	60,3	40,1	46,1	33,7	60,7	54,4
% ≥ 400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100	100	100
	Substrat	13,3	0	0	26,7	17,3	30,0	0	10
% 400-300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0	0	0
	Substrat	30,0	0	3,3	50,0	37,9	60,0	12,9	13,3
% ≤ 300 mV	FVM	0	0	0	0	0	0	0	0
	Substrat	56,7	100	97,7	23,3	44,8	10,0	87,1	76,7

www.nina.no

1697

NINA Rapport

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 Ims 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: 978-82-426-3447-4

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

NINA

Samarbeid og kunnskap for framtidas miljøløsninger