

1898

NINA Rapport

Tiltaksanalyse for elvemusling i nedre del av Vegårvassdraget

Jon H. Magerøy



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Tiltaksanalyse for elvemusling i nedre del av Vegårvassdraget

Jon H. Magerøy

Magerøy, J.H. 2021. Tiltaksanalyse for elvemusling i nedre del av Vegårvassdraget. NINA Rapport 1898. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, juli 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4672-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Tor Atle Mo (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Agder (nå Statsforvalteren i Agder)

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

2020/715

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Fredrik Gustavsen & Frode Kroglund

FORSIDEBILDE

Beiteområde langs Storelva © Jon H. Magerøy

NØKKEWORD

Tiltaksanalyse – elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) – innført laksemusling – stedegen ørretmusling – laks (*Salmo salar*) – ørret (*Salmo trutta*) – Storelva – Lilleelv (ved Nes Verk) – Skjerka – Strengselva – Vegårvassdraget – Tvedestrand, Vegårshei og Arendal kommuner – Agder

KEY WORDS

Conservation action plan – the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) – an introduced salmon mussel – a local trout mussel – salmon (*Salmo salar*) – brown/sea trout (*Salmo trutta*) – the Storelva River – the Lilleelv River (by Nes Verk Town) – the Skjerka River – the Strengselva River – the Vegårvassdraget Watercourse – Tvedestrand, Vegårshei and Arendal Municipalities – Agder County – Norway

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 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
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Magerøy, J.H. 2021. Tiltaksanalyse for elvemusling i nedre del av Vegårvassdraget. NINA Rapport 1898. Norsk institutt for naturforskning.

I Vegårvassdraget er det to kjente bestander av elvemusling. I Storelva og nederst i Lilleelv, ved Nes Verk, finnes det stedegen ørretmusling, mens det i Storelva også finnes introdusert laksemusling. Selv om det har vært en viss nyrekruttering av muslinger i begge bestandene, er det usikkert om rekrutteringen er høy nok til å opprettholde noen av dem. Derfor er det gjennomført en tiltaksanalyse for å identifisere tiltak for å forbedre forholdene for muslingen i vassdraget, spesielt med tanke på den stedegne ørretmuslingen. Analysen ble gjennomført for Storelva nedenfor Ubergsvann, Lilleelv og de viktige sidevassdragene Skjerka og Strengselva.

Nedre del av Storelva påvirkes av landbruksaktivitet, med til dels svært begrensede kantsoner mot elven. Dette bidrar til at tilførselen av næringsstoffer og partikler er noe høy for elvemusling, spesielt fra Strengselva og nedover. Hogst bidrar også noe til denne tilførselen. Forsuring kan fremdeles være et problem i områdene ved Nes Verk, selv om elven kalkes. Vannuttak vil føre til redusert vannføring. Tilgangen på vertsfisk (ungfisk av ørret) for den stedegne stammen av ørretmusling er for lav. Alle disse faktorene vil kunne påvirke muslingen negativt.

Lilleelv påvirkes i stor grad av Arendal & Omegn Golfklubbs golfbane. Tilførselen av næringsstoffer og partikler er for høy for elvemusling, sannsynligvis pga. gjødsling av banen og til dels svært begrensede kantsoner langs dette sidevassdraget. Sidevassdraget er påvirket av forsuring. Vannuttak vil føre til redusert vannføring. Elven er kanalisert og rensket, sannsynligvis i forbindelse med tidligere tømmerfløting og utbygging av golfbanen. Alle disse faktorene vil kunne påvirke muslingen negativt.

Skjerka er påvirket av forsuring. Tilførselen av næringsstoffer og partikler kan være noe høy for elvemusling, sannsynligvis pga. til dels begrensede kantsoner langs elven og Åsvannet i forbindelse med landbruk og hogst. Vannuttak vil føre til redusert vannføring. Disse faktorene vil kunne påvirke muslingen i Storelva, nedenfor samløpet mellom Skjerka og Storelva, negativt.

Strengselva påvirkes av landbruksaktivitet, med til dels svært begrensede kantsoner mot elven. Dette bidrar til at tilførselen av næringsstoffer og partikler er for høy for elvemusling. Hogst bidrar også noe til denne tilførselen. Disse faktorene vil påvirke muslingen i Storelva, nedenfor samløpet mellom Strengselva og Storelva, negativt.

For å bedre forholdene for elvemusling i Vegårvassdraget, må flere tiltak gjennomføres. I alle de undersøkte delvassdragene bør det reetableres kantsoner, med redusert gjødsling og beitetrykk langs elvestrengen, for å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler. Det er også viktig å opprettholde brede kantsoner i forbindelse med hogst. For å redusere forsuringen, bør man øke kalkingen i alle delvassdragene, utenom Strengselva. Vannuttak bør minimeres for å opprettholde høyest mulig vannføring i tørkeperioder. Det bør gjennomføres tiltak for å øke tettheten av ørret i vassdraget. Økt kalking og de planlagte forbedringene ved kraftverket ved Fosstveit vil kunne bidra til dette. I tillegg vil tilførsel av større steiner til elvebunnen, i både Storelva og Lilleelv, kunne bedre habitatkvaliteten både for fisk og muslinger. Man bør også vurdere om fiske-trappen ved kraftverket skal stenges, for å hindre oppgang av laks, men det vil være nødvendig med mer kunnskap om hvordan et dette vil påvirke den stedegne ørretmuslingen i vassdraget.

Tiltakene i Lilleelv bør gis førsteprioritet, siden de er enklere å gjennomføre enn tiltakene i Storelva. Siden det ikke er kjente bestander av elvemusling i Skjerka og Strengselva i dag, har tiltakene i disse sidevassdragene lavest prioritet. For å gjennomføre tiltakene i Vegårvassdraget, på en god måte, er det nødvendig å opprette et tett og godt samarbeid med grunneierne langs vassdraget. Om nødvendig kan incentivordninger brukes for å få til et slikt samarbeid.

Jon H. Magerøy (jon.mageroy@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo.

Abstract

Magerøy, J.H. 2021. Conservation action plan for the freshwater pearl mussel in the lower Vegårvassdraget Watercourse. NINA Report 1898. Norwegian Institute for Nature Research.

In the Vegårvassdraget Watercourse there are two known populations of pearl mussels. In the Storelva and Lilleelv Rivers there is a local trout mussel, while there also is an introduced salmon mussel in Storelva. Despite evidence of some recruitment of juvenile mussels in both populations, it is uncertain if the recruitment is sufficient to maintain either population. Thus, a conservation action plan was developed to identify actions that could improve the conditions for the mussel in the watercourse, with special emphasis on the trout mussel. The plan was developed for lower Storelva, Lilleelv, and the important tributaries Skjerka and Strengselva.

The lower Storelva is influenced by agriculture, resulting in very limited riparian vegetation along sections of the river. This contributes to the nutrient and particle input being somewhat too high for the pearl mussel, especially downriver from Strengselva. Logging also contributes to this input. Acidification is possibly still a problem in the Nes Verk area, despite the liming of the river. Water withdrawals result in reduced water flow. The availability of host fish (juvenile trout) is too low for the local trout mussel. All of these factors can negatively affect the mussel.

Lilleelv is influenced to a great extent by a golf course. The nutrient and particle input is too high for the pearl mussel, likely due to fertilizing of the course and very limited riparian vegetation along sections of the watercourse. Acidification is a problem in the watershed. Water withdrawals result in reduced water flow. The river is channelized, likely due to historic log driving and the development of the golf course. All of these factors can negatively affect the mussel.

Skjerka is affected by acidification. The input of nutrients and particles is possibly too high for the pearl mussel, likely due to reduced riparian vegetation along the river course in association with agriculture and logging. Water withdrawals result in reduced water flow. These factors can negatively affect the mussel in Storelva, below the confluence between Skjerka and Storelva.

Strengselva is influenced by agriculture, resulting in very limited riparian vegetation along sections of the river. This contributes to the nutrient and particle input being too high for the pearl mussel. Logging also contributes somewhat to this input. These factors can negatively affect the mussel in Storelva, below the confluence between Strengselva and Storelva.

To improve the conditions for the pearl mussel in Vegårvassdraget, several different conservation actions should be undertaken. In all the examined watersheds, one should increase the riparian vegetation, along with reduced fertilization and grazing, to reduce the nutrient and particle input. It is also important to maintain the riparian vegetation in association with logging. To reduce the acidification, one should increase liming in all the watersheds, except for Strengselva. Water withdrawals should be minimized to maintain as high as possible flow during droughts. One should also undertake actions to increase the trout population in the watercourse. Increased liming and planned improvements to the hydro power plant in Storelva can contribute to this. Addition of larger rocks to the river bottom, in both Storelva and Lilleelv, could improve the habitat quality for both fish and mussels. One should also consider closing the fish ladder at the power plant, to prevent the passage of salmon. However, more information about how such an action will affect the local trout mussel population is necessary.

The conservation actions in Lilleelv should be given the highest priority, since they are more easily undertaken than those in Storelva. Since there is no currently known pearl mussel populations in Skjerka and Strengselva, the actions in these tributaries have the lowest priority. To implement the actions in Vegårvassdraget successfully, it is necessary to develop a close collaboration with landowners along the watercourse, using incentives if needed.

Jon H. Magerøy (jon.mageroy@nina.no), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo, Norway.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	7
1 Innledning	8
2 Storelva	11
2.1 Områdebeskrivelse.....	11
2.2 Elvemusling.....	13
2.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse.....	14
2.4 Befaring langs elvestrengen.....	15
2.4.1 Lundevannet til E18 bro.....	15
2.4.2 E18 bro til Gamleveien bro.....	17
2.4.3 Gamleveien bro til Angelstadbekken.....	19
2.4.4 Angelstadbekken til Fosstveit.....	21
2.4.5 Fosstveit.....	23
2.4.6 Fosstveit til Berge.....	25
2.4.7 Berge til Strengselva.....	27
2.4.8 Strengselva til Nes Verk.....	29
2.4.9 Nes Verk til Ubergsvann.....	31
2.4.10 Områdene rundt Ubergsvann.....	33
2.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet, redokspotensial, vannkjemi og fisketetthet.....	35
2.6 Tiltak.....	38
3 Lilleelv	40
3.1 Områdebeskrivelse.....	40
3.2 Elvemusling.....	42
3.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse.....	43
3.4 Befaring langs elvestrengen.....	45
3.4.1 Storelva til Lia.....	45
3.4.2 Lia til Marndalsbekken.....	47
3.4.3 Marndalsbekken til Heirevann.....	49
3.4.4 Marndalsbekken.....	51
3.4.5 Båslandsbekken.....	53
3.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet, redokspotensial og vannkjemi.....	54
3.6 Tiltak.....	57
4 Skjerka	59
4.1 Områdebeskrivelse.....	59
4.2 Elvemusling.....	61
4.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse.....	62
4.4 Befaring langs elvestrengen.....	63
4.4.1 Storelva til Åsvannet.....	63
4.4.2 Områdene rundt Åsvannet.....	65
4.4.3 Åsvannet til Lifossen.....	67
4.4.4 Lifossen til Skjerkholtlonene.....	69
4.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet og vannkjemi.....	70
4.6 Tiltak.....	71
5 Strengselva	72

5.1	Områdebeskrivelse.....	72
5.2	Elvemusling	74
5.3	Gjennomføring av tiltaksanalyse	75
5.4	Befaring langs elvestrengen	76
5.4.1	Storelva til Fiane	76
5.4.2	Fiane til Holt bedehus	78
5.4.3	Holt bedehus til Heståsen.....	80
5.4.4	Heståsen til Jorstadvann	82
5.5	Vurdering av endringer i nedbørfeltet og vannkjemi	84
5.6	Tiltak	85
6	Oppsummering	86
7	Referanser	89
8	Vedlegg.....	95
8.1	Redokspotensial i Storelva	95
8.2	Redokspotensial i Lilleelv	97

Forord

I Vegårvassdraget finnes det to bestander av elvemusling; Én innført laksemusling og én stede-
gen ørretmusling. Begge bestandene er svært små, men har hatt en viss rekruttering i løpet av
de siste tiårene. Om rekrutteringen er høy nok til å opprettholde noen av bestandene er usikkert.
Dette er uheldig, da den stedegne ørretmusling har svært høy verneverdi, siden elvemuslingen
har forsvunnet fra over 80 % av de historisk kjente lokalitetene i Agder. Dermed er det viktig at
trusler mot elvemuslingen i Vegårvassdraget identifiseres og at tiltak for å redusere disse trus-
lene planlegges og gjennomføres. Disse tiltakene bør fokusere på å ta vare på elvemuslingen,
generelt, og ørretmusling, spesielt, i Vegårvassdraget.

For å gjennomføre en tiltaksanalyse i Vegårvassdraget søkte NINA om tiltaksmidler for truede
arter fra Miljødirektoratet, gjennom Fylkesmannen i Agder (nå Statsforvalteren i Agder). Det ble
gitt tilskudd både fra tiltaksmidlene og direkte fra Fylkesmannen i Agder, gjennom kalkingsbud-
sjettet for Vegårvassdraget. Målet med tiltaksanalysen var å komplettere forslag til tiltak i Hand-
lingsplanen for elvemusling i Agder og forslag til tiltak basert på kartlegging av elvemuslingbe-
standen i 2016 og 2020. Disse forslagene er relativt generelle. Dermed fokuserer tiltaksanalysen
i denne rapporten på fysiske tiltak, på et mer detaljert nivå. I tillegg oppdateres de tidligere for-
slagene til tiltak basert på nye data om vannkjemi og redokspotensial (et mål på habitatkvalitet
for ung elvemusling) i Vegårvassdraget.

08.07.2021, Jon H. Magerøy

1 Innledning

I Agder har elvemuslingen blitt borte fra over 80 % av de historisk kjente lokalitetene. Dette er en svært høy prosentandel sammenlignet med resten av landet, der ca. 25 % av bestandene har forsvunnet (Larsen & Magerøy 2019a). I dag finnes det bare levende musling ved ni lokaliteter i Agder (Larsen & Magerøy 2019a, Magerøy et al. 2020a). I tillegg er bestanden i Audna et resultat av utsetting (Kleiven & Dolmen 2008, Larsen & Magerøy 2016a), mens det i Storelva i Vegårvasstraget finnes én bestand av utsatt musling og én bestand av stedegen musling (Magerøy et al. 2020a). Dessuten er rekrutteringen for lav til å opprettholde bestandene ved flertallet av disse lokalitetene (Larsen & Magerøy 2019a, Magerøy et al. 2020a). Det betyr at muslingen står i fare for å forsvinne fra de få stedege bestandene som finnes i Agder. Dermed er det svært viktig å evaluere hvilke tiltak som er nødvendige for å ta vare på de gjenværende bestandene.

I Vegårvasstraget (**figur 1**) var elvemusling kjent fra selve Storelva og fra flere av sidevassdragene (Dolmen & Kleiven 1997, Kleiven et al. 2013, Larsen & Magerøy 2019a, Lilleholt 1994, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a, Økland & Økland 1998). Det var antatt at alle disse bestandene forsvant mellom 1960- og 1990-tallet (Kleiven et al. 2013, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a). Et mulig unntak er Strengselva, der det ble observert levende musling så sent som i 2008 (Ø. Solberg pers. medd.), men disse muslingene kan ha vært et resultat av utsetting og den opprinnelige bestanden kan ha forsvunnet på et tidligere tidspunkt.

Overraskelsen var derfor stor da det ble gjenopptaget elvemusling i Storelva i 2010, nær utløpet i sjøen (F. Kroglund pers. medd., videreformidlet av Kleiven et al. 2013), og videre undersøkelser viste at det også fantes elvemusling opp mot Fosstveit (Kleiven et al. 2013). I 2016 og 2019 ble Storelva fra Lundevannet til Ubergsvann, nederste del av Skjerka, store deler av Strengselva og nedre deler av Lilleelv ved Nes Verk kartlagt. Disse undersøkelsene viser at muslingene finnes fra Lundevannet og opp til Nes Verk i Storelva og nederst i Lilleelv, mens det ikke ble funnet muslinger i Skjerka eller Strengselva. Det ble også fastslått at bestanden i Lilleelv er en stedegen ørretmusling, mens det i Storelva finnes både den stedege ørretmuslingen og en laksemusling som er et resultat av utsetting av muslinger fra Håelva på Jæren (Magerøy et al. 2020a). I 2020 ble Storelva nedenfor Fosstveit undersøkt på nytt, som en del av forundersøkelser i forbindelse med bygging av ny E18 mellom Dørdal i Vestfold og Telemark og Tvedestrand i Agder (Magerøy 2021). Til sammen tyder undersøkelsene i vassdraget på at det er usikkert om rekrutteringen er høy nok til å opprettholde bestandene, for både ørretmuslingen og laksemuslingen (Magerøy 2021, Magerøy et al. 2020a).

Ifølge handlingsplanen for elvemusling i Agder har alle lokalitetene med musling i Agder stor verneverdi, fordi det er så få gjenværende lokaliteter. Likevel er det viktigst å ta vare på stedege bestander, da disse har størst verneverdi (Larsen & Magerøy 2019a, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a). Påvisningen av en stedegen bestand av elvemusling i Vegårvasstraget (Magerøy et al. 2020a) forsterker viktigheten av å ta vare på muslingen i vassdraget. Siden rekrutteringen i vassdraget sannsynligvis ikke er høy nok til å opprettholde de to bestandene (Magerøy 2021, Magerøy et al. 2020a), bør tiltak prioriteres for å bedre miljøforholdene for muslingen i vassdraget.

Både i handlingsplanen for elvemusling i Agder (Magerøy & Larsen 2018) og i rapporten for undersøkelsene i 2016 og 2018 i Vegårvasstraget (Magerøy et al. 2020a), blir aktuelle tiltak for Storelva og Lilleelv ved Nes Verk gjennomgått. Med bakgrunn i vannkjemidata fra Storelva ble det i handlingsplanen foreslått å øke pH-målet for kalkingen i vassdraget til 6,4, og dette er gjennomført (Froge Kroglund, Fylkesmannen i Agder (nå Statsforvalteren i Agder), pers. medd.). Vannkjemidataene tyder også på at tilførselen av organisk materiale er for stor i Storelva til å opprettholde og øke bestanden av elvemusling, og generelle tiltak for å redusere tilførselen blir gjennomgått i handlingsplanene. I Lilleelv er vannkvaliteten undersøkt svært sporadisk, men gamle data tyder på at forsuring kan være et problem i elven, mens ingenting er kjent om tilførselen av organisk materiale.



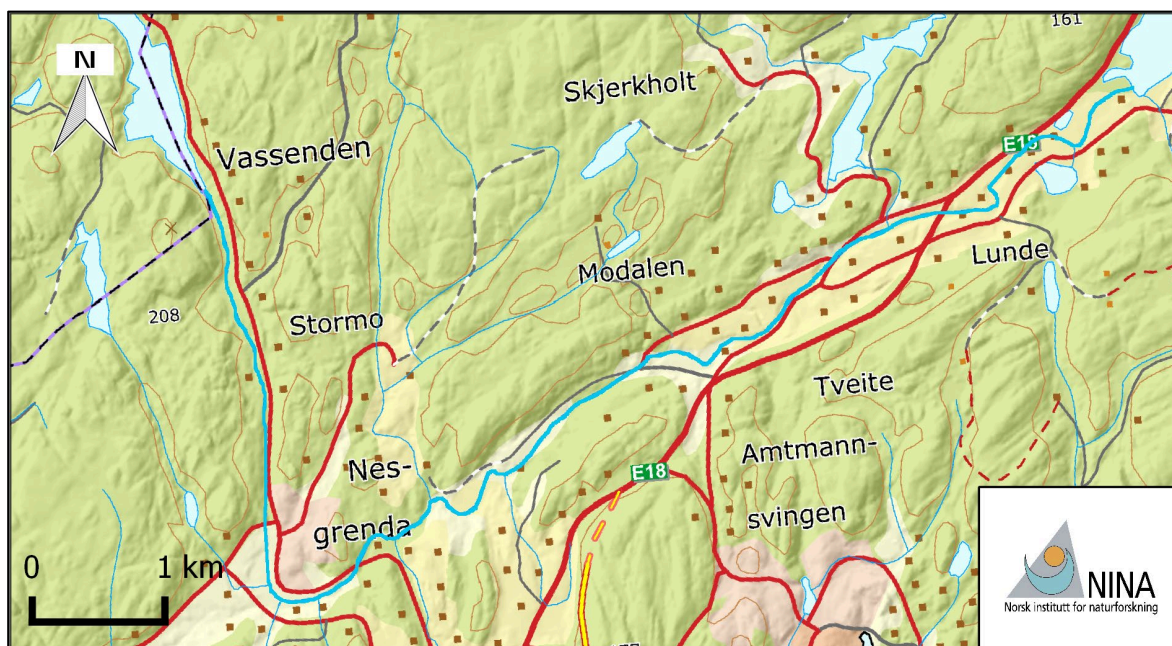
Figur 1. Vegårassdraget. Storelva er markert i turkis og Lilleelv er markert i mørkegrønt, mens Skjerka og Strengselva er markert i blått. Kartet er modifisert fra figur 1.1 i Magerøy et al. (2020a).

De foreslåtte tiltakene i Storelva og Lilleelv er generelle, med unntak av pH-målet for kalkingen i Storelva. Derfor anbefaler forfatterne av handlingsplanen (Magerøy & Larsen 2018) og kartleggingsrapporten fra 2016 og 2019 (Magerøy et al. 2020a) at det gjennomføres en mer detaljert tiltaksanalyse for elvemusling i Vegårassdraget. I 2020 ble nedre deler av vassdraget befart for å kartlegge trusler mot muslingbestanden, spesielt med henblikk på kilder til tilførselen av organisk materiale til vassdraget. Storelva ble befart fra Lundevannet til områdene rundt Ubergsvann og Lilleelv ble befart fra utløpet i Storelva til Heirevann. I tillegg ble Skjerka opp til Skjerkholtlønene og Strengselva opp til Jorstadvann befart, siden disse sidevassdragene kan være viktige tilførselsområder for organisk materiale til Storelva. I Lilleelv ble det gjennomført redoksmålinger (en metode for å evaluere habitatkvalitet for ungmuslinger (Geist & Auerswald 2007, Killen 2006, Larsen 2012)) og begrensede vannkjemiundersøkelser for å evaluere om tilførsel av organisk materiale og/eller forsurening er et problem i dette sidevassdraget. Eksisterende redoks-, vannkvalitets- og fiskedata fra Storelva ble evaluert med henblikk på eutrofiering og forsurening samt tilgang på vertsfisk. Det samme gjelder eksisterende vannkvalitetsdata fra Lilleelv, Skjerka og Strengselva. Flyfoto ble benyttet for å se på forandringer i nedbørfeltene over tid (Norge i bilder 2021).

Tiltaksanalysen ble gjennomført med bakgrunn i metodikk fra tidligere tiltaksanalyser (Larsen 2019, Magerøy & Larsen 2017, Magerøy 2018; 2020a; 2020b).

2 Storelva

2.1 Områdebeskrivelse



Figur 2.1. Storelva nedenfor Ubergsvann. Hovedstrengen er markert i turkis. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Vegårvassdraget (Storelva, vassdragsnr. 018.Z) er et vassdrag i Agder som i hovedsak renner sørover gjennom Gjerstad og Vegårshei kommuner, før det renner inn i Tvedestrand kommune og svinger nordøstover (**figur 2.1**). Elven har sitt utspring i Sølvskottjenn (315 moh.) ovenfor Torbjørnslia i sørvestlige deler av Gjerstad kommune. Denne delen av elven heter Grisbekken og renner sørover til Vegårsvatnet (220 moh.). Her går elven inn i Vegårshei kommune og fortsetter, nå som Vegårselva, ned til det nordøstlige hjørnet av Vegår (189 moh.). I Vestfjorden og Nordfjorden av Vegår kommer flere mellomstore og mindre sidevassdrag inn, og til sammen utgjør disse et av de største sidevassdragene til Storelva. Fra Sørfjorden fortsetter selve Storelva ned gjennom tettstedet Vegårshei og ned til Ubergsvann (75 moh.). I dette området kommer også flere mellomstore sidevassdrag inn fra vest, som blant annet inkluderer Songedalselva og Raudeelva. Fra vannet renner elven inn i Tvedestrand kommune og ned til Nes Verk (**figur 2.1**). I dette området kommer de større sidevassdragene Lilleelv og Strengselva inn fra sørvest. Fra Nes Verk renner elven nordøstover og ut gjennom Lundevannet, før det når Songevannet, som nærmest er en brakkvannspåvirket del av Nævestadfjorden. Ovenfor Lundevannet kommer enda et større sidevassdrag, Skjerka, inn fra nord.

Hovedstrengen i Vegårvassdraget er ca. 30 km lang, mens selve Storelva er ca. 23 km lang, i begge tilfeller ekskludert innsjøer. Vassdraget drenerer vestlige deler av Gjerstad kommune, store deler av Vegårshei kommune og den nordvestlige delen av Tvedestrand kommune (**figur 2.1**). Nedbørfeltet er på ca. 410 km², avrenningen er på 24,0 l/s*km² og alminnelig lavvannføring er på 2,1 l/s*km². Området som nedbørfeltet dekker består av 83,5 % skog, 8,8 % innsjøer, 4,6 % myr, 1,9 % dyrket mark, 0,1 % urban bebyggelse og 0,9 % uklassifiserbart areal. Høyeste punkt er 506 moh., men mesteparten av nedbørfeltet ligger under 200 moh. (NEVINA 2020). Berggrunnen i den øvre delen av vassdraget består av næringsfattige bergarter, som diverse typer gneis og migmatitt. Fra Vegårshei og nedover utgjør fremdeles disse bergartene en stor del av grunnen, men man får også innslag av ganske mye amfibolitt og andre næringsrike bergarter, som noritt, metagabbro og gabbro (Berggrunn 2020, Nåsund & Padget 1988).

I Storelva er det blitt gjennomført kalking siden 1996 ved Hauglandsfossen, ovenfor Ubergsvann. I tillegg ble det kalket i Vegårselva fra 1987 til 1999 og i Vegår fra 1985 til 2013 (**figur 2.1**). Rossålvann, i sidevassdraget Skjera, innsjøkalkes (Hindar 2020a). I forbindelse med kalkingen er det gjennomført vannkvalitetsundersøkelser fra 1996, i hovedsak nedenfor Ubergsvann (Hindar 2020b, Vannmiljø 2021). I tillegg er det i de senere år gjennomført vannkvalitetsundersøkelser i forbindelse med bygging av ny E18 Arendal-Tvedestrand (Norconsult 2015), problemkartlegging i elven (Birkeland et al. 2020, Vannmiljø 2021), elveovervåkingsprogrammet (Braaten et al. 2020, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020) og ny E18 Dørdal-Tvedestrand (Rognan et al. 2021). I de senere år er elven, nedenfor Ubergsvann, klassifisert til å ha *god* økologisk tilstand med henblikk på eutrofiering, men denne delen av elven har variert fra *dårlig* til *god* tilstand med henblikk på forsuring (Kile et al. 2018; 2020, Rognan et al. 2021).

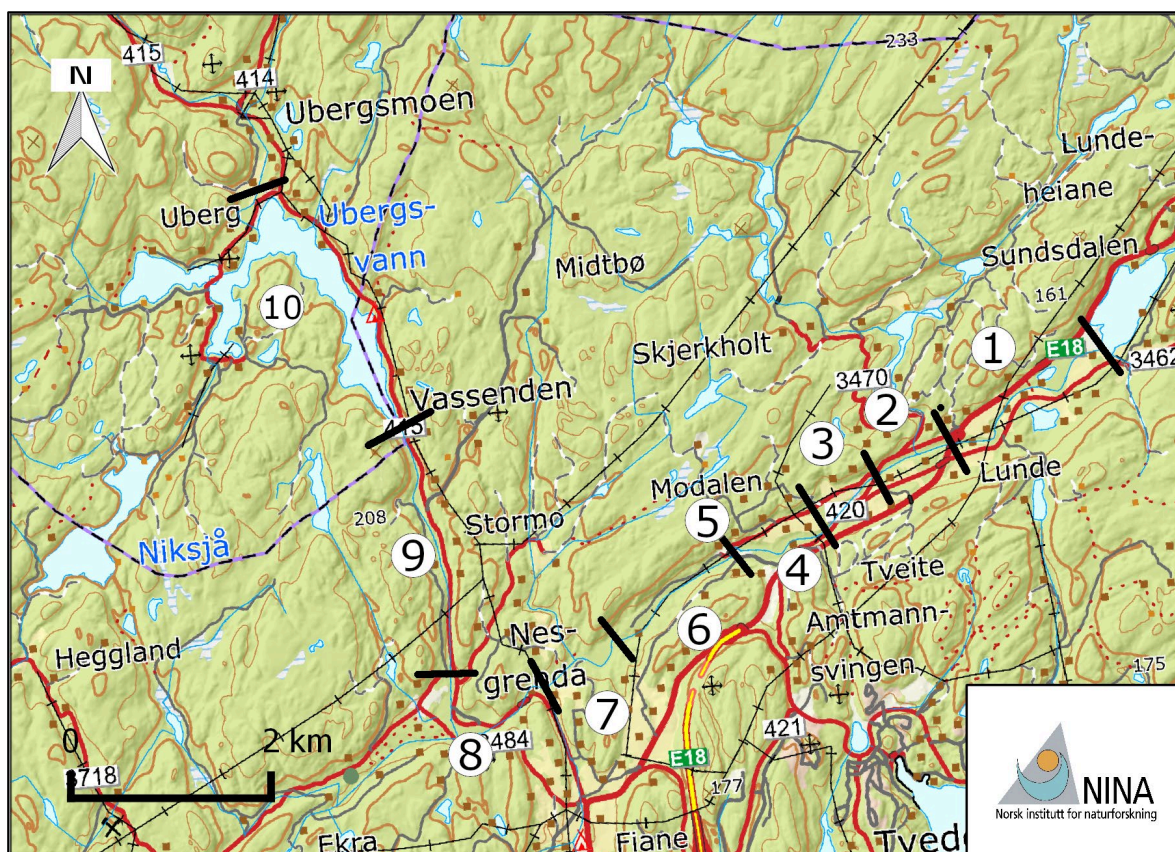
Fiskesamfunnet i Storelva består av abbor, gjedde, karuss, laks, niøye, suter, sørv, trepigget stingsild, ørekyte, ørret og ål (Hesthagen & Sandlund 2012, Kleiven & Barlaup 2007, Kleiven & Hesthagen 2012, Larsen et al. 2002, Saksgård & Larsen 2019, Saltveit et al. 2011). Om laksebestanden i Storelva er den opprinnelige usikkert. Mest sannsynlig var det rester igjen av den opprinnelige laksebestanden nedenfor Fosstveit (**figur 2.1**) før vassdraget ble kalket (Kaste 1994). Anadrom sone strekker seg i praksis til Nes Verk (Hindar et al. 2018) (**figur 2.1**).

Vegårvassdraget er ett av vassdragene i Verneplan III for vassdrag (NOU 1983), og er varig vernet mot ytterligere kraftutbygging. Vassdraget og fiskevandringene i elven er likevel noe påvirket av vannslipp og demninger i vassdraget. En eldre fløtedam ved utløpet av Vegår (**figur 1**) brukes til flomdemping og lokkeflommer for laks og sjørørret. Det er også en eldre dam ved utløpet av Ubergsvann. Ved Nes Verk (**figur 2.1**) ble Hammerdammen gjenoppbygget i 2005, og det ble installert en fiskeheis for å sikre oppgang av anadrom fisk (Larsen & Magerøy 2016b), men denne har fungert dårlig (Erling Lilleholt, Storelva Elveeierlag, pers. medd.). Fra gammelt av skal fossen ved Fosstveit (**figur 2.1**) ha vært et vandringshinder for anadrom fisk. I tilknytning til en papirmassefabrikk ved Fosstveit, som var i drift fram til 1972, var det også en liten kraftstasjon. Kraftverket ble gjenåpnet etter byggearbeider i 2007 og 2008. Det ble installert en fisketrapp for å sikre oppgang av anadrom fisk (Larsen & Magerøy 2016b, Lohne 2018, pers. obs.).

2.2 Elvemusling

I Storelva finnes det observasjoner av elvemusling fra 1940-tallet (Lilleholt 1994), og muslingen ble observert fram til 1970-tallet (oppsummert i Dolmen & Kleiven 1997, Kleiven et al. 2013, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a, Økland & Økland 1998). Opprinnelig var elvemuslingen antakelig utbredt fra Hauglandsfossen, ovenfor Ubergsvann (**figur 1**), og helt ned til sjøen. I 2010 ble det gjenopptaget elvemusling nær utløpet av Storelva i Lundevann (F. Kroglund pers. medd., videreformidlet av Kleiven et al. 2013), og videre undersøkelser viste at det også fantes elvemusling opp mot Fosstveit (Kleiven et al. 2013). Undersøkelser i 2016 og 2019 viser at utbredelsesområdet strekker seg helt opp til Nes Verk (**figur 2.1**). Det ble også fastslått at det i Storelva finnes både en stedegen ørretmusling og en laksemusling som er et resultat av utsetting av muslinger fra Håelva på Jæren. Ørretmuslingene finnes i store deler av utbredelsesområdet, mens laksemuslingen finnes til litt ovenfor Fosstveit. Nedenfor Fosstveit er det laksemuslingen som dominerer (Magerøy et al. 2020a). I 2020 ble Storelva nedenfor Fosstveit undersøkt på nytt, som en del av forundersøkelsene i forbindelse med bygging av ny E18 mellom Dørdal i Vestfold og Telemark og Tvedestrand i Agder (Magerøy 2021). Til sammen tyder undersøkelsene i vassdraget på at det er usikkert om rekrutteringen er høy nok til å opprettholde bestanden, for både ørretmuslingen og laksemuslingen (Magerøy 2021, Magerøy et al. 2020a).

2.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse



Figur 2.3. Delområder i nedre del av Storelva. Delområdegrensene er markert med svarte streker. Delområdene er: 1) Lundevannet til E18 bro. 2) E18 bro til Gamleveien bro. 3) Gamleveien bro til Angelstadbekken. 4) Angelstadbekken til Fossstveit. 5) Fossstveit, som er en lokalitet og ikke et delområde. 6) Fossstveit til Berge. 7) Berge til Strengselva. 8) Strengselva til Nes Verk. 9) Nes Verk til Ubergsvann. 10) Ubergsvann. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Tiltaksanalysen for Storelva ble gjennomført for å identifisere trusler mot og tiltak for elvemusling i denne elven. Analysen er basert på befaring av elvestrengen fra Lundevannet til områdene rundt Ubergsvann (**figur 2.3**), evaluering av eksisterende redoks-, vannkjemis- og fiskedata, og evaluering av endringer over tid basert på flyfoto, fra denne delen av elven. Metodikken er basert på tidligere tiltaksanalyser (Larsen 2019, Magerøy & Larsen 2017, Magerøy 2018; 2020a; 2020b).

Elvestrengen ble delt inn i 10 delområder (**figur 2.3**), for å gi en oversikt over de nødvendige truslene mot og tiltakene for elvemusling. Befaringen i Storelva ble gjennomført 06.07.2020-08.07.2020. Delområde 4 (delkapittel 2.3.6) ble ikke befart grundig. Grunnen til dette er at grunneier ikke ønsket at en tiltaksanalyse ble gjennomført (Knut Olav Bjorvatn pers. medd.). Derfor er tiltaksanalysen fra dette delområdet i større grad basert på inntrykk fra området, i forbindelse med elvemuslingundersøkelser i 2016 (Magerøy et al. 2020a), og evaluering av påvirkning basert på flyfoto (Norge i bilder 2021).

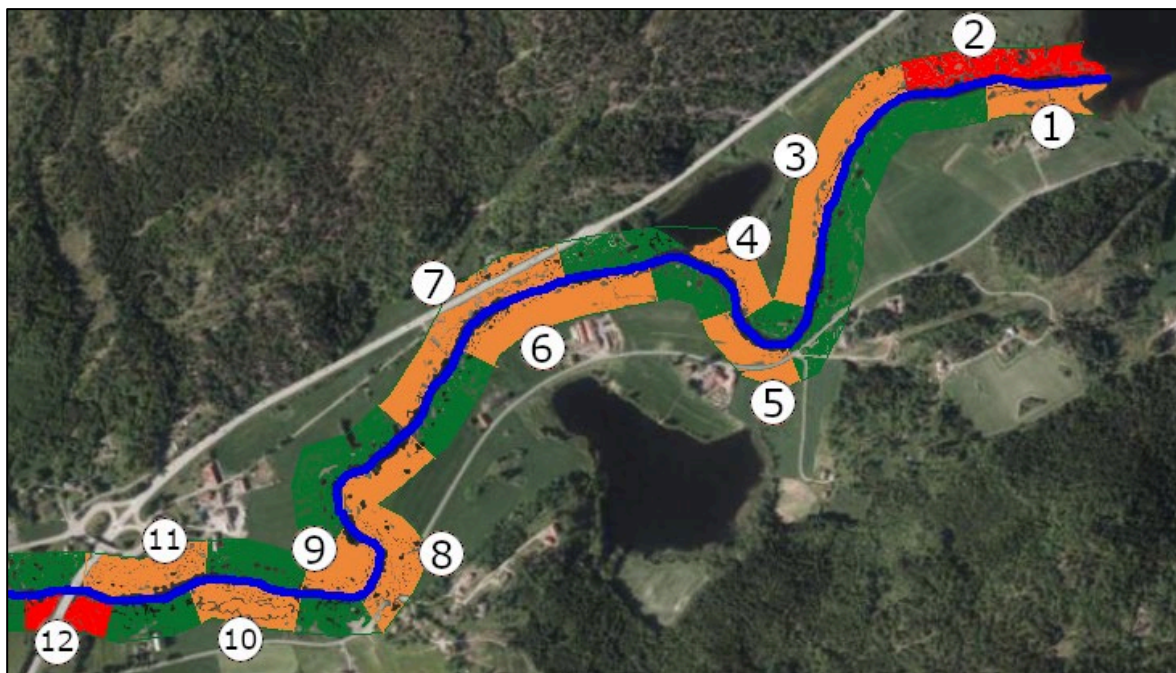
Eksisterende redokspotensialdata ble hentet inn fra Magerøy (2017; 2021). Eksisterende vannkjemidata ble hentet inn fra flere kilder (Birkeland et al. 2020, Braaten et al. 2020, Hindar 2020b, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020, Norconsult 2015, Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021). Eksisterende tetthetsdata for ungfisk av laks og ørret ble også hentet inn fra flere kilder (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saltveit et al. 2011, oppsummert i Saksgård & Larsen 2019).

2.4 Befaring langs elvestrengen

2.4.1 Lundevannet til E18 bro



Foto 2.4.1. Storelva fra Lundevannet til E18 bro. a) Dreneringsgrøft med direkte utløp i elven. b) Erosjon pga. geitetråkk. c) Flomvoll med brede vegetasjonssoner på søndre side og beiteområde med erosjonssoner på nordre side av elvestrengen. d-e) Jorder. f) Naturlig erosjon av grusmasser i elvedeltaet. g) Beiteområder. h) Bedre kantsoner. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 2.4.1. Kantsoner langs Storelva fra Lundevannet til E18 bro. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. jorder (sone 1, 3-7 og 9-11) og beitemark (sone 8). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. beitemark (sone 2) og et jorde (sone 12). Sone 12 er diskutert i delkapittel 2.4.2. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Storelva fra Lundevannet til nåværende E18 bro er preget av jorder og noe beitemark langs elvestrengen (**foto 2.4.1**, **figur 2.4.1**). Jordene har varierende grad av kantvegetasjon ned mot elven (**foto 2.4.1c-e & h**, sone 1, 3-7 og 9-11 i **figur 2.4.1**). På sørsiden av nedre del av elvestrengen (den grønne sonen mellom sone 1 og 5 i **figur 2.4.1**) er det bygget en flomvoll. Denne hindrer avrenning til elvestrengen, også der kantsonene ikke er spesielt brede. Avrenningen fra jordene på innsiden av flomvollene føres, i stor grad, til elven gjennom en dreneringsgrøft (**foto 2.4.1a**) som har utløp nesten ved utløpet av Storelva i Lundevannet (vestre ende av sone 1 i **figur 2.4.1**). Dermed vil avrenningen fra disse jordene bare påvirke den helt nederste delen av elvestrengen. Beitemarken har også varierende kantsoner. Nederst i delområdet er det et beiteområde for geiter som har store erosjonsproblemer, spesielt fordi dyrene har tilgang til elvestrengen (**foto 2.4.1b**, sone 1 i **figur 2.4.1**). Det er også flere beiteområder for hest (**foto 2.4.1g**, sone 8 og den grønne sonen vest for denne i **figur 2.4.1**). Her er kantsonene bedre og erosjonsproblemene mindre. Det er også en del naturlig erosjonsproblematikk pga. at elven renner gjennom en elvedelta med avsatte løsmasser (**foto 2.4.1f**). De eksisterende kantsonene kan graves vekk gjennom denne erosjonsprosessen. Dermed er det spesielt viktig å opprettholde brede kantsoner i områder med naturlig erosjon. Substratet i elven er svært lite variert, sannsynligvis pga. fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Dette er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 2.4.2.

2.4.2 E18 bro til Gamleveien bro

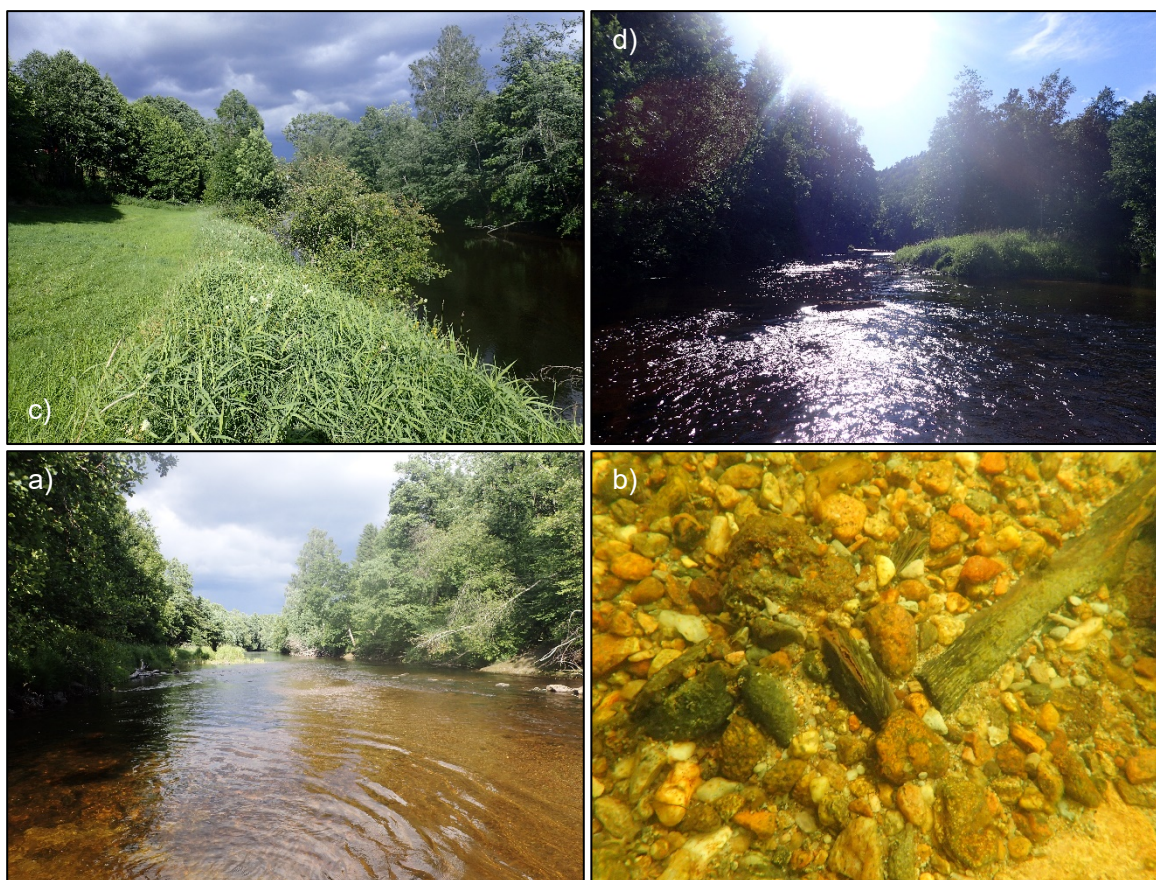


Foto 2.4.2. Storelva fra E18 bro til Gamleveien bro. a) Intakt skogsområde, men ensformig elvebunn. b) Elvemusling i ensformig substrat. c) Jorde. d) Intakt skogsområde. Fotografi a-d) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.

Storelva fra nåværende E18 bro til Gamleveien bro er preget av store områder med intakt kantvegetasjon (inkludert plantefelt), men også noen jorder og litt beitemark (**foto 2.4.2, figur 2.4.2**). Jordene har, til dels, lite kantvegetasjon (**foto 2.4.2c**, sone 1, 2 og 4 i **figur 2.4.2**), og det vil tilføres næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling av disse. Beitemarken har en delvis intakt kantsone (sone 3 i **figur 2.4.2**) og er avgrenset fra elvestrengen, men ligger i bratt terreng. Dermed vil det nok være noe tilførsel av partikler til elven fra denne. Substratet i elven er svært lite variert (**foto 2.4.2b**), sannsynligvis pga. rensking av elven i forbindelse med fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Elvemusling kan bli funnet i ensartet substrat (**foto 2.4.2b**) (f.eks. Hastie et al. 2000, Larsen 2018, Oulasvirta 2011), men foretrekker et habitat med større variasjon i substratet (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982). Dermed er rensking av større steiner ansett som negativt for muslingen.

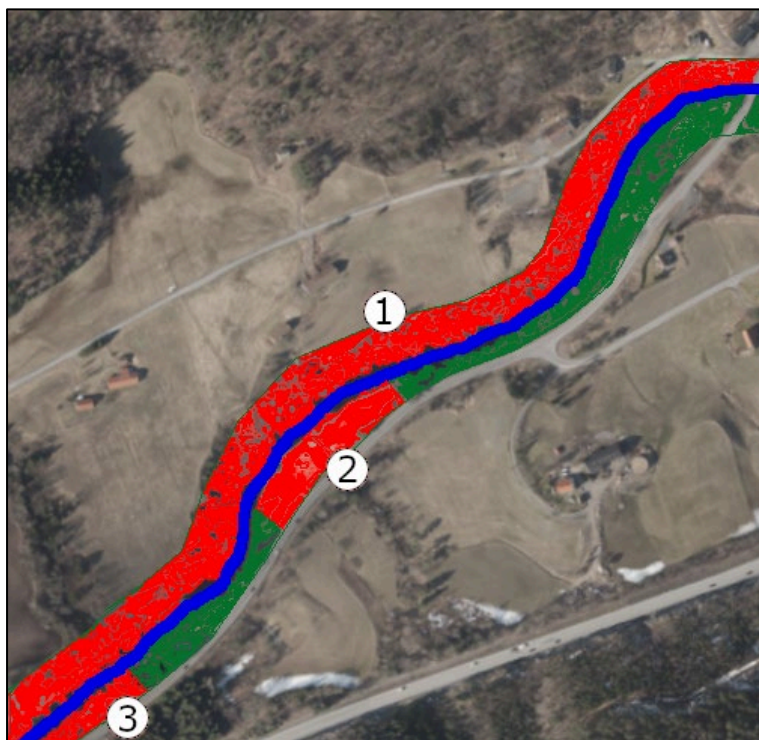


Figur 2.4.2. Kantsoner langs Storelva fra E18 bro til Gamleveien bro. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. beitemark (sone 3) og et jorde (sone 4). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. jorder (sone 1 og 2) og beitemark (sone 5). Sone 5 er diskutert i delkapittel 2.4.3. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

2.4.3 Gamleveien bro til Angelstadbekken



Foto 2.4.3. Storelva fra Gamleveien bro til Angelstadbekken. a) Beiteområde avgrenset fra elven med strømgjerde. b-c) Erosjon pga. kvegtråkk. d) Jorde. e) Beiteområde. f) Erosjon pga. beite. g) Kveg på beite. h) Hogstfelt. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



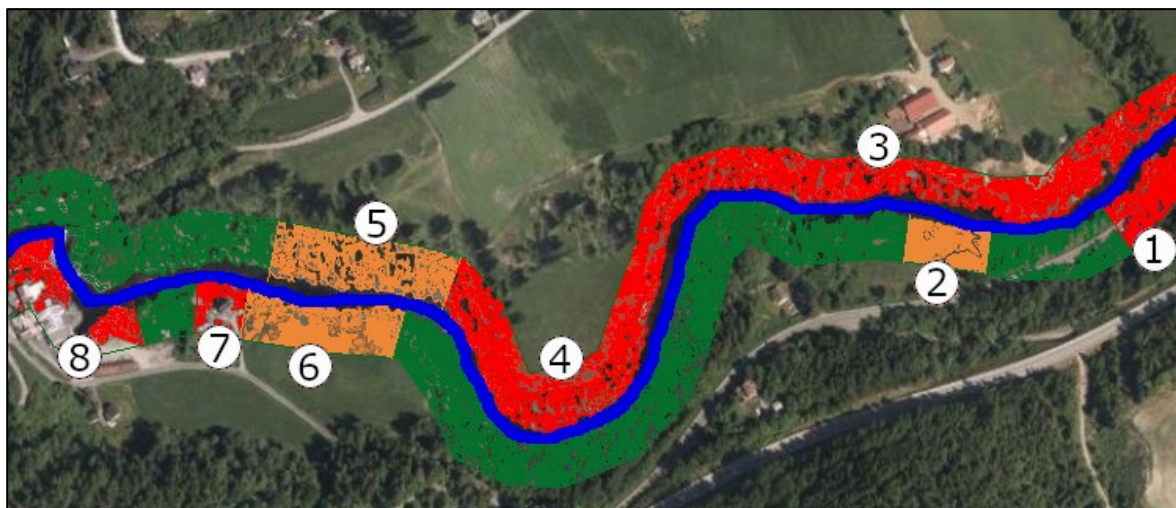
Figur 2.4.3. Kantsoner langs Storelva fra Gamleveien bro til Angelstadbekken. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. beitemark (sone 1), et jorde (sone 2) og et hogstfelt (sone 3). Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Storelva fra Gamleveien bro til Angelstadbekken er preget av beiteområder på nordvestsiden og Gamleveien, med til dels brede kantsoner (inkludert plantefelt), på sørøstsiden av elvestrengen (**foto 2.4.3, figur 2.4.3**). Beiteområdene har store erosjonsproblemer pga. tråkk og beite av kveg i bratt terreng (**foto 2.4.3f-g, sone 1 i figur 2.4.3**), der grunnen består av løsmasser (**foto 2.4.3f-g**). I tillegg er det svært lite kantvegetasjon (**foto 2.4.3c & e**). Problematikken er størst der dyrene har tilgang til elven (**foto 2.4.3b & c**) og betraktelig mindre der beiteområdene er inngjerdet mot elven (**foto 2.4.3a**). På grunn av erosjonsproblematikken vil tilførselen av partikler til elven være stor i disse områdene. Kantsonene ved det eneste jordet som ligger helt ned til elvestrengen er dårlige (**foto 2.4.3d, sone 2 i figur 2.4.3**), og det vil tilføres næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling av dette. Det er også et mindre hogstfelt ved elven (**foto 2.4.3h, sone 3 i figur 2.4.3**), som vil ha ført til avrenning av partikler og næringsstoffer til elvestrengen. Substratet i elven er svært lite variert, sannsynligvis pga. fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Dette er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 2.4.2.

2.4.4 Angelstadbekken til Fosstveit



Foto 2.4.4. Storelva fra Angelstadbekken til Fosstveit. a) Sedimenttransport fra Angelstadbekken og ut i elven. b) Beiteområde. c) Erosjon pga. kvegtråkk. d) Vannpumpe. e) Beiteområdet er avgrenset fra elven med strømgjerde. f) Beiteområde/jorde. g) Bedre kantsoner. h) Husbygging. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 2.4.4. Kantsoner langs Storelva fra Angelstadbekken til Fosstveit. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. jorder (sone 2 og 6) og beitemark (sone 5). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. hogstfelt (sone 1), beitemark (sone 3), kombinert jorde og beitemark (sone 4), et hus under oppgradering (sone 7) og kraftstasjonen ved Fosstveit (sone 8). Sone 1 er diskutert i delkapittel 2.4.3. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Storelva fra Angelstadbekken til Fosstveit preges av beitemark på nordsiden og intakt skog (med plantefelt) på sørsiden av elvestrengen (**foto 2.4.4, figur 2.4.4**). Beiteområdene har noe erosjonsproblemer pga. tråkk og beite av kveg (sone 3-5 i **figur 2.4.4**). I tillegg er det svært lite kantvegetasjon (**foto 2.4.4b, e & f**). Problematikken er størst der dyrene har tilgang til elven (**foto 2.4.4c**) og betraktelig mindre der beiteområdene er inngjerdet mot elven (**foto 2.4.4e**). På grunn av erosjonsproblematikken vil tilførselen av partikler til elven være stor i disse områdene. Jordene langs elven har noe kantvegetasjon (sone 2, 4 og 6 i **figur 2.4.4**), men det vil være noe tilførsel av næringsstoffer fra disse i forbindelse med gjødsling. Ved oppussing av et hus i øvre del av delområdet har det med stor sannsynlighet blitt tilført partikler til elven (**foto 2.4.4h, sone 7 i figur 2.4.4**), men området vil etter hvert gro igjen. I områdene rett nedenfor kraftstasjonen på Fosstveit er det lite kantvegetasjon (sone 8 i **figur 2.4.4**). Under befaringen så det ut som om noen av bygningene også benyttes til reparasjon av biler, med potensial for utslipp til elven.

Substratet i Storelva er svært lite variert, sannsynligvis pga. fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Dette er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 2.4.2. Et vannuttak (**foto 2.4.4d**) i forbindelse med gårdsdriften i området (**figur 2.4.4**) vil føre til redusert vannføring i sommerhalvåret, men en potensiell negativ effekt på elvemusling under tørkeperioder.

2.4.5 Fosstveit



Foto 2.4.5. Storelva ved Fosstveit. a) Kraftverk med kjøringssport. b) Nedre demning. c) Øvre demning. d) Fisketrapp.

Kraftverket ved Fosstveit (**figur 2.4.5**) har vært i drift siden 2008, i sin nåværende form. Det utnytter et fall på 15 m i Storelva, berører 182 m elvestreng direkte og har en gjennomsnittlig produksjon på 7,9 GWh. I forbindelse med byggingen av den nye dammen, i 2008, ble det også bygget ny fisketrapp for å sikre oppvandring av anadrom fisk. Dette var et tillegg til fisketrappen ved øvre demning (**figur 2.4.5d**), som ble bygget i 1975. I 2016 ble det pålagt å søke om ny konsesjon (Lohne 2018), pga. påvist dødelighet blant utvandrende laks, ørret og ål (Kroglund et al. 2013; 2014, Løvdal & Omholt 2018). Søknaden ble sendt inn i 2018, med forslag til tiltak for å redusere fiskedødeligheten (Lohne 2018), og innvilget i 2019, med visse endringer i de foreslåtte tiltakene som forutsetning. Disse tiltakene skal være gjennomført innen slutten av 2021 (Flatby & Grundt 2019a; 2019b, Grundt 2019).

Demningen ved Fosstveit vil påvirke vannføringsdynamikken nedover i Storelva noe. Dette vil spesielt gjelde i tørkeperioder, men i forbindelse med den nye konsesjonen er det satt et minstevannføringskrav på 350 l/s om vinteren og 550 l/s resten av året (Flatby & Grundt 2019b, Grundt 2019). Dette vil bidra til å opprettholde større leveområder for elvemusling og redusere sjansene for at musling tørker ut eller fryser inn pga. lav vannføring, som resultat av driften av kraftverket. Effekten av demningen på vannføringen ved flom vil sannsynligvis være liten (Grundt 2019). Dermed er det ikke forventet at kraftverket vil ha noen større effekt på utvasking av finsubstrater og habitatkvalitet for unge muslinger nedstrøms Fosstveit. Demningen vil påvirke habitatkvaliteten for musling oppstrøms Fosstveit. Dette er diskutert nærmere i delkapittel 2.4.6. For mer detaljert diskusjon rundt effekten av vassdragsregulering på elvemusling, se Larsen (2012a) og Magerøy et al. (2020b).

Kraftverket ved Fosstveit vil også påvirke vertsfisken til elvemuslingen i Storelva. Som nevnt, er det fiskedødelighet, i forbindelse med utvandring forbi kraftverket, som er årsaken til at det ble påkrevd ny konsesjon i 2016 (Lohne 2018). Tiltakene som ligger til grunn for den nye konsesjonen (Flatby & Grundt 2019a; 2019b, Grundt 2019) vil forhåpentligvis redusere fiskedødeligheten, men det er nok å forvente at det fremdeles vil være noe dødelighet (Løvdal & Omholt 2018). Dermed vil kraftverket ha noe effekt på antallet returnerende gytefisk av laks og ørret, som igjen vil kunne påvirke tettheten av ungfisk. Det er også problemer med hvordan den nedre fisketrappen fungerer i dag, og dette fører til redusert eller forsinket oppvandring av gytefisk forbi Fosstveit (Løvdal & Omholt 2018). I den nye konsesjonen er det forutsatt at den nedre fisketrappen utbedres og minstevannføringsmålene er satt for å sørge for at det er nok vannføring i begge fisketrappene under oppvandringsperiodene til laks og ørret (Grundt 2019). Hvis tiltakene har den ønskede effekten, vil dette føre til høyere produksjon av ungfisk av laks og ørret oppstrøms Fosstveit.

Nødvendig tetthet av vertsfisk for elvemusling er anslått til å være $\geq 5-25$ yngel (0+) eller ≥ 10 eldre fiskeunger ($\geq 1+$) pr. 100 m² (Arvidsson et al. 2006; 2012, Degerman et al. 2013, Söderberg et al. 2008, Ziuganov et al. 1994). I Vegårvassdraget finnes den stedeagne ørretmuslingen i Storelva fra utløpet av Skjerka opp til Nes Verk og i nedre del av Lilleelv. Den introduserte laksemuslingen finnes fra Lundevannet opp til noe oppstrøms Fosstveit (Magerøy et al. 2020a). Tetthetene av ungfisk av ørret i Storelva (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saksgård & Larsen 2016; 2019, Saltveit et al. 2011) har vært for lave i deler av utbredelsesområdet til ørretmuslingen, spesielt siden 2006, for å opprettholde bestanden av denne. Vi kjenner ikke til nyere tetthetsdata for ungfisk av ørret i Lilleelv (Vannmiljø 2021). Derimot har tetthetene av ungfisk av laks i Storelva (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saksgård & Larsen 2016; 2019, Saltveit et al. 2011) vært høye nok til å opprettholde laksemuslingen, siden datainnsamlingen begynte i 1995. Dermed favoriserer tetthetene av vertsfisk den introduserte laksemuslingen i elven. Dette er negativt, siden den stedeagne ørretmuslingen har større verneverdi (Larsen & Magerøy 2019a, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a).

Om økt oppvandring av anadrom fisk vil føre til økte tettheter av ungfisk av ørret oppstrøms Fosstveit er, som diskutert av Magerøy et al. (2020a), usikkert. Det er mulig at økt oppvandring av sjøørret vil føre til økte tettheter av ungfisk av ørret, men det er også mulig at økt oppvandring av laks vil føre til økt konkurranse for ørreten og lavere tettheter. I tillegg vil effekten avhenge av om ørretmuslingen i Vegårvassdraget er tilpasset brun- eller sjøørret. NINA har undersøkt den genetiske forskjellen mellom elvemuslingbestander som bruker brunørret og sjøørret som vert. Bestandene som bruker sjøørret hadde høyere allelrikdom og heterozygositet, men denne forskjellen var ikke signifikant (Wacker et al. 2021). Selv om den stedeagne ørretmuslingen i Vegårvassdraget har lav allelrikdom og heterozygositet (Magerøy et al. 2020a), kan man, dermed, ikke konkludere om den er tilpasset brun- eller sjøørret.

2.4.6 Fosstveit til Berge



Foto 2.4.6. Storelva fra Fosstveit til Berge. a) Oppdemmet elvestreng ovenfor den øvre demningen ved Fosstveit. b) Vei og hogstfelt på nordre side og intakt skog på søndre side av elvestrengen. c) Jorde på nordre side og intakt skog på søndre side av elvestrengen. d) Vanninntak. e-f) Beiteområder. Fotografi a-f) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.

Storelva fra Fosstveit til Berge er preget av jorder og beitemark på nordsiden og intakt skog (med plantefelt) på sørsiden av elvestrengen (**foto 2.4.6, figur 2.4.6**). Jordene har stort sett lite eller ingen kantvegetasjon (**foto 2.4.6c**, sone 2 og 5-7 i **figur 2.4.6**). Dermed vil det være tilførsel av næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling av disse. Beiteområdene har erosjonsproblemer pga. tråkk og beite av kveg i bratt terreng (**foto 2.4.6e**, sone 8 i **figur 2.4.6**), der grunnen består av løsmasser. I tillegg er det svært lite kantvegetasjon (**foto 2.4.6e & f**). Dermed vil tilførselen av partikler til elven være stor i disse. Demningen ved Fosstveit fører til at området ovenfor



Figur 2.4.6. Kantsoner langs Storelva fra Fosstveit til Berge. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. hogstfelt (sone 3) og jorder (sone 6 og 9). Sone 9 er diskutert i delkapittel 2.4.7. De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. jorder (sone 2, 5 og 7), hogstfelt med anleggsvei (sone 4) og beiteområder (sone 8). Sone 1 er området ved kraftverket ved Fosstveit, og dette området er

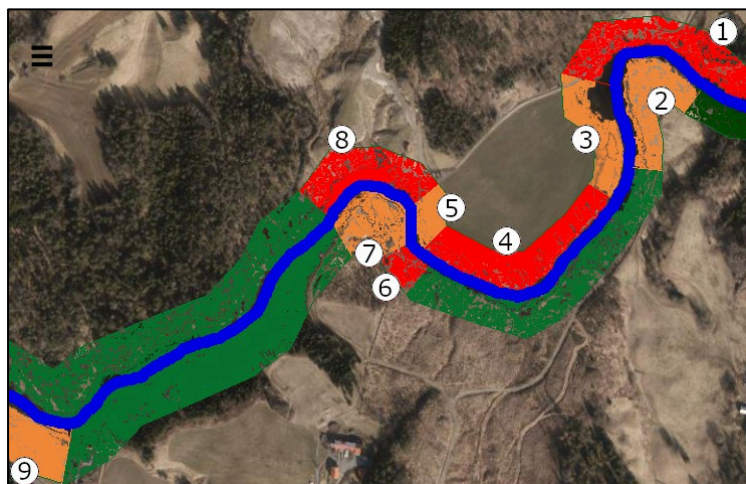
diskutert i delkapittel 2.4.4. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

er stillestående (**foto 2.4.6a**) og lite egnet for elvemusling. Se delkapittel 2.4.5, for nærmere diskusjon av effekten av Fosstveit kraftverk. Det har også vært hogst i et mindre område langs elven (sone 3 i **figur 2.4.6**), og det har blitt anlagt en vei i forbindelse med denne hogsten (**foto 2.4.6b**). Dette vil ha ført til tilførsel av partikler til elvestrengen. Substratet i elven er svært lite variert (**foto 2.4.7b**), sannsynligvis pga. fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Dette er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 2.4.2. Et vannuttak (**foto 2.4.6d**) i forbindelse med gårdsdriften i området (**figur 2.4.6**) vil føre til redusert vannføring i sommerhalvåret, med en potensiell negativ effekt på elvemusling under tørkeperioder.

2.4.7 Berge til Strengselva



Foto 2.4.7. Storelva fra Fosstveit til Berge. a) Beiteområde. b) Ensformig elvebunn. c) Jorde. d) Hogstfelt med erosjon. e) Jorde med steinsetning mot elven. f) Beiteområde med erosjonssoner. g-h) Skogsområder. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 2.4.7. Kantsoner langs Storelva fra Berge til Strengselva. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. jorder (sone 2, 3, 5 og 9) og ved en fiskehytte (sone 7). Sone 9 er diskutert i delkapittel 2.4.8. De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. beiteområder (sone 1 og 8), et jorde (sone 4) og et hogstfelt (sone 6). Flyfotoet er hentet fra

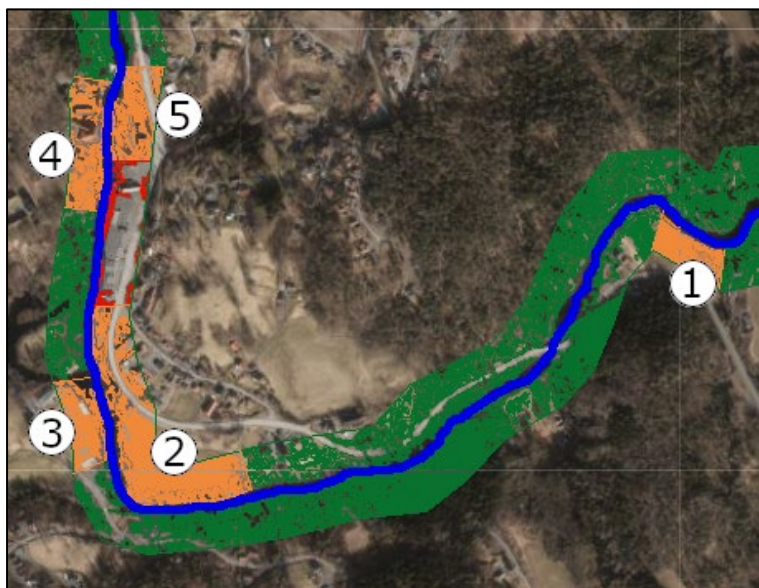
Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Storelva fra Berge til Strengselva preges av intakt skog (med plantefelt) i øvre del og jorder og beiteområder i nedre del (**foto 2.4.7, figur 2.4.7**). Beiteområdene har store erosjonsproblemer pga. tråkk og beite av kveg i bratt terreng (sone 1 og 8 i **figur 2.4.7**), der grunnen består av løsmasser (**foto 2.4.7f**), og i elvekanten. I tillegg er det svært lite kantvegetasjon (**foto 2.4.7a & f**). Dermed vil tilførselen av partikler til elven være stor i disse. Jordene har varierende kantvegetasjon (**foto 2.4.7c & e**, sone 2-5 i **figur 2.4.7**), men det vil bli tilført næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling. Det har vært noe hogst langs elven, og dette vil ha ført til avrenning av næringsstoffer og partikler til elven. Vegetasjonen er nå reetablert ned mot elven, men et område ser ut til å ha blitt ustabil pga. hogsten og er nå utsatt for erosjon (**foto 2.4.7d**, sone 6 i **figur 2.4.7**). Substratet i elven er svært lite variert (**foto 2.4.7b**), sannsynligvis pga. fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Dette er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 2.4.2. Det er også vannuttak i forbindelse med gårdsdriften på Berge. Et slikt uttak vil kunne ha en negativ effekt på muslingen i elven, ved å redusere vannføringen i tørkeperioder om sommeren.

2.4.8 Strengselva til Nes Verk



Foto 2.4.8. Storelva fra Strengselva til Nes Verk. a) Elvebunn med lite variasjon. b) Jorde. c) Relativt bred kantsone ved Lunden idrettsplass. d-f) Utløp i forbindelse med næringsbygg i Nesgrenda. g) Fiskeheis ved demningen ved Nes Verk. h) Demningen ved Nes Verk. Foto a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 2.4.8. Kantsoner langs Storelva fra Strengselva til Nes Verk. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. jorder (sone 1 og 2), ved en idrettsplass (sone 3) og ved Nes Jernverksmuseum (sone 4 og 5). Den røde sonen viser et område med lite eller ingen kantvegetasjon ved næringsbygg. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Storelva fra Strengselva til Nes Verk er preget av bebyggelsen ved Nes Verk, men store områder har også brede kantsoner (**foto 2.4.8**, **figur 2.4.8**). Ved næringsområdet ved Nes Verk er det svært lite kantvegetasjon (**foto 2.4.8d**, den røde sonen i **figur 2.4.8**), og avrenning fra dette området bidrar nok til å forurense elven (**foto 2.4.8e & f**). Det er også jorder langs elven (**foto 2.4.8b**, sone 1 og 2 i **figur 2.4.8**), og i forbindelse med gjødsling av disse vil det tilføres næringsstoffer til elven. I tillegg er kantvegetasjonen redusert ved Lunden idrettsplass (sone 3 i **figur 2.4.8**) og bygningsmassen ved Nes Jernverksmuseum (sone 4 og 5 i **figur 2.4.8**), men dette ansees å ha liten påvirkning på elven. Substratet i elven er svært lite variert (**foto 2.4.8a**), sannsynligvis pga. fløting (Eilev Angelstad pers. medd.). Dette er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 2.4.2.

Demningen ved Nes Verk (**foto 2.4.8h**) vil modifisere vannføringen i Storelva, spesielt ved å redusere denne i tørkeperioder. Den utgjør også et vandringshinder for fisk og hindrer oppgang av anadrom fisk til områdene ovenfor (Hindar et al. 2018). Fiskeheisen (**foto 2.4.8g**), som ble installert i forbindelse med gjenoppbygningen av demningen i 2005 (Larsen & Magerøy 2016b), har fungert dårlig (Erling Lilleholt, Storelva Elveeierlag, pers. medd.), men ved befaringen så det ut som om det ble gjort arbeid på denne. Om oppgang av anadrom fisk, forbi demningen, er positivt for muslingen er usikkert. Det kan lette spredningen av både den stedege ørretmuslingen og den introduserte laksemuslingen oppover i elven. Hvis det fremdeles finnes ørretmusling lenger oppe i vassdraget (se Kleiven et al. 2013, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a), vil oppgang av anadrom fisk potensielt ha en negativ påvirkning på denne. Se diskusjon rundt dette, i delkapittel 2.4.5 og i Magerøy et al. (2020a).

2.4.9 Nes Verk til Ubergsvann



Foto 2.4.9. Storelva fra Nes Verk til Ubergsvann. a) Oppdemmet elvestreng ovenfor demningen ved Nes Verk. b) Vei langs store deler av elvestrengen. c-d) Brede soner med kantvegetasjon langs store deler av elvestrengen. e) Demning ved utløpet av Ubergsvann. Foto a-e) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.

Storelva fra Nes Verk til Ubergsvann er preget av veien langs den østre siden og intakt skog (med plantefelt) langs den vestre siden av elvestrengen (**foto 2.4.9**, **figur 2.4.9**). Det vil være noe avrenning fra veien, i form av partikler og, muligens, veisalt om vinteren (**foto 2.4.9b**). Demningen ved Nes Verk fører til at området ovenfor er stillestående (**foto 2.4.9a**) og lite egnet for elvemusling. Demningen ved utløpet av Ubergsvann (**foto 2.4.9e**) vil moderere vannføringen i elven noe, spesielt i tørkeperioder. Ellers er det et mindre beiteområde for sau langs elven (den oransje sonen i **figur 2.4.9**), som ansees å ha svært liten påvirkning på elvestrengen.



Figur 2.4.9. Kantsoner langs Storelva fra Nes Verk til Ubergsvann. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. Den oransje sonen viser et område med redusert kantvegetasjon pga. beitemark. Den røde sonen viser området med lite eller ingen kantvegetasjon ved Nes Verk. Dette er beskrevet i forrige delkapittel. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

2.4.10 Områdene rundt Ubergsvann

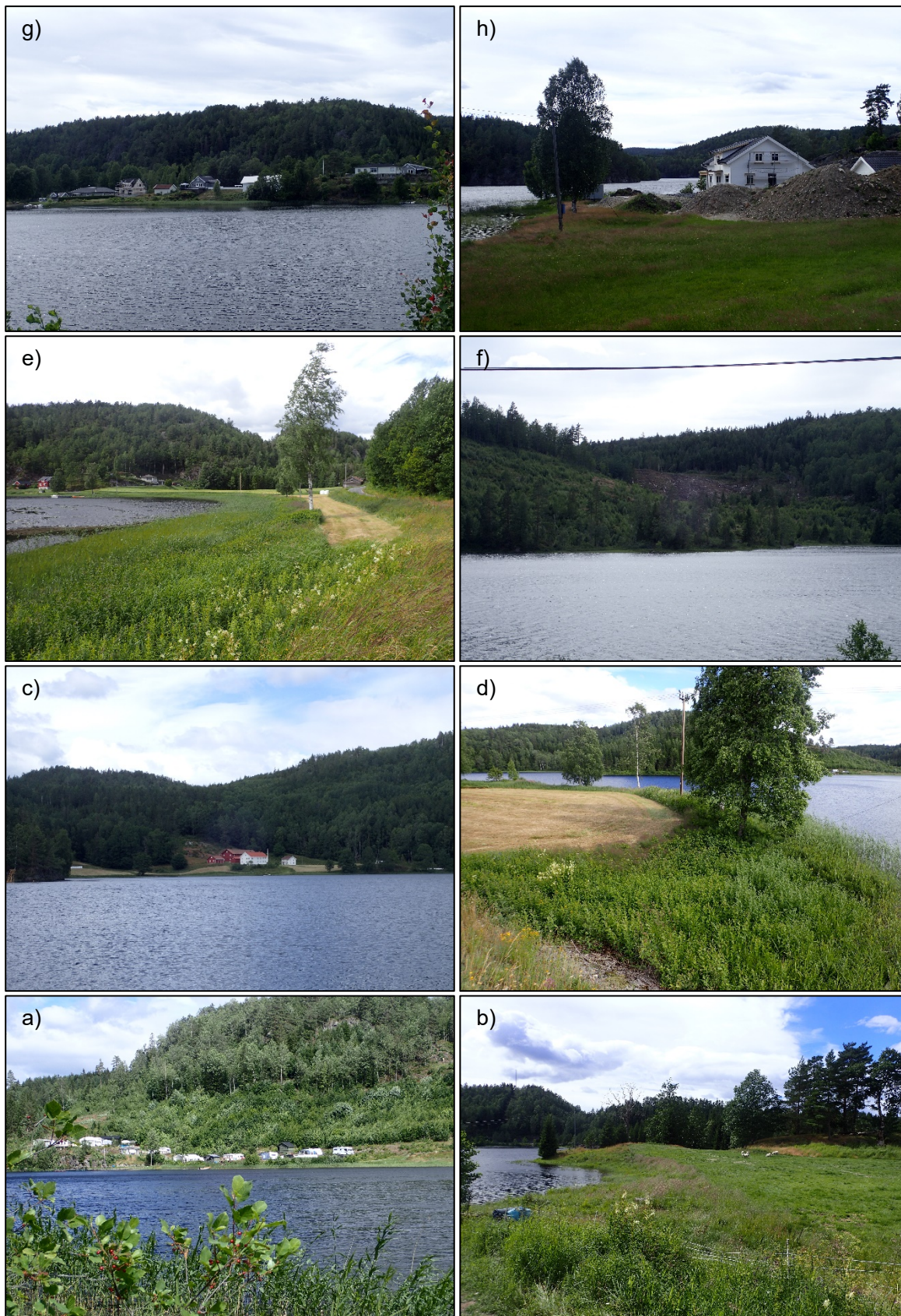
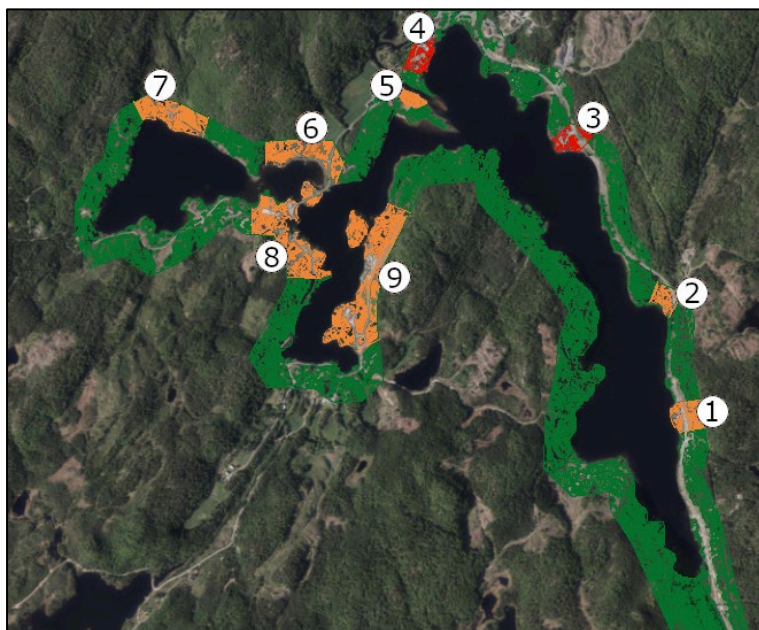


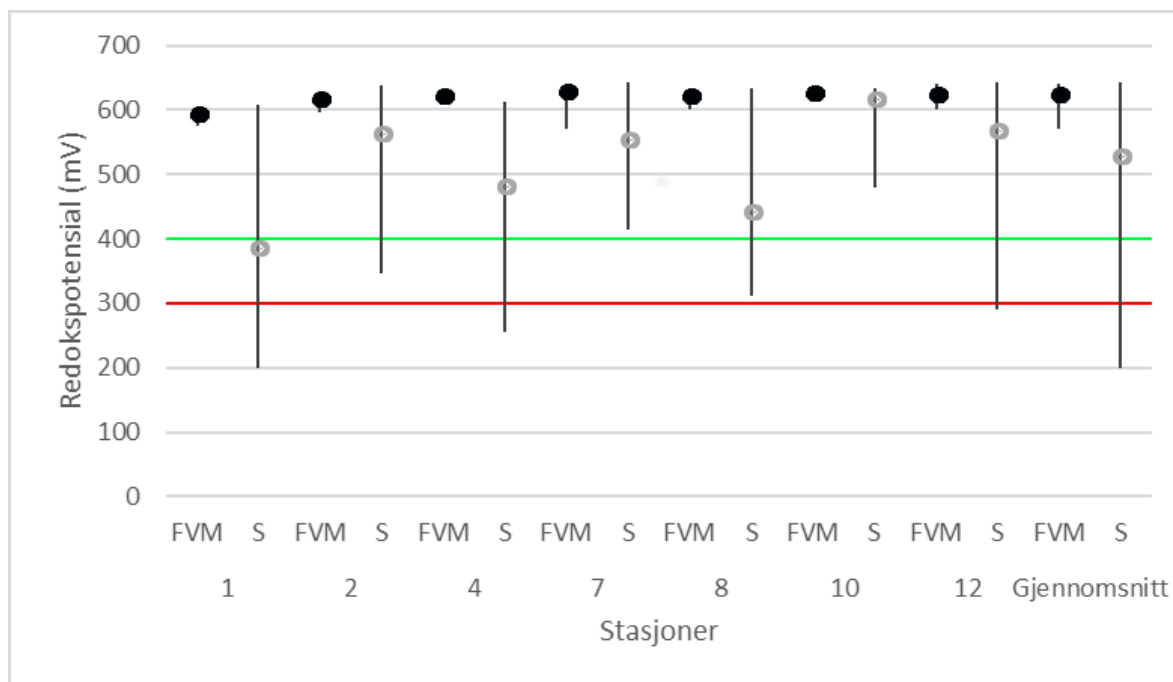
Foto 2.4.10. Storelva med områdene rundt Ubergsvann. a) Campingplass. b) Beitemark. c-e) Jorder. f) Hogstfelt. g-h) Husbygging.



Figur 2.4.10. Kantsoner langs Ubergsvann. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon ved bebyggelse (sone 1, 2 og 8), pga. jorder (sone 5, 6 og 7) og pga. et beiteområde som også inkluderer en campingplass (sone 9). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. pågående byggeaktivitet (sone 3) og ved relativt nybygde boliger (sone 4). Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs vannet.

Ubergsvann er preget av at det er veier langs store deler av vannet, men ellers er det mye intakt skog (med plantefelt). I tillegg finnes det en del bebyggelse, jorder og beitemark (**foto 2.4.10, figur 2.4.10**). Det vil være noe avrenning fra veiene, i form av partikler og, muligens, veisalt om vinteren. En del av bebyggelsen har svært lite kantvegetasjon ned mot vannet (**foto 2.4.10a, g & h, sone 1-4 og 8 i figur 2.4.10**). Under bygging kan det være avrenningsproblemer (**foto 2.4.10h**), men dette vil være av midlertidig karakter. Fra jordene (**foto 2.4.10c-e, sone 5-7 i figur 2.4.10**) vil det være næringstilførsel til vannet i forbindelse med gjødsling. Beitemarken er saubeite (**foto 2.4.10b, sone 9 i figur 2.4.10**) og ansees å ha en mindre påvirkning på vannet. Det er også tegn til at det har vært hogst langs mindre deler av vannet i senere tid (**foto 2.4.10f**). Dette vil kunne ha ført til avrenning av næringsstoffer og partikler til vannet, men vegetasjonen er nå reetablert ned mot vannet.

2.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet, redokspotensial, vannkjemi og fisketetthet



Figur 2.5a. Resultater av redoksmålinger i Storelva 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 opprinnelig figur 11 i Magerøy (2017).

En evaluering av endringer i den befarte delen av nedbørfeltet til Storelva, ved hjelp av flyfoto fra 1950, 1962, 1969, 1976 og 2003-2020, viser at det generelle bildet er at det har vært en nedgang i beitemark og jorder langs elvestrengen fram mot tusenårsskiftet, med økning i kantsonene. I delområde 6 og 7 har det vært en økning i landbruksaktiviteten siden den tid, med reduksjon i kantsonene. I disse delområdene har det vært noe hogst etter 2003, og i delområde 9 og 10 har det vært noe hogst gjennom hele perioden. Det har vært noe økning i bebyggelsen gjennom hele tidsperioden, spesielt i delområde 1-3, 8 (Nesgrenda) og 10. På grensen mellom delområde 1 og 2 er det bygget bro for nåværende E18 før 2003. I store deler av den delen av nedbørfeltet som ble befart, er det ikke skjedd større endringer de siste 20 årene (Norge i bilder 2021).

Medianverdien for redokspotensialet i substratet innenfor utbredelsesområdet til elvemusling i Storelva i 2017 var 525 mV (**figur 2.5a**) (Magerøy 2017). Dette er langt over minimumsgrensen som er nødvendig for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007), og verdien tilsier (*svært*) god habitatkvalitet (Larsen 2012b). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 15,5 %. En slik reduksjon i redokspotensialet ansees som uproblematisk for ungmuslinger (Killeen 2006). En stor andel av substratet var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (81,1 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Til sammen tilsier dette at habitatkvaliteten for ungmuslinger var (*svært*) god i elven.

Mellom stasjonene i Storelva var det noen forskjeller i redokspotensialet i 2017 (Magerøy 2017). Stasjon 1 (nedstrøms E18 bro, ved Lunde) var den eneste stasjonen som hadde noe lavt redokspotensial i substratet (384 mV) og svært problematisk reduksjon mellom de frie vannmassene og substratet (35,2 %), selv om en del av substratet var av god habitatkvalitet (50,0 % av

substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Stasjon 8 (ved Angelstad) hadde høyt redokspotensial (440 mV), og en høy andel substrat med god habitatkvalitet (62,5 %), men reduksjonen i redokspotensial var relativt høy (29,0 %). For disse to stasjonene tilsvarer funnene *moderat* og *moderat-god* habitatkvalitet. Alle de andre stasjonene hadde *god* eller bedre habitatkvalitet. For flere detaljer rundt redokspotensialet ved stasjonene, se **figur 2.5a** og **vedlegg 8.1 tabell 1**. For lokalisering av stasjonene, se **vedlegg 8.1 figur 1**.

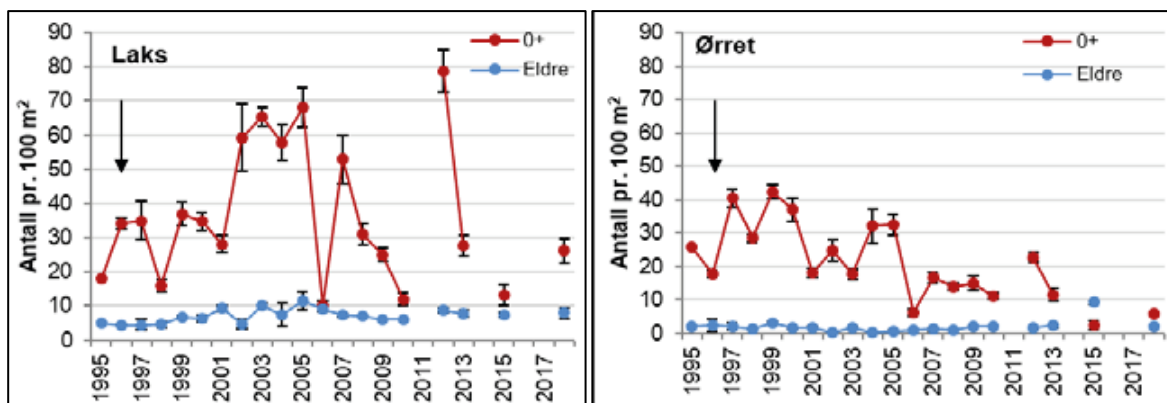
Stasjon 4 (rett oppstrøms Gamleveien bro) i Storelva ble også undersøkt i 2020 (Magerøy 2021). I 2017 var redokspotensialet i substratet høyt (481 mV) og en svært høy andel substrat var av god habitatkvalitet (81,3 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV), men reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var noe problematisk (23,0 %) (Magerøy 2017). I 2020 var redokspotensialet i substratet fortsatt høyt (497 mV), en høy andel av substratet var av god habitatkvalitet (66,7 %), og reduksjonen i redokspotensial uproblematisk (15,2 %) (Magerøy 2021). Det vil si at habitatkvaliteten var *god* i begge år.

Redokspotensialet i Storelva i 2017 tilsier at store deler av elven ikke er påvirket av nedslamming av substratet med finsedimenter, med påfølgende reduksjon av oksygeninnhold i substratet. Ifølge Magerøy (2017; 2021) tilsier nok temperatur- og nedbørforholdene i perioden før målingene ble gjennomført i 2017 at habitatkvaliteten var noe bedre enn det man ville forvente i et normalår. Likevel var habitatkvaliteten så god i 2017 at den sannsynligvis også vil være *god*, ved de fleste stasjonene, i et normalår.

Vannkjemidata fra nedre del av Storelva fra 2011 tom. 2020 (Birkeland et al. 2020, Braaten et al. 2020, Hindar 2020b, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020, Norconsult 2015, Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) sammenlignes med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Norge (Larsen 2017) og Skandinavia under ett (Degerman et al. 2009). pH-verdiene i Storelva har ligget i grenseland for det som er målt i vassdragene med god rekruttering, men har økt etter at pH-målet for kalkingen i Storelva ble økt (Frode Kroglund, Fylkesmannen i Agder (nå Statsforvalteren i Agder), pers. medd.). Etter at pH-målet ble økt har pH-verdiene ligget i grenseland for verdiene i vassdragene med god rekruttering ved Nesgrenda, men pH-verdiene har vært høyere nedover i Storelva. Verdiene av totalt fosfor, nitrat og turbiditet har også vært høyere nedover i elven. Ved Nesgrenda har fosforverdiene vært lavere enn i vassdragene med god rekruttering, mens lenger nedover i Storelva har verdiene ligget i grenseland eller noe over verdiene i disse vassdragene. Turbiditetsverdiene ser også ut til å ha vært uproblematisk opp mot Nesgrenda, men har ligget i grenseland for verdiene fra vassdragene med god rekruttering lenger nedover i Storelva. Nitratverdiene har ligget høyere enn i disse vassdragene ved alle stasjonene i nedre del av Storelva.

Vannkjemidataene fra nedre del av Storelva tilsier at surhetsgraden kan være problematisk i øvre del av utbredelsesområdet til elvemuslingen (fra Nesgrenda og nedover mot samløpet med Strengselva), men dette ser ikke ut til å være et problem lenger nedover i elven. Vannkjemidataene tilsier også at tilførselen av næringsstoffer og partikler er noe høy i Storelva, men dette er i mindre grad tilfellet i øvre del av utbredelsesområdet til elvemuslingen (fra Nesgrenda og nedover mot samløpet med Strengselva). Økningen av verdiene for totalt fosfor, nitrat og turbiditet nedover i elven tyder på at det tilføres for mye næringsstoffer og partikler innenfor utbredelsesområdet til elvemuslingen, på tross av at denne delen av elven er klassifisert til å ha *god* økologisk tilstand med henblikk på eutrofiering (Kile et al. 2018; 2020, Rognan et al. 2021).

Tettheten av lakse- og ørretyngel har variert mye mellom år i perioden 1995-2015 i Storelva. Tettheten av eldre lakse- og ørretunger har derimot vært relativt stabil, men gjennomgående lav i alle år (**figur 2.5b**) (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saltveit et al. 2011, oppsummert i Saksgård & Larsen 2019). Ved flere stasjoner har tetthetene av ungfisk av ørret vært svært lave de senere årene (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saksgård & Larsen 2016; 2019, Saltveit et al. 2011) og under det som er ansett å være nødvendig for å opprettholde bestander av elvemusling over tid (Arvidsson et al. 2006; 2012, Degerman et al. 2013, Söderberg et al. 2008, Ziuganov et al. 1994). Dermed kan tilgang på egnet vertsfisk være et problem for den stedegne



Figur 2.5b. Beregnet tetthet av ungfisk av laks og ørret i Storelva i perioden 1995-2018. Data fra før 2006 er fra Kaste et al. (1998) og Larsen et al. (2006), og data fra 2006-2010 er fra Saltveit et al. (2011). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking fra doserer i Storelva. I tillegg var det innsjøkalking i Vegår-Vestfjorden fra 1985 til 2013 og i Vegårselva fra 1987 til 1999 (Hindar 2020a). Grafene er hentet fra figur 5 i Saksgård & Larsen (2019).

ørretmuslingbestanden i elven, mens den ikke ser ut til å være et problem for den introduserte laksemuslingbestanden (Magerøy et al. 2020a).

2.6 Tiltak

Redokspotensialet (Magerøy 2017; 2021) og de vannkjemiske undersøkelsene (Birkeland et al. 2020, Braaten et al. 2020, Hindar 2020b, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020, Norconsult 2015, Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) fra Storelva gir noe motstridende resultater når man vurderer om elven har for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler, med en negativ påvirkning for habitatkvaliteten til ung elvemusling. Redokspotensialet tilsier at dette ikke er problem ved de fleste av de undersøkte stasjonene i elven, mens vannkjemidataene tyder på at dette er et moderat problem fra samløpet med Strengselva og nedover i elven. Redokspotensialet gir en bedre indikasjon på habitatkvaliteten for ungmuslinger enn det vannkvalitetsdata gir (CEN 2017, Norsk Standard 2017). Derfor er sannsynligvis habitatkvaliteten for ungmuslinger bedre i elven enn det vannkjemidataene tilsier. Likevel tilsier redokspotensialet at deler av elven har problemer med nedslamming av substratet og at tiltak bør gjennomføres for å redusere tilførsel av næringsstoffer og partikler til elven. Både befaringen langs elvestrengen og flyfoto, som viser utviklingen i nedbørfeltet (Norge i bilder 2021), tyder på at den tilførselen i hovedsak stammer fra landbruksområdene langs elven, men det er også mulig at hogst og bebyggelse langs elven kan bidra til dette i noen grad.

Befaringen langs Storelva viser at det er ingen eller svært begrensede kantsoner langs store deler av elven nedenfor Nes Verk, spesielt fra Gamleveien bro til noe nedstrøms samløpet med Strengselva. For å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler til elven, vil det være ønskelig å gjenopprette kantsoner med naturlig vegetasjon. I beiteområdene langs nedre del av elven vil dette kreve inngjerding av denne bufferzonen, for å hindre at beitedyrene holder vegetasjonen nede. Dette vil også bidra til redusert erosjon av elvekanten. I tillegg vil beplantning med busker og trær føre til at naturlig vegetasjon etableres raskere. Et alternativ er å opprettholde ugjødslete bufferzoner ned mot vassdraget. Dette vil ikke ha like stor effekt på avrenningen som de naturlige bufferzonene, men vil redusere avrenningen noe (Blankenberg et al. 2017). En oppsummering av internasjonal og norsk litteratur tilsier at effekten av bufferzoner øker mest når bredden er opptil 10 m, men at effekten i stor grad avhenger av helningsgraden på terrenget. Litteraturen viser at effekten av bufferzoner er dårligere på fosfor enn partikler, nitrogen og plantevernmidler (Blankenberg et al. 2017). Siden fosfortilførsel er et problem i Storelva, anbefaler vi soner på 10 m, men soner på 5 m vil også ha en effekt. Selv inngjerding langs elvekanten, uten ytterligere bufferzoner, vil ha en viss effekt, da det vil redusere erosjon pga. at beitedyrene trækker langs elvekanten og i elven. Det er også viktig å framtidig hogst langs elven bevarer kantsonene. For å gjennomføre disse tiltakene, vil det være nødvendig med samarbeid med grunneierne langs elven. Om nødvendig kan incentivordninger brukes for å få til et godt samarbeid med grunneiere, som utprøvd langs elvemuslingvassdrag i Hordaland (Kålås et al. 2016). Grunneierne vil også kunne gi innspill til hvilke områder som bør prioriteres, avhengig av bruken av områdene (bl.a. gjødsling og beitetrykk) og praktisk mulighet for å gjennomføre tiltakene.

Vannkjemidata fra nedre del av Storelva (Birkeland et al. 2020, Braaten et al. 2020, Hindar 2020b, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020, Norconsult 2015, Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) etter at pH-målet for kalkingen i Storelva ble økt (Frode Kroglund, Fylkesmannen i Agder (nå Statsforvalteren i Agder), pers. medd.) tilsier at surhetsgraden kan være et problem for elvemusling i området rundt Nes Verk, men ikke lenger nedover i elven. Dermed kan det være aktuelt å øke kalkingen ved Hauglandsfossen noe, for å også oppnå pH-målet i områdene ved Nes Verk.

Det tas ut vann til vanning av landbruksarealer i Storelva, både nedenfor og ovenfor Fosstveit. Nedenfor Fosstveit vil vannføringen under tørkeperioder i hovedsak fastsettes av minstevannføringen som skal slippes fra kraftverket (Flatby & Grundt 2019a; 2019b, Grundt 2019). Likevel vil vannuttaket ha en viss påvirkning på vannføringen i nedre deler av Storelva, spesielt under disse tørkeperiodene. Redusert vannføring kan ha negative konsekvenser for elvemusling i elven (Larsen 2012c, Larsen & Österling 2012). Det kan føre til uttørking av muslingene, med påfølgende dødelighet. I tillegg vil det kunne føre til økt vanntemperatur og nedslamming av substratet. Begge deler vil kunne ha negative effekter på habitatkvaliteten for ungmuslinger. Igjen vil det

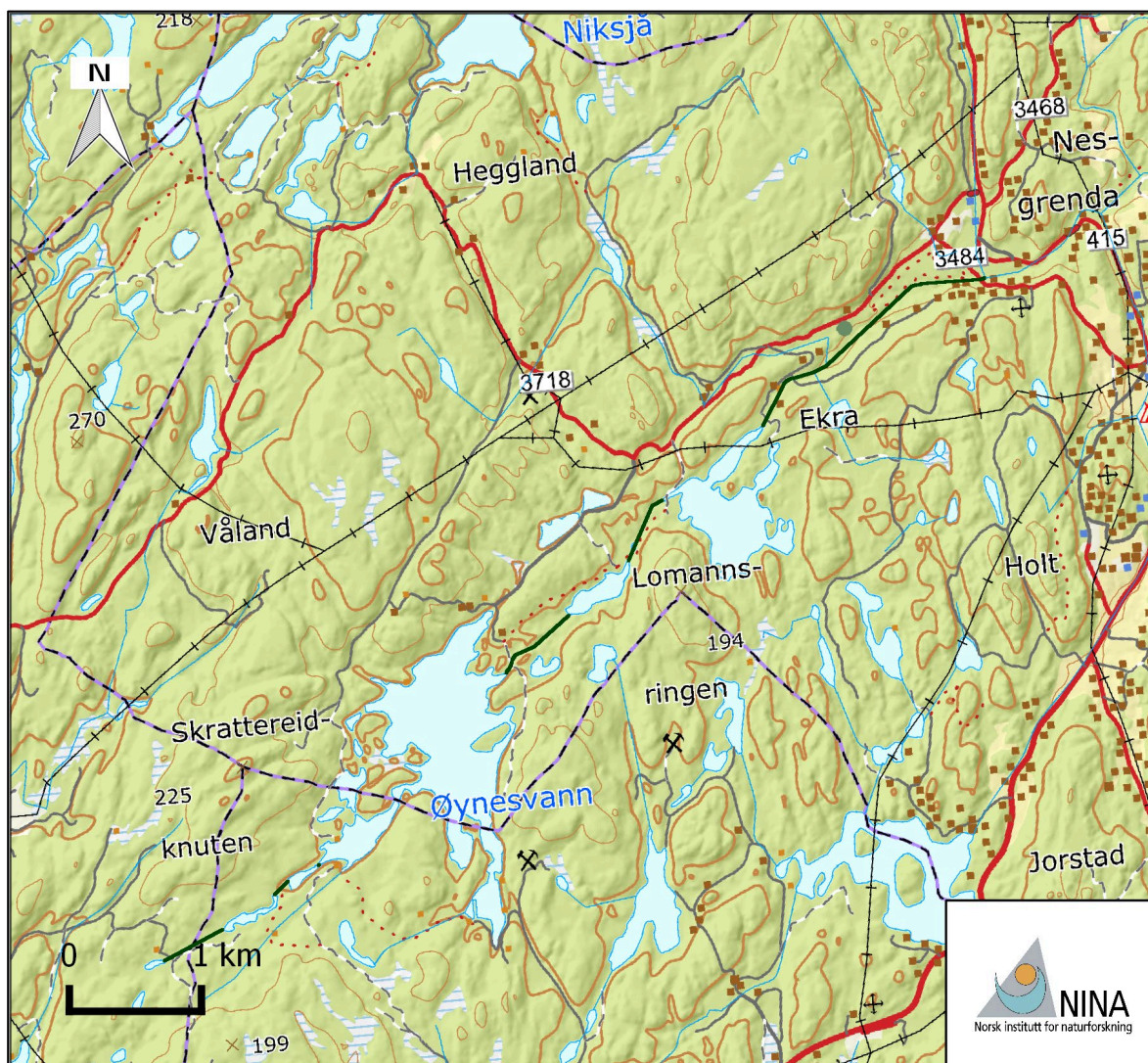
være nødvendig å samarbeide med grunneierne, for å redusere vannuttaket mest mulig, spesielt i tørkeperioder.

Tetthetsdata for laks- og ørretynghel i de senere årene i Storelva (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saksgård & Larsen 2016; 2019, Saltveit et al. 2011) viser at tilgangen på vertsfisk kan være for lav for den stedege ørretmuslingbestanden i elven, mens tilgangen på vertsfisk er høy nok for den introduserte laksemuslingen. En årsak til den lave tettheten av ungfisk av ørret kan være at forsuring tidvis fremdeles er et problem for fisken i elven (Hindar 2020c). Økt kalking ved Hauglandsfossen er derfor aktuelt. En annen årsak til den lave tettheten kan være at det er påvist dødelighet blant utvandrende laks, ørret og ål i forbindelse med driften av kraftverket ved Fosstveit (Kroglund et al. 2013; 2014, Løvdal & Omholt 2018). Tiltak for å redusere den negative effekten av kraftverket skal være gjennomført innen utgangen av 2021 (Flatby & Grundt 2019a; 2019b, Grundt 2019). En tredje årsak til den lave tettheten kan være at rensking av elven, i forbindelse med fløting (Eilev Angelstad pers. medd.), har gjort substratet svært ensartet i deler av elven (pers. obs.) og redusert habitatkvaliteten for ungfisk av både laks og ørret. Dermed er utlegging av større steiner eller liknende et aktuelt tiltak. Større heterogenitet i substratet vil kunne endre sedimenteringsdynamikken og føre til økt variasjon i sedimentering i elven. Dermed kan enkelte områder blir mer egnet som habitat for både ungmuslinger og vertsfisk (Larsen 2015, Quinlan et al. 2015, Roni et al. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Vannote & Minshall 1982). En fjerde årsak kan være at konkurranse fra laks reduserer tettheten av ungfisk av ørret, da tettheten av ungfisk av laks har økt mens tettheten av ungfisk av ørret har minsket i de senere år (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saltveit et al. 2011, oppsummert i Saksgård & Larsen 2016). Nedenfor Fosstveit er en slik dominans sannsynligvis naturlig og et resultat av at laksestammen har tatt seg opp igjen etter forsuringen av vassdraget. Det er mer usikkert om laksen opprinnelig har kunnet ta seg forbi Fosstveit (Larsen & Magerøy 2016b). Dermed er det mulig at laksetrappen har bidratt til å redusere tettheten av ungfisk av ørret ovenfor Fosstveit og redusert tilgangen på vertsfisk for ørretmuslingen i dette området. På den annen side er det vist at sjørørret er bedre egnet som vertsfisk enn brunørret for flere bestander av elvemusling (Wacker et al. 2019, Österling & Söderberg 2015). Derfor er det mulig at redusert tilgang i antall verter pga. åpningen av laksetrappen kan ha blitt kompensert for med økt tilgang på mer egnede verter. Med bakgrunn i dette burde man vurdere om laksetrappen ved Fosstveit bør stenges, men kunnskapsgrunnlaget for å gjennomføre en slik vurdering er pr. i dag for dårlig.

I Storelva er det nødvendig å prioritere tiltak som påvirker elvemuslingen direkte og som påvirker vertstilgangen for muslingen. For å bedre forholdene for ungmuslinger, vil det være nødvendig å prioritere tiltak mot forsuring og tilførsel av næringsstoffer og partikler, mens tiltak mot redusert vannføring er av lavere prioritet. Tiltak mot tilførsel av næringsstoffer og partikler bør prioriteres i de delene av elven der kantsonene er dårligst. Dette gjelder spesielt elvestrengen fra Gamle bro til noe nedstrøms samløpet med Strengselva, men gjelder også andre deler av elven. Dessverre har grunneieren ved Berge, som er et av de viktigste tiltaksområdene, uttalt at han ikke er interessert i å bidra til tiltak på hans grunn (Knut Olav Bjorvatn, pers. medd.). For å øke tettheten av ørretunger, vil det være nødvendig å prioritere tiltak mot forsuring, tiltakene som skal gjennomføres ved kraftverket ved Fosstveit og tilføre større steiner til elven. En vurdering av om fiske-trappen ved Fosstveit bør stenges må utsettes til videre forskning har gitt en bedre forståelse av om dette vil ha en negativ eller positiv effekt på den stedege ørretmuslingen i Storelva.

3 Lilleelv

3.1 Områdebeskrivelse



Figur 3.1. Lilleelv. Hovedstrengen i sidevassdraget er markert i mørkegrønt. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Lilleelv (vassdragsnr. 018.C23) er et større sidevassdrag til Vegårvassdraget (**figur 3.1**). Det starter i Flottjerndalen i Froland kommune. Derfra renner det nord-østover, inn i Arendal kommune, ned til Øynesvann (95 moh.) og videre inn i Tvedestrand kommune. Fra Øynesvann renner det gjennom Bleikvann (85 moh.) og Heirevann (79 moh.). Derfra fortsetter elven ned til Storelva ved Nes Verk. Nedenfor Heirevann kommer de større sidebekkene, Marndalsbekken og Båslandsbekken, inn. Nedbørfeltet er 24,0 km², avrenningen er 24,0 l/s*km² og alminnelig lavvannføring er 0,9 l/s*km². Området som nedbørfeltet dekker består av 86,0 % skog, 8,4 % innsjøer, 3,8 % myr og 1,8 % dyrket mark. Høyeste punkt er 268 moh., mens mesteparten av nedbørfeltet ligger under 150 moh. (NEVINA 2020). Berggrunnen består for det meste av næringsfattige bergarter, som migmatitt, gneis, granitt og kvartsitt, men det er også noe av den mer næringsrike bergarten amfibolitt (Berggrunn 2020).

I Lilleelv har det blitt gjennomført enkelte vannkvalitetsmålinger ved utløpet av Heirevann (**figur 3.1**) mellom 1975 og 2019 (Birkeland et al. 2020, Vannmiljø 2021). Basert på veilederen for

klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018), er Lilleelv *kalkfattig*, mens klarhetsgraden ikke kan klassifiseres basert på de tilgjengelige dataene. 'Average Score Per Taxon (ASPT)'-indeksen tilsier *moderat* tilstand med henblikk på eutrofiering i nedre del av elven. Hvis man antar at Lilleelv er *klar*, tilsier Raddums forsuringsindekser *god* tilstand, men enkelte målinger tilsier *moderat* tilstand, og River Acidification Macroinvertebrate Index (RAMI) tilsier *svært god* tilstand, i nedre del av elven fra slutten av 2000-tallet og framover.

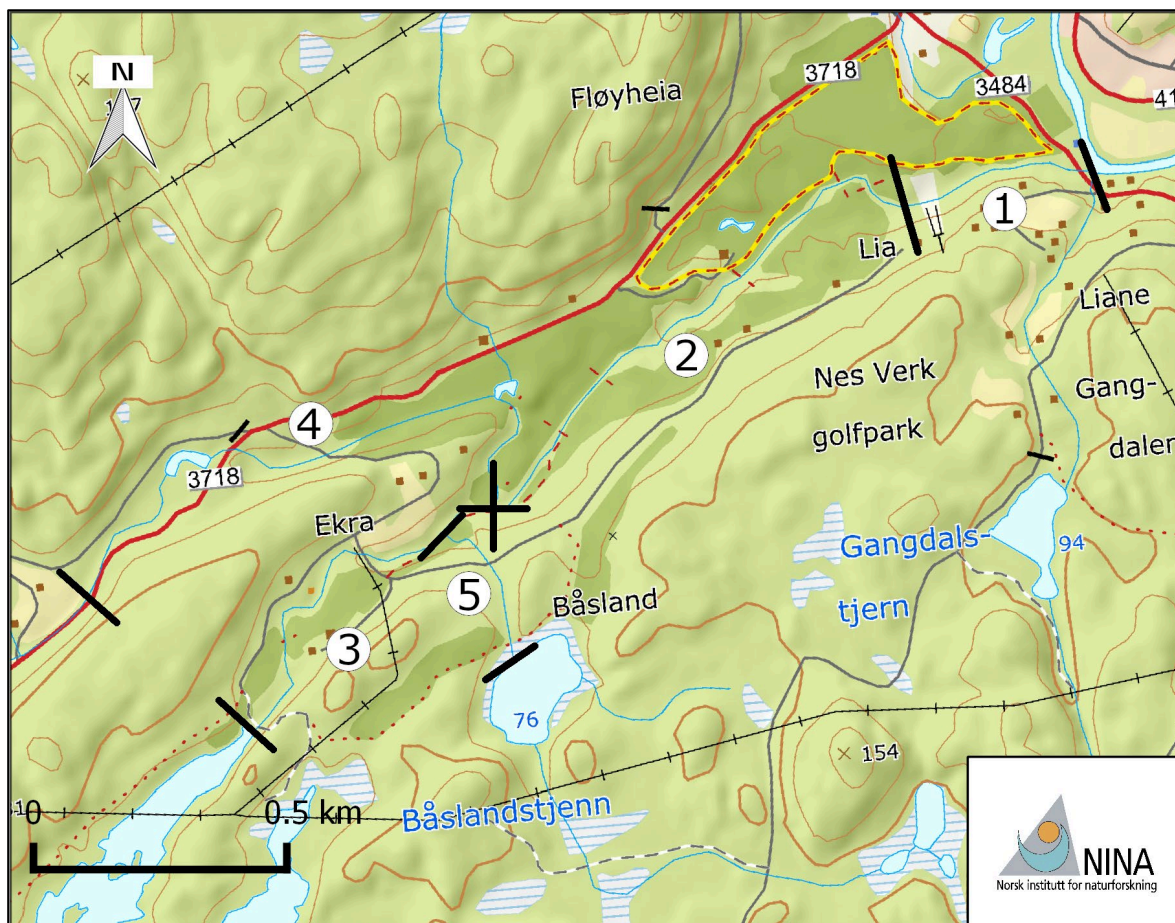
Fiskesamfunnet i Lilleelv består av ørret (Haraldstad et al. 2014), og sannsynligvis laks og ål. I tillegg er det påvist karuss og suter i et par av vannene i dette sidevassdraget (Kleiven & Hesthagen 2012). Anadrom sone stopper sannsynligvis ved fossene nedenfor Heirevann (**figur 3.1**) (Haraldstad et al. 2014).

Elveløpet i Lilleelv er sterkt modifisert på grunn av tømmerfløting, drift knyttet til Nes Verk og anlegging av golfbane (Haraldstad et al. 2014).

3.2 Elvemusling

I Lilleelv, med sidebekkene Marndalsbekken og Båslandsbekken, fantes det musling fram til i 1977, da ekstrem tørke førte til stor dødelighet (J. Aall pers. medd., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). Undersøkelser i 2001 resulterte ikke i funn av levende musling eller muslingskall i elven (Bjørn Mejdell Larsen pers. medd.). Undersøkelser i 2019 viser at det finnes en svært liten og tynn bestand av ørretmusling i nederste del av elven (**figur 3.1**). Disse muslingene må ansees som en del av ørretmuslingbestanden i Storelva, og det er usikkert om rekrutteringen er høy nok til å opprettholde bestanden (Magerøy et al. 2020a).

3.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse



Figur 3.3. Delområder i Lilleelv, inkludert sidebekkene Marndalsbekken og Båslandsbekken. Delområdegrensene er markert med svarte streker. Delområdene er: 1) Storelva til Lia. 2) Lia til Marndalsbekken. 3) Marndalsbekken til Heirevann. 4) Marndalsbekken. 5) Båslandsbekken. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Tiltaksanalysen for Lilleelv ble gjennomført for å identifisere trusler mot og tiltak for elvemusling i denne elven, men elven er også en av de viktigste tilførselselvene til Storelva i nedre del av Vegårvassdraget. Dermed vil trusler og tiltak i denne sideelven også kunne påvirke muslingen i hovedelven. Analysen er basert på befaring av Lilleelv fra utløpet i Storelva opp til Heirevann (**figur 3.3**), befaring av nedre del av sidebekkene Marndalsbekken og Båslandsbekken, evaluering av eksisterende vannkvalitetsdata, nye vannkjemidata og nye redoksmålinger, og evaluering av endringer over tid basert på flyfoto, fra denne delen av Lilleelvvassdraget. Metodikken er basert på tidligere tiltaksanalyser (Larsen 2019, Magerøy & Larsen 2017, Magerøy 2018; 2020a; 2020b).

Lilleelv ble delt inn i fem delområder (**figur 3.3**), inkludert sidebekkene Marndalsbekken og Båslandsbekken, for å gi en oversikt over truslene mot og de nødvendige tiltakene for elvemusling. Befaringen i dette sidevassdraget ble gjennomført 07.07.2020.

Redoksmålingene ble gjennomført 17.07.2020. Det ble gjennomført målinger ved tre stasjoner (**tabell 3.3a**) innenfor utbredelsesområdet til elvemuslingen i Lilleelv (Magerøy et al. 2020a), som utgjør store deler av delområde 1 (delkapittel 3.4.1) (**figur 3.3**). Det ble tatt 16 målinger fra substratet og fem målinger fra de frie vannmassene ved hver stasjon. Målingene var fordelt på åtte

transekter ved hver av stasjonene. For å evaluere resultatet av målingene ble det benyttet to tilnærminger i rapporten (Geist & Auerswald 2007, Killeen 2006, Larsen 2012b):

1. Redokspotensial i substratet. Verdier over 400, 400-300 og under 300 milliVolt (mV) tilsier henholdsvis *god*, *moderat* og *dårlig* habitatkvalitet for ungmuslinger.
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 ungmuslinger.

Jürgen Geist (pers. medd.) anbefaler å legge størst vekt på tilnærming 1, hvis de to tilnærmingerne gir motstridende resultater. For flere detaljer, se f.eks. én eller flere av disse kildene: Larsen 2012b, Larsen & Magerøy 2019b, 2020, Magerøy 2017; 2020c, Magerøy & Larsen 2019.

Vannprøver ble tatt 07.07.2020 og 21.09.2020. Det ble tatt prøver fra Lilleelv nær utløpet i Stor-elva, Lilleelv ved utløpet av Heirevann, Marndalsbekken nær utløpet i Lilleelv og midtre del av Båslandsbekken (**figur 3.3, tabell 3.3b**). Prøvene ble sendt til Eurofins Environment Testing Norway, avdeling Klepp, for analyse. Det ble gjennomført analyser med henblikk på turbiditet, fargetall, ledningsevne, pH, kalsium, jern, sink, totalt organisk karbon, nitrat og totalt fosfor.

Eksisterende vannkjemidata ble hentet inn fra Vannmiljø (2021).

Tabell 3.3a. Redoksmålingsstasjoner i Lilleelv. Stasjonene er gitt numrene 1A, 1B og 2 siden de ligger innenfor elvemuslingstasjon 1 og 2 i Magerøy et al. (2020a).

Stasjon	UTM
1A	32 V 0491603 6498283
1B	32 V 0491470 6498296
2	32 V 0491388 6498260

Tabell 3.3b. Vannprøvetakingsstasjoner i Lilleelv.

Stasjon	UTM
Lilleelv nedre	32 V 0491522 6498305
Lilleelv øvre	32 V 0489976 6497191
Marndalsbekken	32 V 0490452 6497635
Båslandsbekken	32 V 0490453 6497514

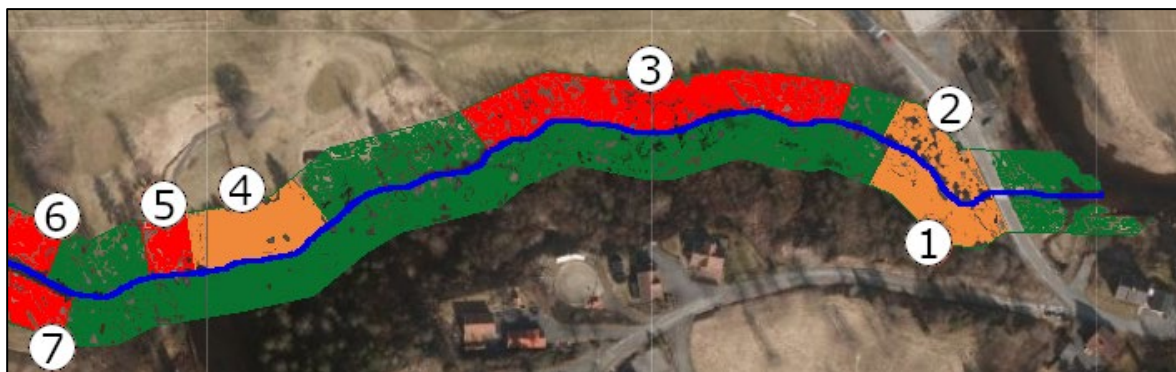
3.4 Befaring langs elvestrengen

3.4.1 Storelva til Lia



Foto 3.4.1. Lilleelv fra Storelva til Lia. a) Parkeringsplass og deponering av steinmasser. b) Golfbane på nordre side og intakt skog på søndre side av elvestrengen. c-d) Bedre kantsoner. e) Jernutfelling. f) Betonglokk fra unnarenn i gammel hoppbakke og elvestrengen ovenfor. Fotografi a-e) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.

Lilleelv fra utløpet i Storelva til Lia er preget av golfbanen til Arendal & Omegn Golfklubb på nordsiden og relativt intakt skog på sørsiden av elvestrengen (foto 3.4.1, figur 3.4.1.). Mellom golfbanen og elvestrengen er kantsonene varierende (foto 3.4.1b-d, figur 3.4.1). I de områdene der sonene er begrensede (foto 3.4.1b & c, sone 3-5 i figur 3.4.1) vil gjødsling av golfbanen føre til tilførsel av næringsstoffer til elvestrengen. I nedre del av elven ble det også observert om-



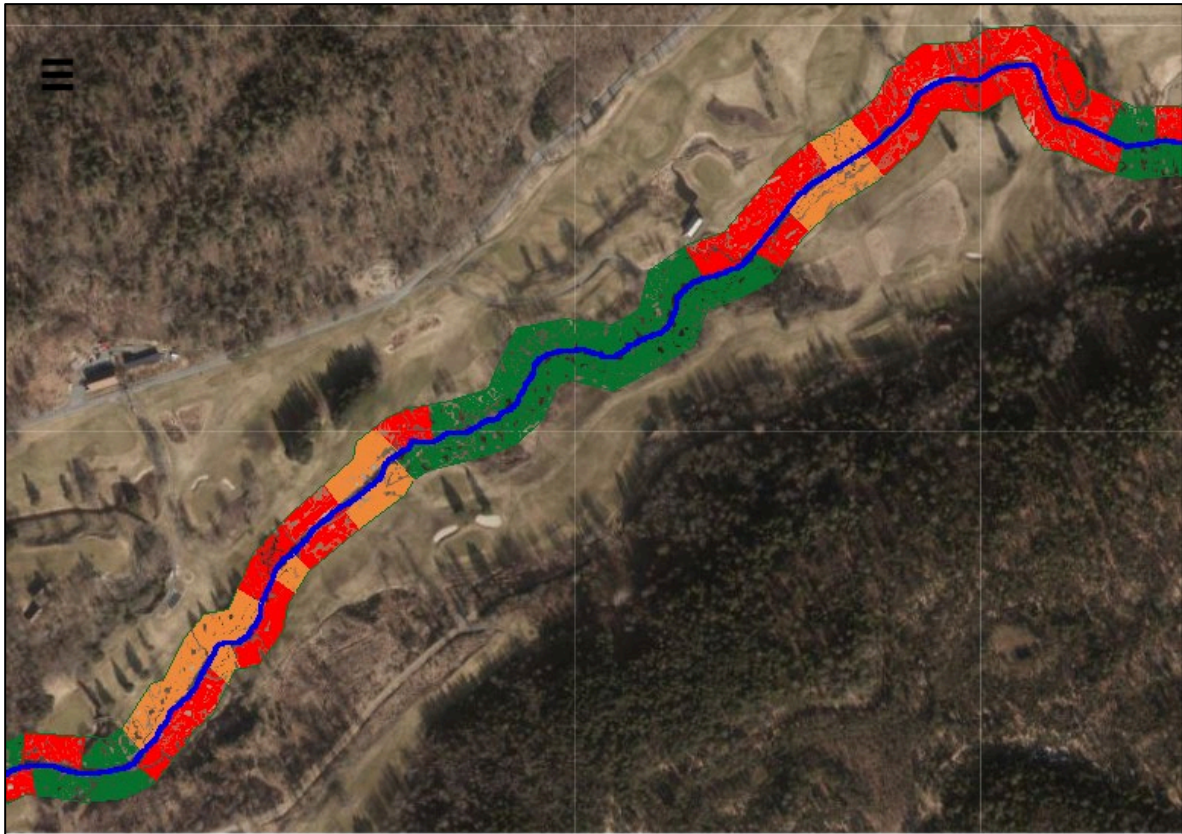
Figur 3.4.1. Kantsoner langs Lilleelv fra Storelva til Lia. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. en havnehage for hest (sone 1), en deponeringsplass for sand, grus og stein (sone 2) og golfbanen (sone 4). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. golfbanen (sone 3 og 5-7). Sone 6 og 7 er diskutert i delkapittel 3.4.2. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

råder med oransje begroing på steinene langs elvekanten (**foto 3.4.1e**). Dette kan tyde på jernutfelling eller annen forurensning. Nederst i delområdet ligger en deponeringsplass for sand, grus og stein (**foto 3.4.1a**, sone 2 i **figur 3.4.1**). Det vil nok være noe avrenning av finpartikler fra denne deponeringsplassen. På andre siden av elven ligger det en havnehage for hest (sone 1 i **figur 3.4.1**), der underlaget delvis består av grus og delvis av jord og vegetasjon. Også herfra vil det være noe avrenning av finpartikler. I øvre del av delområdet dekker et betonglokk, som er del av unnarettet for en gammel hoppbakke, elvestrengen (**foto 3.4.1f**). Dette har nok svært liten effekt på elven i dag. Selve elvestrengen er rettet ut og substratet er relativt ensformig (**foto 3.4.1d**), sannsynligvis pga. tidligere tømmerfløting og utbygging av golfbanen (Haraldstad et al. 2014). Ensartet substrat er negativt for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 4.1.2.

3.4.2 Lia til Marndalsbekken



Foto 3.4.2. Lilleelv fra Lia til Marndalsbekken. a) Utrettet elvestreng gjennom golfbanen, med lite kantvegetasjon. b) Gravearbeid i forbindelse med dreneringsrør. c-d) Golfbanen. e) Erosjonsområde ved «tee». f) Golfbanen. g) Brede kantsoner. h) Golfbanen. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



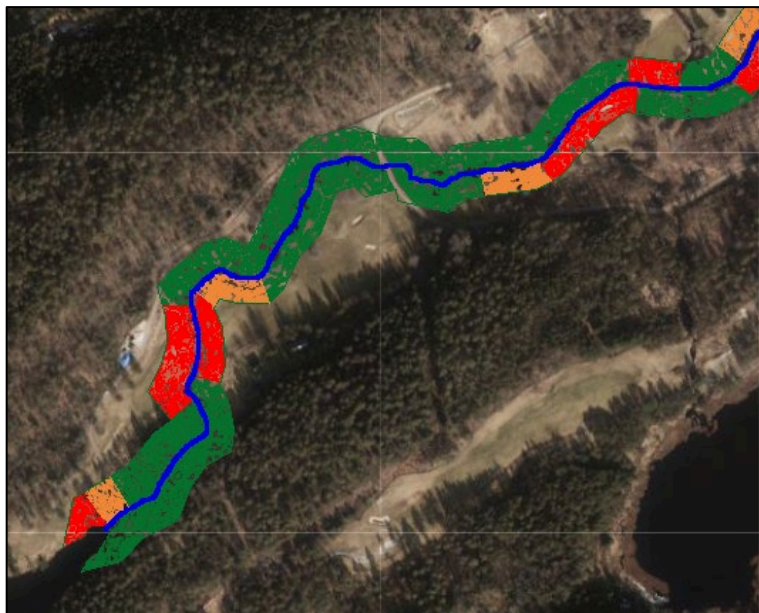
Figur 3.4.2. Kantsoner langs Lilleelv fra Lia til Marndalsbekken. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon og de røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. golfbanen. Den nederste røde sonen er diskutert i delkapittel 3.4.1 og de to øverste røde sonene er diskutert i delkapittel 3.4.3. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Lilleelv fra Lia til Marndalsbekken er preget av golfbanen (**foto 3.4.2, figur 3.4.2**). Golfbanen har, for det meste, begrensede eller svært begrensede kantsoner (**foto 3.4.2a-e & h, figur 3.4.2**). Fra denne vil det være tilførsel av næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling. I tillegg kan arbeid på banen føre til tilførsel av partikler til elven (**foto 3.4.2b**). Det er også erosjonsproblematikk enkelte steder, der plantedekket er svært begrenset (**foto 3.4.2e**). Det er bare i midtre deler av delområdet at det er et lengre område med intakt kantvegetasjon (**foto 3.4.2f & g, figur 3.4.2**). Likevel er det noe naturlig erosjon der, da elven renner gjennom løsmasser (**foto 3.4.2f**). I delområdet er utrettingen av elvestrengen svært åpenbar og substratet mer ensartet, med negative konsekvenser for habitatkvaliteten for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 3.4.1.

3.4.3 Marndalsbekken til Heirevann



Foto 3.4.3. Lilleelv fra Marndalsbekken til Heirevann. a) Erosjon av elvekanten. b) Golfbanen på søndre side og intakt skog på nordre side av elvestrengen. c) Dam med vandringshinder. d) Brede kantsoner. e) Golfbanen med lite kantvegetasjon. f) Bedre kantsoner. g) Demning ved utløpet av Heirevann. h) Golfbanen og intakt skog rundt Heirevann. Foto a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 3.4.3. Kantsoner langs Lilleelv fra Marndalsbekken til Heirevann. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon og de røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. golfbanen. Den nederste røde og nederste gule sonen er diskutert i delkapittel 3.4.2. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Lilleelv fra utløpet av Marndalsbekken til Heirevann er preget av golfbanen, men det er mer intakte soner med kantvegetasjon i dette delområdet (**foto 3.4.3, figur 3.4.3**) enn i delområdene lenger nede langs elvestrengen. Fra de områdene der kantsonene er begrenset (**foto 3.4.3a-c, e & h, figur 3.4.3**), vil det være tilførsel av næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling. Det er også erosjonsproblematikk ned mot utløpet av Marndalsbekken, der plantedekket er svært begrenset (**foto 3.4.3a**). Demningen ved Heirevann (**foto 3.4.3g**) vil modifisere vannføringen i elven noe. Spesielt i tørkeperioder vil den kunne føre til at vannføringen reduseres i Lilleelv, og den kan også ha en viss påvirkning på vannføringen i Storelva. Det tas også ut vann til vanning av golfbanene, fra Heirevann, og dette vil nok ha en enda større påvirkning på vannføringen, spesielt under tørkeperioder om sommeren. Demningen (**foto 3.4.3g**) og dammen ovenfor utløpet av Marndalsbekken (**foto 3.4.3c**) vil også være vandringshindre for fisk, spesielt ved lav vannføring. Dette har nok mindre påvirkning på ørretbestanden i Lilleelv, siden det finnes flere naturlige vandringshindre i elven. I nedre del av delområdet er utrettingen av elvestrengen svært åpenbar og substratet mer ensartet, med negative konsekvenser for habitatkvaliteten for elvemusling (f.eks. Boström & Holm 2012, Geist & Auerswald 2007, Oulasvirta 2011, Vannote & Minshall 1982), som diskutert i mer detalj i delkapittel 3.4.1.

3.4.4 Marndalsbekken



Foto 3.4.4. Nedre del av Marndalsbekken. a) Erosjon av grusmasser. b) Utrettet elvestreng gjennom golfbanen, med lite kantvegetasjon. c) Intakt skog på vestre og golfbanen på østre side av bekkestrengen. d) Strykparti. e) Liten demning. f-g) Golfbanen. h) Bedre kantsoner. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i bekken.



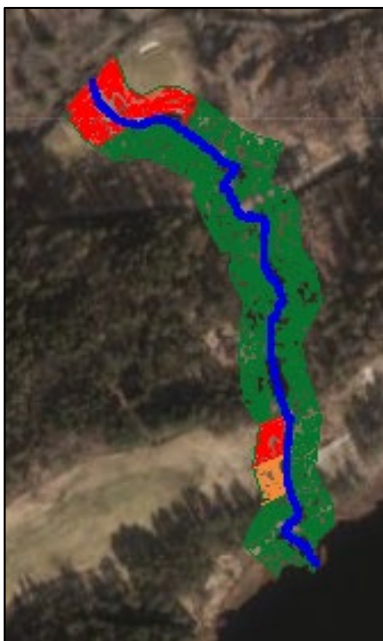
Figur 3.4.4. Kantsoner langs nedre del av Marndalsbekken. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. Den oransje sonen viser et område med redusert kantvegetasjon og de røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. golfbanen. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Nedre del av Marndalsbekken er preget av golfbanen i nedre del av delområdet og av skog og myr i øvre del av delområdet (**foto 3.4.4, figur 3.4.4**). Fra de områdene der kantsonene er begrenset (**foto 3.4.4a-d, f & g, figur 3.4.4**), vil det være tilførsel av næringsstoffer til bekken i forbindelse med gjødsling av golfbanen. Disse næringsstoffene vil bli ført videre ut i Lilleelv. Skogsområdene består til dels av plantefelt av gran, og disse kan ha en negativ påvirkning på elvemusling, da de kan føre til forsurening av vassdraget. Ved utløpet av bekken i Lilleelv er det også noe naturlig erosjon pga. at bekken renner gjennom løsmasser (**foto 3.4.4a**). Det er en mindre demning i bekken (**foto 3.4.4e**), men den har liten påvirkning på bekken siden den demmer opp et svært lite område og det finnes naturlige vandringshindre rett nedstrøms denne.

3.4.5 Båslandsbekken



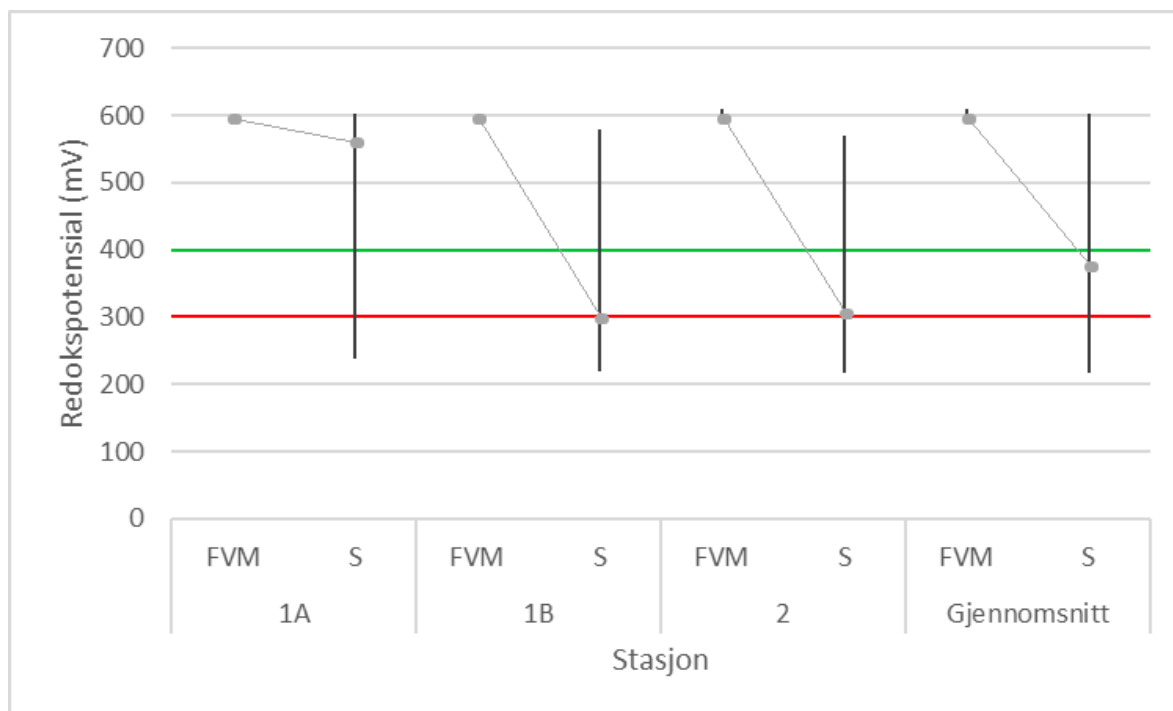
Foto 3.4.5. Nedre del av Båslandsbekken. Bekken er kanalisert og steinsatt, nesten uten kantvegetasjon og med golfbanen på begge sider.



Figur 3.4.5. Kantsoner langs Båslandsbekken. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. Den oransje sonen viser et område med redusert kantvegetasjon og de røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. golfbanen. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Båslandsbekken renner, stort sett, gjennom intakt skog, men er også preget av golfbanen (**foto 3.4.5, figur 3.4.5**). Nederste del av bekken er rettet ut og steinsatt, med svært lite kantvegetasjon (**foto 3.4.5, figur 3.4.5**). I øvre del er det også et område med begrenset kantvegetasjon (**figur 3.4.5**). Dermed vil det bli tilført næringsstoffer til bekken og videre ut i Lilleelv, i forbindelse med gjødsling av golfbanen.

3.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet, redokspotensial og vannkjemi



Figur 3.5. Redokspotensial i Lilleelv i 2020. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene 1A, 1B og 2, og gjennomsnittsverdiene for elven. Minimumsgrensene for god (400 millivolt (mV)) og moderat (300 mV) habitatkvalitet er indikert med henholdsvis grønn og rød strek. Strekene som sammenbinder to punkter viser forskjellen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet ved stasjonene. For eksakte verdier og flere detaljer rundt redokspotensialet ved stasjonene, se **vedlegg 8.2 tabell 1**.

En evaluering av endringer i den befarte delen av nedbørfeltet til Lilleelv, ved hjelp av flyfoto fra 1950, 1969, 1976 og 2003-2020, viser at det har skjedd drastiske endringer i nedbørfeltet til elven (Norge i bilder 2021). Det har gått fra å være svært landbrukspreget, med jorder og beiteområder, til en golfbane. Fra 1960 og fram til 1976 var det en økning i vegetasjonssonene i nedbørfeltet, sannsynligvis som et resultat av redusert beitetrykk og planting av skog. Med golfbanen, som ble bygget på slutten av 1980- og begynnelsen av 1990-tallet (<https://arendalgk.no/banene/>), har kantvegetasjonen langs vassdraget blitt kraftig redusert igjen. Det ser også ut som om kanaliseringen av elven skjedde i forbindelse med denne utbyggingen. Utenom at det har blitt bygget noen boliger i nedre del av nedbørfeltet, har det ikke skjedd noen vesentlige endringer de siste 20 årene.

Medianverdien for redokspotensialet i substratet innenfor utbredelsesområdet til elvemusling i Lilleelv i 2020 var 374 mV (**figur 5.2**). Dette ligger noe under minimumsgrensen som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007), og verdien tilsier *moderat* habitatkvalitet (Larsen 2012b). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 36,8 %. En slik reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for ungmuslinger (Killeen 2006). Noe av substratet var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (43,8 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Til sammen tilsier dette at habitatkvaliteten for ungmuslinger er *moderat* i elven.

Mellom stasjonene i Lilleelv var det store forskjeller i redokspotensialet, på tross av at alle stasjonene ligger i delområde 1 (Storelva til Lia) (se **figur 3.3** og **tabell 3.3a**). Stasjon 1A hadde høyt mediant redokspotensial i substratet (558 mV), liten reduksjon mellom de frie vannmassene og substratet (6.0 %), og en høy andel substrat av god habitatkvalitet (68,7 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Dette tilsvarer (*svært*) god habitatkvalitet. Stasjon 1B og 2 hadde lavt redokspotensial i substratet (henholdsvis 297 og 304 mV), stor reduksjon mellom de frie vannmassene og substratet (henholdsvis 49,8 og 48,8 %), og en lav andel substrat av god habitatkvalitet (31,2 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV ved begge stasjonene). Dette tilsvarer (*dårlig*) habitatkvalitet. For flere detaljer rundt redokspotensialet ved stasjonene, se **figur 5.2** og **vedlegg 8.2 tabell 1**.

Redokspotensialet i Lilleelv tilsier at elven er påvirket av nedslamming av substratet med finse-dimenter og at denne nedslammingen fører til redusert oksygeninnhold i substratet. En slik nedslamming er sannsynligvis et resultat av for høy nærings- og partikkeltilførsel til dette sidevassdraget (Geist & Auerswald 2007, Killeen 2006, Larsen 2012b). Vannføringen var lav i elven når målingene ble gjennomført (pers. obs.) og temperaturen var ca. 16 °C (egne målinger). I tillegg viser meteorologiske data fra området, i perioden før redoksmålingene ble gjennomført, at nedbøren var en del høyere enn normalen og at temperaturen var litt lavere enn normalen (Magerøy 2021). Til sammen tilsier dette at redokspotensialet nok ville være enda lavere i et normalår (se diskusjon av effekten av miljøforhold på redoksmålinger i Magerøy und. arb.).

Vannkjemidata fra Lilleelv sammenlignes med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Norge (Larsen 2017) og Skandinavia under ett (Degerman et al. 2009). Noen få eldre målinger av pH i øvre del av Lilleelv (Vannmiljø 2021) ligger under det man har funnet i vassdragene med god rekruttering. Prøvene som ble tatt i august 2020 var også under nivået man har funnet i Norge (men ikke i Skandinavia under ett), i alle delene av Lilleelvvassdraget utenom Marndalsbekken. Derimot lå prøvene som ble tatt i juli over dette nivået, utenom i Båslandsbekken. Verdiene av total fosfor var høyere enn i elvene med god rekruttering, for alle delene av vassdraget og for begge datoene. Det samme var tilfellet for verdiene av fargetall og

Tabell 3.5. Vannkjemidata fra Lilleelvvassdraget. Prøvene ble tatt 07.07.2020 og 21.08.2020. De ble tatt fra fire stasjoner i dette sidevassdraget. Parameterne som ble undersøkt er turbiditet (Turb), fargetall (Farge), ledningsevne (Kond-25), pH, kalsium (Ca), jern (Fe), sink (Zn), totalt organisk karbon (TOC), nitrat (NO₃) og totalt fosfor (Tot-P.).

Stasjon	Dato	Turb FNU	Farge mgPt/l	Kond-25 mS/cm	pH	Ca mg/l	Fe µg/l	Zn µg/l	TOC mg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l
Lilleelv nedre	07.07.2020	1,2	18	2,3	6,5	1,4	92	3,2	4,5	17	24
	21.08.2020		46	4,3	6,2	3,0	720	4,7	7,2	320	28
Lilleelv øvre	07.07.2020	1,2	40	2,4	6,7	1,8	330	3,1	6,0	12	23
	21.08.2020		15	2,3	6,3	1,2	91	3,1	4,1	5,2	30
Marndals- bekken	07.07.2020	1,7	89	2,4	6,7	2,0	610	3,9	8,5	13	29
	21.08.2020		48	3,5	6,5	3,1	1000	3,4	5,6	160	18
Båslands- bekken	07.07.2020	1,3	73	2,5	6,3	1,8	540	4,2	8,6	54	35
	21.08.2020		92	2,7	6,3	2,2	1500	4,0	9,0	11	14

turbiditet (som bare ble målt i juli). Nitratverdiene var også høye i nedre del av elven og Båslandsbekken i august. Verdiene for jern og sink i vassdragene med god rekruttering av elvemusling er ikke like grundig undersøkt som for de andre parameterne, men spesielt jernverdiene i Lilleelvvassdraget var høye sammenlignet med det som har blitt målt i disse vassdragene.

Selv om vannkjemidataene fra Lilleelv er begrensede og man ikke skal trekke for sterke konklusjoner basert på dem, gir de et innblikk i trusselbildet for elvemuslingen i elven. Dataene tilsier at surhetsgraden sannsynligvis er et problem i elven, spesielt siden man vil forvente lavere pH i forbindelse med episoder med høyere vannføring (spesielt under snøsmeltingen). Dette er tilfellet selv om biologiske indekser for nederste del av elven (Birkeland et al. 2020, Vannmiljø 2021) tilsier *god* økologisk tilstand med henblikk på forsuring (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Dataene tyder også på at for høy nærings- og partikkeltilførsel er et problem i elven. Dessuten er tilførselen av jern så høy i perioder at det sannsynligvis er problematisk for muslingene. Høye jernverdier kan være knyttet til graveaktivitet og påfølgende erosjon langs Lilleelv, men dette forklarer ikke høye jernverdier i alle delene av dette sidevassdraget. Dermed er det sannsynlig at det er naturlig høyt jerninnhold i nedbørfeltet (f.eks. tilknyttet myr).

3.6 Tiltak

Til sammen viser redokspotensialet og de vannkjemiske undersøkelsene fra Lilleelv (denne rapporten) at elven har for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler, med en negativ påvirkning for habitatkvaliteten til ung elvemusling. Både befaringen langs elvestrengen og flyfoto, som viser utviklingen i nedbørfeltet (Norge i bilder 2021), tyder på at den tilførselen i hovedsak stammer fra golfbanen til Arendal & Omegn Golfklubb. I tillegg er det noe landbruk i nedbørfeltet til Marndalsbekken (Norge i bilder 2021), som kan bidra til dette.

Befaringen langs Lilleelv viser at det er ingen eller svært begrensede kantsoner langs store deler av elven, spesielt fra Lia til Marndalsbekken, og langs nedre del av Marndalsbekken og Båslandsbekken. For å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler til Lilleelvvassdraget, vil det være ønskelig å gjenopprette kantsoner med naturlig vegetasjon. Beplantning med busker og trær vil føre til at naturlig vegetasjon etableres raskere. Et alternativ er å opprettholde en ugjødslet buffersone ned mot vassdraget, helst kombinert med en «rough» som bare klippes enkelte ganger i året. En ugjødslet buffersone vil ikke ha like stor effekt på avrenningen som en naturlig buffersone, men vil redusere avrenningen noe (Blankenberg et al. 2017). En oppsummering av internasjonal og norsk litteratur tilsier at effekten av buffersoner øker mest når bredden er opptil 10 m, men at effekten i stor grad avhenger av helningsgraden på terrenget. Litteraturen viser at effekten av buffersoner er dårligere på fosfor enn partikler, nitrogen og plantevernmidler (Blankenberg et al. 2017). Siden fosfortilførsel er et problem i Lilleelv, anbefaler vi soner på 10 m, men soner på 5 m vil også ha en effekt. Det vil være nødvendig at disse tiltakene gjennomføres i samarbeid med Arendal & Omegn Golfklubb. Om nødvendig kan incentivordninger brukes for å få til et godt samarbeid med grunneierne, som utprøvd langs elvemuslingvassdrag i Hordaland (Kålås et al. 2016). Liknende tiltak kan være aktuelle i landbruksområdene langs Marndalsbekken, men disse områdene ble ikke befart og det er usikkert om det vil være nødvendig. Uansett er det viktigst å prioritere tiltak på golfbanen, da det er forventet å ha størst positiv effekt for elvemuslingen i Lilleelv. Gjenoppretting av kantsoner kan også bidra til å redusere tilførselen av jern til Lilleelvvassdraget, gjennom å redusere erosjon langs dette sidevassdraget.

Vannkjemidataene fra 2020 (denne rapporten) tyder også på at for høy surhetsgrad er et problem for elvemusling i Lilleelv og at dette sidevassdraget bidrar til forsurening av Storelva. Dermed kan det være aktuelt med innsjøkalking i Heirevann (og Båslandstjenn), mens problematikken ser ut til å være mindre i Marndalsbekken.

Det tas ut vann til vanning av golfbanen, fra Heirevann, og dette vil ha påvirkning på vannføringen i Lilleelv, spesielt under tørkeperioder om sommeren. Redusert vannføring har tidligere ført til dødelighet av elvemusling i elven (J. Aall pers. medd., videreformidlet av Dolmen & Kleiven 1997). I tillegg til å føre til uttørking av muslingene, med påfølgende dødelighet, vil lav vannføring kunne føre til økt vanntemperatur og nedslamming av substratet. Begge deler vil kunne ha negative effekter på habitatkvaliteten for unge muslinger (Larsen 2012c, Larsen & Österling 2012). Igjen vil det være nødvendig å samarbeide med Arendal & Omegn Golfklubb, for å redusere vannuttaket mest mulig, spesielt i tørkeperioder.

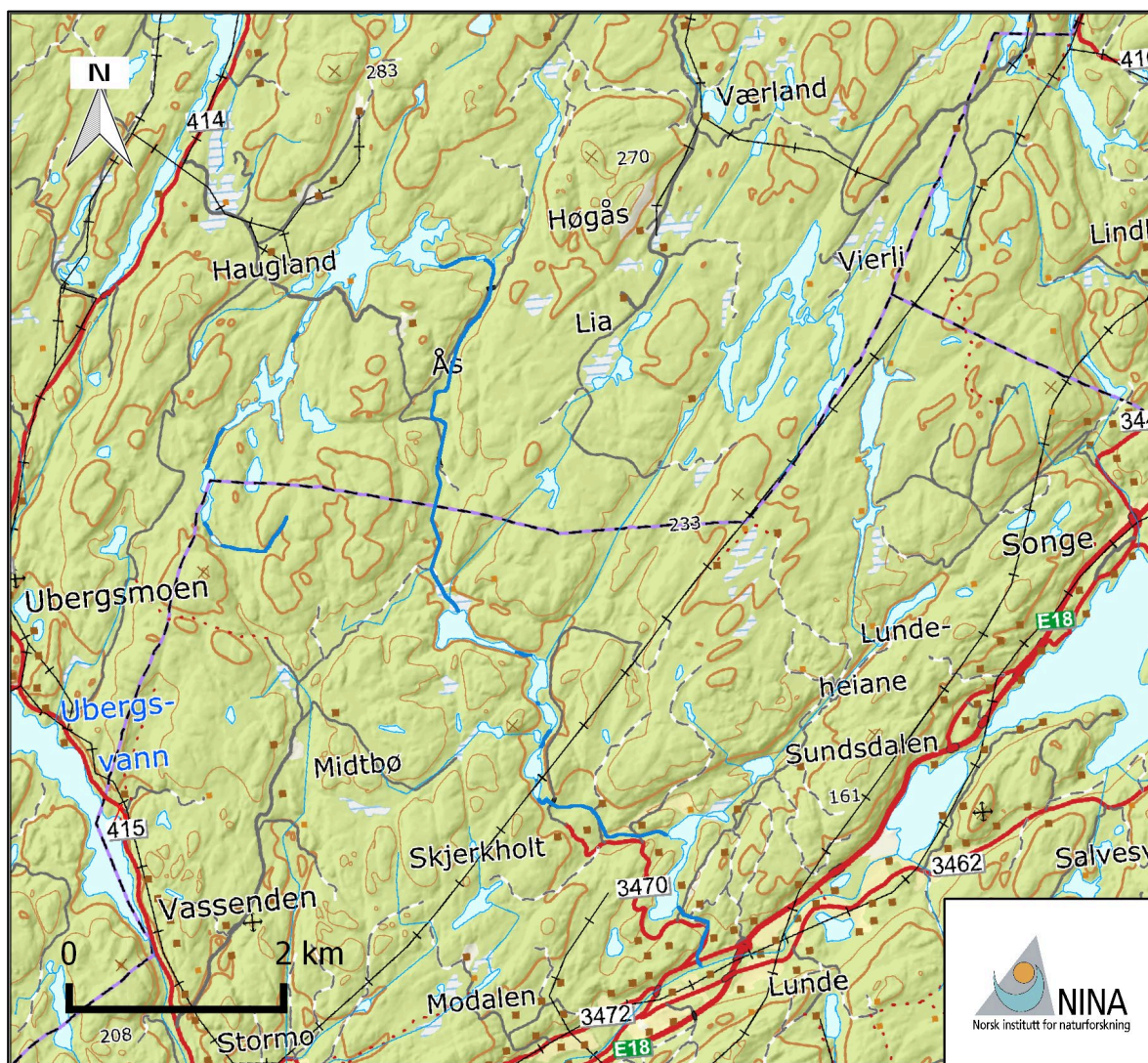
Elvestrengen i Lilleelv er rettet ut, først og fremst i forbindelse med utbyggingen av golfbanen (Norge i bilder 2021), og substratet er relativt ensformig i flere områder (pers. obs.). Dermed er utlegging av større steiner eller liknende et aktuelt tiltak i elven. Større heterogenitet i substratet vil kunne endre sedimenteringsdynamikken og føre til økt variasjon i sedimentering i elven. Dermed kan enkelte områder blir mer egnet som habitat for ungmuslinger og vertsfisk (ørret) (Larsen 2015, Quinlan et al. 2015, Roni et al. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Vannote & Minshall 1982).

I Lilleelv er det nødvendig å prioritere tiltak både mot forsurening, tilførsel av næringsstoffer og partikler, og lav vannføring. Tiltak mot tilførsel av næringsstoffer og partikler bør prioriteres i de delene av Lilleelvvassdraget der kantsonene er dårligst. Dette gjelder spesielt Lilleelv fra Lia til

Marndalsbekken og langs Marndalsbekken, men gjelder også andre deler av dette sidevassdraget. Tilførsel av større steiner er også viktig, men ikke like kritisk som de andre tiltakene.

4 Skjerka

4.1 Områdebeskrivelse



Figur 4.1. Skjerka. Hovedstrengen i sidevassdraget er markert i blått. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Skjerka (Skjerkholtvassdraget, vassdragsnr. 018.BZ) er et av de større sidevassdragene til Vegårvassdraget (**figur 4.1**). Det har sitt utspring ovenfor Solbutjernane (152 moh.), i det nordvestre hjørnet av Tvedestrand kommune. Derfra renner elven nordøstover og inn i Vegårshei kommune. Nedenfor Kvern vann (142 moh.) svinger elven raskt sørover og renner etter hvert inn i Tvedestrand igjen, like ovenfor Sjøstadvatnet (91 moh.). Fra dette vannet renner elven sørøstover gjennom Skjerkholtlonene (88 moh.) og Åsvannet (39 moh.), før den renner ut i Storelva ovenfor Lunde. Nedbørfeltet er ca. 45 km², avrenningen er på 22,1 l/s*km² og alminnelig lavvannføring er på 0,9 l/s*km². Området som nedbørfeltet dekker består av 89,8 % skog, 4,8 % innsjøer, 3,9 % myr, 0,8 % dyrket mark og 0,6 % uklassifiserbart areal. Høyeste punkt er 280 moh., men det aller meste av nedbørfeltet ligger under 200 moh. (NEVINA 2020). Berggrunnen består av næringsfattige bergarter, som gneis og migmatitt (Berggrunn 2020).

I nederste del av Skjerka (**figur 4.1**) er det blitt gjennomført vannkvalitetsundersøkelser over en lengre periode (i 1996 og 2009-2019), i forbindelse med overvåking av kalking i Vegårvassdraget

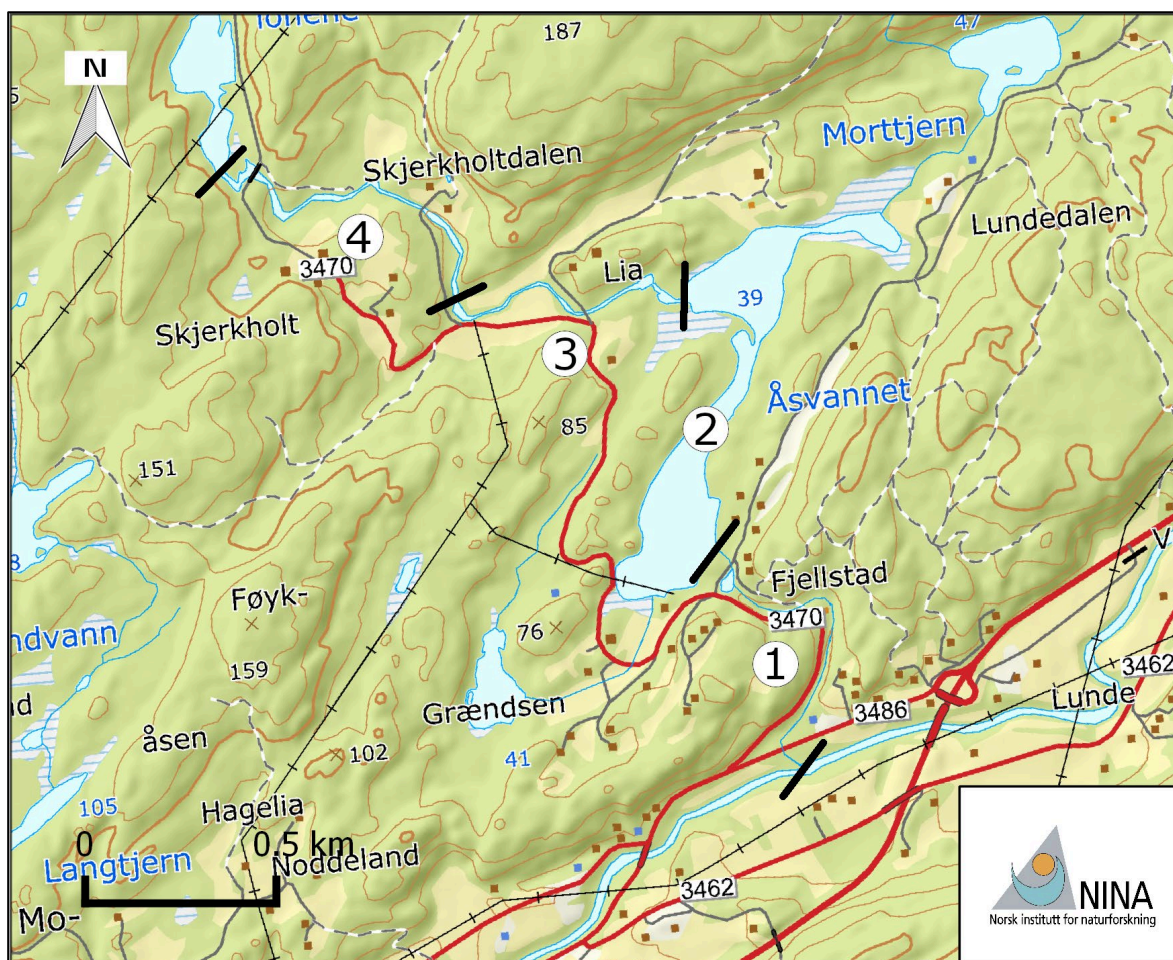
(Hindar 2020b, Vannmiljø 2021). I de senere år er vannkvaliteten også undersøkt som en del av en problemkartlegging i større deler av dette sidevassdraget (Hobæk et al. 2020, Vannmiljø 2021) og forundersøkelser i forbindelse med bygging av ny E18 gjennom nedbørfeltet til elven (Rognan et al. 2021). Rossålvann, i øvre del av Skjerkavassdraget, innsjøkalkes (Hindar 2020a), og dette påvirker vannkvaliteten i vassdraget. Vannkvalitetsundersøkelsene tilsier at Skjerka har *moderat* økologisk tilstand med henblikk på forsurening, men *god* tilstand med henblikk på eutrofiering (Rognan et al. 2021, Vann-Nett 2021).

Fiskesamfunnet i Skjerka består av laks, ørret og ål (Haraldstad et al. 2014). I tillegg er det påvist suter og sørv i flere av vannene i vassdraget (Kleiven & Hesthagen 2012). Anadrom sone strekker seg sannsynligvis bare opp til fossene nedenfor Åsvannet (**figur 2.3**) (Haraldstad et al. 2014).

4.2 Elvemusling

I Skjerka var elvemusling kjent på strekningen opp til Lifossen ovenfor Åsvannet (**figur 4.1**), men tidfestingen er usikker (O. Skjerkholt pers. medd., videreformidlet av Lilleholt 1994). Dolmen & Kleiven (1997) og Larsen & Magerøy (2019a) har registrert bestanden som utdødd i sine nasjonale oversikter. Nederste del av elven ble undersøkt i 2019, uten funn av levende musling eller muslingskall (Magerøy et al. 2020a).

4.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse



Figur 4.3. Delområder i Skjerka. Delområdegrensene er markert med svarte streker. Delområdene er: 1) Storelva til Åsvannet. 2) Åsvannet. 3) Åsvannet til Lifossen. 4) Lifossen til Skjerkholtlonene. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Tiltaksanalysen for Skjerka ble gjennomført fordi elven er en av de viktigste tilførselselvene til Storelva, i nedre del av Vegårvassdraget. Dermed vil trusler og tiltak i denne sideelven også kunne påvirke elvemusling i hovedelven. I tillegg vil en forbedring av miljøet i Skjerka kunne føre til en reetablering av muslingen i elven, da det finnes elvemusling i Storelva rett utenfor utløpet av Skjerka (Magerøy 2021, Magerøy et al. 2020a). Analysen er basert på befaring av Skjerka fra utløpet i Storelva opp til Skjerkholtlonene (**figur 4.3**), evaluering av eksisterende vannkjemidata og evaluering av endringer over tid basert på flyfoto fra denne delen av elven. Metodikken er basert på tidligere tiltaksanalyser (Larsen 2019, Magerøy & Larsen 2017, Magerøy 2018; 2020a; 2020b).

Skjerka ble delt inn i fire delområder (**figur 4.3**), for å gi en oversikt over de nødvendige truslene mot og tiltakene for elvemusling. Befaringen i elven ble gjennomført 06.07.2020. Vannkjemidata ble hentet inn fra Rognan et al. (2021) og Vannmiljø (2021).

4.4 Befaring langs elvestrengen

4.4.1 Storelva til Åsvannet



Foto 4.4.1. Skjerka fra Storelva til Åsvannet. a) Elvestrengen med fylkesvei 3486 bro. b) Mur langs elven. c) Elvestrengen ved Brudal. d) Utløpslonene ved Åsvannet, med inntaksrør for nedlagt klekkeri. Foto a-d) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.

Skjerka fra utløpet i Storelva til Åsvannet virker i dag å være relativt lite påvirket av menneskelig aktivitet (**foto 4.4.1**, **figur 4.4.1**). Det er brede kantsoner med intakt skog langs store deler av elvestrengen. Unntaket er veien som går langs elven, der kantsonene er noe begrenset. Det vil nok være noe avrenning fra veien til elven, i form av partikler og, muligens, veisalt om vinteren. Kantsonene er også begrenset mot bilverkstedet i nedre del av delområdet (den røde sonen i **figur 4.4.1**) og boliger i øvre del (den gule sonen i **figur 4.4.1**). I nedre del er elveløpet endret gjennom at det er satt opp en mur langs elven (**foto 4.4.1b**, **figur 4.4.1**), men dette vil ikke ha noen effekt på tilførselen av surt vann eller næringsstoffer til Storelva. Tidligere var det et klekkeri i Skjerka og det ble tatt ut vann til dette, men det er nå nedlagt (Haraldstad mfl. 2014, Hindar et al. 2018). Det er likevel vannuttak ved utløpet av Åsvannet (**foto 4.4.1d**), i forbindelse med gårdsdrift i området (**figur 4.4.1**). Et slikt uttak vil kunne ha en negativ effekt på elvemuslingen i Storelva, ved å redusere vannføringen i tørkeperioder om sommeren.



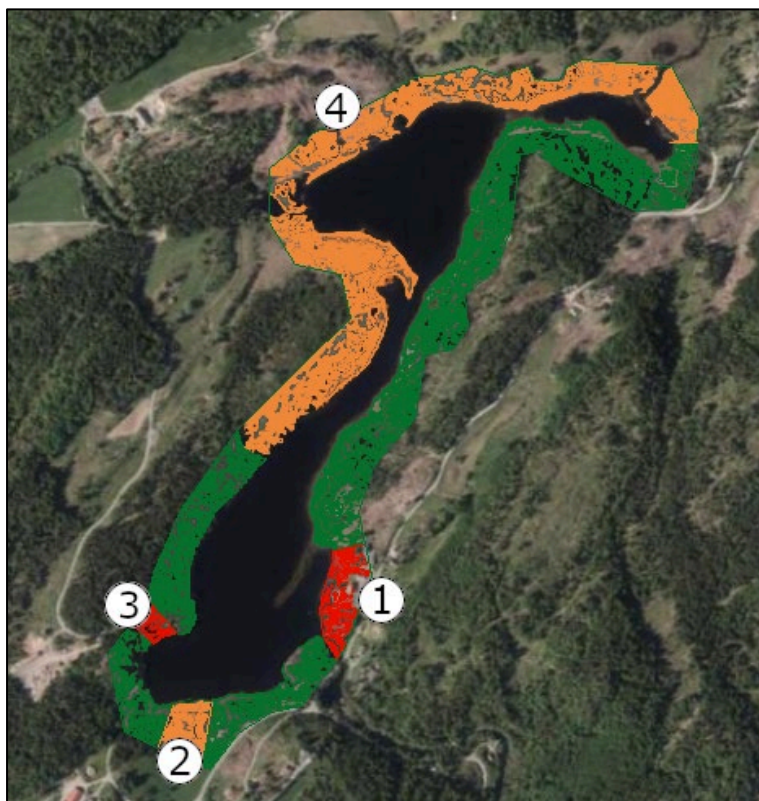
Figur 4.4.1. Kantsoner langs Skjerka fra Storelva til Åsvanet. Den blå linjen viser elvestrengen. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. Den oransje sonen viser et område med moderat kantvegetasjon ved boliger. Den røde sonen viser et område med lite eller ingen kantvegetasjon ved et bilverksted. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elvestrengen.

4.4.2 Områdene rundt Åsvannet



Foto 4.4.2. Skjerka med områdene rundt Åsvannet. a) Uberørte områder langs store deler av vannet. b) Beitemark for sau. c) Noe nydyrking, med drenering til vannet. d) Hogst.

Områdene rundt Åsvannet er en blanding av intakt skog, våtmarksområder og beitemark (**foto 4.4.2, figur 4.4.2**). Beiteområdene (**foto 4.4.2b, sone 4 i figur 4.4.2**) er brukt både til sau og kveg. Disse områdene er ikke avgrenset fra vannet, så dyrene kan gå helt ned til og ut i vannet. Kvegbeite er forventet å ha en større påvirkning enn sauebeite på tilførselen av næringsstoffer til og erosjon langs vannet. Det finnes også noen jorder med grasproduksjon, med avrenning til vannet (**foto 4.4.2c, sone 2 i figur 4.4.2** (men også andre jorder som ligger lenger fra vannet)). I forbindelse med gjødsling vil disse kunne bidra til eutrofiering av vannet. Ved sørenden av vannet er det også nylig gjennomført hogst (**foto 4.4.2d, sone 3 i figur 4.4.2**), som sannsynligvis vil ha ført til økt tilførsel av næringsstoffer og partikler gjennom og etter hogstperioden.



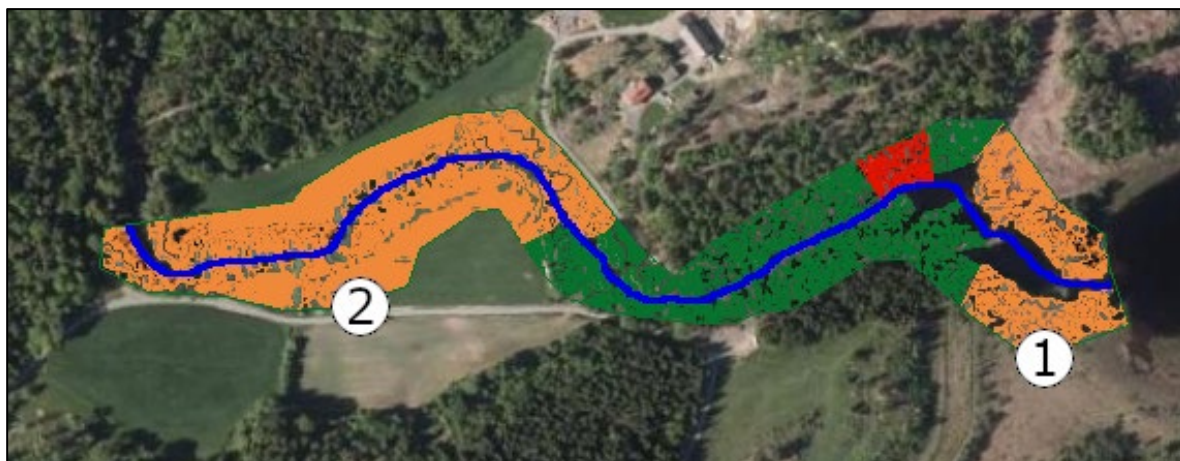
Figur 4.4.2. Kantsoner langs Åsvannet. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. et jorde (sone 2) og et beiteområde (sone 4). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon ved boliger (sone 1) og pga. hogst (sone 3). Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs vannet.

4.4.3 Åsvannet til Lifossen



Foto 4.4.3. Skjerka fra Åsvannet til Lifossen. a) Beitemark. b) Erosjon pga. kvegtråkk. c) Hogst langs nordre elvebredd. d) Intakt kantvegetasjon nedstrøms broen til Lia gård. e) Jorder ned mot elvestrengen. f) Lifossen. Foto a-f) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.

Skjerka fra Åsvannet til Lifossen er preget av beitemark og jorder, men det er også noe skog i nedre del (**foto 4.4.3, figur 4.4.3**). Nederst mot Åsvannet er det beitemark for kveg og dyrene har tilgang til elven (**foto 4.4.3a & b, sone 1 i figur 4.4.3**). Dette fører til erosjon av elvebredden (**foto 4.4.3b**), i tillegg til næringstilførsel fra dyrenes avføring. Det har også nylig vært hogst på nordsiden av elven, mellom vannet og broen til Lia gård (**foto 4.4.3c, den røde sonen i figur 4.4.3**). Spesielt i nedre del er kantsonene dårlige og terrenget bratt. Derfor har hogsten nok ført til tilførsel av næringsstoffer og partikler til elven. På sørsiden av elven er skogen (plantefelt) intakt (**figur 4.4.3**). Plantefelt av bartrær kan likevel ha en negativ påvirkning på elvemusling, da de kan føre til forsuring av vannet. Opp mot Lifossen er det jorder med grasproduksjon (sone 2



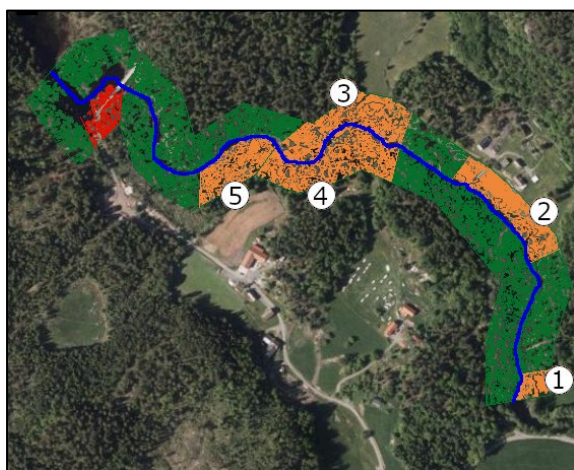
Figur 4.4.3. Kantsoner langs Skjerka fra Åsvannet til Lifossen. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. beitemark (sone 1) og jorder (sone 2). Den røde sonen viser et område med lite eller ingen kantvegetasjon pga. hogst. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs vannet.

i **figur 4.4.3**). Her består kantvegetasjonen stort sett av én rad med trær, så her vil det nok også tilføres elven næringsstoffer i forbindelse med gjødsling.

4.4.4 Lifossen til Skjerkholtlonene



Foto 4.4.4. Skjerka fra Lifossen til Skjerkholtlonene. a) Beitemark langs elven. b) Relativt intakt kantevegetasjon oppstrøms broen til Skjerkholtdalen. c) Demning ved Skjerkholtlonene, med vannuttak. d) Intakt kantvegetasjon langs Skjerkholtlonene, med unntak av ved veien som krysser demningen. Foto a-d) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 4.4.4. Kantsoner langs Skjerka fra Lifossen til Skjerkholtlonene. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantevegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantevegetasjon pga. jorder (sone 1), beitemark (sone 2-4) og hogst-/plantefelt (sone 5). Den røde sonen viser et område med lite eller ingen kantevegetasjon ved bebyggelse. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs vannet.

Skjerka fra Lifossen til Skjerkholtlonene er preget av mye intakt skog (mye plantefelt), men også av noe beitemark og jorder (**foto 4.4.4**, **figur 4.4.4**). Plantefeltene av gran kan, som nevnt, føre til forsuring, men i disse områdene er det uansett mye naturlig barskog. Beitemarken er i varierende grad avgrenset fra elvestrengen (**foto 4.4.4a**, sone 2-4 i **figur 4.4.4**), men kantsonene er stort sett brede nok (**foto 4.4.4b**, **figur 4.4.4**). Utløpet av Skjerkholtlonene er demmet opp og det tas ut vann i forbindelse med gårdsdriften (**foto 4.4.4c**). Dette modifierer nok vannføringen i Skjerka noe og kan nok spesielt føre til mindre vannføring i tørtperioder om sommeren, som igjen vil føre til mindre vannføring i Storelva. Ved bebyggelsen ved demningen er det også lite kantevegetasjon (**foto 4.4.4d**, rød sone i **figur 4.4.4**).

4.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet og vannkjemi

En evaluering av endringer i den befarte delen av nedbørfeltet til Skjerka, ved hjelp av flyfoto fra 1962, 1969 og 2003-2014, viser at det generelle bildet er at beitettrykket i området har blitt redusert og at skogen har grodd eller blitt plantet til, fram mot 2003. Denne tilveksten har blitt tatt ut ved at det jevnlig har vært hogst i forskjellige deler av nedbørfeltet fra 2003 til 2014. I tillegg er det bygget en del boliger ved sørenden av Åsvannet, i perioden før 2000 (Norge i bilder 2021). Utenom dette har det vært lite endringer de siste 20 årene.

Vannkjemidata fra Skjerka fra 2011 til 2020 (Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) sammenlignes med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Norge (Larsen 2017) og Skandinavia under ett (Degerman et al. 2009). Alle deler av elven hadde lav pH sammenlignet med vassdragene med god rekruttering, på tross av kalkingen av Rossålvann (Hindar 2020a). Verdiene av labilt aluminium har også vært for høye i perioder. Dermed er elven en kilde til forsurening av nedre del av Storelva. Verdiene av totalt fosfor har som regel ligget under det som er målt i vassdragene med god rekruttering i alle delene av Skjerka, men lå noe høyere enn i disse vassdragene i 2020. Turbiditetsverdiene har ligget i øvre grenseland i nedre del av elven, sammenlignet med det som er målt i vassdragene med god rekruttering, mens nitratverdiene har ligget under det som er målt i disse vassdragene. Det har vært en viss økning i alle disse parameterne nedover i Skjerka, så det tyder på noe tilførsel av næringsstoffer og partikler langs elvestrengen. Dermed bidrar elven sannsynligvis i noe grad til eutrofiering av nedre vel av Storelva.

4.6 Tiltak

De vannkjemiske dataene fra Skjerka (Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) viser at elven bidrar til forsuring av Storelva, på tross av at Rossålvann innsjøkalkes (Hindar 2020a). Dermed kan det være aktuelt med økt kalking av dette vannet og/eller kalking i Åsvannet eller andre vann i nedbørfeltet.

Vannkjemidataene fra Skjerka (Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) viser også at elven kan ha noe høy tilførsel av næringsstoffer og partikler for elvemusling. Dermed er den sannsynligvis i noen grad en kilde til eutrofiering av Storelva. Både befaringen langs Skjerka og flyfoto, som viser utviklingen i nedbørfeltet (Norge i bilder 2021), tyder på at den tilførselen i hovedsak stammer fra landbruksarealene og hogst langs vassdraget.

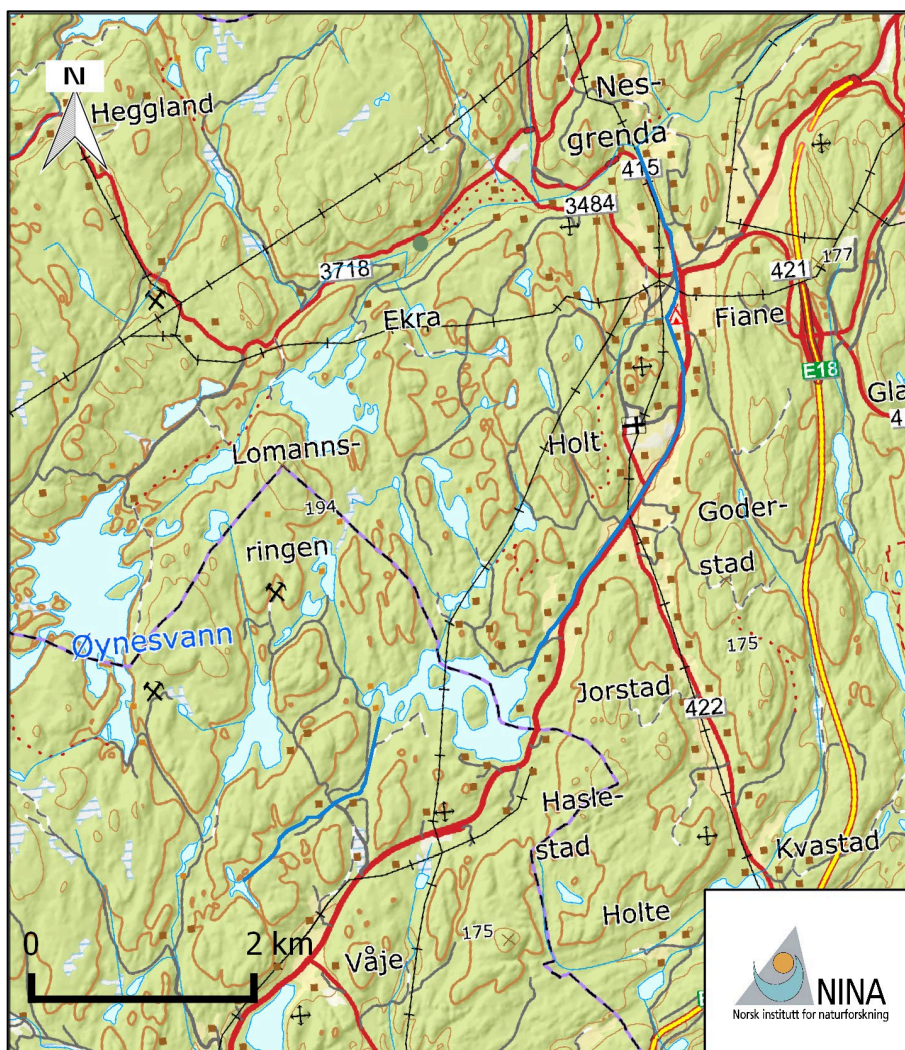
Befaringen langs Skjerka viser at kantsonene langs elven varierer en del, med begrensede kantsoner langs deler av dette sidevassdraget. I tillegg har beitedyr tilgang til elvestrengen og områdene langs Åsvannet. For å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler til elven, vil det være ønskelig å gjenopprette kantsoner med naturlig vegetasjon langs vassdraget, der det er nødvendig. I beiteområdene langs vassdraget vil dette kreve inngjerding av denne buffersonen, for å hindre at beitedyrene holder vegetasjonen nede. Dette vil også bidra til redusert erosjon langs elvestrengene og Åsvannet. I tillegg vil beplantning med busker og trær føre til at naturlig vegetasjon etableres raskere. Et alternativ er å opprettholde ugjødslete buffersoner ned mot vassdraget. Dette vil ikke ha like stor effekt på avrenningen som de naturlige buffersonene, men vil redusere avrenningen noe (Blankenberg et al. 2017). En oppsummering av internasjonal og norsk litteratur tilsier at effekten av buffersoner øker mest når bredden er opptil 10 m, men at effekten i stor grad avhenger av helningsgraden på terrenget. Litteraturen viser at effekten av buffersoner er dårligere på fosfor enn partikler, nitrogen og plantevernmidler (Blankenberg et al. 2017). Siden fosfortilførsel kan være et problem i Skjerka, anbefaler vi soner på 10 m, men soner på 5 m vil også ha en effekt. Det er også viktig at framtidig hogst langs vassdraget bevarer kantsonene langs elvestrengen. For å gjennomføre disse tiltakene, vil det være nødvendig med samarbeid med grunneieren langs dette sidevassdraget. Om nødvendig kan incentivordninger brukes for å få til et godt samarbeid med grunneiere, som utprøvd langs elvemuslingvassdrag i Hordaland (Kålås et al. 2016). Grunneierne vil også kunne gi innspill til hvilke områder som bør prioriteres, avhengig av bruken av områdene (bl.a. gjødsling og beitetrykk) og hvor det er praktisk mulig å gjennomføre tiltak.

Det tas ut vann til vanning av landbruksarealer, et par steder langs Skjerka. Dette vil nok ha en viss påvirkning på vannføringen i nedre deler av Storelva, spesielt under tørkeperioder om sommeren. Redusert vannføring kan ha negative konsekvenser for elvemusling i elven (Larsen 2012c, Larsen & Österling 2012). Det kan føre til uttørring av muslingene, med påfølgende dødelighet. I tillegg vil det kunne føre til økt vanntemperatur og nedslamming av substratet. Begge deler vil kunne ha negative effekter på habitatkvaliteten for unge muslinger. Igjen vil det være nødvendig å samarbeide med grunneierne, for å redusere vannuttaket mest mulig, spesielt i tørkeperioder.

Gitt at Storelva er påvirket av for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler nedenfor samløpet med Skjerka, er det viktigst å prioritere tiltak i Skjerka som kan redusere dette. Disse tiltakene bør prioriteres i de delene av sidevassdraget der kantsonene er dårligst. Dette gjelder spesielt områdene langs Åsvannet og elvestrengen fra Åsvannet til Lifossen, men gjelder også elvestrengen fra Lifossen til Skjerkholtlonene. Tiltak mot forsuring og lav vannføring har lavere prioritet, siden forsuring ikke er et problem i den nederste delen av Storelva og vannføringen i Skjerka bare påvirker vannføringen i den nederste delen av Storelva. På lengre sikt er det mulig at forbedring av miljøforholdene i Skjerka kan bidra til at elvemuslingen kan reetablere seg i elven.

5 Strengselva

5.1 Områdebeskrivelse



Figur 5.1. Strengselva. Hovedstrengen i sidevassdraget er markert i blått. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Strengselva (vassdragsnr. 018.C2Z) er et større sidevassdrag til Vegårvassdraget (**figur 5.1**). Det har sitt utspring i Glomstjern (95 moh.) i Arendal kommune. Derfra renner det nordøstover og ned til Jorstadvatn (58 moh.). Fra vannet fortsetter elven inn i Tvedestrand kommune og langs E18 til Fiane. Derfra renner den nordover og ut i Storelva ved Lilleholt. Nedbørfeltet er 16,1 km², avrenningen er på 22,1 l/s*km² og alminnelig lavvannføring er på 0,6 l/s*km². Området som nedbørfeltet dekker består av 80,5 % skog, 11,3 % dyrket mark, 6,2 % innsjøer, 1,2 % myr, 0,2 % ubran bebyggelse og 0,7 % uklassifiserbart areal. Høyeste punkt er 186 moh., mens mesteparten av nedbørfeltet ligger under 100 moh. (NEVINA 2020). Berggrunnen består for det meste av næringsfattige bergarter, som migmatitt, gneis og granitt, men det er også noe av den mer næringsrike bergarten amfibolitt (Berggrunn 2020).

I Strengselva (**figur 5.1**) ble det gjennomført en del vannkvalitetsundersøkelser i forbindelse med forurensning fra landbruket på begynnelsen av 1990-tallet (Hindar et al. 1992, Kaste et al. 1995) og noen nyere undersøkelser de par siste årene i forbindelse med problemkartlegging i elven (Hobæk et al. 2020, Vannmiljø 2021). Basert på veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018), er Strengselva *kalkfattig* og *humøs*. Med en slik klassifisering tilsier ASPT-indeksen *god* økologisk tilstand med henblikk på eutrofiering i nedre

del av elven, men *moderat* tilstand i øvre del av elven, i de senere år. Raddums forsursingsindekser tilsier *svært god* tilstand med henblikk på forsuring i nedre del av elven av elven i de senere år.

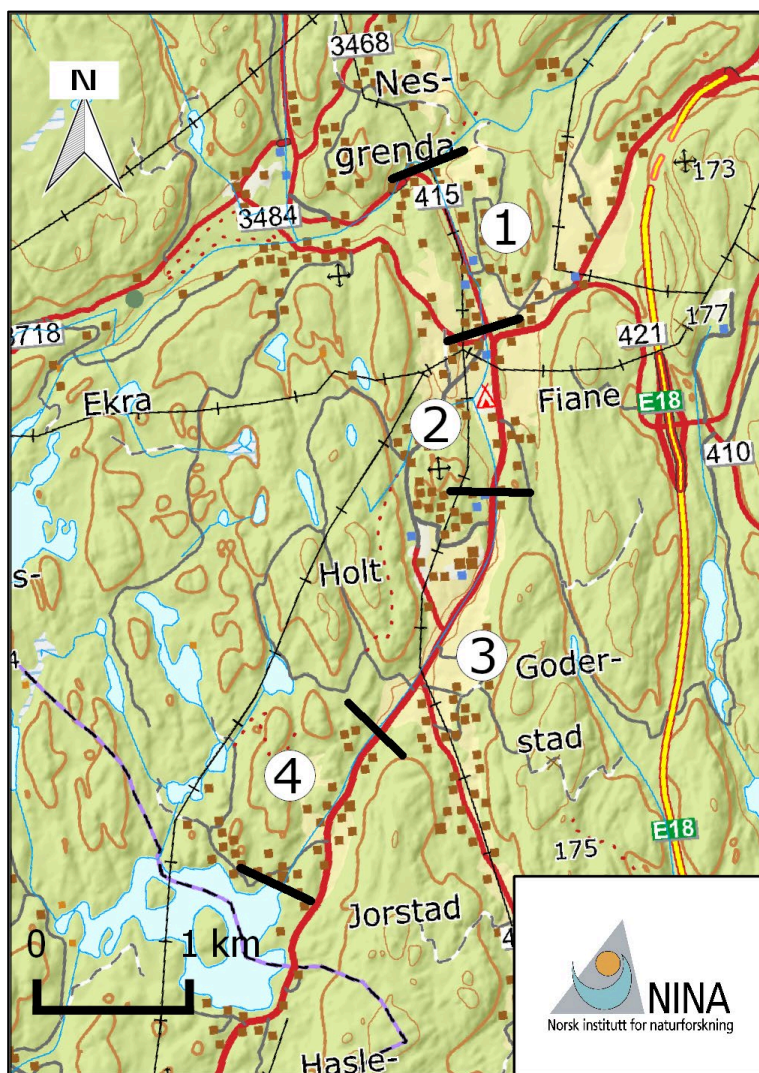
Fiskesamfunnet i Strengselva består av laks, ørret og ål (Haraldstad et al. 2014). I tillegg er det påvist karuss og suter i et par av vannene i vassdraget (Kleiven & Hesthagen 2012). Anadromsone strekker seg opp til ovenfor Jorstadvannet (**figur 2.4**) (Haraldstad et al. 2014).

Elveløpet i Strengselva er sterkt modifisert på grunn av utretting og senkning av elven på 1940-tallet (Anonym 1943, 1945).

5.2 Elvemusling

I Strengselva er muslingen kjent så langt tilbake som på 1930-tallet (Anonym 1937, Olsen 2008, G. Dalen pers. medd., videreformidlet av Kleiven et al. 2013). Den er med i Dolmen & Kleiven (1997) og Larsen & Magerøy (2019a) sine nasjonale oversikter over elvemuslingbestander. Muslingen skal ha forekommet på hele strekningen fra de øvre delene av elven (**figur 5.1**) (G. Dalen pers. medd., videreformidlet av Kleiven et al. 2013)) og ned til Storelva (Dolmen & Kleiven 1997). I følge K. Oland (pers. medd., videreformidlet av Kleiven et al. 2013) forsvant muslingen på 1960-tallet på grunn av forsuring, mens M. Oland (pers. medd., videreformidlet av Kleiven et al. 2013) mente at den forsvant etter utretting av elven (Anonym 1943, 1945) allerede på 1940-tallet. Siste kjente observasjon fra Strengselva er fra nedenfor Jorstadvannet (**figur 5.1**) i 2008, men disse muslingene kan være et resultat av utsetting (Ø. Solberg pers. medd., videreformidlet av Magerøy et al. 2020a). Elven ble undersøkt i 2019, uten funn av levende musling eller muslingskall (Magerøy et al. 2020a).

5.3 Gjennomføring av tiltaksanalyse



Figur 5.3. Delområder i Strengselva. Delområdegrensene er markert med svarte streker. Delområdene er: 1) Storelva til Fiane. 2) Fiane til Holt bedehus. 3) Holt bedehus til Heståsen. 4) Heståsen til Jorstadvann. Kartet er generert i QGIS 2.18.0 (QGIS Developmental Team 2018). Kartgrunnlaget er hentet fra GeoNorge (2020).

Tiltaksanalysen for Strengselva ble gjennomført fordi elven er en av de viktigste tilførselselvene til Storelva, i nedre del av Vegårvassdraget. Dermed vil trusler og tiltak i denne sideelven også kunne påvirke elvemusling i hovedelven. I tillegg vil en forbedring av miljøet i Strengselva kunne føre til reetablering av muslingen i elven, da den renner ut i Storelva innenfor utbredelsesområdet til muslingen i denne (Magerøy et al. 2020a). Analysen er basert på befaring av Strengselva fra utløpet i Storelva opp til Jorstadvann (**figur 5.1**), evaluering av eksisterende vannkjemidata og evaluering av endringer over tid basert på flyfoto fra denne delen av elven. Metodikken er basert på tidligere tiltaksanalyser (Larsen 2019, Magerøy & Larsen 2017, Magerøy 2018; 2020a; 2020b).

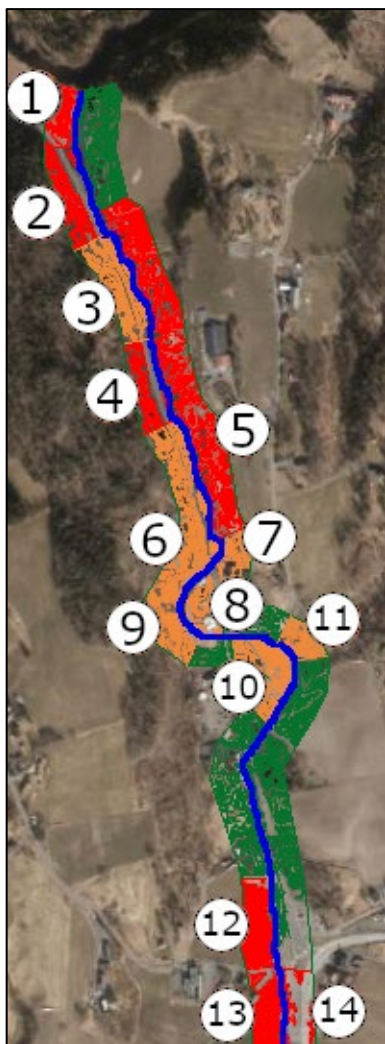
Strengselva ble delt inn i fire delområder (**figur 5.1**), for å gi en oversikt over de nødvendige truslene mot og tiltakene for elvemusling. Befaringen i elven ble gjennomført 06.07.2020 og 07.07.2020. Vannkjemidata ble hentet inn fra Hobæk et al. (2020) og Vannmiljø (2021).

5.4 Befaring langs elvestrengen

5.4.1 Storelva til Fiane



Foto 5.4.1. Strenselsva fra Storelva til Fiane. a) Vei langs store deler av elvestrengen. b) Erosjon pga. kvegtråkk. c-d) Hogst og beiteområde. e) Lagring av høyballer på østre side og hogst på vestre side av elvestrengen. f) Jorde. Foto a-f) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 5.4.1. Kantsoner langs Strenghselva fra Storelva til Fiane. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. vei (sone 3 og 6), bebyggelse (sone 7), deponeringsplass for høyballer (sone 8), hogstfelt (sone 9) og jorder (sone 10 og 11). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. jorder (sone 1, 12 og 13), vei (sone 2 og 4), beiteområder i hogstfelt (sone 5) og bensinstasjon (sone 14). Sone 13 og 14 er diskutert i delkapittel 5.4.2. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Strenghselva fra utløpet i Storelva til Fiane er preget av veien langs elven og en blanding av jorder, beiteområder, bebyggelse, mm. (**foto 5.4.1, figur 5.4.1**). Veien ligger helt ned mot elvestrengen langs store deler av elven og kantsonene er svært smale (**foto 5.4.1a, figur 5.4.1**). Dermed vil det være en del avrenning fra veien, i form av partikler og, muligens, veisalt om vinteren. I nedre del av delområdet preges også elven av et større beiteområde (**foto 5.4.1b-d, sone 5 i figur 5.4.1**). Dyrene har tilgang til elvestrengen, og dette fører til erosjonsproblemer i elvekanten (**foto 5.4.1b**). Det har også vært hogst flere steder langs elvestrengen (**foto 5.4.1c-e, sone 5 og 9 i figur 5.4.1**). Vegetasjonen er, til dels, reetablert, men dette vil ha ført til avrenning av partikler og næringsstoffer til elven. I tillegg er det noen jorder langs elven, med varierende kantvegetasjon (**foto 5.4.1f, sone 1, 10, 11, grønn sone sør for sone 11 og sone 12 i figur 5.4.1**). Det vil tilføres næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling av disse. Det deponeres høyballer langs elven (**foto 5.4.1e, sone 8 i figur 5.4.1**), som vil kunne føre til avrenning fra disse og ut i elvestrengen. Bebyggelse med næringsvirksomhet og deponering av diverse kjøretøyer og utstyr, kan også føre til forurensning av elven (sone 7 i **figur 5.4.1**).

5.4.2 Fiane til Holt bedehus



Foto 5.4.2. Strengselva fra Fiane til Holt bedehus. a) Nedlagt bensinstasjon og jorde. b-d) Jorder med lite kantvegetasjon. e) Dreneringsrør. f) Noe mer kantvegetasjon. g) Brede kantsoner. h) Vei krysser elvestrengen. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 5.4.2. Kantsoner langs Strengselva fra Fiana til Holt bedehus. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. jorder (sone 4-6) og vei (sone 7). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. jorder (sone 1 og 2), bensinstasjon (sone 3) og et beiteområde (sone 8). Sone 7 og 8 er diskutert i delkapittel 5.4.3. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Strengselva fra Fiane til Holt bedehus preges av jorder, men med noe mer intakt kantvegetasjon i øvre del (**foto 5.4.2**, **figur 5.4.2**). Jordene har, stort sett, begrenset kantvegetasjon (**foto 5.4.2a-d & f**, **figur 5.4.2**). Dermed vil det være tilførsel av næringsstoffer fra disse til elvestrengen i forbindelse med gjødsling. Tilførselen vil skje direkte langs elvekanten, men også via dreneringsrørene som kommer ut i elven (**foto 5.4.2e**). I tillegg er det svært lite kantvegetasjon ved den nedlagte bensinstasjonen ved Fiane (**foto 5.4.2a**, sone 3 i **figur 5.4.2**). Det er mulig at det har vært (og fremdeles kan forekomme) utslipp fra denne. I øvre del går veien langs elven (**foto 5.4.2h**), men kantsonene er relativt brede (**foto 5.4.2g**).

5.4.3 Holt bedehus til Heståsen

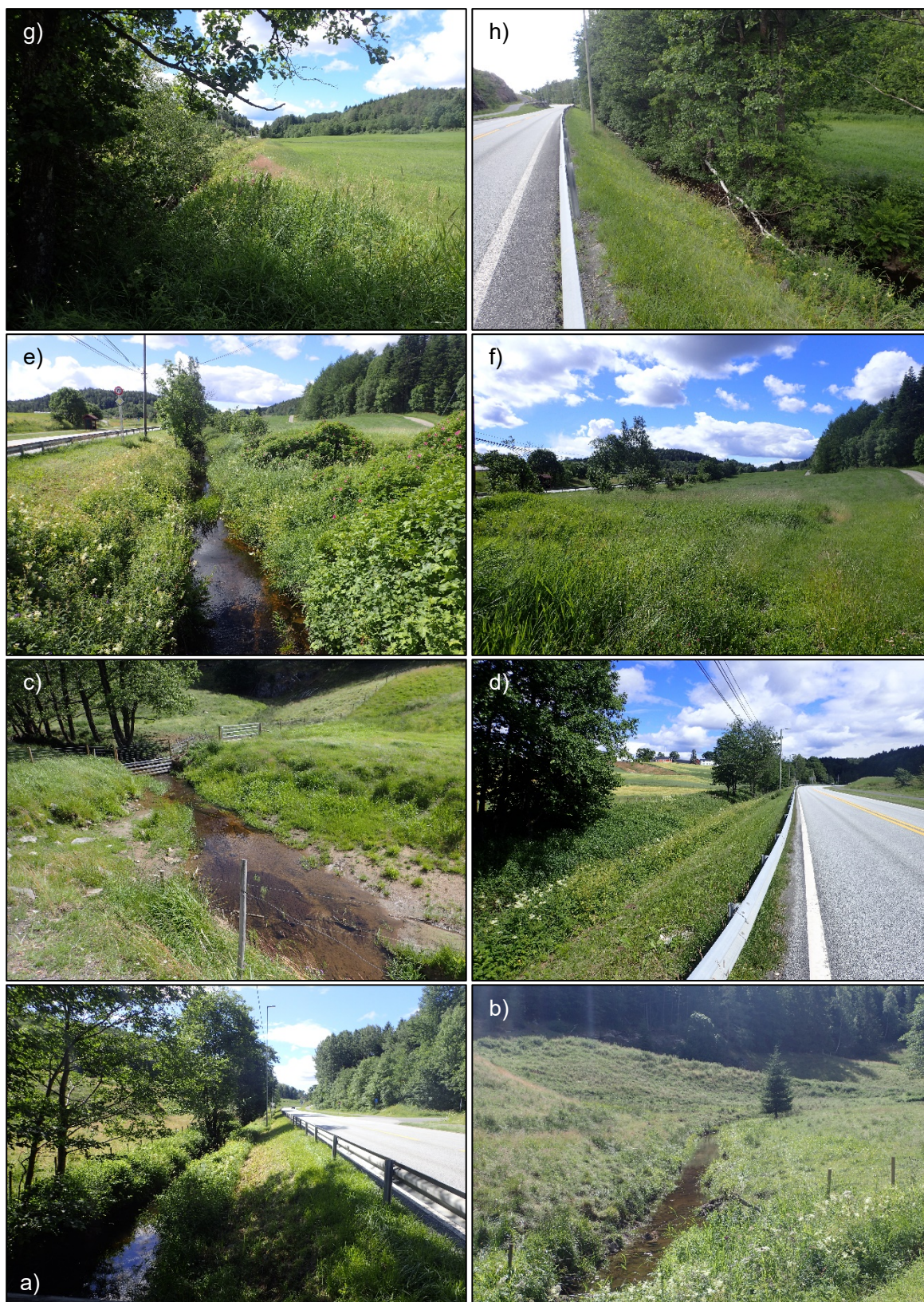
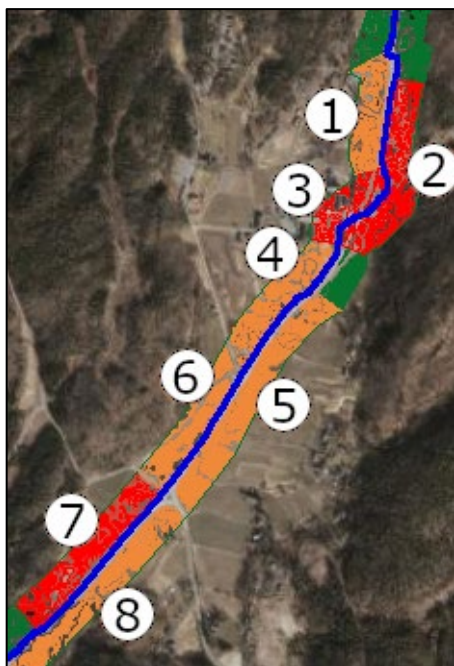


Foto 5.4.3. Strengselva fra Holt bedehus til Heståsen. a) Vei langs elvestrengen. b-c) Beite-
mark. d-h) Vei og jorder langs store deler av elvestrengen. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til
øverst i delområdet.



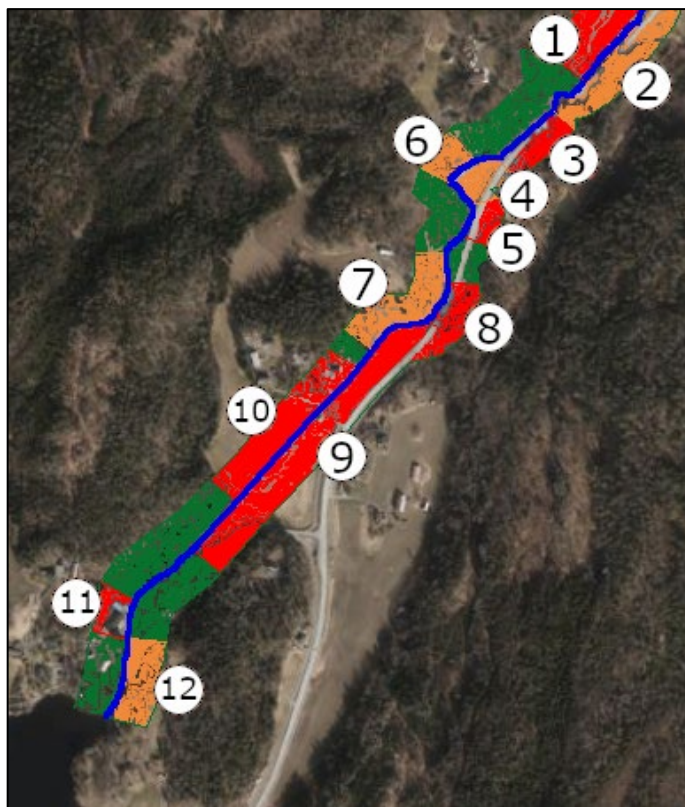
Figur 5.4.3. Kantsoner langs Strengselva fra Holt bedehus til Heståsen. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. vei (sone 1, 5 og 8), et beiteområde (sone 4) og jorder (sone 6). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. beiteområder (sone 2 og 3) og jorder (sone 7). Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Strengselva fra Holt bedehus til Heståsen preges av veien, jordene og beiteområdene som ligger langs elven (**foto 5.4.3, figur 5.4.3**). Veien ligger tett opp til elvestrengen og det er lite kantvegetasjon ned mot elven (**foto 5.4.3a, d, e & h, sone 1-3, 5 og 8 i figur 5.4.3**). Dermed vil det være avrenning fra veien, i form av partikler og, muligens, veisalt om vinteren. Jordene har begrenset med kantvegetasjon (**foto 5.4.3d-h, sone 6 og 7 i figur 5.4.3**). Dermed vil det være tilførsel av næringsstoffer til elven i forbindelse med gjødsling av disse. I beiteområdene i nedre del har beitedyrene, for det meste, tilgang til elvestrengen (**foto 5.4.3b & c, sone 2 og 3 i figur 5.4.3**), men enkelte deler er også inngjerdet mot elven (**foto 5.4.3a, sone 4 i figur 5.4.3**). I disse vil erosjonsproblematikken og tilførselen av partikler og næringsstoffer til elvestrengen være størst der dyrene har tilgang.

5.4.4 Heståsen til Jorstadvann



Foto 5.4.4. Stregselva fra Heståsen til Jorstadvann. a-b) Vei langs elvestrengen. c) Beitemark, med svært avgrenset tilgang for beitedyr til elven. d) Jorder. e) Brede kantsoner. f-g) Deponering av avfall på elvekanten. h) Beite- og plantefeltpåvirket område på sørøstre side og område med bred kantsone på nordvestre side av elvestrengen. Fotografi a-h) er tatt fra nederst til øverst i delområdet.



Figur 5.4.4. Kantsoner fra Heståsen til Jorstadvann. De grønne sonene viser områder med, mer eller mindre, intakt kantvegetasjon. De oransje sonene viser områder med redusert kantvegetasjon pga. vei (sone 2), et jorde (sone 4) og beiteområder (sone 6, 7 og 12). De røde sonene viser områder med lite eller ingen kantvegetasjon pga. jorder (sone 1, 9 og 10), vei (sone 3, 5 og 8) og et næringsområde (sone 11). Sone 1 og 2 er beskrevet i delkapittel 5.4.3. Flyfotoet er hentet fra Norge i bilder (2021) og modifisert for å illustrere kantsoner langs elven.

Strengselva fra Heståsen til Jorstadvann preges av veien langs nedre del av elvestrengen og en blanding av jorder, beiteområder og plantefelt (**foto 5.4.4**, **figur 5.4.4**). Veien har begrensede kantsoner (**foto 5.4.4a & b**, sone 3, 5 og 8 i **figur 5.4.4**). Dermed vil det være en del avrenning fra denne, i form av partikler og, muligens, veisalt om vinteren. Jordene langs midtre del av elvestrengen har svært lite kantvegetasjon (**foto 5.4.4d**). Dermed vil det være tilførsel av næringsstoffer i forbindelse med gjødsling av disse. Beiteområdene er stort sett inngjerdet mot elvestrengen (**foto 5.4.4c**, sone 6 og 7 i **figur 5.4.4**). I beiteområdet ved utløpet fra Jorstadvannet har dyrene tilgang til elvestrengen, men dette ser ikke ut til å føre til erosjonsproblematikk langs elvekanten (**foto 5.4.4h**, sone 12 i **figur 5.4.4**). I øvre deler er det plantefelt av gran, som skaper intakte kantsoner ned mot elvestrengen. Plantefelt av bartrær kan likevel ha en negativ påvirkning på elvemusling, da de kan føre til forsuring av vannet. Like nedstrøms Jorstadvann er det også et næringsområde, der avfall deponeres og brennes langs elvekanten (**foto 5.4.4f & g**, sone 11 i **figur 5.4.4**). Dermed tilføres det sannsynligvis forurensing fra dette området til elvestrengen.

5.5 Vurdering av endringer i nedbørfeltet og vannkjemi

En evaluering av endringer i den befarte delen av nedbørfeltet til Strengselva, ved hjelp av flyfoto fra 1950, 1962, 1969, 1986, 1989 og 2003-2020, viser at det ikke har vært store endringer i nedbørfeltet siden 1950. Den gang var det preget av jorder langs elvestrengen. Det er det i dag også, selv om beitetrykket og andelen jorder gikk noe ned fram mot 1980-tallet, spesielt i delområde 1 og 4. I delområde 1 har det også vært en del hogst fra 2003 og framover, og det har blitt hogget større områder langs elvestrengen etter 2014. I delområde 3 er kantsonene bedre i dag enn på 1950- og 1960-tallet. Det har vært en viss økning i bebyggelsen i området, spesielt ved Fiane og ved utløpet fra Jorstadvann. Store deler av elvestrengen har blitt kanalisert før 1950, men i delområde 2 skjedde det mellom 1950 og 1962. Utenom hogsten i nedre del, har det skjedd mindre endringer de siste 20 år (Norge i bilder 2021).

Vannkjemidata fra Strengselva (Hobæk et al. 2020, Vannmiljø 2021) sammenlignes med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Norge (Larsen 2017) og Skandinavia under ett (Degerman et al. 2009). Elven hadde lav pH i perioder på 1990-tallet (Hindar et al. 1992, Kaste et al. 1995), sammenlignet med vassdragene med god rekruttering. I 2018 og 2019 har den hatt høyere pH i nedre del av elven (Vannmiljø 2021) enn i disse vassdragene. Dermed tyder de nyeste dataene på at elven ikke er en kilde til forsurening av Storelva. Derimot har verdiene av totalt fosfor vært for høye og verdiene av nitrat og turbiditet vært alt for høye i nedre del av Strengselva (Vannmiljø 2021), sammenlignet med vassdragene med god rekruttering. Dette gjelder i mye mindre grad øvre del av elven. Det tyder på at både næringsstoffer og partikler tilføres langs elvestrengen. Uansett viser vannkjemidataene at elven er en kilde til eutrofiering av Storelva. Dette er tilfellet selv om biologiske indekser for nederste del av elven (Vannmiljø 2021) tilsier *god* økologisk tilstand med henblikk på eutrofiering (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

5.6 Tiltak

De vannkjemiske dataene fra Strengselva (Hobæk et al. 2020, Vannmiljø 2021) viser at elven har for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler for elvemusling. Dermed er den en kilde til eutrofiering av Storelva. Både befaringen langs Strengselva og flyfoto, som viser utviklingen i nedbørfeltet (Norge i bilder 2021), tyder på at den tilførselen i hovedsak stammer fra landbruksarealene langs elven. I tillegg har det vært noe hogst i nedbørfeltet som også kan bidra til dette.

Befaringen langs Strengselva viser at det er ingen eller svært begrensede kantsoner langs store deler av elven. For å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler til elven, vil det være ønskelig å gjenopprette kantsoner med naturlig vegetasjon. I beiteområdene langs nedre del av elven vil dette kreve inngjerding av denne buffersonen, for å hindre at beitedyrene holder vegetasjonen nede. Dette vil også bidra til redusert erosjon av elvekanten. I tillegg vil beplantning med busker og trær føre til at naturlig vegetasjon etableres raskere. Et alternativ er å opprettholde ugjødslete buffersoner ned mot vassdraget. Dette vil ikke ha like stor effekt på avrenningen som de naturlige buffersonene, men vil redusere avrenningen noe (Blankenberg et al. 2017). En oppsummering av internasjonal og norsk litteratur tilsier at effekten av buffersoner øker mest når bredden er opptil 10 m, men at effekten i stor grad avhenger av helningsgraden på terrenget. Litteraturen viser at effekten av buffersoner er dårligere på fosfor enn partikler, nitrogen og plantevernmidler (Blankenberg et al. 2017). Siden fosfortilførsel er et problem i Strengselva, anbefaler vi soner på 10 m, men soner på 5 m vil også ha en effekt. Det er også viktig at framtidig hogst langs elven bevarer kantsonene langs elvestrengen. For å gjennomføre disse tiltakene, vil det være nødvendig med samarbeid med grunneieren langs elven. Om nødvendighet kan incentivordninger brukes for å få til et godt samarbeid med grunneiere, som utprøvd langs elvemuslingvassdrag i Hordaland (Kålås et al. 2016). Grunneierne vil også kunne gi innspill til hvilke områder som bør prioriteres, avhengig av bruken av områdene (bl.a. gjødsling og beitetrykk) og hvor det er praktisk mulig å gjennomføre tiltak.

Det ble ikke observert vannuttak i Strengselva, men det er sannsynlig at det tas ut vann til vannføring av landbruksarealer langs elven. Dette vil nok ha en viss påvirkning på vannføringen i Storelva, nedstrøms samløpet mellom de to elvene, spesielt under tørkeperioder om sommeren. Redusert vannføring kan ha negative konsekvenser for elvemusling i elven (Larsen 2012c, Larsen & Österling 2012). Det kan føre til uttørring av muslingene, med påfølgende dødelighet. I tillegg vil det kunne føre til økt vanntemperatur og nedslamming av substratet. Begge deler vil kunne ha negative effekter på habitatkvaliteten for unge muslinger. Igjen vil det være nødvendig å samarbeide med grunneierne, for å redusere vannuttaket mest mulig, spesielt i tørkeperioder.

Gitt at Storelva er påvirket av for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler nedenfor samløpet med Strengselva, er det viktigst å prioritere tiltak i Strengselva som kan redusere dette. Slike tiltak bør prioriteres i de delene av elven der kantsonene er dårligst. Dette gjelder langs store deler av elvestrengen. Tiltak mot lav vannføring har lavere prioritet, siden vannføringen i Strengselva bare vil påvirke vannføringen i Storelva i mindre grad. På lengre sikt er det også mulig at forbedring av miljøforholdene i Strengselva kan bidra til at elvemuslingen kan reetablere seg i elven. Tiltakene i Strengselva bør sees i sammenheng med at det er planlagt en storskala restaurering av elven (Erling Lilleholt, Storelva Elveeierlag, pers. medd.).

6 Oppsummering

Nedre del av Vegårvassdraget er preget av menneskelig påvirkning i form av forsurening, landbruk, vannkraftverk, golfbane, hogst, tidligere tømmerfløting, forskjellige former for bebyggelse, veier, osv. I hovedsak påvirkes elvemuslingen gjennom at deler av vassdraget har for lav pH, for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler, lav vannføring i perioder bl.a. pga. uttak av vann og mindre egnet habitat pga. rensking av bunnen i forbindelse med tømmerfløting. I tillegg påvirkes tilgangen på vertsfisk (ørret) for den stedege ørretmuslingstammen av disse og andre faktorer. Dermed er mange tiltak aktuelle for å forbedre forholdene for muslingen i vassdraget.

Nedre del av Storelva påvirkes av landbruksaktivitet, med til dels svært begrensede kantsoner mot elven. Redokspotensial (Magerøy 2017; 2021) og vannkjemidata (Birkeland et al. 2020, Braaten et al. 2020, Hindar 2020b, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020, Norconsult 2015, Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) tilsier at dette fører til noe høy tilførsel av næringsstoffer og partikler for elvemusling. Vannkjemidataene er sammelignet med funn fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Skandinavia (Degerman et al. 2009, Larsen 2017). Dette gjelder spesielt fra samløpet med Strengselva og nedover. Hogst bidrar også noe til denne tilførselen. Vannkjemidataene tilsier også at forsurening fremdeles kan være et problem i områdene ved Nes Verk, på tross av kalkingen i elven (Hindar 2020a). Vannuttak vil også føre til redusert vannføring, spesielt fordi kunstig vanning er mest aktuelt i tørkeperioder. Tetthetsdata for ungfisk av laksefisk (Kaste et al. 1998, Larsen et al. 2006, Saksgård & Larsen 2016; 2019, Saltveit et al. 2011) tilsier at tilgangen på vertsfisk (ungfisk av ørret) for den stedege stammen av ørretmusling også er for lav, sammenlignet med tetthetene som er ansett å være nødvendig for å opprettholde bestander av elvemusling over tid (Arvidsson et al. 2006; 2012, Degerman et al. 2013, Söderberg et al. 2008, Ziuganov et al. 1994). Dette kan være et resultat av forsureningen (Hindar 2020c) og negativ påvirkning fra vannkraftverket ved Fosstveit (Kroglund et al. 2013; 2014, Løvdal & Omholt 2018). I tillegg kan renskingen av elven i forbindelse med tidligere tømmerfløting (Eilev Angelstad pers. medd.) ha en negativ effekt på habitatkvaliteten både for ungfisk og muslinger. Økt tetthet av laks (oppsummert i Saksgård & Larsen 2016) kan også ha bidratt til å redusere ørrettettheten.

For å bedre forholdene for elvemuslingen, som finnes fra Nes Verk og nedover i Storelva (Magerøy et al. 2020a), er økte kantsoner, med redusert gjødsling og beitetrykk, et nødvendig tiltak. Dette vil bidra til å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler. Det er også viktig å opprettholde brede nok kantsoner langs elven i forbindelse med hogst. For å redusere forsureningen bør man vurdere om man skal øke kalkingen noe. Vannuttak bør minimeres for å opprettholde høyest mulig vannføring i tørkeperioder. Det bør også gjennomføres tiltak for å øke tettheten av ørret i vassdraget. Økt kalking og de forbedringene som er planlagt i forbindelse med kraftverket ved Fosstveit (Flatby & Grundt 2019a; 2019b, Grundt 2019), vil kunne bidra til dette. I tillegg vil tilførsel av større steiner til elvebunnen kunne bedre habitatkvaliteten både for fisk og muslinger. Siden det er usikkert om laks har hatt en naturlig utbredelse ovenfor Fosstveit (Larsen & Magerøy 2016b), bør man vurdere om fisketrappen ved kraftverket bør stenges. For å gjøre en slik vurdering, vil det være nødvendig med mer kunnskap om hvordan redusert oppgang av både laks og sjøørret vil påvirke vertstilgangen for den stedege ørretmuslingen i Vegårvassdraget.

Lilleelv påvirkes i stor grad av Arendal & Omegn Golfklubbs golfbane. Redokspotensial og vannkjemidata (denne rapporten) tilsier at tilførselen av næringsstoffer og partikler er for høy for elvemuslingen. Vannkjemidataene er sammelignet med funn fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Skandinavia (Degerman et al. 2009, Larsen 2017). Denne tilførselen skyldes sannsynligvis gjødsling av banen og til dels svært begrensede kantsoner mot Lilleelvvassdraget. I tillegg tas det ut vann til vanning av golfbanen. Vannkjemidataene viser også at dette sidevassdraget er påvirket av forsurening. Dessuten er elvestrengen kanalisert og rensket, sannsynligvis i forbindelse med tidligere tømmerfløting og utbyggingen av golfbanen (Haraldstad et al. 2014, Norge i bilder 2021).

For å bedre forholdene for elvemuslingen, som finnes i den nederste delen av Lilleelv (Magerøy et al. 2020a), er økte kantsoner, med redusert gjødsling, et nødvendig tiltak for å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler. Vannuttak bør minimeres for å opprettholde høyest mulig vannføring i tørkeperioder. For å redusere forsurenngen bør Heirevann kalkes. Tilførsel av større steiner til elvebunnen kunne bedre habitatkvaliteten både for vertsfisk og muslinger.

Skjerka er påvirket av forsurenngen, på tross av kalkingen av Rossålvann (Hindar 2020a). Dette viser en sammenligning av vannkjemidata fra elven (Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Skandinavia (Degerman et al. 2009, Larsen 2017). Vannkjemidataene viser også at tilførselen av næringsstoffer og partikler kan være noe høy for elvemusling. Tilførselen skyldes sannsynligvis til dels begrensede kantsoner langs elven og Åsvannet, pga. landbruk og hogst. Vannuttak vil også føre til redusert vannføring, spesielt i tørkeperioder.

Selv om elvemusling ikke er kjent fra Skjerka i dag (Larsen & Mageroy 2019a, Magerøy et al. 2020a), påvirker denne elven forholdene i Storelva nedenfor samløpet mellom de to elvene. For å forbedre forholdene for elvemusling i Storelva, er økte kantsoner langs Skjerka, med redusert gjødsling og beitetrykk, et ønskelig tiltak for å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler. Det er også viktig å opprettholde brede nok kantsoner langs elven i forbindelse med hogst. Vannuttak bør minimeres for å opprettholde høyest mulig vannføring i tørkeperioder. På tross av forsurenngsproblematikken i Skjerka, ser det ikke ut til at Storelva er forsuret pga. tilførsel av surt vann fra dette sidevassdraget (vannkjemidata fra Storelva (Birkeland et al. 2020, Braaten et al. 2020, Hindar 2020b, Kaste et al. 2018, Kile et al. 2018; 2020, Norconsult 2015, Rognan et al. 2021, Vannmiljø 2021) sammelignet med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Skandinavia (Degerman et al. 2009, Larsen 2017)). Likevel kan økt kalking i Rossålvann eller andre vann i Skjerkavassdraget bidra til bedre forhold for elvemusling i Skjerka, og dette kan kanskje bidra til at muslingen reetablerer seg i elven på lengre sikt.

Strengselva påvirkes av landbruksaktivitet, med til dels svært begrensede kantsoner mot elven. Vannkjemidata fra elven (Hobæk et al. 2020, Vannmiljø 2021) tilsier at dette fører til for høy tilførsel av næringsstoffer og partikler for elvemusling, sammelignet med data fra elvemuslingvassdrag med god rekruttering i Skandinavia (Degerman et al. 2009, Larsen 2017). Hogst bidrar også noe til denne tilførselen. Vannuttak ble ikke observert langs elven, men det er sannsynlig at det tas ut vann i forbindelse med landbruket langs elven. Slikt uttak vil føre til redusert vannføring, spesielt i tørkeperioder.

Selv om elvemusling ikke er kjent fra Strengselva i dag (Magerøy et al. 2020a), påvirker denne elven forholdene i Storelva nedenfor samløpet mellom de to elvene. For å forbedre forholdene for elvemusling i Storelva, er bredere og lengre kantsoner langs Strengselva, med redusert gjødsling og beitetrykk, et ønskelig tiltak for å redusere tilførselen av næringsstoffer og partikler. Det er også viktig å opprettholde brede nok kantsoner langs elven i forbindelse med hogst. Eventuelle vannuttak bør minimeres for å opprettholde høyest mulig vannføring i tørkeperioder. I tillegg til å forbedre forholdene for elvemusling i Storelva, kan disse tiltakene også kanskje bidra til at muslingen reetablerer seg i Strengselva på lengre sikt.

I dag finnes elvemusling i Storelva, fra Nes Verk og nedover, og i nederste del av Lilleelv. Den stedegne ørretmuslingen finnes i Lilleelv og i store deler av utbredelsesområdet til muslingen i Storelva. Laksemuslingen finnes fra litt ovenfor Fosstveit og nedover, men er den dominerende muslingen nedenfor Fosstveit (Magerøy et al. 2020a). Siden stedegne bestander har større verneverdi (Larsen & Magerøy 2019a, Magerøy & Larsen 2018, Magerøy et al. 2020a) bør tiltakene i nedre del av Vegårvassdraget fokusere på å forbedre forholdene for ørretmuslingen (Magerøy et al. 2020a). Selv om den har sitt største utbredelsesområde i Storelva, har tiltakene i denne elven ikke nødvendigvis førsteprioritet. De nødvendige tiltakene i Lilleelv er av mye mer begrenset omfang og kan i stor grad utføres i samarbeid med én grunneier (Arendal & Omegn Golfklubb). Dermed er det enklere å gjennomføre enn tiltakene i Storelva. I tillegg vil de kunne ha stor positiv effekt på muslingene i Lilleelv og en positiv effekt på muslingene i Storelva,

nedstrøms samløpet mellom de to elvene. Tiltakene i Storelva bør ha andreprioritet. Skjerka og Strengselva bør ha lavere prioritet enn Storelva, da det ikke er kjent at det finnes elvemusling i disse sidevassdragene i dag (Larsen & Magerøy 2019a, Magerøy et al. 2020a) og tiltak i disse sidevassdragene er forventet å ha en mindre effekt på muslingen i Storelva enn tiltak langs hovedelven. Tiltak i Strengselva bør likevel ha en høyere prioritet enn tiltak i Skjerka, da nærings- og partikkeltilførselen fra Strengselva vil ha større påvirkning på muslingen i Storelva enn tilførselen fra Skjerka. I tillegg er det planlagt en storskala restaurering av Strengselva (Erling Lilleholt, Storelva Elveeierlag, pers. medd.), og tiltakene i elven bør gjennomføres i sammenheng med denne restaureringen.

For å gjennomføre tiltakene i nedre del av Vegårvassdraget på en god måte, vil det være nødvendig å opprette et tett og godt samarbeid med grunneierne langs vassdraget. Om nødvendig kan incentivordninger brukes for å få til et godt samarbeid med grunneiere, som utprøvd langs elvemuslingvassdrag i Hordaland (Kålås et al. 2016). Tiltakene bør gjennomføres der de vil ha størst effekt. I denne rapporten er tiltak foreslått og forsøkt prioritert, både for de forskjellige delvassdragene og innad i disse. Likevel vil grunneierne kunne gi verdifulle innspill til hvilke områder som bør prioriteres, avhengig av bruken av områdene (bl.a. gjødsling og beitetrykk) og mulighet for gjennomføring av tiltakene.

7 Referanser

Anonym. 1937. Perlefiskeri i Aust-Agder. Agderposten.

Anonym. 1943. Hva arbeidstjenesten utretter i Aust-Agder. En rekke store og betydningsfulle oppgaver under utførelse eller på programmet. Agderposten.

Anonym. 1945. Senkingsarbeidene i Østre Moland nyttige og økonomiske. Sier herredstyret og overtar garanti for skadeserstatning. Agderposten.

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.

Berggrunn. 2020. Nasjonal berggrunnsdatabase. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim, Norge. <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.

Birkeland, I.B., Velle, G., Johannessen, A. & Landås, T.S. 2020. 7. Vegårvassdraget. 4. Bunndyr. S. 29-30 i: Miljødirektoratet. 2020. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2019 Miljødirektoratet Rapport M-1791/2020.

Blankenberg, A.-G.B., Skarbøvik, E. & Kværnø, S. 2017. Effekt av buffersoner. På vannmiljø og andre økosystemtjenester. NIBIO Rapport 3(14)2017.

Boström, V. & Holm, H. 2012. Bottensubstratets inverkan på föryngring av Flodpärlmussla. Sveriges Lantbruksuniversitet 2012:7.

Braaten, H.F.V., Gundersen, C.B., Kaste, Ø., Sample, J., Hjermann, D.Ø., Norling, M.D., Calidonio, J.-L.G., Allan, I. & Nizzetto, L. 2020. The Norwegian river monitoring programme 2019. Water quality status and trends. NIVA Report Sno. 7564-2020.

CEN. 2017. Water quality. Guidance standard on monitoring freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) populations and their environment. European Committee for Standardization Standard NS EN 16859:2017.

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.

Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 2:2018.

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

Flatby, R. & Grundt, Ø. 2019a. Chr. Salvesen & Chr. Thams Communications Aktieselskab. Søknad om tillatelse til fortsatt drift av Fosstveit kraftverk i Vegårvassdraget i Tvedestrand kommune i Aust-Agder. Oversendelse av NVEs vedtak. NVE, Oslo.

Flatby, R. & Grundt, Ø. 2019b. Vassdragskonsesjon. NVE, Oslo.

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

GeoNorge. 2020. Norge Digitalt. Kartverket, GEOVEKST og kommunene.

Grundt, Ø. 2019. Bakgrunn for vedtak. Fosstveit kraftverk. Tvedestrand kommune i Aust-Agder fylke. NVE, Oslo.

Haraldstad, T., Berger, H.M., Hindar, A. & Kroglund, F. 2014. Sjøaurebekker på Aust-Agderkysten, en rekartlegging med fokus på vannforskriftskrav. NIVA Rapport L.Nr. 6648-2014.

Hastie, L.C., Boon, P.J. & Young, M.R. 2000. Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia* 429: 59–71.

Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2012. Gjedde, sørv og suter. Status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. NINA Rapport 669. Norsk institutt for naturforskning.

Hindar, A. 2020a. 7. Vegårvassdraget. 1. Områdebeskrivelse, kalkingsstrategi, kalkforbruk og nedbørforhold. S. 26-27 i: Miljødirektoratet. 2020. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2019 Miljødirektoratet Rapport M-1791/2020.

Hindar, A. 2020b. 7. Vegårvassdraget. 2. Vannkjemi. S. 28-29 i: Miljødirektoratet. 2020. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2019 Miljødirektoratet Rapport M-1791/2020.

Hindar, A. 2020c. 7. Vegårvassdraget. 5. Samlet vurdering. S. 30 i: Miljødirektoratet. 2020. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2019 Miljødirektoratet Rapport M-1791/2020.

Hindar, A., Kroglund, F. & Kleiven, E. 1992. Landbrukstilførsler til Strengselva i Aust-Agder. Effekter av tilførselsbegrensende tiltak ved Holt Landbruksskole. Årsrapport 1991. NIVA Rapport 2748.

Hindar, A., Haraldstad, T. & Høgberget, R. 2018. Optimaliseringstiltak i kalkede laksevassdrag i Sør-Norge og kartlegging av andre forsurede, anadrome vassdrag i Agder. NIVA Rapport L.Nr. 7321-2018.

Hobæk, A., Håll, J., Skjelbred, B. & Håvardstun, J. 2020. Problemkartlegging av eutrofierte vannforekomster i vannområdene Gjerstad-Vegår, Nidelva og Tovdalselva. Resultater fra overvåking 2018-2019. NIVA Rapport L.Nr. 7490-2020.

Kaste, Ø. 1994. Storelva i Vegårvassdraget. Vurdering av behov for kalkingstiltak. NIVA Rapport 3153.

Kaste, Ø., Kroglund, F. & Kleiven, E. 1995. Strengselva i Aust-Agder. Vannkvalitet og effekter av landbrukstilførsler 1991-1993. Tiltaksorientert overvåking av landbruksforurensede vassdrag. NIVA Rapport 3208.

Kaste, Ø., Kleiven, E. & Håvardstun, J. 1998. Vegår og Storelva. S. 39-43 i: Direktoratet for naturforvaltning. 1998. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-Notat 1998-1.

Kaste, Ø., Skarbøvik, E., Greipslund, I., Gundersen, C., Austnes, K., Skancke, L.B., Calidonio, J.-L.G. & Sample, J. 2018. The Norwegian river monitoring programmewater quality status and trends 2017. Norwegian Environment Agency Monitoring Report M-1168/2018.

Kile, M.R., Ranneklev, S.B., Persson, J. & Myrvold, K.M. 2018. Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i norske elver i tråd med vannforskriften. Elveovervåkingsprogrammet 2017. Miljødirektoratet Rapport M-1167/2018.

Kile, M.R., Ranneklev, S.B., Persson, J., Eriksen, T.E. & Myrvold, K.M. 2020. Elveovervåkingsprogrammet 2019. Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i norske elver i tråd med vannforskriften. NIVA Rapport L.Nr. 7567-2020.

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.

Kleiven, E. & Barlaup, B.T. 2007. 4 Prøvefiske i Vegår i 2006. S. 9-13 i: Weideborg, M. (red.). 2007. Vegårvassdraget. I. Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontrol av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2.

Kleiven, E. & Dolmen, D. 2008. Overleving og vekst på utsett elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Audna, Vest-Agder. NIVA Rapport L.Nr. 5590-2008.

Kleiven, E. & Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder. Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport 665. Norsk institutt for naturforskning.

Kleiven, E., Håvardstun, J., Dolmen, D. & Güttrup, J. 2013. Historisk kunnskap og status for elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Aust-Agder. NIVA Rapport L.Nr. 6607-2013.

Kroglund, F., Gjelland, K.Ø., Güttrup, J., Haraldstad, T., Hegeland, P.V. & Thorstad, E.B. 2013. Overvåking av ål i Storelva og evaluering av tiltak for nedvandring forbi Fosstveit kraftverk. Resultater fra undersøkelser i 2012. NIVA Rapport L.Nr. 6491-2013.

Kroglund, F., Haraldstad, T., Güttrup, J. & Hegeland, P.V. 2014. Evaluering av tiltak for nedvandrende blank ål ved elvekraftverk. Resultater fra forsøk ved Fosstveit kraftverk, 2010-2013. NIVA Rapport L.Nr. 6722-2014.

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. (red.). 2012a. Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.

Larsen, B.M. 2012b. 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. 2012c. 4. Vanntemperaturens betydning for livssyklus hos elvemusling. S. 66-92 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.

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

Larsen, B.M. 2018. Overvåking av elvemusling i Ogna, Rogaland. Tiltaksovervåking kalking 2017–2018. NINA Rapport 1582. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. 2019. Problemkartlegging og tiltaksutredning for elvemusling i Semselva (Langhåmmårelva), Trøndelag. NINA Rapport 1634. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Österling, E.M. 2012. 2. Litteraturstudie om vannkraftregulering og elvemusling. S. 29-45 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.

Larsen, B.M. & Magerøy, J. 2016a. Flytting av elvemusling i Audna, Vest-Agder. NINA Upublisert Rapport. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2016b. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA Rapport. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019a. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019-2028. NINA Rapport 1451. Norsk institutt for naturforskning.

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

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2020. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2019. NINA Rapport 1837. Norsk institutt for naturforskning.

Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Saksgård, L. 2002. 3. Anadrom fisk. S. 4-8 i: Kaste, Ø. (red.). 2002. Vegårvassdraget. I. Direktoratet for naturforvaltning. 2002. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. DN-Notat 2002-1.

Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E. & Kvellestad, A. 2006. 3. Anadrom fisk. S. 4-8 i: Kaste, Ø. (red.). 2006. Vegårvassdraget. I. Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1.

Lilleholt, E. 1994. Perlefiskeren Tarald Torjesen Midtbø, bondesønnen fra Holt sogn som kom i kongens tjeneste. S. 59-65 i: Bjorvatn, Ø. & Frognes, K. (red.). 1994. Dengang - på våre kanter. Årbok 1994. Historielaget for Dypvåg, Holt og Tvedestrand.

Lohne, T. 2018. Konesjonssøknad Fosstveit Kraftverk. Chr Salvesen & Chr Thams Communications Aktieselskab, Kristiansand.

Løvdal, I. & Omholt, P.K. 2018. Svar på høring av søknad om konsesjon for videre drift av Fosstveit kraftverk i Tvedestrand kommune i Aust-Agder fylke. Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder, Arendal.

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. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Ereviksbekken. Tiltaksanalyse og søk etter elvemusling i øvre del av bekken. NINA Rapport 1452. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H. 2020a. Elvemusling i Varhaugselvene. Kartlegging og tiltaksanalyse. NINA Rapport 1879. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H. 2020b. Tilførsel av næringsstoffer, partikler og tarmbakterier i Ereviksbekken. Tiltaksanalyse med henblikk på elvemusling. NINA Rapport 1724. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H. 2020c. 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.

Magerøy, J.H. 2021. Vedlegg IX. Elvemusling. S. 185 i: Rognan, Y., Skrutvold, J., Roseth, R., Våge, K.Ø., Meland, M., Rolandsen, S., Hereid, S.W., Skautvedt, E., Roer, O., Aasestad, I., Fossøy, F., Majaneva, M. & Magerøy, J. 2021. E18 Tvedestrand - Gjerstad. Forundersøkelser av vannkjemi og biologi i vassdrag. NIBIO Rapport 7(1)2021.

Magerøy, J.H. und. arb. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Viken. Redoksmålinger fra Hobøelva og Leira i 2020, med tidsserier fra Askerelva, Sognsvannsbekken og Tunnsjøbekken. NINA Rapport. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J. & Larsen, B.M. 2017. Elvemusling i Vassbotnbekken og Møllebekken, Birkenes kommune, Aust-Agder. Bestandsstatus og bevaringstiltak. NINA Kortrapport 70. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J. & Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Agder. Status, trusler og tiltak. NINA Rapport 1424. 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 Terningselva. NINA Rapport 1623. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H., Larsen, B.M., Wacker, S. & Karlsson, S. 2020a. Elvemusling i Vegårvassdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder. En lokal ørretmusling og en innført laksemusling? NINA Rapport 1702. Norsk institutt for naturforskning.

Magerøy, J.H., Wacker, S., Foldvik, A. & Larsen, B.M. 2020b. Elvemuslingens leveområde. Hva karakteriserer elver med forekomst av elvemusling og vellykket rekruttering? NINA Rapport 1744. Norsk institutt for naturforskning.

NEVINA. 2020. Nedbørfelt-vannføring-indeks-analyse. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo, Norge. <http://nevina.nve.no/>.

Norconsult. 2015. E18 Arendal Tvedestrand delstrekning 1. Søknad om utslippstillatelse for midlertidig anleggsdrift. Søknad for Statens Vegvesen Region Sør.

Norge i bilder. 2021. Kartutsnitt. Statens vegvesen, Norsk institutt for bioøkonomi og Statens kartverk. <https://norgebilder.no/>.

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

NOU. 1983. Verneplan for vassdrag III. NOU (Norges offentlige utredninger) 1983:41.

Nålsund, P. & Padget, P. 1988. Pukkundersøkelser i Aust-Agder. NGU-rapport nr. 86.218.

Olsen, K.M. 2008. Rødlistede ferskvannsorganismer i Aust-Agder: Status 2008. BioFokus-Rapport 2008-7.

Oulasvirta, P. 2011. Distribution and status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in northern Fennoscandia. *Toxicological and Environmental Chemistry* 93: 1713-1730.

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.

Rognan, Y., Skrutvold, J., Roseth, R., Våge, K.Ø., Meland, M., Rolandsen, S., Hereid, S.W., Skautvedt, E., Roer, O., Aasestad, I., Fossøy, F., Majaneva, M. & Magerøy, J. 2021. E18 Tvedestrand - Gjerstad. Forundersøkelser av vannkjemi og biologi i vassdrag. NIBIO Rapport 7(1)2021.

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.

Saksgård, R. & Larsen, B.M. 2016. 7. Vegårvassdraget. 3. Fisk. S. 29-31 i: Miljødirektoratet. 2016. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2015. Miljødirektoratet Rapport M-582/2016.

Saksgård, R. & Larsen, B.M. 2019. 7. Vegårvassdraget. 3. Fisk. S. 40-42 i: Miljødirektoratet. 2019. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2018. Miljødirektoratet Rapport M-1566/2019.

Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T. & Pavels, H. 2011. 3. Fisk. S. 24-25 i: Weideborg, M. (red.). 2011. Vegårvassdraget. Direktoratet for naturforvaltning, 2011. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll i 2010. Sammendragsrapport. DN-Notat 3-2011.

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.

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.

Vann-Nett. 2021. Vann-Nett Portal er inngangsportalen til informasjon om vann i Norge. NVE, Oslo. <https://www.vann-nett.no/portal/>.

Vannmiljø. 2021. Vannmiljø. Registrering og analyse av tilstand i vann. Miljødirektoratet, Trondheim, Norge. <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.

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.

Wacker, S., Larsen, B.M., Karlsson, S. & Hindar, K. 2019. Host specificity drives genetic structure in a freshwater mussel. *Scientific Reports* 9: 10409.

Wacker, S., Larsen, B.M., Magerøy, J.H., Hagen, I.J., Kålås, S. & Karlsson, S. 2021. Genetisk struktur og variasjon i elvemusling i Norge. Betydning for bestandenes økologiske tilstand. NINA Rapport 1994. Norsk institutt for naturforskning.

Ziuganov, V., Zotin, A., Nezhlin, L. & Tretiakov, V. 1994. *The Freshwater Pearl Mussels and Their Relationships with Salmonid Fish*. VNIRO Publishing House, Moscow, Russia.

Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Samling/kartotek over opplysninger om elvemusling samlet av J. Økland og K. A. Økland. Universitetet i Oslo. Arkivert hos Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning.

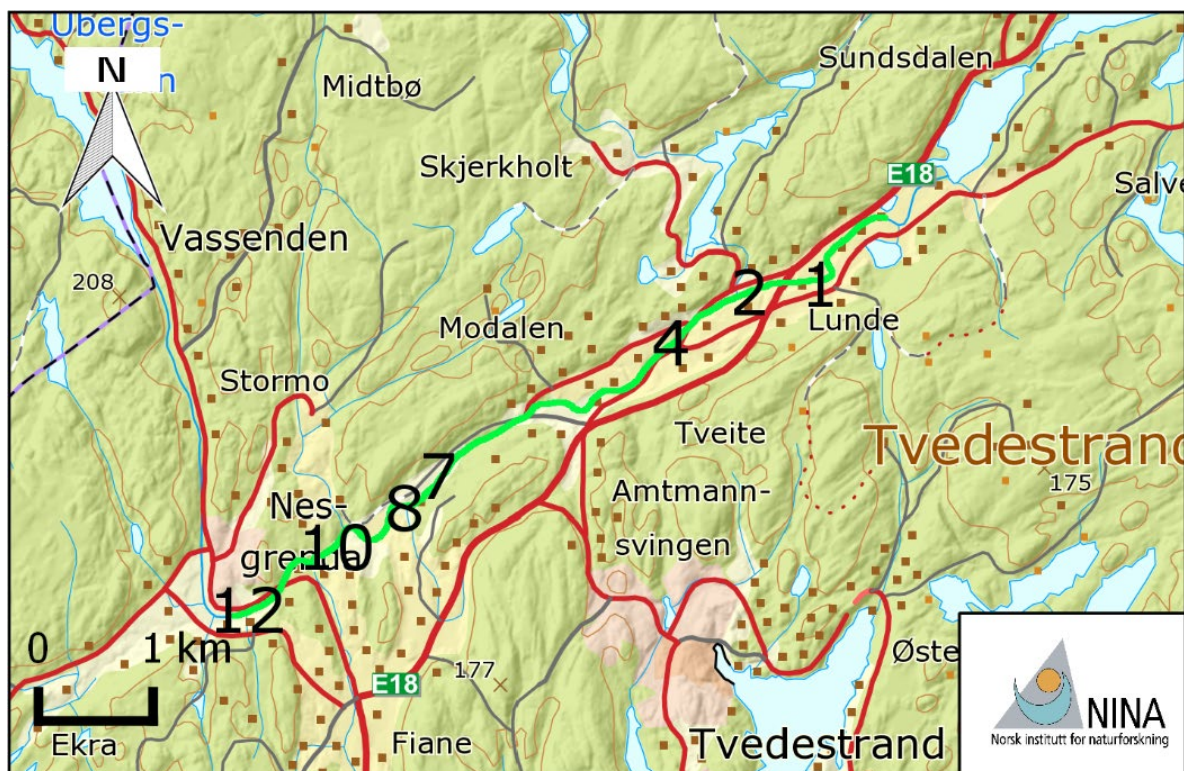
Österling, E.M. & Söderberg, H. 2015. Sea-trout habitat fragmentation affects threatened freshwater pearl mussel. *Biological Conservation* 186: 197-203.

8 Vedlegg

8.1 Redokspotensial i Storelva

Vedlegg 8.1 Tabell 1. Resultater av redoksmålinger i Storelva i 2017. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for elven. De øvre radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nederste radene viser prosentandel redokspotensial over 400 mV i de frie vannmassene, og prosentandel redokspotensial over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV i substratet. Prosentandel redokspotensial under 400 mV i de frie vannmassene var null for alle stasjoner og er ikke tatt med i tabellen. Tabellen er modifisert fra tabell 3 i *Magerøy (2017)*.

Parameter	Medium	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 4	Stasjon 7	Stasjon 8	Stasjon 10	Stasjon 12	Gj. snitt
Gjennomsnittlig redokspotensial (mV) (min-max)	FVM	592 (575-604)	616 (597-626)	621 (619-624)	627 (571-637)	619 (602-627)	624 (618-632)	623 (601-640)	622 (571-640)
	Substrat	384 (200-608)	560 (347-639)	481 (256-613)	551 (413-642)	440 (312-633)	615 (479-633)	567 (290-643)	525 (200-643)
% reduksjon	NA	35,2	9,1	23,0	12,1	29,0	1,4	9,0	15,5
% >400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100	100	100
	Substrat	50,0	87,5	81,2	100	62,5	100	87,4	81,1
% 300-400 mV	Substrat	12,5	12,5	12,5	0	37,5	0	6,3	11,7
% <300 mV	Substrat	37,5	0	6,3	0	0	0	6,3	7,2



Vedlegg 8.1 Figur 1. Redoksmålingsstasjoner i Storelva. Grønn linje markerer funn av elvemusling i elven (Larsen & Magerøy 2016b, Magerøy et al. 2020a). Tallene 1-12 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Disse stasjonene tilsvareer elvemuslingstasjonene i Larsen & Magerøy (2016b). Kartet er opprinnelig figur 10 i Magerøy (2017).

8.2 Redokspotensial i Lilleelv

Vedlegg 8.2 Tabell 1. Redokspotensial i Lilleelv i 2020. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og gjennomsnittet for elven. De to øverste radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for henholdsvis de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. De nederste radene viser prosentandel redokspotensial over 400 mV i de frie vannmassene, og prosentandel redokspotensial over 400, mellom 400 og 300, og under 300 mV i substratet. Prosentandel redokspotensial under 400 mV i de frie vannmassene var null for alle stasjoner og er ikke tatt med i tabellen. Se **figur 5** for lokalisering av stasjonene i kart og **tabell 5a** for nøyaktig lokalisering av stasjonene.

Parameter	Medium	Stasjon 1A	Stasjon 1B	Stasjon 2	Gj.snitt
Gjennomsnittlig redokspotensial (mV) (min-max)	FVM	593 (585-600)	592 (589-586)	592 (588-609)	592 (585-609)
	Substrat	558 (237-602)	297 (220-578)	304 (218-569)	374 (218-602)
% reduksjon	NA	6,0	49,8	48,7	36,8
% >400 mV	FVM	100	100	100	100
	Substrat	68,7	31,2	31,2	43,8
% 300-400 mV	Substrat	25,0	18,8	18,8	20,8
% <300 mV	Substrat	6,3	50,0	50,0	35,4

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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4672-9

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger