

2202

NINA Rapport

Tiltaksanalyse for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Lilleelv i Arendal

Marie-Pierre Gosselin
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 (*Margaritifera margaritifera*) i Lilleelv i Arendal

Marie-Pierre Gosselin
Jon Magerøy

Gosselin, M.-P. & Magerøy, J. H. 2023. Tiltaksanalyse for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Lilleelv i Arendal. NINA Rapport 2202. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, mars 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4997-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statsforvalteren i Agder

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

2021/536

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Per Ketil Omholt og Fredrik Gustavsen

FORSIDEBILDE

Lilleelv langs Rykeneveien © Marie-Pierre Gosselin/NINA

NØKKEWORD

Lilleelv – Arendal kommune – Agder – elvemusling – tiltak – habitat
– landbruk – vannkvalitet

KEY WORDS

Lilleelv – Arendal Municipality – Agder County – Norway –
freshwater pearl mussel – mitigation measures – habitat – land use
– water quality

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

Gosselin, M.-P. & Magerøy, J. H. 2023. Tiltaksanalyse for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Lilleelv i Arendal. NINA Rapport 2202. Norsk institutt for naturforskning

I Lilleelv finnes det en svært liten bestand av elvemusling, med sviktende rekruttering i de siste tiårene. I 2000 ble bestanden tatt inn i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling. Bestanden er nå begrenset til en strekning på ca. 2,7 km mellom Nedre Sagvann og Asdal, ovenfor utløpet i Nidelva. Det antas at det bare finnes mellom 100 og 200 muslinger i elva i 2021.

For å kunne vurdere aktuelle tiltak for elvemusling i Lilleelv, var det nødvendig å gjennomføre en tiltaksanalyse for vassdraget. I den forbindelse ble det gjennomført månedlige undersøkelser av vannkvaliteten i elva i 2021-2022. Disse viser at elva ikke har forsureningsproblemer i dag, med gjennomsnittsverdier for pH på over 6,6. Turbiditeten var høy i nedre del av utbredelsesområdet til muslingen, sammenlignet med strekningen ovenfor Stampfoss. Verdiene av totalt fosfor lå noe over referanseverdien for Lilleelv (elvetype R106) og var noe høyere i nedre enn øvre del av utbredelsesområdet til muslingen. Nitratverdiene indikerer at innholdet av totalt nitrogen lå langt over referanseverdiene og var mye høyere i nedre enn øvre del. Verdier for bl.a. turbiditet, konduktivitet og nitrat er høyere enn det som er definert som gode, egnete miljøforhold for elvemusling. Redokspotensialundersøkelser i 2021 viser at medianverdien i substratet i elva var 295 mV. Dette ligger langt under grensen for det som er nødvendig for å opprettholde rekruttering av elvemusling og verdien tilsvarer dårlig (på grensen til moderat) habitatkvalitet. Enkelte stasjoner hadde likevel lommer med god habitatkvalitet.

En befaring langs Lilleelv ble gjennomført den 27.-28. april 2022, fra utløpet i Nidelva til Assævannet med tilhørende nedbørfelt, for å vurdere miljøtilstand i området og menneskelig påvirkning på elvemusling. Det ble identifisert problemer tilknyttet avrenning av næringsstoffer og finsedimenter, både lokalt og diffust i nedbørfelt, på grunn av jordbruk, kommersielt skogbruk og lokal tømmerhogst. I tillegg var det tegn på lokal kjemisk forurensing tre steder: Mårvannsbekken, Bergtjennbekken og Lilleelv oppstrøms E18-brua.

I jordbruksområder bør kantvegetasjon bevares for å gi en buffersone mot avrenning av finpartikler og næringsstoffer til Lilleelv, fra bl.a. spredning av gjødsel. Buffersoner langs Lilleelv, der naturlig vegetasjon og skog bevares eller restaureres (med spesielt fokus på trær), vil bidra til å stabilisere elvebredden og å minimere erosjon. Slike buffersoner bør etableres i kommersielle skogbruksområder, slik at jord fra disse områdene ikke renner inn i elva, sidebekker eller innsjøer i nedbørfeltet. Aktiviteter tilknyttet anlegg for veg og anlegg i nedbørfeltet, spesielt i nærheten av vannforekomster, bør sikres, slik at forurenset vann renses og forurensete sedimenter holdes tilbake. Kilder til kjemisk forurensing i sidebekker bør undersøkes, og renseinstallasjoner for å unngå forurenset utslipp i vassdraget bør etableres der det er nødvendig.

Vannkvalitetsovervåking i Lilleelv bør gjennomføres på en mer kontinuerlig måte, med f.eks. multisensorer plassert på strekningen der det finnes elvemusling. En slik overvåking bør settes i gang og inkludere parameterne som er kritiske for arten.

Det er også viktig å opprettholde vannføringen i Lilleelv, for å hindre uttørking og andre negative effekter på elvemusling pga. en reduksjon i denne. Derfor må vannuttak i vassdraget begrenses.

Undersøkelser av ørretbestanden i Lilleelv er viktig, for å vurdere om tilgangen til vertsfisk for elvemusling har endret seg i forbindelse med byggingen av fisketrappa i nedre del av vassdraget. Manglende vertsfisk kan være et hinder for rekrutteringen hos muslingen, og tiltak for å øke fisketettheten kan være nødvendig.

Marie-Pierre Gosselin; NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim;
marie-pierre.gosselin@nina.no
Jon Hamner Magerøy; Sognsveien 68, 0855 Oslo; jon.mageroy@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	8
3 Aktuelle vannmiljøforhold	9
3.1 Vannkvalitet.....	9
3.2 Redokspotensial.....	12
3.3 Fisk.....	15
4 Vurdering av menneskelig påvirkning på vassdraget	17
4.1 Fra utløpet i Nidelva til utløpet av Nedre Sagvann (strekning med elvemusling).....	17
4.2 Område rundt Nedre, Midtre og Øvre Sagvann.....	25
4.3 Mellom Øvre Sagvann og Assævannet.....	26
4.4 Området rundt Assævannet.....	32
5 Oppsummering av miljøforhold	36
5.1 Vannkvalitet.....	36
5.2 Redokspotensial.....	36
5.3 Tetthetsdata om fisk.....	37
5.4 Påvirkninger.....	37
5.4.1 Kanalisering.....	37
5.4.2 Diffus avrenning og punktavrenning fra jordbruk.....	37
5.4.3 Tømmerhogst.....	38
5.4.4 Kantsoner.....	38
6 Forslag til videre undersøkelser og tiltak	40
6.1 Bevaring og restaurering av kantsoner.....	40
6.2 Undersøkelser av fiskesamfunnet og potensielle tiltak.....	41
6.3 Vannkvalitetstiltak og videre undersøkelser.....	41
6.4 Begrensning av vannuttak.....	42
6.5 Informasjon og kommunikasjon.....	42
7 Referanser	43

Forord

I Lilleelv finnes det en svært liten bestand av elvemusling, med sviktende rekruttering i de siste tiårene. Dette er spesielt uheldig, siden muslingen har forsvunnet fra over 80 % av de historisk kjente lokalitetene i Agder. Dermed er det viktig at trusler mot muslingen i Lilleelv identifiseres og at tiltak for å redusere disse truslene planlegges og gjennomføres. Disse tiltakene bør fokusere på å ta vare på muslingen, men også vertsfisken ørret, i elva.

For å gjennomføre en tiltaksanalyse i Lilleelv, søkte NINA om tiltaksmidler for truede arter fra Miljødirektoratet, gjennom Statsforvalteren i Agder. Det ble gitt tilskudd både fra tiltaksmidlene og direkte fra Statsforvalteren i Agder, gjennom kalkingsbudsjettet for Arendalsvassdraget. Målet med tiltaksanalysen var å komplettere forslag til tiltak i Handlingsplanen for elvemusling i Agder. Disse forslagene er relativt generelle. Dermed fokuserer tiltaksanalysen i denne rapporten på fysiske tiltak, på et mer detaljert nivå. I tillegg oppdateres de tidligere forslagene til tiltak basert på nye data om vannkvalitet, eksisterende data om redokspotensial (et mål på habitatkvalitet for ung elvemusling) og tettheten av vertsfisk i Lilleelv.

29.03.2023, Jon H. Magerøy

1 Innledning

Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) er en art som har gått drastisk tilbake i mesteparten av sitt utbredelsesområde, på begge sider av det nordlige Atlanterhavet, inkludert i store deler av Europa (Geist 2010, Jakobsen & Jakobsen 2018, Larsen 2017, Lopes-Lima et al. 2017). Dette har ført til at arten er kategorisert på IUCNs rødliste som sterkt truet (Moorkens 2011). Denne utviklingen har ikke vært like dramatisk i Norge, og vi har sannsynligvis om lag en tredel av de gjenværende bestandene i Europa. Likevel er også trenden i Norge negativ. Tilbakegangen har vært stor i enkelte områder og muslingen har dødd ut i flere vassdrag (ca. 25 % av de historisk kjente lokalitetene). I tillegg ser det ut til at rekrutteringen er for lav til å opprettholde bestanden ved ca. halvparten av de gjenværende lokalitetene (Larsen & Magerøy 2019). Dette har ført til at elvemuslingen er kategorisert som sårbar på den norske rødlisten både i 2010, 2015 og 2021 (Artsdatabanken 2021, Henriksen & Hilmo 2015, Kålås et al. 2010). Elvemusling er en ansvarsart for Norge, og vi har derfor et spesielt ansvar for å stoppe denne utviklingen og ta vare på de gjenværende bestandene. I den sammenheng er det utarbeidet en egen handlingsplan for elvemusling i Norge, den første i 2006 (Larsen 2005), og en ny og revidert utgave i 2018 for perioden 2019-2028 (Larsen 2018), der det er gitt forslag til tiltak for hvordan arten skal bevares.

Spesielt ille er situasjonen i Agder. Der finnes det sikre historiske opplysninger om 51 lokaliteter med elvemusling. I dag finnes arten bare på ni av de kjente lokalitetene: Hammerbekken i Aklandsvassdraget, Lilleelv ved Nes Verk og Storelva i Vegårvassdraget, Lilleelv i Nidelva/Arendalsvassdraget, Tovdalselva og Vassbotnbekken i Tovdalsvassdraget, Otra og Straibekken i Ot-ravassdraget, og Audna i Audnavassdraget. I tillegg er rekrutteringen for dårlige til å opprettholde muslingbestandene i flesteparten av disse vassdragene (Larsen & Magerøy 2019, Magerøy et al. 2020). Dessuten er forekomsten av elvemusling i Audna et resultat av flytting og utsetting av muslinger fra Ulsetelva i Møre- og Romsdal (Dolmen & Kleiven 1997, Kleiven & Dolmen 2008, Larsen & Magerøy 2016). I Storelva finnes det både en stedegen ørretmusling og en laksemusling som er introdusert fra Håelva på Jæren (Magerøy et al. 2020).

Elvemusling er kjent fra flere deler av Nidelva/Arendalsvassdraget, bl.a. via perlefiske, men skal være utryddet i alle delene av vassdraget utenom Lilleelv ved Asdal (Kleiven et al. 2013, Larsen & Magerøy 2019). I dette sidevassdraget fantes muslingen så høyt oppe som i Tveitelva ved Tveiten gård ovenfor Assævannet (N. Tveiten pers. med.), i flere av tilløpsbekkene til vannet (P. Bjormyr pers. med.) og i selve hovedelva (A. Tveite pers. med., alle videreformidlet av Larsen & Simonsen 2008). Dolmen & Kleiven (1997) har bestanden med i sin nasjonale oversikt, men antok at den også hadde dødd ut i løpet av 1990-tallet. At det fremdeles fantes levende musling i elva ble oppdaget i 1998 (Simonsen 1999, B.M. Larsen upubl. mat.). I 2000 ble bestanden tatt inn i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen & Simonsen 2001), bestanden ble undersøkt på nytt i 2006 (Larsen & Simonsen 2008) og 2021 (Magerøy & Larsen 2023). Undersøkelsene viser at bestanden nå er begrenset til en strekning på ca. 2,7 km mellom Nedre Sagvann og Asdal, ovenfor utløpet i Nidelva. I 2006 ble det estimert at det fantes i overkant av 100 individer i elva, noe som ikke var en merkbar endring fra 2000. Ett individ på 57 mm, som ble funnet i 2006, indikerte at det hadde vært nyrekruttering i vassdraget for ikke så alt for mange år siden. Nye undersøkelser i nedre del av utbredelsesområdet i 2009 fant ingen flere små individer (Kleiven et al. 2013). I 2021 ble bare et utvalg av overvåkingsstasjonene fra 2006 undersøkt. Ved de stasjonene som ble undersøkt, var tettheten halvert (fra 0,02 til 0,01 muslinger pr. m²). Denne nedgangen skyldes i hovedsak at det har blitt samlet inn 64 stammuslinger fra elva i 2017 og 2018 (Magerøy et al. 2019), og at nesten alle disse muslingene døde i kultiveringsanlegget (Magerøy et al. 2022) eller etter tilbakeføring til elva (Jon H. Magerøy, pers. obs.). Det antas at det finnes mellom 100 og 200 muslinger i elva i 2021, og at de tidligere estimatene var noe lave. I 2021 ble det heller ikke funnet tegn på rekruttering i elva. I Lilleelv er ørret vertsfisken for muslingen, og det ble funnet muslingslarver (glochidier) på ørreten i både 2000 og 2006 (Larsen & Simonsen 2001; 2008).

I handlingsplanen for elvemusling i Agder (Magerøy & Larsen 2018) blir aktuelle tiltak for Lilleelv gjennomgått. De foreslåtte tiltakene er relativt generelle, men det blir påpekt at begrensede

vannkjemidata fra 2000 til 2007 (Larsen & Simonsen 2008) tyder på at forsurening var et problem innenfor utbredelsesområdet til muslingen i elva i denne tidsperioden. Vannkjemidataene tyder også på at tilførselen av partikler og næringsstoffer er for stor i elva. Redoksmålinger i 2017 tyder på at denne tilførselen har ført til dårlig oksygeninnhold i substratet i elva og, dermed, dårlig habitatkvalitet for ungmuslinger (Magerøy 2017). I handlingsplanen påpekes det at nye vannkjemiske undersøkelser er nødvendige for å evaluere om forsurening og partikkel- og næringstilførsel fremdeles er et problem for muslingen i Lilleelv (Magerøy & Larsen 2018). Vi er ikke kjent med at det er foretatt grundigere vannkjemiske undersøkelser i elva (<http://vannmiljo.no>). Dermed er det viktig at slike undersøkelser gjennomføres, for å kunne vurdere nødvendige tiltak for muslingen i elva.

Ifølge handlingsplanen for elvemusling i Agder (Magerøy & Larsen 2018) er det nødvendig å gjennomføre en tiltaksanalyse for Lilleelv, for bedre å kunne vurdere de beste og mest aktuelle tiltakene for elvemusling i Lilleelv. Foreliggende rapport presenterer en slik tiltaksanalyse. Arbeidet har vurdert potensielle trusler mot muslingen, inkludert forsurening, avrenning og næringstilførsel, mangel på vertsfisk og fysiske påvirkninger på elva. Dette har lagt grunnlag for å foreslå aktuelle kompenserende tiltak for å bedre forholdene ikke bare for muslingen, men også for vertsfisken (ørret).

2 Områdebeskrivelse



Figur 1. Nedbørfelt til Lilleelv (hentet fra NVE NEVINA; <http://nevina.nve.no/>).

Lilleelv (vassdragsnr. 019.A1Z) utgjør et sidevassdrag til Arendalsvassdraget/Nidelva (vassdragsnr. 019.Z) i Agder (tidligere Aust-Agder) fylke (**figur 1**). Arealet på nedbørfeltet er ca. 40 km². Elva renner sørover i grensetraktene mellom Froland og Arendal kommuner, og så inn i sistnevnte. Den starter ved Ripåsen i Froland kommune. Derfra renner den ned gjennom Seljestølvatnet (88 moh.), Jovatnet (88 moh.) og inn i Arendal kommune ovenfor Lonene. Derfra fortsetter den sørvestover, gjennom Lindåstjern (66 moh.) og ned til Assævannet (38 moh.). Denne delen av vassdraget heter Tveitelva. I Assævannet kommer tre av de større sidebekkene inn. Fra dette vannet fortsetter selve Lilleelv sørover gjennom Bråstad tjenn (36 moh.), og Øvre, Midtre og Nedre Sagvann (34 moh.). Derfra fortsetter elva ned til utløpet i Nidelva ved Asdal. Vassdraget har årlig middelvannføring på 24,7 l/s/km². Alminnelig lavvannføring er beregnet til 0,8 l/s/km² (<http://nevina.nve.no/>).

Lilleelv mellom Nedre Sagvann og utløpet i Nidelva er ca. 3 km lang. Elva varierer mellom stilleflytende partier, stryk og en foss i midtre deler (Stampefoss) av utbredelsesområdet til elvemuslingen og har i tillegg et par fosser ned mot Nidelva. Landskapet er småkupert skogsterreng, med landbruk i midtre deler og mye bebyggelse ned mot utløpet. I nedbørfeltet dekker skog 86 % av arealet. Det finnes ikke noe snauffjell (Hmax 204 moh.), og innsjøer og myr dekker henholdsvis 5 og 1 %. Det er lite dyrket mark (4 %) og urban bebyggelse (1 %). Gjennomsnittlig årsnedbør er 1236 mm, fordelt på 500 mm om sommeren og 736 mm om vinteren (<http://nevina.nve.no/>). Berggrunnen består i hovedsak av gneis og granitt, men med noe innslag av amfibolitt (<http://geo.ngu.no/>). Lilleelvvassdraget er sterkt preget av fløtingshistorikk, med forbygninger, kanalisering og senkning (Marie-Pierre Gosselin og Jon H. Magerøy, pers. obs.).

3 Aktuelle vannmiljøforhold

3.1 Vannkvalitet

Lilleelv hører til økoregionen Sørlandet og har et middels stort nedbørfelt lokalisert i lavlandet (<200 moh.). Elva karakteriseres som kalkfattig og humøs, selv om verdiene for totalt organisk karbon ligger rett over grensen mellom klar og humøs, i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann. Basert på denne klassifiseringen hører den inn under elvetype R106 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

I forbindelse med denne tiltaksanalysen er det gjennomført månedlige undersøkelser av vannkvaliteten i Lilleelv i 2021-2022 (**tabell 1**). Det har også blitt tatt enkelte målinger i 2018 og 2019 ved utløpet av Assævannet og ved utløpet av Lilleelv i Nidelva (**tabell 2**) (<http://vannmiljo.no>). Tidligere ble det også tatt en del målinger i 2000-2007 (**tabell 3**) (Larsen & Simonsen 2008) og 1998-1999 (**tabell 4**) (<http://vannmiljo.no>).

Lilleelv har ingen forsuringsproblemer i dag, med gjennomsnittsverdier av pH på over 6,6 i undersøkelsene i 2018-2022 (**tabell 1 og 2**). Det ser ut til å ha vært en viss økning i pH fra målingene i 1998-2007, da gjennomsnittsverdiene lå i overkant av 6,4 (**tabell 3 og 4**). Kalkinnholdet har også økt, fra en gjennomsnittsverdi på 2,59 i 2000-2007 til verdier over 3,1 i 2021-2022, men det er fortsatt moderat lavt.

Tabell 1. Vannkvaliteten i Lilleelv i 2021-2022 ovenfor Stampefoss (stasjon 6) og ovenfor Rykeneveienbrua (stasjon 11), angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, totalt karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l), nitrat (NO₃, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), jern (Fe, µg/l) og sink (Zn, µg/l). Se figur 2, for lokalisering av stasjonene.

Stasjon	Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l	Fe µg/l	Zn µg/l
6	22.06.2021	0,72	39	4,4	6,7	6,3	2,9	190	9	190	4
	19.07.2021	0,80	35	4,6	6,6	5,1	3,0	25	12	260	4
	18.08.2021	0,65	36	4,5	7,0	6,2	3,2	38	10	170	2
	13.09.2021	0,55	30	4,8	6,7	6,0	3,4	45	15	190	3
	06.10.2021	1,17	46	4,9	6,4	8,0	3,1	260	17	270	6
	04.11.2021	1,09	47	5,2	6,7	7,4	3,5	120	13	230	7
	07.12.2021	0,79	49	4,8	6,5	6,5	3,2	320	10	280	13
	12.01.2022	0,71	51	5,4	6,4	6,5	3,4	390	16	250	11
	08.02.2022	0,78	51	5,1	6,6	6,4	3,1	390	10	210	7
	07.03.2022	0,80	51	4,6	6,4	6,3	2,5	400	11	180	7
	05.04.2022	0,63	45	4,8	6,8	5,7	3,0	360	8	210	7
<i>Gj.snitt</i>	<i>0,79</i>	<i>44</i>	<i>4,9</i>	<i>6,6</i>	<i>6,4</i>	<i>3,1</i>	<i>231</i>	<i>12</i>	<i>222</i>	<i>6</i>	
11	22.06.2021	1,20	40	5,4	6,8	5,6	3,3	280	17	200	4
	19.07.2021	3,81	34	5,9	6,8	4,9	4,2	200	15	350	4
	18.08.2021	5,14	36	5,5	7,2	6,0	3,5	130	18	250	3
	13.09.2021	2,09	32	10,8	7,3	7,2	7,0	260	210	390	6
	06.10.2021	1,83	47	5,2	6,5	7,8	3,7	300	16	290	8
	04.11.2021	1,33	47	5,4	6,7	7,7	3,6	340	13	220	10
	07.12.2021	1,33	47	5,4	6,6	6,5	3,5	350	13	330	12
	12.01.2022	1,00	46	8,7	6,6	5,9	5,5	510	19	230	11
	08.02.2022	0,87	50	5,9	6,8	6,5	3,5	410	15	230	9
	07.03.2022	0,83	50	5,0	6,5	6,3	2,8	420	8	180	8
	05.04.2022	0,76	44	5,0	6,8	5,6	3,3	360	9	210	6
<i>Gj.snitt</i>	<i>1,8</i>	<i>43</i>	<i>6,2</i>	<i>6,8</i>	<i>6,4</i>	<i>4,0</i>	<i>324</i>	<i>15*</i>	<i>262</i>	<i>7</i>	

*Medianverdi ble brukt pga. den svært høye verdien 13.09.2021.

Turbiditeten i Lilleelv var høy i nedre del av utbredelsesområdet til elvemuslingen i 2021-2022 (stasjon 11: 1,8 FTU), sammenlignet med ovenfor Stampefoss (stasjon 6: 0,79 FTU) (**tabell 1**). Det har vært en viss økning sammenlignet med målingene i 1998-1999 (**tabell 4**) i både nedre og øvre del. Målingene i 2000-2007 (**tabell 3**) lå høyere enn målingene i øvre del, men lavere enn målingene i nedre del, i 2021-2022. Målestasjonen lå noe nedstrøms stasjon 6. Fargetallet har gått noe ned sammenlignet med målingene i 1998-1999, men har holdt seg stabilt sammenlignet med målingene i 2000-2007. Totalt organisk karbon har holdt seg ganske stabilt i hele perioden. Jern- og sinkinnholdet var moderat i 2021-2022. Målingene fra 2018-2019 viser en dobling av turbiditeten mellom utløpet av Assævannet, et godt stykke ovenfor utbredelsesområdet til muslingen, og utløpet av Lilleelv i Nidelva (**tabell 2**). Det var ingen endring i fargetallet.

Referanseverdiene for totalt fosfor og totalt nitrogen for elvetyperen R106 er henholdsvis 9 og 175 µg/l (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). I 2018-2022 lå verdiene av totalt fosfor noe over dette i Lilleelv og var noe høyere i nedre enn i øvre del av utbredelsesområdet til elvemus-

Tabell 2. Vannkvaliteten i Lilleelv i 2018-2019 ved utløpet av Assævannet og ved utløpet av elva i Nidelva, angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, totalt nitrogen (Tot-N, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l) og koliforme bakterier (KB, #/100 ml). Se figur 2 og 22, for lokalisering av prøvetakingsområdene. Fra <http://vannmiljo.no>.

Lokalitet	Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	KB #/100 ml
Utløpet av Assævannet	22.11.2018	0,58	42	5,1	6,5	550	6	43
	13.05.2019	0,68	41	4,8	6,5	480	11	43
	Gj.snitt	0,63	42	5,0	6,5	515	9	43
Utløpet av Lilleelv i Nidelva	22.11.2018	1,14	43	6,2	7,2	720	15	200
	13.05.2019	1,20	42	5,4	6,7	600	15	201
	Gj.snitt	1,17	43	5,8	7,0	660	15	201

Tabell 3. Vannkvaliteten i Lilleelv i 2000-2007 ved Stampefoss, angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, kalsium (Ca, mg/l), nitrat (NO₃, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), alkalitet (Alk, µekv/l), natrium (Na, mg/l), klorid (Cl, mg/l), totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al, µg/l) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al, µg/l). Se figur 2, for lokalisering av prøvetakingsområdet. Tabellen er modifisert fra tabell 1 i NINA Rapport 417 (Larsen & Simonsen 2008).

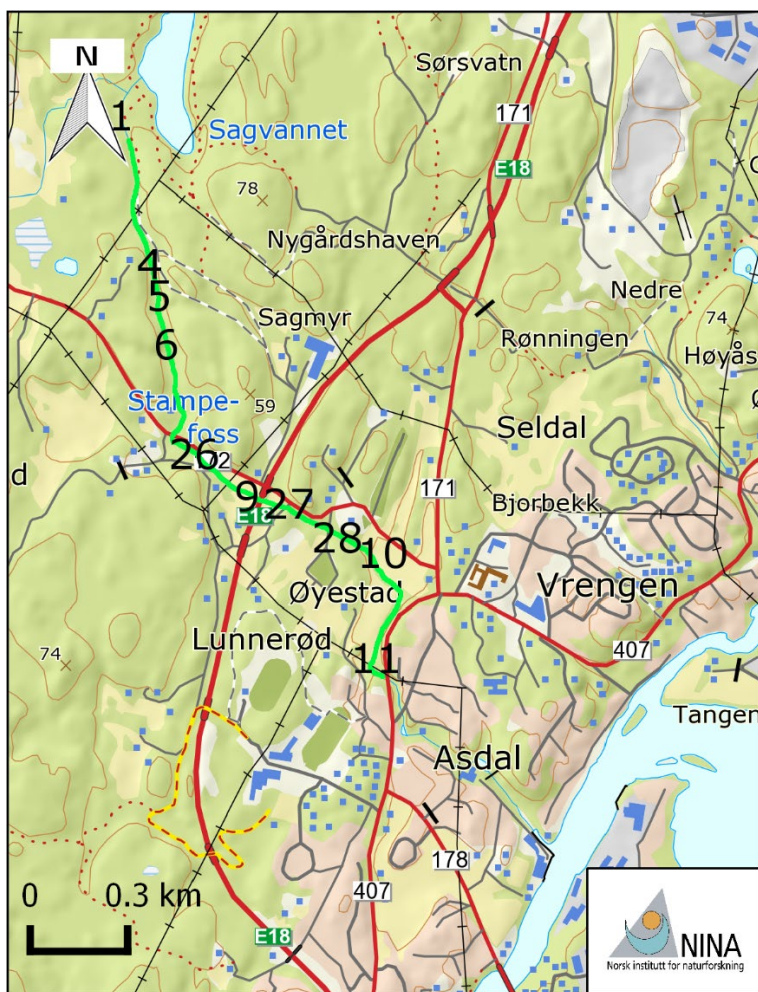
Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	Ca mg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l	Alk µekv/l	Na mg/l	Cl mg/l	Tr-Al µg/l	Um-Al µg/l
10.05.00	1,30	35	4,56	6,61	2,73	315	1,9	68	3,87	7,48	119	7
08.08.00	0,61	33	4,42	6,52	2,85	82	4,1	96	3,79	6,94	65	2
27.09.00	1,75	35	4,48	6,42	2,87	196	4,8	78	3,80	7,03	104	3
16.03.01	1,26	41	4,08	6,22	2,30	421	3,8	47	3,85	5,25	199	8
06.06.01	1,73	30	3,87	6,57	2,41	199	4,8	64	3,34	5,51	106	0
15.08.01	1,06	32	3,96	6,62	2,42	137	6,3	77	3,73	5,70	108	0
05.08.02	0,59	50	3,75	6,43	2,63	167	4,5	93	3,29	4,81	115	3
08.08.03	0,78	33	3,60	6,55	2,39	60	4,0	101	3,43	4,61	66	0
05.08.04	0,63	31	3,90	6,67	2,38	86	3,1	94	3,07	4,89	70	2
06.08.05	0,88	31	4,71	6,54	3,04	160	3,7	90	4,07	6,76	85	0
01.08.06	1,00	34	4,30	6,66	2,88	110	7,9	101	3,94	5,69	83	1
23.10.06	0,76	74	4,10	6,38	2,60	200	5,6	77	3,52	4,86	214	10
27.12.06	0,58	56	4,30	6,31	2,57	250	3,0	62	3,61	6,26	202	23
10.03.07	1,10	44	4,70	6,13	2,25	400	3,8	40	4,13	7,69	204	9
Gj.snitt	1,00	40	4,19	6,47	2,59	199	4,4	78	3,67	5,96	124	5

lingen (**tabell 1 og 2**). Det samme ble observert i 1998-1999 (**tabell 4**), mens verdiene av totalt fosfor var noe lavere i perioden 2000-2007 (**tabell 3**). Verdiene av totalt nitrogen (bare målt i 2018-2019) lå imidlertid langt over referanseverdiene. Det er bare målt nitrat i de andre årene. Disse verdiene vil være lavere enn for totalt nitrogen og er en dårligere indikator for økologisk tilstand, men verdiene av nitrat alene lå i de fleste tilfellene over referanseverdiene angitt for totalt nitrogen. Nitratverdiene har økt fra 1998-1999 og fram til de siste målingene, spesielt i nedre del. Ledningsevnen var moderat høy i øvre del og moderat i nedre del i 2021-2022. Det ser også ut til at ledningsevnen har gått opp sammenlignet med målingene i 1998-2007, spesielt i nedre del sammenlignet med 1998-1999. Målingene fra 2018-2019 viser en økning i verdiene av totalt fosfor og totalt nitrogen mellom utløpet av Assævannet, et godt stykke ovenfor utbredelsesområdet til muslingen, og utløpet av Lilleelv i Nidelva (**tabell 2**). Fosforverdiene doblet seg nesten, mens nitrogenverdiene økte med ca. én firedel.

Innholdet av koliforme bakterier (KB) er bare målt to ganger i de senere år (2018 og 2019) (**tabell 2**). Disse målingene tilsier god tilstand ved utløpet av Assævannet (43 KB pr. 100 ml) og i grenseland mellom mindre god og dårlig tilstand ved utløpet i Nidelva (201 KB pr. 100 ml) (Andersen et al. 1997). I 1998 og 1999 ble det gjennomført flere målinger (**tabell 4**), og de tilsier at det var mindre god tilstand både ved utløpet av Nedre Sagvann (139 KB pr. 100 ml) og ved Asdal (174 KB pr. 100 ml). Målingene tilsier likevel en økning i koliforme bakterier nedover i elven. Dette kan tyde på tilførsel av kloakk og/eller avrenning av husdyrgjødsel.

Tabell 4. Vannkvaliteten i Lilleelv i 1998-1999 ved utløpet av Nedre Sagvann og Asdal, angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, totalt karbon (TOC, mg/l), nitrat (NO₃, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l) og termotolerante koliforme bakterier (TKB, #/100 ml). Se figur 2, for lokalisering av prøvetakingsområdene. Fra <http://vannmiljo.no>.

Stasjon	Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	NO ₃ µg/l	Tot-P µg/l	TKB #/100 ml
Nedre Sagvann	15.06.1998	0,71	38,2	4,23	6,56	6,1	180	8	20
	15.07.1998	0,84	54,1	3,94	6,50	7,6	170	10	105
	20.08.1998	0,60	50,3	4,22	6,67	6,9	144	9	25
	17.09.1998	0,34	48,6	4,32	6,65	6,3	175	9	34
	21.10.1998	0,68	49,9	4,50	6,38	6,2	270	11	180
	15.06.1999	0,49	40,3	3,99	6,35	5,3	240	8	30
	21.07.1999	1,50	51,0	4,25	6,62	6,5	260	20	300
	18.08.1999	0,59	55,2	4,14	6,55	6,4	220	15	520
	27.09.1999	0,72	59,3	3,89	6,27	7,2	195	12	155
	03.11.1999	0,55	60,4	3,89	6,30	7,4	260	9	20
	<i>Gj.snitt</i>		<i>0,70</i>	<i>51,9</i>	<i>4,14</i>	<i>6,49</i>	<i>6,6</i>	<i>211</i>	<i>11</i>
Asdal	15.06.1998	1,10	38,0	4,59	6,71	6,0	185	8	15
	15.07.1998	1,40	57,8	4,67	6,65	8,1	240	13	130
	20.08.1998	1,30	51,5	5,40	6,90	7,1	265	12	230
	17.09.1998	0,59	49,5	4,81	6,78	6,4	220	11	75
	21.10.1998	3,10	47,4	5,20	6,49	6,0	330	20	150
	15.06.1999	0,63	40,7	4,24	6,50	5,3	255	10	34
	21.07.1999	2,60	56,2	4,82	6,76	6,3	260	19	300
	18.08.1999	0,82	56,9	4,41	6,68	6,5	195	14	600
	27.09.1999	1,20	60,8	4,12	6,38	7,3	215	14	150
	03.11.1999	1,40	62,7	4,16	6,46	7,1	280	10	54
	<i>Gj.snitt</i>		<i>1,41</i>	<i>52,2</i>	<i>4,64</i>	<i>6,63</i>	<i>6,6</i>	<i>245</i>	<i>13</i>



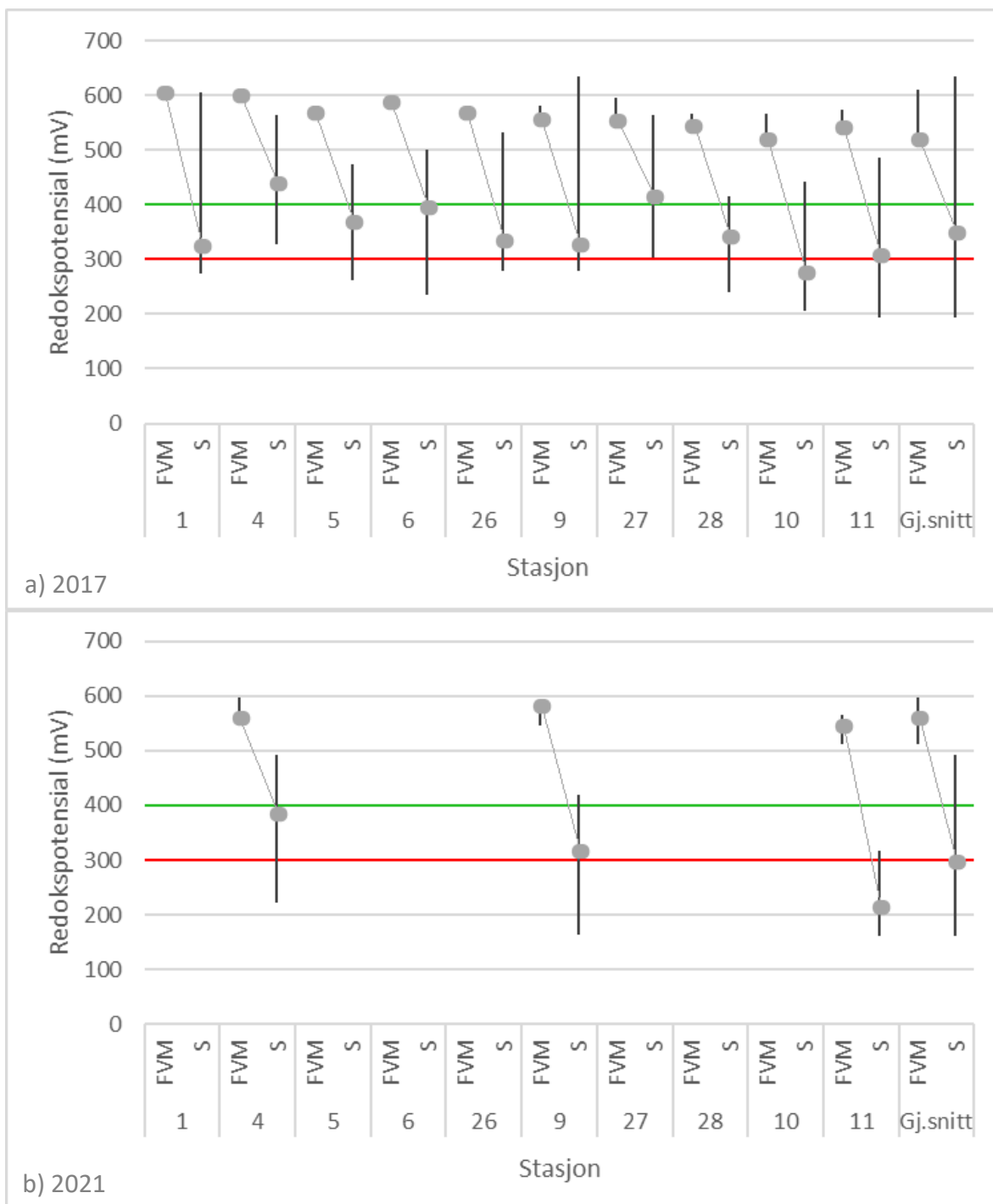
Figur 2. Redoksmålingsstasjoner i Lilleelv i 2017 og 2021. Grønn linje markerer funn av elvemusling (Larsen & Simonsen 2001). Tallene 1-28 indikerer lokalisering av redoksmålingsstasjonene. Stasjon 4, 9 og 11 ble undersøkt begge år, mens de resterende stasjonene kun ble undersøkt i 2017. Stasjonene, med unntak av 26-28, tilsvarende stasjonene i overvåkingsprogrammet for elvemusling (Larsen & Simonsen 2001; 2008). Kartet dekker strekningen fra Nedre Sagvann til utløpet i Nidelva. Kartet er opprinnelig figur 6 i NINA Rapport 1419 (Magerøy 2017).

3.2 Redokspotensial

Redokspotensial har blitt undersøkt i Lilleelv i 2017 (11 stasjoner; Magerøy 2017) og 2021 (tre stasjoner; Magerøy & Larsen 2023) (**figur 2**).

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Lilleelv i 2017 var 347 mV. Dette ligger noe under grensen for de minimumsnivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007), og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i median redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 39,4 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for ungmuslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en relativt liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (32,5 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Samlet sett vurderes habitatkvaliteten som moderat.

Sammenligning mellom de enkelte stasjonene i Lilleelv i 2017 viser et bilde som er noe mer nyansert (**figur 3a**, **tabell 5** og **6**). Seks av stasjonene hadde svært lavt eller lavt median redokspotensial (274-339 mV), en svært stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (39,2-50,2 %), og det var en liten eller svært liten del substrat som var av god habitatkvalitet for ung elvemusling (16,7-25,0 %). Situasjonen var noe bedre ved stasjon 5 og 6. Disse to stasjonene hadde noe høyere redokspotensial i substratet (henholdsvis 367 og 393 mV), noe lavere reduksjon i redokspotensial (henholdsvis 35,3 og 32,8 %) og en del substrat med god habitatkvalitet (henholdsvis 41,7 og 50,0 %). Dette tilsvarer moderat habitatkvalitet. Stasjon 4 og 27 hadde de beste forholdene i elva. De hadde høyt redokspotensial i substratet (henholdsvis



Figur 3. Resultater av redoksmålinger i Lilleelva i 2017 og 2021. **(a)** 2017. **(b)** 2021. Stasjon 4, 9 og 11 ble undersøkt begge år, mens alle de andre stasjonene ble kun undersøkt i 2017. Figuren viser median, maksimum og minimum redokspotensial for de frie vannmassene (FVM) og substratet (S) for hver av stasjonene 1-11 (inkludert 26-28) og for elva som helhet. 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 i 2017 og 2021, se henholdsvis tabell 5, 6 og 7. Figur 2a er modifisert fra figur 7 i NINA Rapport 1419 (Magerøy 2017).

438 og 414 mV) og en god del substrat med god habitatkvalitet (begge 58,3%), men reduksjonen i redokspotensial var stor (henholdsvis 27,0 og 29,1 %). Likevel tilsvarer dette god habitatkvalitet. Det er verdt å merke seg at tre av de fire stasjonene med best forhold (4-6), ligger i øvre del av utbredelsesområdet til muslingen. I nedre del av elva skiller stasjon 27 seg positivt ut fra de andre stasjonene, uten at det er noen åpenbar årsak til det (Jon H. Magerøy, pers. obs.).

Medianverdien for redokspotensialet i substratet i Lilleelv i 2021 var 295 mV. Dette ligger langt under grensen for de minimumsnivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007), og verdien tilsier moderat til dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 47,2 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for ungmuslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en svært liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (17,8 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Samlet sett vurderes habitatkvaliteten som dårlig.

Sammenligning mellom de enkelte stasjonene i Lilleelv i 2021, viser et bilde som er noe mer nyansert (**figur 3b, tabell 7**). Stasjon 11 hadde svært lavt redokspotensial (211 mV), svært stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (61,1 %), og det var ikke noe av substratet som var av god habitatkvalitet for ung elvemusling. Situasjonen ved stasjon 9 var bedre, men ikke god. Den hadde lavt redokspotensial (314 mV), stor reduksjon i redokspotensial mellom vannmassene og substratet (45,9 %), og svært lite substrat som var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (13,3 %). Stasjon 4 hadde et relativt høyt redokspotensial (383 mV) og en del substrat som var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (40,0 %), men reduksjonen i redokspotensial mellom vannmassene og substratet var stor (31,5 %). Dette tilsvarer moderat habitatkvalitet. Også i 2021 ser det ut til at forholdene var bedre jo lenger opp i elva man kom.

Tabell 5. Redokspotensial for stasjon 1, 4-6 og 26 i Lilleelv i 2017. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og for elva som helhet. 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 2 for lokalisering av stasjonene. Tabellen er modifisert fra tabell 2 i NINA Rapport 1419 (Magerøy 2017).

Parameter	Medium	Stasjon 1	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6	Stasjon 26	Hele Lilleelv
Mediant redokspotensial (mV) (min-max)	FVM	603 (595-610)	599 (585-610)	567 (559-577)	585 (580-591)	566 (556-571)	572 (517-610)
	Substrat	323 (275-605)	438 (327-563)	367 (261-473)	393 (234-500)	332 (280-533)	347 (194-634)
% reduksjon	NA	46,4	27,0	35,3	32,8	41,4	39,4
% >400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	16,7	58,3	41,7	50,0	25,0	32,5
% 300-400 mV	Substrat	58,3	41,7	50,0	33,3	66,7	44,2
% <300 mV	Substrat	25,0	0	8,3	16,7	8,3	23,3

Når man kun sammenligner de stasjonene i Lilleelv som ble undersøkt begge år, var habitatkvaliteten vesentlig dårligere i 2021 enn 2017. Om dette skyldes en forverring av habitatkvaliteten over tid eller forskjeller i miljøforholdene mellom måleperiodene, er vanskelig å avgjøre (se diskusjon i Magerøy 2022). Funnene til Magerøy (2022) tyder likevel på at miljøforholdene for elvemusling var bedre i 2017 enn 2021 på Østlandet, og dette kan også ha vært tilfellet på Sørlandet.

3.3 Fisk

Lilleelv har i praksis vært et ikke-anadromt vassdrag i lengre tid, pga. et damanlegg nær utløpet i Nidelva (Larsen & Simonsen 2001). Ifølge NVE Atlas (<https://atlas.nve.no/>) ble demningen bygget i 1915. I 2018 ble det bygget en fisketrapp ved dammen, som gjør at anadrom fisk kan gå lenger opp i elva igjen (Kurt Johansen, AJFF, pers. med.). Sannsynlig vandringsstopp for anadrom fisk er nå Stampfoss. Før fisketrappa ble bygget, ble det påvist abbor, røye, sik, suter, trepigget stingsild, ørret og ål ovenfor denne (Larsen & Simonsen 2001; 2008, Simonsen 1995).

Tettheten av ørret ble undersøkt både i 2000 og 2006 (Larsen & Simonsen 2001; 2008). Gjennomsnittlig tetthet av ettårige ørretunger (1+) og eldre ørretunger ($\geq 2+$) i Lilleelv var henholdsvis 24 og 3 individ pr. 100 m² i mai 2000. Til sammenligning var tettheten av ørretyngel (0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$) henholdsvis 31 og 10 individ pr. 100 m² i august 2006. Da det ble fisket på litt forskjellige stasjoner og på forskjellig tid av året, kan ikke tallene sammenlignes direkte. Likevel ser det ikke ut til at bestanden av ørret har forandret seg nevneverdig fra 2000 til 2006.

Tabell 6. Redokspotensial for stasjon 9, 27-28 og 10-11 i Lilleelv i 2017. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og for elva som helhet. De to øverste radene viser median, maksimum og minimum redokspotensial (mV) for henholdsvis de frie vannmassene (FVM) og substratet. Deretter vises prosent reduksjon i median 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 2 for lokalisering av stasjonene. Tabellen er modifisert fra tabell 2 i NINA Rapport 1419 (Magerøy 2017).

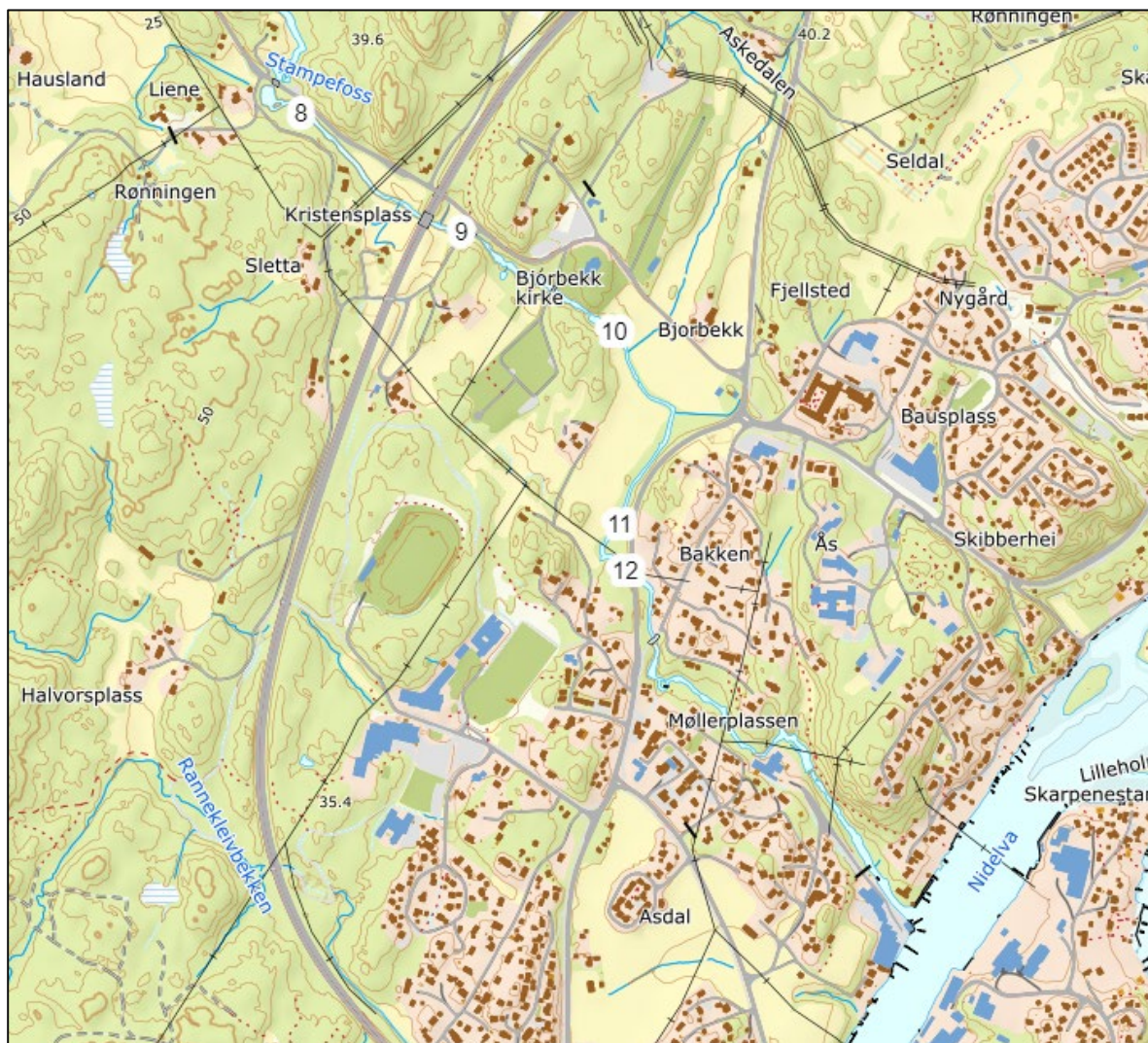
Parameter	Medium	Stasjon 9	Stasjon 27	Stasjon 28	Stasjon 10	Stasjon 11	Hele Lilleelv
Mediant redokspotensial (mV) (min-maks)	FVM	576 (555-582)	583 (551-595)	558 (542-566)	550 (517-566)	550 (539-574)	572 (517-610)
	Substrat	325 (278-634)	414 (304-564)	339 (241-415)	274 (206-442)	306 (194-487)	347 (194-634)
% reduksjon	NA	43,7	29,1	39,2	50,2	44,3	39,4
% >400 mV	FVM	100	100	100	100	100	100
	Substrat	16,7	58,3	16,7	16,7	25,0	32,5
% 300-400 mV	Substrat	50,0	41,7	58,3	16,7	25,0	44,2
% <300 mV	Substrat	33,3	0	25,0	66,7	50,0	23,3

Det er foreslått at tettheter på 5 ørretyngel (0+) eller 10-20 fisk av alle aldre pr. 100 m² er nødvendig for å opprettholde rekrutteringen i elvemuslingbestander (Söderberg et al. 2008, Ziuganov et al. 1994, Österling 2006). I tillegg er det vist en positiv sammenheng mellom produksjonen av ungmuslinger på fisken (pr. m² elvebunn eller totalt for en lokalitet) og tettheten av ungmuslinger, der den første variabelen er avhengig av tetthetene av voksne muslinger og vertsfisk (Hastie & Young 2003, Österling et al. 2008). I Lilleelv var tettheten av ørret vesentlig høyere enn de påkrevde tetthetene både i 2000 og 2006, men det er usikkert hvordan byggingen av fiske-trappa har påvirket tettheten av ørret i elva.

Tabell 7. Redokspotensial for stasjon 4, 9 og 11 i Lilleelv i 2021. Tabellen viser resultater for hver av stasjonene og for elva som helhet. 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 2 for lokalisering av stasjonene. Tabellen er basert på data fra NINA Rapport 2273 (Magerøy & Larsen 2023).

Parameter	Medium	Stasjon 4	Stasjon 9	Stasjon 11	Hele Lilleelv
Mediant redokspotensial (mV) (min-maks)	FVM	559 (546-597)	580 (546-587)	543 (513-565)	559 (513-597)
	Substrat	383 (221-492)	314 (164-420)	211 (160-316)	295 (160-492)
% reduksjon	NA	31,5	45,9	61,1	47,2
% >400 mV	FVM	100	100	100	100
	Substrat	40,0	13,3	0	17,8
% 300-400 mV	Substrat	26,7	46,7	6,7	26,7
% <300 mV	Substrat	33,3	40,0	93,3	55,5

4 Vurdering av menneskelig påvirkning på vassdraget

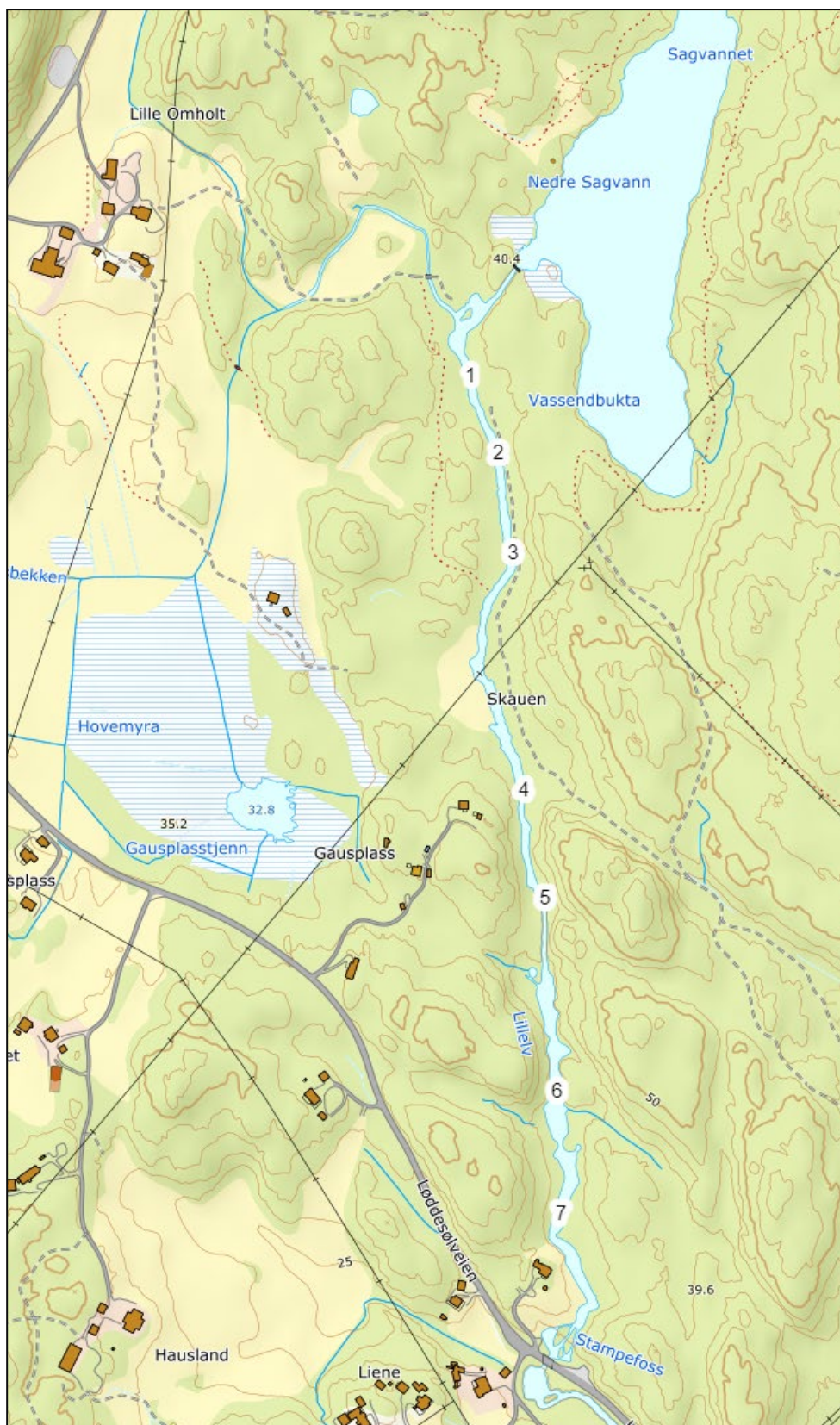


Figur 4a. Strekning mellom utløpet i Nidelva og Stampefoss. Tallene viser lokalisering av stasjoner for elvemuslingundersøkelser i forbindelse med det nasjonale overvåkningsprogrammet for arten (Larsen & Simonsen 2001; 2008).

En befaring langs Lilleelv ble gjennomført 27.-28. april 2022, fra utløpet i Nidelva opp til områdene rundt Assævannet. Områdene langs vassdraget ble undersøkt for å vurdere miljøtilstand og menneskelig påvirkning på elvemusling. Området som ble dekket under befaringen er ganske stort, slik at det er delt inn i flere delområder i dette kapittelet. Kart og bilder presenteres for å vise og illustrere observerte miljøbelastninger og mulig påvirkning disse kan ha på muslingen.

4.1 Fra utløpet i Nidelva til utløpet av Nedre Sagvann (strekning med elvemusling)

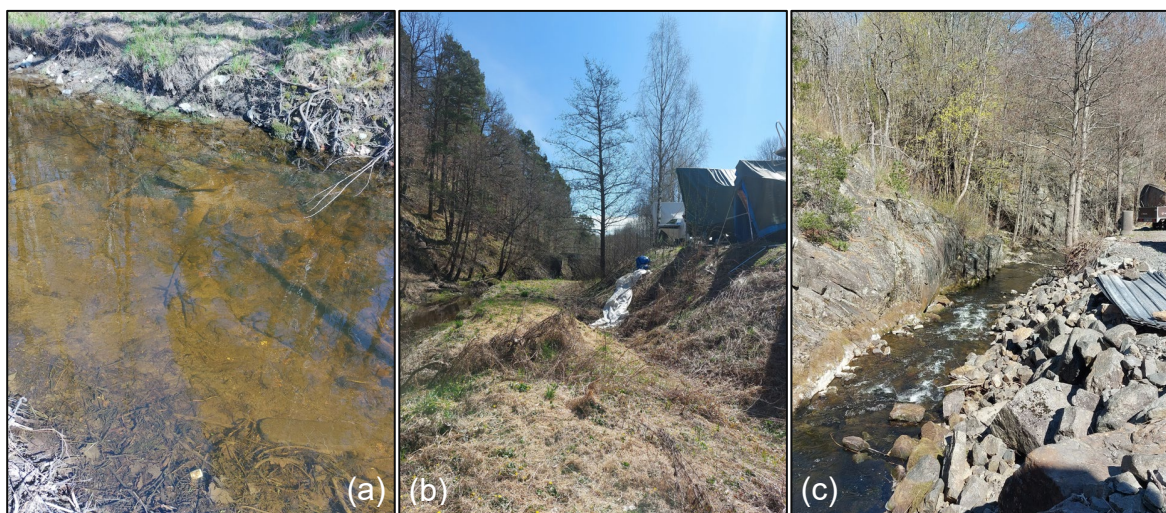
Delstrekningen mellom utløpet av Lilleelv i Nidelva og laksetrappa (**figur 4a**) er brakkvannspåvirket (**figur 5b**). Den er karakterisert av ganske høy turbiditet, og sikten er lav (bunnssubstratet er dominert av silt og leire; **figur 6a**). Områdene langs denne strekningen er karakterisert av boliger med tilhørende veier samt et båtbyggeri (**figur 5a** og **5b**).



Figur 4b. Elvestrekning mellom Stampefoss og utløpet av Nedre Sagvann. Tallene viser lokalisering av stasjoner for elvemuslingundersøkelser i forbindelse med det nasjonale overvåkingsprogrammet for arten (Larsen & Simonsen 2001; 2008).



Figur 5. Lilleelv fra utløpet til fisketrappa. (a) Utløpet i Nidelva. (b) Brakkvannspåvirket område. (c) Fisketrappa. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 6. Lilleelv oppstrøms fisketrappa. (a) Bunns substrat. (b) Kantsone ved båtbyggeriet. (c) Avfall fra båtbyggeriet på elvebredden. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Oppstrøms fisketrappa (**figur 5c**) ble det observert spor fra driften av båtbyggeriet langs Lilleelv, med risiko for forurensing som f.eks. lekkasje av olje og andre kjemiske stoffer (**figur 6b** og **6c**).



Figur 7. Lilleelv mellom båtbyggeriet og Rykeneveienbrua. (a) Elvebunn i området. (b, c) Kantsone. (d) Rør med direkte utløp i elva. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Mellom fisketrappa og Rykeneveienbrua renner Lilleelv gjennom et bebygd område med flere boliger. Kantsonen består hovedsakelig av gress (hager) og noen busker (**figur 7b** og **7c**). Det er få trær i kantsonen, og det er gjennomført hogst langs elvebredden. Manglende kantsoner med busker og trær bidrar til økt avrenning, og hogst av trær så nær elva øker risikoen for ytterligere avrenning av finsedimenter. Substratet ser likevel mer rent ut i denne delen av Lilleelv enn nedstrøms, med fin grus og småstein (**figur 7a**), noe som kan bidra til fint gytehabitat for fisk. Det finnes alger og akvatiske planter, noe som indikerer at området er ganske næringsrikt. I tillegg er det observert flere rør med direkte utløp i elva, men dette er sannsynligvis dreneringsrør (**figur 7d**). Morfologien til elva og elvebreddene ser mer naturlige ut enn nedstrøms, som f.eks. observert ved båtbyggeriet.

Fra Rykeneveienbrua opp til Stampesfoss er området langs Lilleelv dominert av jordbruk (**figur 8** og **9**). Unntaket er området rundt kirkegården, der elva renner gjennom noe skog. Det ble observert noe deponering av halm eller liknende på elvebredden (eksempel i **figur 8a**). Flere dreneringsgrøfter ble også påvist i området (**figur 9a** og **9b**). Oppstrøms brua til E18 ble det observert en veldig liten bekk/grøft, med oransje begroing som renner inn i elva. Dette kan være jernholdig vann som er oksidert eller et tegn på annen forurensning. Det er ukjent hvilken type forurensning det gjelder, og dette bør undersøkes. Det ble også påvist hogst flere steder langs elva og veldig ofte på selve elvebredden (f.eks. **figur 7b**).

Langs denne delen av Lilleelv ble det også observert spor etter beveraktivitet (**figur 8d**). Tidligere var det en beverdemning på strekningen langs Rykeneveien (Jon H. Magerøy, pers. obs.), men ved befaringen så det ut som at den hadde blitt fjernet (**figur 8e**).



Figur 8. Lilleelv oppstrøms Rykeneveienbrua og langs Rykeneveien. (a) Deponering av halm på elvekanten. (b) Jordbruksområde. (c) Lilleelv renner gjennom jordbruksområde. (d) Spor etter beveraktivitet. (e) Stedet der beverdammen tidligere sto. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Oppstrøms brua til E18 og opp til Stampefoss er området fortsatt dominert av jordbruk (**figur 10a**). Felling av trær ble også observert på elvebredden (**figur 10b** og **10f**). Samtidig ble det observert avrenning med mulig forurensing til Lilleelv (**figur 10c** og **10e**). Elvebunnen inneholder mye finpartikler og mye begroingsalger, noe som kan tyde på næringsrike forhold i elva (**figur 10d**).



Figur 9. Lilleelv mellom Rykeneveien og E18-brua. (a, b) Dreneringsgrøfter. (c) Elvestrekningen nedenfor kirkegården er ganske dyp og renner gjennom et jordbruksområde. (d, e) Mellom kirkegården og E18-brua er elva grunnere og renner gjennom skog. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 10. Lilleelv mellom E18-brua og Stampefoss. (a) Jordbruk langs elva. (b) Det er fortsatt noen trær på elvebredden. (c) Elvebunnen viser akkumulering av alger og finsedimenter. (d, e) Oppstrøms brua til E18 er det innløp av mulig forurenset vann til elva. (f) Tømmerhogst gjennomføres på elvebredden. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Etter at det ble bygget en fisketrapp i nedre del av Lilleelv i 2018, er det Stampefoss som er antatt å være vandringshinder for anadrom fisk i vassdraget (**figur 11**). I perioder med lav vannføring renner det ikke vann over fossen (Kurt Johansen, AJFF, pers. med.).



Figur 11. Stampefoss. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Strekningen fra Stampefoss og opp til utløpet av Nedre Sagvann karakteriseres av et skogområde uten veier (**figur 4b** og **12**). På det meste av strekningen renner Lilleelv gjennom skogdekket, relativt bratt terreng.

Selv om denne delen av Lilleelv ser mindre påvirket ut av menneskelige aktiviteter, finnes det likevel tegn på menneskelig påvirkning. De som ble observert på befaringen var:

- Kunstige elvebredder etter forbygningene i forbindelse med tømmerfløting i vassdraget (**figur 12c**)
- Noen få områder med jordbruk (gress, beitemark) med dreneringsgrøfter (**figur 12d**)
- Tømmerhogst (**figur 12e** og **12f**)
- Vannuttak rett ovenfor Stampefoss

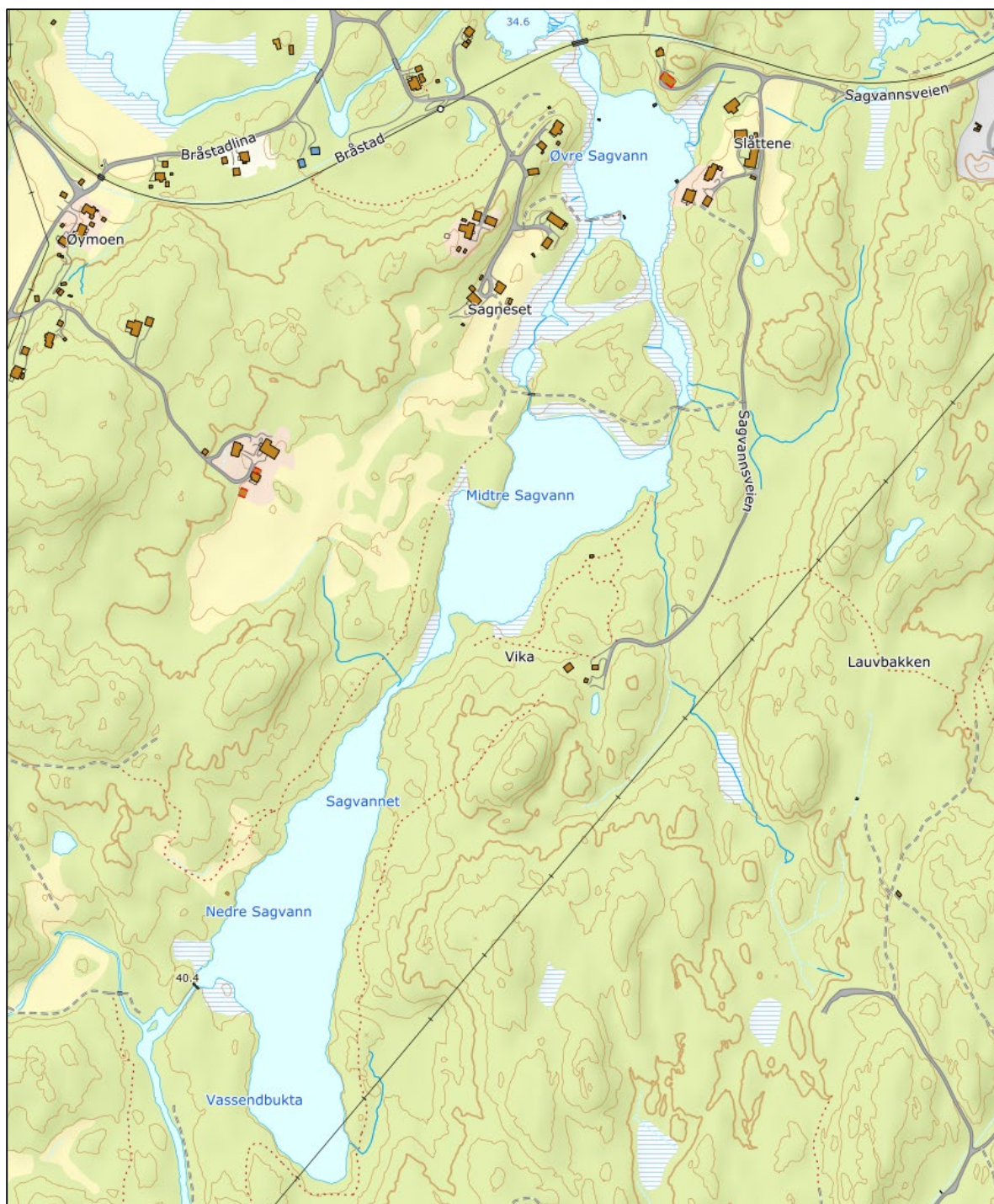
Manglende kantvegetasjon, i forbindelse med jordbruk og/eller tømmerhogst, fører til økt avrenning av næringsstoffer og finpartikler. Dette kan bidra til akkumulering av finsedimenter og redusert oksyngjennomstrømning i elvebunnen. Dette er spesielt relevant for unge muslinger som lever nedgravd i bunnen (f.eks. Larsen 2005; 2018). I tillegg er trær veldig viktige for å stabilisere elvebredden og, dermed begrense avrenning av jord, partikler og næringsstoffer til elva. Hogst av trær som var viktige for å stabilisere elvebredden ble observert flere steder langs Lilleelv (**figur 12**). På flere steder i elva er elvebunnen dekket av finsedimenter. Derfor ser ikke substratforholdene ut til å være tilpasset elvemusling.



Figur 12. Lilleelv mellom Stampefoss og Nedre Sagvann. (a, b) Habitat der det finnes elvemusling. (c) Steinmur bygget i forbindelse med tømmerfløting. (d) Dreneringsgrøft med utløp i elva. (e, f) Tømmerhogst skjer på elvebredden. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

4.2 Område rundt Nedre, Midtre og Øvre Sagvann

Det er lite bebyggelse rundt Sagvannene, og de fleste boligene finnes ved Øvre Sagvann. Området er dekket av skog og noen små myrer (**figur 13, 14a** og **14f**). Tegn på menneskelig påvirkning inkluderer vannuttak og andre strukturer (**figur 14b, 14c** og **14d**) samt noe avfall (metalltønner; **figur 14e**). Avhengig av hvor mye vann som blir tatt ut fra Sagvannene, kan dette påvirke vannføring og vannstand i Lilleelv nedstrøms vannene. På den samme måten, er det mulig at eventuelle kloakkavløp påvirker vannkvaliteten i vannene og elva nedstrøms.



Figur 13. Kart som viser området rundt Nedre, Midtre og Øvre Sagvann.

4.3 Mellom Øvre Sagvann og Assævannet

Langs strekningen mellom Øvre Sagvann og Assævannet (**figur 15**) ble det påvist flere tegn på menneskelig påvirkning.

I Bergtjennbekken er det påvist avrenning fra Bråstadgruva, i form av oransje avløp og begroing i bekken (**figur 16**). Gruva er en gammel jerngruve (Molden 2005), så det er sannsynlig at begroingen er knyttet til bakterievekst i forbindelse med oksidering av jernholdig vann.

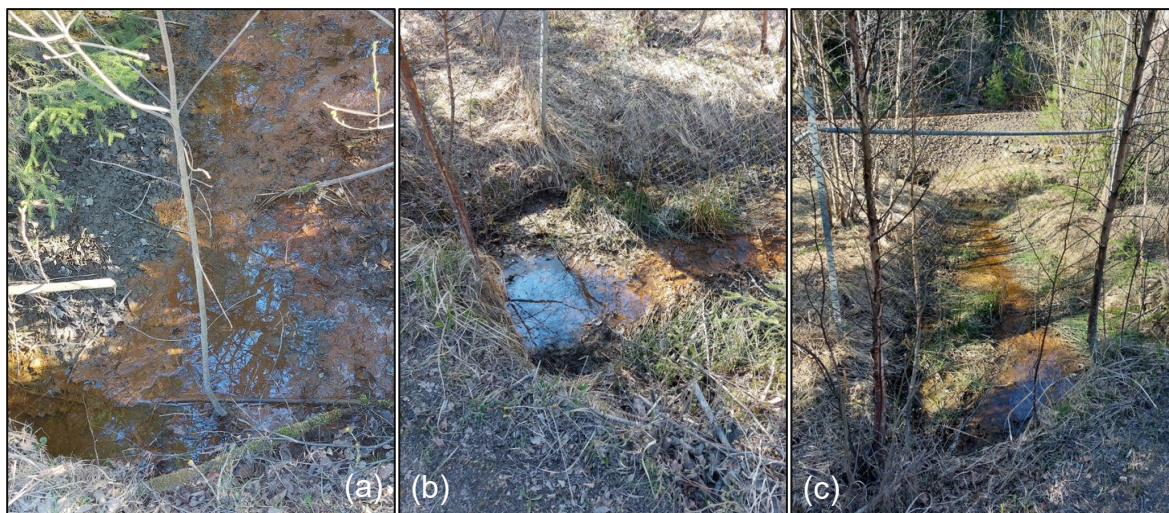


Figur 14. Kantsone og miljøforhold rundt Sagvannene. (a) Østkanten av Nedre Sagvann. (b, c, d) Installasjoner for vannuttak. (e) Avfall i kantsonen langs vestkanten av Midtre Sagvann. (f) Vestkanten av Øvre Sagvann. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Langs øvre del av Soletjennbekken ble det observert mye tømmerhogst tilknyttet opparbeiding av et nytt næringsområde for Arendal (**figur 17a**). Dette kan føre til avrenning av finsedimenter og næringsstoffer fra jord som ikke er stabilisert lenger. I området rundt nedre deler av bekken finnes det jordbruksarealer, noe som kan bidra til økt avrenning til Lilleelv (**figur 17b** og **figur**



Figur 15. Lilleelvvassdraget mellom Sagvannene og Assævannet.



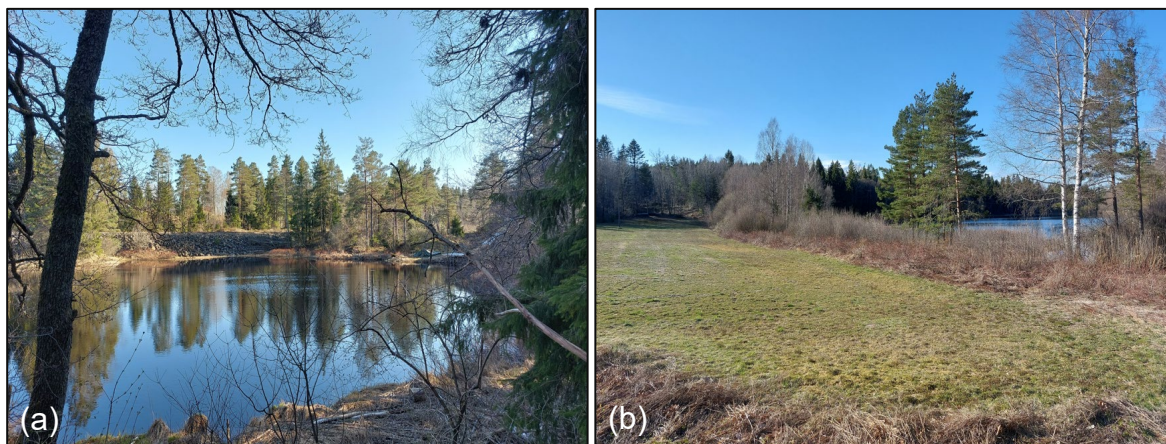
Figur 16. Bergtjennbekken. (a, b, c) Avrenning fra Bråstadgruva. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 17. Soletjennbekken. (a) Tømmerhogst i forbindelse med etablering av nytt næringsområde. (b) Bekken renner langs jordbruksområder og bebyggelse. (c) Rør for avløp eller vannuttak. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 18. Lilleelv ved Bråstadlina. (a) Retning oppstrøms. (b) Retning nedstrøms. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 19. Området ved Bråstad tjenn. (a) Bråstad tjenn. (b) Kantsone ved vannet. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

17c). Det er også noe bebyggelse langs denne delen av Soletjennbekken, med fare for direkte avløp til bekken (**figur 17b** og **figur 17c**).

Lilleelv mellom Øvre Sagvann og Bråstad tjenn renner gjennom skog (**figur 18a** og **figur 18b**). Elva og kantsonene viser få tegn til påvirkning fra menneskelige aktiviteter. Området rundt Bråstad tjenn har brede og gode kantsoner med trær (**figur 19a** og **figur 19b**), noe som bidrar til å begrense avrenning tilknyttet jordbruk og andre typer arealbruk. Ved Bråstad er det observert vannuttaksrør med uttak fra elva (**figur 20b**).



Figur 20. Området ved Bråstad. (a) Lilleelv. (b) Rør for vannuttak. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 21. Lilleelv nedstrøms Assævannet. (a) Rester av tømmerfløttingsforbygning. (b) Erosjonssikring og betong tilknyttet brua over Frolandsveien. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

Nedstrøms Assævannet er Lilleelv påvirket av tømmerfløttingsforbygning (**figur 21**). Bunnsubstratet inneholder finsedimenter med begroingsalger, noe som er et typisk tegn på næringsrik avrenning.



Figur 22. Området rundt Assævvannet.

4.4 Området rundt Assævvannet

Befaringen rundt Assævvannet, inkl. sidebekker og Lilleelv (kart i **figur 22**), viser flere tegn på menneskelig påvirkning.

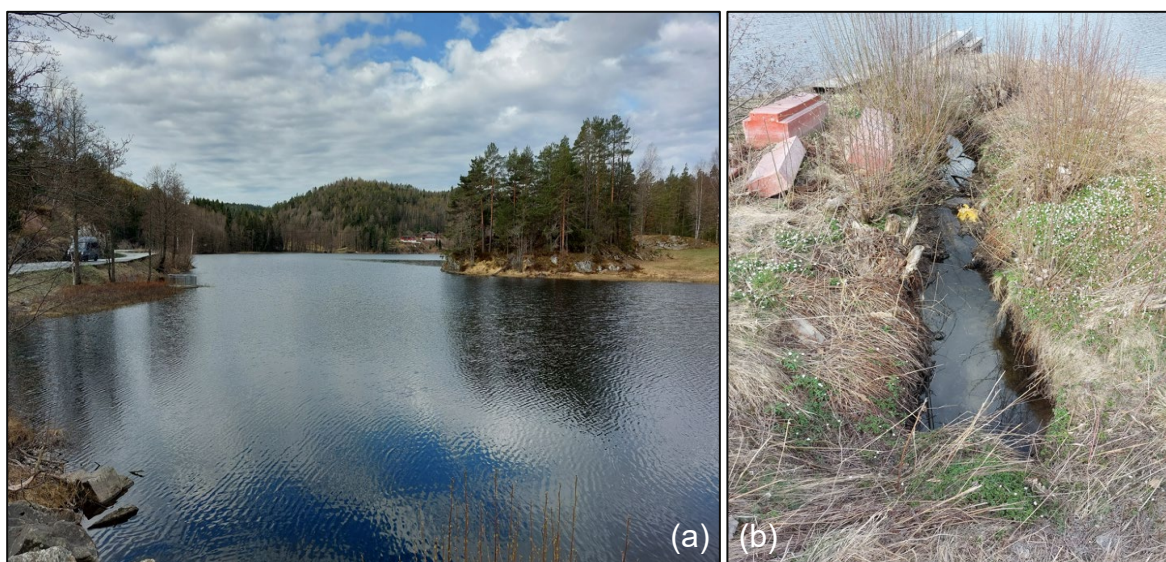
Rossevannbekken (**figur 23a** og **23b**) renner langs Riseveien og er påvirket av forurensing og avrenning, muligens fra jordbruk og vei. Det finnes i tillegg flere kulverter på bekkestrekningen. Det ble funnet et vannuttak i Rossevannet (**figur 24c**) samt utløp fra dreneringsgrøfter (f.eks. **figur 24b**) som kan påvirke vannkvaliteten i vannet.

Av de sidebekkene til Lilleelv som ble undersøkt, er Mårvannsbekken den som viste de klareste tegnene på menneskelig påvirkning. Tegn på akutt forurensing ble observert langs Frolandsveien (**figur 25a** og **25b**), sannsynligvis som et resultat av avrenning fra et avfallsdeponi ved et motorverksted (**figur 25c** og **25d**). Det ble også observert graving i området.

Rundt Assævvannet er områdene dominert av jordbruk og skog. Det har vært tømmerhogst flere steder (**figur 26a** og **26b**), noe som vil øke risikoen for avrenning av finpartikler og næringsstoffer til vannet, som igjen kan påvirke vannkvaliteten. Dreneringsrør, rett ved kantsonen, bidrar til økt avrenningsrisiko. I tillegg ble det observert flere veianlegg, der dreneringsvann fra anlegget renner ut i innsjøen (**figur 27a** og **27b**). På befaringen var det ukjent i hvilken grad vannet som renner ut fra anleggene var forurenset. Det er likevel sannsynlig at dette bidrar til avrenning og utslipp av finsedimenter til vassdraget.



Figur 23. Rossevannbekken. (a) Retning nedstrøms. (b) Retning oppstrøms. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

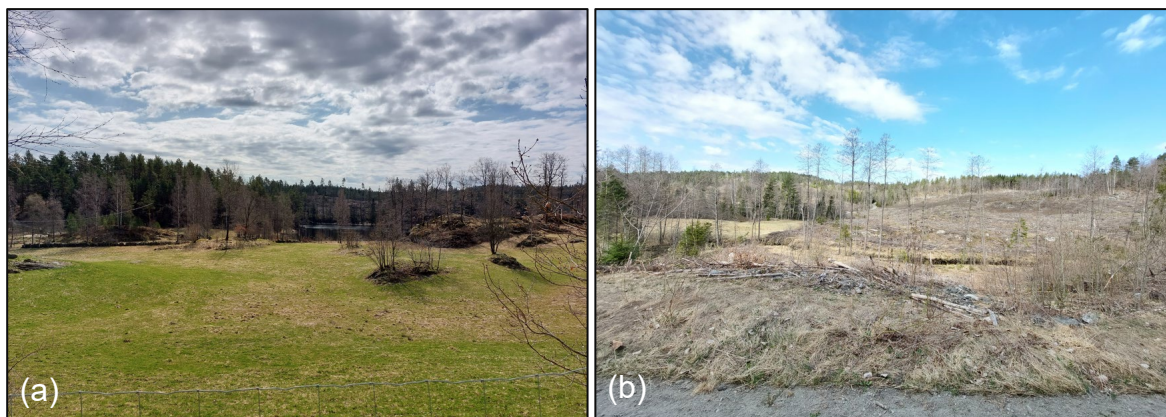


Figur 24. Området ved Rossevannet. (a) Rossevannet. (b) Dreneringsgrøft. (c) Vannuttak. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 25. Eksempel for forurensing og forsøpling langs Mårvannsbekken og Frolandsveien. (a) Bekken renner langs Frolandsveien. (b) Tegn på forurensing. (c) Menneskelig påvirkning av elvebredden. (d) Avfall fra et verksted på bekkekanten. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

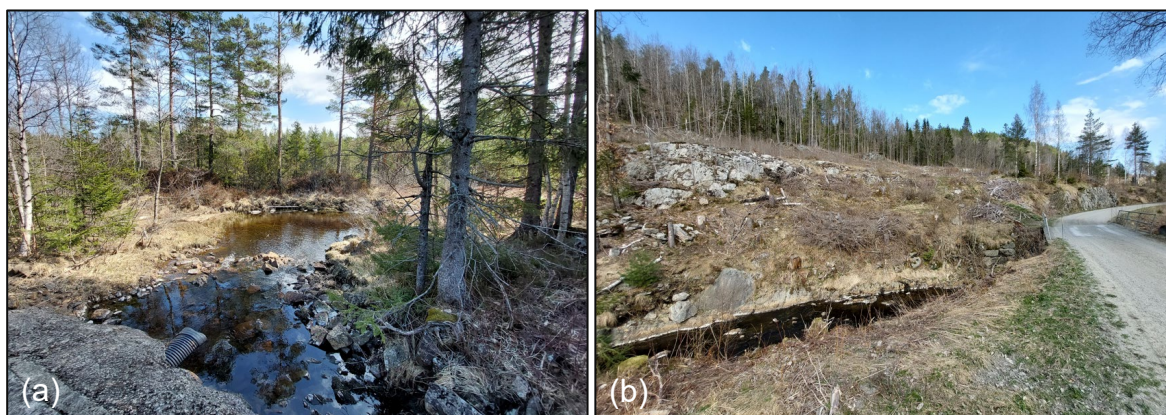
Oppstrøms Assævannet er Lilleelv i mindre grad påvirket av menneskelige aktiviteter, siden det renner gjennom skogsområder som ikke er bebygget i stor grad (**figur 28a**). Likevel ble det observert tegn på tømmerhogst (**figur 28b**), noen som bidrar til avrenning av finsedimenter til vassdraget.



Figur 26. Eksempler på arealbruk i kantsonene rundt Assøvvannet. (a) Jordbruksområder, inkludert beitemark. (b) Store områder med tømmerhogst. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 27. Menneskelig påvirkning langs Assøvvannet. (a) Dreneringsgrøft fra veianlegg. (b) Deponi fra veiarbeid. Foto: Marie-Pierre Gosselin.



Figur 28. Lilleelv oppstrøms Assøvvannet. (a) Kulvert der Lilleelv renner, oppstrøms vannet. (b) Det er observert moderat skogsdrift i området. Foto: Marie-Pierre Gosselin.

5 Oppsummering av miljøforhold

5.1 Vannkvalitet

I forbindelse med denne tiltaksanalysen ble det gjennomført månedlige undersøkelser av vannkvaliteten i Lilleelv i 2021-2022. Turbiditeten er høyere i den nedre delen av utbredelsesområdet til elvemuslingen (nedstrøms Stampefoss) enn i den øvre delen (ovenfor Stampefoss). Verdiene fra tidligere vannkvalitetsundersøkelser, i 2018-2019, viser en nesten dobling av turbiditetsverdiene mellom utløpet av Assævannet og elvas nedre del. Dette tyder på problemer tilknyttet avrenning av finpartikler i vassdraget.

I 2018-2022 lå verdiene av totalt fosfor over referanseverdien, som er på 9 µg/L for Lilleelv (elvetypen R106; Direktoratgruppen Vanndirektivet 2018), og var høyere i nedre enn øvre del av utbredelsesområdet til muslingen. Verdiene av nitrat lå langt over referanseverdiene for totalt nitrogen (175 µg/L; Direktoratgruppen Vanndirektivet 2018), selv om nitrat kun utgjør en del av det totale nitrogeninnholdet. Nitratverdiene var mye høyere i nedre enn øvre del av elva og har økt i de siste årene. Det har også vært en økning i ledningsevnen. Målingene fra 2018-2019 viser en økning i verdiene av totalt fosfor og totalt nitrogen mellom utløpet av Assævannet og utløpet av Lilleelv i Nidelva. De var også en økning i koliforme bakterier. Dette tyder på at det er tilførsel av kloakk og/eller husdyrgjødsel på denne strekningen, som bidrar til økningen i næringsstoffer.

Verdier for bl.a. turbiditet, konduktivitet og nitrat, er høyere enn det som er definert som gode, egnede miljøforhold for elvemusling (Degermann et al. 2009; Larsen 2017). De høye verdiene indikerer at forholdene i Lilleelv er for næringsrike, spesielt innenfor muslingens utbredelsesområde.

5.2 Redokspotensial

Medianverdien for redokspotensialet (redoks) i substratet i Lilleelv i 2017 var 347 mV. Dette ligger under grensen for de minimumsnivåene som er nødvendige for å opprettholde rekrutterende bestander av elvemusling (Geist & Auerswald 2007), og verdien tilsier moderat habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 39,4 %. En slik stor reduksjon i redokspotensialet ansees som svært problematisk for ungmuslinger (Killeen 2006). I tillegg var det bare en relativt liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (32,5 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Samlet sett vurderes habitatkvaliteten som moderat. I 2021 var medianverdien for redoks i substratet i elva 295 mV, noe som ligger langt under grensen for de minimumsnivåene for å opprettholde rekruttering av elvemusling (Geist & Auerswald 2007) og verdien tilsier moderat til dårlig habitatkvalitet (Larsen 2012). Reduksjonen i mediant redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet var på 47,2 %. I tillegg var det bare en svært liten andel av substratet som var av god habitatkvalitet for ungmuslinger (17,8 % av substratet hadde redokspotensial over 400 mV). Samlet sett vurderes habitatkvaliteten som dårlig. Det ble funnet variasjoner i redoksverdi og habitatkvalitet mellom de undersøkte stasjonene, noe som tilsier variasjoner i lokale forhold for elvemusling i elva.

Verdiene for redokspotensialet samt vannkvaliteten i Lilleelv viser at det er problemer tilknyttet avrenning til vassdraget. I vann vises tegn på avrenning av næringsstoff, som nitrat og fosfor, samt finpartikulært materiale samt forekomst av begroingsalger. Disse kan dekke store deler av elvebunnen. Begroingsalger betyr ikke nødvendigvis dårlig vannkvalitet, men de er en indikator på at næringsinnholdet i vannet er høyere enn ønskelig. Dette forringer leveområdet til elvemuslingen og går spesielt ut over rekrutteringen. Det er vanligvis vanskelig å identifisere spesifikke avrenningskilder, spesielt i store vassdrag, men tydelige tegn på negativ påvirkning ble observert flere steder langs Lilleelv og i nedbørfeltet.

5.3 Tetthetsdata om fisk

Det er foreslått at tettheter på 5 ørretyngel (0+) eller 10-20 fisk av alle aldre pr. 100 m² er nødvendig for å opprettholde rekrutteringen i elvemuslingbestander (Söderberg et al. 2008, Ziuganov et al. 1994, Österling 2006). I tillegg er det vist en positiv sammenheng mellom produksjonen av ungmuslinger på fisken (pr. m² elvebunn eller totalt for en lokalitet) og tettheten av ungmuslinger, der den første variabelen er avhengig av tetthetene av voksne muslinger og vertsfisk (Hastie & Young 2003, Österling et al. 2008). I Lilleelv var tettheten av ørret henholdsvis 27 og 41 individer pr. 100 m² i 2000 (Larsen & Simonsen 2001) og 2006 (Larsen & Simonsen 2008). Dette tyder på at vertstetthet ikke har vært det som har begrenset rekrutteringen av elvemusling i elva.

Det er ingen data tilgjengelig om fiskebestanden i Lilleelv for årene etter at fisketrappa ble bygd. Opprinnelig skulle fiskebestanden i undersøkes etter byggingen av trappa, i forbindelse med en masteroppgave, men det ble ikke noe av dette (Kurt Johansen, AJFF, pers. med.). Planen var å benytte disse undersøkelsene i tiltaksanalysen, og det var derfor ikke lagt inn midler til egne undersøkelser av fiskebestanden. Uten nye undersøkelser av fiskebestanden er det ukjent i hvilken grad fisketrappa fungerer, om tilgang på vertsfisk ble påvirket av dette tiltaket og om vertstetthet er et hinder for muslingens rekruttering i Lilleelv i dag.

5.4 Påvirkninger

5.4.1 Kanalisering

Lilleelv er blitt påvirket av kanalisering og senkning, med forbygninger og murer på utvalgte steder, for å bedre forholdene for tømmerfløting i vassdraget. I tillegg er noen sidebekker kanalisert.

Kanalisering kan ha hatt en negativ påvirkning på elvemusling, siden det vil føre til store hydro-morfologiske endringer i områdene som blir utsatt for dette (Larsen 2005; 2018, Magerøy 2020). For eksempel kan reduksjon i vannhastigheten og endring i substratsammensetningen, med fjerning av større steiner, bidra til å ødelegge habitatet.

5.4.2 Diffus avrenning og punktavrenning fra jordbruk

Diffus avrenning og punktavrenning ble identifisert i områdene langs Lilleelv og flere steder i resten av nedbørfeltet. I tillegg ble det funnet deponier med halm eller liknende på elvebredden, nedstrøms Stampfoss. Områder med gress og manglende kantsoner i jordbruksområder fører til økt risiko for avrenning av næringsstoffer og finpartikler. Gjødelspredning kan føre til ytterligere avrenning av næringsstoffer til elva, noe som forverrer miljøforholdene for elvemusling (Larsen 2005; 2018).

Tegn på næringsrik avrenning ble observert på flere steder i Lilleelvvassdraget. Koblet med forekomst av halmdeponier på elvebredden, viser dette at det er avrenningsproblemer tilknyttet jordbruk i nedbørfeltet. I tillegg finnes det flere dreneringsgrøfter langs elva, og disse kan bidra til økt næringsinnhold. Vannprøver fra disse grøftene, for å vurdere vannkvalitet, kan bidra til å identifisere kilder til næringstilførselen til elva.

Flere rør med direkte utløp i Lilleelv ble observert. De fleste av disse er sannsynligvis dreneringsrør, men det kan også muligens være noen kloakkavløp. Å etablere en oversikt over privat, ikke-kommunalt, avløp er ikke en del av undersøkelsene våre. Likevel vil etablering av en slik oversikt kunne bidra til å identifisere kilder til forurensning og målrette tiltak for å bedre vannkvaliteten for elvemusling.

5.4.3 Tømmerhogst

Både langs Lilleelv, sidebekker og innsjøer i nedbørfeltet foregår det et ordinært skogbruk, fortrinnsvis i form av flatehogst og påfølgende planting og ungskogpleie. Dette har størst omfang i de øvre delene av vassdraget (f.eks. rundt Assævannet). I de nedre delene av vassdraget foregår det hogst langs elva i noe mindre grad, men uten planting av ny skog.

I forbindelse med hogst av skog stiller Norsk PEFC Skogstandard (<https://pefc.no/vare-standarder/norsk-pefc-skogstandard>) krav om at det skal bevares eller utvikles et vegetasjonsbelte mot elver, bekker og vann med årssikker vannføring. Kravpunktene skal sikre vannkvaliteten i vann og vassdrag og skape levesteder for arter som har naturlig tilhold ved eller i vassdragene. Bredden på kantsonene må tilpasses forholdene på stedet, og det vil i noen tilfeller være behov for kantsoner med en bredde på rundt en trehøyde (25 – 30 m). Det skal også vektlegges å unngå terrengskader/kjørespor som kan forårsake vannavrenning og erosjon. Kantsoner langs vassdrag skal dermed bidra til å bevare viktige leveområder for artsmangfold, sikre hensyn til fisk og andre vannlevende organismer samt redusere avrenning av finpartikulært materiale til elva.

På strekningen mellom utløpet av Lilleelv i Nidelva og Nedre Sagvann ble det observert flere steder der tømmerhogst hadde foregått på elvebredden. Trær bidrar til å stabilisere elvebredden og redusere erosjon ved høy vannføring/flo. Det fører til mindre avrenning av finpartikler til vannet, noe som er viktig for å opprettholde gode habitatforhold for elvemusling (Larsen 2005; 2018). Ved noen lokaliteter, der hvor tømmerhogst skjer/har skjedd, var elvebunnen dekket av finsedimenter. Selv om man ikke kan etablere en direkte sammenheng mellom lokal tømmerhogst og forekomst av finsedimenter, er det sannsynlig at dette har en påvirkning: Finsedimenter transporteres til elva, der de sedimenteres på elvebunnen, om vannføringen ikke er stor nok til å vaske dem nedstrøms. Kombinasjonen av finsedimenter og lav vannføring fører til lav oksyngjennomstrømning i bunnssubstratet, noen som hindrer gode miljøforhold for ungemuslinger som lever nedgravd i substratet (Larsen 2005; 2018).

5.4.4 Kantsoner

Befaringen langs Lilleelv viser stor variasjon i kantsonebredden og vegetasjonssammensetning. Det er flere eksempler på manglende eller svært beskjedne kantsoner, men også store områder der disse hensynskravene er godt ivaretatt. Kantsonene varierer fra brede og skogbevokste via smalere soner med kun spredt tre- og buskvegetasjon til fullstendig fravær av funksjonelle kantsoner. Det foregår stedvis uttak av ved i kantsonene, og vedhogsten varierer fra «snauhogst» til plukkhogst av enkelttrær/mindre områder. Fravær av eller reduserte kantsoner kan forverre den negative påvirkningen på elvemusling knyttet til både jordbruksavrenning og host (Larsen 2005; 2018).

Det ble sett få eksempler på kjøreskader som kan forårsake økt avrenning direkte til Lilleelv. Slike tilfeller finnes i større grad langs små og mellomstore sideelver og bekker.

Store deler av de flate elveslettene langs Lilleelv, nedstrøms Stampefossen, er fulldyrket mark. Videre oppover i vassdraget er elvenære områder dyrket opp der terrengforholdene har gjort dette mulig. Selv om kulturlandskapet her framstår noe mer fragmentert, er dette likevel betydelige arealer. Grasproduksjon er dominerende jordbruksaktivitet langs Lilleelv, men beitedrift er også en viktig del.

Elvemusling finnes normalt i områder med 30-100 % skyggedekning, og trives i områder der det er >60 % skyggedekning (Larsen 2017). Kantsonene er viktige for å gi skyggedekning og for å redusere avrenningen av jordpartikler og næringsstoffer. De er og en viktig kilde til organisk

materiale (grener, kvister mm.) som er viktig habitat for smådyr (bl.a. insekter) som er selv viktige for fisk og andre bunndyr. I tillegg stabilisere de elvekanter.

Det finnes gjeldende regelverk, knyttet til bl.a. produksjonstilskudd i jordbruket og den nevnte PEFC-standarden i skogbruket, som stiller krav om kantsoner mot vann og vassdrag.

5.4.5 Vannuttak

Vannuttak ble observert mange steder i Lilleelvvassdraget, både i hovedelva, innsjøer og sidebekker. Elvemuslingen er sårbar for uttørring (se f.eks. Larsen 2011; 2012), i enda større grad enn fisk som har større mulighet til å unnsnippe til dypområder med gjenværende vann. Redusert vannføring vil også føre til økt temperatur, konsentrasjon av giftstoffer og sedimentering av substratet, med påfølgende negative konsekvenser for musling og fisk (Larsen 2005; 2012; 2018). Sannsynligvis er påvirkningen sterkest i tørkeperioder, da lavt naturlig tilsig kombinert med økt uttak av vann fører til svært redusert vannføring.

5.4.6 Punktforurensing/forsøpling

På befaring langs Lilleelv ble det observert enkelttilfeller med dumping av avfall. Tre steder viste tegn på lokal kjemisk forurensing: Mårvannsbekken, Bergtjennbekken og Lilleelv oppstrøms E18-brua. Diffus avrenning fra denne typen fyllinger kan gi tilførsel av forurenset vann til elveløpet, og dette ble observert. Disse bidrar til forverring av vannkvaliteten i elva og kan negativt påvirke forholdene for elvemusling (Larsen 2005; 2018).

Lagring av rundballer foregår i noen grad langs nedre del av Lilleelv. Disse vil avgjøre næringsstoffer, og for å unngå forurensing er det avgjørende at dette ikke renner eller vaskes direkte ut i elva. Rundballer bør lagres «minimum 50 m (helst 100 m) fra bekk, kanal eller veg-grøft» og ikke i hellinger ned mot vassdrag (Haavik et al. XXXX). I flomsituasjoner kan det forekomme at høyballer tas av elva, og rundballer og rester av rundballeplast forekommer i kantsoner og flomskog langs elva. Løsrevne deler av plast som henger i vegetasjonen etter flom, kan også bidra til forsøplingsproblematikken.

6 Forslag til videre undersøkelser og tiltak

6.1 Bevaring og restaurering av kantsoner

Både langs Lilleelv, sidebekker og innsjøer i nedbørfelt foregår det både intensivt og mindre intensivt skogbruk.

Den gjennomførte befaringen langs Lilleelv viser en stor variasjon i kantsonehensyn ved skogsdrift nær elva og sidebekker. Erosjon er en naturlig prosess i et vassdragssystem, men i forbindelse med skogsdrift vil mangel på eller reduksjon i vegetasjonsdekke i en periode etter hogst (samt mulige kjøreskader og kjørespor) kunne være kilder til økt avrenning av finpartikler og næringsstoffer til elver og bekker.

For elvemusling vil tilstrekkelige kantsoner gi både direkte påvirkning i form av skyggedekning, men også indirekte i form av gunstige forhold for fisk og muslingene selv (Larsen 2005; 2017; 2018). Bevaring av tilstrekkelige kantsoner og god planlegging av skogsdrift er derfor viktig for å unngå negativ påvirkning på fisk og elvemusling. Gjeldende krav og hensynsbehov må derfor kommuniseres tydelig ut til skogeiere, tømmerinnkjøpere og skogsentreprenører.

Det er i dag i stor grad gode kantsoner langs jordbruksarealene langs Lilleelv, men behov for bredere og mer robuste kantsoner er likevel til stede både her og langs mindre sidebekker og innsjøer. På strekninger med smale eller fraværende kantsoner er det nødvendig med styrking av disse, fortrinnsvis gjennom naturlig tilvekst av løvtredominert skog- og buskvegetasjon. I jordbruksområdene langs vassdraget er det spesielt viktig at kantvegetasjonen bevares, for å gi en buffer mot avrenning av finpartikler og næringsstoffer til elva fra spredning av gjødsel. Kartlegging og tiltaksplaner med hensyn til landbruksforurensning vil være viktig som del av et planarbeid med utgangspunkt i hele nedbørfeltet. Virkemidlene er dialog med landbruksinteressene og tilbud om miljøtilskudd som kompensasjon hvis ønskede tiltak settes i verk langs elver med elvemusling (jf. miljøplan elvemusling, Kålås et al. 2016). I tillegg bør lagring av rundballer og overskuddsfôr unngås på elvebredden. Dreneringsgrøfter med utløp i Lilleelv bør overvåkes ifm. vannkvalitet.

Bufferoner langs Lilleelv, der naturlig vegetasjon og skog bevares eller restaureres (med spesielt fokus på trær), vil bidra til å stabilisere elvebredder og å redusere erosjon. I tillegg bidrar trær til å regulere vanntemperaturen om sommeren, ved å gi skygge. Dette er viktig for habitatforholdene til både elvemusling og fisk (Larsen 2017), spesielt i forbindelse med scenarioer for klimaendringer som viser en økning både i nedbør og i episoder med tørt vær og høyere temperaturer om sommeren.

Informasjon, til grunneiere og drivere av skogsdrift og dyrket mark i nedbørfeltet til Lilleelv, om viktigheten av gode kantsoner er dermed nødvendig og viktig. Det er også behov for kontroll i forhold til praktisering av bestemmelsene i lovverket, retningslinjer og standarder. I tillegg kan man med fordel vurdere å benytte ulike incentivordninger for bl.a. å øke kantsonen langs vassdraget (jfr. Kålås et al. 2016). I vassdraget er det spesielt viktig å ta vare på kantsonene fra Nedre Sagvann og ned til utløpet i Nidelva, da avrenning i dette området vil ha den største negative effekten på elvemusling. Fra Nedre Sagvann og ned til Stampefoss bør man sette igjen gode kantsoner i forbindelse med skogsdrift. Fra Stampefoss og ned til utløpet i Nidelva bør man ivareta og gjenopprette gode kantsoner i jordbruket, men her må man også unngå hogst langs elvebredden. Det er likevel også viktig med gode kantsoner i øvre deler av vassdraget, for å bedre vannkvaliteten i utbredelsesområdet til muslingen.

6.2 Undersøkelser av fiskesamfunnet og potensielle tiltak

Undersøkelser av fiskesamfunnet i Lilleelv er viktige, for å vurdere om tilgangen på vertsfisk kan være et hinder for elvemuslingens rekruttering i elva og om tiltak er nødvendig for å øke tettheten av ørret. Selv om det tidligere er vist at tettheten av ørret innenfor utbredelsesområdet til muslingen (Larsen & Simonsen 2001; 2008) har vært god nok for å opprettholde bestanden av musling (se Söderberg et al. 2008, Ziuganov et al. 1994, Österling 2006), finnes det ingen nyere tetthetsdata fra elva. Det er grunn til å tro at det kan ha skjedd endringer i fiskesamfunnet etter åpningen av fisketrappa i 2018, siden anadrom fisk nå kan gå opp i nedre deler av utbredelsesområdet til muslingen. Dessverre ble ikke de planlagte undersøkelsene av fiskesamfunnet i elva gjennomført (Kurt Johansen, AJFF, pers. med.), men det er svært viktig at slike undersøkelser gjennomføres.

Hvis det viser seg at det er for lav tetthet av ørret i Lilleelv, vil det være nødvendig å gjennomføre tiltak for å øke tettheten. Dette kan inkludere habitatforbedrende tiltak i elven, for å øke gytehabitatet og variasjonen i heterogeniteten i substratet. Dette vil kunne ha positiv påvirkning på habitatforholdene både på fisk og elvemusling (Larsen 2015, Quinlan et al. 2015, Roni et al. 2002, Smokorowski & Pratt 2007, Vannote & Minshall 1982). Se Magerøy et al. (2023), for mer informasjon om hvordan slike tiltak bør gjennomføres i et elvemuslingvassdrag. Til tross for at elven har blitt kanalisert og senket, er det likevel er vårt inntrykk at manglende heterogenitet i substratet kun er et problem i enkeltområder i Lilleelv. Et mer drastisk tiltak ville være å stenge fisketrappa, for å hindre oppgang av laks.

6.3 Vannkvalitetstiltak og videre undersøkelser

En oversikt over kommunale og private avløp kan gi informasjon om mulige kilder til tilførsel av organiske næringsstoffer til hele Lilleelvvassdraget og bidra til å begrense slik tilførsel, for å forbedre vannkvaliteten. Dette er spesielt viktig siden økningen av næringsstoffer og koliforme bakterier nedover i vassdraget tyder på at det er tilførsel av kloakk og/eller avrenning av husdyrgjødsel mellom Assævannet og utløpet i Nidelva.

En undersøkelse av kilder til kjemisk forurensing i sidebekker til Lilleelv er også nødvendig. Disse vil avklare om man trenger å etablere rensestasjoner for å unngå forurenset utslipp i vassdraget. Observasjonene våre tyder på at dette bør gjennomføres i Mårvannsbekken, Bergtjennbekken og i en liten sidebekk til Lilleelv, oppstrøms E18-brua.

Kommersielt skogbruk samt hogst langs elvekanten og jordbruk bidrar til sedimentavrenning til Lilleelvvassdraget. Derfor bør det ivaretas og gjenoprettes buffersoner, slik at partikler fra disse områdene ikke renner inn i elva eller innsjøer i nedbørfeltet. Veg- og bygningsanlegg i nedbørfeltet, spesielt i nærheten av vannforekomster, bør sikre at forurenset vann renses før mulig avløp til vannforekomster og at forurensete sedimenter deponeres. Som nevnt, er dette viktigst i områdene nedstrøms Nedre Sagvann.

Elvemusling er veldig sårbar for dårlig vannkvalitet, spesielt turbiditet (indikator for mengden av suspenderte partikler i vannmasse) (Larsen 2005; 2018). Turbiditet i vann kan øke veldig fort, spesielt etter nedbør, over veldig korte perioder, noe som ikke vises med månedlige vannprøver. Derfor bør det gjennomføres en mer kontinuerlig vannkvalitetsovervåking i Lilleelv, med for eksempel multisensorer plassert på strekninger der det finnes musling. Slike sensorer kan måle mange forskjellige parametere og gir et mer nøyaktig bilde av hvordan vannkvaliteten forandrer seg over tid i vassdraget. Et mer kontinuerlig vannkvalitetsovervåkningsprogram, med elvemusling som målart, bør derfor settes i gang. Programmet bør omfatte overvåking av parametere som er kritiske for arten, dvs. turbiditet (eller sedimentinnhold i vann), fosfor, nitrat, pH og oksygen samt temperatur.

6.4 Begrensning av vannuttak

Lilleelvvassdraget er et relativt lite vassdrag med liten alminnelig minstevannføring (0,8 l/s/km²) (<http://nevina.nve.no/>). Det er dermed mer utsatt for tørke enn større vassdrag, og under tørkesommeren i 2018 rant det ikke vann over Stampefoss (Kurt Johansen, AJFF, pers. med.). Dette kommer til å bli et enda større problem i fremtiden, siden klimamodeller forutsier at vi vil oppleve lengre tørkeperioder i Norge som følge av global oppvarming. Redusert vannføring vil kunne føre til en økning i uttørring, temperatur, konsentrasjon av giftstoffer og sedimentering av substratet, med påfølgende negative konsekvenser for musling og fisk (Larsen 2005; 2011; 2012; 2018).

Det ble observert vannuttak mange steder innenfor Lilleelvvassdraget. Dette bidrar til å redusere den lille vannføringen i Lilleelv enda mer. Sannsynligvis er påvirkningen sterkest i tørkeperioder, da lavt naturlig tilsig kombinert med økt uttak av vann fører til svært redusert vannføring. Derfor er det viktig å redusere vannuttaket i vassdraget så mye som mulig, spesielt i slike perioder. I motsetning til de fleste andre forslagene til videre undersøkelser og tiltak, som fokuserer på områdene nedstrøms Assævannet, vil vannuttak hvor som helst i vassdraget kunne ha en negativ påvirkning på elvemusling.

6.5 Informasjon og kommunikasjon

Elvemusling er en norsk ansvarsart (Larsen 2018), og dette innebærer at vi har et spesielt viktig ansvar for vern og overvåking av arten. God og relevant informasjon om arten og artens krav må gis til kommunale saksbehandlere, grunneiere og aktuelle entreprenørgrupper. Det er i denne sammenheng særlig viktig å framheve betydningen av god kantsoneforvaltning langs Lilleelv. Informasjon om kantsonas betydning for livet i elva må derfor framheves, gjerne i form av markvandring og dialog i felt.

Kommunikasjon med lokale interessenter om behov og viktighet av å bevare og restaurere Lilleelv for elvemusling, er viktig, spesielt for å fremme mer miljøvennlig praksis innen jordbruk og skogbruk i elvas nedbørfelt. Dette gjelder spesielt i områdene nedstrøms Nedre Sagvann.

7 Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L, Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT Veiledning 97:04.
- Artsdatabanken. 2021. Rødlista. Hvem, hva, hvorfor? Norsk rødliste for arter 2021. <http://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Rodlistahvahvemhvorfor>.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 2:2018.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. WWF Sverige, Solna, Sverige.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 1997-2.
- Geist, J. 2010. Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.). A synthesis of conservation genetics and ecology. *Hydrobiologia* 644: 69-88.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physiochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* 52: 2299-2316.
- Hastie, L.C. & Young, M.R. 2003. Conservation of the freshwater pearl mussel. 2. Relationship with salmonids. *Conserving Natura 2000 Rivers, Conservation Techniques Series No. 3*.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.). 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Trondheim, Norge.
- Haavik, T.B., Synnes, O.M., Berge, L.T., Halsnes, M.H. & Skarbø, B.S. XXXX. Lagring av rundballar. Gode løysingar for gardbrukar og miljø. Landbruk Nordvest og Norsk Landbruksrådgiving Vest.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2018. Produksjon i kultiveringsanlegget. 2017. S. 6-14 i: Jakobsen, P. (red.) 2018. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling 2017. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland.
- 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. & Dolmen, D. 2008. Overleving og vekst på utsett elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Audna, Vest-Agder. NIVA Rapport L.NR. 5590-2008.
- 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.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010: Artsdatabanken, Trondheim, Norge.
- 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. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2011. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport 2010. Ereviksbekken og Svinesbekken, Rogaland. NINA Rapport 691. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2012. 3. Redokspotensial som metode for å kartlegge substratkvalitet for elvemusling. S. 46-65 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer. En kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.
- 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. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.) 2019-2028. Miljødirektoratet Rapport M-1107.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J. 2016. Flytting av elvemusling i Audna, Vest-Agder. NINA Upublisert Rapport. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019. 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.
- Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2023. 5. Lillelv. S. 58-70 i: Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2023. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2021. NINA Rapport 2273. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Simonsen, J.H. 2001. Lilleelv, Aust-Agder (vassdragsnr. 019.A1Z). S. 8-15 i: Larsen, B.M. (red.) 2001. Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Årsrapport 2000. NINA Oppdragsmelding 725. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. & Simonsen, J.H. 2008. Lilleelv, Aust-Agder (vassdragsnr. 019.A1Z). S. 9-19 i: Larsen, B.M. (red.) 2008. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2006 og 2007. NINA Rapport 417. Norsk institutt for naturforskning.
- Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D.C., Araujo, R., Bergengren, J., Bernal, Y., Bódis, E., Burlakova, L., Van Damme, D., Douda, K., Froufe, E., Georgiev, D., Gumpinger, C., Karatayev, A., Kebapçı, Ü., Killeen, I., Lajtner, J., Larsen, B.M., Lauceri, R., Legakis, A., Lois, S., Lundberg, S., Moorkens, E., Motte, G., Nagel, K.-O., Ondina, P., Outeiro, A., Paunovic, M., Prié, V., von Proschwitz, T., Riccardi, N., Rudzite, M., Scheder, C., Seddon, M., Şereflişan, H., Simić, V., Sokolova, S., Stoeckel, K., Taskinen, J., Teixeira, A., Thielen, F., Trichkova, T., Varandas, S., Vicentini, H., Zajac, K., Zajac, T. & Zogaris, S. 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe. State of the art and future challenges. *Biological Reviews* 92: 572-607.
- 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. 2022. Evaluering av habitatkvalitet for ung elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Oslo og Viken. Redoksmålinger fra Nitelva i 2018 og 2021, med tidsserier fra Askerelva og Sognavnsbekken. NINA Rapport 2121. 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., Kålås, S., Wathne, I., Rikstad, A. & Julien, K. 2019. Del 2. Utsetting av kultivert elvemusling. 2016-2018. S. 13-111 i: Jakobsen, P. (red.). 2019. Samlerapport om kultivering og utsetting av elvemusling. 2018. Universitetet i Bergen, Institutt for biologi, Rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland.
- Magerøy, J.H., Larsen, B.M., Wacker, S. & Karlsson, S. 2020. Elvemusling i Vegårvasdraget (Storelva og Lilleelv), Aust-Agder. En lokal ørretmusling og en innført laksemusling? NINA Rapport 1702. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H., Kålås, S., Sundt, K.Å., Høitomt, G. & Hellerud, J.H. 2022. Kultivering av elvemusling. Innsamling og tilbakeføring av stammusling i 2021. NINA Prosjektnotat 354. Norsk institutt for naturforskning.
- Magerøy, J.H., Holthe, E. & Lunde, J. 2023. Tiltaksanalyse for elvemusling og habitattiltak for laksefisk i Lerangsbekken. NINA Rapport 2178. Norsk institutt for naturforskning.
- Molden, G. 2005. Grevenes gruver. Fritzøe Jernverk, Larvik Grevskap og gruvene ved Arendal. FORTUNA Nr. 2 (2005).
- Moorkens, E. 2011. *Margaritifera margaritifera*. The IUCN red list of threatened species 2011.

- Quinlan, E., Gibbins, C., Malcolm, I., Batalla, R., Vericat, D. & Hastie, L. 2015. A review of the physical habitat requirements and research priorities needed to underpin conservation of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 25: 107-124.
- Roni, P., Beechie, T.J., Bilby, R.E., Leonetti, F.E., Pollock, M.M. & Pess, G.R. 2002. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwestern watersheds. *North American Journal of Fisheries Management* 22: 1-20.
- Simonsen, J.H. 1995. Fiskeundersøkelser i Lilleelvvassdraget 1995. Rapport.
- Simonsen, J.H. 1999. Registrering av sjøaurebekker i Aust-Agder. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvern avdelingen, Rapport 1-1999.
- 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.
- 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.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. *The Freshwater Pearl Mussels and Their Relationships with Salmonid Fish*. VNIRO Publishing House, Moscow, Russia.
- Österling, M.E. 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. PhD thesis, Karlstad University Studies No. 2006:53.
- Österling, M.E., Greenberg, L.A. & Arvidsson, B.L. 2008. Relationship of biotic and abiotic factors to recruitment patterns in *Margaritifera margaritifera*. *Biological Conservation* 141: 1365–70.

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.

SSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-4997-3

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