

1834

NINA Rapport

Status og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Malvik kommune), Trøndelag

Bjørn Mejdell Larsen
Hans Mack Berger



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.

Status og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Malvik kommune), Trøndelag

Bjørn Mejdell Larsen
Hans Mack Berger

Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2020. Status og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Malvik kommune), Trøndelag. NINA Rapport 1834. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mai 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4594-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Trøndelag

Malvik kommune

Nea-Nidelva vannområde

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Anton Rikstad og Anne Cathrine Flaten

Lars Slettom

Lise Hatten

FORSIDEBILDE

Sagelvas øvre del (stasjon 6) © Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Elvemusling – tiltaksplan – Sagelva, Malvik kommune - Trøndelag

KEY WORDS

Freshwater pearl mussel – management plan – River Semselva, Malvik municipality - Trøndelag county

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Larsen, B.M. & Berger, H.M. 2020. Status og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget (Malvik kommune), Trøndelag. NINA Rapport 1834. Norsk institutt for naturforskning.

Det er i løpet av 2019 utarbeidet en statusbeskrivelse og tiltaksutredning for elvemusling i Sagelvvassdraget i Malvik kommune. Arbeidet støtter seg på opplysninger fra flere delprosjekter; bl.a. innsamling av vannkjemiske data, fiskeundersøkelser, oppdatert kartlegging av utbredelse og status til elvemusling, kartlegging av substratkvalitet (redoksmålinger), samt en befaring med kartlegging av trusselfaktorer spesielt rettet mot elvemusling.

Det finnes elvemusling på en 3,3 km lang elvestrekning i Sagelva mellom utløpet av Langvatnet og Skjenstadbekken (like ovenfor Hasetvegen), men det er bare et fåtall muslinger på den nedre halvdel av denne strekningen. I tillegg finnes det elvemusling på en 800-850 m lang strekning i Langvassbekken. For å finne de minste muslingene er det nødvendig å grave i substratet (bunnmaterialet) i elva. I Sagelva varierte skallengden til levende elvemusling fra 18 til 135 mm. Med funn av muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering) og en andel på 17 % av muslingene som var mindre enn 50 mm, tegner det et bilde av en livskraftig bestand med god rekruttering og svært god økologisk tilstand. I Langvassbekken var skallengden til levende elvemusling fra 14 til 94 mm. Det ble funnet nyrekruttering, og 16 % av muslingene som ble lengdemålt var mindre enn 50 mm (svært god økologisk tilstand). De voksne muslingene reproduserte normalt og graviditetsfrekvensen var svært høy i august 2019, noe som antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbefruktning.

Elvemuslingbestanden i Sagelva ble anslått til 30 000 individer inkludert andelen av nedgravde muslinger. I Langvassbekken var det anslagsvis 9200 individer inkludert andelen av nedgravde muslinger. Dette gjør at Sagelvvassdraget har en mellomstor populasjon i norsk sammenheng. Forekomsten av elvemusling har en tydelig gradient fra en rekrutterende og levedyktig bestand i Langvassbekken og øvre del av Sagelva, til totalt fravær av muslinger i nedre del av Sagelva. Vannkvaliteten i Langvassbekken og øvre del av Sagelva basert på mengde næringssalter (Tot-P og Tot-N), partikler (turbiditet) og organisk stoff framstår som tilfredsstillende for elvemusling. Forholdene endrer seg imidlertid ved Engan og selv om det fortsatt finnes elvemusling i midtre del av Sagelva, er det hovedsakelig spredte individer eller mindre ansamlinger med muslinger på strekningen. Økologisk tilstand reduseres til moderat, og det kan virke som om veksten hos muslingene er nedsatt og at dødeligheten er større enn forventet. I nedre del av Sagelva finnes det ikke levende elvemusling og økologisk tilstand er svært dårlig eller dårlig for tetthet av ørret, konsentrasjon av jern, mengde totalt nitrogen, turbiditet, innhold av organisk stoff (TOC) og mengden av tarmbakterier. Summen av dette gjør at vi ikke vil forvente å finne levende elvemusling på strekningen.

Muslingene i Sagelva og Langvassbekken er avhengig av ørret som vertsart for muslinglarvene. Våren 2019 var et flertall av ørretungene infestert med et stort antall muslinglarver. På de ettårige ørretungene var det en gjennomsnittlig intensitet på 305 muslinglarver i Sagelva og 98 muslinglarver i Langvassbekken. På en toårig ørretunge ble det funnet 2390 muslinglarver. Moderat høy tetthet av riktig vertsart er viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde bestanden av elvemusling i Sagelvvassdraget. Tettheten varierte i 2019 fra svært dårlig i Langvassbekken (skyldes forekomsten av gjedde i Langvatnet) og nedre del av Sagelva (dårlig vannkvalitet) til moderat, men likevel tilstrekkelig for å opprettholde rekrutteringen hos elvemusling, i øvre del av Sagelva. Utsetting og spredning av gjedde i de siste 30-40 årene har medført at ni av de 12 vatna i nedbørfeltet har gjedde i dag. Ørreten som naturlig hørte hjemme i alle disse vatna er nesten helt borte, og det er derfor et ønske om å bekjempe eller aller helst utrydde gjedda fra vassdraget. Rotenonbehandling av vatn og bekkestrekninger er en måte for å oppnå dette. Vatna øverst i nedbørfeltet kan rotenonbehandles uten fare for bestanden av elvemusling. Mest utsatt er muslingene i Langvassbekken. Det kan derfor være behov for å avgifte rotenon nedenfor innsjøene (bl.a.

Oppsjøen) som blir behandlet. Dette for å hindre en situasjon med langvarig stress og fare for dødelighet hos elvemusling som følge av at rotenonholdig vann blir ført nedover i vassdraget. Det er ikke realistisk å skulle flytte muslingene fra Langvassbekken og de øvre delene av Sagelva. Årsaken til dette er det store antall muslinger og mangel på gode lokaliteter der muslingene kan oppbevares mens en eventuell rotenonbehandling foregår. Det er bare foreslått å flytte de få muslingene som står mellom Langvatnet og Damvatnet for å sikre at de ikke går tapt på grunn av langvarig eksponering til rotenonholdig vann fra Hønstadvatnet/Hyllvatnet. Det frarådes å rotenonbehandle Langvatnet og Damvatnet og i stedet forsøke å begrense antall gjedde ved utfisking (garnfiske, bruk av elfiskebåt og elfiske på bekkene i tilknytning til vatna). Det er i Langvassbekken at problemene med mangel på ørret er størst i forhold til det å opprettholde bestanden av elvemusling på lang sikt. I Sagelva er det per i dag tilstrekkelig med ørretunger til å opprettholde rekrutteringen.

Ønsker man i tillegg å utvide utbredelsen av elvemusling til områder i Sagelva der den tidligere naturlig hørte hjemme (nedenfor Engan) vil den største utfordringen bli å redusere utslippene fra de gamle deponiene ved Engan og Skjenstad. Fravær av elvemusling er en ting, men dårlig vannkvalitet forårsaker også en svak og stedvis fraværende ørretbestand i vassdraget. Verdien av å ha et velfungerende elvemiljø må ikke undervurderes. En bestand av elvemusling som opprettholder naturlig rekruttering i Sagelvvassdraget vil det være det synlige beviset på god vannkvalitet og god økologisk tilstand.

Bjørn Mejdell Larsen, bjorn.larsen@nina.no, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim
Hans Mack Berger, hans.m.berger@gmail.com, Flygata 6, 7504 Stjørdal

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Generelt om elvemusling	9
2.1 Bakgrunn.....	9
2.2 Livshistorie.....	9
2.3 Habitatkrav.....	11
2.4 Trusler.....	12
3 Vassdragsbeskrivelse	14
3.1 Områdebeskrivelse.....	14
3.2 Arealbruk.....	16
3.3 Vannføring og vanntemperatur.....	22
3.4 Vannvegetasjon.....	22
3.5 Bunndyr.....	22
4 Vannkvalitet og redokspotensial	24
4.1 Vannkvalitet.....	24
4.2 Tarmbakterier.....	34
4.3 Redokspotensial.....	34
5 Fisk	39
5.1 Tidligere fiskeundersøkelser.....	39
5.2 Fiskeundersøkelser 2019.....	42
5.2.1 Metoder og materiale.....	42
5.2.2 Resultater.....	43
5.3 Muslinglarver på gjellene til ørret.....	46
6 Elvemusling	51
6.1 Tidligere undersøkelser.....	51
6.2 Elvemuslingundersøkelser 2019.....	57
6.2.1 Metode og materiale.....	57
6.2.2 Resultater.....	60
7 Oppsummering og diskusjon	68
7.1 Vannkvalitet.....	68
7.2 Fisk.....	72
7.3 Elvemusling.....	72
7.4 Tilstandsbeskrivelse.....	73
8 Tiltak	76
8.1 Bekjempelse av gjedde.....	76
8.2 Sanering av utslipp fra nedlagte deponier.....	79
8.3 Tilskudd til miljøtiltak og miljøplan elvemusling.....	79
8.4 Oppdrett og utsetting av muslinger.....	80
8.5 Informasjon.....	81
8.6 Ta hensyn til elvemusling.....	81
8.7 Oppfølging og tiltakskontroll.....	81
9 Referanser	83
10 Vedlegg	90

Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk gjennom Fylkesmannen i Trøndelag oppdraget med å gjennomføre en problemkartlegging med tilknytning til elvemusling i Sagelva. Ett av delprosjektene var å lage en skisse til tiltaksplan som har til hensikt å bevare og styrke bestanden av elvemusling i vassdraget. Arbeidet støtter seg på data fra flere delprosjekter, bl.a. innsamling av vannkjemiske data, fiskeundersøkelser, oppdatert kartlegging av utbredelse og status til elvemusling i hele vassdraget, kartlegging av substratets egnethet som oppvekstområde for unge muslinger (redoksmålinger), samt en befaring langs vassdraget med kartlegging av aktuelle trusselfaktorer spesielt rettet mot elvemusling. Til dette arbeidet har det også kommet viktige bidrag fra Malvik kommune og Vannområde Nea-Nidelva. Dette har i sum gitt bakgrunnsdata til foreliggende problemkartlegging knyttet direkte mot elvemusling.

Prosjektet er støttet økonomisk av Fylkesmannen i Trøndelag i samarbeid med Malvik kommune og Vannområde Nea-Nidelva. En særlig takk går til Anton Rikstad og Anne Cathrine Flaten, begge fra Fylkesmannen i Trøndelag, Lars Slettom i Malvik kommune og Lise Hatten fra Vannområde Nea-Nidelva, for økonomisk støtte og initiativet til å prioritere arbeidet med å ta vare på elvemuslingen i vassdraget.

Det rettes en takk til Multiconsult AS ved Sondre André Ski og Beth Paludan Carlsen samt Nye Veier ved Anne-Lise Bratsberg for oversendelse av rapport fra foreløpig upubliserte undersøkelser i Sagelva i forbindelse med overvåking av effekten på akvatisk økologi av planlagt utbygging av ny E6 mellom Ranheim og Værnes.

Det rettes en særlig takk til Lars Slettom, Malvik kommune, for hjelp med å hente fram rapporter og annen relevant informasjon om Sagelva samt deltakelse under feltarbeid og befaringer i vassdraget i 2015 og 2016. Vi vil dessuten takke Kari Tønset Guttvik, Beate Kristin Rønning Sundgård, Iver Øfsti Tanem, alle fra Fylkesmannen i Trøndelag, som i 2015 gjorde seg kjent med Sagelva og elvemuslingen der. Til slutt en takk til alle som lokalt har vist interesse og engasjement for vårt arbeid i Sagelva og som gjennom samtaler har bidratt med nyttig informasjon.

Trondheim, mai 2020

Bjørn Mejdell Larsen

Prosjektleder

1 Innledning

EUs rammedirektiv for vann fra 2000 (Vanddirektivet, i Norge: vannforskriften) har som hovedformål å sørge for at miljøstatus forbedres i alt ferskvann, brakkvann, kystnært vann og grunnvann. Direktivet forutsetter en nedbørfeltorientert og helhetlig forvaltning av vann og vassdrag, og setter som mål at det skal oppnås god økologisk tilstand eller bedre i vannforekomstene. Det skal utarbeides og vedtas regionale forvaltningsplaner og tiltaksprogrammer med sikte på å oppfylle miljømålene, og det skal fremskaffes nødvendig kunnskapsgrunnlag for dette arbeidet. Vannregion Trøndelag har identifisert flere hensyn/interesser som må tillegges særlig vekt i planarbeidet.

I planprogrammet for regional vannforvaltningsplan for 2022-2027 (Trøndelag Vannregion 2019) står det om elvemusling (*Margaritifera margaritifera*): «Det er behov for å gjennomføre mange typer tiltak for å reparere skade i muslingvassdrag med moderat eller dårligere økologisk tilstand. I tillegg er det viktig å vurdere forebyggende tiltak i vassdrag der målet om minimum god tilstand er oppnådd. Elvemusling må inngå i sektormyndighetenes prioritering av tiltak og fastsetting av miljømål.» Elvemusling er generelt en art med spesielt stor forvaltningsinteresse da den også er definert som en ansvarsart¹ for Norge (>25 % av europeisk bestand i Norge).

I handlingsplanen for elvemusling (Larsen 2018) er målet for forvaltningen av elvemusling i et langsiktig perspektiv at:

- elvemusling skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge
- alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes og sikres en tilfredsstillende rekruttering
- alle vassdrag med elvemusling skal ha minst god økologisk tilstand

Det har vært kjent lenge at det fantes elvemusling i Sagelva (Dolmen & Kleiven 1997) og i 1996 var det store mengder og høy tetthet på strekningen fra Damvatnet og nedover mot Haset (Dolmen 2009). Forekomsten av elvemusling er senere undersøkt ved flere anledninger (bl.a. Berger 2010) og i 2015 ble det også funnet elvemusling i Langvassbekken (se kapittel 6.1). Undersøkelsene tidlig på 2000-tallet konkluderte med at bestanden i Sagelva besto av eldre individer og at rekrutteringen var mangelfull. I et slikt perspektiv var det viktig å identifisere eventuelle problemer for elvemusling og vurdere aktuelle tiltak for å opprettholde og styrke bestanden i Sagelvvassdraget.

I løpet av sin livssyklus har elvemusling et obligatorisk stadium på gjellene til laksefisk (bl.a. Larsen 2006; 2018), og i Sagelvvassdraget er det ørret som er vertsfisk for muslinglarvene (Larsen & Magerøy 2020; se kapittel 5.3). Uten ørret vil rekrutteringen hos elvemusling stoppe opp, og mangel på vertsfisk kan på toppen av andre trusler i vassdraget medføre en «forgubbing» av bestanden og en reduksjon i antall muslinger i deler av utbredelsesområdet. Nå forekommer det ørret i varierende tetthet i hele Sagelva (bl.a. Berger et al. 2007), men bestanden er truet i Langvassbekken og helt eller delvis forsvunnet fra de fleste vatna i nedbørfeltet. Årsaken til dette er utsetting og spredning av gjedde (*Esox Lucius*) i Sagelvvassdraget (Hesthagen et al. 2020). Ved en kartlegging tidlig på 1980-tallet var det gjedde bare i Damvatnet og Langvatnet (Berger & Johnsen 1982). Noen år seinere ble det også registrert gjedde i lokaliteter lengre opp i vassdraget, og gjedde finnes i dag i ni av de 12 vatna i nedbørfeltet (Bardal & Adolfsen 2019). Gjeddene er generelt en fremmed og uønsket art i Trøndelag. Gjeddene kan endre artssammensetning og de økologiske forholdene ved å beite på den stedlige faunaen (Hesthagen et al. 2012) og ved gitte forhold har gjeddene kapasitet til å utrydde lokale fiskestammer (bl.a. Museth et al. 2006,

¹ Begrepet ansvarsart er ikke et juridisk begrep, men blir brukt for å angi at en art har en vesentlig andel av sin naturlige utbredelse i Norge. I naturmangfoldloven brukes ikke begrepet ansvarsart, men formuleringen «arten har en vesentlig andel av sin naturlige utbredelse eller genetiske særtrekk i Norge». I foredraget til kongelig resolusjon om prioriterte arter av 20. mai 2011 er «vesentlig andel» for arter beskrevet som at «25 prosent eller mer av den europeiske bestanden er i Norge». Det er også dette Artsdatabanken legger til grunn når disse artene omtales i Norsk rødliste.

Johnsen et al. 2009). Det er derfor nødvendig med tiltak for å redusere eller helst utrydde bestanden av gjedde i Sagelvvassdraget. Rotenonbehandling av vatn og bekkestrekninger er en måte for å oppnå dette. Kartlegginger er allerede gjennomført for å beskrive invertebratfaunaen i utvalgte innsjøer (Bækkelie et al. 2020) og hydrologiske forhold er kartlagt (Bardal & Adolfsen 2019) som et grunnlag for å vurdere om det er mulig å gjennomføre tiltaket.

Men før en eventuell rotenonbehandling i Sagelvvassdraget kan gjennomføres må vi samtidig være sikre på at det ikke får uønskede effekter bl.a. på elvemusling. Vi må derfor ha oppdatert kunnskap om status til bestanden av elvemusling i vassdraget. Dette for at nødvendige tiltak kan iverksettes for å unngå skader på bestanden av muslinger ved en eventuell rotenonbehandling. Målet med denne rapporten er derfor å dokumentere nåsituasjonen i Sagelvvassdraget for at en eventuell bekjempelse av gjedda skal kunne utføres på en forsvarlig måte.

Rapporten beskriver utbredelse og status (tetthet, lengdefordeling og rekruttering) til forekomsten av elvemusling i Sagelvvassdraget. I tillegg er det skaffet tilveie data om vannkvaliteten, tettheten av ørret og infesteringen av muslinglarver på gjellene til ørretungene, hvordan substrats egnethet er som oppvekstområde for de unge muslingene (måling av redokspotensiale) samt kartlegging av aktuelle trusselfaktorer der gjedde er inkludert.

2 Generelt om elvemusling

2.1 Bakgrunn

Elvemusling (**figur 1**) har status som sårbar (VU) på lista over truede dyrearter i Norge i 2015 (Henriksen & Hilmo 2015) slik den også var det i 2010 (Kålås et al. 2010). I resten av Europa er elvemusling vurdert som sterkt truet (EN) (for eksempel Sverige, Finland, Spania og Latvia) eller kritisk truet (CR) (for eksempel Østerrike, Belgia, Tsjekkia, Tyskland, England og Irland), og den er oppført som kritisk truet (CR) på den europeiske naturvernunionens (IUCN) liste over truede dyrearter (Cuttelod et al. 2011). I tillegg er den ført opp på Bern-konvensjonens liste III over arter som det skal tas spesielt hensyn til, og den er listet opp i EUs habitatdirektiv (vedleggene II og V).



Figur 1. En voksen elvemusling oppnår normalt en størrelse på 10–15 cm. Skallet er mørkt, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

I likhet med mange andre land i Europa har Norge en egen nasjonal handlingsplan for elvemusling (Larsen 2018). Ett hovedmål i handlingsplanen er at alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes og sikres en tilfredsstillende rekruttering. I tråd med dette er målet for arbeidet med elvemusling i Sagelva at det i et langsiktig perspektiv skal finnes en livskraftig populasjon i vassdraget.

2.2 Livshistorie

Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium på gjellene til laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen (se **faktaboks 1**). Omfattende studier har vist at ulike muslingbestander normalt er tilpasset enten laks eller ørret som vertsfisk (bl.a. Karlsson & Larsen 2013). Det er også vist at elvemuslingens larver utvikler seg ulikt på ulike ørret-stammer (Larsen 2009, Österling & Larsen 2013, P. Jakobsen pers. medd.). Selv om muslingene kan være bedre tilpasset stedegne fiskestammer (Dettmer 1982, Söderberg et al. 2008a) ser vi at fremmede fiskestammer av riktig vertsfisk likevel kan ha en større infestingsintensitet (Österling & Larsen 2013).

Faktaboks 1

Elvemusling

Margaritifera margaritifera

KJENNETEGN

Normal størrelse på en voksen elvemusling er 7–15 cm, og de eldste muslingene kan bli over 200 år gamle. Skallet er mørkt brunlig, nesten svart hos eldre individer, og som oftest nyreformet. Skallet beskytter de myke kroppsdelene. Muslingen har en muskuløs fot som den kan bruke til å forflytte seg med eller forankre seg med i substratet.

LEVESETT

Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium på gjellene til laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen. Gjellene til de voksne muslingene fungerer som «yngel-kammer» for larvene i om lag fire uker tidlig på høsten. Larvestadiet (0,04 mm lange) på gjellene til laks eller ørret varer normalt 9–11 måneder, og er helt nødvendig for at larven skal utvikle seg til en ferdig musling. Larvene er 0,45 mm når de slipper seg fra fiskegjellene. I de første leveårene (opp til en lengde på minst 15–30 mm) lever muslingene fullstendig nedgravd i substratet. Elvemuslingen blir normalt kjønnsmoden i 12–15-årsalder (50–75 mm lang), og vil kunne formere seg resten av livet. Veksthastigheten til muslingen avhenger av vanntemperatur, vannkvalitet og tilgang på næring. Den filtrerer 50 liter vann over gjellene hvert døgn. Dette bidrar til å rense vannet. De voksne muslingene forflytter seg i liten grad etter at de har etablert seg på elvebunnen. Spredning innad i vassdrag og mellom vassdrag skjer derfor mens muslinglarvene er festet til fisken.

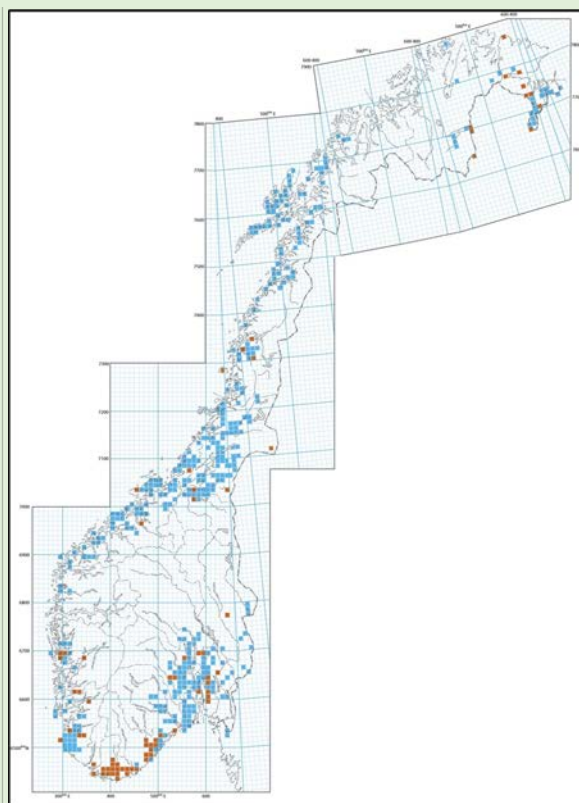
TRUSLER

All aktivitet i nedbørfeltet ovenfor eller i nær tilknytning til en populasjon av elvemusling vil potensielt kunne påvirke muslingene. Høy tilførsel av næringsstoff (eutrofiering), forurening, utryddelse eller reduksjon i populasjoner av vertsfisk, vassdragsregulering (endringer i vannføring/temperatur), kanalisering, bekkelukking, erosjon fra land- og skogbruksområder, snauhogst, drenering av myrer og annen utmark, graving og byggeaktiviteter med høyt partikkelutslipp, avrenning fra trafikk, giftutslipp og klimavariasjoner kan være viktige faktorer i dette bildet.



UTBREDELSE

Elvemusling er kjent fra store deler av Europa og den østlige delen av Nord-Amerika. Norge har mer enn en firedel av alle kjente lokaliteter med elvemusling og ca. 40 % av alle elvemuslinger i Europa (inkludert Russland). Den finnes i et belte langs kysten, og er kjent fra om lag 540 lokaliteter. Elvemusling har imidlertid dødd ut i nær en firedel av disse lokalitetene.



Utbredelse av elvemusling i Norge angitt i 10x10 km ruter. Områder med levende muslinger har blå farge. Områder med bare utdødde bestander har rød farge.

En oppsummering av elvemuslingens livssyklus er gitt i **tabell 1**. Etter at muslinglarvene er sluppet ut i vannet om høsten må de i løpet av en til noen få dager komme i kontakt med gjellene på en laks eller ørret, ellers dør de (Jansen et al. 2001). Den neste kritiske fasen i elvemuslingens livssyklus er perioden etter at muslingen har sluppet seg av fisken og skal etablere seg i grusen (bl.a. Bauer 1989, Jansen et al. 2001). Young & Williams (1984a) estimerte at 95 % av muslingene døde i de første 5–8 årene, og små endringer i miljøet kunne øke dødeligheten ytterligere. De unge stadiene dør som oftest på grunn av oksygenmangel i forbindelse med eutrofiering og nedslamming av elvebunnen.

Tabell 1. Oppsummering av elvemuslingens livssyklus. Omarbeidet fra Larsen (2005).

Egg	(Juni) juli–august	Avgivelse av modne egg fra gonadene til yngelkammeret i gjellene
Muslinglarve	(Juni) juli–august i løpet av ca. 4 uker	Befruktning av eggene, vekst og utvikling av muslinglarvene i gjellene
	August–oktober i løpet av 7–12 dager	Frigivelse av muslinglarvene fra mordyret
	August–oktober i løpet av noen dager	Muslinglarvene fester seg til gjellene på en vertsfisk og kapsles inn i en cyste
Metamorfosestadiet på gjellene til en laks eller ørret	September/oktober–april, 6–7 måneder	Begynnende differensiering og utviklingspause (overvintring) på vertsfisken
	April–mai/juni i løpet av ca. 8 uker	Vekst og metamorfose fra svakt differensiert larve til ferdigutviklet ung musling
Musling	Mai–juli	Muslingen (0,45 mm) slipper seg av vertsfisken, og beveger seg ned i mellomrom i substratet
	Etter ca. 4–8 år	Den unge muslingen (15–30 mm) har vandret opp, og kan observeres i øvre del av substratet. Starter et frittlevende liv på bunnen
	10–15 år gammel	Blir kjønnsmoden og starter reproduksjon (50–70 mm)

2.3 Habitatkrav

Muslingene setter ulike krav til leveområdet i ulike faser av livet. Forandringer i habitat og vannkvalitet kan derfor medføre at de unge stadiene dør selv om de voksne muslingene fortsatt er til stede. At de voksne muslingene fortsatt er til stede, sier derfor ingenting om hva som egentlig er miljøkravene for å opprettholde rekrutteringen, og sikre bestanden på lang sikt.

Bunnssubstrat

Normalt står elvemuslingen med «hodet» i grusen, og om lag to tredeler av skallet er nedgravd slik at bare den bakre delen av dyret er synlig. Elvemuslingen lever hovedsakelig i rennende vann (mest vanlig på 0,2–1 m dyp). Muslingene finnes oftest i næringsfattige lokaliteter, der grus- og sandbunn dominerer mellom små og store steiner og steinblokker, som er med på å stabilisere substratet. De beste muslingehabitatene er knyttet til «hurtigrennende» vann og områder med kantvegetasjon, ofte i yttersvinger i elva. Forekomst av muslinger er i mindre grad knyttet til grusører i elvas innersvinger, områder med «sakteflytende» vann og eroderende elvekanter samt områder med makrofyter og tett vannvegetasjon. Sedimentering av mudder og finpartikulært materiale hindrer de unge elvemuslingene i å etablere seg, og arten finnes derfor bare unntaksvis i områder med løs mykbunn. For ytterligere informasjon henvises det til Larsen (1997) og Magerøy (2020b).

For de unge muslingene som er helt nedgravd, må strukturen i substratet være slik at det er en god utskiftning av vann mellom de frie vannmasser og mellomrommene i substratet. Andelen finkornet (<1 millimeter) uorganisk materiale i bunnmaterialet bør være mindre enn 25 % for at unge muslinger skal klare å overleve (Geist & Auerswald 2007, Österling 2006). Andelen organisk materiale bør også være lavt.

Vannkvalitet

Elvemusling unngår lokaliteter i vassdrag med vedvarende høyt partikkelinnhold. Når vannet i forbindelse med nedbør og høy vannføring i perioder tilslammes og får uvanlig høy turbiditet, kan imidlertid muslingene trekke seg sammen og lukke skallet. På den måten kan de overleve kortvarige episoder med ugunstig vannkvalitet. Men med en nedgravd tilværelse i substratet i de første leveårene, må erosjon og nedslamming holdes under kontroll for at de unge muslingene skal overleve. I en svensk undersøkelse av 111 muslingbestander var turbiditeten i elver med muslingbestander med god status (med rekruttering) mindre enn 1 FNU (0,5–1,0 FNU) (Söderberg et al. 2008b). Muslingene trivdes dårlig i områder med høyt innhold av humussyrer, og fargetallet under vårflommen var mindre enn 80 mg Pt/l i bestander med god status.

Tilførsel av næringsstoffene fosfor og nitrogen samt utslipp av organisk stoff virker negativt på elvemuslingen på grunn av økende eutrofiering. Dette gir økt sedimentering, og økt forbruk av oksygen i substratet går ut over overlevelsen til de unge muslingene. Det er funnet at muslingbestander med god status skilte seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalt fosfor var mindre enn 15 µg/l (gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l) (se **faktaboks 2**; Degerman et al. 2009). Tendensen for nitrogen er den samme, og verdiene er lavere på lokaliteter med små muslinger enn på lokaliteter med bare eldre muslinger.

Faktaboks 2

Vannkvalitet og fisketetthet i vassdrag med rekrutterende populasjoner av elvemusling, basert på data fra svenske og norske vassdrag. Fra Degerman et al. (2009).

Parameter	Verdi	Merknad
pH	≥6,2	minimumsverdi
Uorganisk aluminium	<30 µg/l	maksimumsverdi
Totalt fosfor	<5 µg/l (<8 µg/l*)	gjennomsnittsverdi
Nitrat (NO ₃)	<125 µg/l	medianverdi
Turbiditet	<1 FNU	gjennomsnittsverdi vårflom
Fargetall	<80 mg Pt/l	gjennomsnittsverdi vårflom
Vanntemperatur	<25 °C	maksimumsverdi
Finkornet (<1 mm) substrat	<25 %	andel av partikler, maksimumsverdi
Redokspotensiale	>300 mV	korrigert verdi
Antall ungfisk laksefisk	≥5 pr. 100 m ²	minimumsverdi

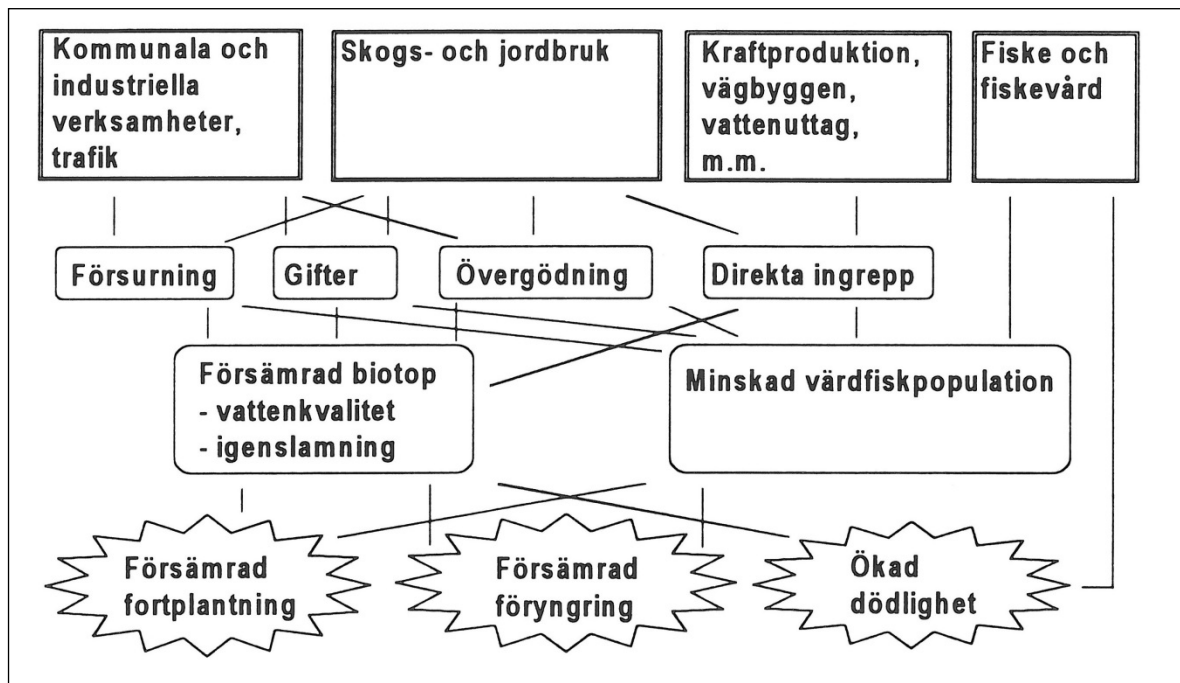
* Fra Degerman et al. (2013)

Synet på hvilke krav elvemuslingen har til vannkvalitet har endret seg i de siste årene, og årsaken er ofte at vannkvalitetsverdier som tidligere har vært oppgitt, bare beskrev at muslinger var til stede – ikke at de faktisk hadde en vellykket rekruttering.

2.4 Trusler

Voksne elvemuslinger har få eller ingen naturlige fiender, og dør vanligvis på grunn av høy alder i upåvirkede lokaliteter. Tilbakegangen for elvemusling som vi ser i hele artens utbredelsesområde, tilskrives derfor hovedsakelig menneskelig påvirkning av leveområdet eller vassdragenes nedbørfelt. En negativ utvikling i muslingbestandene ble allerede i 1930 tilskrevet «den stigende Civilisation» (Thiel 1930 i Wesenberg-Lund 1937). De faktorene som man i dag anser er av avgjørende betydning er erosjon, overskudd av næring og nedslamming av elvebunnen. Årsakene til at dette skjer er imidlertid sammensatt, og en oversikt over elvemuslingens trusselbilde (**figur 2**) viser tydelig hvordan de ulike faktorene påvirker hverandre.

I tillegg til fysiske inngrep og utslipp av næringsstoff eller forurensende stoffer, vil endringer i vann-temperatur påvirke en rekke faktorer i elvemuslingens livssyklus: vekst, levealder og reprodutiv suksess (Larsen 2012b). Elvemuslingen slipper larvene tidligere i varme somre, og muslinglarvene har en temperaturavhengig vekst mens de sitter festet til vertsfisken. Temperaturendringer mellom år er naturlig, men menneskeskapt klimavariasjoner eller inngrep i vassdragene som endrer temperaturen gjennom året, kan gi endringer i livssyklus som kan være vanskelige å forutse.



Figur 2. Eksempel på trusselfaktorer og årsakssammenhenger i en elvemuslingbestand. Fra Eriksson & Henrikson (1998).

3 Vassdragsbeskrivelse

3.1 Områdebeskrivelse

Sagelvvasdraget (vassdragsnr. 123.3Z) hører med til vannområde Nea-Nidelva i vannregion Trøndelag (figur 3), og ligger i Malvik kommune i Trøndelag fylke. Vassdraget har et lite forgreinet løpsmønster med et totalt nedbørfelt på 19,9 km² (figur 4 og vedlegg 1).



Figur 3. Inndeling av vannregion Trøndelag med vannområder og grenseoverskridende vassdrag. Fra Trøndelag vannregion (2019).

I den sørvestlige delen av nedbørfeltet som tilsvarer 7,2 km² drenerer Sagelvvasdraget fra Svarttjønna (299 moh.) og Ålvatnet (262 moh.) som ligger på grensa mot Jonsvatnet. Elva ut fra Ålvatnet renner nordover via Mørkdalstjønna (220 moh.), Skjeltjønna (209 moh.) og Hyllvatnet (196 moh.). Hyllvatnet er drikkevannsmagasin for 4400 personer med et uttak på 620 000 m³/år. Elva ut fra Hyllvatnet løper sammen med en sideelv som drenerer områdene fra Tufttjønna (164 moh.) og Hønstadvatnet (164 moh.) før vassdraget munner ut ved utløpet av Langvatnet (149 moh.). I den sørøstlige delen av nedbørfeltet som tilsvarer 4,4 km² drenerer Sagelvvasdraget fra Ertstjønna (275 moh.), Vulusjøen (259 moh.) og Oppsjøen (203 moh.) som via Langvassbekken drenerer til Langvatnet. Fra Langvatnet renner Sagelva nordover via Damvatnet/Damtjønna (148 moh.) før vassdraget slipper seg videre den 5,2 km lange strekningen som til slutt munner ut i Trondheimsfjorden ved Torp.

Marin grense er på 176-178 moh. i området, og nær 30 % av nedbørfeltet ligger lavere enn dette.

Berger et al. (2007) skriver i sin områdebeskrivelse følgende om Sagelva: «I øvre del av feltet er det barskogområder med gran og furu. Forbi Haset, Engan og Skjenstad er det kantvegetasjon av or langs størsteparten av vassdraget kun avbrutt av mindre arealer med dyrka mark. Fra nåværende E6 og ned til utløpet i fjorden renner Sagelva i en ravine omkranset av grårøggeskog. De største jordbruksområdene ligger i nedre halvdel av vassdraget. Det er flere gårdsbruk med avrenning til elva i området Hønstad, Skjenstad og Haset, og disse fører i perioder til høye konsentrasjoner av nitrat og fosfat (Aage Storsve pers. medd., Nyland 2006). En fyllplass for "rene masser og gips" fra byggevirksomhet, lokalisert i området Skjenstad, er kilde til utspyling av sulfatholdige stoffer ved store nedbørsmengder (H. Nyland pers. medd.). Nedre del av Sagelva bærer preg av tidligere menneskelig aktivitet. Det har vært mølle og sagbruk i tilknytning til Torpaunet. Det var dam i bekken ovenfor Torpaunet og etter at Torpaunet Møllebruk ble utskilt fra gården og flyttet ned til sjøen (1907), ble rørgate for egen kraftproduksjon anlagt (Paul L. Hagen pers. medd.). Rester av rørgata ligger fortsatt nedenfor fossen. Mølledriften pågikk hele året og førte til redusert vannføring i elva. Møllebruket ble for øvrig nedlagt tidlig på 1960-tallet og demningen ovenfor gården er senere fjernet. Mølla ble bl.a. nedlagt på grunn av ustabil vanntilførsel, lite vann i frostperioder om vinteren og i tørkeperioder om sommeren (Paul L. Hagen pers. medd.)».



Figur 4. Nedbørfeltet til Sagelva (123.3Z). Kart fra NVE-Atlas.

Nedre del av Sagelva har også vært påvirket av inngrep av ulik grad i tilknytning til bygging og drift av kryssende veger og jernbane, og funksjonen til de gamle kulvertene under veg og jernbane som vandringsveier for fisk er bare delvis tilfredsstillende. I forbindelse med bygging av kulvert under nåværende E6 ble det tilrettelagt med trapp/betongterskler for oppvandring av fisk, men med en lengde på flere hundre meter er det usikkert om fisk passerer oppover elva. I forbindelse med bygging av gang- og sykkelveg på 1980-tallet ble det fylt jord- og steinmasser ut i Sagelva ved fossen (dagens oppgangshinder for anadrom laksefisk) slik at det ene sideløpet ble innsnevret og den store kulpen nedstrøms fossen ble gjenfylt.

3.2 Arealbruk

I nedbørfeltet til Sagelva dekker skog 70,0 % av arealet (**vedlegg 1**). Det finnes ikke noe snaufjell (H_{\max} 396 moh.), og innsjøer og myr dekker henholdsvis 3,2 og 11,1 %. Det er en del dyrket mark (14,3 %), men bare 0,2 % av arealet er definert som urban bebyggelse (<http://nevina.nve.no/>).

Sagelva påvirkes i øvre del av skogbruk. En skytebane ligger ved Langvatnet med avrenning til vassdraget. Nedover i vassdraget øker påvirkningen av landbruk, spredt avløp, massedeponi/nydyrking, steinbrudd, gamle og nyere søppeldeponi samt påvirkning fra E6, fylkesveg og jernbane (Slettom 2018).

Landbruk

De største arealene med dyrket mark ligger i nedre del av Sagelva hovedsakelig på strekningen mellom nåværende E6 og Haset (**figur 5**). I tillegg er det store arealer med dyrket mark ved Hønstadvatnet.



Figur 5. De største arealene med dyrket mark ligger i nedre del av Sagelva. På bildet til høyre ser vi deler av nydyrkingsfeltet sør for Skjenstadåsen i bakgrunnen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

I 2014 ble det søkt om nydyrking av et 105 dekar stort areal sør for Skjenstadåsen. Nydyrkingsfeltet lå nær Sagelva og det var foreslått oppdyrking av en del myrarealer med utslipp direkte til vassdraget. Denne søknaden ble imidlertid avslått, men et revidert forslag om nydyrking av bare 70 dekar ble levert i 2015. I de nye planene ble alle myrarealer tatt ut av dyrkingsplanen, og i tillegg ble det inkludert opprettelse av to fangdammer (økologiske rensesystemer). Atle Hauge i Bioforsk gjorde en vurdering av påvirkning og avbøtende tiltak og hensynet til elvemusling veide tungt. Med bakgrunn i dette ble planene for nydyrking godkjent og området er i dag opparbeidet og klargjort for grasproduksjon (**figur 5**).

Området langs deler av Sagelva ble i løpet av sommeren 2019 tilrettelagt som beitemark for storfe. Et område med en lengde på 600-650 meter og en bredde på 40-50 m på begge sider av elvestrengen ble gjerdet inn. Det gjør at beitedyrene fritt kan krysse elva fra den ene siden til den andre langs hele den inngjerdede strekningen. Sagelva renner i dette området gjennom leirholdig grunn, og elvekantene er ustabile med stadig utrasing og utglidning av trær mot elveløpet. Som følge av frittgående beitedyr i dette området er det fare for at Sagelva nå vil bli utsatt for ytterligere erosjon. En åpen jord- og leirbakke vil gi økt avrenning av store mengder jord og leirholdig substrat. Dette kan på sikt være svært uheldig for vannkvaliteten i en allerede sterkt belastet del av Sagelva.

Deponier

Det er flere store deponier i de nedre delene av Sagelva som påvirker vannkvaliteten. Deponiet på Skjenstad ble startet opp i 1996 av Malvik Container og Gjenvinning. Deponiet ble overtatt av Ragn-Sells i 2006. Før dette drev Malvik kommune flere tilgrensende deponier i området. Det største av disse lå i direkte kontakt med deler av Ragn-Sells sitt deponi, men også ut mot Sagelva (**figur 6**). Det er tatt imot og deponert blandet næringsavfall på deponiet. Etter deponieiers vurdering er en vesentlig andel av avfallet trematerialer og plast, men med betydelige innslag av annet avfall (Asplan Viak 2009). Deponiet ble i løpet av 2013 tildekket og arondert i tråd med en avslutningsplan (Asplan Viak 2009). Nytt renseanlegg har vært i drift fra sommeren 2014.



Figur 6. Plassering og avgrensning av deponiet på Skjenstad. Blå skravur viser avgrensning av dette deponiet (inklusive planlagt avslutning). Stiplet skravur viser antatt plassering av tidligere kommunale deponier. Fra Asplan Viak (2009).

På samme sted som deponiet på Skjenstad lå driver Ragn-Sells i dag mottak, sortering, omlasting og mellomlagring av næringsavfall – Skjenstad Avfallsanlegg. I tillegg ligger Malvik gjenvinningsstasjon (Skjenstad) på området.

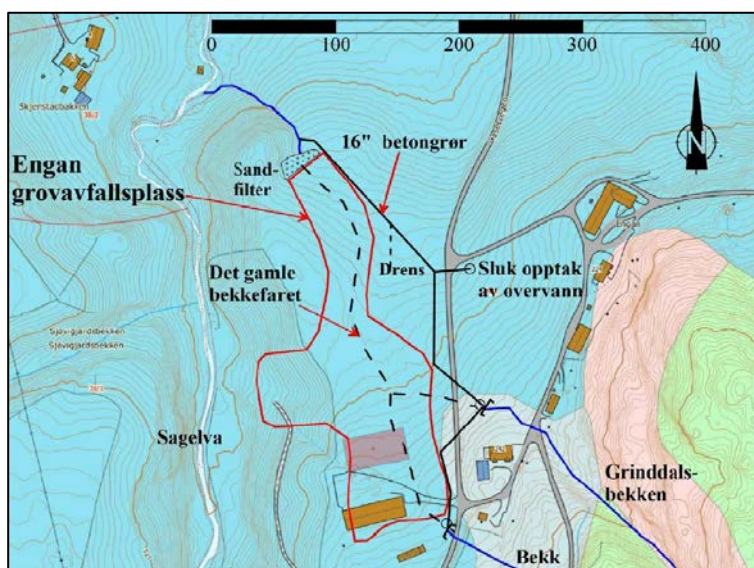
I henhold til pålegg fra Fylkesmannen i Trøndelag er det utarbeidet et program for overvåking av avrenningen fra fyllplassen på Skjenstad (Åkesson 2016). Programmet omfatter også resipienten Sagelva. Rapporter med detaljert beskrivelse av prøvetakingen og resultatene publiseres hvert år (bl.a. Åkesson 2016, Eika 2019).

I kanten av det gamle kommunale deponiet på Skjenstad har toppdekket rast ut mot Sagelva og søppel er blottlagt (**figur 7**). Dette har økt avrenningen av overflatevann direkte mot Sagelva og diverse husholdningsavfall er nå spredd over et større område nedenfor rasgropa.



Figur 7. Sjøppel (husholdningsavfall) fra det gamle deponiområdet ved Skjenstad er blottlagt og har avrenning direkte mot Sagelva og forårsaker ytterligere forurensning av området. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Engan avfallsdeponi var opprinnelig en ravinedal som ble benyttet til deponiformål i perioden fra 1970-tallet til 1986 (COWI 2019) (figur 8). Deponering foregikk i kommunal regi som et resultat av manglende kapasitet ved Skjenstad avfallsdeponi. Området ble etter nedleggelse arrondert, tildekket med jord, og er i dag i bruk til jordbruksformål. Det var ingen restriksjoner til hvilke avfallstyper som ble deponert. Grindalsbekken går i kulvert under Hasetvegen, gjennom deponiet og munner ut i et sedimentasjonsbasseng. Dette virker sannsynligvis ikke etter hensikten (COWI 2019).



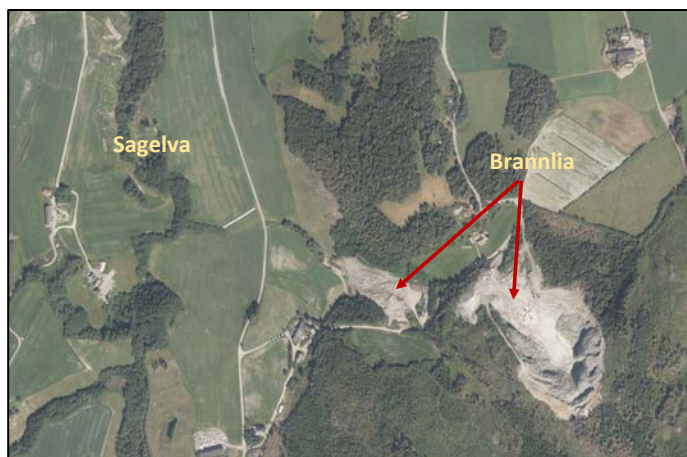
Figur 8. Plassering og utbredelse av deponiet ved Engan samt vannveiene ved deponiet (Grindalsbekken). Fra COWI (2019).

Det finnes også et annet, mindre deponi litt sør for Engan avfallsdeponi og sigevann renner flere steder ut mot Sagelva. Det er blant annet en markert avrenning som fanges opp av et vannsig/bekk som munner ut like ovenfor trebrua som leder pilgrimsstien over Sagelva (benevnes gjerne Enganbekken eller Hasetbekken).

Mellom Malvikvegen og nåværende E6 på Østre Torp er det opprettet et nytt deponi som delvis har avrenning mot Sagelva (Malvik kommune planbeskrivelse av 7. september 2015). Fylkesmannen frafalt en opprinnelig innsigelse knyttet til krav om undersøkelse etter elvemusling (brev av 13. juli 2015). Det ble imidlertid forutsatt at det skulle gjøres tilstrekkelige tiltak for å forhindre tilslamming og forurensing av Sagelva. I kommuneplanen til Malvik for perioden 2018-2030 (Solberg & Enodd 2018) er det i tillegg foreslått flere arealer til deponiformål hvorav fire av dem drenerer mot Sagelva; to arealer ved Buås og ett areal ved Sjøvold som drenerer mot områdene ved Hønstadvatnet og Tufttjønna, og ett areal ved Verkland med mulig avrenning mot Sjøvikgjardsbekken.

Steinbrudd

Det er ett aktivt steinbrudd i nedbørfeltet til Sagelva i dag; i Brannlia ved Vulu (**figur 9**). Dette ble godkjent i 1988 og er fortsatt i drift, men er beskrevet som et lite og kortsiktig brudd. Steinbruddet har avrenning via Fossmyrbekken direkte mot Sagelva.



Figur 9. Steinbruddet i Brannlia er godt synlig fra lufta. Fra <https://www.norgeskart.no>.

Annen forsøpling

Dumping av avfall i bakkeskråninger og langs elvekanten forekommer dessverre også langs Sagelva (**figur 10**), men i større grad tidligere enn i våre dager. Dette er likevel uheldig da diffus avrenning og tilsig fra fyllinger kan gi tilførsel av forurenset vann til elveløpet. Lagring av høyballer forekommer også fra tid til annen helt ned mot elva og høyballer på avveie som var strandet i elvekant eller ute i selve elveløpet ble påtruffet ved befaring av vassdraget i 2019 (**figur 11**).

Erosjon

Erosjon er en naturlig prosess i et levende vassdrag. I dag er imidlertid erosjonen høyere enn forventet i Sagelva på grunn av hogst og endringer i arealutnyttelse (beitemark) som øker faren for ras og utglidninger i elvekanten ved stor nedbør og flom (**figur 12**). Fjerning av kantvegetasjon og større arealer med skog langs elveløpet har bl.a. forekommet på østsiden av Sagelva ovenfor Hasetvegen og på østsiden av Sagelva nord for pilgrimsstien. Dette har økt faren for erosjon i det hellende terrenget når bunnsjiktet tråkkes i stykker av dyr på beite. Når skogen blir avvirket langs vassdraget har det enkelte steder blitt hogd helt ned til elvekanten uten at en tilstrekkelig bred kantsone er bevart.



Figur 10. Dumping av «rent» avfall ut i elvekanten forekommer heldigvis i stadig mindre grad, og et gammelt bilvrak på avveie er naturen i ferd med å kamuflere etter beste evne. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 11. Enkelte steder ligger det høyballer som har kommet på avveie, enten i elvekanten eller ute i selve elveløpet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 12. I nedre del av Sagelva er grunnen ustabil og flere steder har det vært utglidninger og ras langs den leirholdige elvebredden. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Vegkryssninger

Sagelva har i dag en kort anadrom strekning (om lag 300 meter) fram til foss like oppstrøms jernbanelinja nedstrøms Fv. 950 (Bergan & Berger 2014). Passasjen under jernbanen ser tilfredsstillende ut med utlagt stein i kulverten for å lette oppgangen av fisk (**figur 13**). I dagens situasjon vurderes eventuelle utbedringer av kulverter under vegkryssninger oppstrøms dagens anadrome strekning som lite formålstjenlige for sjørretet eller bekkestasjonær ørret. Bergan (2015) har klassifisert oppgangshindrene for anadrom og stasjonær ørret i nedre del av Sagelva, og Statens vegvesen sine vegkryssninger under Fv. 950 og nåværende E6 (**figur 13**) er vurdert til rød fargekode (stoppende vandringshinder); men med lavest mulig prioriteringsnummer med hensyn til tiltak.



Figur 13. Kulverter og passasjer som ørretet må passere på opp- eller nedvandring i Sagelva under jernbanen (bildene øverst), under Rv 705 (til venstre nede) og under nåværende E6 (til høyre nede). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Ovenfor nåværende E6 er det bare to vegkryssninger for bil (**figur 14**). Hasetvegen krysser Sagelva i en betongbro nedenfor deponiet på Skjenstad og Hønstadvegen krysser utløpselva fra Langvatnet i en fylling med tre betongrør som leder vannet under veien. Ytterligere tre eldre krysningpunkt finnes på elvestrekningen med elvemusling; en gangbru ved nordre Haset (pilgrimsstien), en landbruksvei/traktorkryssing med kulvert ved Haset og en gammel trebru over elva mellom Langvatnet og Damvatnet. Ingen av disse kan sies å hemme eller hindre fiskens vandring i Sagelva. Høyere opp i vassdraget er det flere vegkryssninger og passasjer, bl.a. finnes det en kjørbar trebru over Kvennbekken og utløpsbekken fra Hønstadvatnet er lagt i

kulvert under Hønstadvegen. Funksjonen til kulverten under Hønstadvegen er usikker da det ikke ble undersøkt. Eventuelle vegkryssinger høyere opp i vassdraget ble ikke undersøkt i denne sammenheng.



Figur 14. Vegkryssinger over offentlig og privat vei i Sagelva. Hasetvegen krysser Sagelva i en betongbro nedenfor deponiet på Skjenstad. Hønstadvegen krysser utløpselva fra Langvatnet i en fylling med tre betongrør som sikrer vanngjennomstrømningen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

3.3 Vannføring og vanntemperatur

Det er ingen målestasjoner for vannføring i Sagelva. I følge NVE Atlas var middelvannføringen (1961–1990) 16,8 liter/sekund/km². Alminnelig lavvannføring er 5,0 liter/sekund/km² (se **vedlegg 1**). Gjennomsnittlig årsnedbør er 999 mm fordelt på 428 mm om sommeren og 571 om vinteren (<http://nevina.nve.no/>). Det er derfor generelt lavere vannføring i sommerhalvåret enn i vinterhalvåret. Det er hvert år kortvarige episoder med høy vannføring i forbindelse med nedbør, men tidspunktet varierer mellom år.

Gjennomsnittlig årstemperatur i luft er 4,2 °C, og temperaturen i juli og august er henholdsvis 12,6 og 12,3 °C. Under feltarbeidet i 2019 ble vanntemperaturen målt med en WTW Cond 3110 med TetraCon 325. Vanntemperaturen var 6,2-8,8 °C i midten av mai, 15,1–17,7 °C i midten av juni, 14,6-20,4 i slutten av juli og mellom 5,6 og 9,5 °C i månedsskiftet september/oktober. Berger et al. (2007) målte temperaturer på 12,1-13,5 °C i begynnelsen av september 2006. Magerøy & Larsen (2019) målte også vanntemperaturer på samme nivå i begynnelsen av september 2018 (12,4-15,4 °C). Vanntemperaturen kan komme opp i over tjue grader i varme somre, men ligger normalt noe lavere enn det.

3.4 Vannvegetasjon

Under kartleggingen av tilstand for bunndyr og fisk ble det generelt registrert lite påvekstlger og begroing i Sagelva i 2006 (Berger et al. 2007).

3.5 Bunndyr

Bunnfaunaen i Sagelva ble undersøkt på to stasjoner (nedre del: nær utløpet i sjøen og øvre del: ovenfor Haset) i juni 2006 (Berger et al. 2007). Det ble påvist til sammen 19 EPT arter/slekter fordelt på henholdsvis sju, to og ti arter av døgn- (E), stein- (P) og vårfluer (T). Resultatene viste høyere bunndyrmangfold i øvre del av bekken (17 EPT arter/slekter) i forhold til nedre del (9

EPT arter/slekter). Antall arter av steinfluer var generelt lavt i Sagelva. Av vårfluer var antallet husbyggende arter større i øvre del enn i nedre del, hvor det bare ble registrert én husbyggende art.

Ved bunndyrundersøkelser i 2012 ble bare stasjonen i nedre del nær utløpet i sjøen undersøkt (Bergan & Berger 2014). Det ble funnet et bunndyrsamfunn der følsomme, rentvannskrevende bunndyrformer var til stede, men med reduserte forekomster. Det ble påvist til sammen 14 EPT arter/slekter fordelt på henholdsvis tre, sju og fire arter av døgn-, stein- og vårfluer. En vurdering av forurensningsbelastning og klassifisering av økologisk tilstand blir basert på ASPT-indeksen (**tabell 2**). indeksen gir en gjennomsnittlig forurensningstoleranse for familiene i bunndyrsamfunnet og anvendes som vurderingssystem i vannforskriften. Bunndyrsamfunnet i Sagelva oppnådde verdien 5,95 ved bruk av ASPT-indeksen i 2012, tilsvarende moderat økologisk tilstand (Bergan & Berger 2014).

I oktober 2018 ble det foretatt bunndyrundersøkelser ovenfor og nedenfor Skjenstadbekken for å kartlegge eventuelle effekter av avrenning fra Malvik gjenvinningsstasjon og deponiet til Ragn-Sells Miljøsanering (Bongard 2018). Det ble påvist til sammen 18 EPT arter/slekter fordelt på henholdsvis fem, fem og åtte arter av døgn-, stein- og vårfluer. Det var 14 EPT arter/slekter både ovenfor og nedenfor deponiet med en ASPT-indeks på henholdsvis 6,4 (god økologisk tilstand) og 7,1 (svært god økologisk tilstand). Antall dyr per prøveminutt var imidlertid lavere enn forventet på begge stasjonene. Sagelva manglet generelt mange og viktige bunndyrgrupper og arter i begge prøvene (Bongard 2018). Det så derfor ut til at Sagelva var utsatt for betydelige belastninger fra landbruket.

Tabell 2. Klassegrenser og referanseverdi for bunndyrindeksen ASPT for fastsettelse av økologisk tilstand i elver som er påvirket av eutrofi og organisk belastning. Tabell 5.8a i vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Vanntype	referanseverdi	svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
Alle	6,9	>6,8	6,8 – 6,0	6,0 – 5,2	5,2 – 4,4	< 4,4

I forbindelse med undersøkelser knyttet til utbygging av ny E6 mellom Ranheim og Værnes er det i 2018-2019 gjennomført bunndyrundersøkelser på to stasjoner i Sagelva (Torpaunet og Hasetvegen som benevnes nedstrøms og oppstrøms nåværende E6; S.A. Ski, Multiconsult AS, pers. medd.). Artssammensetningen på de to stasjonene var relativt lik, men flest individer ble funnet ved Hasetvegen. ASPT-indeksen varierte betydelig nedstrøms nåværende E6 fra 5,13 høsten 2018 og 6,00 våren 2019 til 6,45 høsten 2019. Dette gir en variasjon fra dårlig til god økologisk tilstand. Oppstrøms nåværende E6 var det god økologisk tilstand ved alle tidspunkt (ASPT-indeks 6,08-6,67).

I 2018 og 2019 ble det også gjennomført en kartlegging av invertebratfaunaen i Ålvatnet, Vulusjøen og Hønstadvatnet (Bækkelie et al. 2020). Undersøkelsene var avgrenset til bunndyr og dyreplankton, og hensikten var å oppdatere kunnskapsgrunnlaget om invertebratfaunaen i forbindelse med planlagte tiltak for å fjerne gjedde fra lokalitetene. Artsdiversiteten var høyest i Vulusjøen med 38 taksa, fulgt av Hønstadvatnet (35) og Ålvatnet (27) (Bækkelie et al. 2020). Vulusjøen ble undersøkt både i innløp- og utløpselv, i motsetning til Ålvatnet og Hønstadvatnet som kun ble undersøkt i utløpselv, i tillegg til i strandsona.

4 Vannkvalitet og redokspotensial

4.1 Vannkvalitet

Sagelva hører til økoregionen Midt-Norge og har et middels stort nedbørfelt lokalisert i lavlandet (<200 moh.). Sagelva karakteriseres som moderat kalkrik og humøs i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann, og hører etter dette inn under elvetype R108 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Det finnes en god del data om vannkvaliteten i Sagelva og flere stasjoner er undersøkt bl.a. av Nyland (2006) (stasjon 1-8) og Slettom (2018) (stasjon V1-V8; **tabell 3**). I forbindelse med et program for overvåking av avrenningen fra fyllplassen på Skjenstad er det fra 2006 opprettet til sammen ti ulike målepunkt, hvorav tre stasjoner (stasjon 3-5) er lagt i tilknytning til resipienten Sagelva (bl.a. Fløgstad 2007, Åkesson 2016, Eika 2019). Det er normalt tatt fire årlige vannprøver fra hver av de tre stasjonene, og alle rapporterte primærdata er lagt inn i **tabell 4**. I årsrapporten for 2010 er primærdata bare oppgitt for én av stasjonene, da det bare finnes årsmiddelverdier for de to andre. I årsrapportene for 2016-2018 er det ikke oppgitt primærdata for noen av stasjonene, og bare årsmiddelverdiene er vist i tabellen. Data fra 2007 og 2008 er gradert som fortrolige, og er av den grunn utelatt. Det er også analysert sigevannsprøver fra avfallsplassene på Engan og Skjenstad i juni 2000 (Arnø 2000), men disse er utelatt på grunn av usikkerhet omkring lokalisering av prøvepunktene.

Tabell 3. Lokalteter med vannprøvetaking i Sagelva. Der det er opprettet egne vannlokaliteter (punkt) i Vannmiljø er vannlokalitetskode og vannlokalitetsnavn oppgitt. Stasjonsnummer benyttet av Nyland (2006), Åkesson (2016) og Slettom (2018) samt stasjonsnummer benyttet ved vannprøvetakingen i 2019 er angitt for å forenkle sammenligningen.

Lokalitetsnavn benyttet i tabell 4	Vannmiljø		Stasjonsnummer benyttet i div. rapporter			NINA 2019
	Vannlokalitetskode	Vannlokalitetsnavn	Nyland (2006)	Åkesson (2016)	Slettom (2018)	
Langvassbekken	-	-	-	-	-	V1
Utløp Hønstadvatnet	123-56759	Hønstadvatnet utløp	1	-	-	-
Utløp Damvatnet	123-79574	Damvatnet ved demning	-	-	V8	-
Ovenfor Haset - Spenna	123-79573	Sagelva ved sag/gapahuk	2	-	V7	-
Ovenfor Haset - kulvert	123-79572	Sagelva ved Haset	-	-	V6	V2
Engan	123-79568	Sagelva ved Engan	3	-	V5	-
Oppstrøms deponi Skjenstad (nedstrøms Engan)	-	-	4	3	V4	V3
Nedstrøms deponi Skjenstad	123-79563	Sagelva nedstrøms Skjenstad	6	4	V3	-
	123-63264	Sagelva oppstr. Hasetvegen*				
Oppstrøms E6	-	-	7	-	-	-
Torpaunet	123-79562	-	-	-	V2	-
Utløpet i sjøen (jernbanen)	123-63263	Sagelva, nedre (anadrom)	8	5	V1	V4

*Angitt nedstrøms Hasetvegen på kartet

Bare noen av dataene er lagt inn i Vannmiljø (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Det meste av data som er samlet inn fra Sagelva (**tabell 4**) er derfor hentet fra publiserte og upubliserte rapporter som det har vært mulig å få tilgang til. Det er knyttet usikkerhet til data fra 22. oktober 2009 som er lagt inn i Vannmiljø på vannlokalitetskode 123-38330 Sagelva, Det er angitt to forskjellige måleresultat for samme parameter på datoen, og dette er derfor utelatt fra **tabell 4**. Data fra 10. september 2009 fra en tredje vannlokalitetskode (123-38337 Sagelva) er heller ikke inkludert i tabellen da de representerer avvikende data i forhold til forventede verdier på lokaliteten.

Tabell 4. Vannkvaliteten på stasjoner i Sagelva (jf. tabell 3) i perioden (1980)2005-2019 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, totalt karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l), totalt nitrogen (Tot-N, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), mangan (Mn, µg/l), jern (Fe, µg/l) og termotolerante koliforme bakterier (TKB, antall/100 ml). Måleresultat som skiller seg ut i forhold til forventede verdier er markert med blå farge.

Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	TKB Antall/ 100 ml	Referanse
Langvassbekken												
19.06.2019	0,90	36	4,9	7,21	6,1	5,31	190	3,5	-	103	-	NINA
30.07.2019	0,86	29	6,6	7,35	4,6	7,79	220	2,2	-	145	-	NINA
Utløp Hønstadvatnet												
19.10.1980	-	99	-	-	6,4	-	730	-	-	-	-	Vannmiljø
19.10.1992	-	-	-	7,68	-	-	-	165,0	-	-	-	Vannmiljø
xx.09.2005	1,50	29	12,5	7,4	7,6	-	430	30,9	-	230	0	Nyland 2006
27.07.2010	0,70	-	-	-	6,2	-	430	16,4	-	-	17	Vannmiljø
03.08.2010	0,79	-	-	-	6,0	-	390	17,2	-	-	9	Vannmiljø
10.08.2010	0,41	-	-	-	6,0	-	400	15,8	-	-	4	Vannmiljø
17.08.2010	0,57	-	-	-	6,3	-	420	18,6	-	-	14	Vannmiljø
13.05.2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	Vannmiljø
Utløp Damvatnet												
12.05.2015	0,63	-	-	-	6,3	-	350	6,4	-	-	0	Slettom 2018; Vannmiljø
01.06.2015	0,65	-	-	-	-	-	290	7,7	-	-	9	Slettom 2018; Vannmiljø
02.07.2015	0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	Vannmiljø
Ovenfor Haset - Spenna												
xx.09.2005	0,44	57	7,1	7,5	7,4	-	330	5,0	-	140	3	Nyland 2006
12.05.2015	1,30	34	8,4	7,5	-	9,94	340	8,0	-	-	-	Slettom 2018; Vannmiljø
01.06.2015	0,73	-	-	-	-	-	280	7,0	-	-	11	Slettom 2018; Vannmiljø
02.07.2015	-	-	-	-	-	-	330	4,5	-	-	-	Slettom 2018; Vannmiljø
06.08.2015	-	-	-	-	-	-	270	6,2	-	-	80	Slettom 2018; Vannmiljø
07.09.2015	-	-	-	-	-	-	280	5,6	-	-	10	Slettom 2018
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	390	7,5	-	-	4	Slettom 2018
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	420	7,6	-	-	2	Slettom 2018
Ovenfor Haset - kulvert												
01.06.2015	5,20	-	-	-	-	-	1520	49,7	-	-	10	Slettom 2018; Vannmiljø
02.07.2015	1,10	-	-	-	-	-	330	5,5	-	-	66	Slettom 2018; Vannmiljø
06.08.2015	-	-	-	-	-	-	320	9,1	-	-	300	Slettom 2018; Vannmiljø
07.09.2015	-	-	-	-	-	-	290	6,9	-	-	130	Slettom 2018
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	390	6,4	-	-	20	Slettom 2018
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	430	7,4	-	-	5	Slettom 2018
19.06.2019	0,91	36	7,4	7,61	6,2	9,23	220	5,4	-	125	-	NINA
30.07.2019	0,74	32	9,3	7,61	5,8	11,90	220	5,5	-	141	-	NINA
Engan												
xx.09.2005	0,56	56	7,8	7,5	7,3	-	330	5,8	-	140	12	Nyland 2006
01.06.2015	57,00	-	-	-	-	-	1690	90,0	-	-	240	Slettom 2018; Vannmiljø
02.07.2015	7,40	-	-	-	-	-	600	12,5	-	-	190	Slettom 2018; Vannmiljø
06.08.2015	-	-	-	-	-	-	660	22,9	-	-	1800	Slettom 2018; Vannmiljø
07.09.2015	-	-	-	-	-	-	520	13,8	-	-	1400	Slettom 2018
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	580	8,0	-	-	200	Slettom 2018
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	630	9,8	-	-	700	Slettom 2018
Oppstrøms deponi Skjenstad (nedstrøms Engan)												
xx.09.2005	0,71	55	7,9	7,6	7,5	-	330	5,3	-	150	60	Nyland 2006
26.06.2006	0,73	-	8,7	7,82	5,4	10,3	190	80,0	8,2	99	34	Fløgstad 2007
25.09.2006	0,68	-	8,9	7,87	5,79	12,0	110	18,0	6,9	93	27	Fløgstad 2007
28.11.2006	2,50	-	8,3	7,56	8,48	10,2	670	8,0	15,7	305	20	Fløgstad 2007
01.04.2009	-	-	10,6	7,7	6,3	-	1000	58,0	57,0	1880	180	Fløgstad 2010
30.06.2009	-	-	10,7	7,7	5,3	-	640	13,0	73,0	983	-	Fløgstad 2010
29.09.2009	-	-	15,7	7,5	11,0	-	1000	53,0	109,0	2290	300	Fløgstad 2010
08.12.2009	-	-	11,6	7,6	8,3	-	630	13,0	18,0	180	86	Fløgstad 2010
2010	-	-	9,3	7,55	6,8	-	500	10,0	16,3	295	185	Bruaset 2011
28.06.2011	-	-	8,8	7,4	5,24	-	490	<10,0	38,7	366	270	Gaustad 2012
27.09.2011	-	-	80,0	6,6	10,1	-	1120	<10,0	42,8	487	150	Gaustad 2012
06.12.2011	-	-	23,8	7,5	6,32	-	1200	<10,0	60,3	446	450	Gaustad 2012
30.03.2012	-	-	6,4	7,28	4,52	-	480	22,0	46,2	1470	30	Åkesson 2013
15.06.2012	-	-	10,6	7,86	4,55	-	440	<10,0	32,4	206	-	Åkesson 2013
25.09.2012	-	-	9,2	7,64	6,90	-	400	<10,0	24,2	239	400	Åkesson 2013
01.07.2013	-	-	9,0	7,60	5,59	-	600	<10,0	38,1	427	260	Åkesson 2014
08.10.2013	-	-	11,7	7,62	7,72	-	2520	34,0	125,0	1730	290	Åkesson 2014
13.01.2014	-	-	12,7	7,50	5,42	-	720	14,0	28,5	344	145	Åkesson 2014
31.03.2014	-	-	13,4	7,61	4,65	-	1290	<10,0	32,2	552	>200	Åkesson 2015
24.06.2014	-	-	9,3	7,56	5,51	-	380	<10,0	38,4	350	155	Åkesson 2015
30.09.2014	-	-	9,9	7,70	5,58	-	570	<10,0	35,8	218	230	Åkesson 2015
18.12.2014	-	-	12,9	7,52	4,70	-	790	<10,0	20,5	220	-	Åkesson 2015
10.03.2015	-	-	10,2	7,35	6,37	-	1570	14,0	27,5	540	20	Åkesson 2016
24.06.2015	-	-	11,3	7,73	6,05	-	1150	<10	35,4	271	63	Åkesson 2016
29.09.2015	-	-	8,8	7,6	8,1	-	600	13,0	31,7	421	42	Åkesson 2016
16.12.2015	-	-	10,4	7,5	8,4	-	970	22,0	36,8	489	35	Åkesson 2016
2016	-	-	10,1	7,4	7,4	-	700	24,0	29,3	330	920	Eika 2017
2017	-	-	9,1	7,45	6,9	-	530	160,0	33,8	450	233	Eika 2018
2018	-	-	9,4	7,5	7,3	-	630	18,0	49,8	1323	492	Eika 2019
30.07.2019	2,20	29	13,7	7,84	5,5	17,7	350	7,7	-	183	-	NINA

I forbindelse med denne tiltaksutredningen for elvemusling i Sagelvvassdraget ble det samlet inn vannprøver fra tre stasjoner 19. juni 2019 (stasjon V1, V2 og V4) og fire stasjoner 30.-31. juli 2019 (stasjon V1-V4; for lokalisering se **figur 18** på side 35-36). I tillegg ble konduktivitet (ledningsevne) målt i felt med en WTW Cond 3110 med TetraCon 325 på flere stasjoner langs Langvassbekken og Sagelva og i enkelte av sidebekkene i vassdraget.

Turbiditeten er et mål for vannets partikkelinnhold. Turbiditeten er lav i Langvassbekken og på utløpet av Damvatnet, og er mindre enn 1,0 FTU i gjennomsnitt i Sagelva nedover mot Haset (**tabell 5**). Nedenfor deponiet ved Skjenstad er imidlertid alle målinger høyere enn 1,0 FTU (**tabell 5**). I henhold til Statens Forurensningstilsyns klassifisering av miljøkvaliteter i ferskvann (Andersen et al. 1997) betegnes miljøtilstanden med hensyn til partikkelinnhold som god i Langvassbekken og øvre del av Sagelva, men mindre god og dårlig i midtre og nedre del av Sagelva. Sigevann fra deponiene bidrar til det økte partikkelinnholdet, men Sagelva har i tillegg en høy naturlig bakgrunns turbiditet. I perioder med store nedbørmengder og høy vannføring vil turbiditeten naturlig øke på grunn av utvasking av leirholdig jord.

Tabell 5. Gjennomsnittsverdi for ulike vannkjemiske parametere på stasjoner i Sagelva basert på data hovedsakelig fra perioden 2005-2019 (tabell 4). Verdier som er markert med grå farge er bare basert på 1-3 målinger og regnes derfor som mer usikre enn de andre. Fem ekstremverdier (totalt fosfor på 165,0 µg/l ved utløp Hønstadvatnet den 19. oktober 1992, totalt fosfor på 160,0 µg/l oppstrøms deponi Skjenstad som gjennomsnitt for 2017, totalt fosfor på 140,0 µg/l ved utløpet i sjøen den 1. april 2009, turbiditet på 57,0 FTU ved Engan den 1. juni 2015 og konduktivitet på 166,5 mS/m ved utløpet i sjøen som gjennomsnitt for 2019) er utelatt i beregningene av gjennomsnittsverdier.

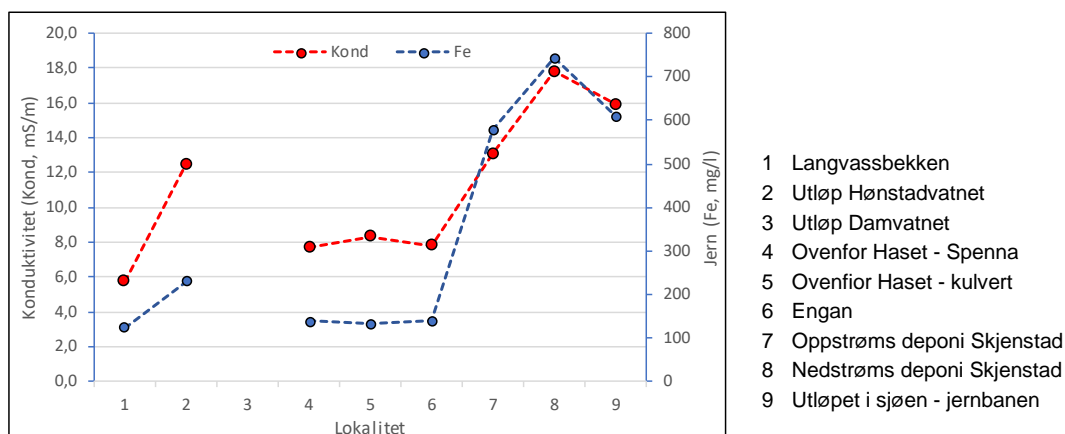
	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	TKB Antall/ 100 ml
1 Langvassbekken	0,88	33	5,8	7,28	5,4	6,6	205	2,9	-	124	-
2 Utløp Hønstadvatnet	0,79	64	12,5	7,54	6,4	-	467	19,8	-	230	10
3 Utløp Damvatnet	0,59	-	-	-	6,3	-	320	7,1	-	-	5
4 Ovenfor Haset - Spenna	0,82	46	7,8	7,50	7,4	9,9	330	6,4	-	140	18
5 Ovenfor Haset - kulvert	1,99	34	8,4	7,61	6,0	10,6	465	12,0	-	133	89
6 Engan	-	56	7,8	7,50	7,3	-	716	23,3	-	140	649
7 Oppstrøms deponi Skjenstad	1,36	42	13,1	7,56	6,6	12,6	752	18,5	39,7	578	203
8 Nedstrøms deponi Skjenstad	2,91	54	17,8	7,58	7,2	13,9	2273	22,2	72,4	743	352
9 Utløpet i sjøen - jernbanen	2,38	45	15,9	7,78	6,6	17,2	1652	22,2	52,8	610	220

Vannfargen i Sagelva er relativt stabil på strekningen fra utløpet av Damvatnet til utløpet i sjøen (34-57 mg Pt/l, **tabell 4**). Det samme kan sies om mengden organisk stoff målt som totalt organisk karbon (TOC). Konsentrasjonen endrer seg lite nedover i vassdraget og TOC-verdiene varierte i gjennomsnitt fra 5,4 til 7,4 mg/l (**tabell 5**). Miljøtilstanden med hensyn til organisk materiale betegnes etter dette som mindre god til dårlig (Andersen et al. 1997).

Det er ingen forsuringsproblemer i Sagelva og pH er stabilt høy i hele vassdraget. pH varierer normalt mellom 7,0 og 8,0 avhengig av lokalitet og tidspunkt på året (**tabell 4**). Gjennomsnittlig pH varierte mellom 7,28 og 7,78 på de ulike stasjonene, med laveste verdi i Langvassbekken og høyeste verdi ved utløpet i sjøen (**tabell 5**). Kalsium-konsentrasjonen i Langvassbekken var 5-8 mg/l i 2019. I Sagelva var kalsium-konsentrasjonen noe høyere (10-17 mg/l; **tabell 4**) og økte nedover i vassdraget (**tabell 5**).

Det er generelt et høyt jerninnhold i Sagelvvassdraget, men med unntak av forhøyede verdier i Hønstadvatnet, var alle målingene som er gjort i Langvassbekken og i øvre del av Sagelva lavere enn 150 mg/l (**tabell 5** og **figur 15**). Likevel betegnes miljøtilstanden som mindre god med hensyn til jern (Andersen et al. 1997). Det var en kraftig økning i konsentrasjonen av jern nedenfor deponiene (**figur 15**) og i nedre del av Sagelva var gjennomsnittlig konsentrasjon av jern 578-

743 mg/l (**tabell 5**) noe som i henhold til Andersen et al. (1997) tilsvarer dårlig miljøtilstand. De høyeste verdiene oversteg imidlertid 1500 mg/l som kvalifiserer til meget dårlig tilstand. For mangan er tilstanden god ovenfor deponiet på Skjenstad, men reduseres til mindre god nedenfor. For begge metallene er det en konsentrasjonsøkning nedenfor deponiet på Skjenstad (jf. Fløgstad 2007). Jern og mangan vil oksideres og felles ut, noe som kan medføre slamdannelse og brunfarging i elva (**figur 16**). Endringen i innholdet av metallioner avspeiler seg også tydelig i resultatet fra konduktivitetmålingene (**figur 15**).



Figur 15. Sammenhengen mellom konduktivitet (Kond) og innholdet av jern (Fe) målt på åtte stasjoner i Sagelvassdraget. Det var ingen data fra utløpet av Damvatnet (stasjon 3).



Figur 16. Jernutfelling er vanlig mange steder langs Sagelva, men mest utpreget i forbindelse med avrenning fra de gamle avfallsdeponiene. Foto; Bjørn Mejdell Larsen.

De manuelle målingene av konduktiviteten på ulike stasjoner i Sagelvvassdraget i 2019 viser også at det er en økning nedover i vassdraget (**tabell 6**). I øvre del skiller Hønstadvatnet seg negativt ut med høye verdier på utløpsbekken (12,2-14,2 mS/m). De laveste konduktivitetsverdiene ble målt i Langvassbekken (3,5-5,5 mS/m). I øvre del av Sagelva varierte konduktiviteten mellom 5,4 og 7,7 mS/m avhengig av tidspunktet på året. I nedre del bidrar sidebekkene til økt konduktivitet og de høyeste verdiene ble målt i Skjenstadbekken (47,4-81,7 mS/m). Ved utløpet i sjøen varierte konduktiviteten mellom 7,9 og 16,6 mS/m avhengig av tidspunktet på året.

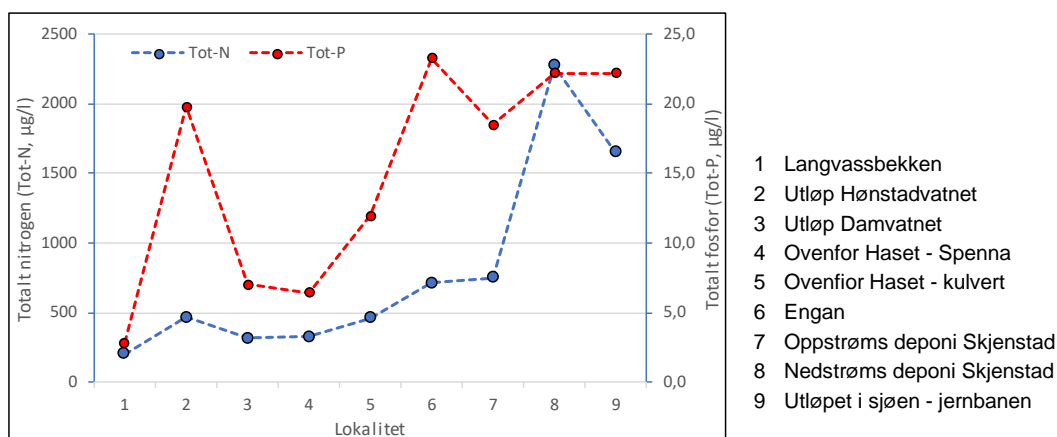
Tabell 6. Måling av konduktivitet (Kond, mS/m) i Sagelvvassdraget inkludert små og store sidebækker i mai-oktober 2019. Stasjon er i tillegg til navn også angitt med stasjonsnummer for elvemusling (1-18), elfiskestasjoner (F1-F11) og vannprøvestasjoner (V1-V4).

Stasjon	Dato				
	10.-13.5.	19.-20.6	30.-31.7.	27.9.	4.10
1, F1, V1 Langvassbekken	3,5	-	-	-	4,1
2-3, F2 Langvassbekken	-	4,3	5,5	-	4,6
Bekk fra Hønstadvatnet	12,2	-	12,4	-	14,2
Bekk fra Hyllvatnet	4,8	-	6,5	-	5,8
F3 Kvennbekken	6,2	6,8	9,5	-	7,9
4, F4 Elv Langvatnet-Damvatnet	5,2	-	8,2	-	6,6
6, F5 Ovenfor Haset – Spenna	5,4	-	-	7,0	-
8, F6, V2 Haset	-	6,2	7,7	7,0	-
10-11, F7A-F7B Nordre Haset	5,5	-	-	7,3	-
14, F8A, V3 Oppstrøms deponi Skjenstad	-	-	11,3	8,9	8,4
15, F9A-F9B Nedstrøms deponi Skjenstad	7,3	-	15,8	10,8	10,4
16, F10A Utløp kulvert E6	7,6	-	-	-	-
17, F10B Torpaunet	7,8	-	-	-	-
18, F11, V4 Jernbanen/utløpet i sjøen	7,9	11,4	16,6	11,7	-
Sidebekk Langvassbekken	-	-	-	-	7,2
Sjøvigjardsbekken	-	-	-	-	18,7
Grinddalsbekken	-	-	-	-	17,0
Fossmyrbekken	-	-	-	-	27,4
Skjenstadbekken	-	-	81,7	64,0	47,4

Mengden av totalt fosfor (Tot-P) var høyere på utløpet av Hønstadvatnet enn det som ble funnet andre steder i øvre del av Sagelvvassdraget (**figur 17**). I Langvassbekken og øvre del av Sagelva var mengden totalt fosfor mindre enn 10 µg/l i gjennomsnitt. Den økte noe i midtre del av Sagelva, fra 12 µg/l ved Haset til 20-25 µg/l fra Engan og ned til utløpet i sjøen. Sige vann med høyt jerninnhold fra deponiene medfører at fosfor felles ut (jf. Fløgstad 2007) og mengden totalt fosfor endrer seg lite i nedre del av Sagelva på grunn av det høye jerninnholdet. De forholdsvis høye fosforkonsentrasjonene i Sagelva skyldes trolig avrenning fra landbruket og avløp fra spredt bosetting. Mengden totalt fosfor lå stort sett innenfor god økologisk tilstand (jf. **tabell 7**), men det forekom også verdier flere steder i vassdraget på tider av året som kvalifiserte til dårlig eller også svært dårlig tilstand (ca. 8 % av alle målingene).

Mengden av totalt nitrogen (Tot-N) var mindre enn 500 µg/l i hele øvre del av Sagelvvassdraget ned til Haset (**tabell 5** og **figur 17**). De laveste verdiene ble funnet i Langvassbekken (205 µg/l) som hadde svært god tilstand med hensyn til mengde totalt nitrogen. Det var imidlertid en økning i mengden totalt nitrogen mellom Haset og Engan og ovenfor deponiet ved Skjenstad var konsentrasjonen ca. 750 µg/l i gjennomsnitt og en reduksjon til moderat økologisk tilstand. Det skjer en vesentlig endring nedenfor deponiet på Skjenstad der mengden totalt nitrogen økte til nærmere 2300 µg/l i gjennomsnitt (svært dårlig økologisk tilstand, jf. **tabell 7**). Målingene varierte fra 370 til 10300 µg/l. Mengden totalt nitrogen går noe ned før utløpet i sjøen, men med en gjennomsnittlig verdi på 1652 µg/l kvalifiserer det fortsatt til svært dårlig økologisk tilstand.

I 2019 ble det også målt mengde nitrat (NO_3). Basert på to vannprøver var gjennomsnittet i Langvassbekken (stasjon V1; for lokalisering se **figur 18**), Sagelva ved Haset (stasjon V2) og Sagelva ved utløpet i sjøen (stasjon V4) henholdsvis 52, 30 og 610 $\mu\text{g/l}$ i gjennomsnitt.



Figur 17. Sammenhengen mellom totalt nitrogen (Tot-N) og totalt fosfor (Tot-P) målt på ni stasjoner i Sagelvvassdraget.

Tabell 7. Referanseverdier og klassegrenser for totalt fosfor og totalt nitrogen for elvetype R108. Data fra tabellene 7.9 og 7.10 i vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018).

Elvetype	Parameter	Referanse	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
R108	Totalt fosfor	11	1–20	20–29	29–58	58–98	>98
R108	Totalt nitrogen	275	1–425	425–675	675–950	950–1425	>1425

Miljøtilstanden til Sagelva med hensyn til tungmetaller er undersøkt i forbindelse med overvåkingen av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi. Det er normalt tatt prøver fire ganger i året (1.-4. kvartal; vår, sommer, høst og vinter) både ovenfor og nedenfor deponiet samt ved utløpet i sjøen. Årlige gjennomsnittstall er vist i **tabell 8** for perioden 2006-2018.

Samtlige målinger av arsen var lavere enn 1 $\mu\text{g/l}$, og dette er lave nivåer, og arsen anses ikke å stå for noen belastning med hensyn til forurensning av vassdraget (bl.a. Åkesson 2015).

For bly er et flertall av årsmidlene <0,5 $\mu\text{g/l}$, ubetydelig forurensset, men om lag en firedel av årsmidlene faller også inn under tilstandsklasse II, moderat forurensset, i henhold til veiledningen for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997; jf. **tabell 9**). Det høyeste årsgjennomsnittet som ble målt var 1,52 $\mu\text{g/l}$ (markert forurensset), ved utløpet i sjøen i 2012 (**tabell 8**). Bly kan gi kroniske giftvirkninger hos enkelte organismer, selv i små konsentrasjoner.

De fleste årsmidlene av kadmium var mindre enn 0,04 $\mu\text{g/l}$ og faller inn under tilstandsklasse I, ubetydelig forurensset. Ved utløpet i sjøen var tilstanden markert forurensset i 2009, men dette kom av en spesielt høy analyseverdi i fjerde kvartal. De høye verdiene (0,32 $\mu\text{g/l}$) som er oppgitt som årsgjennomsnitt i 2018 nedstrøms deponi Skjenstad og ved utløpet i sjøen tilsvarer en sterkt forurensset tilstand. Dette virker ikke sannsynlig, og kan være basert på en skrivefeil.

Kobber representerer en betydelig forurensningsbelastning for Sagelva (bl.a. Åkesson 2015). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen for perioden 2006-2018 for alle de tre stasjonene tilsvarte tilstandsklasse IV (sterkt forurensset) og to tredeler av årsmidlene var >1,5 $\mu\text{g/l}$. Forholdene var spesielt dårlige i 2006 med verdier i størrelsesorden 19,5-23,8 $\mu\text{g/l}$. Da kobber er giftig for vannlevende organismer, kan dette representere en trussel for de vannlevende organismene i elva.

Tabell 8. Vannkvaliteten på stasjoner i Sagelva (jf. tabell 3) i perioden 2006-2018 angitt ved tungmetaller: Arsen (As, µg/l), bly (Pb, µg/l), kadmium (Cd, µg/l), kobber (Cu, µg/l), krom (Cr, µg/l), kvikksølv (Hg, µg/l), nikkel (Ni, µg/l) og sink (Zn, µg/l). Ekstremverdier eller måleresultat som skiller seg ut i forhold til forventede verdier er markert med blå farge. Disse verdiene inngår ikke i beregningen av gjennomsnittsverdiene for hele perioden (Gjsnitt).

År	Arsen As, µg/l	Bly Pb, µg/l	Kadmium Cd, µg/l	Kobber Cu, µg/l	Krom Cr, µg/l	Kvikksølv Hg, µg/l	Nikkel Ni, µg/l	Sink Zn, µg/l	Referanse
Oppstrøms deponi Skjenstad									
2006	0,26	0,90	0,010	19,50	6,00	0,001	0,67	3,10	Fløgstad 2007
2009	0,44	1,10	0,012	5,80	2,20	0,002	1,50	8,00	Fløgstad 2010
2010	0,23	0,63	0,010	8,20	0,68	0,003	1,35	2,78	Bruaset 2011
2011	0,59	0,43	0,015	4,25	90,01	0,007	16,91	10,62	Gaustad 2012
2012	0,44	0,35	0,020	1,09	1,20	0,010	1,38	10,18	Åkesson 2013
2013	0,37	0,38	0,030	1,46	1,47	0,010	2,03	3,03	Åkesson 2014
2014	0,26	0,25	0,030	0,94	0,45	0,010	0,82	2,00	Åkesson 2015
2015	-	-	-	0,63	-	-	0,85	-	Åkesson 2016
2016	(0,26) 0,21	(0,26) 0,19	(0,016) 0,010	(1,58) 1,52	(0,64) 0,59	(0,005) 0	(1,30) 1,30	(2,50) 1,75	(Eika 2017) Eika 2018
2017	0,28	0,23	0,010	1,30	0,72	0,005	1,30	2,00	Eika 2018
2018	0,48	0,55	0,031	2,20	2,46	0,150	2,39	5,24	Eika 2019
Gjsnitt	0,36	0,50	0,018	4,26	1,75	0,005	1,36	4,87	
Nedstrøms deponi Skenstad									
2006	0,30	0,38	0,010	22,20	0,38	0,002	0,77	7,90	Fløgstad 2007
2009	0,55	0,65	0,008	4,90	3,10	<0,005	1,27	2,30	Fløgstad 2010
2010	0,35	0,32	0,010	4,70	0,75	0,004	1,36	1,45	Bruaset 2011
2011	0,84	0,47	0,020	1,61	1,47	0,008	1,81	10,51	Gaustad 2012
2012	0,65	0,36	0,020	1,57	1,63	0,010	1,75	4,32	Åkesson 2013
2013	0,55	0,38	0,030	1,49	1,66	0,010	1,81	4,90	Åkesson 2014
2014	0,30	0,25	0,030	0,82	0,58	0,010	1,08	2,00	Åkesson 2015
2015	-	-	-	0,50	-	-	0,98	-	Åkesson 2016
2016	0,27	0,18	0,015	1,50	0,46	0,003	1,36	2,05	Eika 2017
2017	0,22	0,20	0,010	1,03	0,55	0,005	1,01	2,60	Eika 2018
2018	0,56	0,62	0,320	2,60	2,70	0,005	3,00	8,20	Eika 2019
Gjsnitt	0,46	0,38	0,017	3,90	1,33	0,006	1,47	4,62	
Utløpet i sjøen (jernbanen)									
2006	0,34	0,48	0,020	23,80	0,41	0,002	0,81	5,10	Fløgstad 2007
2009	0,66	1,00	0,110	4,90	1,50	0,010	2,50	4,90	Fløgstad 2010
2010	0,51	0,20	0,000	10,00	0,63	0,001	1,11	3,43	Bruaset 2011
2011	0,35	0,39	0,020	1,56	0,70	0,008	1,58	8,65	Gaustad 2012
2012	0,48	1,52	0,030	9,98	1,34	0,010	3,06	35,41	Åkesson 2013
2013	0,38	0,40	0,030	1,67	1,28	0,010	1,50	3,65	Åkesson 2014
2014	0,27	0,25	0,030	1,69	0,45	0,010	2,61	2,00	Åkesson 2015
2015	-	-	-	1,68	-	-	2,48	-	Åkesson 2016
2016	0,28	0,13	0,010	1,14	0,52	0,003	1,28	1,00	Eika 2017
2017	0,28	0,20	0,010	1,27	0,71	0,005	1,15	2,00	Eika 2018
2018	0,61	0,62	0,320	2,80	2,80	0,005	3,00	6,70	Eika 2019
Gjsnitt	0,42	0,52	0,029	5,50	1,03	0,006	1,92	4,16	

Tabell 9. Tilstandsklasser for noen tungmetaller målt i vann. Fra Andersen et al. (1997).

Virksomheter av miljøgifter (tungmetaller)	Parametre	Tilstandsklasser				
		I «Ubetydelig forurenset»	II «Moderat forurenset»	III «Markert forurenset»	IV «Sterkt forurenset»	V «Meget sterkt forurenset»
i vann	Kobber, µg Cu/l	<0,6	0,6 - 1,5	1,5 - 3	3 - 6	>6
	Sink, µg Zn/l	<5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	>100
	Kadmium, µg Cd/l	<0,04	0,04 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4	>0,4
	Bly, µg Pb/l	<0,5	0,5 - 1,2	1,2 - 2,5	2,5 - 5	>5
	Nikkel, µg Ni/l	<0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	>10
	Krom, µg Cr/l	<0,2	0,2 - 2,5	2,5 - 10	10 - 50	>50
	Kvikksølv, µg Hg/l	<0,002	0,002 - 0,005	0,005 - 0,01	0,01 - 0,02	>0,02

Konsentrasjonene av krom tilsvarer tilstandsklasse II, moderat forurenset i hele vassdraget. Fem av årsmidlene (17 %) var >2,5 µg/l, markert forurenset. Gjennomsnittsverdien i 2011 ovenfor deponi Skjenstad skyldtes en ekstremverdi (269 µg/l) målt i første kvartal mens de tre resterende kvartalene viste nivåer rundt 0,5 µg/l.

Kvikksølvkonsentrasjonene er meget lave og de fleste årsmidlene er lavere enn deteksjonsgrensen (0,005-0,020 µg/l) (Åkesson 2015). Dette tyder på at kvikksølv ikke representerer noen vesentlig forurensningsbelastning for vassdraget.

For nikkel er ingen av årsmidlene <0,5 µg/l, ubetydelig forurenset, men 82 % av årsmidlene faller inn under tilstandsklasse II, moderat forurenset, i henhold til veiledningen for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997; jf. **tabell 9**). Gjennomsnittsverdien i 2011 ovenfor deponi Skjenstad skyldtes en ekstremverdi (63,9 µg/l) målt i første kvartal (jf. krom) mens de tre resterende kvartalene viste nivåer rundt 1,25 µg/l (moderat forurenset).

For sink tilsier den gjennomsnittlige konsentrasjonen for perioden 2006-2018 for alle de tre stasjonene en ubetydelig forurenset tilstand. Om lag to tredeler av årsmidlene tilhørte tilstandsklasse I. Nyland (2006) skriver at sink skiller seg ut med noe høye verdier i hele Sagelva (data ikke vist i tabell 8). Dette beror sannsynligvis på en feil, og at verdiene som oppgis for 2005 (20-40 µg/l) egentlig skal være 2,0-4,0 µg/l. Dette stemmer i så fall bedre overens med data i perioden 2006-2018. I 2011 og 2012 var sink-verdiene gjennomgående høyere enn normalt, og fem av de seks årsmidlene tilhørte tilstandsklasse II eller III. I 2012 var det spesielt høye verdier i første kvartal, men lave verdier resten av året. Ved utløpet i sjøen ble det målt en konsentrasjon opp til 135 µg/l (meget sterkt forurenset) (Åkesson 2013). Det ble da også konkludert med at «det er viktig å følge med om konsentrasjonene øker da sink i høye konsentrasjoner er akutt giftig for vannlevende organismer». I 2019 var konsentrasjonen av sink lav i hele vassdraget. Basert på to vannprøver var konsentrasjonen i Langvassbekken (stasjon V1), Sagelva ved Haset (stasjon V2) og Sagelva ved utløpet i sjøen (stasjon V4) henholdsvis 0,75, 0,35 og 1,35 µg/l i gjennomsnitt (ubetydelig forurenset).

Det er en rekke mindre sidebækker med utløp i Sagelva som representerer ulike påvirkninger og belastninger: Enganbekken (Hasetbekken) (avfallsfylling/landbruk/spredt avløp), Sjøvigjardsbekken (landbruk), Grinddalsbekken (avfallsfylling/landbruk), Fossmyrbekken (steinbrudd/massedepони/landbruk), Forbordsbekken (spredt avløp/landbruk), Skjenstadbekken (deponi) og bekk fra Vulu (landbruk) (**tabell 10**). Det finnes data fra flere av sidebækkene i Sagelvvassdraget spesielt fra 2015 (Slettom 2018). I forbindelse med overvåking av avrenningen fra fyllplassen på Skjenstad er det fra 2006 opprettet til sammen ti ulike målepunkt, hvorav en stasjon (stasjon 9) er lagt i tilknytning til bekken nedenfor deponiet (Skjenstadbekken) (bl.a. Åkesson 2016, Eika 2019).

Tabell 10. Lokalteter med vannprøvetaking i sidebækkene til Sagelva. Der det er opprettet egne vannlokaliteter (punkt) i Vannmiljø er vannlokalitetskode og vannlokalitetsnavn oppgitt. Stasjonsnummer benyttet av Nyland (2006), Åkesson (2016) og Slettom (2018) er angitt for å forenkle sammenligningen.

Lokalitetsnavn benyttet i tabell 11	Vannmiljø		Stasjonsnummer benyttet i div. rapporter		
	Vannlokalitetskode	Vannlokalitetsnavn	Nyland (2006)	Åkesson (2016)	Slettom (2018)
Enganbekken (Hasetbekken)	123-79571	Grinddalsbekken nedre	-	-	VS 9
Sjøvigjardsbekken	123-79569	Sjøvigjardsbekken nedre	-	-	VS 8
Grinddalsbekken	123-79570	Enganbekken nedre	-	-	VS 7-1
Fossmyrbekken	123-80168	Fossmyrbekken utløp	-	-	VS 6-1
Forbordsbekken	123-38933	Forbordsbekken	-	-	VS 4-1
Skjenstadbekken – avløp fra Skjenstad deponi		Skjenstadbekken	5	9	VS 3-1
Bekk fra Vulu	123-80169	Bekk Nordre Vulu	-	-	VS 2

Det er knyttet usikkerhet til data fra 22. oktober 2009 som er lagt inn i Vannmiljø på vannlokaltetskodene 123-38933 Forbordsbekken, Det er angitt to forskjellige måleresultat for samme parameter på datoen, og Forbordsbekken er derfor utelatt i **tabell 11**.

Vannprøver som er tatt i sidebekkene til Sagelva viser at de har en veldig høy konsentrasjon av næringsstoff. Mengden totalt nitrogen (Tot-N) tilsvarte dårlig (på grensen til svært dårlig) økologisk tilstand i Enganbekken og Sjøvigjardsbekken, og svært dårlig økologisk tilstand i Grinddalsbekken, Fossmyrbekken, Skjenstadbekken og Bekk Vuluveien. Gjennomsnittlig mengde Tot-N i Skjenstadbekken var f.eks. 5735 µg/l for perioden 2005-2018 (se **tabell 11**).

Tabell 11. Vannkvaliteten på stasjoner i sidebekkene til Sagelva (jf. tabell 10) i perioden 2005-2015 angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), konduktivitet (Kond, mS/m), pH, totalt karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l), totalt nitrogen (Tot-N, µg/l), totalt fosfor (Tot-P, µg/l), mangan (Mn, µg/l), jern (Fe, µg/l) og termotolerante koliforme bakterier (TKB, antall/100 ml).

Dato	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	TKB Antall/ 100 ml	Referanse
Enganbekken (Hasetbekken)												
07.09.2015	-	-	-	-	-	-	1260	60,0	-	-	90	Vannmiljø
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	1320	-	-	-	1	Vannmiljø
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	1660	29,3	-	-	11	Vannmiljø
Sjøvigjardsbekken												
07.09.2015	-	-	-	-	-	-	1360	110,0	-	-	850	Vannmiljø
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	1500	61,0	-	-	1800	Vannmiljø
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	1410	28,4	-	-	18	Vannmiljø
Grinddalsbekken												
07.09.2015	-	-	-	-	-	-	8570	143,0	4440	54300	-	Slettom 2018; Vannmiljø
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	2130	17,7	-	-	1700	Slettom 2018; Vannmiljø
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	1980	26,8	-	-	33000	Slettom 2018; Vannmiljø
Fossmyrbekken												
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	4100	50,0	-	-	400	Vannmiljø
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	3630	7,9	-	-	56	Vannmiljø
Skjenstadbekken - avløp fra Skjenstad deponi												
xx.09.2005	15,0	33	77,9	7,6	37,3	-	17400	407,0	-	5740	700	Nyland 2006
26.06.2006	14,1	-	73,1	7,36	21,3	47,2	290	50,0	352	3508	750	Fløgstad 2007
25.09.2006	6,19	-	42,2	7,42	7,05	60,0	3690	52,0	462	1032	780	Fløgstad 2007
28.11.2006	64,2	-	65,5	7,32	41,7	59,1	20800	122,0	509	6272	720	Fløgstad 2007
29.09.2009	-	-	20,6	-	9,7	-	2800	39,0	-	-	340	Fløgstad 2010
08.12.2009	-	-	32,5	-	6,5	-	1700	13,0	-	-	400	Fløgstad 2010
15.06.2010	-	-	34,9	-	9,7	-	2400	28,0	-	-	1800	Bruaset 2011
24.08.2010	-	-	43,2	-	10,0	-	2500	30,0	-	-	2200	Bruaset 2011
28.03.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	760	Åkesson 2012
27.09.2011	-	-	31,5	-	7,76	-	4450	119,0	-	-	1400	Åkesson 2012
30.03.2012	-	-	27,6	-	4,3	-	3000	47,0	-	-	140	Åkesson 2013
25.09.2012	-	-	33,6	-	3,27	-	1690	25,0	-	-	2400	Åkesson 2013
18.03.2013	-	-	35,3	-	6,86	-	5620	264,0	-	-	1400	Åkesson 2014
08.10.2013	-	-	39,6	-	11,0	-	8920	208,0	-	-	4400	Åkesson 2014
31.03.2014	-	-	46,1	-	9,28	-	12000	325,0	-	-	390	Åkesson 2015
30.09.2014	-	-	42,0	-	7,9	-	4910	18,0	-	-	250	Åkesson 2015
10.03.2015	-	-	30,3	-	4,34	-	9750	46,0	-	-	180	Åkesson 2016
29.09.2015	-	-	37,0	-	4,7	-	6040	38,0	-	-	260	Åkesson 2016
27.04.2016	-	-	29,0	-	9,4	-	2800	35,0	-	-	43	Eika 2017
24.10.2016	-	-	37,0	-	7,6	-	3400	47,0	-	-	2200	Eika 2017
2017	-	-	28,9	-	4,73	-	3275	76,0	-	-	115	Eika 2018
2018	-	-	34,5	-	4,3	-	3000	360,0	-	-	1500	Eika 2019
Bekk Vuluveien												
13.10.2015	-	-	-	-	-	-	4670	920,0	-	-	9	Slettom 2018; Vannmiljø
18.11.2015	-	-	-	-	-	-	5150	142,0	-	-	0	Slettom 2018; Vannmiljø

Mengden totalt fosfor (Tot-P) tilsvarte god (på grensen til moderat) økologisk tilstand bare i Fossmyrbekken. I Enganbekken var tilstanden moderat, mens Sjøvigjardsbekken og Grinddalsbekken hadde dårlig økologisk tilstand. Både Skjenstadbekken og Bekk Vuluveien hadde svært

dårlig økologisk tilstand, og gjennomsnittlig verdi for Skjenstadbekken var f.eks. 112 µg/l for perioden 2005-2018 (se **tabell 11**).

Alle disse bekkene er små og vannføringen er periodevis svært lav. Det betyr at tilførselen til Sagelva totalt sett ikke blir så stor, og at nitrogen- og fosforkonsentrasjonen blir fortynnet når vannet fra sidebekkene blander seg med det vesentlig større vannvolumet i Sagelva. Men i tillegg til næringssalter er det også en betydelig tilførsel av jern, spesielt fra Grindalsbekken og Skjenstadbekken (**tabell 11**).

4.2 Tarmbakterier

Nærvær av termotolerante koliforme bakterier (TKB) indikerer forurensning fra kloakk (spredt avløp) og husdyrgjødsel. Verdiene er lave i den øvre delen av Sagelva (<20/100 ml, **tabell 4**). Men ved Engan øker verdiene, og både gjennomsnittsverdiene og enkeltmålinger viser høy forurensning og uakseptabel vannkvalitet, tilsvarende tilstandsklasse IV (dårlig) eller V (meget dårlig) i henhold til veiledningen for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997; jf. **tabell 12**). Verdiene varierer imidlertid mye i løpet av sesongen, fra 190 til 1800/100 ml ved Engan i 2015 (Slettom 2018). Det har også forekommet verdier >1000/100 ml nedstrøms depotet ved Skjenstad (**tabell 4**).

Når det gjelder TKB ble det målt enkelte svært høye verdier i tilknytning til Grindalsbekken som renner gjennom en nedlagt søppelfylling. Det er mistanke om påvirkning både fra gjødsellager og spredt avløp (Slettom 2018).

Tabell 12. Tilstandsklasser for tarmbakterier, termotolerante koliforme bakterier (TKB), målt i vann. Fra Andersen et al. (1997).

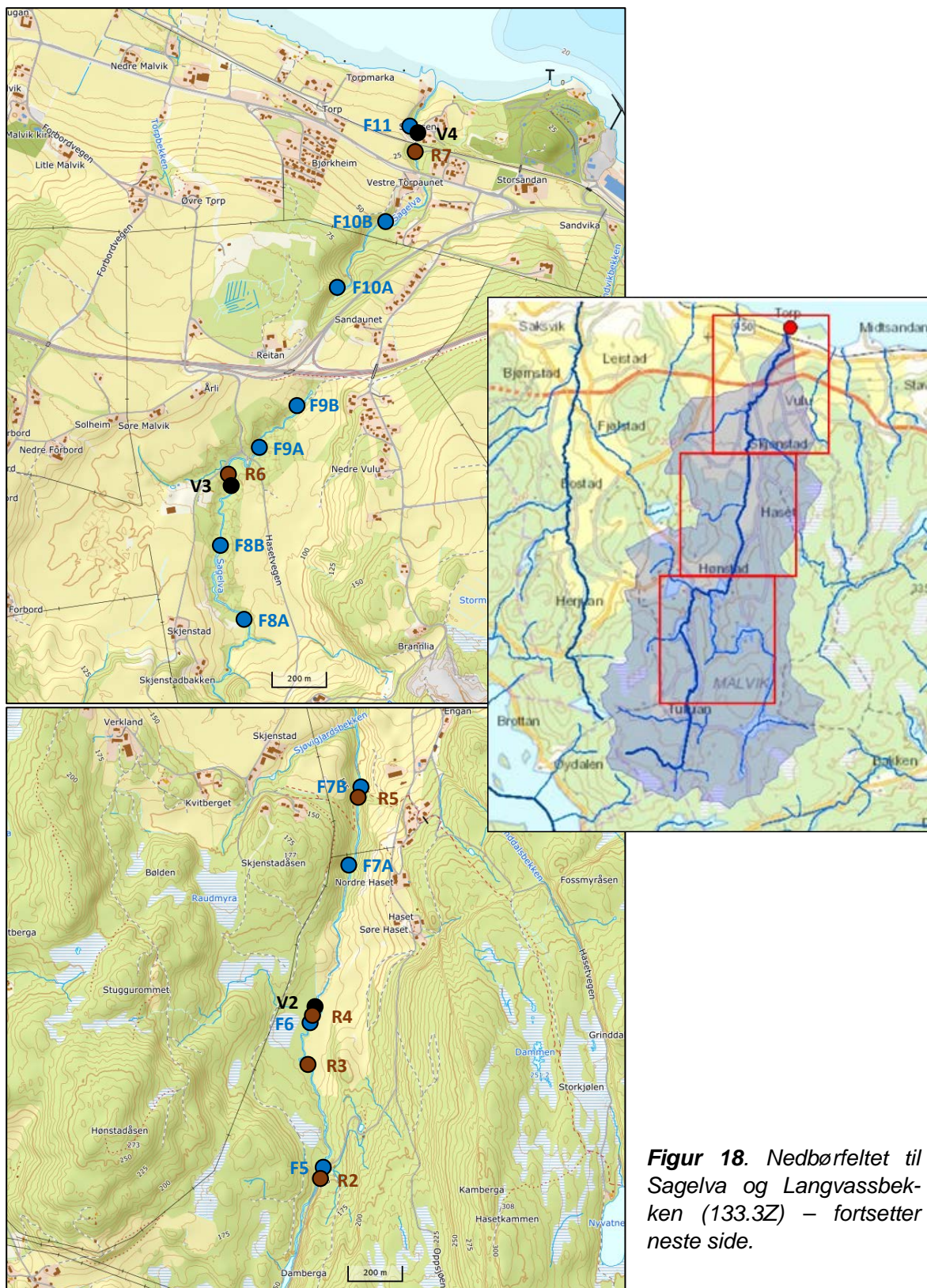
Virknings av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I «Meget god»	II «God»	III «Mindre god»	IV «Dårlig»	V «Meget dårlig»
Tarmbakterier	<i>Termotol. koli. bakt., ant./100 ml</i>	<5	5 - 50	50 - 200	200 - 1000	>1000

4.3 Redokspotensial

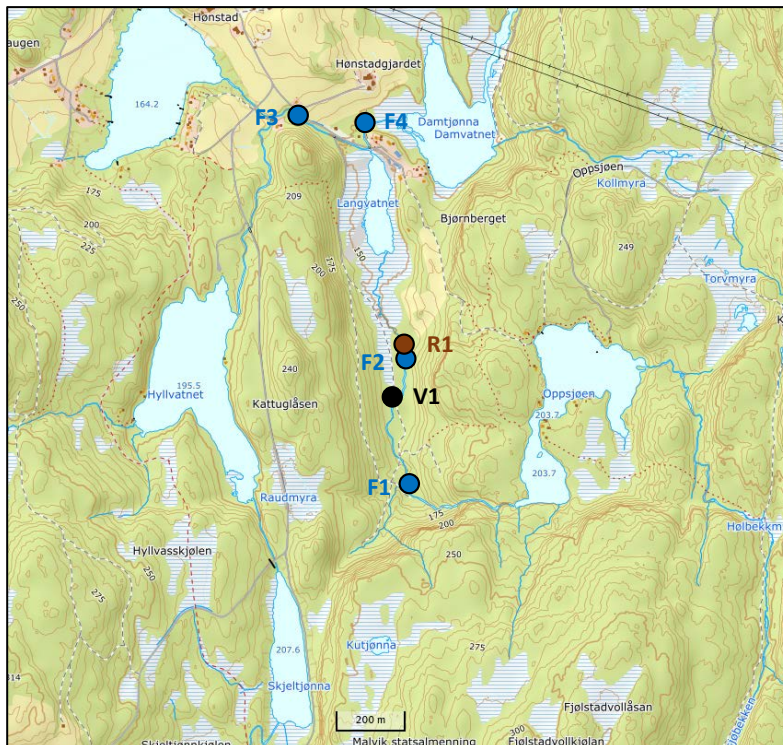
Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet (bunnmaterialet) i elva, og hvor egnet dette er som oppvekstområde for unge muslinger. Gjennomsnittlig reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substrat er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. Geist & Auerswald (2007) utarbeidet en teknikk som måler denne forskjellen i redokspotensial. I gode habitat for unge muslinger skal det være minst mulig tap av redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet der muslingene oppholder seg på dyp ned til ti centimeter (Geist & Auerswald 2007). I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), mens mer enn 30 % reduksjon er vurdert å være svært negativt (se bl.a. Larsen 2012a for eksempler fra noen norske elver).

Redokspotensial ble målt på fem stasjoner i Sagelva i begynnelsen av september 2018 (Magerøy & Larsen 2019) (stasjon R2–R6; for lokalisering se **figur 18**) og gjentatt på fire, bare delvis overlappende, stasjoner i slutten av juli 2019 (stasjon R1, R4, R6 og R7; for lokalisering se **figur 18**). Resultatet av redoksmålingene er presentert i **tabell 13** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5-7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimums- og

maksimumsverdien angitt på **figur 19** og **figur 20** som viser resultatene fra henholdsvis september 2018 og juli 2019.



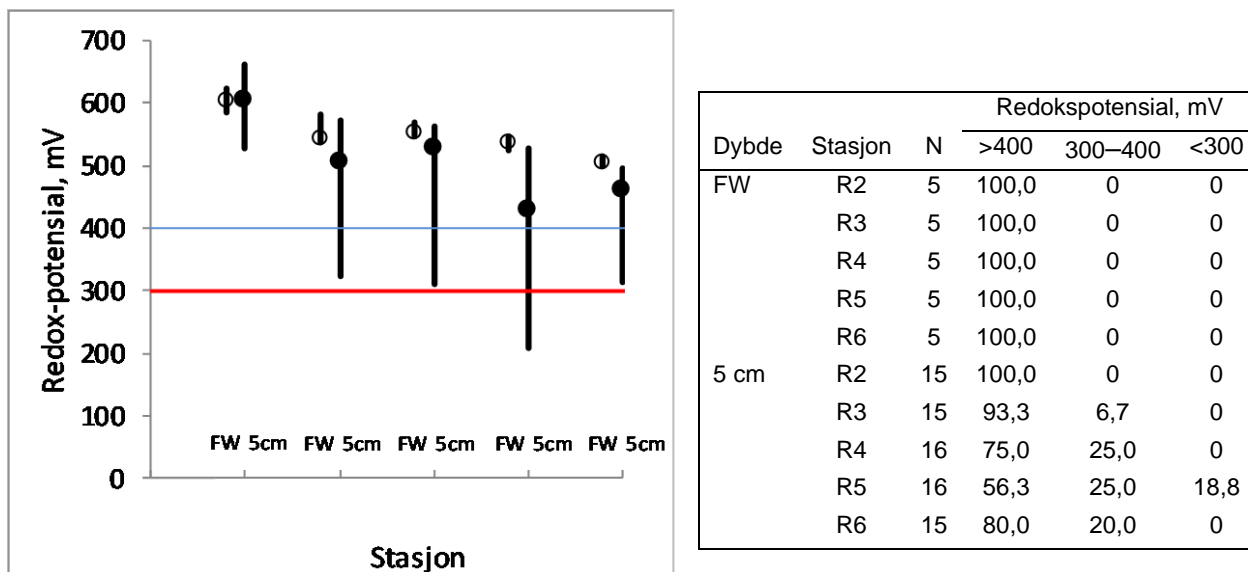
Figur 18. Nedbørfeltet til Sagelva og Langvassbekken (133.3Z) – fortsetter neste side.



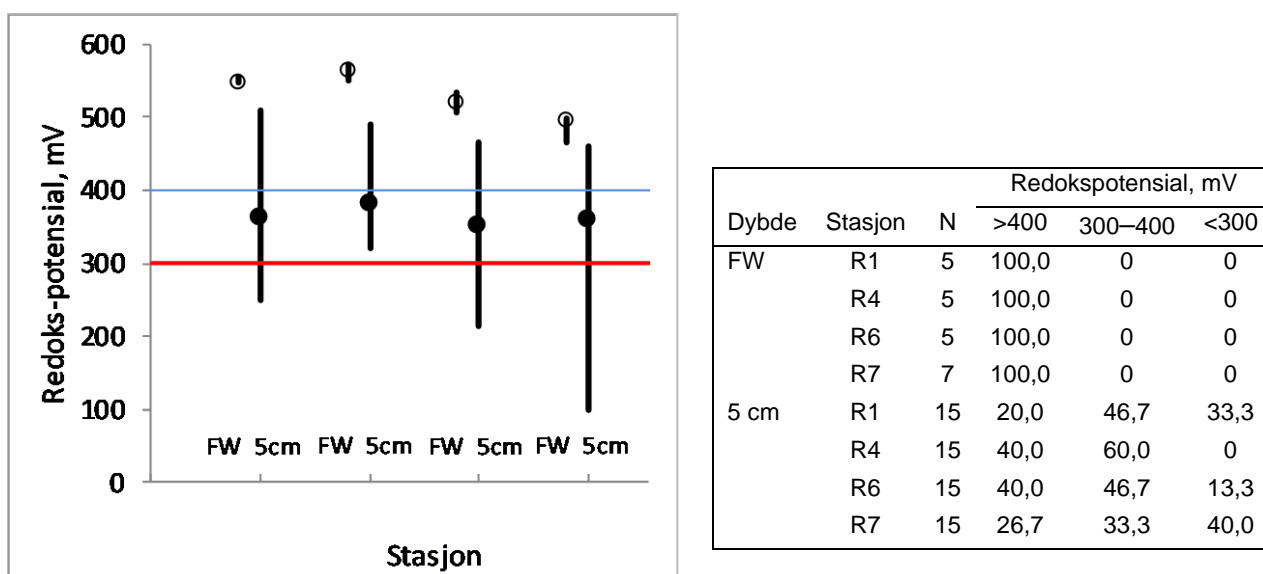
Figur 18. Nedbørfeltet til Sagelva og Langvassbekken (133.3Z) der elvestrekningen som ble undersøkt er markert med røde rammer. Disse tilsvarer detaljkartene der lokaliseringen av stasjoner som ble undersøkt i 2019 med hensyn til vannkvalitet (stasjon V1-V4), redokspotensial (stasjon R1-R7), ungfisktetthet (stasjon F1-F11) og muslinglarver på gjellene til ørret (stasjon F1, F3, F5, F6, F7A, F7B, F8A, F9A, F10A, F10B og F11) er vist. Kart fra <http://nevina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.

Tabell 13. Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Sagelva i begynnelsen av september 2018 (Magerøy & Larsen 2019) og Langvassbekken og Sagelva i slutten av juli 2019. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Dato		3.-4. september 2018			30.-31. juli 2019	
Stasjon	Kartreferanse - GPS	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
R1	32V 0584061 7029751	FW	-	-	549	-
		5	-	-	363	33,9
R2	32V 0584316 7030995	FW	604	-	-	-
		5	603	0,2	-	-
R3	32V 0584314 7031607	FW	544	-	-	-
		5	505	7,2	-	-
R4	32V 0584287 7031809	FW	552	-	565	-
		5	526	4,7	381	32,6
R5	32V 0584329 7032662	FW	536	-	-	-
		5	430	19,8	-	-
R6	32V 0584292 7033737	FW	506	-	520	-
		5	461	8,9	350	32,7
R7	32V 0584817 7035051	FW	-	-	495	-
		5	-	-	358	27,7



Figur 19. Redoksmålinger i Sagelva i begynnelsen av september 2018. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV. Data fra Magerøy & Larsen (2019).



Figur 20. Redoksmålinger i Langvassbekken og Sagelva i slutten av juli 2019. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

Perioden før undersøkelsene i 2018 var preget av høy nedbør, flom og relativt lave temperaturer. Det var derfor forventet at dette kunne påvirke målingene og at resultatet av redoksmålingene ville kunne ligge over det man hadde forventet å finne tidligere på sommeren når vannføringen var lav og vanntemperaturen høyere. Det var et fall på 16 % i redoksverdi i overflatevannet fra en medianverdi på 604 mV i øvre del av Sagelva til 506 mV i nedre del (**tabell 13**). Redoksverdien i substratet var gjennomgående høy i hele vassdraget, men medianverdien sank fra 603

mV i øvre del til 430 mV som laveste verdi i nedre del (**tabell 13**). Fallet av redoksverdi i overflatevannet gjorde at differansen mellom overflate og substrat ble mindre enn forventet. Alle verdiene var lavere enn 20 %, noe som skulle tilsi god vannkvalitet i hele vassdraget. Den generelle trenden var likevel at forholdene var best i øvre del av elva. Bare én av stasjonene hadde redoksverdier lavere enn 300 mV og 80 % av substratmålingene hadde redokspotensial over 400 mV (Magerøy & Larsen 2019). Resultatet fra Sagelva i 2018 var overraskende sett i forhold til opplysningene om manglende rekruttering hos elvemusling, eutrofiering og dårlig vannkvalitet på grunn av landbruksforurensning og avrenning fra avfallsdeponiene langs elveløpet. Det kan være store forskjeller i redokspotensial i løpet av året og det kan påvirkes av miljøforholdene i elva i perioden før undersøkelsene (jf. Magerøy 2020a). Magerøy & Larsen (2019) anbefalte derfor at det burde gjøres nye redoksmålinger i Sagelva for å verifisere resultatene fra 2018.

Det ble gjennomført nye redoksmålinger i Sagelva i slutten av juli 2019 ved en vanntemperatur på 15-20 °C og stabil lav vannføring. Det ble målt redokspotensial mindre enn 300 mV på tre av de fire stasjonene i 2019 (**figur 20**), men redokspotensial større enn 400 mV ble også målt på alle stasjonene. Det var en reduksjon i redokspotensialet i overflatevannet som tyder på forbruk av oksygen også i de frie vannmasser. Det var et fall på 12 % i redoksverdi i overflatevannet fra en medianverdi på 565 mV i øvre del av Sagelva til 495 mV i nedre del (**tabell 13**). Selv om en tredel av målingene i substratet på stasjon R1 var mindre enn 300 mV, lå de alle like under grensen. Substratkvaliteten var derfor bedre i Langvassbekken og øvre del av Sagelva enn i Sagelvas nedre del. Selv om medianverdiene var omtrent lik i hele vassdraget, var det minimumsverdier mindre enn 100 mV på stasjon R7 og 40 % av målingene var lavere enn 300 mV. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var i gjennomsnitt 28–34 % på de fire stasjonene (**tabell 13**). Dette er på grensen til dårlig vannkvalitet, men alle stasjonene hadde likevel enkelte lommer i elveløpet med gode oksygenforhold i substratet (>400 mV).

5 Fisk

5.1 Tidligere fiskeundersøkelser

Ørret

Sagelva har i dag bare en kort strekning som er laks- og sjørrettførende (om lag 300 meter) fram til en foss like oppstrøms jernbanelinja nedenfor Fv. 950 (**figur 20**; Bergan & Berger 2014). Både Korsen (2004), Berger et al. (2007) og Bergan & Berger (2014) har vurdert at sjørret tidligere kunne ha vandret lenger opp i elva før inngrep (etablering av mølle, sagbruk, veg og jernbane) endret elveløpet. I dagens situasjon vurderes ikke utbedringer av vegkryssninger oppstrøms dagens anadrome strekning som formålstjenlige hverken for sjørret eller stasjonær ørret (Bergan 2015).

Malvik Jeger og Fiskerforening (2000b) kartla i oktober 1998 og 1999 hele den anadrome strekningen for å telle oppvandrende sjørret. Det ble ikke observert en eneste gytefisk i noen av årene. I slutten av september 1999 ble det gjennomført ungfiskundersøkelser på tre stasjoner. Det ble funnet 101 ørretunger til sammen (flere årsklasser), men nærmere detaljer om stedsangivelse og tetthet har det ikke vært mulig å framskaffe. I Lakseregisteret (<https://lakseregisteret.fylkesmannen.no>) er bestanden av sjørret vurdert som redusert på grunn av jordbruksstilsig og lakselus.

Tettheten av ørret ble undersøkt på henholdsvis fire og to stasjoner i Sagelva i 2006 og 2012 (Berger et al. 2007, Bergan & Berger 2014; **tabell 14**). På anadrom strekning i vassdraget ble det under elfisket i 2006 påvist laks² (*Salmo salar*), ørret/sjørret (*Salmo trutta*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*). På elvestrekningen ovenfor anadrom strekning (fra Torpaunet ved Fv. 950) opp til øvre del av Sagelva (utløpet av Damvatnet) ble det bare funnet stasjonær ørret.



Figur 20. Foss like oppstrøms jernbanelinja nedenfor Fv 950 er oppgangshinder for anadrom laksefisk i Sagelva. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det ble fanget fire årsklasser av ørret (inkludert årsyngel) på alle stasjonene i Sagelva i 2006 (Berger et al. 2007). Høyest tetthet av årsyngel ble påvist nedenfor Skjenstad (stasjon 1d; **tabell 14**). Tettheten av eldre ungfisk ($\geq 1+$) av ørret varierte mellom stasjonene og var høyest på stasjon 1a og 1d (41 individ pr. 100m²). Laveste tetthet både av årsyngel og eldre ørretunger ble

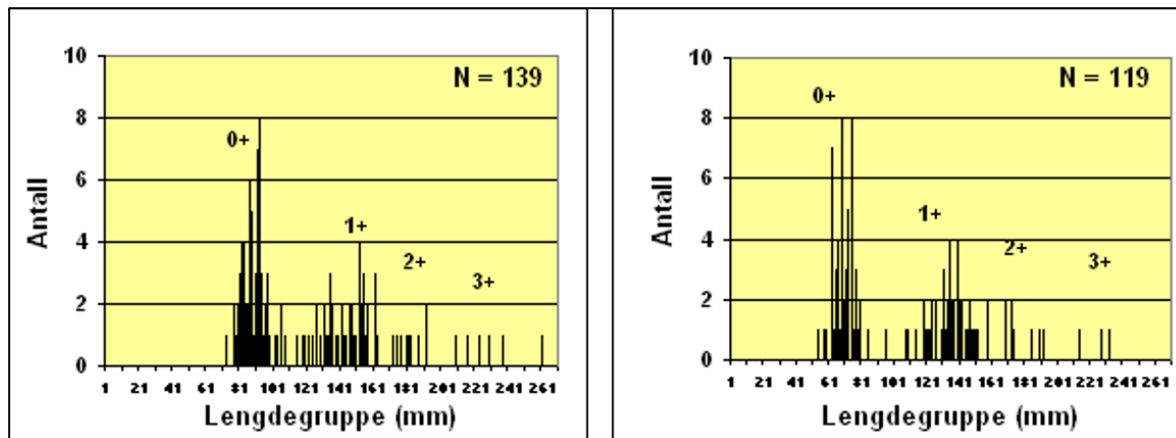
² Det ble ikke påvist årsyngel av laks i Sagelva i 2006, bare en ettårig laksunge (Berger et al. 2007).

funnet ved Torpaunet (**tabell 14**). Tettheten av ørret varierte fra svært dårlig til svært god økologisk tilstand i 2006 (jf. **tabell 14**).

Gjennomsnittslengden for årsyngel (0+) av ørret var 90 mm i Sagelvas nedre del og 71 mm i øvre del i september 2006 (jf. **figur 21**). For ettårige ørretunger (1+) varierte gjennomsnittslengden fra 143 mm i nedre del til 135 mm i øvre del. Toårige ørretunger var 183 mm i gjennomsnitt i nedre del. Det var bare ni treårige ørretunger i materialet, men disse hadde en gjennomsnittslengde på henholdsvis 230 og 225 mm i nedre og øvre del av Sagelva.

Tabell 14. Tetthet av ørret i Sagelva i 2006, 2012, 2015 og 2016 beregnet som antall individer pr. 100 m² basert på areal og fangst etter en gangs overfiske.

Dato	Stasjon	Avfisket areal, m ²	Beregnet tetthet pr. 100 m ²		Sum tetthet pr. 100 m ²	Referanse
			0+	≥1+		
xx.09.2006	1a Nær utløp sjøen	135	6,1	40,8	47	Berger et al. 2007
	1b Ovenfor jernbanen	136	64,6	17,4	82	Berger et al. 2007
	1c Torpaunet	120	0,7	4,3	5	Berger et al. 2007
	1d Nedenfor Skjenstad	125	80,1	41,1	121	Berger et al. 2007
17.10.2012	13a Nær utløp sjøen	175	0,8	1,8	3	Bergan & Berger 2014
	13b Nedenfor Skjenstad	105	4,1	3,9	8	Bergan & Berger 2014
12.05.2015	Haset	120	-	23,2	23	H.M. Berger upubl. materiale
17.08.2015	1d Nedenfor Skjenstad	120	11,1	14,1	25	H.M. Berger upubl. materiale
09.05.2016	1a Nær utløp sjøen	175	-	18,6	19	H.M. Berger upubl. materiale
	1b Ovenfor jernbanen	220	-	4,1	4	H.M. Berger upubl. materiale



Figur 21. Lengdefordeling av ørret fanget ved elfiske i Sagelvas nedre del (figuren til venstre) og øvre del (figuren til høyre) i september 2006. Fra Berger et al. (2007).

Det ble bare fanget fire ørretunger i nedre, anadrome, strekning (stasjon 13a) og åtte ørretunger i midtre, stasjonære, strekning (stasjon 13b) av Sagelva i 2012 (Bergan & Berger 2014). De estimerte tetthetene var svært lave (**tabell 14**), og betydelig lavere sammenlignet med resultatet fra 2006. Det var ifølge Bergan & Berger (2014) sannsynlig å knytte bortfallet av fisk med redusert vannkvalitet over tid, og trolig akutt fiskedød som følge av forurensningsepisoder. Økologisk tilstand for fisk var svært dårlig i Sagelva i 2012.

Det finnes i tillegg noen tilfeldige fiskeundersøkelser gjennomført i løpet av 2015 (H.M. Berger upubl. materiale). Den 12. mai 2015 ble det elfisket en strekning ved Haset. Det ble bare fanget

ettårige ørretunger (74-94 mm lange) og beregnet tetthet var 23,2 individ pr. 100 m². Den 17. august 2015 ble et areal som tidligere var fisket nedenfor Skjenstad i 2006 og 2012 undersøkt på nytt (H.M. Berger upubl. materiale). Tettheten av årsyngel (0+) og eldre ørretunger (≥1+) var henholdsvis 11,1 og 14,1 individ pr. 100 m² (**tabell 14**). Samme dag ble det også elfisket i Langvassbekken. Det ble ikke påvist ørretyngel og tettheten av eldre ørretunger var lav (5,4 individ pr. 100 m²; **tabell 15**). Dette skyldtes nok at det samtidig ble påvist gjedde i Langvassbekken (tre individer på 130-170 mm).

Tabell 15. Tetthet av ørret i Langvassbekken i august 2015 og juli 2016 beregnet som antall individer pr. 100 m² basert på areal og fangst etter tre omgangers overfiske i 2015 og to omgangers overfiske i 2016 (H.M. Berger upubl. materiale). Stasjon 1-5 ligger spredt på strekningen mellom Langvatnet og Oppsjøen med stasjon 1 nær innløpet til Langvatnet og stasjon 5 i bakken opp mot Oppsjøen.

Dato	Stasjon	Avfisket areal, m ²	Beregnet tetthet pr. 100 m ²	
			0+	≥1+
17.08.2015	3-4	200	0	5,4
09.07.2016	1	40	0	0
09.07.2016	2	65	0	1,5
09.07.2016	3	300	0	3,0
09.07.2016	4	210	0	7,8
09.07.2016	5	30	0	20,8

I 2016 ble det lagt ut gytegrus for å forbedre gytemulighetene for sjøørret på anadrom strekning, og i forbindelse med dette ble det gjennomført et kontrollfiske på to stasjoner 9. mai 2016 (H.M. Berger upubl. materiale). Det ble fanget 40 ørret til sammen som varierte i lengde fra 71 til 212 mm. Det var vanskelig å skille ettårige ørretunger fra toårige eller eldre ørretunger basert på lengdefordelingen, så tettheten ble beregnet for all ørret samlet. Det var henholdsvis 18,6 og 4,1 individ pr. 100 m² nedenfor og ovenfor jernbanelinjen, eller 10,4 individ pr. 100 m² for de to stasjonene samlet.

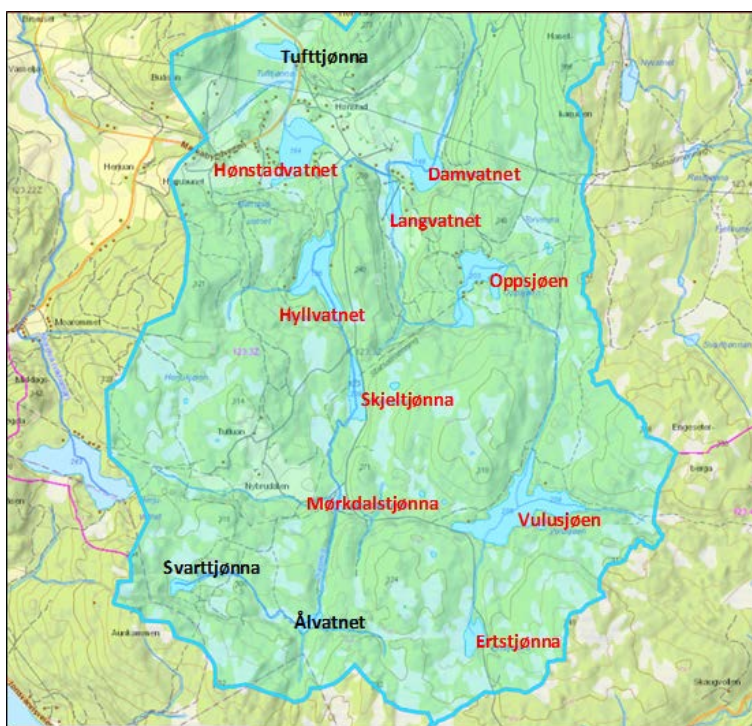
Langvassbekken ble undersøkt på fem stasjoner mellom Langvatnet og Oppsjøen den 9. juli 2016 (H.M. Berger upubl. materiale; **tabell 15**). Det ble ikke påvist årsyngel (0+) av ørret på noen av stasjonene i Langvassbekken. Tettheten av eldre ørretunger (≥1+) økte noe med avstanden fra Langvatnet og økende helning (grovere substrat og høyere vannhastighet), men var gjennomgående lav på hele strekningen. Gjennomsnittlig tetthet av eldre ørretunger var 4,4 individer pr. 100 m².

I forbindelse med undersøkelser knyttet til utbygging av ny E6 mellom Ranheim og Værnes er det i 2019 gjennomført elfiskeundersøkelser på en stasjon i Sagelva (Torpaunet nedstrøms nåværende E6; S.A. Ski, Multiconsult AS, pers. medd.). Det ble overfisket et areal på 150 m² uten å finne fisk. Ved Hasetvegen oppstrøms nåværende E6 ble det observert ørret, men det ble ikke elfisket der.

Gjedde

I Sagelvvassdraget er det 12 vatn, hvor det i dag er gjedde i ni av vatna (**figur 19**; Bardal & Adolfsen 2019). I Trøndelag har gjedda en naturlig utbredelse bare i Murusjøen i Muruelvassdraget i Lierne og i en del innsjøer i Røros, bl.a. øst for Femunden (Huitfeldt-Kaas 1918, Hesthagen et al. 2020). I de siste ti-åra har det vært en omfattende spredning av gjedde i Malvik og området rundt Jonsvatnet øst for Trondheim (Hesthagen et al. 2015). I Malvik kommune skjedde de første introduksjonene i Damvatnet og Langvatnet allerede i 1927 (K. Nybrodahl, pers. medd.

i Hesthagen et al. 2020). Ved en kartlegging tidlig på 1980-tallet var det fortsatt gjedde bare i Damvatnet og Langvatnet (Berger & Johnsen 1982). Noen år seinere ble det registrert gjedde i lokaliteter lengre opp i vassdraget; Mørkdalstjønna, Skjeltjønna og Hyllvatnet (Anonym 1988). I Skjeltjønna ble det fanget én større gjedde med not i 1987 (T. Hesthagen egen obs. i Hesthagen & Sandlund 2012). Her ble det satt i gang fiskebiologiske undersøkelser samme år, og innsjøen hadde da fremdeles en god ørretbestand. I løpet av de neste 2-3 årene ble imidlertid ørretbestanden i Skjeltjønna nærmest utryddet. Dette tydet på at innførselen av gjedde skjedde i 1985/1986. Ved et nytt prøvefiske i Skjeltjønna i 2013 ble det ikke lenger fanget ørret (Bjørø 2013). Ved et prøvefiske i Hyllvatnet samme år ble det heller ikke fanget ørret, bare en gjedde. Det ble heller ikke fanget ørret i Mørkdalstjønna, Vulusjøen eller Ertstjønna. I dag er det ikke gjedde (bare ørret) i de to toppvatna Ålvatnet og Svarttjønna, og det er heller ikke gjedde i Tufttjønna lenger (Tufttjønna hadde gjedde en kort periode på slutten av 1990-tallet).



Figur 19. Lokalisering av innsjøene i øvre del av nedbørfeltet til Sagelva. Navnet på innsjøer der gjedde er påvist er angitt med rød farge. Kart fra NVE-Atlas.

I forbindelse med elfiskeundersøkelser i Sagelvvassdraget i 2015 og 2016 ble det fanget et fåtall gjedde i Langvassbekken (elvestrekningen mellom Oppsjøen og Langvatnet; H.M. Berger unpubl. materiale). Gjedde ble også fanget på utløpet av Vulusjøen og i Oppsjøebekken ved Hølbekkmyna.

Røye

I Oppsjøen finnes det i tillegg til ørret og gjedde også røye. I forbindelse med elfiskeundersøkelsen i 2015 ble det fanget både røye og ørret i innløpsbekken til Oppsjøen (H.M. Berger unpubl. materiale).

5.2 Fiskeundersøkelser 2019

5.2.1 Metoder og materiale

I forbindelse med tiltaksutredningen for elvemusling i Sagelvvassdraget ble det gjennomført elfiskeundersøkelser på 11 stasjoner 10. og 13. mai 2019 (stasjon F1, F3, F4, F5, F7A, F8A, F8B,

F9A, F10A, F10B og F11; for lokalisering se **figur 18**) og åtte stasjoner 27. september og 9. oktober 2019 (stasjon F1, F2, F5, F6, F7B, F8A, F9B og F11; for lokalisering se **figur 18**).

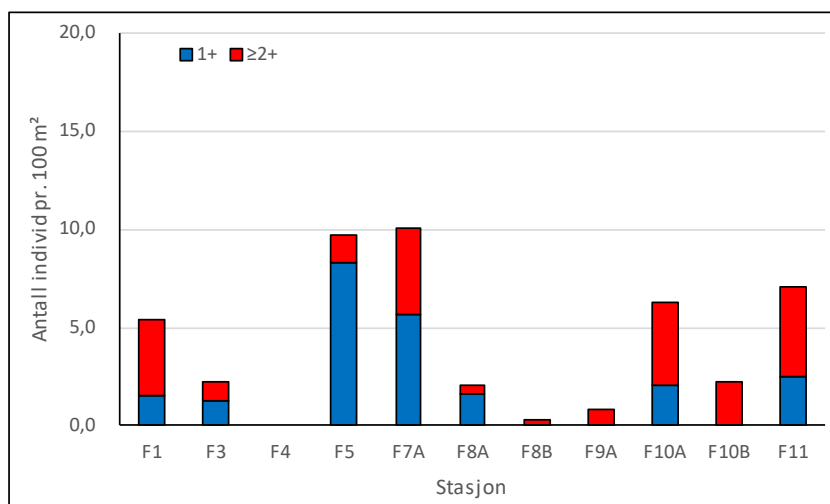
Om våren ble det bare gjennomført et semikvantitativt elfiske (én eller to «tilfeldige» overfiskinger) på de undersøkte stasjonene. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Måten fisket ble gjennomført på gjorde at det ikke var mulig å beregne tetthet på vanlig måte. Relativ tetthet av ørret ble i stedet estimert ut fra total fangst på stasjonen og en antatt fangbarhet (p) på 0,5. Tallene som framkommer er antatt å underestimere det totale antall ørret på arealet. Det er skilt mellom ettårige (1+) og toårige eller eldre ($\geq 2+$) fiskeunger. Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

Om høsten ble arealene avfisket to ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt. Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin et al. (1989) etter fangst i to fiskeomganger. Ved to tilfeller gjorde ikke fangsttallene det mulig å beregne tetthet på vanlig måte. Da ble tetthet av ørret estimert ut fra total fangst på stasjonen og en antatt fangbarhet (p) på 0,5. Det er skilt mellom årsyngel (ensomrige ørretunger; 0+) og eldre ørretunger ($\geq 1+$). Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

5.2.2 Resultater

Tetthet

Tettheten av ørret var gjennomgående lav i hele Sagelvvassdraget i mai 2019 (**figur 21**). Det ble ikke påvist ørret på elvestrekningen mellom Langvatnet og Damvatnet (stasjon F4). Tettheten var høyest nedenfor utløpet av Damvatnet på strekningen ned til Haset (stasjon F5 og F7A; **figur 21**). På strekningen fra Skjenstad og nedover mot nåværende E6 (stasjon F8A, F8B og F9A) ble det bare påvist spredte individer, men flere årsklasser var representert. I nedre del økte tettheten noe, men den var fortsatt lavere enn forventet. Det ble fanget en gjedde (217 mm lang) i øvre del av Langvassbekken (**figur 22**).



Figur 21. Tetthet av ørretunger i Sagelvvassdraget i midten av mai 2019. Tettheten er angitt som antall individ pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon (F1–F11). Stasjon F1 er i Langvassbekken, F3 i Kvennbekken og stasjon F4-F11 er i Sagelva med F11 nederst i elva.

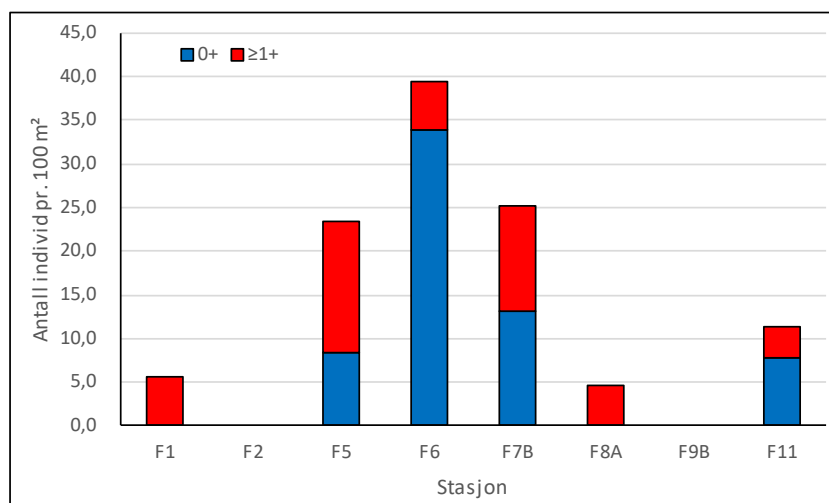
Resultatet fra elfiske på høsten 2019 er mer representativt med hensyn til tetthet av ørret enn det som framkommer fra elfiske i mai. Fordelingen av ørret innad i vassdraget er imidlertid om lag den samme. Tettheten av ørret var svært lav i Langvassbekken og det ble ikke påvist års-

yngel (0+) på noen av stasjonene (**figur 23**). Det var ikke ørret i det hele tatt på stasjonen som lå nederst mot Langvatnet (stasjon F2). Der ble det bare fanget to gjedder (146 og 154 mm lange).

Som på våren, var det høyest tetthet av ørret i øvre del av Sagelva (stasjon F5, F6 og F7B), varierende fra 24 til 39 individ pr. 100 m² (**figur 23**). Ved Skjenstad var det bare noen få eldre ørretunger og ovenfor nåværende E6 ble det ikke funnet ørret i det hele tatt. Selv på anadrom strekning (stasjon F11) var tettheten av ørret svært lav (11 individ pr. 100 m²).



Figur 22. Ved elfiskeundersøkelsene i Langvassbekken våren 2019 ble det i tillegg til ørret også fanget gjedde i øvre del av utbredelsesområdet til elvemusling. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 23. Tetthet av ørretunger i Sagelvassdraget i månedsskiftet september/oktober 2019. Tettheten er angitt som antall individ pr. 100 m² elveareal på den enkelte stasjon (F1–F11). Stasjon F1 og F2 er i Langvassbekken og stasjon F5–F11 er i Sagelva med F11 nederst i elva.

Habitatet for ørret ble gjennomgående vurdert som «egnet» (moderate gytemuligheter og noe skjul til stede) på alle elfiskestasjonene. For at økologisk tilstand skal bedømmes som god eller bedre med hensyn til ørret må tettheten være større enn 40 individ pr. 100 m² i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018) (**tabell 16**).

Tabell 16. Klassegrenser for økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet med laksefisk. Verdiene (antall ungfisk pr. 100 m²) etter «habitat ikke beskrevet» gjelder der habitatdata ikke er registrert. Habitatklasse 1 er «lite egnet», habitatklasse 2 er «egnet», habitatklasse 3 er «velegnet». Utdrag fra tabell 6.15 i vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018).

Artssamfunn	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Stasjonær allopatrisk, habitat ikke beskrevet	>58	58–44	43–29	28–15	<15
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 1	>34	34–26	25–17	16–9	<8
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 2	>55	55–41	40–28	27–14	<14
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3	>67	67–50	50–34	33–17	<17

I 2019 varierte forholdene fra dårlig økologisk tilstand i Langvassbekken og i nedre del av Sagelva (fra Skjenstad til utløpet i sjøen) til moderat økologisk tilstand i øvre del av Sagelva (stasjon F6 ovenfor Haset). En gjennomsnittlig tetthet på 14 individ pr. 100 m² kvalifiserte bare til dårlig økologisk tilstand (og på grensen til svært dårlig) for kvalitetselementet fisk i Sagelvassdraget (tabell 17).

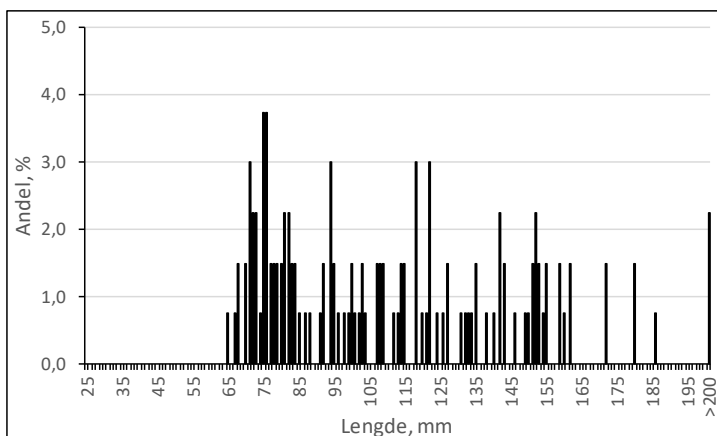
Tabell 17. Fangst av ørret ved elfiske i Sagelvassdraget i månedsskiftet september/oktober 2019 med beregnet tetthet av ørretungel (0+) og ettårige eller eldre ørretunger (≥1+) pr. 100 m² elveareal og klassifisering basert på habitatklasse 2 («egnet» habitat).

Stasjon	Areal, m ²	Antall ørret		Tetthet pr. 100 m ²		Sum tetthet pr. 100 m ²
		0+	≥1+	0+	≥1+	
F1	186	0	10	0	5,7	6
F2	147	0	0	0	0	0
F5	161	10	12	8,3	15,2	24
F6	130	32	7	33,9	5,5	39
F7B	136	10	13	13,2	11,9	26
F8A	230	0	8	0	4,6	5
F9B	139	0	0	0	0	0
F11	154	6	8	5,2	5,8	11
Samlet	1283	58	58	7,2	6,3	14

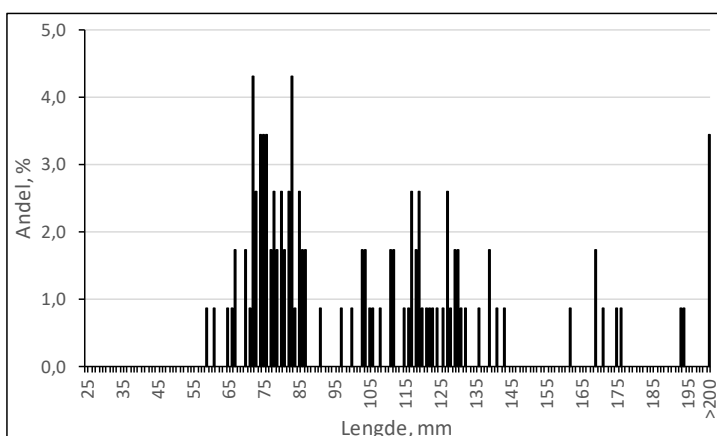
Lengdefordeling og vekst

Veksten til ørretungene var moderat god i Sagelva. I mai 2019 var ørretungene mellom 65 og 235 mm lange (figur 24). De ettårige ørretungene (1+) som ble samlet inn i forbindelse med gjelleundersøkelser og påslag av muslinglarver varierte i lengde fra 65 til 102 mm og var i gjennomsnitt 80 mm lange (SD = 9; N = 59). De toårige ørretungene (2+) varierte i lengde fra 95 til 159 mm og var i gjennomsnitt 124 mm lange (SD = 18; N = 51). Det ble også aldersbestemt tre år gamle ørretunger som hadde en gjennomsnittslengde på 161 mm (N = 4). Flere årsklasser var sannsynligvis representert, og det ble for eksempel fanget tre individer som var større enn 20 cm.

I månedsskiftet september/oktober 2019 var ørretungene mellom 59 og 240 mm lange (figur 25). Ørretungelen (0+) var i gjennomsnitt 77 mm (SD = 7; N = 58). Eldre ørretunger (N = 58) ble ikke aldersbestemt, men flere årsklasser var representert og fire individer var større enn 20 cm. Veksten til ørretungene var god, men variabel både innad i vassdraget og på de enkelte stasjonene. Ørretungelen varierte for eksempel fra 59 til 91 mm. De var gjennomgående mindre i øvre del av Sagelva enn i nedre del, men dette kan være tetthetsavhengig.



Figur 24. Lengdefordeling av ørret i Sagelvasdraget i midten av mai 2019 (N = 134; to av individene som ble fanget ble ikke lengdemålt).



Figur 25. Lengdefordeling av ørret i Sagelvasdraget i måneds-skiftet september/oktober 2019 (N = 114; to av individene som ble fanget ble ikke lengdemålt).

5.3 Muslinglarver på gjellene til ørret

Det er tidligere vist at ørret er vertsart for muslingens larver i Sagelva (B.M. Larsen unpubl. materiale). En ettårig og en toårig ørretunge som ble undersøkt i juni 2012 hadde henholdsvis 78 og 498 muslinglarver på gjellene. På kultiveringsanlegget for elvemusling på Austevoll er det også benyttet ørret som vertsfisk til muslinglarvene fra Sagelva med godt resultat (se kapittel 6.1; Jakobsen et al. 2015).

Feltobservasjoner av muslinglarver på gjellene er benyttet som metode ved kartlegging av elvemusling i områder med ukjent status (Larsen & Brørs 1998, Salonen & Taskinen 2017). Ved innsamling av fisk om våren er det mulig å registrere muslinglarvene på gjellene med det blotte øye, men det er en fare for å underestimere andelen av fisk som er infestert når antall muslinglarver er lavt. Ved ungfiskundersøkelser i Sagelva og Langvassbekken i 2015 og 2016 ble det kontrollert et utvalg av ørretunger i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver på gjellene (**figur 26**; H.M. Berger unpubl. materiale). Både i Sagelva og i Langvassbekken ble det funnet at en høy andel av ørretungene hadde muslinglarver på gjellene både i 2015 og 2016 (**tabell 18**). Det ble ikke funnet muslinglarver på ørretunger fra de øverste delene av Langvassbekken like nedenfor utløpet av Oppsjøen. Dette viser at utbredelsen til elvemusling stanser i nedre del av strykpartiene nedenfor Oppsjøen (fungerer som vandringshinder for fisk og spredningsbarriere for elvemusling). Mest overraskende var den høye prevalensen på anadrom strekning der 73,3 % av ørretungene var infestert (**tabell 18**).



Figur 26. Muslinglarver på gjellene til ørret kontrollert i Sagelva. Ved høy infestering er det enkelt å se muslinglarvene, spesielt om våren når larvene nærmer seg full størrelse. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Tabell 18. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i Sagelvvassdraget våren 2015 og 2016 (H.M. Berger upubl. materiale). Infesteringen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infestert). N = totalt antall ørret som ble undersøkt med direkte observasjon av larver på gjellene i felt.

Lokalitet	Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens (%)
Sagelva	Anadrom del (jernbanen)	09.05.2016	1+/2+	15	73,3
	Haset sør	12.05.2015	1+	16	37,5
	Spenna (sag)	12.05.2015	1+/2+	9	77,8
Langvassbekken	Midtre del	09.07.2016	1+/2+/3+	5	80,0
	Øvre del nedenfor oppgangshinder	09.07.2016	1+/2+/3+	11	63,6
	Øvre del ovenfor oppgangshinder	09.07.2016	1+/2+	5	0

For å undersøke forekomsten av muslinglarver på gjellene til ørret mer i detalj ble det samlet inn ørretunger fra ni stasjoner i Sagelva og Langvassbekken 10. og 13. mai 2019 (stasjon F1, F3, F5, F7A, F8A, F9A, F10A, F10B og F11; for lokalisering se **figur 18**). Det ble undersøkt 59 ettårige og 45 to- og treårige ørretunger til sammen på de ni stasjonene. En supplerende innsamling ble gjennomført 27. september 2019 på fire av de samme stasjonene (F5, F6, F7B og F11). Det ble undersøkt 34 ørretungel og fem ettårige ørretunger til sammen på de fire stasjonene.

All fisk ble fiksert på 4 % formaldehyd og ble senere undersøkt under stereolupe på laboratoriet med hensyn til forekomst av muslinglarver. Som hovedregel ble alle muslinglarver talt opp på gjellene på begge sider av fisken. Men ørretunger som hadde mer enn anslagsvis 100-200 larver bare på gjellene på venstre side av fisken, ble ikke talt opp på høyre side. Videre var det dessuten enkelte av ørretungene som hadde så høy intensitet at antall muslinglarver bare ble talt opp på gjellebue nummer to på venstre side. For at resultatet skulle bli sammenlignbart mellom individer og stasjoner ble det totale antall muslinglarver estimert for de ørretungene som bare ble talt opp på en eller fire gjellebuer på venstre side. Dette ble basert på tidligere undersøkelser som har vist at det normalt er like mange muslinglarver på begge sider av fisken og at gjellebue nummer to på venstre side har om lag en seksdel av det totale antall muslinglarver på fisken (B.M. Larsen upubl. materiale). Antall muslinglarver er derfor oppgitt som opptalt eller estimert totalantall på ørretungene. Resultatene er presentert som andel infesterte fisk av det totale antall fisk som er

undersøkt (= prevalens), gjennomsnittlig antall muslinglarver på all fisk, dvs. snitt av både infesterte og uinfesterte fisk (= abundans) og gjennomsnittlig antall muslinglarver på infestert fisk (= infesteringsintensitet).

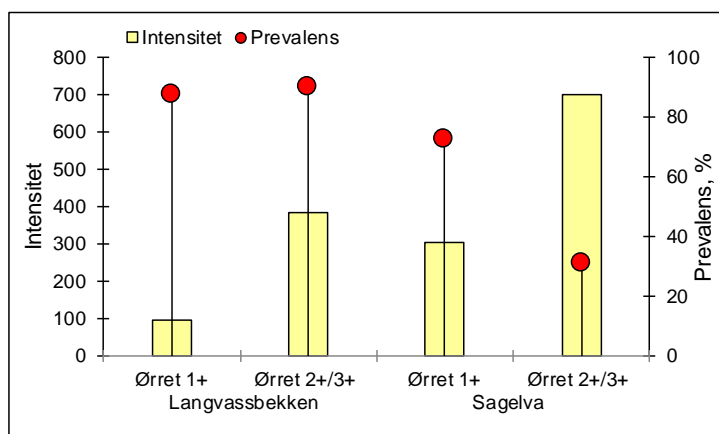
Våren 2019 ble det funnet muslinglarver på ørretungene både i Langvassbekken og Sagelva. I Langvassbekken var henholdsvis 88 og 90 % av de ettårige og toårige ørretungene infestert med muslinglarver på gjellene (**tabell 19, figur 27, figur 28** og **vedlegg 2**). Gjennomsnittlig intensitet for de ettårige og toårige ørretungene var henholdsvis 98 og 386 muslinglarver. Høyest antall på én enkelt fisk var 1940 muslinglarver (**tabell 19**).

Det ble undersøkt sju ørretunger til sammen fra Kvinnbekken ovenfor utløpet i bekken fra Langvatnet og nedenfor samløpet av tilførselsbekkene fra Hønstadvatnet og Hyllvatnet. Det ble funnet én ørretunge som hadde én muslinglarve på gjellene (**tabell 19**). Dette forteller oss ikke nødvendigvis at det står elvemusling i Kvinnbekken. Det er like sannsynlig at denne ørretungen kan ha vandret opp fra bekken mellom Langvatnet og Damvatnet der det er påvist elvemusling.

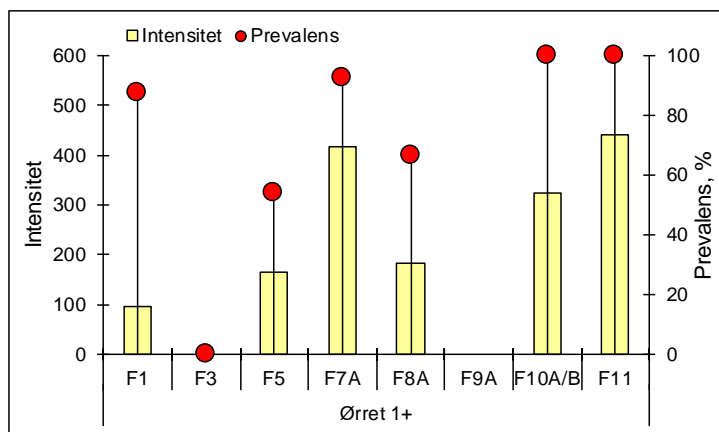
I Sagelva nedenfor Damvatnet ble det funnet muslinglarver på gjellene til både ettårige, toårige og treårige ørretunger på hele strekningen ned til utløpet i sjøen ved Torp (**tabell 19, figur 28** og **vedlegg 2**). I gjennomsnitt var henholdsvis 72 og 31 % av alle ettårige og to- eller treårige ørretunger infestert med muslinglarver i Sagelva (**tabell 19** og **figur 27**). Gjennomsnittlig intensitet for de ettårige og to- eller treårige ørretungene var henholdsvis 305 og 700 muslinglarver. Høyest antall på én enkelt fisk var 2390 muslinglarver (**tabell 19**).

Tabell 19. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i Sagelvvassdraget (stasjon F1–F11) i mai 2019. Infesteringen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infestert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infestert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; SD = standardavvik; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk.

Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjnsnitt ± SD	Intensitet Gjnsnitt ± SD	Maks
F1 Langvassbekken	13.05.19	1+	8	87,5	85,5 ± 66,5	97,7 ± 61,3	187
F3 Kvinnbekken	13.05.19	1+	4	0	0	0	0
F5-F11 Sagelva	10.-13.05.19	1+	47	72,3	220,7 ± 262,0	305,1 ± 262,9	946
F1 Langvassbekken	13.05.19	2+	10	90,0	347,1 ± 573,6	385,7 ± 594,4	1940
F3 Kvinnbekken	13.05.19	2+	3	33,3	0,3 ± 0,6	1,0	1
F5-F11 Sagelva	10.-13.05.19	2+/3+	32	31,3	218,9 ± 509,5	700,4 ± 720,6	2390



Figur 27. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) og to- eller treårige (2+/3+) ørretunger i Langvassbekken og Sagelva i mai 2019 presentert som prevalens og intensitet (jf. tabell 19).



Figur 28. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ettårige (1+) ørretunger i Sagelvasvassdraget i mai 2019 presentert som prevalens og intensitet. F1 tilsvarer Langvassbekken, F3 tilsvarer Kvennbekken og F5-F11 er seks stasjoner i Sagelva på strekningen fra Damvatnet til utløpet i sjøen (jf. vedlegg 2). Det ble ikke fanget ettårige ørretunger på stasjon 9A.

Høsten 2019 ble det også funnet muslinglarver på ørretungene på alle de undersøkte stasjonene i Sagelva. Det var muslinglarver på 79 % av all ørretungel (0+) med et gjennomsnitt på 464 muslinglarver (**tabell 20**). Det var høyest infestering ved Haset (stasjon F6) der det var mer enn tusen muslinglarver på gjellene til ørretungelen i gjennomsnitt, og ett individ hadde så mye som to tusen muslinglarver. Selv om all ørretungel også på anadrom strekning (stasjon F11) hadde muslinglarver på gjellene var det i motsetning til i mai 2019 bare et fåtall larver på gjellene om høsten (12 muslinglarver i gjennomsnitt, **tabell 20**). Det ble bare undersøkt fem ettårige ørretunger i Sagelva i september 2019, og det ble bare funnet 124 muslinglarver på gjellene til ett av individene.

Tabell 20. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i Sagelvasvassdraget (stasjon F5–F11) i slutten av september 2019. Infesteringen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infestert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infestert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; SD = standardavvik; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk.

Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens	Abundans	Intensitet	Maks
				(%)	Gjnsnitt ± SD	Gjnsnitt ± SD	
F5	27.09.19	0+	9	30,0	51,7 ± 142,1	172,3 ± 244,2	452
F6	27.09.19	0+	8	100,0	1055,8 ± 570,3	1055,8 ± 570,3	2000
F7B	27.09.19	0+	10	100,0	494,7 ± 452,1	494,7 ± 452,1	1133
F11	27.09.19	0+	7	100,0	11,6 ± 8,7	11,6 ± 8,7	30
F5-F11	27.09.19	0+	34	79,4	368,5 ± 542,9	464,1 ± 572,8	2000

Funn av muslinglarver på ørretunger i nedre del av Sagelva er overraskende da det ikke er funnet elvemusling nedenfor Skjenstadbekken (utløpsbekken fra deponiet på Skjenstad) tidligere (bl.a. Malvik Jeger og Fiskerforening 2000a, S.A. Ski, Multiconsult AS, pers. medd., se kapittel 6.2). Dette tilsvarer en elvestrekning på ca. 1,8 km. Dessuten er det lite musling på ytterligere en kilometer elvestrekning opp til ovenfor Engan (se kapittel 6.2). Det betyr at muslinglarvene som blir funnet på ørret på anadrom strekning må stamme fra elvemusling som står to til tre kilometer høyere opp i elva. Det finnes lite informasjon om hvor langt muslinglarvene kan drifte, men Jansen et al. (2001) skriver: "Maximum drift distances of glochidia in a typical pearl mussel stream with an average current speed of 0,4 ms⁻¹ are most likely limited to a few hundred meters. This is suggested by the data of Wenz (1990), who found that juvenile trout caught within a mussel bed were all infested with glochidia, whereas fish captured 500 m below the bed were free of glochidia. Since glochidia lack storage tissues, they will soon die if unable to attach to an host."

Etter at muslinglarvene er sluppet ut i vannmassene vil de dø i løpet av noen få dager hvis de ikke kommer i kontakt med gjellene på en fisk (Coker et al. 1921). Hvor lenge de lever i vannet er avhengig av flere faktorer hvorav vanntemperatur og oksygeninnhold er blant de viktigste. Ziuganov et al. (1994) har i eksperimenter vist at muslinglarvene hos elvemusling fortsatt var i stand til å infestere fisk etter seks dager i vannet, men temperaturen er ikke oppgitt. Young & Williams (1984b) bemerket at muslinglarvene til elvemusling virket livløse etter 24 timer fra frigivelsen når vanntemperaturen var ca. 20 °C.

Vanntemperaturen i Sagelva er normalt lavere enn tjue grader når muslinglarvene blir sluppet ut i andre halvdel av august, og spredningen nedover i vassdraget vil i stor grad avhenge av vannføring og vannhastighet. Ved en vannhastighet på 0,4 m/s vil det teoretisk sett under ideelle forhold bare ta to timer og forflytte et objekt den ca. 2,8 km lange strekningen fra de nederste gytende muslingene til utløpet i sjøen. Reduseres vannhastigheten til 0,1 m/s vil det ta 7-8 timer. Vannhastigheten i fire sammenlignbare lokaliteter med elvemusling ble undersøkt av Wacker et al. (2020) og i de frie vannmasser varierte vannhastigheten mellom 0,10 og 0,45 m/s. Det kan derfor i år med moderat god vannføring, vanntemperatur lavere enn 20 °C og tilfredsstillende vannkvalitet, være mulig å infestere ørretunger på hele den nedre delen av Sagelva. I Sagelva er det muslinglarvene som må drifte nedover elva til anadrom strekning for å infestere ørretungene der, da oppvandring av fisk stanser bare noen hundre meter opp fra sjøen. Larvene må dessuten overleve i en vannkvalitet som vi opplever som belastet med høye konsentrasjoner av næringsstoffer og de må passere den minimum 250 meter lange kulverten under nåværende E6. Dette vitner om at det fortsatt er mye vi ikke vet om overlevelse og spredning av muslinglarvene.

6 Elvemusling

6.1 Tidligere undersøkelser

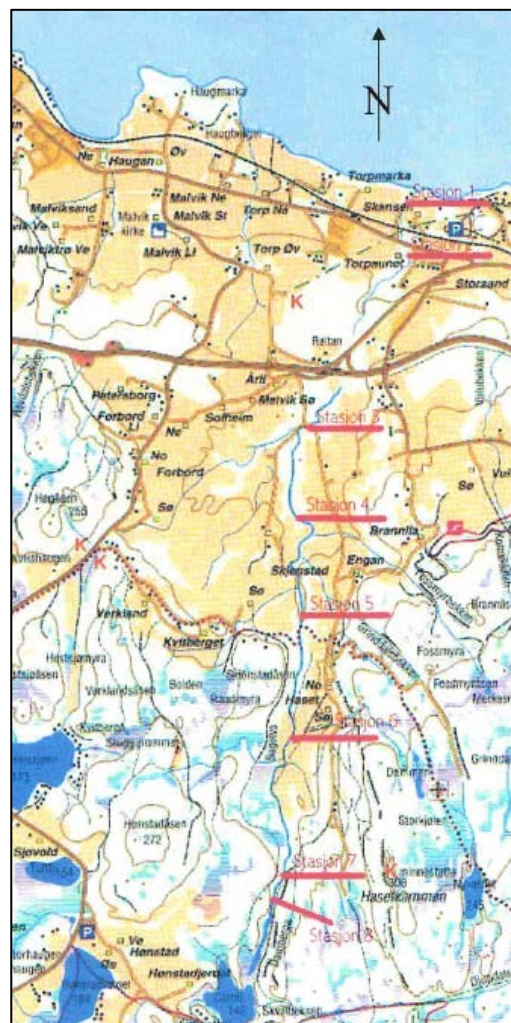
Første registrerte funn av elvemusling fra Sagelva befinner seg på Vitenskapsmusset i Trondheim. Skall fra elvemusling som ble funnet i området ved Haset i mai 1974 ble levert inn av R. Eide (det. Kaare Aagard; Dolmen & Kleiven 1997, Økland & Økland 1998). Da bestanden ble undersøkt i 1996 (Dolmen & Kleiven 1997) var det store mengder og høy tetthet på strekningen fra Damvatnet og nedover mot Haset (Dolmen 2009). I bekken mellom Langvatnet og Damvatnet meldte J. Voigt om mange muslinger (pers. medd. i Dolmen & Kleiven 1997), men det ble funnet relativt få individ i 1996 (Dolmen & Kleiven 1997). Forekomsten av elvemusling i Sagelva er senere undersøkt av Malvik Jeger & Fiskeforening (2000a), Nyland (2006) og Berger (2010).

Malvik Jeger & Fiskeforening (2000a) undersøkte Sagelva under en befarings i 1999 som ledet til en grundigere kartlegging av elvemusling i august-september 2000. Det ble benyttet tidsbegrensede tellinger av 15 minutters varighet (fritelling) på åtte stasjoner på strekningen fra Damvatnet til utløpet i sjøen (**figur 29**). Det ble ikke funnet elvemusling på de fire nederste stasjonene (stasjon 1-4) (**tabell 21**), der stasjon 4 lå et stykke ovenfor avfallsdeponiet på Skjenstad. Gjennomsnittlig tetthet på de fire øverste stasjonene (stasjon 5-8) var 11,78 individ pr. minutt søketid.

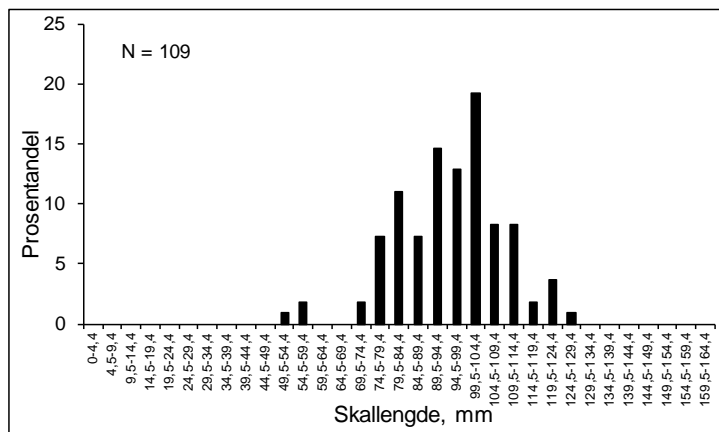
Tabell 21. Antall elvemusling (levende dyr: N) ble undersøkt på åtte stasjoner i Sagelva (stasjon 1-8) i august-september 2000 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling) innenfor oppgitt areal i elva. Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 29. Data omarbeidet fra Malvik Jeger & Fiskeforening (2000a).

Stasjon	Areal, m ²	Tid	N	N/min
1 Nedenfor jernbanen	135	15	0	0
2 Ovenfor Fv. 950	124	15	0	0
3 Ovenfor Hasetveien	108	15	0	0
4 Ovenfor deponiet på Skjenstad	114	15	0	0
5 Nedenfor pilgrimsstien	59	15	59	3,93
6 Haset	78	15	350	23,33
7 Ovenfor Haset - Spenna	71	15	112	7,47
8 Nedenfor utløp Damvatnet	39	15	186	12,40
1-8	728	120	707	5,89
5-8 Gj.snitt ± SD	-	-	-	11,78 ± 2,92

Figur 29. Lokalisering av stasjoner som ble undersøkt med hensyn til tetthet (stasjon 1-8) og lengdefordeling (stasjon 5-8) i Sagelva i 2000. Fra Malvik Jeger & Fiskeforening 2000a).



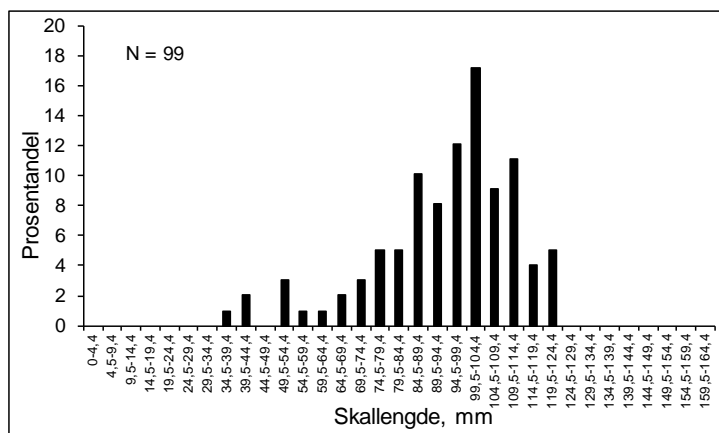
Det ble ikke funnet muslinger som var mindre enn 50 mm i september 2000, og bare to av 109 individer var mindre enn 60 mm (**figur 30**). Det var flest muslinger i lengdegruppene 90-105 mm.



Figur 30. Lengdefordeling av levende elvemušling (uten graving i substratet) i Sagelva i september 2000. Omarbeidet fra Malvik Jeger & Fiskerforening (2000a).

Nyland (2006) undersøkte i 2005 tre arealer (henholdsvis 7,5, 6,3 og 6,9 m²) i øvre del av Sagelva. Gjennomsnittlig tetthet av elvemušling på de tre arealene var 9,4 individ pr. m². Det ble samlet inn 194 muslinger til sammen, og minste musling funnet var 56 mm. Nyland (2006) konkluderte med at bestanden besto av eldre individer og at rekrutteringen var mangelfull.

Berger (2010) undersøkte Sagelva på strekningen fra utløpet av Damvatnet til Skjenstadbekken (utløpsbekken fra deponiet på Skjenstad) like ovenfor Hasetvegen. Det ble funnet elvemušling på en 3,3 km lang strekning fra Damvatnet til Skjenstad, et par hundre meter ovenfor Skjenstadbekken. Størst tetthet ble registrert ved Haset. Skallengden varierte fra 39 til 124 mm i juni 2009 (**figur 31**). Gjennomsnittslengden var 94 mm (SD = 19; N = 99). Bare fire individer (4,0 %) var mindre enn 50 mm. Bestanden av elvemušling ble i 2009 estimert til 17 250 individer (Berger 2010). Gjennomsnittlig tetthet var 5,47 individ pr. minutt søketid på tidsbegrensede tellinger (fritelling) basert på fem stasjoner.



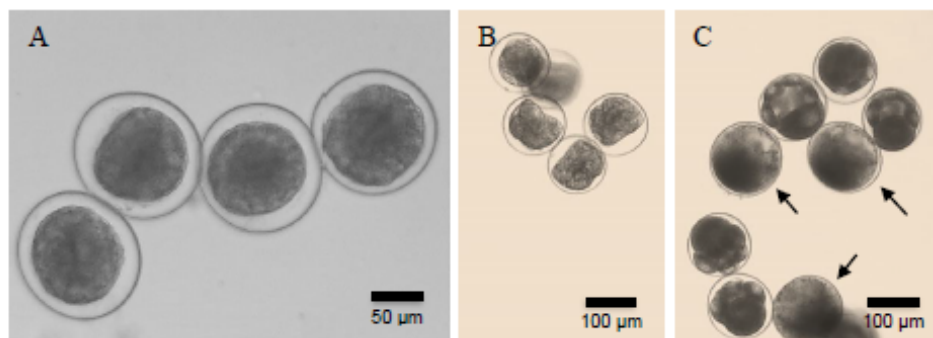
Figur 31. Lengdefordeling av levende elvemušling (uten graving i substratet) og tomme skall (døde individer) i Sagelva i juni 2009. Omarbeidet og korrigert fra Berger (2010).

Manglende rekruttering og «forgubbing» gjør at mange bestander av elvemušling står i fare for å dø ut. Sagelva ble av Nyland (2006) og Berger (2010) vurdert å tilhøre denne gruppen lokaliteter. Den viktigste flaskehalsen er de første leveårene mens muslingene oppholder seg nedgravd i grusen. Da det ofte krever store ressurser og lang tid for å gjennomføre effektive tiltak relatert til hele, eller deler av, nedbørfelt, kan det i endel tilfeller være nødvendig å «kjøpe seg tid». Dette kan gjøres ved å hjelpe populasjoner over den kritiske perioden ved utsetting av anleggsproduserte muslinger.

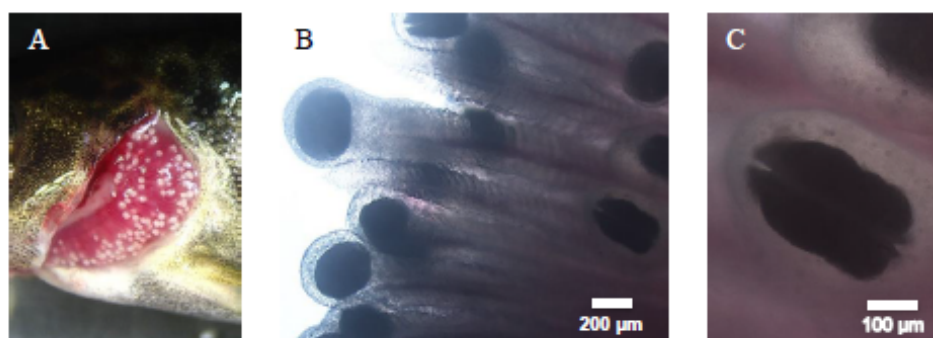
Sagelva (Malvik kommune, Sør-Trøndelag fylke)

Bestanden av elvemusling i Sagelva ble kartlagt av Berger i 2009, og ble beregnet til rundt 17250 individ som finnes på en 3.3 km lang elvestrekning. Minste observerte musling var 44.1 mm, og det var bare 3.6% av de registrerte individene som var mindre enn 50 mm (rekrutter) (Berger, 2010).

A. Rikstad og H.M. Berger samlet inn 40 elvemuslinger fra Sagelva, som ble sendt til anlegget på Austevoll. Ved ankomst (29.06.2014) ble muslingene plassert i kunstig elv med god vanngjennomstrømming og tilførsel av marine alger (Nanno og Shellfish). Muslingene startet gyting av modne glochidier 19. august og da var temperaturen i vannet 14.6°C. Gytingen fortsatte til 21. august og antall gytende individ observert var 10 stk. Modningen av glochidiene var ikke helt synkron blant muslingene og det var et relativt høyt innslag av ubefruktede celler. Mulig årsak til dette er at noen muslinger slapp glochidiene sine prematurt ved ankomst til anlegget, og muligens har startet på en ny syklus. Modning av glochidier fra Sagelvmusling er vist i Figur 9. Elvemusling fra Sagelva er en ørretmusling, og 250 Botsvannsrørret fra Statkraft sitt anlegg i Eidfjord (0,63g ved ankomst 15. juli) ble infisert med glochidier fra muslingene. Ørreten ble formalinbehandlet (1:4000 formalin i 20 min.) for fjerning av *Costia* 31. juli (før infeksjon med glochidier). Infeksjonen med glochidier fra elvemuslingen var vellykket, og den undersøkte fiskens gjeller var kraftig infisert (Figur 10).



Figur 9. Modning av glochidier fra Sagelvmusling. A) Stadiel-2 (01.08.2014), B) Stadiel 2-3 (07.08.2014) og C) Stadiel 1-2 (11.08.2014), piler viser ubefruktede celler.



Figur10. Infeksjon med glochidier fra Sagelvmusling på ørretgjeller (28.11.2014).

Figur 32. Faksimile fra Jakobsen et al. (2015) med beskrivelse av forsøkene med kultivering av elvemusling fra Sagelva for planlagt utsetting i vassdraget.

Universitetet i Bergen etablerte i 2011 et kultiveringsanlegg for elvemusling på Austevoll utenfor Bergen. Våren 2012 ble det ved hjelp av elfiske samlet inn ørretunger med muslinglarver på gjellene fra Sagelva. Disse ble overført til anlegget på Austevoll for å høste muslinger fra fiskegjellene den påfølgende vår for videre kultivering i anlegget. I løpet av juni/juli 2012 ble det høstet 182 muslinger (Jakobsen et al. 2013). Etter 2014-sesongen var antallet redusert til anslagsvis 100 individer (Jakobsen et al. 2015).

På grunn av det lave antall avkom ble det valgt å gjøre et nytt forsøk på å produsere avkom fra Sagelva. I stedet for infestert Sagelva-ørret ble det samlet inn 41 voksne muslinger (stammuslinger) som den 29. juni 2014 ble overført til anlegget på Austevoll (**figur 32**). Ti av muslingene slapp muslinglarver i midten av august, som under kontrollerte forhold infesterte anleggsproduisert ørret i anlegget. Skallengden til de voksne muslingene varierte mellom 91 og 129 mm med en gjennomsnittlig lengde på 110 mm (SD = 10; N = 41) (Larsen 2015b). Stammuslingene ble merket med et nummer i skallet og tilbakeført til Sagelva i løpet av vinter/vår 2015. I midten av august 2015 ble det søkt etter muslingene og 40 av 41 individer ble gjenfunnet (H.M. Berger og B.M. Larsen upubl. materiale). Alle muslingene, med ett unntak, sto normalt i substratet og lukket seg ved berøring. Det ene individet lå derimot på siden, noe som kan være et tegn på dårlig kondisjon. Dette individet døde senere, og det tomme skallet ble gjenfunnet 20. juni 2019 (B.M. Larsen upubl. materiale).

Begge de to forsøkene på å produsere småmuslinger for utsetting i Sagelva ble imidlertid mislykket, og bare ett individ var igjen i anlegget i 2016 (Jakobsen et al. 2017). Årsaken var flere uheldige omstendigheter i forbindelse med driften av anlegget der høy sommertemperatur, endringer i vannkvaliteten (nedhogging av sitkaskogen i nedbørfeltet som førte til høy tilførsel av organisk materiale, redusert oksygenmetning og høye nitritt-konsentrasjoner i vanntilførselen), konkurrenter og predatorer (*Macrostomus sp.* og *Chetogaster sp.*) på småmuslingene (mindre enn 0,7-0,8 mm), oppblomstring av soppen *Saprolegnia sp.* og høy produksjon av giftige blågrønnalger i inntaksvannet medførte at mye av produksjonen døde i anlegget i årene 2014-2017 (bl.a. Jakobsen & Jakobsen 2016, Jakobsen et al. 2017).

Etter dette ble det gjort nye undersøkelser i Sagelvassdraget i mai 2015 da fem stasjoner ble undersøkt i øvre del av Sagelva (H.M. Berger et al. upubl. materiale; **figur 33**). På utløpsdelen av Damvatnet (stasjon E4) ble det ikke påvist muslinger på grunn av mykbunn og mye begroing. På de andre stasjonene i øvre del av Sagelva varierte tettheten av elvemusling mellom 0,1 og 6,2 individ pr. minutt søketid med et gjennomsnitt på 2,5 individ (**tabell 22**). I tillegg ble det gjennomført et søk i nedre del av Skvalbekken (innløpsbekk til Damvatnet) uten at det ble funnet muslinger.

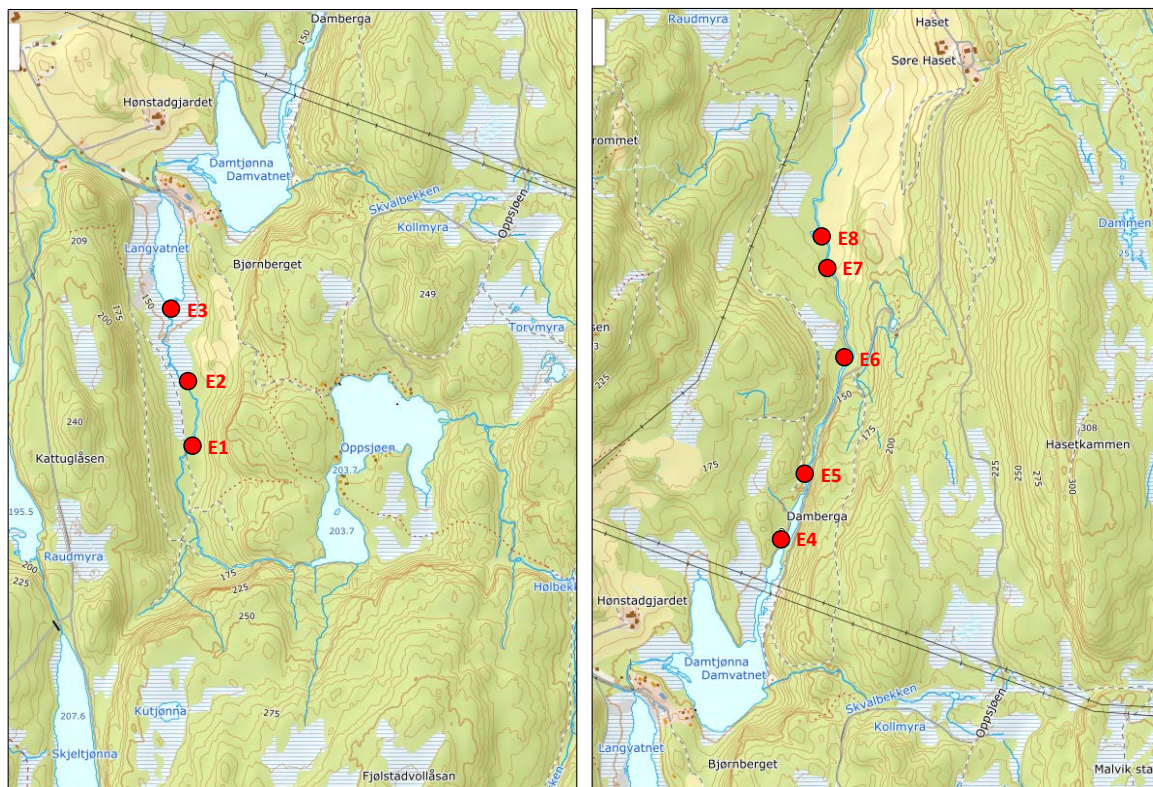
Det var ingen opplysninger om at det fantes elvemusling i Langvassbekken før den ble oppdaget ved feltundersøkelsene i 2015 (H.M. Berger et al. upubl. materiale). Det ble telt muslinger på tre stasjoner og gjennomsnittlig tetthet var 7,2 individ pr. minutt søketid (**tabell 22**). Det var generelt få tomme skall (døde muslinger) i hele Sagelvassdraget,

Lengdefordelingen til muslingene i Sagelva og Langvassbekken ble undersøkt på to såkalte gravestasjoner (stasjon E2 og E8; **figur 33**). Der ble alle muslinger innenfor et avgrenset område tatt opp og lengdemålt med skyvelære. I tillegg ble det gravd i substratet innenfor det avgrensede området for å finne eventuelle nedgravde muslinger. På stasjon E8 var nesten halvparten av muslingene nedgravd (**tabell 23**). I Sagelva (stasjon E8) varierte skallengden fra 17 til 113 mm i midten av mai 2015 (**figur 34** og **figur 35**). Gjennomsnittslengden var 81 mm (SD = 22; N = 86). I Langvassbekken (stasjon E2) varierte skallengden fra 38 til 85 mm (**figur 34** og **figur 35**) med en gjennomsnittslengde på 65 mm (SD = 14; N = 37).

Selv om det var en overvekt av eldre muslinger i Sagelva, var det også et positivt tilskudd av yngre individer i lengdegruppene 15-50 mm. Det ble funnet til sammen sju individ som var mindre enn 50 mm og to av disse var også mindre enn 20 mm. I Langvassbekken ble det også funnet

sju individer mindre enn 50 mm, men ingen av disse var mindre enn 20 mm. Likevel tydet det på at rekrutteringen hos elvemusling kunne være bedre i Sagelva enn det som tidligere var funnet.

Tomme skall som ble funnet i Sagelva i 2015 varierte i lengde mellom 48 og 114 mm (N = 10). I Langvassbekken ble det bare funnet to skall på 80 og 94 mm.



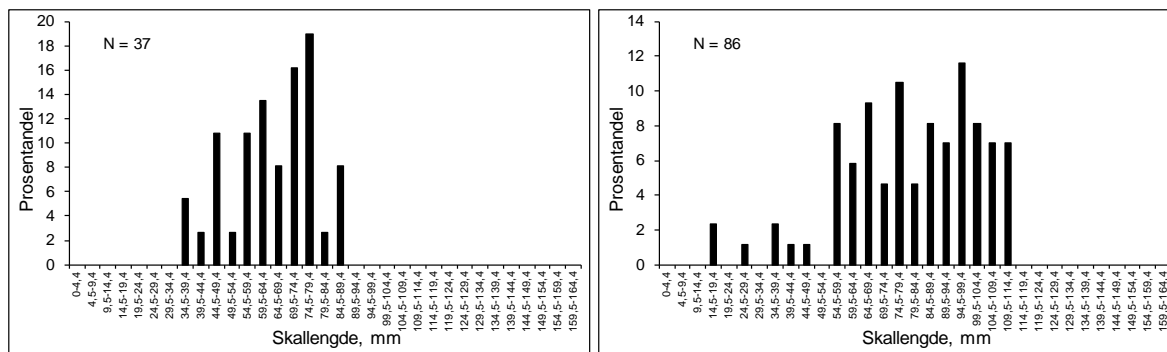
Figur 33. Lokalisering av stasjoner som ble undersøkt med hensyn til tetthet (stasjon E1-E8) og lengdefordeling (stasjon E2 og E8) i Langvassbekken og Sagelva i mai 2015 (H.M. Berger et al. upubl. materiale).

Tabell 22. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) ble undersøkt på tre stasjoner i Langvassbekken (stasjon E1-E3) og fem stasjoner i Sagelva på strekningen med forekomst av elvemusling (stasjon E4-E8) i midten av mai 2015 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Stasjonenes beliggenhet er vist på figur 33.

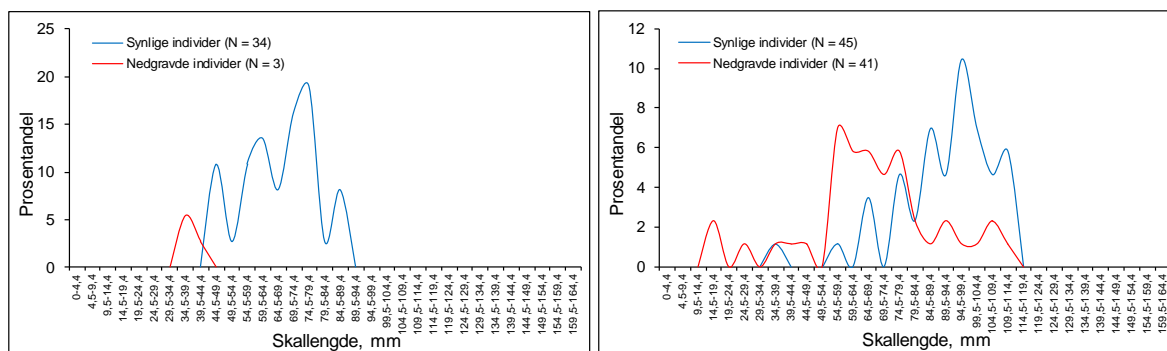
Lokalitet	Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
Langvassbekken	E1	30	113	1	3,77	0,03
	E2	15	33	1	2,20	0,07
	E3	15	236	2	15,73	0,13
Sagelva	E4	30	0	0	0	0
	E5	45	186	1	6,17	0,03
	E6	15	40	1	2,67	0,07
	E7	15	2	1	0,13	0,07
	E8	15	84	1	5,60	0,07
Langvassbekken	E1-E3	60	382	4	6,37	0,07
	Gjnsnitt ± sd				7,23 ± 7,40	0,08 ± 0,05
Sagelva	E4-E8	120	312	4	2,60	0,03
	Gjnsnitt ± sd				2,51 ± 2,46	0,04 ± 0,03

Tabell 23. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet på stasjon E2 i Langvassbekken og stasjon E8 i Sagelva ved graving i substratet i midten av mai 2015.

Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall			Andel nedgravde, %	Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Nedgravde		<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
E2	12.5.	-	37	34	3	8,1	0	7	0	18,9
E8	12.5.	1,2	86	45	41	47,7	2	7	2,3	8,1
Samlet		-	123	79	44	35,8	2	14	1,5	16,6



Figur 34. Lengdefordeling av levende elvemusling på E2 i Langvassbekken (til venstre) og stasjon E8 i Sagelva (til høyre) basert på graving i substratet i midten av mai 2015.



Figur 35. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen på stasjon E2 i Langvassbekken (til venstre) og E8 i Sagelva (til høyre) i midten av mai 2015.

I forbindelse med undersøkelser knyttet til utbygging av ny E6 mellom Ranheim og Værnes er det i 2019 gjennomført søk etter elvemusling i nedre del av Sagelva (S.A. Ski, Multiconsult AS, pers. medd.). Det ble søkt langs hele elveløpet fra utløpet i sjøen til et stykke ovenfor Skjenstadbekken som kommer fra deponiet til Ragn-Sells Miljøsanering. Det ble bare funnet tre tomme skall nedenfor Hasetvegen (61-89 mm lange). Levende elvemusling ble først funnet ovenfor Skjenstadbekken og spredte individer ble funnet videre oppover «så langt man gikk» (S.A. Ski, Multiconsult AS, pers. medd.). Tretten individer som ble lengdemålt var 41 til 79 mm lange.

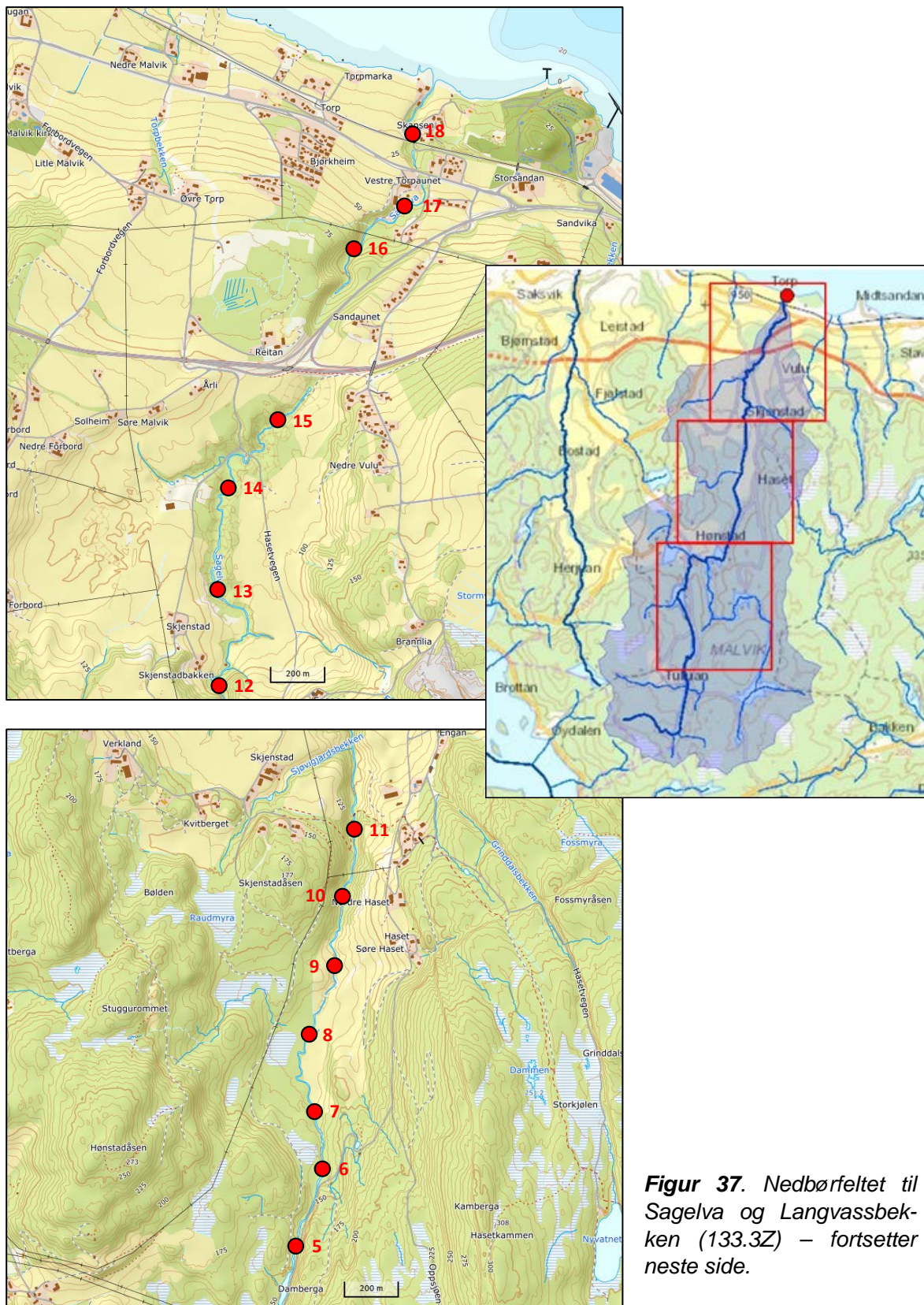
6.2 Elvemuslingundersøkelser 2019

6.2.1 Metode og materiale

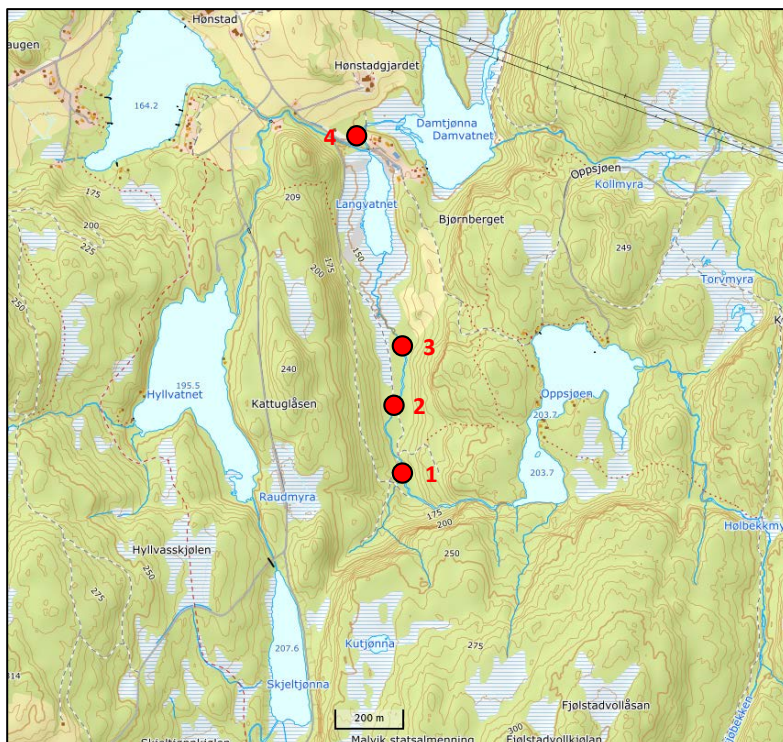
Sagelva inngår som en B-lokalitet i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling (se Larsen & Magerøy 2018) og fire stasjoner ble undersøkt 19.-20. juni og 7. august 2019 (stasjon 3, 5, 8 og 10; **figur 36**, for lokalisering se **figur 37**). I tillegg ble det i forbindelse med tiltaksutredningen for elvemusling i Sagelvdraget undersøkt ytterligere 14 stasjoner 19.-20. juni, 31. juli og 6.–7. august 2019 (stasjon 1, 2, 4, 6, 7, 9 og 11-18; **figur 36**, for lokalisering se **figur 37**).



Figur 36. Utvalgte stasjoner som ble undersøkt i forbindelse med kartlegging (telling) av elvemusling i Langvassbekken (stasjon 1 og 3) og i Sagelva (stasjon 7, 8, 11 og 18). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



Figur 37. Nedbørfeltet til Sagelva og Langvassbekken (133.3Z) – fortsetter neste side.



Figur 37. Nedbørfeltet til Sagelva og Langvassbekken (133.3Z) der undersøkt elvestrekning er markert med røde rammer. Disse tilsvarer detaljkartene der lokaliseringen av stasjoner som ble undersøkt i 2019 med hensyn til tetthet av elvemusling (stasjon 1–18) og lengdefordeling av elvemusling (stasjon 3 og 8) er vist. Kart fra <http://nevina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer (Larsen & Hartvigsen 1999). Det var mulig å vade hele elvetverrsnittet på alle stasjonene. Det ble bare benyttet tidsbegrensede tellinger (fritelling) for å bedømme relativ tetthet av muslinger. I Sagelvvassdraget ble det i all hovedsak gjennomført to tellinger av 15 minutters varighet i tilknytning til hver av stasjonene. Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr) under kartleggingen.

Lengdemåling er den viktigste parameteren når målinger skal gjennomføres på skall eller levende muslinger. Lengdefordelingen kan betraktes som et relativt mål på aldersfordelingen selv om forholdet mellom alder og lengde varierer mellom ulike lokaliteter, og blir usikker hos større muslinger. Lengdefordelingen gir likevel et godt bilde av andelen små elvemuslinger, og gir dermed også en beskrivelse av rekrutteringen. Det er nærvær eller fravær av unge muslinger som gir den beste informasjonen om bestandsstatus, og overlevelse av bestanden på lang sikt.

Utfordringen med en lengdefordeling er å få til et så representativt utvalg av muslinger som mulig. Det vanligste er å anlegge såkalte gravestasjoner (CEN standard NS EN 16859:2017). Arealet på gravestasjonene vil variere avhengig av tettheten av muslinger. På hver stasjon ble alle synlige individer innenfor et nærmere definert areal (avgrenset med kjetting) plukket opp. Arealet ble deretter undersøkt mer detaljert ved at steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å avdekke eventuelle nedgravde muslinger.

Lengden på levende muslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter. Etter lengdemåling ble muslingene lagt tilbake på elvebunnen der de etter noe tid gravde seg ned i substratet igjen. I Sagelva og Langvassbekken ble to stasjoner undersøkt 19.–20. juni 2019 (stasjon 3 og 8; for lokalisering se **figur 37**) med et samlet areal på 5,3 m². Det ble samlet inn 259 elvemusling til sammen for lengdemåling.

I tillegg til levende muslinger ble også tomme (og hele) muslingskall (døde muslinger) talt opp, samlet inn og lengdemålt på vanlig måte med skyvelære til nærmeste 0,1 mm.

Skallene som ble funnet varierte fra helt ferske skall fra muslinger som nettopp hadde dødd til skall som var kraftig erodert og hadde ligget noen år i elva siden muslingene døde. Sandaas & Enerud (2010) fant at muslingskall fikk en vektreduksjon på ca. 45 % etter seks år, men at de fremdeles beholdt formen og kunne oppfattes som «hele» skall. Det kan derfor ta ti år eller mer før skallene helt eller delvis har forsvunnet. For å skille ferske og gamle skall fra hverandre ble skallene sortert etter hvor lenge de antagelig hadde ligget i elva. Larsen & Karlsson (2016) foreslo en inndeling i fem grupper basert på graden av erosjon på skallene (**tabell 24**; se også Sandaas & Enerud 2010).

Tabell 24. Gruppering av elvemuslingskall etter graden av erosjon på skallene for angivelse av hvor lenge de har ligget i elva etter at muslingen døde (= alder, år). Med støtte i Sandaas & Enerud (2010) er det gitt en beskrivelse av hvordan skallene i ulike grupper ble skilt fra hverandre. Fra Larsen & Karlsson (2016).

Gruppe	Alder, år	Beskrivelse utseende
1	<1	Intakt skall, med hovedsakelig rent hvit innside – fortsatt perlemorfarget
2	1(-2)	Intakt skall, med gule felt av varierende størrelse på innsiden. Mindre perlemorglans
3	2-3	Skallet noe erodert langs kanten, gule felt på en stor del av innsiden som har fått uregelmessig overflate
4	4-5	Skallet erodert opptil en centimeter langs deler av kanten der bare periostracum er tilbake. Gulfarget innside med lite perlemor
5	>6	Skallet kan fortsatt ha intakt form, men er kraftig erodert og det meste av kanten består bare av periostracum. Skallene virker myke når man tar på dem. På eldre skall som begynner å gå i oppløsning vil kanten begynne å rulle seg inn

Den årlige tilveksten er mindre enn én millimeter hos voksne muslinger, og avtar med økende alder. Hos unge individer er imidlertid tilvekstsonene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov et al. 1994). Årstilveksten ses tydelig på skallenes overflate i lysmikroskop og stemmer overens med den årstilveksten man ser i tverrsnitt av skallet (Dunca & Mutvei 2009). Alder hos unge muslinger (yngre enn 15-20 år) kan dermed bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet. Dette er også anbefalt gjennomført i den europeiske standarden for overvåking av elvemusling (CEN standard NS EN 16859:2017) for å bedømme graden av nyrekruttering.

Det ble bare målt synlige tilvekstringer på to levende muslinger i felt (fra stasjon 5 og 9) i Sagelva i 2019. I tillegg ble tilvekstringer målt på seks tomme og hele skall fra stasjon 8-14 som grunnlag for å sette opp en vekstkurve. For individer som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm.

I tillegg ble muslinger fra Sagelvvassdraget undersøkt med hensyn til «gravitetet». Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig i felt og undersøke gjellene med hensyn til forekomst av muslinglarver før muslingene ble lagt tilbake i substratet.

6.2.2 Resultater

Utbredelse

Det er påvist levende elvemusling i Sagelva fra utløpet av Skjenstadbekken og opp til utløpet av Damvatnet, en strekning på 3,2 km. Hovedmengden av muslinger befinner seg på den øverste halvdel av denne strekningen. I tillegg er det elvemusling i elva mellom Damvatnet og Langvatnet, en strekning på 100-150 m. I Kvønnbekken som er forlengelsen av Sagelva fra Langvatnet mot Hønstadvatnet og Hyllvatnet er det ikke påvist elvemusling. Lokalt er det opplyst at det

var elvemusling på utløpet av Hønstadvatnet tidligere, men verken substratet i bekken ut fra vatnet eller vannkvaliteten tilsier at det finnes elvemusling der i dag.

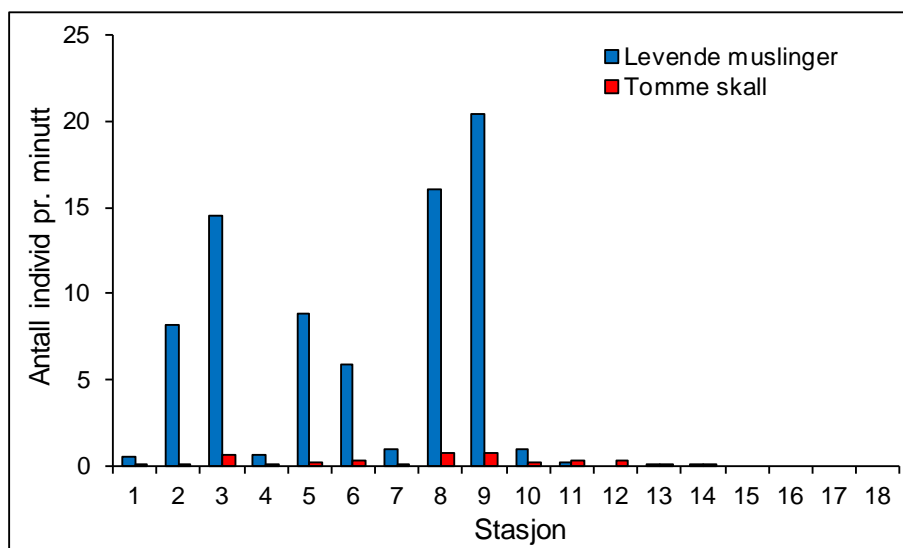
Langvassbekken som er en sideelv til Sagelva, regnes som en egen elvemuslinglokalitet (Larsen & Magerøy 2019). Det er påvist levende elvemusling fra innløpet til Langvatnet og opp til stigningene (fosser) nedenfor Oppsjøen (tilsvarende marin grense), en strekning på omkring 850 m.

Tetthet

Gjennomsnittlig tetthet av levende elvemusling på tre stasjoner i Langvassbekken var 7,7 individ pr. minutt søketid i 2019. Det var størst tetthet i den nederste delen av undersøkelsesområdet med opptil 14,5 individ pr. minutt på stasjon 3 (**figur 38** og **vedlegg 3**).

I Sagelva ble det funnet levende elvemusling på ti av de femten stasjonene som ble undersøkt. Gjennomsnittlig tetthet på de femten stasjonene (stasjon 4-18) var 3,6 individ pr. minutt søketid (**vedlegg 3**). På stasjoner med musling (stasjon 4-14) varierte tettheten fra 0,1 til 20,4 individ pr. minutt søketid (**figur 38**).

Det var stor forskjell i tettheten av musling mellom nedre og øvre del av Sagelva. Det ble ikke påvist levende elvemusling på noen del av strekningen fra utløpet i sjøen til Skjenstadbekken som kommer fra deponiet på Skjenstad (stasjon 15-18; **figur 38**). Ovenfor Skjenstadbekken dukket de første muslingene opp, men forekomsten var sporadisk og bestanden var fåtallig på strekningen nesten helt opp til Nordre Haset (stasjon 11-14; **figur 38**). Tettheten varierte fra ingen muslinger på stasjon 12 til 0,2 individ pr. minutt søketid på stasjon 11 (**figur 38**). Ovenfor Nordre Haset økte antall elvemusling markert, og på strekningen opp til Damvatnet (stasjon 5-10) varierte tettheten av elvemusling fra 0,9 til 20,4 individ pr. minutt søketid (**figur 38**). Elvestrekningen mellom Damvatnet og Langvatnet hadde også elvemusling, men bare 14 individer ble talt opp (tilsvarte 0,7 individ pr. minutt søketid). I hovedutbredelsesområdet for elvemusling i Sagelva (stasjon 4-10) var gjennomsnittlig tetthet 7,7 individ pr. minutt søketid. I den nedre delen med elvemusling (stasjon 11-14) var gjennomsnittlig tetthet bare 0,08 individ pr. minutt søketid.



Figur 38. Tettheten av levende elvemusling basert på tidsbegrensede tellinger (oppgitt som antall individ pr. minutt) på 18 stasjoner (som inkluderer de fire stasjonene i overvåkingsprogrammet) i Sagelvvassdraget i 2019.

Selv om fritellingene ikke er knyttet til et oppmålt areal, er det funnet en relativt god sammenheng mellom tettheten av muslinger pr. m² i transekter og den relative tettheten pr. minutt funnet ved

fritellinger, når resultatet fra mange elver sammenlignes (Larsen 2017). Denne sammenhengen er tilnærmet lik $y = 0,4x$ der x er gjennomsnittlig antall levende muslinger funnet pr. minutt (Larsen 2017). Dette kan benyttes til å beregne tetthet pr. arealenhet på de lokalitetene der vi bare har fritelling. Med en beregnet relativ tetthet på henholdsvis 7,7 og 0,1 individ pr. minutt i øvre (stasjon 4-10) og nedre del (stasjon 11-14) av utbredelsesområdet til elvemusling i Sagelva tilsvarer dette 3,1 og 0,03 individ pr. m² etter ligningen ovenfor. I Langvassbekken var den relative tettheten 7,7 individ pr. minutt, som dermed også tilsvarer 3,1 individ pr. m².

Populasjonsstørrelse

Totalt elveareal i Langvassbekken er beregnet til ca. 2500 m². Dette er basert på en elvelengde på 800-850 m og en gjennomsnittlig bredde på 3,0 m funnet ved målinger på elfiskestasjonene i 2019. Basert på en gjennomsnittlig tetthet på 3,1 individ pr. m² gir dette en total bestand i Langvassbekken på anslagsvis 7800 synlige individer. Dette estimatet er imidlertid for lavt da mange muslinger var helt eller delvis nedgravd i substratet, og ikke synlige ved direkte observasjon. Legger vi til grunn et gjennomsnitt på 16 % (jf. **tabell 26**) utgjør det 1400 nedgravde muslinger, og totalbestanden vil øke til anslagsvis 9200 individer.

Berger (2010) benyttet et gjennomsnittlig elvetverrsnitt i Sagelva på 4,7 m og en elvestrekning med elvemusling på 3,3 km, noe som ga et totalt elveareal på ca. 15 500 m². Det blir benyttet det samme totalarealet ved estimeringen av populasjonsstørrelsen også i denne undersøkelsen. Det er valgt å skille mellom øvre (stasjon 4-10) og nedre del (stasjon 11-14) på grunn av de store forskjellene i tetthet av muslinger på de to delstrekningene. Den øvre strekningen har et areal på ca. 8000 m² og den nedre strekningen har et areal på ca. 7500 m². Med en gjennomsnittlig tetthet på henholdsvis 3,1 og 0,03 individ pr. m² i øvre og nedre del får vi en total bestand i Sagelva på anslagsvis 25 000 synlige individer (24 800 + 225 individer i øvre og nedre del). Dette estimatet er imidlertid for lavt da mange muslinger var helt eller delvis nedgravd i substratet, og ikke synlige ved direkte observasjon. Legger vi til grunn et gjennomsnitt på 19 % (jf. **tabell 26**) utgjør det 5000-6000 nedgravde muslinger, og totalbestanden vil øke til ca. 30 000 individer.

Dette gjør at Sagelvvasdraget har en mellomstor populasjon i norsk sammenheng (jf. Larsen & Magerøy 2019).

Dødelighet

Det ble talt 1718 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Sagelva i 2019 (stasjon 4-14). I Sagelva som helhet ble det funnet relativt mange tomme skall, og de utgjorde 5,8 % av det totale antall skjell som ble funnet. Andelen tomme skall var lavest i øvre del av Sagelva (4,5 % på stasjon 4-10), mens det i nedre del (stasjon 11-14) var flere tomme skall enn levende muslinger. Høyere dødelighet i den nedre delen av Sagelva skyldes sannsynligvis varierende og dårlig vannkvalitet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,30 individ pr. minutt søketid i Sagelva (stasjon 4-14; **vedlegg 3**).

Det ble talt 709 levende elvemusling og tomme skall til sammen i Langvassbekken i 2019 (stasjon 1-3). Det ble funnet få tomme skall, og de utgjorde bare 3,0 % av det totale antall skjell som ble funnet. Gjennomsnittlig tetthet av tomme skall var 0,24 individ pr. minutt søketid i Langvassbekken (**vedlegg 3**).

Av de 144³ døde muslingene (tomme skall) som ble undersøkt i Sagelva i 2019, hadde 12 individer (8,3 %) dødd for mindre enn ett år siden (**tabell 25**). Ytterligere 22 individer (15,3 %) hadde dødd for mellom ett og to år siden, mens 25 individer (17,4 %) hadde dødd for to–tre år siden. Av de døde muslingene som ble samlet inn hadde ca. 40 % dødd i løpet av de siste tre årene.

³ Inkluderer også tomme skall som var så ødelagt at de ikke kunne lengdemåles

Dødeligheten skyldtes sannsynligvis en kombinasjon av lav vannføring og inntørking av grunne områder i elva om sommeren eller innfrysing i løpet av vinteren.

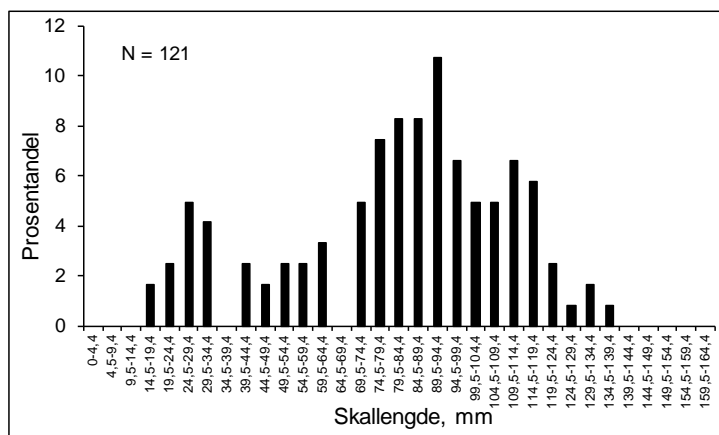
Dødeligheten i Langvassbekken var om lag den samme mellom år, men bare 28 døde muslinger ble undersøkt (**tabell 25**).

Tabell 25. Gruppering av elvemuslingskallene som ble funnet i Sagelva og Langvassbekken i 2019 (gruppe 1-5) med angivelse av antall år skallene sannsynligvis har ligget i elva etter at muslingen døde (år) vurdert etter graden av erosjon på skallene (jf. Larsen & Karlsson 2016 og Sandaas & Enerud 2010).

Lokalitet	Gruppe (år)	1 (<1)	2 (1-2)	3 (2-3)	4 (4-5)	5 (>6)	Sum
Sagelva	Antall skall	12	22	25	35	50	144
	Prosentandel	8,3	15,3	17,4	24,3	34,7	100,0
Langvassbekken	Antall skall	4	4	6	3	11	28
	Prosentandel	14,3	14,3	21,4	10,7	39,3	100,0

Lengdefordeling

Skallengden til levende elvemusling som ble observert på stasjon 8 i Sagelva varierte fra 18 til 135 mm i juni 2019. Det var muslinger i alle lengdegrupper og selv om majoriteten av muslinger var voksne muslinger i lengdegruppene 75-120 mm, var det også mange unge muslinger (**figur 39**). Gjennomsnittslengden var 81 mm (SD = 29; N = 121). Det ble funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 21 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,7 og 17,4 % av totalantallet (**tabell 26**). Dette tegner et bilde av en livskraftig bestand med god rekruttering og svært god økologisk tilstand.



Stasjon	8
Minste musling	18,0
Største musling	135,2
Gj.snitt ± SD	81,4 ± 29,3
Antall undersøkt (N)	121

Figur 39. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 8 i Sagelva basert på graving i substratet i slutten av juni 2019.

Tabell 26. Antall synlige og nedgravde elvemusling, andel nedgravde individ, antall og andel muslinger <20 og <50 mm funnet på stasjon 3 i Langvassbekken og stasjon 8 i Sagelva ved graving i substratet i slutten av juni 2019.

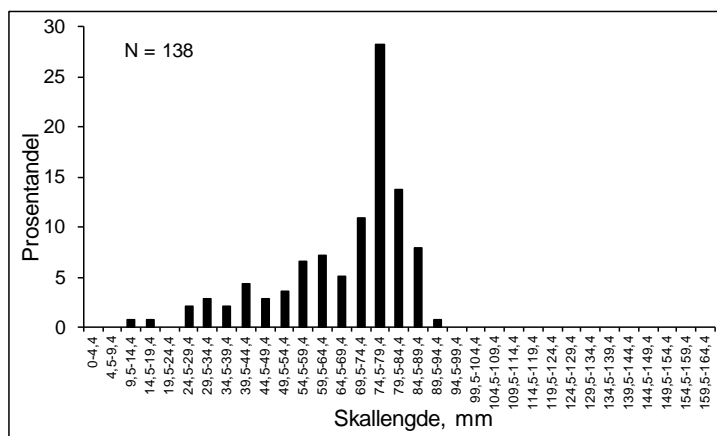
Stasjon	Dato	Areal, m ²	Antall			Andel nedgravde, %	Antall		Andel, %	
			Totalt	Synlige	Nedgravde		<20 mm	<50 mm	<20 mm	<50 mm
3.1	19.6.	2,0	51	42	9	17,6	1	10	2,0	19,6
3.2	19.6.	1,6	87	74	13	14,9	1	12	1,1	13,8
8	20.6.	1,7	121	98	23	19,0	2	21	1,7	17,4
Samlet		5,3	259	214	45	17,4	4	43	1,5	16,6

I tillegg til lengdefordelingen fra stasjon 8 ble lengden til «minste» observert musling (uten graving i substratet) notert på stasjonene 5-11 i Sagelva (**tabell 27**). Det var muslinger mindre enn 50 mm på fem av de sju stasjonene, noe som betyr at rekrutteringen sannsynligvis var tilfredsstillende i hele den øvre delen av Sagelva.

Tabell 27. Lengdemåling av «minste» musling funnet under fritelling (uten graving i substratet) på stasjon 5-11 i øvre del av Sagelva i slutten av juni 2019.

Stasjon	Skallengde, mm	Stasjon	Skallengde, mm
5	41,5	9	34,5
6	29,7	10	50,2
7	29,0	11	52,9
8	18,3		

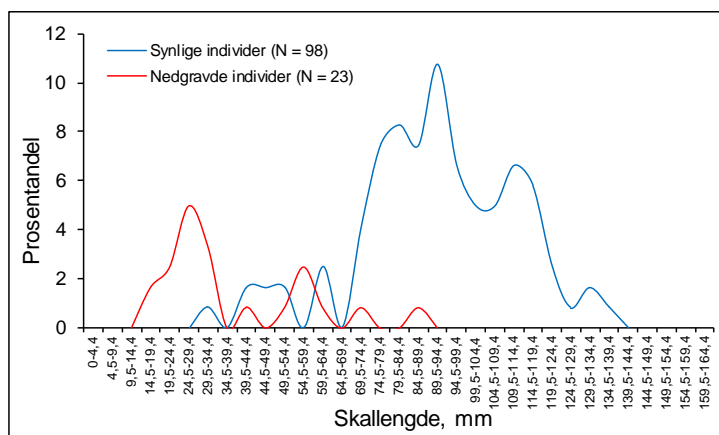
Skallengden til levende elvemusling som ble observert på stasjon 3 i Langvassbekken varierte fra 14 til 94 mm i juni 2019. Det var muslinger i alle lengdegrupper og selv om majoriteten av muslinger var voksne muslinger i lengdegruppene 70-85 mm, var det også en del unge muslinger (**figur 40**). Gjennomsnittslengden var 68 mm (SD = 17; N = 138). Det ble funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 22 individ var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,4 og 15,9 % av totalantallet (**tabell 26**). Dette tegner et bilde av en livskraftig bestand med god rekruttering og svært god økologisk tilstand.



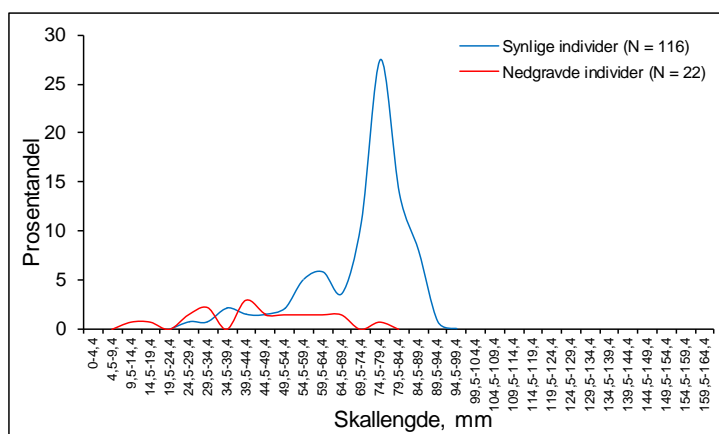
Stasjon	3
Minste musling	14,2
Største musling	93,6
Gj.snitt ± SD	67,5 ± 16,7
Antall undersøkt (N)	138

Figur 40. Lengdefordeling av levende elvemusling på stasjon 3 i Langvassbekken basert på graving i substratet i slutten av juni 2019.

Det var relativt mange muslinger som ble funnet nedgravd i substratet i både Langvassbekken og Sagelva (**tabell 26**). De utgjorde 17,4 % i gjennomsnitt, og tilsvarte alle muslingene i lengdefordelingen som var mindre enn ca. 30 mm. I tillegg ble det funnet nedgravde muslinger med lengde opp til 88 mm (**figur 41** og **figur 42**).

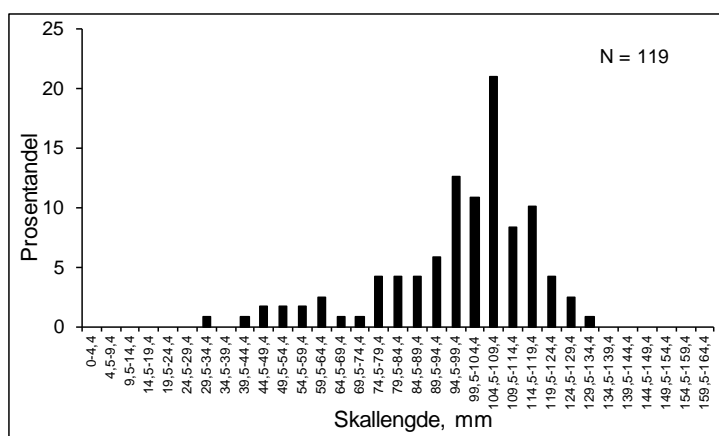


Figur 41. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Sagelva i slutten av juni 2019.

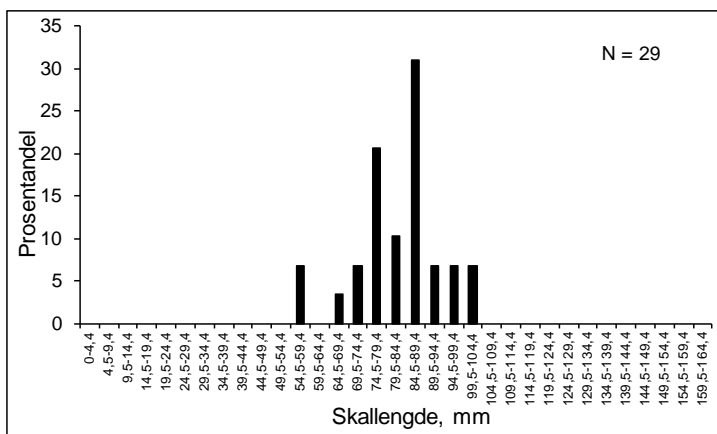


Figur 42. Andelen levende elvemusling som ble funnet nedgravd sammenlignet med andelen som var synlige på elvebunnen i Langvassbekken i slutten av juni 2019.

Tomme skall som ble funnet i Sagelva i 2019 varierte i lengde mellom 33 og 132 mm (**figur 43**) med et gjennomsnitt på 98 mm (SD = 19; N = 119). Det ble funnet fire døde individer som var mindre enn 50 mm lange. Hovedvekten av de tomme skallene tilhørte som forventet de eldste årsklassene (95–120 mm). Det ble funnet få tomme skall i Langvassbekken. Skallengden varierte mellom 56 og 102 mm (**figur 44**) med et gjennomsnitt på 83 mm (SD = 11; N = 29).



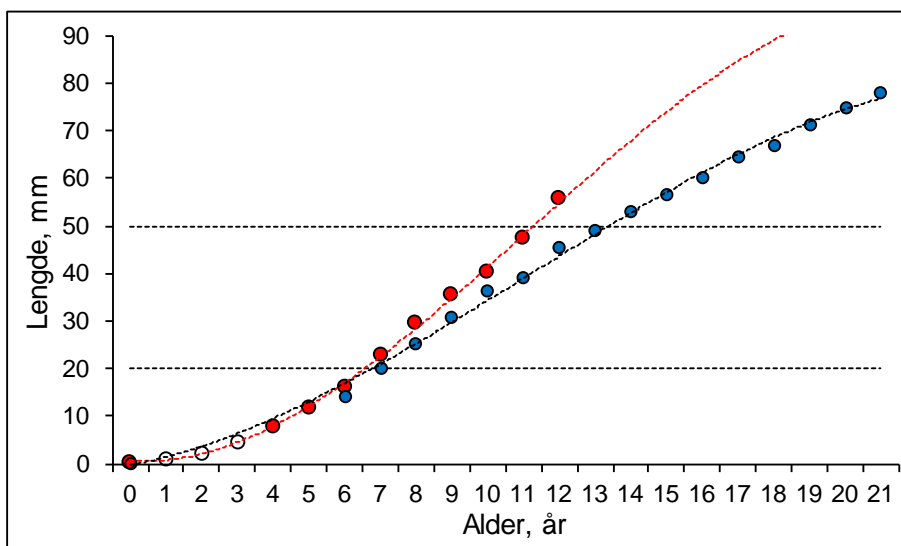
Figur 43. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Sagelva samlet inn i mai-august 2019.



Figur 44. Lengdefordeling av tomme skall av elvemusling i Langvassbekken samlet inn i mai-juli 2019.

Vekst

Det ble målt synlige tilvekstringer på to levende muslinger til sammen i felt på stasjon 5 og 9 samt seks tomme og hele skall fra stasjon 8-14 som grunnlag for å sette opp en vekstkurve (**figur 45**). Muslingene var mellom 35 og 60 mm lange. De første vintersonene var allerede erodert, men basert på vekstkurver fra andre muslingvassdrag (bl.a. Larsen 2017) ble lengden til de tre første leveårene stipulert.



Figur 45. Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i øvre/midtre del av Sagelva fram til 12-årsalder ($N = 7$) (røde punkt med tilhørende stiplede linje) og i nedre del av Sagelva fram til 21-årsalder ($N = 1$) (blå punkt med tilhørende stiplede linje). Vekstkurven er stipulert for de første leveårene da skallene var erodert ved umbo.

Elvemuslingen vokste relativt godt i Sagelva, og fem år gamle muslinger var 12 mm lange i gjennomsnitt (**figur 45**). Når muslingene var 10 år var de 40 mm i gjennomsnitt (variasjon fra 36 til 43 mm). Muslinger på 20 mm var mellom seks og sju år gamle mens en 50 mm lang musling sannsynligvis vil være 11 år (**figur 45**). Årlig tilvekst fra muslingene var fem år til de ble 12 år var 4-8 mm. Den yngste muslingen som ble funnet i Sagelva var 17 mm lang og fem år gammel (alder 5+ med etablering i vassdraget våren 2014). Den gruppen av unge muslinger som forekom i størst antall var 25-35 mm lange i 2019. Disse var anslagsvis 7-9 år gamle og hører mest sannsynlig til årsklassene 2010-2012.

Det kan imidlertid tyde på at det er vekstforskjeller innad i elva, og et ferskt skall fra en død musling som ble funnet like ovenfor Skjenstad hadde en lavere årlig tilvekst enn muslingene fra midtre og øvre del (**figur 45**).

Reproduksjon

De voksne muslingene reproducerer normalt i Sagelvvassdraget. Det ble undersøkt for mulig graviditet i 2019, og allerede i slutten av juli var en firedel av muslingene gravide både i Sagelva og Langvassbekken (**tabell 28**). Åtte dager senere var 95 % av muslingene gravide i Sagelva. Den høye graviditetsfrekvensen antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbefruktning.

I midten av august 2015 var bare 22,5 % av muslingene gravide (B.M. Larsen & H.M. Berger upubl. materiale). Hvorvidt de allerede var i ferd med å slippe larvene eller at utviklingen var senere i 2015 enn i 2019, har vi ingen opplysninger om. Det kan også hende at graviditeten var lavere enn normalt da disse muslingene var tilbakeført fra kultiveringsanlegget på Austevoll så sent som vinter/vår 2015. I anlegget på Austevoll hadde de samme muslingene sluppet muslinglarvene i tidsrommet 19.-21. august 2014 (se **figur 32**).

Tabell 28. Graviditetsfrekvens hos elvemusling i Sagelva i 2015 og 2019. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

År	Dato	Stasjon	L (\pm SD), mm	N	Graviditet %
2015	13.08.	Ovenfor 8	110,6 \pm 9,4	40	22,5
2019	30.07.	3	75,6 \pm 4,5	20	25,0
	30.07.	8	101,3 \pm 15,1	20	25,0
	07.08.	Ovenfor 8	105,1 \pm 6,0	20	95,0

7 Oppsummering og diskusjon

I handlingsplanen for elvemusling i Norge (Larsen 2018) er målet i et langsiktig perspektiv at elvemusling skal finnes i livskraftige populasjoner i hele Norge. Alle nåværende naturlige populasjoner skal opprettholdes og sikres en tilfredsstillende rekruttering. Alle vassdrag med elvemusling skal ha god økologisk tilstand eller bedre.

Dette innebærer at:

- forholdene for de populasjonene som har en god rekruttering må opprettholdes
- forholdene må forbedres for de populasjonene som ikke har, eller har en utilstrekkelig rekruttering slik at rekrutteringen kommer i gang igjen slik at bestandene reetableres og øker i antall

For Sagelva vil det bety at forholdene må forbedres slik at muslingene kan reetablere og overleve i en større del av elveløpet og at den naturlige rekrutteringen i øvre del opprettholdes og styrkes.

I Langvassbekken finnes det elvemusling innenfor hele det potensielle utbredelsesområdet, men forholdene må sikres slik at den naturlige rekrutteringen opprettholdes og styrkes.

Vi har nå opparbeidet god kunnskap om elvemuslingen i Sagelvvassdraget. Vi kjenner bestandens status og utbredelse, men årsakene til dagens bestandsstatus er sammensatt og selv om enkelte faktorer peker seg ut, kan det totale trusselbildet være komplisert.

Generelt er det tre hovedgrupper av påvirkning som er typisk i norske vassdrag, nemlig forurensning, fysiske endringer og biologiske påvirkninger. I Sagelva vil forurensning kunne omfatte punktutslipp og diffuse kilder inkludert avrenning fra deponier samt uhell i forbindelse med hovedveien (E6) som krysser vassdraget. Kloakkutslipp, overgjødsling og spredning av miljøgifter fra landbruket inngår i dette. Langtransporterte forurensninger som bidrar til forsuring er derimot ikke noe problem.

Fysiske endringer omfatter vassdragsreguleringer, kanalisering/senkning av innsjøer og elveløp, grøfting og drenering i tillegg til rene landskapsendringer (nydyrking og masseuttak) og urbanisering. Grøfting forandrer vassdragenes hydrologi ved at myrenes magasinerende og flomdempende effekt forsvinner. Grøfting av myrer og nydyrking har endret landskapsbildet også i Sagelvvassdraget og har samtidig hatt betydning for vannkvaliteten, spesielt i nedre del av Sagelva. Vandringshindre for ørret er ikke noe problem i øvre del av Sagelva og ørret kan fritt vandre mellom nåværende E6 og Damvatnet og videre til de naturlige vandringshindrene i bakken opp mot Oppsjøen i Langvassdalen, og Hylsjøen den andre veien. Vandringshindre på grunn av samferdsel (vei, jernbane o.l.) er imidlertid en utfordring i nedre del av Sagelva.

Biologiske påvirkninger i form av fremmede arter er derimot en aktuell problemstilling etter at gjedde ble satt ut i vassdraget i flere omganger og nå finnes i alle de større innsjøene i nedbørfeltet. Dette har ført til en reduksjon i ørretbestanden i innsjøene, men også i Langvassbekken. Indirekte vil alle påvirkninger som gir en redusert ørretbestand påvirke rekrutteringen hos elvemusling og overlevelsen på lang sikt.

7.1 Vannkvalitet

Næringssalter

Sagelva er et moderat kalkrikt (eller kalkrikt) og humøst vassdrag i lavlandet (<200 moh.). Dette tilsvarer elvetype R108 etter klassifiseringsveilederen for vann i henhold til vannforskriften (Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). I vannforskriften benyttes avvik fra naturtilstanden som grunnlag for vurdering av tilstand og miljømål. Referanseverdien for totalt fosfor og totalt nitrogen i vassdrag tilsvarende Sagelva er henholdsvis 11 og 275 µg/l. Mengde fosfor er normalt den

begrensende faktoren for økt algevekst, og effekter av overgjødning er et resultat av fosforbelastningen i vassdraget.

Tilførsel av næringsstoffene fosfor og nitrogen samt utslipp av organisk stoff virker negativt på elvemusling. Økende eutrofiering gir økt sedimentering, og økt forbruk av oksygen i substratet går ut over overlevelsen til de unge muslingene. I Sverige er det funnet at muslingbestander med god status (med rekruttering) skilte seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalt fosfor var mindre enn 15 µg/l (Söderberg et al. 2008b). Gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l. Degerman et al. (2013) fant at det bare fantes livskraftige muslingbestander på lokaliteter der mengden av totalt fosfor var mindre enn 8 µg/l. Det innebærer at fosformengden må nærme seg referanseverdien (naturlstanden; svært god økologisk tilstand) for at rekrutteringen hos elvemusling skal fungere tilnærmet normalt. Det betyr at målet om god økologisk tilstand med hensyn til fosfor ikke nødvendigvis er tilstrekkelig for å opprettholde god rekruttering i bestanden av elvemusling.

Mengden av totalt fosfor (Tot-P) var høyere på utløpet av Hønstadvatnet enn det som ble funnet andre steder i øvre del av Sagelvvassdraget. I Langvassbekken og øvre del av Sagelva var mengden totalt fosfor mindre enn 10 µg/l i gjennomsnitt og tilfredsstillende dermed en vannkvalitet der vi ville forvente at elvemusling har en normal rekruttering. Mengden totalt fosfor økte imidlertid noe i midtre del av Sagelva, fra 12 µg/l ved Haset til 20-25 µg/l fra Engan og ned til utløpet i sjøen. Dette er nivåer av Tot-P som normalt vil resultere i sviktende rekruttering og overlevelse. Sigevann med høyt jerninnhold fra deponiene medfører at fosfor felles ut (jf. Fløgstad 2007) og mengden totalt fosfor endrer seg lite i nedre del av Sagelva på grunn av det høye jerninnholdet. Selv om mengden totalt fosfor stort sett lå innenfor god økologisk tilstand, forekom det også verdier flere steder i vassdraget på tider av året som kvalifiserte til dårlig eller også svært dårlig tilstand (ca. 8 % av alle målingene). Enkeltmålinger som viser moderat eller dårlig tilstand kan trolig ses i sammenheng med gjødning av dyrket mark. Enkelte av sidebekkene har også høye verdier av fosfor som skyldes avrenning fra dyrket mark, spredt avløp, massedeponier og silosaft. Det må være en målsetting at mengden totalt fosfor (Tot-P) ikke på noe tidspunkt skal være høyere enn 20 µg/l i noen del av vassdraget (jf. Söderberg et al. 2008b).

Det er samme tendens for nitrogen som for fosfor. Mengden av totalt nitrogen (Tot-N) var mindre enn 500 µg/l i hele øvre del av Sagelvvassdraget ned til Haset. De laveste verdiene ble funnet i Langvassbekken (205 µg/l) som hadde svært god tilstand med hensyn til mengde totalt nitrogen. Det var imidlertid en økning i Tot-N mellom Haset og Engan, og ovenfor deponiet ved Skjenstad var konsentrasjonen ca. 750 µg/l i gjennomsnitt tilsvarende en reduksjon til moderat økologisk tilstand. Nedenfor deponiet på Skjenstad økte Tot-N til nærmere 2300 µg/l i gjennomsnitt (svært dårlig økologisk tilstand). Det var fortsatt svært dårlig økologisk tilstand ved utløpet i sjøen. Fra Irland er det angitt at medianverdien for nitrat ikke må overstige 125 µg/l for å oppnå god rekruttering i bestander av elvemusling (Moorkens 2001, Moorkens et al. 2007). Målingene fra Langvassbekken og øvre del av Sagelva lå godt under denne grensen i 2019, men det var en økning i midtre del og ved utløpet i sjøen var verdiene vesentlig høyere (320 µg/l som gjennomsnitt av to målinger). Det må være en målsetting at mengden totalt nitrogen (Tot-N) og nitrat (NO₃) ikke på noe tidspunkt skal være høyere enn henholdsvis 500 og 150 µg/l i noen del av vassdraget.

På generelt grunnlag er redusert gjødning antatt å ha størst effekt på næringstilførselen i elver. Andre anbefalte tiltak omfatter i tillegg ugrøddsoner mellom eng/beite og vassdrag, permanente vegetasjonssoner mellom åpen åker og vassdrag og fangdammer. Eventuelle dreneringsrør og grøfter gjennom dyrka mark ledes som oftest helt fram til elveløpet uten mulighet til selvrensning. Det er flere eksempler på dette også langs Sagelva (Nyland 2006). Med en funksjonell kantsoner mellom dyrka mark og elv kan det imidlertid være mulig å filtrere drenevannet gjennom kantsonen før det når fram til elveløpet. Kantsonen vil da fungere som en «rensepark». Fangdammer kan være effektive for å dempe diffus avrenning (Braskerud & Hauge 2008) og vil

kunne rense vannet for jordpartikler, næringsstoffer, mulige sykdomsframkallende bakterier og pesticider.

Organisk stoff og partikler (turbiditet)

Vannfargen varierte i Sagelva fra 29 til 99 mg Pt/l (tilsvarende vannkvalitetsklasse III (mindre god) og IV (dårlig; jf. Andersen et al. 1997) med et gjennomsnitt på 46 mg Pt/l (SD = 17; N = 18). Mengde totalt organisk karbon (TOC) varierte fra 4,6 til 8,7 mg/l (tilsvarende vannkvalitetsklasse III (mindre god) og IV (dårlig; jf. Andersen et al. 1997) med et gjennomsnitt på 6,8 mg/l (SD = 1,0; N = 59).

Erosjon er en naturlig prosess i et levende vassdrag. I dag er imidlertid erosjonen høyere enn forventet i Sagelva på grunn av endringer i arealutnyttelse. Sagelva er uklar eller grumset på grunn av suspenderte partikler, og turbiditeten er sjelden mindre enn 1,0 FTU i nedre del. I Sverige er det vist at muslingbestander med god status (med rekruttering) levde i elver med turbiditet mindre enn 1 FNU (0,5–1,0 FNU) (Söderberg et al. 2008b). Ser vi på perioden 2005–2019 uavhengig av tid og sted var 17 av 36 turbiditetsmålinger mindre enn 1,0 FTU i Sagelva. Turbiditeten var i gjennomsnitt 1,7 FTU (SD = 1,8; N = 36), og det ble målt verdier under normale forhold opp til 7,4 FTU (tilsvarende vannkvalitetsklasse V (meget dårlig); jf. Andersen et al. 1997).

Turbiditeten i Sagelva kan derfor være betydelig, spesielt i perioder med høy vannføring. Elvemuslingen påvirkes negativt både på grunn av periodevis høyere vannføring enn normalt, men mest på grunn av stor transport av finpartikulært materiale som kan føre til redusert næringsopptak, nedsatt vekst og dårligere kondisjon. Økt tilførsel av humus og næringsstoffer fører dessuten til økt nedslamming av elvebunnen. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var likevel bare 28–34 % i Sagelva i 2019. Dette tilsvarte moderat vannkvalitet, men det var lommer i substratet som varierte fra god vannkvalitet (redokspotensial >400 mV) til dårlig vannkvalitet (redokspotensial <300 mV) på de undersøkte stasjonene. I nedre del av Sagelva var det imidlertid stedvis anaerobe forhold. Det var også et påfallende høyt forbruk av oksygen i de frie vannmasser, noe som ikke er vanlig (jf. Larsen 2012a).

Miljøhensyn i forhold til vann handler mye om etablering og bevaring av kantsoner (vegetasjonssoner eller buffersoner). De er økologisk viktige som livsmiljøer for en rekke arter, og er viktige som «rensepark». Kantsonen bør ses på som en del av vannets økosystem (Henrikson 2009). En økologisk funksjonell kantsoner er viktig for vannmiljøet ved at den:

- Regulerer lys og temperatur i vannet (gir skygge). Direkte solinnstråling kan i sommerhalvåret stimulere algevekst og groe i vassdragene. Elvemusling finnes normalt i områder med 30-100 % skyggedekning langs elvebredden, men det optimale er mer enn 60 % skyggedekning
- Filtrerer jord- og leirpartikler og løste næringsstoffer fra overflateavrenning fra omkringliggende mark
- Tilfører næring i form av organisk materiale (blader) og smådyr til fisk og bunndyr i elva
- Tilfører død ved som næring og skjul for fisk, bunndyr og elvemusling
- Stabiliserer vannkantene og hindrer erosjon.

Det er derfor viktig å ta vare på de skogdekte arealene som er intakte langs elvestrengen. Det er behov for å styrke informasjonen om bestemmelsene i vannressursloven og kontroll i forhold til ulovlig fjerning av kantvegetasjon og hogst helt ned til elvekanten. I Vannressursloven (§ 11) står det at langs bredden av vassdrag med årssikker vannføring skal det opprettholdes et vegetasjonsbelte som motvirker avrenning og gir levesteder for planter og dyr. Hvor brede må kantsonene være? Lovverket er ikke harmonisert på dette punktet. Forskrift om produksjonstilskudd sier to meter, nydyrkingsforskriften sier minst seks meter ved årssikker vannføring, men undersøkelser tyder på at en 10 meter bred sone er nødvendig for effektivt å motvirke avrenning og danne levesteder for dyr og planter slik vannressursloven krever.

I Sagelva er det i all hovedsak en velutviklet kantsone i varierende bredde eller sammenhengende skog langs store deler av elveløpet. Men partier ved Haset er uten kantskog langs elvedredde, og ved Engan er det strekninger der kantskogen er ubetydelig på grunn av hogst og nedbeiting. Her bør det være et prioritert tiltak å gjenskape en beskyttende kantsone i et 6-10 m bredt belte langs elva der man samtidig unngår direkte gjødsling. Samtidig som jordsmonnet stabiliseres, vil det holde tilbake næringsrikt avrenningsvann. Da dette ligger i et område med beitedyr forutsetter det samtidig at kantsonen gjerdes inn.

Et lokalt, men ofte omfattende problem i mange mindre muslingelver, er forårsaket av beitedyr som kan gå fritt ned i elveløpet. Dette gjør at vannet blir grumsete, gir erosjon i elvekanten og en betydelig sediment-transport nedover i elva. I tillegg er det observert at muslinger trækkes i stykker. Fra utlandet er det mange eksempler der tiltak i form av inngjerding av beitemark som stenger dyrene ute fra elvekanten og elveløpet, og bygging av krysningsveier og vannposter, har hatt god effekt.

For å redusere erosjon og avrenning av finpartikulært materiale vil det i første rekke være viktig å få kontroll på beitedyrenes belastning og skade på terreng og vannkvalitet. I forbindelse med et beiteområde for kyr ovenfor Haset er det for eksempel laget en drikkeplass der dyrene kan komme ned til elva (**figur 46**). Dette er et godt eksempel på hvordan det med enkle midler kan gjøres. Ovenfor deponiet ved Skjenstad har beitedyr nå åpen tilgang til elveløpet langs en strekning på 600-650 m. Dette påvirker direkte vannkvaliteten i deler av leveområdet som elvemusling har i dag. Det kan i tillegg få store konsekvenser for stabiliteten av leirskråningene ned mot elva med fare for utglidning av masse og ras samt blakking av vannet.



Figur 46. Opparbeidet drikkeplass for beitedyr i Sagelva. Dette reduserer faren for erosjon og avrenning og begrenser slitasje og tråkk i elveløpet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

Jern og tungmetaller

Noen metaller har vist seg å være akutt giftige for muslinger (Naimo 1995). De frittlevende muslinglarvene (før de infesterer fisken) og unge muslinger er antatt å være mer følsomme enn eldre muslinger. Taskinen et al. (2011) viste at dødeligheten av elvemuslingens larver økte når konsentrasjonen av jern eller aluminium økte. I Sagelva var konsentrasjonen av jern mindre enn 150 mg/l i øvre del av Sagelva og i Langvassbekken (tilsvarende vannkvalitetsklasse III (mindre god; jf. Andersen et al. 1997). I nedre del av vassdraget derimot, i områdene nedstrøms deponiene ved Engan og Skjenstad var gjennomsnittlig konsentrasjon av jern henholdsvis 447, 580 og 537 mg/l på stasjonene ovenfor og nedenfor deponiet på Skjenstad og ved utløpet i sjøen (tilsvarende vannkvalitetsklasse IV (dårlig); jf. Andersen et al. 1997). Verdier opp mot 1000 mg/l er notert. I

det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling varierte gjennomsnittsverdien for jern i 16 overvåkingslokaliteter mellom 32 og 277 µg/l (Larsen 2017). De øvre delene av Sagelva og Langvassbekken ligger godt innenfor dette, men nedre del av Sagelva har konsentrasjoner av jern som er forventet å kunne være skadelig for elvemusling.

Miljøtilstanden til Sagelva med hensyn til tungmetaller er undersøkt i forbindelse med overvåkingen av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi. Av metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink synes det å være størst forurensningsbelastning med kobber og i noen grad krom. For bly og sink har det forekommet enkelte verdier i enkelte år som har representert en betydelig forurensningsfare.

7.2 Fisk

Moderat høy tetthet av riktig vertsart er viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde bestander av elvemusling. Söderberg et al. (2008b) og Degerman et al. (2013) fant at i muslingbestander med god status var tettheten av ørretyngel (0+) større enn 5 individ pr. 100 m² (5–23 individ). Geist et al. (2006) fant på sin side ingen klar sammenheng mellom tettheten av ørret og rekrutteringen av musling. For laks har Ziuganov et al. (1994) gjort beregninger i elva Varzuga (på Kola-halvøya) som tilsier at tettheten av ettårig ungfisk (1+) må være større enn 5 individ pr. 100 m² i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes.

Ørret er eneste vertsfisk for elvemuslingens larver i Sagelva («ørretmusling»). I gjennomsnitt var henholdsvis 72 og 88 % av alle ettårige ørretunger infestert med muslinglarver i Sagelva og Langvassbekken våren 2019. Tilsvarende var henholdsvis 31 og 90 % av de to- og treårige ørretungene infestert. Det var et betydelig antall muslinglarver på mange av ørretungene, med 946 muslinglarver som det høyeste på en ettårig ørret og 2390 muslinglarver på en toårig ørretunge. Med en tetthet i 2019 på 8-34 ørretyngel og 6-15 eldre ørretunger pr. 100 m² i de øvre delene av Sagelva vil det være tilstrekkelig for å opprettholde en god rekruttering til bestanden av elvemusling. I Langvassbekken derimot ble det ikke funnet ørretyngel og tettheten av eldre ørretunger varierte fra 0 til 6 individer pr. 100 m². Basert på det som er sagt ovenfor kan derfor mangel på vertsfisk være begrensende for en vellykket rekruttering. Årsaken til at ørret mangler i de nedre delene av Langvassbekken er forekomsten av gjedde i Langvatnet. Enkelte gjedde fanges jevnlig ved elfiske i de nedre delene av Langvassbekken. Det kan derfor være aktuelt med tiltak for å bekjempe eller aller helst utrydde gjedda fra vassdraget. For elvemusling er det viktig å opprettholde en størst mulig bestand av ørret i vassdraget, og tiltak for å øke tettheten vil være positivt.

7.3 Elvemusling

Levende elvemusling finnes på en 3,3 km lang strekning (når Damvatnet ikke inkluderes) mellom utløpet av Langvatnet og Skjenstadbekken, men det er bare et fåtall muslinger på den nedre halvdel av denne strekningen. I tillegg finnes det elvemusling på en 800-850 m lang strekning i Langvassbekken. Det er ikke påvist elvemusling i Kvennbekken, men det er mulig at elvemusling har vært utbredt opp til Hønstadvatnet tidligere.

Elvemuslingbestanden i Sagelva ble i 2019 anslått til 30 000 individer inkludert andelen av nedgravde muslinger. I Langvassbekken var det anslagsvis 9200 individer inkludert andelen av nedgravde muslinger. Dette gjør at Sagelvassdraget har en mellomstor populasjon i norsk sammenheng.

Funn som er gjort av tomme skall (døde individer) tyder ikke på at dødeligheten av muslinger har vært unormalt høy i de siste årene. Tomme skall utgjorde henholdsvis 3,0 og 5,8 % av det totale antall levende og døde muslinger som ble funnet i Langvassbekken og Sagelva i 2019. Det

var imidlertid forhøyet dødelighet i den nedre delen av Sagelva som sannsynligvis skyldes varierende og dårlig vannkvalitet.

For å finne de minste muslingene er det nødvendig å grave i substratet. Ved undersøkelse av en gravestasjon i Sagelva i 2019 varierte skallengden til levende elvemusling fra 18 til 135 mm. Det ble funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 21 individ som var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,7 og 17,4 % av antallet som ble lengdemålt (N = 121) og tegner et bilde av en livskraftig bestand med god rekruttering og svært god økologisk tilstand. I Langvassbekken var skallengden til levende elvemusling fra 14 til 94 mm i 2019. Det ble funnet to individ som var mindre enn 20 mm, og i alt 22 individ som var mindre enn 50 mm. Dette utgjorde henholdsvis 1,4 og 15,9 % av antallet som ble lengdemålt (N = 138) og tegner et bilde av en livskraftig bestand med god rekruttering og svært god økologisk tilstand.

De voksne muslingene reproduserer normalt i Sagelva. Graviditetsfrekvensen var dessuten svært høy i august 2019 og antyder at store deler av bestanden er hermafroditter med evne til selvbe-frukning.

7.4 Tilstandsbeskrivelse

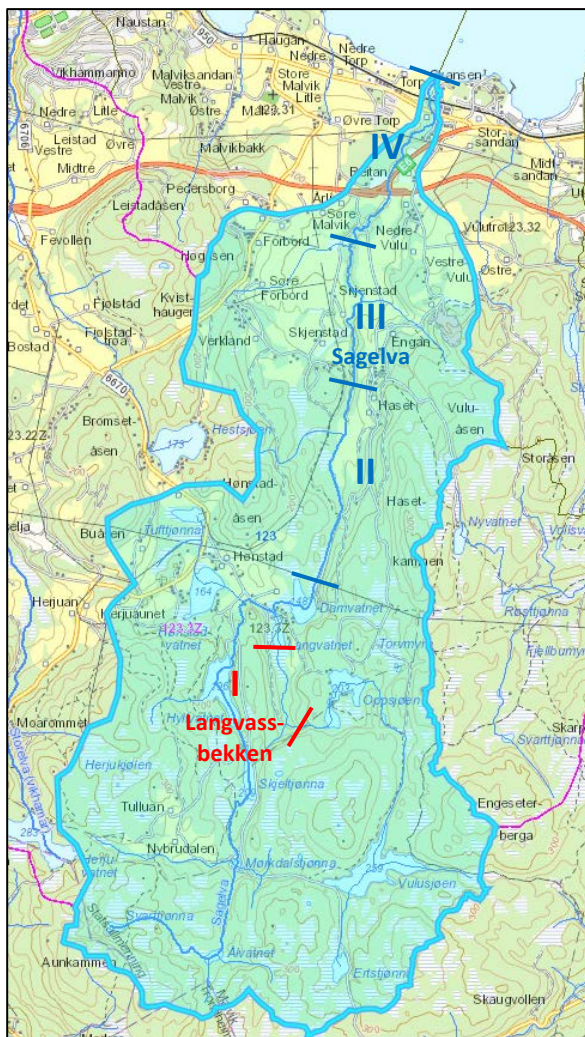
Forekomsten av elvemusling har en tydelig gradient i Sagelva fra rekrutterende bestand i øvre del, inkludert Langvassbekken, til fravær av muslinger i nedre del. I et uberørt vassdrag ville vi forvente å finne elvemusling på hele strekningen mellom Damvatnet og utløpet i sjøen ved Torp. Basert på fordelingen av muslinger er det gitt en inndeling av vassdraget i fire soner (**figur 47**). Tilstanden for elvemusling og ørret samt utvalgte vannkvalitetsparametere er vurdert i de fire sonene ut fra kjent kunnskap.

Sone I: Langvassbekken

Det ble funnet elvemusling i hele Langvassbekken i til dels høy tetthet i 2019 (**vedlegg 4**) opp til marin grense der fosser og stryk utgjør et vandringshinder for ørret. Det er funnet muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering), og med en andel av muslinger mindre enn 50 mm på mer enn 10-15 % tilfredsstillende det svært god økologisk tilstand. Til forskjell fra øvre del av Sagelva (sone II) er tettheten av ørret svært lav, og det kan gi lavere rekruttering enn forventet i bestanden av elvemusling. Forekomsten av gjedde er i all hovedsak årsaken til den lave tettheten av ørret. Økologisk tilstand er moderat for konsentrasjonen av jern og innhold av organisk stoff (TOC), god for turbiditet (partikler) og svært god for næringssalter (Tot-P og Tot-N) og sannsynligvis også svært god for antall tarmbakterier (som mål på avrenning av husdyrgjødsel eller spredt avløp, men data på dette mangler). Vannkvaliteten i Langvassbekken framstår etter dette som tilfredsstillende for elvemusling.

Sone II: Sagelva fra utløpet av Damvatnet til Engan

Det ble funnet elvemusling i Sagelva på hele strekningen fra utløpet av Damvatnet til Engan i til dels høy tetthet i 2019 (**vedlegg 4**). Tettheten varierte en del i ulike deler av sonen avhengig av bunnssubstrat og vannhastighet. Det er funnet muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering) og med en andel av muslinger mindre enn 50 mm på mer enn 10-15 % tilfredsstillende det svært god økologisk tilstand. Tettheten av ørret, konsentrasjonen av jern og innhold av organisk stoff (TOC) har alle moderat økologisk tilstand (**tabell 29**), men tettheten av ørret er likevel tilstrekkelig høy til at det opprettholder en god rekruttering i bestanden av elvemusling. Viktigere er det at mengden næringssalter er lav og økologisk tilstand for mengde totalt fosfor er svært god, og for mengde totalt nitrogen god eller nær svært god. Det er dessuten lav turbiditet og lite tarmbakterier som tyder på lite erosjon og liten avrenning fra dyrket mark og spredte avløp.



Figur 47. Nedbørfeltet til Sagelvassdraget med soneinndeling benyttet i tabell 29: Langvassbekken sone I og Sagelva sone II-IV. Kart fra NVE-Atlas.

Tabell 29. Klassifisering av tilstand for næringssalter (Tot-P og Tot-N), pH, partikler (turbiditet), organisk stoff (TOC og jern), tarmbakterier, ørret og elvemusling i Sagelva og Langvassbekken basert på tilstandsklasser i Andersen et al. (1997) for pH, partikler, organisk stoff og tarmbakterier og Direktoratgruppen vanndirektivet (2018) for næringssalter, ørret og elvemusling etter følgende fargekoder: **rød** = svært dårlig, **oransje** = dårlig, **gul** = moderat, **grønn** = god og **blå** = svært god økologisk tilstand.

Sone	Langvass-	Sagelva			
	I	II	III	IV	
Tot-P	Blue	Blue	Green	Green	
Tot-N	Blue	Green	Yellow	Red	
pH	Blue	Blue	Blue	Blue	
Turbiditet	Green	Green	Yellow	Orange	
TOC	Yellow	Yellow	Orange	Orange	
Jern	Blue	Yellow	Orange	Red	
Tarmbakterier	?	Green	Orange	Orange	
Ørret	Red	Yellow	Orange	Red	
Elvemusling	Blue	Blue	Yellow	Red	

Sone III: Sagelva fra Engan til Skjenstadbekken

Det ble funnet levende elvemusling i Sagelva fra Engan (ved kryssende kraftledning ovenfor pilgrimsstien) til Skjenstadbekken (like ovenfor Hasetvegen) i 2019, men antallet er lavt (**vedlegg 4**). Det kan dessuten virke som om veksten kan være nedsatt og at dødeligheten er større enn forventet. Det er hovedsakelig spredte individer eller bare mindre ansamlinger med muslinger på strekningen og økologisk tilstand er bare moderat. Økologisk tilstand for tetthet av ørret, konsentrasjon av jern, innhold av organisk stoff (TOC) og tarmbakterier er dårlig, men forholdene var likevel bedre med hensyn til tetthet av ørret og konsentrasjon av jern sammenlignet med nederste del av Sagelva (sone IV). Det var også bedre forhold i sone III sammenlignet med sone IV med hensyn til totalt nitrogen og turbiditet (partikler) som hadde en økologisk tilstand som var moderat (**tabell 29**). I sum begrenser dette utbredelsen og overlevelsen av elvemusling i sone III, og en bedring av vannkvaliteten vil kunne øke bestanden betydelig.

Sone IV: Sagelva fra Skjenstadbekken til utløpet i sjøen

Det ble ikke funnet levende elvemusling i Sagelva på strekningen fra Skjenstadbekken (like ovenfor Hasetvegen) til utløpet i sjøen ved Torp i 2019 (**vedlegg 4**), slik det heller ikke ble i noen av undersøkelsene som er gjennomført tidligere (Malvik Jeger og Fiskerforening 2000a, S.A. Ski, Multiconsult AS, pers. medd.). Med svært dårlig eller dårlig økologisk tilstand for parametere som tetthet av ørret, konsentrasjon av jern og totalt nitrogen, turbiditet (partikler), innhold av organisk stoff (TOC) og tarmbakterier (**tabell 29**) kan vi heller ikke forvente å finne levende elvemusling, da alle parameterne vil virke negativt på overlevelsen hos elvemusling. I tillegg er mengden totalt fosfor for høy for vellykket rekruttering hos elvemusling selv om mengden totalt fosfor tilfredsstillende god økologisk tilstand. Sett i sammenheng med vannkvaliteten i denne sonen var det svært overraskende at det i enkelte år er funnet ørretunger på hele strekningen som hadde muslinglarver på gjellene i stort antall. Det viser kanskje at kunnskapen vår om muslinglarvenes evne til å overleve i det som oppfattes som dårlig vannkvalitet er mangelfull, og at potensialet for at elvemusling vil kunne etablere seg i denne sonen er stor, bare vannkvaliteten blir tilfredsstillende.

Sagelvvasdraget har en levedyktig bestand av elvemusling, men begrenset i utbredelse og sårbar (spesielt i Langvassbekken) på grunn av forekomsten av gjedde (jf. Hesthagen et al. 2015). Ønsker man å opprettholde en levedyktig bestand av elvemusling i Langvassbekken og øvre del av Sagelva kan derfor tiltak for å begrense eller utrydde bestanden av gjedde være nødvendig. Ønsker man i tillegg å utvide utbredelsen i Sagelva til områder der den tidligere naturlig hørte hjemme (nedenfor Engan) vil den største utfordringen bli å redusere utslippene fra de gamle deponiene ved Engan og Skjenstad. Fravær av elvemusling er en ting, men dårlig vannkvalitet forårsaker også en svak og stedvis fraværende ørretbestand i denne delen av vassdraget.

8 Tiltak

8.1 Bekjempelse av gjedde

Mennesket har i alle tider bidratt til spredning av arter i ferskvatn, og Trøndelag er ikke noe unntak. I dag er dette uønsket atferd på grunn av den negative virkningen det medfører på det naturlige biologiske mangfoldet og gjennom spredning av potensiell sykdom og parasitter. Det er da også ulovlig å spre arter i naturen på grunn av de store negative konsekvensene dette kan forårsake.

Gjedde har en naturlig utbredelse i Trøndelag som er begrenset til Murusjøen i Lierne kommune og noen lokaliteter i Trysilvassdraget (Hesthagen et al. 2020). Helt siden middelalderen har mennesker spredt gjedde i fylket, men spesielt i løpet av de siste 30-40 årene har det økt i omfang. På grunn av utsetninger i Sagelvvassdraget (første gang i 1927 og senere på 1970- og 1980-tallet) finnes det nå gjedde i ni av innsjøene og på enkelte av elvestrekningene i tilknytning til innsjøene.

Det er flere aktuelle tiltak mot spredning av fiskearter og Hesthagen & Sandlund (2012) lister opp følgende: (i) informasjonstiltak rettet mot publikum, (ii) strengere lovverk, (iii) bygging av vandringshindre som stopper egenspredning og (iv) tiltak for å fjerne arter fra visse lokaliteter eller desimere eksisterende bestander, blant annet ved bruk av rotenon.

Det er fortsatt viktig å informere om hvilke negative effekter utsetting og spredning av gjedde og andre fremmede fiskearter har for de naturlig forekommende fiskeartene i Sagelvvassdraget. Nå kan man si at det kommer for sent, men det er viktig for å forebygge videre spredning i vassdraget eller til nabovassdrag.

Gjedde er ansett for å være dårlig til å forsure strøm, slik at fysiske installasjoner for å hindre oppstrøms vandring ofte kan være teknisk mulig. Konstruksjoner for å hindre slik spredning vil måtte tilpasses den konkrete situasjonen på hver lokalitet, og konstruerte vandringshindre vil som regel ha den ulempen at de også hindrer nødvendige vandringer av naturlig forekommende arter (Hesthagen & Sandlund 2012). Samtidig er det dessverre i de aller fleste tilfelle umulig å hindre nedstrøms vandring av gjedde.

Andre tiltak for å hindre videre spredning når en introduksjon først har skjedd, er begrenset. Dersom en art har fått fotfeste innen et område, kan tynningsfiske for å redusere bestandene være det eneste tiltaket som i praksis kan gjennomføres (Hesthagen & Sandlund 2012). Dette fjerner selvsagt ikke problemet og tiltaket må for all framtid gjentas med jevne mellomrom. I Sagelvvassdraget kan det i tillegg til et omfattende garnfiske også gjennomføres elfiske på bekene og elektrisk båtfiske i utvalgte innsjøer (f.eks. Damvatnet og Langvatnet).

Det har imidlertid vist seg at bruk av kjemiske bekjempelsesmidler som rotenon i all hovedsak er den eneste muligheten man har for fullstendig å fjerne en uønsket fiskeart i ferskvann, og rotenonløsningen CFT-Legumin 3,3 % er det eneste godkjente midlet man har i dag. Rotenonbehandling for å utrydde uønskede fiskearter (gjedde (Sandodden et al. 2017, Bardal et al. 2019), ørekyte (Bardal 2017), kanadarøye (Sandodden & Aune 2015) og suter (Sandodden et al. 2019)) i små innsjøer eller elver har i mange tilfelle vist seg å være vellykket. I forkant av en rotenonbehandling kartlegges normalt faunaen i vassdraget, og det er spesiell oppmerksomhet på hvordan rødlistearter kan bli påvirket. I Sagelvvassdraget er det allerede satt i gang kartlegginger for å beskrive invertebratfaunaen i utvalgte innsjøer (Bækkeli et al. 2020) og hydrologiske forhold er kartlagt (Bardal & Adolfsen 2019) som et grunnlag for å vurdere om det er mulig å gjennomføre tiltaket.

Undersøkelser av hvordan elvemusling responderer på en rotenonbehandling har tidligere vært gjennomført i Steinkjervassdragene i (Nord-)Trøndelag (Larsen 2001; Larsen et al. 2011),

Fustavassdraget i Nordland (Larsen 2015a), som begge har laksemusling⁴, og i Sika-vassdraget som har ørretmusling (Larsen & Bardal 2020). Disse undersøkelsene har vist at en kortvarig rotenoneksponering i rennende vann (<8 timer, rotenonkonsentrasjoner opp mot 50 µg/l (2 p.p.m. CFT-L (2,5 %)) lå godt innenfor toleransegrensen til elvemusling og ikke førte til dødelighet av voksne muslinger (Larsen 2001, Larsen et al. 2011, Larsen 2015a, Larsen & Bardal 2020). Muslingene lukket seg i den perioden de ble eksponert for «rotenonskyen» og behandlingen hadde tilsynelatende bare en kortvarig effekt. Dette gjør at elvebehandlinger er vurdert å være forsvarlig og kan aksepteres utfra hensynet til elvemusling.

Dolmen et al. (1995) beskriver eksperimentelle forsøk som ble gjennomført for å undersøke virkningen av rotenon på elvemusling. De fant at elvemusling hadde en svært høy toleranse mot rotenon, og dødelig konsentrasjon var 30–40 p.p.m. (12 t. eksponering). I Fustavassdraget og Sika-vassdraget ble også innsjøer i nedbørfeltene behandlet med rotenon. Etter rotenonbehandling av Fustvatnet i oktober 2012 ble muslingene i Fusta utsatt for en langvarig påvirkning av rotenonholdig vann fra Fustvatnet gjennom hele vinteren og fram til neste vår. Muslinger plassert i bur for observasjon var fortsatt i live etter ca. 45 dager (i desember), men ved neste observasjon (i april) var alle muslingene døde (Larsen 2015a). Alle muslingene som sto igjen i selve Fusta høsten 2012 døde også, og ble gjenfunnet som tomme skall sommeren 2013. Selv om muslingene fortsatt var i live i desember, har vi ingen opplysninger om kondisjon og overlevelsessevne på det tidspunktet. Det er derfor noe usikkert om muslingene ville ha klart seg hvis rotenoneksponeringen hadde blitt avsluttet etter 45 dager. I Sika-vassdraget ble det vist at elvemusling kunne overleve minimum en måned og kanskje opp til 45 dager i vann med en rotenonkonsentrasjon på 0,4–0,6 p.p.m. 3,3 % CFT-Legumin (13,2–19,8 µg/l rotenon) (Larsen & Bardal 2020). Samtidig ble det observert at elvemusling viste stressadferd og var negativt påvirket så lenge det ble påvist rotenon i vannprøvene. Ved konsentrasjoner på 0,4–0,6 p.p.m. var et flertall av muslingene helt lukket. Ved lavere rotenoninnhold (mindre enn 0,15 p.p.m.) var det få muslinger som var helt lukket, men de fleste var fortsatt delvis lukket (noe åpne).

Etter forsøkene i Sika-vassdraget ble det konkludert med at ved framtidige rotenonbehandlinger i vassdrag med elvemusling bør man unngå eksponering i perioder på mer enn 45 dager. Det er vist ved burforsøk at bestander med både ørretmusling og laksemusling (voksne individer) kan overleve en periode på 30–45 dager når rotenonkonsentrasjonen ikke overstiger 0,4–0,6 p.p.m. (13,2–19,8 µg/l rotenon). Hvor lenge muslingene kan overleve vil sannsynligvis avhenge av rotenonkonsentrasjonen, tiden på året eksponeringen skjer og kondisjonen til muslingene. Nedbryting og fortynningshastighet for rotenon avhenger av faktorene lys, temperatur, oksygentilgang og vannutskifting. Generelt kan vi anta at jo kortere varigheten av en ytre stress-situasjon er, jo mindre påvirkning vil den ha på muslingene. Det anbefales derfor å gjennomføre rotenonbehandlinger av tjern/innsjøer som har avrenning mot vassdrag med elvemusling så tidlig som mulig om sommeren slik at rotenonkonsentrasjonen er nær null i god tid før vanntemperaturen blir lavere enn fem grader.

For å bekjempe gjedde i Sagelvvassdraget kan det være behov for å avgifte rotenon nedenfor innsjøene som blir behandlet. Dette for å hindre en situasjon med langvarig stress og fare for dødelighet hos elvemusling som følge av at rotenonholdig vann blir ført nedover i vassdraget. Til dette formålet benytter man kaliumpermanganat (KMnO₄) som gjennom en kjemisk prosess kalt oksidasjon, bryter ned rotenon til ikke-giftige komponenter (Archer 2001). KMnO₄ tilsettes elvevatnet på det stedet hvor behandlingen skal avsluttes. Mengde kaliumpermanganat som doseres bestemmes ut fra tre faktorer, konsentrasjon av rotenon i vannmassene, vannføring og graden

⁴ Både feltstudier og eksperimentelle studier har vist at ulike bestander av musling er tilpasset enten laks eller ørret som vertsfisk (bl.a. Larsen 2006, Karlsson & Larsen 2013, Karlsson et al. 2014). I anadrome vassdrag, der laks er dominerende, vil laks normalt være den beste, og kanskje den eneste, vertsarten for muslinglarvene. Derimot ser ørret ut til å være eneste vertsart overfor det naturlige vandringshinderet i anadrome vassdrag, og i små anadrome vassdrag (sjøørrevassdrag). Det er vassdrag i Norge der elvemusling har laks som primærvert i nedre del («laksemusling») og ørret som primærvert i øvre del av vassdraget («ørretmusling»).

av oksidasjon av kaliumpermanganat. I tillegg er det ønskelig med en restverdi av kaliumpermanganat på 1 p.p.m. etter at reaksjonstiden er over (Sandodden et al. 2017). Reaksjonstiden er den tiden som trengs for å oppnå en fullstendig reaksjon mellom kaliumpermanganat og rotenon (normalt 30 minutter).

Bardal & Adolfsen (2019) så på mulighetene til å seksjonere en eventuell kjemisk behandling av vatna med gjedde i Sagelvvassdraget. Skal man bekjempe gjedde i et vatn uten at vatnet nedstrøms rotenonbehandles samtidig, er det en forutsetning at gjedda ikke har mulighet til å vandre opp og etablere seg på nytt i mellomtiden. Gjeddene må dessuten fjernes fra den øverste lokaliteten først da vandringshindre mellom to vatn bare hindrer oppstrøms vandring av gjedde, ikke nedstrøms. Smågjedde er dessuten god til å etablere seg i kulper og stilleflytende områder i elver, enten permanent eller for kortere perioder (Hesthagen et al 2015). Dette utgjør derfor en stor trussel mot yngel og ungfisk av ørret på elvestrekningene mellom innsjøene. Det betyr at tiltak i rennende vann (rotenon, elfiske e.l.) også er viktig.

Det er ikke vandringshindre mellom Mørkdalstjønnen og Skjeltjønnen, og det er en fordel at gjeddene bekjempes samtidig i disse vatna (Bardal & Adolfsen 2019). Mellom Skjeltjønnen og Hyllvatnet er det et naturlig hinder, og ved utløpet av Hyllvatnet er det en demning som fungerer som oppvandringsperre. I bekken fra Hønstadvatnet er det ikke vandringshinder. Etter samløp med bekken fra Hyllvatnet har bekken mot Langvatnet (Kvennbekken) et relativt bratt fall som kan være tilstrekkelig som hinder for oppvandring av gjedde. Dette må undersøkes nærmere (Bardal & Adolfsen 2019). I den delen av vassdraget som kommer fra Hyllvatnet/Hønstadvatnet finnes det, så langt vi kjenner til, ikke elvemusling. Det kan gjøre det mulig å rotenonbehandle denne sidegreina uten større fare for at elvemuslingene nedstrøms Damvatnet kommer til skade. Det forutsetter imidlertid at det ikke lenger er innhold av rotenon ved utløpet av Damvatnet (enten ved naturlig nedbrytning eller ved avgiftning). Mellom Langvatnet og Damvatnet står det et fåtall elvemusling i dag. Disse må i så fall flyttes for å sikre at de ikke går tapt på grunn av langvarig eksponering til rotenonholdig vann fra Hønstadvatnet/Hyllvatnet. Muslingene vil kunne oppbevares i bur og tilbakeføres når behandlingen er avsluttet.

Ertstjønnen, Vulusjøen og Oppsjøen er atskilt med vandringshindre og gjedde kan bekjempes i ett og ett vatn (Bardal & Adolfsen 2019). Det er en demning ved utløpet av både Vulusjøen og Oppsjøen. Under forutsetning av at det går an å avgifte vannet ut fra Oppsjøen før det når fram til elvemuslingene i Langvassbekken, kan man tenke seg at de tre innsjøene vil kunne behandles uten å berøre bestanden av elvemusling i Langvassbekken.

Langvassbekken har en antatt bestand på 9200 individer, hvorav 1400 individer er nedgravd i substratet. Det er en nærmest umulig oppgave å skulle flytte så mange muslinger til et midlertidig oppholdssted et annet sted i Sagelvvassdraget. Selv om man bare klarte å plukke opp halvparten av bestanden vil det bety store utfordringer med å finne et alternativt oppbevaringssted for disse individene mens rotenonbehandlingen foregår.

En om mulig enda større utfordring blir det å gjennomføre en rotenonbehandling i Langvatnet og Damvatnet. Med fare for at det kan bli en lang periode med avrenning av rotenonholdig vann fra Damvatnet kan det få negative følger for bestanden av elvemusling i øvre del av Sagelva. Vi har erfaring med at elvemusling kan overleve en moderat konsentrasjon av rotenon i en periode på 30-45 dager. Blir eksponeringstiden lenger må tiltak vurderes som vil innebære flytting av muslinger. Det vil i så fall bli en nærmest umulig oppgave da bestanden er estimert til i overkant av 30 000 individer. Vi har heller ingen kunnskap om hvorvidt rotenonholdig vann vil trenge ned i substratet og berøre den delen av bestanden som lever nedgravd i substratet. Rotenonbehandling av Langvatnet og Damvatnet må utredes grundig, og det kan vise seg at andre tiltak kan være mer aktuelle.

Andre aktuelle tiltak vil ikke kunne utrydde gjeddene fra vatna, og tiltakene vil være å begrense antall individer. Bruk av elfiskebåt kan være effektivt i kombinasjon med et utstrakt garnfiske (utfisking). I innløpsbekken til Langvatnet vil gjentatt elfiske ha en effekt samtidig som det bør

utredes muligheten for å lage oppvandringshemmende hinder i nedre del av Langvassbekken. Det er i Langvassbekken at problemene med mangel på ørret er størst i forhold til det å opprettholde bestanden av elvemusling på lang sikt. I Sagelva er det per i dag tilstrekkelig med ørret-unger til å opprettholde rekrutteringen.

8.2 Sanering av utslipp fra nedlagte deponier

Mye av utfordringen med å få god økologisk tilstand i Sagelva knytter seg til å få kontroll med avrenningen fra de gamle deponiene langs vassdraget (Engan og Skjenstad). Dette er noe Malvik kommune tar på alvor, og det er allerede arbeid i gang for å utrede situasjonen og utbedre problemet.

Malvik kommune har engasjert COWI AS for å kartlegge situasjonen ved avfallsdeponiet på Engan da deponiet ikke var avsluttet i henhold til kravene i avfallsforskriften (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930>) og SFTs (nå Miljødirektoratets) Veileder til deponiforskriften (Statens forurensningstilsyn 2003). Det er ikke utarbeidet en avslutningsplan for deponiet og det er ikke etablert overvåking av vannveier eller spredning av forurensning i henhold til et overvåkingsprogram (COWI 2019).

Det ble gjort en tiltaksvurdering av deponiet på Engan i 2018 (COWI 2019), og det ble anbefalt å utføre tiltak for å redusere stofftransporten til Sagelva. Det ble gjort supplerende undersøkelser i 2019 og resultater fra kjemiske analyser av grunnvann, jordprøver og passive prøvetakere er beskrevet (se COWI 2020 for detaljer om dette). Grinddalsbekken går i kulvert gjennom deponiet på Engan og munner ut i et sedimentasjonsbasseng med sandfilter. Sandfilteret er imidlertid tilslammet og virker trolig ikke etter hensikten (COWI 2019). Undersøkelser av vannkvaliteten i Grinddalsbekken i 2000 viste en tydelig påvirkning av næringssalter og jern, samt høy konduktivitet (Arnø 2000), noe som er typisk for avløpsvann fra deponier. Grinddalsbekken nedstrøms sedimentasjonsbassenget er preget av jernutfellinger i bekkeløpet.

Etter pålegg fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag er det fra og med 2006 utført resipientundersøkelser i Sagelva i forbindelse med driften av Skjenstad deponi, som ligger nedstrøms deponiet ved Engan (bl.a. Fløgstad 2007, Åkesson 2016, Eika 2019). Resultatene viser at Sagelva er forurenset allerede før påvirkning fra Skjenstad, men at konsentrasjonene øker ytterligere nedenfor Skjenstadbekken og videre mot Sagelvas munning i sjøen. Vannkvaliteten i Sagelva er også påvirket av spredte avløp/kloakk og jordbruk.

I forbindelse med et nyere rasområde ved nedlagte Skjenstad avfallsdeponi (se **figur 7** side 17) engasjerte Malvik kommune Asplan Viak AS for å vurdere situasjonen. Raset har eksponert deler av topplaget på fyllingen med avfall av ulike typer og fraksjoner og underliggende leirholdige masser (Asplan Viak 2019). Det er gitt anbefalinger til videre arbeid som innebærer at rasgropa skal fylles igjen med rene masser og tildekkes. Det bør i tillegg ryddes opp nedenfor rasgropa (fjerning av søppel). Deponiet ligger i et område med flere utglidninger langs Sagelva og det kan ikke utelukkes at det kan skje nye ras i området.

8.3 Tilskudd til miljøtiltak og miljøplan elvemusling

Restriksjoner og begrensninger i arealbruk må normalt kompenseres. Tiltak med kantsoner og redusert bruk av en sone langs innsjø eller elv gir redusert beiteareal og noe produksjonstap. Men tilskudd til spesielle miljøtiltak i landbruket (<https://www.malvik.kommune.no/spesielle-miljotiltak-i-jordbruket-smil.187041.29252055.tkt.html>) og tilskudd til truede arter (se Larsen 2018) vil i noen grad kunne bøte på dette.

Ett eksempel fra Hordaland kan trekkes fram (Kålås et al. 2016). Fylkesmannen i Hordaland har, i samarbeid med Hordaland Bondelag og Småbrukarlaget Hordaland, opprettet ordningen «Tiltaksplan Elvemusling». Finansieringen var et spleiselag med midler fra miljøforvaltningen

(tilskuddsordningen for truede arter) og landbruksforvaltningen. Kartlegging og tiltaksplaner med hensyn til landbruksforurensning var en viktig del av planarbeidet der man tok 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 (Kålås et al. 2016). I forskrift av 1. juli 2014 om tilskudd fra regionalt miljøprogram (RMP) i Hordaland er det under kapittel 6 («Tilskotsordningar som gjeld avrenning til vassdrag og kyst») en egen paragraf som omhandler «*Miljøtilskot til miljøavtale elvemusling, med ugjødsla randsone i eng*».

Formålet med miljøavtalen var å bidra til bedre levekår for elvemusling ved å fremme miljøvennlig bruk av gjødsel og å redusere avrenning av næring, jordpartikler og plantevernmidler fra jordbruket. En mer miljøvennlig drift i landbruket vil for eksempel innebære at man må 1) unngå vår- og høstspredning av gjødsel, 2) unngå jordbearbeiding om høsten og ikke nærmere enn to meter til vassdrag eller bekk, 3) etter jordbearbeiding skal det etableres plantedekke før høsten, 4) innføre maksimalmengde fosfor, 5) føre gjødslingsjournal, 6) unngå beitedyr som trækker i elva der det finnes muslinger, 7) opprette en grasdekt buffersone uten gjødsling og bruk av plantevernmidler og 8) ta hensyn ved hogst av skog.

I forskrift om tilskudd til tiltak for truede arter (FOR-2014-11-25-1536) kan det bl.a. søkes om tilskudd til biotopforbedrende tiltak, tilpasset bruk på areal som inngår i driften av landbruksforetak og gjerding (§ 2).

I forskrift om tilskudd til spesielle miljøtiltak i jordbruket (SMIL-midler; FOR-2004-02-04-448 med senere endringer, siste gang 20. desember 2019) kan det innvilges tilskudd til gjennomføring av tiltak som bidrar til å hindre eller redusere forurensning eller risikoen for forurensning fra jordbruket. Det ytes engangstilskudd med inntil 70 % av godkjent kostnadsoverslag. For særskilte tiltak for å ivareta biologisk mangfold, kan det ytes tilskudd med inntil 100 % av godkjent kostnadsoverslag (§ 5). SMIL- eller RMP-midler til Sagelva administreres av Malvik kommune. Tiltakene må være i samsvar med de prioriteringer som er satt i forbindelse med gjennomføringen av vannforskriften.

En oversikt over alle vannforekomster med registrerte tiltak fram til 2021 i vannregion Trøndelag finnes sammen med forvaltningsplanen og tiltaksprogrammet på vannregionens hjemmesider (www.vannportalen.no/vannregioner/trondelag/plandokumenter/). Data stammer fra tiltaksanalyser som ble innlevert av sektormyndighetene i 2013. I nedbørfeltet til Sagelva er det avløp fra spredt bebyggelse, avrenning fra søppelfyllinger, avrenning fra fulldyrket mark og avrenning fra annen landbrukskilde som er angitt under «påvirkningstype» (**vedlegg 5**). I tillegg finnes det informasjon om de enkelte tiltakene, navn på tiltaket og status for gjennomføringen.

8.4 Oppdrett og utsetting av muslinger

Basert på de første undersøkelsene av elvemusling i Sagelva (Malvik Jeger & Fiskerforening 2000a, Nyland 2006, Berger 2009) ble det antatt at rekrutteringen var svak eller helt fraværende og at bestanden i hovedsak bare besto av gamle muslinger. For å bygge opp igjen elvemuslingbestanden i Sagelva ble det derfor forsøkt med kultivering for senere utsetting av anleggsproduserte småmuslinger.

Mange land i Europa (Tsjekkia, Tyskland, Irland, Luxembourg, England, Frankrike, Spania, Østerrike og Norge) har etablert kultiveringsanlegg for oppdrett av elvemusling (Gum et al. 2011). Innsamling og oppbevaring av stammuslinger i anlegg fungerer også som genbank (ark) for akutt truede populasjoner. Basert på metodene som benyttes er det fullt mulig å produsere et stort antall unge muslinger for å opprettholde utvalgte populasjoner. Kultivering og utsetting er imidlertid ikke ment å erstatte nødvendige restaureringstiltak i elva. Målet må hele tiden være å gjen-skape gode nok leve- og oppvekstområder for muslingene slik at bestanden gjenoppretter en naturlig rekruttering.

Slik bestandssituasjonen er i Sagelvvassdraget per 2019 er det ikke noe akutt behov for oppdrett av muslinger for gjenutsetting. Skulle det imidlertid oppstå en situasjon der en rotenonbehandling for å fjerne gjedda også vil utrydde deler av elvemuslingbestanden i Sagelva, kan det være nødvendig å ta inn stammuslinger for oppdrett av muslinger på kultiveringsanlegget på Austevoll. Etter et par år i anlegget vil de anleggsproduserte muslingene være store nok til at de kan settes ut i Sagelva. Dette skal i utgangspunktet bare være en nødløsning, og bevaring og sikring av den nåværende bestanden i Langvassbekken og Sagelva har høyest prioritet.

8.5 Informasjon

God formidlingsstrategi og kommunikasjon med sentrale brukergrupper vil være viktig i det videre arbeidet for å bevare elvemuslingen i Sagelvvassdraget. Tidligere håndterte man opplysninger om elvemusling svært restriktivt. Faren for at det skulle inspirere til ulovlig og skadelig perlefiske var stor. Dagens norske og svenske erfaringer tyder imidlertid på at informasjon og kunnskap om muslingene skaper en økt interesse hos lokalbefolkningen som dermed blir muslingvoktere, og hensynet til muslingene øker. Det er derfor viktig at alle aktører informeres om forekomsten av elvemusling i Sagelva. Det er viktig å synliggjøre verdien av å opprettholde og styrke bestanden av muslinger i vassdraget.

Elvemusling som art vekker ofte stor interesse gjennom sin komplekse livshistorie og sin spennende kulturhistorie. Elvemuslingen er dessuten en norsk ansvarsart. En revidert og oppdatert oversikt over forekomsten av elvemusling i Europa tilsier at 40 % av antall muslinger og nær en firedel av antall populasjoner finnes i Norge (Larsen 2018). Dette pålegger forvaltningen et særlig ansvar i forhold til overvåking og vern om arten. Men heller ikke i Norge er situasjonen tilfredsstillende, og muslingen har status som sårbar (VU) på den norske Rødlista (Henriksen & Hilmo 2015).

8.6 Ta hensyn til elvemusling

Vi har ingen opplysninger om at det er plukket skjell eller drevet perlefiske i Sagelva noen gang, og det er heller ikke sannsynlig at ulovlig fangst forekommer i dag. Elvemuslingen ble totalfredet i Norge fra 1993, og all fangst er dermed forbudt. Det er viktig at dette overholdes for at bestanden ikke skal bli redusert. Når rekrutteringen er lav vil all plukking av voksne muslinger kunne medføre en reell reduksjon av bestanden. Det er viktig å presisere at folk som ferdes langs elva lar elvemuslingen få stå i fred.

Like viktig er det at relevant informasjon når ut til grunneiere og folk som bor og har tilknytning til vassdraget. Forvaltningen må fortsatt stille strenge krav til konsekvensvurderinger i saker som berører de delene av Sagelva som har elvemusling. Det bør stilles spørsmål om planlagte inngrep og arbeid som planlegges i og langs elva kan få direkte eller indirekte innvirkning på elvemuslingene eller deres leveområder (jf. tidligere arbeid med nydyrkingsplaner).

8.7 Oppfølging og tiltaks kontroll

Det er gjennomført flere undersøkelser av elvemusling i Sagelva, og det er i første rekke kartleggingene fra 2000, 2006, 2009, 2015-2016 og 2019 (Malvik Jeger og Fiskerforening 2000a, Nyland 2006, Berger 2010, H.M. Berger upubl. materiale og denne undersøkelsen) som danner grunnlaget for kunnskapen vår om dagens utbredelse og forekomst av elvemusling i Sagelva. Tellingene som er gjennomført har nå dekket hele utbredelsesområdet, noe som har medført at elvemusling også ble påvist i Langvassbekken.

Sagelva er allerede inkludert i det nasjonale overvåkingsprogrammet for elvemusling som en såkalt B-lokalitet, og det finnes derfor et planlagt opplegg for overvåking av bestanden over tid.

Det er etablert et enkelt overvåkingsprogram med faste overvåkingsstasjoner i løpet av 2019 (basisundersøkelse) (Larsen & Magerøy 2020). Dette kan, supplert med ytterligere stasjoner fra undersøkelsene i 2019, danne grunnlaget for en tiltaksovervåking i Sagelvvassdraget. De nasjonale overvåkingsundersøkelsene skal gjennomføres hvert sjette år (Norsk Standard NS-EN 16859:2017), og inkluderer i tillegg til tidsbegrensede tellinger av antall muslinger (fritelling; relativ tetthet) også lengdemåling av muslinger (med gravestasjoner) og redoksmålinger (jf. Larsen & Magerøy 2018)

For å kunne forklare endringer i bestanden av elvemusling og fisk bør det i tillegg etableres en kontroll av vannkvaliteten som følger endringer i næringstilførsel, organisk materiale, turbiditet og jern.

En slik overvåking vil ikke bare evaluere tiltak spesielt rettet mot elvemusling i Sagelva, men også effekten av generelle tiltak for å oppnå god økologisk tilstand for fisk og bunndyr i hele nedbørfeltet.

9 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. – Statens forurensningstilsyn. SFT-veiledning 97: 04, TA-1468/1997. 31 s.

Anonym 1988. Lakse- og innlandsfiske i Malvik kommune. – Utgitt av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag og Sør-Trøndelag Skogeierforening, i samarbeid med Sør-Trøndelag fylkeskommune, Malvik kommune, Malvik fjellstyre og Malvik grunneierlag.

Archer, L. 2001. Rotenone Neutralization Methods. - American Fisheries Society. 8 s.

Arnø, P.-E. 2000. Analyse av vannprøve Skjenstad og Engan avfallsplasser. – Miljø- og yrkeshygienisk senter. Upublisert rapport. 11 s.

Asplan Viak (oppdragsleder O. Nordal) 2009. Avslutningsplan, Skjenstad deponi. Utgave 1.2. – Asplan Viak AS. Rapport oppdrag 521368 – Avslutningsplan Skjenstad. 19 s.

Asplan Viak (utarbeidet av M. Vestland) 2019. Befaringsnotat Skjenstad avfallsfylling. – Asplan Viak AS. Notat oppdrag 612657-36 – Diverse miljø og geoteknikk – Malvik kommune. 14 s.

Bardal, H. 2017. Bekjempelse av ørekyte på Hardangervidda i 2013. - Veterinærinstituttet. Rapport 25-2017. 25 s.

Bardal, H. & Adolfsen, P. 2019. Hydrologiske undersøkelser i Sagelvvassdraget i Malvik kommune. - Veterinærinstituttet. Rapport 30-2019. 18 s.

Bardal, H., Aune, S., Skjøstad, M. B., Berger, H.M. & Adolfsen, P. 2019. Bekjempelse av gjedde i Sikavassdraget og Ålvatnet, Orkdal kommune, i 2018. - Veterinærinstituttet. Rapport 24-2019.

Bauer, G. 1989. Die bionomische strategie der flussperlmuschel. - Biologie in unserer Zeit 19: 69-75.

Bergan, M.A. 2015. Fiskevandring forbi veikryssninger i små vassdrag i Sør-Trøndelag, Vannregion Trøndelag. Gjennomgang av eksisterende kartlegging, kvalitetssikring og fremskaffing av nye data for små vassdrag som krysser Statens Vegvesens prioriterte veistreknings i Sør-Trøndelag. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1141. 93 s. + Vedlegg

Bergan, M.A. & Berger, H.M. 2014. Vannøkologiske undersøkelser i vannområde Nea i 2012. – Norsk institutt for vannforskning. NIVA Rapport L.nr. 6650-2014. 106 s.

Berger, H.M. 2010. Kartlegging av elvemusling i 10 små vassdrag i Sør-Trøndelag 2009. – Sweco AS. Oppdrag nr. 576121. Rapport. 57 s.

Berger, H.M. & Johnsen, B.O. 1982. Kartlegging av utbredelsen av ferskvannsfisk i Norge. Del II: Ferskvannsfisk i Sør-Trøndelag med hovedvekt på rene aureområder. – Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskekontoret. Rapport nr 1-1982. 31s + vedlegg.

Berger, H.M., Bergan, M., Skjøstad, M.B. & Melkersen, D. 2007. Sjøørretbekker i Malvik kommune, Sør-Trøndelag 2006. Tilstand for bunndyr og fisk. – Berger feltBIO. Rapport 3-2007. 46 s.

Bjørn, S. 2013. Den er en kannibal. Fiskevannene ligger tilsynelatende som perler på en snor i Malvikmarka. Men fisk finnes ikke. – Adresseavisen 11. september 2013.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.

Bongard, T. 2018. Bunndyrundersøkelser i Sagelva 2018. – Upublisert notat av 15.10.2018 fra NINA til Ragn-Sells. 5 s.

Braskerud, B.C. & Hauge, A. 2008. Veileder – Fangdammer for partikkel- og fosforrensing. – Bioforsk Fokus vol. 3 nr.12. 38 s.

- Bruaset, S. 2011. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2010. - SINTEF Rapport SBF 2011 F0023. 35 s.
- Bækkelie, K.A.E., Fossøy, F., Havn, T.B., Jensen, T. & Sivertsgård, R. 2020. Undersøkelser av ferskvannsfauna i Stavsjøen, Sagelvvassdraget og Foldsjøområdet. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1822. 37 s.
- Coker, R.E., Shira, A.F., Clark, H.W. & Howard, A.D. 1921. Natural history and propagation of freshwater mussels. - Bull. U.S. Bur. Fish. 37: 75-181.
- COWI (utarbeidet av R. Åkesson) 2019. Engan og Nettet kommunale deponier. Fagrapport forundersøkelse. – COWI AS. Oppdragsnr. A117708. Rapport RAP001. 28 s. + vedlegg.
- COWI 2020. Vurdering av behov for avbøtende tiltak ved Engan og Nettet nedlagte deponier. Fagrapport. – COWI AS. Oppdragsnr. A129129. Dokumentnr. 02. 32 s. + vedlegg.
- Cuttelod, A., Seddon, M. & Neubert, E. 2011. European Red List of Non-marine Molluscs. – European Commission, Luxembourg. Publications Office of the European Union. 97 pp.
- Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B.-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. – WWF Sweden, Solna. 62 s.
- 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 Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 23: 332-342.
- Dettmer, R. 1982. Untersuchungen zur Ökologie der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* L.) in der Lutter im Vergleich mit bayrischen und schottischen Vorkommen. - Dipl. Thesis, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Veileder 02:2018. 220 s.
- Dolmen, D. 2009. Elvemuslingundersøkelser i Sør-Trøndelag 2006-2008. – NTNU, Vitenskapsmuseet. Upublisert notat til Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. 7 s.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. – NTNU, Vitenskapsmuseet. Zoologisk notat 1997-2: 1-28.
- Dolmen, D., Arnekleiv, J. V. & Haukebø, T. 1995. Rotenone tolerance in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. - Nordic J. Freshw. Res. 70: 21-30.
- Dunca, E. & Mutvei, H. 2009. WWF-project: Åldersbestämning av unga flodpärlmusslor i Sverige [Age determination of juvenile freshwater pearl mussels in Sweden]. – WWF Report. 21 s.
- Eika, E. 2017. Overvåking sigevann fra deponi. Årsrapport 2016. Prosjekt: Skjenstad avfallsdeponi, Malvik. – Ragn-Sells Miljøsanering AS. Rapport. 17 s.
- Eika, E. 2018. Overvåking sigevann fra deponi. Årsrapport 2017. Prosjekt: Skjenstad avfallsdeponi, Malvik. – Ragn-Sells Miljøsanering AS. Rapport. 23 s.
- Eika, E. 2019. Overvåking sigevann fra deponi. År: 2018. Prosjekt: Skjenstad deponi. – Ragn-Sells Miljøsanering AS. Prosjektnummer 20183000. Rapport. 25 s.
- Eriksson, M.O.G. & Henrikson, L. 1998. Flodpärlmusslan i Sverige – status, trender och hotbild. - Del I, s. 13-46 i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Fløgstad, H. 2007. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2006. - SINTEF Rapport SBF IN A07300. 31 s.

- Fløgstad, H. 2010. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2009. - SINTEF Rapport SBF IN F10305. 37 s.
- Gaustad, H. 2012. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2011. – COWI AS. Oppdragsnr. 134604. 34 s + vedlegg.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). - Freshwater Biology 52: 2299-2316.
- Geist, J., Porkka, M. & Kuehn, R. 2006. The status of host fish populations and fish species richness in European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) streams. - Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 16: 251–266.
- Gum, B., Lange, M. & Geist, J. 2011. A critical reflection on the success of rearing and culturing juvenile freshwater mussels with a focus on the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Aquatic. Conserv. Mar. freshw. Ecosyst. 21: 743-751.
- Henriksen, S. & Hilmo, O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. – Artsdatabanken, Norge.
- Henrikson L., 2009. Skogbruk vid vatten. Skogsstyrelsens förlag 2000 Skogbruk og vann. - Norsk oversettelse og bearbeiding: S. O. Martinsen, V. Årnes og S. Skøien. Vannområdeutvalget Morsa, Moss, 30 s.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2012. Gjedde, sørv og suter: status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 669. 45 s.
- Hesthagen, T., Helland, I.P., Sandlund, O.T. & Ugedal, O. 2012. Naturindeks for Norge. Metodikk for fastsettelse av skader på allopatriske aurebestander grunnet vassdragsregulering og introduksjon av fremmede fiskearter. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 852. 27 s.
- Hesthagen, T., Sandlund, O.T, Finstad, A. & Johnsen, B.O. 2015. The impact of introduced pike (*Esox lucius* L.) on allopatric brown trout (*Salmo trutta* L.) in a small stream. - Hydrobiologia 744: 223-233.
- Hesthagen, T., Rikstad, A., Adolfsen, P., Sandlund, O.T., Bardal, H., Bergan, M.A., Berger, H.M., Finstad, A., Olsen, K-A., Nøst, T., Sandodden, R., Sivertsgård, R. & Slettom, L. 2020. Omfattende spredning og bekjempelse av gjedde i Trøndelag. - Vann. 01-2020: 19-36.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen. - Centraltrykkeriet. Kristiania. 106 s + kart.
- Jakobsen, P. & Jakobsen, R. 2016. Årsrapport 2015: Kultivering av elvemusling for utsetting. - Universitetet i Bergen, institutt for biologi. Upublisert rapport til Miljødirektoratet.
- Jakobsen, P., Bjånesøy, T. & Marwaha, J. 2013. Storskala produksjon av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) for utsetting: 2012. - Universitetet i Bergen, institutt for biologi. Upublisert rapport til Miljødirektoratet.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014: Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. - Universitetet i Bergen, institutt for biologi. Upublisert rapport til Miljødirektoratet. 39 s.
- Jakobsen, P., Wathne, I. & Jakobsen, R. 2017. Storskala produksjon av elvemusling som bevaringstiltak 2016. - Universitetet i Bergen, institutt for biologi. Upublisert rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland.
- Jansen, W., Bauer, G. & Zahner-Meike, E. 2001. Glochidial mortality in freshwater mussels. – s. 185-211 i: Bauer, G. & Wächtler, K. (eds.) 2001. Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. – Ecological Studies, Vol. 145. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Johnsen, S., Museth, J. & Kraabøl, M. 2009. Fiskebiologiske undersøkelser i Sjusjøen i Ringsaker kommune: Evaluering av gjeldende utsettingspålegg og forslag til aktuelle tiltak. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 445. 24 s.

- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 926. 44 s.
- Karlsson, S., Larsen, B.M. & Hindar, K. 2014. Host-dependent genetic variation in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – *Hydrobiologia*. 735: 179-190.
- Killeen, I.J. 2006. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L., 1758) in the River Ehen, Cumbria: Report on the 2006 survey. – Upublisert rapport til The Environment Agency, Penrith, England.
- Korsen, I. 2004. Kultiveringsplan for vassdrag i Sør-Trøndelag. Del 2: Anadrome laksefisk. - Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Miljøvern avdelingen, 1- 347.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjelseth, S. (red.) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. – Artsdatabanken.
- Kålås, S., Haavik, T.B., Steinsvåg, M.J. & Vatshelle, Ø. 2016. Tiltak i landbruket for å verne bestandar av elvemusling i Hordaland. – Rådgivende Biologer AS. Rapport 2293. 63 s.
- Larsen, B. M. 1997. Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. - NINA Fagrapport 28: 1-51.
- Larsen, B. M. 2001. Overvåking av elvemusling i forbindelse med rotenonbehandling av Steinkjervassdraget våren 2001. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 710: 1-13.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 122. 33 s.
- Larsen, B.M. 2006. Laks, *Salmo salar* (L.), og ørret, *Salmo trutta* (L.), som vertsfisk for elvemusling, *Margaritifera margaritifera* (L.). – S. 43-44 i: Arvidsson, B. & Söderberg, H. (red.) Flodpärlmussla – vad behöver vi göra för att rädda arten? En workshop på Karlstads universitet. Karlstad University Studies 2006-15.
- Larsen, B.M. 2009. Elvemusling i Hunnselva - forsøk med infeksjon av muslinglarver på ulike ørretstammer. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 509. 24 s.
- Larsen, B.M. 2012a. 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. 2012b. 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. 2015a. Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av muslinger. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1189. 49 s.
- Larsen, B.M. 2015b. Innsamling og sikring av DNA-prøver fra elvemusling som er benyttet som stammuslinger ved kultiveringsanlegget på Austevoll. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Minirapport 583. 26 s.
- Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1350. 152 s.
- Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) 2019-2028. - Miljødirektoratet Rapport M-1107|2018. 62 s.
- Larsen, B.M. & Bardal, H. 2020. Overvåking av elvemusling i Sika-vassdraget i forbindelse med rotenonbehandling. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1760.

- Larsen, B.M. & Brørs, S. 1998. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Ogna, Rogaland. Utbredelse og bestandsstatus. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Oppdragsmelding 537.
- Larsen, B. M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Fagrapport 37: 1-41.
- Larsen, B.M. & Karlsson, S. 2016. Elvemusling i Enningdalselva, Østfold. Overvåking av muslingbestanden ved Holtet i 2015 - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1283. 35 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2018. Overvåking av elvemusling i Norge. Forslag til lokaliteter i en videreføring av overvåkingsprogrammet. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Prosjektnotat 63. 14 s.
- 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. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1669. 83 s.
- Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2020. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2019. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1837. 101 s.
- Larsen, B. M., Dunca, E., Karlsson, S., and Saksgård, R. 2011. Elvemusling i Steinkjervassdragene: Status etter 30 år med *Gyrodactylus salaris* og flere forsøk på å utrydde lakseparasitten i Ogna og Figga. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 730. 79 s.
- Magerøy, J.H. 2020a. 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. - Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1697.
- Magerøy, J.H. 2020b. Litteraturoppsummering: Elvemuslingens miljøkrav. – s. 13-32 i: Magerøy, J.H., Wacker, S., Foldvik, A. & Larsen, B.M. Elvemuslingens leveområde. Hvilke landskaps- og habitatvariabler påvirker utbredelse, tetthet og rekruttering hos elvemusling? Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1744.
- Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2019. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Trøndelag i 2018. Redoksmålinger i Fossingelva, Gråelvvassdraget, Sagelva, Slørdalselva og Terningelva. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1623. 66 s.
- Malvik Jeger & Fiskerforening 2000a. Rapport om elveperlemusling i Sagelva. – Upublisert rapport til Malvik kommune. 6 s.
- Malvik Jeger & Fiskerforening 2000b. Rapport fra kartlegging og fiskeundersøkelser i Sagelva. – Mail av 14. januar 2000 fra Knut Trondsen til Malvik kommune (vedlegg mangler). 3 s.
- Moorkens, E.A. 2001. Towards an understanding of the water quality requirements of *Margaritifera* in Ireland. s. 35-44 i: Wasserwirtschaftsamt Hof & Albert-Ludwigs Universität Freiburg. Die Flussperlmuschel in Europa – Bestandssituation und Schutzmassnahmen.
- Moorkens, E.A., Killeen, I.J. & Ross, E. 2007. *Margaritifera margaritifera* (the fresheater pearl mussel) conservation assessment. Backing document. – Report to the National Parks and Wildlife Service, Dublin. 42 pp.
- Museth, J., Sahndlund, O.T., Brandrud, T.E., Johansen, S.W., Kjellberg, G., Løvik, J.E., Reitan, O., Taugbøl, T. & Aanes, K. J. 2006. The river reservoir Løpsjøen in River Søndre Rena – a survey of vegetation, zooplankton, fish and birds 35 years after establishment. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 168. 53 s.
- Naimo, T.J. 1995. A review of the effects of heavy metals on freshwater mussels. – Ecotoxicology 4: 341-362.

- Nyland, H.N, 2006. Vurdering av vannkvalitet og forurensningskilder i to elver i Malvik kommune. – Høgskolen i Nord-Trøndelag, Avdeling for samfunn, næring og natur. Bacheloroppgave naturforvaltning våren 2006. 59 s.
- Salonen, J., & Taskinen, J. 2017. Electrofishing as a new method to search for unknown populations of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. - *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27 (1): 115- 127.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2010. Forvitring av skall fra elvemusling. – *Fauna* 63: 28-31.
- Sandodden, R. & Aune, S. 2015. Utryddelse av kanadarøye i Klokkartjønna ved bruk av rotenonløsningen CFT-Legumin. – Veterinærinstituttet. Rapport 19-2015. 16 s.
- Sandodden, R., Moen, A. & Sandvik, M. 2017. Rotenonbehandling av Råvatnet og Bjørgtjønna i Stjørdal kommune. – Veterinærinstituttet. Rapport 26-2017. 21 s.
- Sandodden, R., Moen, A. & Wist, A.N. 2019. Rotenonbehandling av Grunningen i Gran kommune. – Veterinærinstituttet. Rapport 5-2019. 15 s.
- Slettom, L. 2018. Vannovervåkning Sagelva med sidebekker. – Malvik kommune. Rapport. 19 s.
- Solberg, B.Ø. & Enodd, S. 2018. Kommuneplanens arealdel for Malvik kommune 2018-2030. Konsekvensutredning. – Multiconsult AS. Rapport 10200542-PLAN-RAP-001. 107 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) 2003. Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier. – Statens forurensningstilsyn, Lokalmiljøavdelingen. TA-1995/2003.
- Söderberg, H., Karlberg, A. & Norrgrann, O. 2008a. Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige. – Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. Rapport 12-2008. 80 s.
- Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008b. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. – Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. Rapport 8-2008. 28 s.
- Taskinen, J., Berg, P., Saarinen-Valta, M., Väliä, S., Mäenpää, E., Myllynen, K. & Pakkala, J. 2011. Effect of pH, iron and aluminum on survival of early life stages of the endangered freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*. – *Toxicological & Environmental Chemistry* 93: 1764-1777.
- Trøndelag vannregion 2019. Sammen for vannet. Oppdatering av regional vannforvaltningsplan med tilhørende tiltaksprogram. Planprogram for regional vannforvaltningsplan for Trøndelag vannregion. – Trøndelag vannregion. Planprogram 2022-2027. Rapport. 35 s.
- Wacker, S., Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2020. Undersøkelse av habitatvariabler i fire lokaliteter med elvemusling. – s. 33-50 i: Magerøy, J.H., Wacker, S., Foldvik, A. & Larsen, B.M. 2020. Elvemuslingens leveområde. Hvilke landskaps- og habitatvariabler påvirker utbredelse, tetthet og rekruttering hos elvemusling? Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1744.
- Wesenberg-Lund, C. 1937. Ferskvannsfaunaen biologisk belyst. Invertebrata, 2.bind. - Gyldendalske boghandel - Nordisk forlag, Kjøbenhavn.
- Young, M. & Williams, J. 1984a. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. – *Arch. Hydrobiol.* 99: 405-422.
- Young, M. & Williams, J. 1984b. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. II. Laboratory studies. - *Arch. Hydrobiol.* 100: 29-43.
- Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. 1994. The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. – VNIRO Publishing House, Moscow. 104 s.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Samling/kartotek over opplysninger om elvemusling samlet av J. Økland og K. A. Økland. Universitetet i Oslo. - Arkivert hos Bjørn Mejdell Larsen, Norsk institutt for naturforskning.

Österling, M., 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. Dissertation, Karlstad University studies 2006: 53. 31 s.

Österling, M.E. & Larsen, B.M. 2013. Impact of origin and condition of host fish (*Salmo trutta*) on parasitic larvae of *Margaritifera margaritifera*. – Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst. 23: 564-570.

Åkesson, R. 2013. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2012. – COWI AS. Oppdragsnr. 136989. Dokumentnr. 1. 31 s + vedlegg.

Åkesson, R. 2014. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2013. – COWI AS. Oppdragsnr. A016274. Dokumentnr. 1. 29 s + vedlegg.

Åkesson, R. 2015. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2014. Årsrapport. – COWI AS. Oppdragsnr. A016274. Dokumentnr. RAP01. 33 s + vedlegg.

Åkesson, R. 2016. Overvåking av sigevann fra Skjenstad avfallsdeponi 2015. Årsrapport. – COWI AS. Oppdragsnr. A016274. Rapport RAP02. 32 s + vedlegg.

10 Vedlegg

Vedlegg 1. Lavvannskart for Sagelva (vassdragsnr.: 123.3Z). Genererte data fra <http://ne-vina.nve.no/>.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 123.3Z
 Kommune: Malvik
 Fylke: Trøndelag
 Vassdrag: Sagelva

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	16,8 l/(s*km ²)
Årsmiddelvannføring	5,0 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	5,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	3,6 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	6,0 l/(s*km ²)
Base flow	6,9 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Midt
Årsmiddl. nedbør	999 mm
Sommernedbør	428 mm
Vinternedbør	571 mm
Årstemperatur	4,2 °C
Sommertemperatur	10,6 °C
Vintertemperatur	-0,4 °C
Temperatur juli	12,6 °C
Temperatur August	12,3 °C

Feltparametere	
Areal (A)	20,0 km ²
Effektivt sjo (S _{eff})	0,6 %
Elvelengde (E _L)	11,1 km
Elvegradient (E _G)	26,8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	21,0 m/km
Feltlengde (F _L)	8,6 km
H _{min}	1 moh.
H ₁₀	127 moh.
H ₂₀	160 moh.
H ₃₀	180 moh.
H ₄₀	206 moh.
H ₅₀	229 moh.
H ₆₀	255 moh.
H ₇₀	270 moh.
H ₈₀	285 moh.
H ₉₀	301 moh.
H _{max}	396 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	14,3 %
Myr	11,1 %
Sjo	3,2 %
Skog	70,0 %
Snautfjell	0,0 %
Urban	0,2 %

1) Verdien er ediert

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N

Norges vassdrags- og energidirektorat

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindeks er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

© nevina.nve.no

Vedlegg 2. Forekomst av muslinglarver på gjellene til ørret i Sagelvvassdraget (stasjon F1–F11) i mai 2019. Infesteringen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infestert), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infestert fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; SD = standardavvik; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk.

Stasjon	Dato	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
F1 Langvassbekken	13.05.19	1+	8	87,5	85,5 ± 66,5	97,7 ± 61,3	187
F3 Kvennbekken	13.05.19	1+	4	0	0	0	0
F5	10.05.19	1+	24	54,2	89,9 ± 171,6	165,9 ± 206,7	792
F7A	10.05.19	1+	13	92,3	384,0 ± 326,9	416,0 ± 319,4	946
F8A	13.05.19	1+	3	66,7	121,7 ± 196,2	182,5 ± 234,1	348
F9A	10.05.19	1+	0	-	-	-	-
F10A/F10B	10.05.19	1+	2	100,0	325,0 ± 176,8	325,0 ± 176,8	450
F11	10.05.19	1+	5	100,0	442,0 ± 95,3	442,0 ± 95,3	550
F1 Langvassbekken	13.05.19	2+	10	90,0	347,1 ± 573,6	385,7 ± 594,4	1940
F3 Kvennbekken	13.05.19	2+	3	33,3	0,3 ± 0,6	1,0	1
F5	10.05.19	2+	4	0	0	0	0
F7A	10.05.19	2+/3+	10	30,0	150,5 ± 347,3	501,7 ± 527,9	1056
F8A	13.05.19	2+	1	0	0	0	0
F9A	10.05.19	2+/3+	3	66,7	380,0 ± 405,0	570,0 ± 333,8	806
F10A/F10B	10.05.19	2+	8	50,0	246,1 ± 432,4	492,3 ± 524,2	1074
F11	10.05.19	2+/3+	6	16,7	398,3 ± 975,7	2390,0	2390

Vedlegg 3. Antall elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) ble undersøkt på tilsammen 18 stasjoner i Sagelvvassdraget. Antall elvemusling ble undersøkt på tre stasjoner i Langvassbekken (stasjon 1-3) og 15 stasjoner i Sagelva (stasjon 4-18) i midten av juni og begynnelsen av august 2019 basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling). Relativ tetthet er oppgitt som antall muslinger pr. minutt (levende dyr: N/min. og tomme skall: NS/min.). Jf. **figur 38**. Stasjonenes beliggenhet er vist på **figur 37**.

Lokalitet	Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
Langvassbekken	1	15	8	1	0,53	0,07
	2	30	246	2	8,20	0,07
	3	30	434	18	14,47	0,60
Sagelva	4	20	14	1	0,70	0,05
	5	30	265	8	8,83	0,27
	6	30	176	11	5,87	0,37
	7	30	28	2	0,93	0,07
	8	30	481	23	16,03	0,77
	9	30	613	24	20,43	0,80
	10	30	31	6	1,03	0,20
	11	30	6	11	0,20	0,37
	12	30	0	11	0	0,37
	13	30	2	1	0,07	0,03
	14	30	2	2	0,07	0,07
	15	30	0	0	0	0
	16	30	0	0	0	0
	17	30	0	0	0	0
	18	30	0	0	0	0
Langvassbekken	1-3	75	688	21	9,17	0,28
	Gjennitt ± sd				7,73 ± 6,98	0,24 ± 0,31
Sagelva	4-14	320	1618	100	5,06	0,31
	Gjennitt ± sd				4,92 ± 7,23	0,30 ± 0,27
Sagelvvassdraget	1-18	515	2306	121	4,48	0,23
	Gjennitt ± sd				4,30 ± 6,57	0,23 ± 0,27

Vedlegg 4. Tetthet av elvemusling (levende dyr: N og tomme skall: NS) basert på tidsbegrensede tellinger (fritelling) i Sagelvvassdraget i 2019. Antall elvemusling ble undersøkt på tre stasjoner i Langvassbekken (stasjon 1-3: sone I) og 15 stasjoner i Sagelva (stasjon 4-10: sone II, stasjon 11-14: sone III og stasjon 15-18: sone IV). For lokalisering av stasjoner og soneinndeling se **figur 37** og **figur 47**.

Lokalitet	Stasjon	Tid	N	NS	N/min.	NS/min.
Langvassbekken sone I	1-3	75	688	21	9,17	0,28
	Gjennitt ± sd				7,73 ± 6,98	0,24 ± 0,31
Sagelva sone II	4-10	180	1594	74	8,86	0,41
	Gjennitt ± sd				8,86 ± 7,98	0,41 ± 0,30
Sagelva sone III	11-14	120	10	25	0,08	0,21
	Gjennitt ± sd				0,08 ± 0,08	0,21 ± 0,18
Sagelva sone IV	15-18	120	0	0	0	0
	Gjennitt ± sd				0	0

Vedlegg 5. Utdrag fra regneark med oversikt over vannforekomster i vannregion Trøndelag med registrerte tiltak fra vannregionens hjemmesider. Opplysningene gjelder registrerte opplysninger vedrørende vannforekomstene 123-472-R Sagelva, 123-474-R Hønstadbekken, 123-476-R Tufttjønnbekken og 123-486-R Sagelva tilløpselver i nedbørfeltet til Sagelva.

Vannforekomst ID	Vannforekomstnavn	Påvirkningstype	Påvirkningsgruppe	Tiltaksnavn	Tiltaksgruppenavn	Tiltakstypenavn	Virkemiddel	Sektormyndighet
123-472-R	Sagelva	Avrenning fra fulldyrket mark	Avrenning fra landbruk	RMP generelt	Miljøtilpasset jordarbeiding	Redusert jordarbeiding, endret jordarbeiding	Jordlova/Forskrift om regionale miljøltskudd	Fylkesmannen
123-472-R	Sagelva	Avrenning fra fulldyrket mark	Avrenning fra landbruk	Trebevokste kantsoner langs sjøer og vassdrag-elv-Malvik	Vegetasjon og markdekke	Vegetasjonssoner	Jordlova/Forskrift om regionale miljøltskudd	Kommune
123-472-R	Sagelva	Avrenning fra fulldyrket mark	Avrenning fra landbruk	Tiltak mot punkt-kilde-elv-Malvik	Punktkilder, forurensning	Gjødsellager, pressaft og andre punktbelastninger	Jordlova/Forskrift om gjødselvarer av organisk opphav	Kommune
123-472-R	Sagelva	Avløp fra spredt bebyggelse	Avløp fra spredt bebyggelse	Malvik kommune - div. tiltak spredte avløp	Avløpstiltak i spredt bebyggelse	Utbedring av separate avløpsanlegg i spredt bosetting	Forurensningsloven/Forurensningsforskriften kapittel 11 - 15	Kommune
123-472-R	Sagelva	Avrenning fra fulldyrket mark	Avrenning fra landbruk	Gresskledde vegetasjonssoner-elv-Malvik	Vegetasjon og markdekke	Vegetasjonssoner	Jordlova/Forskrift om regionale miljøltskudd	Kommune
123-472-R	Sagelva	Avrenning fra søppelfyllinger	Avrenning fra annen diffus kilde	Sandfilteranlegg-elv-Malvik	Sigevannstiltak	Infiltrasjonstiltak i sand-/grusavsetninger	Forurensningsloven	Kommune
123-472-R	Sagelva	Avrenning fra søppelfyllinger	Avrenning fra annen diffus kilde	Biologisk rensing i luftet lagune-elv-Malvik	Sigevannstiltak	Biologisk rensing i luftet lagune*+ sedimentering+infiltrasjon	Forurensningsloven	Kommune
123-474-R	Hønstadbekken	Avrenning fra annen landbrukskilde	Avrenning fra landbruk	Gresskledde Vegetasjonssoner-elv-Malvik	Vegetasjon og markdekke	Vegetasjonssoner	Jordlova/Forskrift om regionale miljøltskudd	Kommune
123-474-R	Hønstadbekken	Avløp fra spredt bebyggelse	Avløp fra spredt bebyggelse	Tiltak mot spredte avløp-elv-Malvik	Administrative tiltak	Kartlegging og registrering av avløp i spredt bebyggelse	Forurensningsloven	Kommune
123-474-R	Hønstadbekken	Avrenning fra søppelfyllinger	Avrenning fra annen diffus kilde	Overvåking og etterkontroll-elv-Malvik	Grunnforurensningstiltak	Overvåking av mulig spredning	Forurensningsloven	Kommune
123-476-R	Tufttjønnbekken	Avrenning fra annen landbrukskilde	Avrenning fra landbruk	Gresskledde Vegetasjonssoner-elv-Malvik	Vegetasjon og markdekke	Vegetasjonssoner	Jordlova/Forskrift om regionale miljøltskudd	Kommune
123-476-R	Tufttjønnbekken	Avløp fra spredt bebyggelse	Avløp fra spredt bebyggelse	Tiltak mot spredte avløp-elv-Malvik	Administrative tiltak	Kartlegging og registrering av avløp i spredt bebyggelse	Forurensningsloven	Kommune
123-476-R	Tufttjønnbekken	Avrenning fra søppelfyllinger	Avrenning fra annen diffus kilde	Overvåking og etterkontroll-elv-Malvik	Grunnforurensningstiltak	Overvåking av mulig spredning	Forurensningsloven	Kommune
123-486-R	Sagelva, tilløpsbekker	Avrenning fra annen landbrukskilde	Avrenning fra landbruk	Gresskledde Vegetasjonssoner-elv-Malvik	Vegetasjon og markdekke	Vegetasjonssoner	Jordlova/Forskrift om regionale miljøltskudd	Kommune
123-486-R	Sagelva, tilløpsbekker	Avløp fra spredt bebyggelse	Avløp fra spredt bebyggelse	Tiltak mot spredte avløp-elv-Malvik	Administrative tiltak	Kartlegging og registrering av avløp i spredt bebyggelse	Forurensningsloven	Kommune
123-486-R	Sagelva, tilløpsbekker	Avrenning fra søppelfyllinger	Avrenning fra annen diffus kilde	Sandfilteranlegg-elv-Malvik	Sigevannstiltak	Infiltrasjonstiltak i sand-/grusavsetninger	Forurensningsloven	Kommune
123-486-R	Sagelva, tilløpsbekker	Avrenning fra søppelfyllinger	Avrenning fra annen diffus kilde	Våtmarksfilter/dammer og myrfilter-elv-Malvik	Sigevannstiltak	Infiltrasjonstiltak i sand-/grusavsetninger	Forurensningsloven	Kommune

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: 978-82-426-4594-4

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger