

1600

NINA Rapport

# Elvemusling og fisk i Fulldøla, Telemark

Kartlegging i forbindelse med Follsja kraftverk

Bjørn Mejdell Larsen



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

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

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Elvemusling og fisk i Fulldøla, Telemark

Kartlegging i forbindelse med Follsja kraftverk

Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M. 2018. Elvemusling og fisk i Fulldøla, Telemark. Kartlegging i forbindelse med Follsja kraftverk. - NINA Rapport 1600. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, desember 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3340-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsleder Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Småkraft AS, Bergen

OPPDRAAGSGIVERS REFERANSE

2042.01 – Follsja Drift

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Bjarne Vaage

FORSIDEBILDE

Kartlegging av elvemusling i Fulldøla © Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

Fulldøla, Telemark – elvemusling – ørret – utbredelse – tetthet –  
lengde – vannkraftregulering – skylleflom – overvåking

KEY WORDS

River Fulldøla, Telemark county – freshwater pearl mussel – brown  
trout – distribution – density – length – hydropower – controlled  
flooding – monitoring

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**

Thormøhlensgate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Larsen, B.M. 2018. Elvemusling og fisk i Fulldøla, Telemark. Kartlegging i forbindelse med Follsja kraftverk. - NINA Rapport 1600. Norsk institutt for naturforskning.

Forekomsten av elvemusling i Fulldøla har bare vært kjent siden midten av 1990-tallet. Bestanden var liten allerede da, og kartlegginger utover på 2000-tallet viste at bestanden hadde avtatt ytterligere. Det ble lagt stor vekt på å bevare de resterende individene, og da Follsja kraftverk ble etablert i 2015 ble det stilt krav om en minstevannføring på 250 l/s hele året og skylleflommer om våren. NINA fikk i 2018 oppgaven med å kartlegge forholdene både for elvemusling og fisk i vassdraget. I tillegg skulle effekten av de pålagte skylleflommene undersøkes.

Det totale antall musling lå tett opptil 50 individ i Fulldøla i 2018. I tillegg ble det funnet muslinglarver på ørretunger i alle deler av Fulldøla. Dette var en positiv utvikling for en bestand som tidligere var beskrevet som nær utdødd. Det var to lengdegrupper av elvemusling – en gruppe eldre muslinger som var 100–112 mm, og en gruppe muslinger med skallengde 34–81 mm som alle var et resultat av nyrekruttering. Det ble ikke funnet tomme skall eller skallrester i noen del av elva.

Den minste muslingen som ble funnet i Fulldøla i 2018 var sju år gammel (2011-årsklassen). Det var flest muslinger i lengdegruppene 55–65 mm som tilsvarte muslinger som var 11–13 år gamle. Gruppen med unge muslinger var alle yngre enn 17(18)–19 år. Det kan bety at det har vært en liten, men årviss nyrekruttering til bestanden i Fulldøla fra omkring år 2000 og i det minste fram til 2011. Mange av de unge muslingene som ble funnet i 2018 hadde kommet opp i reproduktiv alder, og to (av fem) individer som ble undersøkt, var gravide i august 2018. Det betyr at antall muslinglarver som produseres har økt i de siste årene, noe som samtidig har økt potensialet for at ørretungene i elva blir infestert med muslinglarver.

Fulldøla karakteriseres som kalkfattig og klar. Elva blir ikke brukt som resipient, da det ikke finnes bebyggelse eller andre forurensende aktiviteter langs elveløpet og Follsja er i liten grad påvirket av eutrofiering. Vassdraget har imidlertid i lang tid vært negativt påvirket av sur nedbør og lave pH-verdier i nedbørfeltet. Vannkvaliteten har bedret seg noe over tid, og fra slutten av 1990-tallet har pH i Fulldøla ligget mellom 6,1 og 6,5 ifølge de få prøvene som finnes.

I Fulldøla framsto likevel habitatkvaliteten for unge muslinger som dårligere enn forventet. Reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var så vidt under 20 % (god vannkvalitet) bare på én av stasjonene. De resterende stasjonene hadde reduksjon i redoksverdi på 51–63 % som tilsvarer dårlig vannkvalitet. Dårligst habitatkvalitet var det i området der de fleste muslingene ble funnet. Det er derfor et spørsmål om habitatkvaliteten kan ha gått fra å være god i noen år på 2000-tallet til å bli dårligere igjen i løpet av de siste årene.

Effekten av en skylleflom ble undersøkt i august 2018 da det ble sluppet to kortvarige flommer (pulser) av tre timers varighet med to timer opphold imellom. Det var størst transport av suspendert materiale (partikler av jordslam, finsand og silt) og organisk materiale (begroing av alger og moser) i forbindelse med det første vannslippet, og turbiditeten gikk ned fra 4,1 FTU i den første pulsen til 1,3 FTU i den andre.

Resultatene fra redoksmålinger etter skylleflommen viste at «renseeffekten» i substratet var begrenset bare til de øvre delene av elva selv om elvebunnen generelt så noe «renere» ut i hele elva. Fortsatt var det bare én av stasjonene som hadde  $E_H > 400$  mV og der reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var god (11%). De resterende stasjonene hadde fortsatt en reduksjon i redoksverdi på 48–65 % som tilsvarte dårlig vannkvalitet.

Habitatet for ørret ble gjennomgående vurdert som «egnet» (moderate gytemuligheter og noe skjul til stede) på elfiskestasjonene som ble undersøkt i Fulldøla i august 2018. Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel (alder 0+) og eldre ørretunger (alder  $\geq 1+$ ) var henholdsvis 9 og 19 individ



pr. 100 m<sup>2</sup>, og ørretbestanden i vassdraget som helhet klassifiseres etter dette som moderat. I tillegg til ørret ble det funnet ørekyte på alle stasjonene i moderat tetthet (gjennomsnittlig tetthet på 21 individ pr. 100 m<sup>2</sup>). Ørret er eneste vertsart for elvemuslingens larver i Fulldøla («ørret-musling»). Moderat høy tetthet av ørret er derfor viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde populasjonen av elvemusling. Dessverre var antall ørret på den strekningen av elva der de fleste muslingene sto, vesentlig lavere enn i resten av vassdraget. Dette er det vanskelig å gjøre noe med (f.eks. ved habitatforbedringer). For å øke tettheten av ørret og bedre rekrutteringen hos elvemusling kan det i stedet være aktuelt å flytte 25–50 ørretunger fra andre steder i elva og sette ut på strekningen.

Fra 1990 ble avløpet fra Follsjå holdt åpent hele året. På den måten unngikk man det som tidligere ble beskrevet som «tørrelgging av elveløpet» og vannføringen i Fulldøla ble mer stabil gjennom året. De gjenværende elvemuslingene som ble funnet i 2011 stod på relativt stort dyp (1,6–1,9 m). Dette kan støtte oppfatningen om at vannføringen til tider har vært svært lav slik at muslingene bare har overlevd i de dypeste kulpene. Flere av muslingene som ble observert i 2018 sto derimot på grunnere vann, og de fleste unge individene ble funnet på mellom 0,4 og 1,0 m dyp.

Det har bare vært to perioder med overvann på Follsjå etter at kraftverket ble startet i 2015. Det meste av tiden har derfor vannføringen vært stabil og lik minstevannføringen. Unntaket var sommeren 2018 da vannføringen måtte reduseres i en periode på nærmere sju uker, og var nede i 90 l/s i seks av disse ukene. Dette kan ha hatt betydning for at habitatkvaliteten (redoksverdier) ble vurdert som dårligere enn forventet i august.

Aktuelle tiltak for å opprettholde bestandene av elvemusling og ørret kan etter dette være:

- Innsamling og flytting av ørret opp til lokaliteten med elvemusling for at et større antall muslinglarver skal få tilgang på riktig vertsart
- Innsamling av stammuslinger for bruk til kultivering og oppdrett av muslinger. Etter to-tre vekstsesonger i anlegg vil disse kunne egne seg for tilbakeføring og utsetting
- Flytte en av de to skylleflommene (0,05 mill. m<sup>3</sup>) om våren til høsten. Vurdere om det i tillegg er bedre med bare en flomtopp med varighet på tre timer hver dag i to påfølgende dager i stedet for to flommer av tre timers varighet samme dag. Forslaget gjelder både vår og høst og baserer seg på at det bare skal brukes samme vannmengde som i dag

Andre tiltak som kan være viktige for vannkvaliteten og elvemusling kan være:

- Kalking på utløp av Follsjå for å sikre stabil pH på 6,4 eller høyere gjennom hele året i Fulldøla
- Unngå hogst langs elveløpet og kjøring med hogstmaskiner som skaper avrenning mot elva. Det har vært en del hogst i nærheten av elva (bl.a. ovenfor Makkhølen), men mulige effekter av dette er ikke undersøkt nærmere
- Skaffe tilveie mer generell kunnskap om skylleflommer
- Følge opp eventuelle tiltak med etterundersøkelser/overvåking med ny kartlegging av musling (antall og lengdefordeling) og nye redoksmålinger

Lokaliteter med overvåking av elvemusling skal undersøkes hvert sjette år i tråd med Norsk standard NS-EN 16859:2017 (Veiledning for overvåking av elvemuslingpopulasjoner (*Margaritifera margaritifera*) og deres livsmiljø). Det anbefales imidlertid en tettere oppfølging i Fulldøla med nye undersøkelser av elvemusling, fisk og redoksmålinger senest om tre år (2021). I denne treårsperioden bør også ett eller flere av de foreslåtte tiltakene iverksettes.

Bjørn Mejdell Larsen, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim; [bjorn.larsen@nina.no](mailto:bjorn.larsen@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Område .....</b>	<b>11</b>
<b>3 Metoder .....</b>	<b>17</b>
<b>4 Resultater .....</b>	<b>22</b>
4.1 Vannkvalitet .....	22
4.2 Vannstandsending ved skylleflom .....	22
4.3 Redokspotensial .....	23
4.4 Fisk .....	26
4.4.1 Ungfisktetthet .....	27
4.4.2 Lengdefordeling og vekst.....	28
4.4.3 Muslinglarver på gjellene .....	28
4.5 Elvemusling .....	29
4.5.1 Forekomst og utbredelse .....	29
4.5.2 Antall/tetthet .....	29
4.5.3 Lengdefordeling .....	30
4.5.4 Alderssammensetning og vekst.....	30
4.5.5 Reproduksjon .....	32
<b>5 Oppsummering og diskusjon.....</b>	<b>33</b>
<b>6 Referanser .....</b>	<b>43</b>
<b>7 Vedlegg.....</b>	<b>46</b>

## Forord

NINA fikk en henvendelse i februar 2018 fra Småkraft AS, Bergen, med forespørsel om å gjennomføre en undersøkelse i Fulldøla, Notodden kommune, i forbindelse med Follsja kraftverk. Småkraft AS hadde overtatt Follsja kraftverk i 2016 og ønsket nå å undersøke status for bestandene av ørret og elvemusling i Fulldøla nedstrøms Follsja samt en vurdering av effekten av de pålagte skylleflommene i vassdraget. NINA utarbeidet et prosjektforslag som ble presentert for Småkraft AS i mars 2018. NINA fikk i april 2018 oppdraget med å undersøke forekomsten av elvemusling og fisk i Fulldøla. Senere ble prosjektet utvidet til også å omfatte feltundersøkelser i forbindelse med slipp av en ekstra skylleflom i august. I den sammenheng vil vi takke prosjektleder Bjarne Vaage hos Småkraft AS for et hyggelig og godt samarbeid underveis i prosjektet. En spesiell takk går også til stasjonsleder Bjørn Helgesen hos Tinfos AS som har vist stor interesse for prosjektet og bidratt med opplysninger om driften av Follsja kraftverk og vannføringsdata fra de siste årene.

Vi vil også takke alle som lokalt har vist interesse og engasjement for vårt arbeid i Fulldøla, og gjennom samtaler har bidratt med nyttig informasjon.

Trondheim, desember 2018

Bjørn Mejdell Larsen

Prosjektleder



# 1 Innledning

Forekomsten av elvemusling (**figur 1**) i Fulldøla har bare vært kjent siden midten av 1990-tallet (Samlet plan 1996), men bestanden er undersøkt flere ganger etter den tid (Heggenes & Lande 1998, Roer 2005, Gustavsen 2010, Gregersen 2011, Sandaas & Enerud 2014; 2016). Kiland & Simonsen (1999) oppsummerer kjente forekomster av elvemusling i Telemark og opplyser om Fulldøla: «Få (30–40) individ, ingen rekruttering». Utbredelsen har sett ut til å være begrenset til nedre del av elva og ett stedsnavn som stadig nevnes er Makkhølen og strekningen noen hundre meter nedstrøms der det ble funnet 11 individer i 1998, men bare to individer i 2014 (**tabell 1**). Elvemuslingbestanden ser derfor ut til å være svært liten, og bare eldre muslinger er påvist (102–109 mm lange; Gregersen 2011, Sandaas & Enerud 2014). Gregersen (2011) fant i tillegg 27 tomme skall som tydet på at det faktisk har vært en større bestand tidligere. Det finnes ingen opplysninger om rekruttering (små muslinger), og det er heller ikke undersøkt om muslingene i det hele tatt er i stand til å reproducere lenger.



**Figur 1.** Det finnes fortsatt elvemusling i Fulldøla, men mange steder er elvebunnen dekket av et teppe med finpartikulært materiale. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

**Tabell 1.** Kjente funn av elvemusling i Fulldøla.

Dato	Levende	Døde (tomme skall)	Merknader	Kilde
1990-tallet	Ca. 100	-		T. Dubowski pers. medd. (Gregersen 2011)
1997	-	-	Funnet ved dykking	G. Grimeland pers. medd. (Økland & Økland 1998)
01.07.1998	4-5	-		Telen 02.07.1998: «Her er den «forsvunne» elveperlemuslingen»
Sept./okt. 1998	11	4		Heggenes & Lande 1998
28.08.2003 og 12.09.2005	0	-		Roer 2005
Juni 2010	3	-		T. Dubowski pers. medd. (Gustavsen 2010, Gregersen 2011)
09.06.2010	1	1		Gustavsen 2010
22.-23.08.2011	3	27		Gregersen 2011
15.09.2014 og 03.07.2015	2	3	Skall tatt med	Sandaas & Enerud 2014; 2016

Forekomsten av ørret i Fulldøla er mangelfullt undersøkt tidligere. Hele elva ble riktignok registrert på 1990-tallet (Samlet plan 1996). Det ble omtrent ikke observert fisk i elvas øvre del, men det kunne ikke utelukkes at det var fisk i kulpene. Imidlertid tilsa elvas utforming og avskjæring fra Follsja (Høgefossen), at den stedegne ørretbestanden i elvas øvre deler var svært beskjeden. Graden av parasittisme, ørretens vekst og mageinnhold tydet på at ørretbestanden i de nederste 500–800 m av Fulldøla tilhørte en tett fiskebestand i Tinnåa/Kloumannsjøen. Det var antatt at Fulldøla fungerte som gyte- og oppvekstområde for denne bestanden (Samlet plan 1996). Resultatene fra stasjonene litt lenger oppe i elva tydet på at fiskebestanden var stykket opp i mindre partier mellom fosser og stryk som fungerte som vandringshindre. Fisk fra disse områdene fikk dermed små leveområder og et begrenset næringstilbud som ga lav tetthet og lav vekst (Samlet plan 1996). Ved et elfiske i Fulldøla mellom Makkhølen og Hestøyan i august 2003 ble det registrert et begrenset antall ørretunger samt ørekyte (Roer 2005). Ved et nytt elfiske i 2010 ble det bare fanget to ørretunger, men en god del ørekyte (Gustavsen 2010). Høy vannføring var nok årsaken til det lave utbyttet, og det ble observert mye ørret av varierende størrelse i andre deler av elva. Ved snorkling i Fulldøla i august 2011 ble det gjennomgående registrert mye ørret i flere årsklasser (Gregersen 2011). I tillegg til ørret ble det også registrert store tettheter av ørekyte og litt abbor. I Follsja finnes det bestander av ørret, røye, abbor, ørekyte, karuss og muligens en art av ferskvannsulke (Lydersen 2015).

Elvemuslingens livssyklus omfatter et larvestadium på gjellene til laks eller ørret, et ungt stadium nedgravd i grusen og et voksent stadium synlig på elvebunnen. Omfattende studier har vist at ulike muslingpopulasjoner er tilpasset enten laks eller ørret som vertsfisk (bl.a. Karlson & Larsen 2013). En oppsummering av elvemuslingens livssyklus er gitt i **tabell 2**. Etter at muslinglarvene er sluppet ut i vannet om høsten må de i løpet av én 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 (1984) 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 2.** 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 mor-dyret
	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	August/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 5–8 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)

Veksthastigheten til muslinger avhenger av vanntemperatur, vannkvalitet og tilgang på næring.

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.

I Fulldøla har elvemusling det obligatoriske larvestadiet på gjellene til ørret. Selv om det finnes ørret i hele vassdraget, er inntrykket at tettheten er lav i øvre del, men relativt god i nedre del. For elvemusling er det viktig og helt nødvendig, at det blir opprettholdt en god bestand av ørret i hele Fulldøla for at arten skal overleve på lang sikt.

Elvemuslingens komplekse biologi gjør at det finnes mange menneskelige aktiviteter som påvirker arten direkte eller indirekte. Elvemuslingen har et stasjonært levevis i rennende vann og er dermed fullstendig prisgitt kvaliteten på vann og tilført næring der den har funnet sin plass i elva. En elvemusling har liten mulighet til å rømme unna en vedvarende negativ påvirkning. En kortvarig episode, påvirkning eller belastning vil muslingene imidlertid takle ved å lukke skallene.

All aktivitet i nedbørfeltet ovenfor eller i nær tilknytning til en populasjon av elvemusling vil potensielt kunne påvirke muslingene. Høy tilførsel av næringsstoff (eutrofiering), forsuring, 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.

Vassdragsreguleringer påvirker i stor grad den naturlige vannføringen, og vil derfor kunne endre habitatet til muslinger ved at variabler som flom, vannhastighet, vanndekt areal og substratkvalitet påvirkes (Larsen 2012). Elvemuslingen har strenge habitatkrav, og vannkraftreguleringer kan derfor potensielt føre til betydelige forstyrrelser. Utbredelsen av muslinger vil normalt være begrenset av laveste vannføring i løpet av året. Ved reduksjon i vanndekt areal og lengre perioder med liten vannføring nedstrøms en dam, vil muslinger kunne strande på grunt vann. Muslinger beveger seg sakte og responderer ikke raskt nok på hurtige vannstandssenkninger. Stranding forårsaker fysiologisk stress som forstyrrer reproduksjonen og reduserer formeringsevnen, og sekundære effekter (lavt oksygeninnhold, høy vanntemperatur, algevekst, konsentrering av forurensende stoff og økende avsetning av silt og finpartikulært materiale) kan øke dødeligheten selv i områder som fortsatt er vanndekte.

En regulering kan påvirke substratet direkte ved nedslamming på grunn av redusert vannhastighet (Larsen 2012). Dette reduserer tilgjengelige gyteområder for laksefisk, og oppvekstområder for elvemusling. Endringer i vanntemperatur kan forekomme som følge av endret vannføringsregime (reduisert/økt vannføring og tapping av kaldere vann fra magasiner). I tillegg til at leveområdet for vannlevende dyr innskrenkes når vannføringen er lav, kan endringer i temperaturforholdene også forstyrre livssyklus.

Vannføringsendringer, som fører til økt erosjon, transport og sedimentasjon av partikler vil sammen med høyt næringsinnhold forringe habitatet til elvemuslingene, og skade oppvekstområdene. Substratet nedslammes, oksygenet forbrukes til nedbrytingen av tilført organiske materiale og de unge muslingene dør. Høy turbiditet, høy næringstilførsel med tilslamming og sedimentasjon av finpartikulært materiale er de faktorene som kanskje har størst innvirkning på rekruttering og levedyktighet til bestander av elvemusling.

Generelt sett synes det som om elvemusling klarer seg bra der det er innført slipp av tilstrekkelig minstevannføring på fraførte strekninger og der hvor restfeltet bidrar til å opprettholde et visst nivå på vannføringen. Men jevnlig flomvannføring i vassdrag er også viktig da de flytter på og transporterer finpartikulært materiale ut av vassdraget. Ved vassdragsregulering dempes gjerne flommene ved at vannet magasineres. Dette medfører en opphopning av finstoff på elvebunnen som vil kunne skape ulevelige forhold for de minste muslingene. I mange regulerte vassdrag benyttes derfor skylleflommer (spyleflommer) som tiltak for å bøte på dette og renske elva for

uønsket begroing av alger og mose og fjerne uønskede sedimenter eller fjerne/fortynne forurensning.

Fulldøla var tidligere et fløtningsvassdrag og de gamle dammene på utløpet av Follsja er opprinnelig gamle fløtnings- og reguleringsdammer. Etter at den ordinære fløtningen opphørte i 1970, har en grunneierkomite (Follsja-komiteen) utført manøvreringen, stort sett innenfor et reguleringsintervall på 1,5 m (Samlet plan 1996). Tidligere var reguleringsintervallet noe større. Etter et rettsforlik fra 1929 ble reguleringshøyden satt til 2,3 m. På 1990-tallet hadde Follsja-komiteen planer om å bringe reguleringen av Follsja til opphør ved å etablere et fast overløp ved Follsjas utløp. I den anledning tok Øst-Telemarkens Brukseierforening opp spørsmålet med grunneierne om å videreføre reguleringen for kraftproduksjonsformål. Dette ledet i sin tur til at det ble utredet forslag til regulering, overføring og utbygging av Follsjaområdet (Samlet plan 1996). Utbyggingsplanene innebar en regulering av Follsja innenfor et reguleringsintervall på 0,80 m, en overføring av Follsjas avløp til Grønvollfoss kraftverks overvatn i Tinnåa og et minikraftverk som skulle utnytte det 80 meter høye fallet i overføringstunnelen.

Disse planene ble ikke gjennomført, og Fulldøla har derfor aldri vært utnyttet til kraftverksformål før planene om Follsja kraftverk ble lagt fram. Man ønsket å utnytte vannfallet i Fulldøla ved å regulere Follsja og bygge kraftstasjon i bunnen av Fulldøla. Søknad om konsesjon ble levert 13. mars 2008, og etter en omfattende høringsrunde ble det 17. desember 2012 gitt tillatelse til regulering av Follsja og bygging og drift av Follsja kraftverk. I vassdragskonsesjonen ble det gitt bestemmelser om reguleringen av Follsja og minstevannføring i Fulldøla samt krav til skylleflommer om våren. Vannet til kraftstasjonen skulle føres i tunnel og nedgravde rør fra inntaket og ned til kraftstasjonen. Kraftverket ble åpnet i februar 2015 etter en byggeperiode på mindre enn ett år.

I vilkårene for konsesjonen heter det også at «konsesjonæren plikter etter nærmere bestemmelse av Fylkesmannen a) å sørge for at forholdene i Follsja og Fulldøla er slik at de stedege fiskestammene i størst mulig grad opprettholder naturlig reproduksjon og produksjon og at de naturlige livsbetingelsene for fisk og øvrige naturlig forekommende plante- og dyrepopulasjoner forringes minst mulig, b) å kompensere for skader på den naturlige rekruttering av fiskestammene ved tiltak .....». Dessuten plikter konsesjonæren «etter nærmere bestemmelse av Fylkesmannen å sørge for at forholdene for plante- og dyrelivet i området som direkte eller indirekte berøres av utbyggingen forringes minst mulig og om nødvendig utføre kompenserende tiltak».

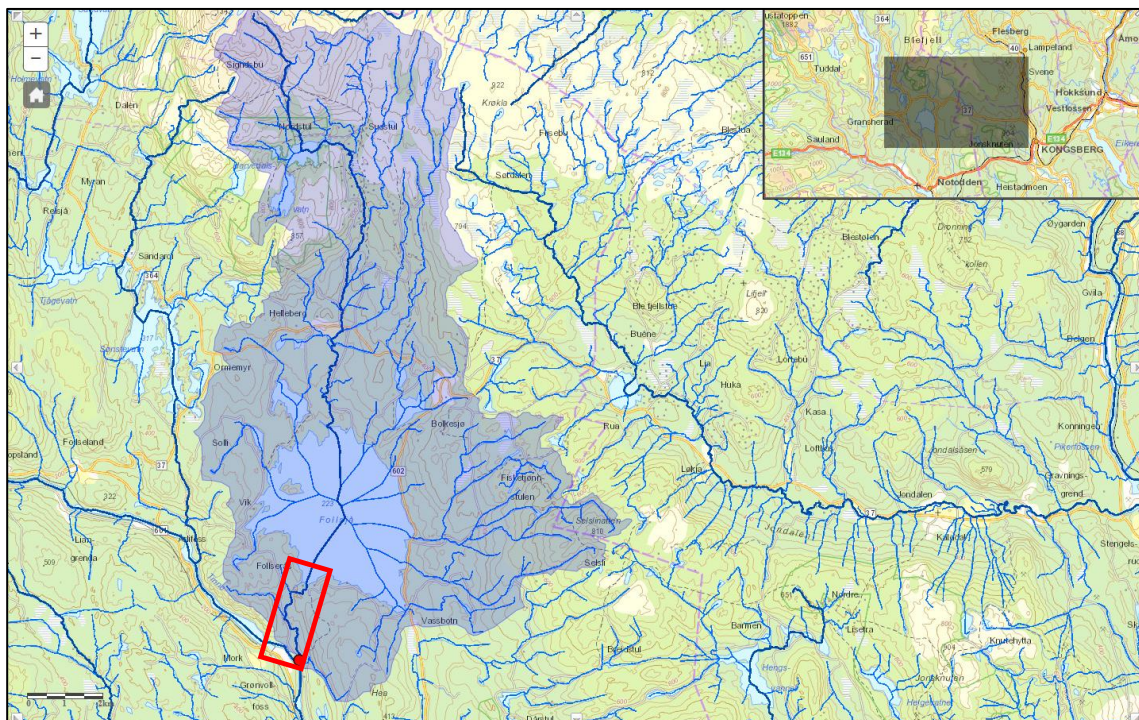
Med bakgrunn i dette ønsket Småkraft AS å gjennomføre en basisundersøkelse i Fulldøla i 2018, som kartla og beskrev forholdene både for elvemusling og fisk i vassdraget etter oppstarten av Follsja kraftverk. Det var ikke gjennomført fiskeundersøkelser med beregning av fisketetthet i Fulldøla tidligere. I tillegg skulle effekten av de pålagte skylleflommene undersøkes. Det er resultatene av denne kartleggingen som blir presentert i denne rapporten.



## 2 Område

Fulldøla (vassdragsnr. 016.F3Z) ligger i Notodden kommune, Telemark, og er en av flere sideelver som renner ut i Tinnåa (**figur 2**) som er en del av Skiensvassdraget. Fulldøla har et totalt nedbørfelt på 115,0 km<sup>2</sup>. Fra sine kilder på Blefjell renner hovedvassdraget nord-sør. Foruten Harvedalsvatnet (752 moh.) og Nordstulvatnet (746 moh.) er de nordre deler av vassdraget fattige på større innsjøer. Fra de østlige deler av Blefjellområdet som er et myrlendt landskap med flere mindre dammer, renner Esperåa sørover til Follsja (224-225 moh.). Teksja (230 moh.), Aurstjønn (344 moh.) og Bolkesjø (320 moh.) er mindre vann som drenerer til Follsja fra nord. Øst for Follsja drenerer en rekke mindre vann og tjern som samler seg i to bekker, Storebekk og en bekk gjennom Langedal. Follsja's overflateareal er ca. 11 km<sup>2</sup>. Avløpet fra Follsja renner ut i Fulldøla som løper sammen med Tinnåa en kilometer nedstrøms Grønnvollfoss kraftverk.

Skog dominerer i nedbørfeltet og dekker 69,5 % av arealet. Snaufjell utgjør 8,9 %, og innsjøer og myr dekker henholdsvis 14,3 og 2,8 %. Det er svært lite dyrket mark (0,5 %) og ingen bebyggelse av betydning (<http://nevina.nve.no/>).



**Figur 2.** Nedbørfeltet til Fulldøla (016.F3Z). Kart fra <http://nevina.nve.no/>. Undersøkt elvestrekning er markert med rød ramme.

Vannkjemisk er det store variasjoner innen nedbørfeltet, grunnet store lokale variasjoner i berggrunnens bufferkapasitet mot sur nedbør (Samlet plan 1996). Den nordlige delen av vassdraget har kalkfattige bergarter og i Esperåa ble det i en undersøkelse fra 1989 målt en pH på 4,7. I utløpet av Store Harvedalsvatnet varierte pH mellom 4,20 og 6,88 i perioden 1975–2017 og i utløpet av Bolkesjø (Nauståa) varierte pH mellom 5,48 og 6,63 i perioden 1996–2017 (data fra [www.vannmiljo.miljodirektoratet.no/](http://www.vannmiljo.miljodirektoratet.no/)). I Teksja som ligger i et mer kalkrikt område ble det i undersøkelsen fra 1989 målt en pH på 6,5. Blanding av surt vann og vann med gunstig pH gir Follsja en pH på nær 6 (**tabell 3**). Follsja stabiliserer også mot store svingninger i pH i perioder med tilførsel av mye sur nedbør. Konsentrasjonen av kalsium var lav på utløpet av Follsja (1,4–1,7 mg/l; **tabell 3**).

Undersøkelser av næringssalter viser et noe høyt innhold av nitrogen, men lave fosforverdier i Follsja (tabell 3).

**Tabell 3.** Vannkjemiske data fra Follsja. Data fra [www.vannmiljo.miljodirektoratet.no/](http://www.vannmiljo.miljodirektoratet.no/).

Dato	Lokalitet	Turb., FTU	Farge, mgPt/l	Kond., mS/m	TOC, mg/l	pH	Ca, mg/l	Nitrat, µg/l	Tot-N, µg/l	Tot-P, µg/l
xx.xx.1975	Innsjøen	-	20	1,70	-	6,20	1,70	130	320	4,0
xx.xx.1976	Innsjøen	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0
xx.xx.1979	Innsjøen	-	22	1,70	-	6,20	1,60	115	295	5,0
26.09.1986	Utløp	-	15	-	-	5,63	1,42	-	-	-
19.06.1990	Innsjøen	0,35	15	1,73	2,3	5,80	-	190	443	2,4
17.07.1990	Innsjøen	0,52	10	1,67	3,6	5,60	-	180	505	2,8
14.08.1990	Innsjøen	-	10	1,63	4,0	6,20	-	190	420	1,5
10.09.1990	Innsjøen	0,47	15	1,78	3,1	6,00	-	155	270	2,4
22.11.1994	Utløp	-	15	-	-	5,66	1,71	-	-	-
22.06.1996	Utløp	-	15	-	-	5,99	1,53	-	-	-

I Fulldøla er det analysert vannprøver bare i 1998 (Heggenes & Lande 1998) og 2010 (Gustavsen 2010). I oktober 1998 var pH = 6,1, farge = 20 mgPt/l og kalsium = 1,8 mg/l (tabell 4, Heggenes & Lande 1998). I tillegg var total fosfor 4 µg/l, som bekrefter at næringsinnholdet var lavt. Selv om pH fortsatt var noe lav i Fulldøla i 1998, var det en tendens til at pH hadde økt i løpet av 1990-tallet, sannsynligvis på grunn av kalking i nedbørfeltet. Denne utviklingen forsterket seg da det på relativt høy vannføring i juni 2010 ble målt pH på 6,3 (tabell 4, Gustavsen 2010). Vannkvaliteten har generelt vært relativt stabil i Follsja/Fulldøla, men med en antydning til en økning i vannfarge i de seneste årene.

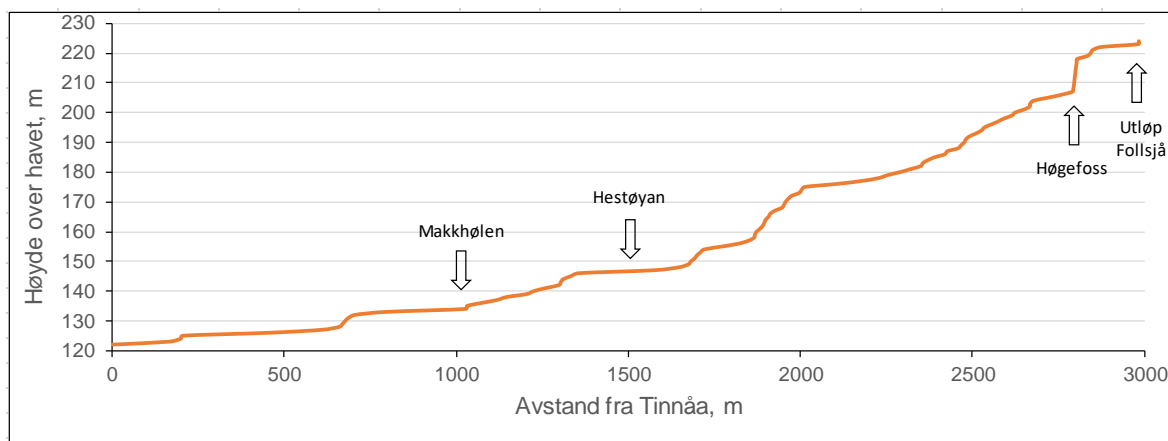
**Tabell 4.** Vannkjemiske data fra Fulldøla. Data fra Heggenes & Lande (1998) og Gustavsen (2010).

Dato	Farge, mgPt/l	Kond mS/m	pH	Ca, mg/l	Mg, mg/l	Na, mg/l	Tot-P, µg/l	ALKe, µekv/l
xx.10.1998	20	1,80	6,1	1,8	0,28	1,1	4	-
09.06.2010	26	1,68	6,3	1,6	-	0,9	-	41

Fulldøla er morfologisk sett ganske variert (figur 3). Øverst finnes det på en kort strekning alt fra den relativt steile Høgefoss til krappe elvesvinger, lange, trange juv, småstryk og høler. På midtpartiet forandrer elva karakter med en kombinasjon av fosser og stryk oppbrutt av roligere slynger på elvesletter (Hestøyan), trange passasjer og dypere høler (Makkhølen). Den nederste delen av elva har lavere fallhøyde og domineres av brede, flatere partier ned mot samløpet med Tinnåa. Fiskebestanden i Fulldøla blir stykket opp av de ulike fossene og strykene som fungerer som vandringshindre (figur 4) for oppstrøms vandring.

Helt siden 1600-tallet har det sannsynligvis vært tømmerfløtning gjennom Follsja og Fulldøla. For å få nok vann i elva ble det bygd fløtnings- og reguleringsdammer i Follsja for å samle vann som så kunne slippes ut under fløtning. Dammene som var i drift helt til fløtningen ble avsluttet i 1970 (Storedam og Vesledam som stod ferdig i henholdsvis 1913 og 1920) er fortsatt beholdt etter byggingen av Follsja kraftverk (figur 5).





**Figur 3.** Lengdeprofil for Fulldøla fra Tinnåa (122 moh.) til utløpet av Follsjå (224 moh.).



**Figur 4.** Fulldøla har flere fosser og bratte stryk som hindrer eller hemmer fiskevandringen i vassdraget. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Figur 5.** Gamle fløtnings- og reguleringsdammer og nye kraftverksdammer på utløpet av Follsjå - Vesledam til venstre og Storedam til høyre. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Det er mange kulturminner i nedbørfeltet til Fulldøla som knytter seg til utnytting av vannressursene i Follsjå og Fulldøla. I tillegg til de gamle fløtningsdammene ble det i 1890 bygd en 475 m lang tømmerrenne fra en av dammene for å unngå de vanskeligste partiene i øvre del av Fulldøla

(**figur 6**). Renna var i kommersiell bruk fram til 1970, og ble siste gang benyttet til tømmerfløtning i 1976. I tillegg finnes det ca. 20 ulike anordninger for å lede tømmeret nedover elva (<http://www.notoddenhistorielag.no/index.php?page=flotingsanordninger>). Dette er for det meste skjermes av stein som er kledd med tømmer, men det er også noen av betong nederst i elva (**figur 6**). Videre er det løftedamner for å lede tømmeret over vanskelige partier og stemmer (terskler) for å heve vannstanden i rolige partier av elva. Ellers er det utført mye sprengningsarbeider i elveløpet. Det er også registrert to møllefundament og rester etter et sagbruk i vassdraget (Samlet Plan 1996, Folseraas 2003).



**Figur 6.** Det var mange fløtningsanordninger i Fulldøla for å lede tømmeret nedover elva. Tømmerrenna som ble bygd for å unngå de vanskeligste partiene i øvre del kan fortsatt sees (bildet til venstre). Skjermes ble bygd både av stein kledd med tømmer og i betong (bildet til høyre) for å holde tømmeret i elveløpet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

De gamle dammene (Vesledam og Storedam) hadde ingen innretninger for spesifikk tapping av minstevannføring, og fram til 1990 ble vassføringen i elva styrt ved hjelp av tappelukene i Storedam. Under fløtningsperioden ble lukene stengt etter endt sesong og elva «tørrelagt» (med unntak av lekkasjevann gjennom dammen og avløp fra restfeltet). Etter fløtningen og fram til 1990 ble reguleringen styrt av Follsjå-komiteen. Ved tørre somre, etter tapping av vårfloppen, stengte man fortsatt lukene og elva ble «tørrelagt». I 1990 ble det imidlertid skåret hull i fire av tappelukene, noe som ga jevnere vassføring i Fulldøla. Avrenningen i nedbørfeltet er relativt stabil fra år til år med dominerende vår- og høstflom. Laveste vannføring opptrer gjerne om vinteren. Midelvannføringen er 2,1 m<sup>3</sup>/s, og fem-persentil (Q<sub>95</sub>) sommer- ogintervannføring er beregnet til 216 l/s.

Follsjå kraftverk har en brutto fallhøyde på 104 m fra Follsjå til kraftstasjonen ved Grytebakke nær Tinnåa. Follsjå skal reguleres med inntil 1,2 m, med høyeste regulerte vannstand (HRV) på kote 225,0 m og laveste regulerte vannstand (LRV) på kote 223,8 m. Vannet føres i tunnel og nedgravde rør fra inntaket ved Vesledam og ned til kraftstasjonen. Dagens kraftverk fikk konsesjon i 2014 og sto klar for regulær drift fra februar 2015. Kraftverket ble bygget i regi av selskapet Follsjå Kraft AS, men ble senere overtatt av Småkraft AS.

Konsesjon til regulering av Follsjå og bygging av Follsjå kraftverk i Fulldøla ble gitt på følgende vilkår:

- I perioden 15. mai–15. juli kan Follsjå reguleres inntil 0,5 meter ned (HRV kote 225, LRV kote 224,5).
- I perioden 16. juli–15. desember kan Follsjå reguleres inntil 0,8 meter ned (HRV kote 225, LRV kote 224,2).



- I perioden 16. desember–14. mai kan Follsjå reguleres inntil 1,2 meter ned (HRV kote 225, LRV kote 223,8).
- Det skal slippes en minstevannføring på 250 l/s hele året. Dersom tilsiget er mindre enn kravet til minstevannføring og vannstanden i Follsjå er på laveste tillatte nivå for perioden, skal hele tilsiget slippes forbi inntaket. Kraftverket skal i slike tilfeller ikke være i drift.
- Det skal slippes en skylleflom på minimum 2100 l/s to ganger to dager i tidsrommet 15. april–15. mai.

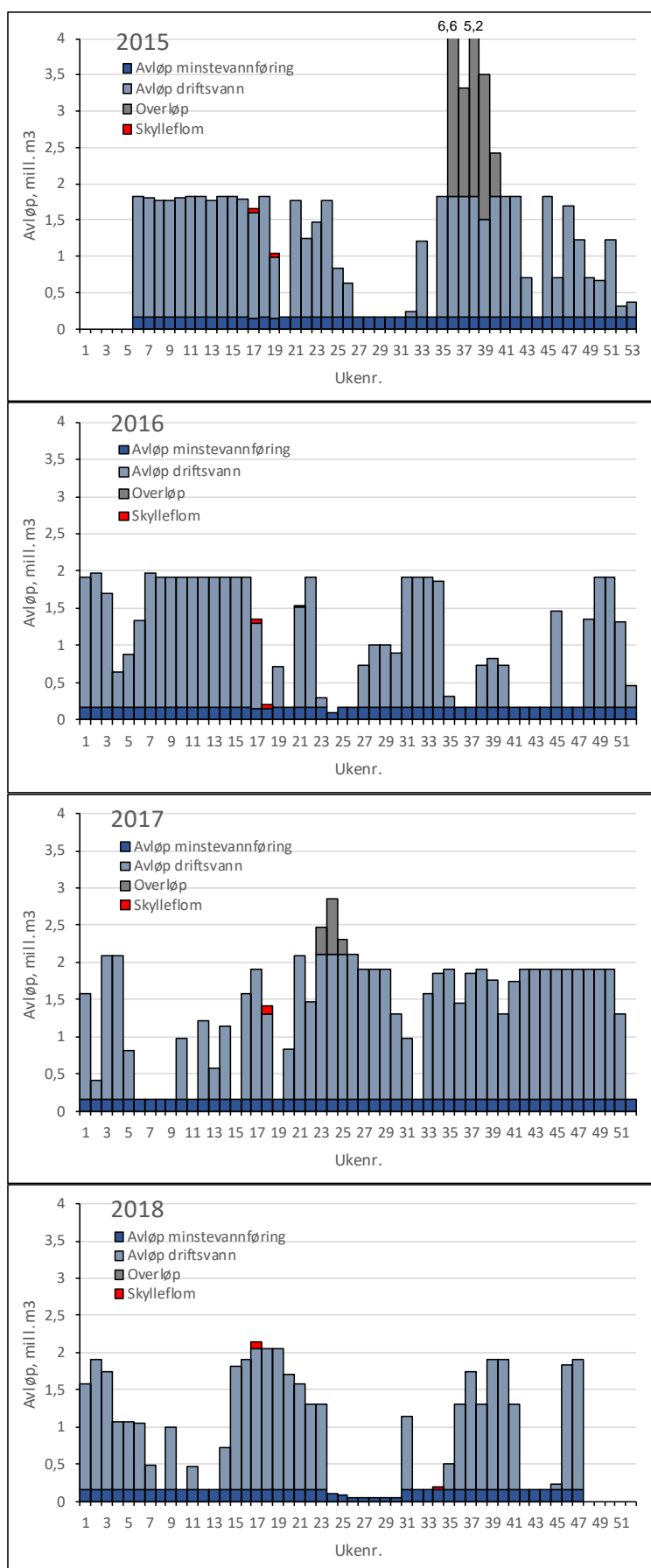
Minstevannføringen har (med bare ett unntak) holdt seg stabil på 250 l/s i de tre første driftsårene (**figur 7**, **figur 8**). På grunn av en lang periode med lite eller ikke noe nedbør sommeren 2018 ble man derimot nødt til å redusere minstevannføringen til 150 l/s i dagene 13.–16. juni og 130 l/s i dagene 17.–19. juni før den ble satt ytterligere ned til 90 l/s i perioden 20. juni–29. juli (**figur 8**). Skylleflommene er gjennomført i løpet av ukene 17–19, enten i løpet av samme uke (2017 og 2018) eller fordelt over to uker (2015 og 2016) (**figur 8**). Overløp på Follsjå har forekommet bare i to perioder; ukene 36–40 i 2015 og ukene 23–25 i 2017 (**figur 8**).



**Figur 7.** Fulldøla ovenfor Makkhølen ved normal minstevannføring (250 l/s). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Nedbørfeltet har en gjennomsnittlig årstemperatur i luft på 2,2 °C, og gjennomsnittstemperaturen i juli og august er henholdsvis 12,2 °C og 11,9 °C (<http://nevina.nve.no/>). Årsnedbøren er på 810 mm, og det naturlige tilsiget i nedbørfeltet er lavest i februar–mars og september.

Det finnes ingen opplysninger om vanntemperaturen i Fulldøla. Vanntemperatur ble imidlertid målt med et håndholdt digitalt termometer (Ebro thermometer TFX 392) i forbindelse med feltarbeidet i vassdraget i 2018. I midten av mai varierte vanntemperaturen fra 10,0 til 13,1 °C avhengig av lokalitet og tid på døgnet. I august ble det målt vanntemperaturer mellom 13,3 og 18,4 °C i tidsrommet 16.–21. august.



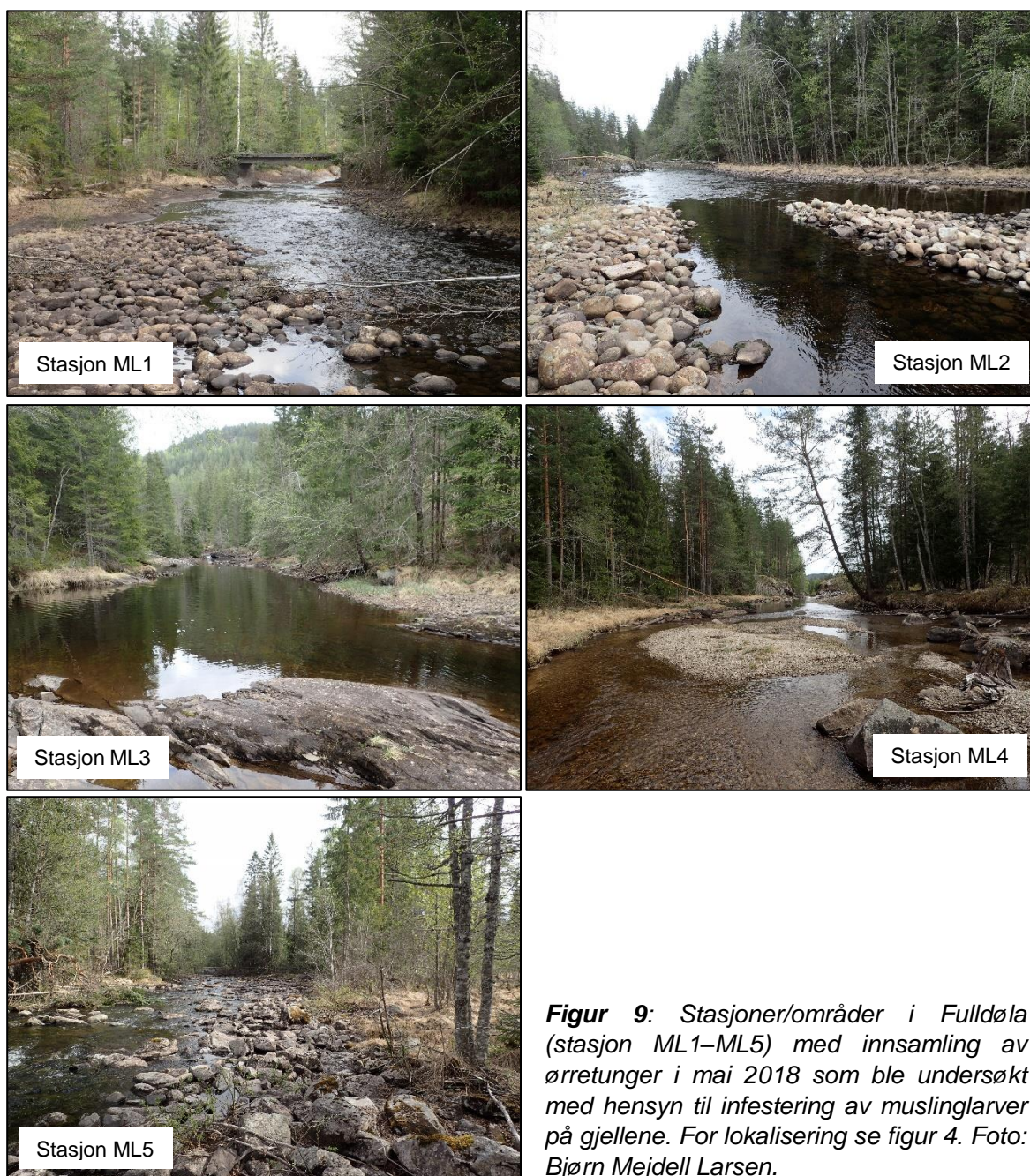
**Figur 8.** Vannhusholdning ved utløp Follsja i 2015–2018 oppgitt i mill. m<sup>3</sup> pr. uke fordelt på avløp minstevannføring, avløp drift, overvann og skylleflom. Data fra Tinfos AS.



### 3 Metoder

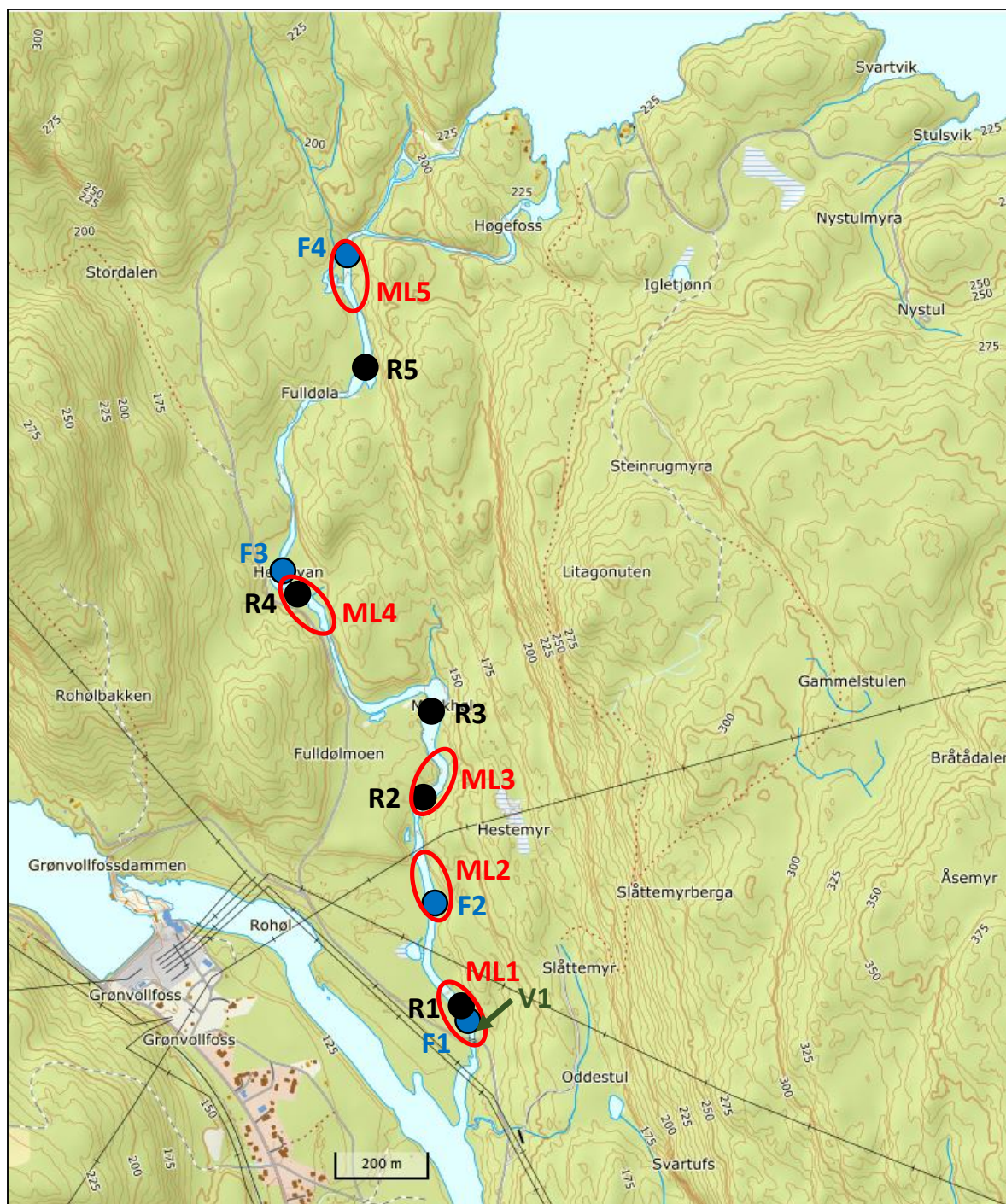
Feltarbeidet i Fulldøla ble gjennomført 11. –13. mai (elfiske (innsamling av gjelleprøver), kartlegging av elvemusling) og 16. –21. august 2018 (vannprøver, redoksmålinger, elfiske (fisketetthet) og supplerende kartlegging av elvemusling). Undersøkelsene av elvemusling og fisk ble gjennomført på stabil minstevannføring (0,25 m<sup>3</sup>/s).

Innsamling av ørretunger 12.–13. mai 2018 ble foretatt med elektrisk fiskeapparat på fem stasjoner i Fulldøla (stasjon ML1–ML5; **figur 9**, **figur 10**). Formålet var å kontrollere påslaget av muslinglarver på gjellene til ørretungene. Det ble tatt vare på til sammen 56 ettårige (1+) og 22 to- og treårige (2+/3+) ørretunger.



**Figur 9:** Stasjoner/områder i Fulldøla (stasjon ML1–ML5) med innsamling av ørretunger i mai 2018 som ble undersøkt med hensyn til infestering av muslinglarver på gjellene. For lokalisering se figur 4. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.





**Figur 10.** Lokalisering av stasjoner i forbindelse med vannprøvetaking (stasjon V1), fiskeundersøkelser (tetthet og lengdefordeling; stasjon F1–F4,) innsamling av ørret for telling av muslinglarver på gjellene (stasjon ML1–ML5) og måling av redokspotensiale (stasjon R1–R5) i Fulldøla i 2018.

Fiskeungene ble fiksert på 4 % formaldehyd uten nærmere undersøkelser i felt. Gjellene ble senere undersøkt med hensyn til forekomst av muslinglarver under stereolupe på laboratoriet. Gjellene til fisken ble dissekert ut og antall muslinglarver ble talt opp på alle de fire gjellebuene på begge sider av fisken. Resultatene er presentert ved bruk av termene prevalens (prosentandel infektete fisk av totalantallet fisk undersøkt), abundans (gjennomsnittlig antall parasitter på all



fisk undersøkt, dvs. snitt av både infektete og uinfektete fisk) og infeksjonsintensitet (gjennomsnittlig antall muslinglarver på infektet fisk).

Tetthet av fiskeunger ble undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat, med fiske på fire stasjoner i Fulldøla 17. august 2018 (stasjon F1–F4; **figur 10**, **figur 11**). Arealene ble avfisket tre 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 tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre fiskeunger ( $\geq 1+$ ). Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m<sup>2</sup>.



**Figur 11.** Stasjoner i Fulldøla (stasjon F1–F4) der tettheten av fisk ble undersøkt ved elfiske i august 2018. For lokalisering se figur 4. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

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 stort sett mulig å vade hele elvetverrsnittet på de områdene som ble prioritert undersøkt. Kartleggingen ble basert på en kombinasjon av stikkprøver i potensielt gode leveområder og tellinger over større arealer («fritellinger») i tilknytning til de delene av Fulldøla der det har blitt observert elvemusling i de siste årene.

Lengdefordeling av levende muslinger ble undersøkt ved innsamling av 34 av de 40 individene som ble observert i mai 2018. Da enkelte elvemusling (og spesielt de minste individene) kan leve helt nedgravd i substratet (Larsen 2017) ble det i tillegg valgt ut en «gravestasjon» i august der alle synlige individer innenfor et nærmere definert areal ble plukket opp. Området 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. Det ble gjennomført et areal

på 5,5 m<sup>2</sup> innenfor stasjon ML3 på denne måten. Alle levende elvemuslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter før de ble lagt tilbake i substratet. Undersøkelsene ble gjennomført i henhold til veiledende europeisk standard for overvåking av elvemusling (Norsk Standard NS-EN 16859:2017).

Hos unge individer er tilvekstringene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre (Ziuganov et al. 1994) (**figur 12**). Alder kan derfor bestemmes ved direkte telling av antall vintersoner i skallet; definert som mørke ringer mellom to lyse sommer-soner. Det ble aldersbestemt fire unge muslinger i felt. For individer som ble aldersbestemt ble lengden av hver vintersone (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm. Basert på gjennomsnittlig lengde ble det utarbeidet en vekstkurve for elvemusling opp til 12 år i Fulldøla.



**Figur 12.** Levende elvemusling ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 mm før de ble lagt tilbake i substratet. Hos unge individer kan vintersonene som sees i skallet skilles fra hverandre og vise alderen på muslingen. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

I august 2018 ble muslingenes «graviditetsfrekvens» (andel voksne muslinger med muslinglarver i gjellene) undersøkt på en av stasjonene i Fulldøla (stasjon ML3). Dette ble gjort ved å åpne skallene forsiktig og undersøke gjellene i felt med hensyn til forekomst av muslinglarver, før muslingene ble lagt tilbake i substratet.

Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet på bunnen av elva, og egnetheten dette for eksempel har 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 gode habitat for unge muslinger skal det være minst mulig tap av redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet, der de oppholder seg på dyp ned til 10 cm (Geist & Auerswald 2007). Redokspotensial ble målt på fem stasjoner i Fulldøla 18.–19. august 2018 (stasjon R1-R5, **figur 10**). For å måle redokspotensialet ble det benyttet en 0,7 m lang sonde med en platina elektrode i den ene enden, en referanse-elektrode og et voltmeter. Målinger ble gjennomført både i de frie vannmasser og 5–7 cm nede i substratet. Det vil normalt ta noe tid (2–3 minutter) før redokspotensialet stabiliserer seg og målingen kan leses av. Det ble benyttet en fast stabiliseringstid på tre minutter ved alle målepunkt i Fulldøla. Målingene ble, så langt det lot seg gjøre, gjennomført i transekter med en til to meter mellom hvert målepunkt i transektet og en til to meter mellom hvert transekt. Det ble gjennomført fem separate målinger i de frie vannmasser (1–2 måling i hvert transekt) og til sammen 15 separate målinger på 5–7 cm dyp langs 4–6 transekter på hver stasjon. Bare den delen av elveløpet som hadde vanndekke tilsvarende minstevannføringen, inngikk i målingene. Målepunktene måtte tilpasses substratets beskaffenhet (det kunne enkelte steder være vanskelig å finne målepunkt som gjorde det mulig



å få elektroden ned på ønsket dyp) og avstanden mellom målepunktene og mellom transektene kunne avvike fra det som var ønskelig.

I vassdragskonsesjonen for driften av Follsja kraftverk er det lagt inn krav om skylleflommer to dager på våren (15. april–15. mai) gjennomført slik at det hver av dagene skal kjøres to adskilte flommer (pulser). For å studere effekten av disse ble det ordnet slik at det ble sluppet en ekstra skylleflom 20. august 2018. Denne besto av to kortvarige flommer av tre timers varighet (kl. 08.00–11.00 og kl. 13.00–16.00) med to timer opphold imellom slik de normale rutine har vært når dette normalt blir gjennomført om våren.

Dagen etter at kjøringen av skylleflommene var avsluttet (21. august 2018) ble det gjennomført nye redoksmålinger på de samme stasjonene og, så langt det lot seg gjøre, på de samme stedene på stasjonene. Opplegget var en kopi av undersøkelsene 18.–19. august som skulle tjene som referanse til etterundersøkelsen.

For å måle endringer i vanndybde i forbindelse med skylleflommene ble det opprettet to provisoriske målepunkt i elva (ved stasjon R1 og R4). Det ble benyttet en målestav som ble stukket ned i vannet mot et fast referansepunkt på bunnen. Vanndybden ble lest av hver halvtime til nærmeste halve centimeter.

I forbindelse med gjennomføringen av skylleflommene 20. august ble det i tillegg tatt vannprøver før, under og etter skylleflommen fra en stasjon ovenfor vegbrua i nedre del av vassdraget (stasjon V1, **figur 10**). Prøvene ble samlet på 500 ml vannflasker, og analysert få dager etter prøvetaking på Analysesenteret, Trondheim kommune. Det ble analysert på turbiditet, vannfarge, ledningsevne, forsuring (pH), kalsium, total organisk karbon og jern.

## 4 Resultater

### 4.1 Vannkvalitet

Fulldøla-Follsja-vassdraget er et lavtliggende, middels stort vassdrag som ligger i et forsurs-utsatt område. Det er imidlertid ingen ting som peker i retning av at Fulldøla er en forurenset vannforekomst, og Fulldøla karakteriseres som kalkfattig (kalsium: 1–4 mg/l) og klar (humus/vannfarge: 10–30 mg Pt/l og TOC: 2–5 mg/l) (se **tabell 5**).

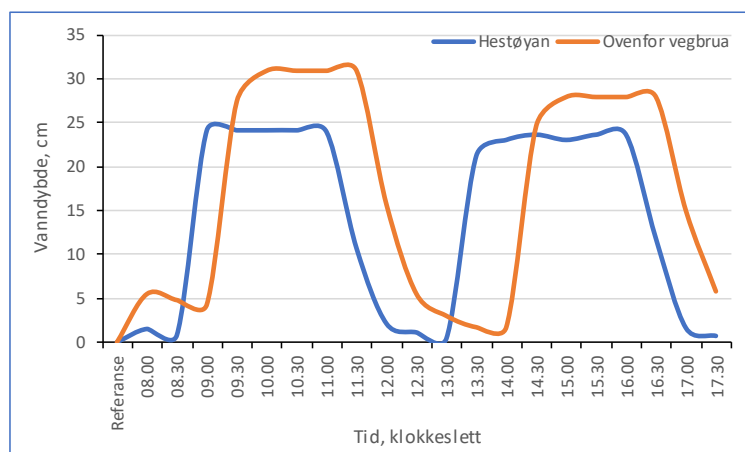
Ved skylleflommen som ble kjørt 20. august 2018 var turbiditeten høyere under den første flommen (4,1 FTU) enn under den andre (1,3 FTU). Jern er sannsynligvis bundet til partikler i vannet og økte også betydelig når slam og finpartikulært materiale ble vasket ut. Både turbiditet og jerninnhold var derfor høyest under den første av de to pulsene som skylleflommen besto av. Turbiditeten gikk raskt tilbake til det samme nivået som den hadde før skylleflommen ble kjørt. Vannfarge, ledningsevne, pH, total organisk karbon og mengde kalsium ble bare i mindre grad påvirket av kortvarig økt vannføring.

**Tabell 5.** Vannkvaliteten i Fulldøla ved vegbrua (stasjon V1) før og under kjøring av skylleflom (20. august 2018) samt etter skylleflommen (21. august 2018) angitt ved turbiditet (Turb, FTU), fargetall (Farge, mg Pt/l), ledningsevne (konduktivitet; Kond, mS/m), pH, total karbon (TOC, mg/l), kalsium (Ca, mg/l) og jern (Fe, µg/l).

	Dato	Kl.	Turb FTU	Farge mgPt/l	Kond mS/m	pH	TOC mg/l	Ca mg/l	Fe µg/l
Før	20.08.18	07.30	0,31	23	1,7	6,45	3,7	1,69	42,0
Under første spyling	20.08.18	10.30	4,10	24	1,6	6,32	4,3	1,56	307,0
Under andre spyling	20.08.18	15.30	1,30	24	1,6	6,37	4,2	1,54	129,0
Etter	21.08.18	12.00	0,32	22	1,7	6,45	3,9	1,61	33,9

### 4.2 Vannstandsending ved skylleflom

Skylleflommen som ble kjørt 20. august besto av to flommer (pulser) av tre timers varighet og to timer opphold mellom flommene. Første vannslipp fra Follsja varte fra kl. 08.00 til 11.00 og andre vannslipp varte fra kl. 13.00 til 16.00. Det var naturlig nok en tidsforskyvning nedover i elva. Den første pulsen nådde ikke den nedre delen av Fulldøla før halvannen time etter at flommen startet i øvre del (**figur 13**). Selv om lukene ble stengt ved Follsja ved firetiden om ettermiddagen, var det fortsatt høyere vannføring enn normalt ved vegbrua halvannen time senere.



**Figur 13.** Vannstandsending i Fulldøla ved Hestøyan og ovenfor vegbrua under slipp av to skylleflommer 20. august 2018. målt hver halvtime i tidsrommet kl. 08.00 (referanse) og 17.30.

Vannstanden økte om lag 25 centimeter i Fulldøla (**figur 13**) under skylleflommen (**figur 14**). Dette tilsvarte en økning i vannføringen på to kubikk, fra 0,26 m<sup>3</sup>/s til 2,26 m<sup>3</sup>/s (data fra Tinfoss AS).



**Figur 14.** Endringen av Fulldøla fra normal minstevannføring 19. august (til venstre) til vannføring under skylleflom 20. august 2018 (til høyre). Eksempelene er hentet fra elvestrekningen nedenfor Hestøyan (øverst), elvestrekningen like ovenfor Makkhølen (midten) og Makkhølen (nederst). Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

### 4.3 Redokspotensial

Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet på bunnen av elva, og egnetheten dette for eksempel har som oppvekstområde for unge muslinger.



Redokspotensial ble målt på fem stasjoner i Fulldøla i august 2018 (stasjon R1–R5; **figur 15**). Resultatet fra de enkelte stasjonene er presentert i **tabell 6** og **figur 16** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). På **figur 16** er i tillegg minimum- og maksimumverdiene angitt. I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), og mer enn 30 % reduksjon er vurdert å være svært negativt.



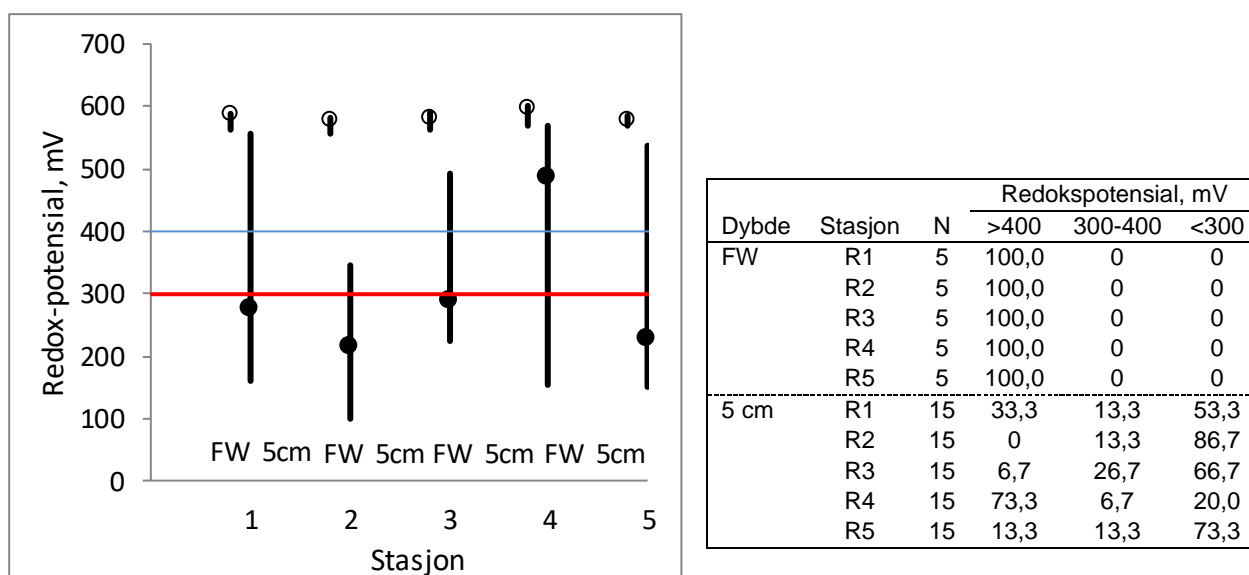
**Figur 15.** Måling av redokspotensiale i substratet. Illustrasjonsfoto fra et annet vassdrag: Bjørn Mejdell Larsen.

**Tabell 6.** Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Fulldøla 18.–19. august 2018. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser og på 5–7 cm dyp i substratet er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Stasjon	Kartreferanse	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
R1 Ovenfor vegbrua	32V NM 124132	FW	587	
		5	275	53,2
R2 Fulldølmoen	32V NM 122137	FW	577	
		5	213	63,1
R3 Makkhølen	32V NM 122139	FW	581	
		5	287	50,6
R4 Hestøyan	32V NM 119141	FW	597	
		5	485	18,8
R5 Storrhøl	32V NM 120146	FW	579	
		5	228	60,6

I Fulldøla var medianverdien av redoksmålingene på 5–7 cm dyp i substratet lavere enn 300 mV på fire av de fem stasjonene. Det er imidlertid viktig å presisere at målingene ble gjennomført 18.–19. august 2018 etter en periode på nesten sju uker med redusert minstevannføring (13. juni–29. juli) på grunn av en uvanlig tørr og varm sommer. Bare en av stasjonene (stasjon R4 ved Hestøyan) hadde høy gjennomsnittlig redokspotensial (>400 mV), men også her var det lommer med dårligere vannkvalitet og redoksverdier som var lavere enn 300 mV. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 19–63 % (**tabell 6**). Dette tilsvarte god vannkvalitet bare på én av stasjonene (stasjon R4). Vannkvaliteten var dårlig på alle de andre stasjonene, men det var likevel lommer i elveløpet på tre av dem som hadde tilfredsstillende redokspotensial (>400 mV). Resultatene fra 18.–19. august ga informasjon om de generelle habitatforholdene i Fulldøla, men skulle også tjene som referanse i forbindelse med en skylleflom som ble kjørt 20. august 2018.





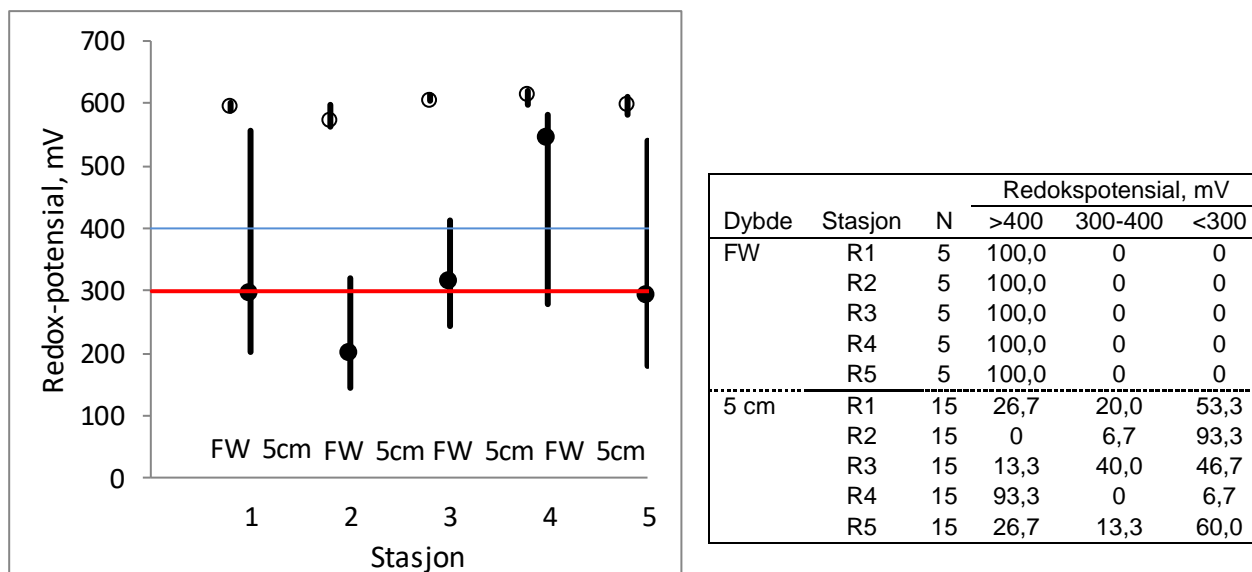
**Figur 16.** Redoksmålinger i Fulldøla 18.–19. august 2018. Median, minimum- og maksimumverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon. Tabelloversikten angir antall målinger som ligger til grunn, og andel av måleresultatene fordelt på redokspotensial >400, 300–400 og <300 mV.

Nye undersøkelser av redokspotensialet ble gjennomført 21. august for å se hvilken effekt skylleflommen som ble kjørt 20. august hadde hatt på habitatkvaliteten i Fulldøla. Resultatet fra de enkelte stasjonene er presentert i **tabell 7** og **figur 17** som median-verdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). På **figur 17** er i tillegg minimum- og maksimumverdiene angitt.

**Tabell 7.** Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Fulldøla 21. august 2018. Median-verdien for målinger i de frie vannmasser og på 5–7 cm dyp i substratet er gitt for hver enkelt stasjon. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Stasjon	Kartreferanse	Dybde (cm)	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
R1 Ovenfor vegbrua	32V NM 124132	FW	593	
		5	293	50,6
R2 Fulldølmoen	32V NM 122137	FW	571	
		5	198	65,3
R3 Makkhølen	32V NM 122139	FW	605	
		5	314	48,1
R4 Hestøyan	32V NM 119141	FW	613	
		5	544	11,3
R5 Storrhøl	32V NM 120146	FW	597	
		5	292	51,1

Medianverdien av redoksmålingene på 5–7 cm dyp i substratet var fortsatt lavere enn 300 mV på tre av de fem stasjonene etter skylleflommen. Stasjon R4 ved Hestøyan hadde fortsatt høy gjennomsnittlig redokspotensial (>400 mV), men også her var det fortsatt lommer med dårligere vannkvalitet og redoksverdier som var lavere enn 300 mV. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 11–65 % (**tabell 7**). Dette tilsvarte god vannkvalitet bare på én av stasjonene.



**Figur 17.** Redoksmålinger i Fulldøla 21. august 2018. Median, minimum- og maksimumverdi 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.

Det ble bare observert mindre endringer i redokspotensiale etter skylleflommen. Medianverdiene økte riktignok noe på fire av de fem stasjonene, men forskjellene var relativt små (**tabell 8**). Det var likevel en tendens til at det var en større positiv endring helt øverst i elva (stasjon R5) i forhold til midtre (Hestøyan stasjon R4) og nedre del. På stasjon R2 ble det også notert en svak forverring.

**Tabell 8.** Gjennomsnittlig redokspotensiale (oppgitt som medianverdi) og endringer i redokspotensiale oppgitt i millivolt (mV) og prosent (%) på fem stasjoner (stasjon R1–R5) i Fulldøla før og etter kjøring av skylleflom i august 2018.

Dybde	Stasjon	Redokspotensial, mV			%
		Før	Etter	Endring	
FW	R1	587	593	6	1,0
	R2	577	571	-6	-1,0
	R3	581	605	24	4,1
	R4	597	613	16	2,7
	R5	579	597	18	3,1
5 cm	R1	275	293	18	6,5
	R2	213	198	-15	-7,0
	R3	287	314	27	9,4
	R4	485	544	59	12,2
	R5	228	292	64	28,1

## 4.4 Fisk

Skille mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) er basert på lengdefordelingen. Det er beregnet tetthet av ungfisk på alle enkeltstasjoner som er undersøkt (oppgitt som antall individ pr. 100 m<sup>2</sup>). Beregnet tetthet basert på sum fangst for alle stasjonene samlet er angitt som

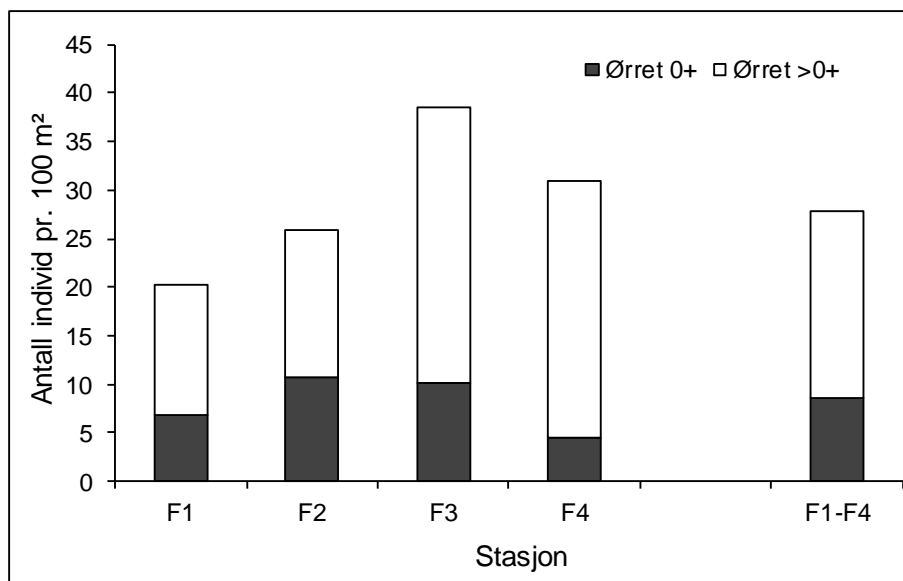
«tetthet 1». Til sammenligning er gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene angitt som «tetthet 2».

#### 4.4.1 Ungfisktetthet

Det ble funnet både ørretyngel (0+) og eldre ørretunger ( $\geq 1+$ ) på alle stasjonene i Fulldøla, men tettheten var ikke spesielt høy i noen del av vassdraget. Tettheten av ørretyngel varierte mellom 4,4 og 10,8 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (**tabell 9, figur 18**). Eldre ørretunger varierte i tetthet mellom 13,4 og 28,5 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger på F1–F4 samlet var henholdsvis 9 og 19 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (tetthet 1; **tabell 9**). Ørretyngelen var moderat stor (se nedenfor) og fangbarheten av all ørret var derfor normalt god.

**Tabell 9.** Antall ørret fanget ved elfiske og beregnet tetthet av ørret pr. 100 m<sup>2</sup> på fire stasjoner i Fulldøla 17. august 2018.

Stasjon	Areal, m <sup>2</sup>	Antall fisk		Tetthet N/100 m <sup>2</sup>	
		Ørret 0+	Ørret $\geq 1+$	Ørret 0+	Ørret $\geq 1+$
F1	195	13	23	6,9	13,4
F2	283	28	36	10,8	15,1
F3	238	21	36	7,7	28,5
F4	283	12	69	4,4	26,5
F1–F4 «tetthet 1»	999	74	164	8,5 $\pm$ 1,4	19,3 $\pm$ 2,4
F1–F4 «tetthet 2»				7,5 $\pm$ 2,6	20,9 $\pm$ 7,7



**Figur 18.** Tetthet av ørretunger i Fulldøla i midten av august 2018. Tettheten er angitt som antall individ pr. 100 m<sup>2</sup> elveareal på den enkelte stasjon.

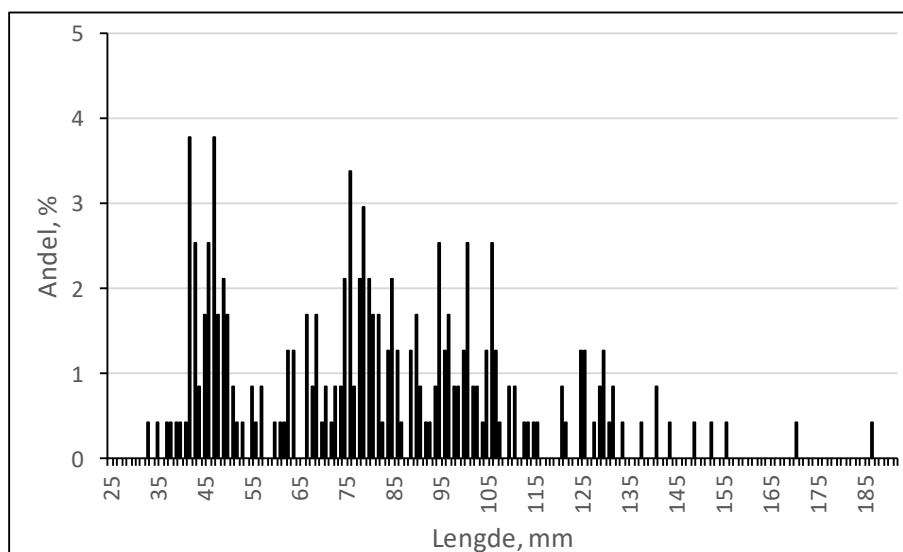
Det ble i tillegg fanget ørekyte på alle de fire stasjonene i Fulldøla. Estimert tetthet av ørekyte (alle størrelser) varierte mellom 9,6 og 33,9 individ pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon F1–F4 med en gjennomsnittlig tetthet på 21 individ pr. 100 m<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Lengdefordeling og vekst

Veksten til ørretungene var moderat god i Fulldøla. Ørretyngelen (0+) var mellom 33 og 64 mm lang i august 2018 (**figur 19**), med et gjennomsnitt på 48 mm (SD = 7; N = 74). De eldre ørretungene varierte i lengde fra 67 til 187 mm, men ingen av disse ble aldersbestemt. Utfra lengdefordelingen ble det likevel antatt at minst tre årsklasser var representert.

Ørretyngelen i øvre del av Fulldøla var større enn i resten av elva. Gjennomsnittslengden på stasjon F4 var 61 mm (SD = 4; N = 12), mens ørretyngelen på stasjon F1, F2 og F3 var henholdsvis 46 mm (SD = 5; N = 13), 43 mm (SD = 4; N = 28) og 49 mm (SD = 2; N = 21).

Ørekyte som ble fanget i Fulldøla var mellom 23 og 93 mm lang (N = 152). Et utvalg av disse ble lengdemålt og disse hadde et gjennomsnitt på 57 mm (SD = 25; N = 33) i august 2018.



**Figur 19.** Lengdefordeling av ørret i Fulldøla i midten av august 2018 (N = 238).

#### 4.4.3 Muslinglarver på gjellene

Forekomsten av muslinglarver på gjellene til ørret ble undersøkt i mai 2018 (2018-årsklassen av muslinger). På de ettårige ørretungene ble det funnet muslinglarver på to av de fem stasjonene som ble undersøkt i Fulldøla (**tabell 10**), begge i nedre del av elva. Det var muslinglarver på henholdsvis 33 og 43 % av de ettårige ørretungene på stasjon F1 og F2. Gjennomsnittlig antall larver på infekte ettårige ørretunger var lavt, bare henholdsvis 1 og 7 individ på de to stasjonene. Høyest antall på en enkelt ørretunge var 35 muslinglarver.

På to- og treårige ørretunger ble det funnet muslinglarver på tre av de fem stasjonene som ble undersøkt (**tabell 10**), alle i midtre og øvre del av elva. Det var muslinglarver på henholdsvis 30, 20 og 17 % av de to- og treårige ørretungene på stasjon F3, F4 og F5. Det var så mange som 158 muslinglarver på en av de tre infekte ørretungene på stasjon F3. På de to øverste stasjonene var det imidlertid bare én muslinglarve på én av ørretungene på hver av stasjonene. Gjennomsnittlig antall larver på infekte to- og treårige ørretunger var 33 individ.

Kort oppsummert betyr dette at det ble funnet muslinglarver på ørretunger i hele Fulldøla i 2018. Antallet var riktignok lavt, men gir en pekepinn om at det fortsatt finnes en liten bestand av elvemusling i hele Fulldøla med potensiale til mulig reetablering og spredning innad i hele vassdraget.

**Tabell 10.** Muslinglarver på ungfisk av ørret på stasjon F1–F5 i Fulldøla 12.–13. mai 2018. Infeksjonen av muslinglarver er presentert som prevalens (prosentandel av undersøkt fisk som er infektet), abundans (gjennomsnittlig antall larver på all fisk undersøkt) og intensitet (gjennomsnittlig antall larver på infektet fisk). N = totalt antall fisk samlet inn; Maks = maksimum antall muslinglarver på enkeltfisk; SD = standardavvik.

Stasjon	Alder	N	Prevalens (%)	Abundans Gjsnitt ± SD	Intensitet Gjsnitt ± SD	Maks
F1	1+	12	33,3	0,4 ± 0,7	1,3 ± 0,5	2
F2	1+	14	42,9	2,9 ± 9,3	6,8 ± 13,8	35
F3	1+	4	0	0	0	0
F4	1+	12	0	0	0	0
F5	1+	14	0	0	0	0
F1–F5	1+	56	17,9	0,8 ± 4,7	4,6 ± 10,7	35
F1	≥2+	1	0	0	0	0
F2	≥2+	0	-	-	-	-
F3	≥2+	10	30,0	16,1 ± 49,9	53,7 ± 90,4	158
F4	≥2+	5	20,0	0,2 ± 0,5	1	1
F5	≥2+	6	16,7	0,2 ± 0,4	1	1
F1–F5	≥2+	22	22,7	7,4 ± 33,6	32,6 ± 70,1	158

## 4.5 Elvemusling

### 4.5.1 Forekomst og utbredelse

Det ble bare funnet levende elvemusling begrenset til en 250–300 meter lang strekning fra Makkhølen og nedover i 2018. Dette er den samme strekningen der det også tidligere er påvist elvemusling (f.eks. Heggenes & Lande 1998, Roer 2005, Gregersen 2011, Sandaas & Enerud 2014).

Men da det ble funnet muslinglarver på ørretunger i hele Fulldøla i 2018, må utbredelsen være større enn det som tidligere er beskrevet. Det er flere vandringshindre for ørret ovenfor Makkhølen som betyr at ørretungene ikke kan ha blitt infektet i nedre deler av elva for så å vandre opp til øvre deler. Muslinglarvene som ble funnet på ørretungene må stamme fra muslinger som faktisk befinner seg i øvre del uten at dette er påvist enda.

Det er derfor antatt at elvemusling kan påtreffes spredt og i lite antall på hele den tre kilometer lange strekningen fra utløpet av Follsja til samløpet med Tinnåa. Det ble da også tilbake på 1990-tallet observert muslinger flere steder på de to nederste kilometerne av elva, for eksempel ved Hestøyan (Gregersen 2011) og på strekningen både ovenfor og nedenfor vegbrua (T. I. Dubowski pers. medd. 2018).

### 4.5.2 Antall/tetthet

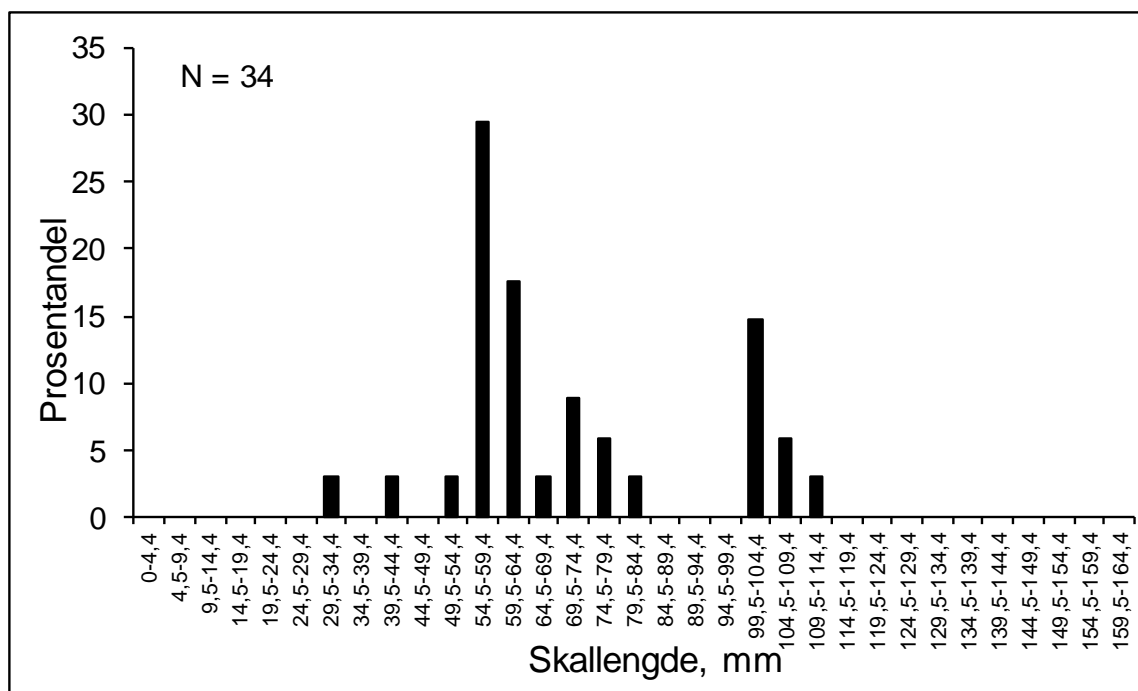
I mai 2018 ble det gjennomført søk med vannkikkert fra vegbrua til Makkhølen. På grunn av høy vannføring i Tinnåa var vannstanden i Fulldøla ovenfor samløpet høyere enn normalt, og det var ikke mulig å vade elveløpet nedenfor vegbrua. På den 850 m lange strekningen som ble undersøkt ble det talt opp 40 levende elvemusling. Disse ble alle funnet innenfor et begrenset område tilsvarende 75 m av elvestrekningen (tilnærmet stasjon ML3).

Strekningen der muslingene ble funnet i mai ble undersøkt på nytt igjen i august 2018. Da ble det også notert 40 individer, men enkelte individer som ble notert i mai ble ikke kontrollert eller gjenfunnet i august. Dette innebærer at noen flere unge muslinger ble funnet i stedet. I tillegg ble det påvist to elvemusling like nedenfor Makkhølen som ikke ble observert i mai 2018. Totalt antall musling i Fulldøla lå dermed tett opptil 50 individ i 2018.



### 4.5.3 Lengdefordeling

Med unntak av seks muslinger ble alle synlige individer tatt opp og lengdemålt på stasjon ML3 i mai 2018. I august ble det i tillegg lagt ut en «gravestasjon» (areal 5,5 m<sup>2</sup>) i det samme området. Hovedvekten av muslingene var mellom 55 og 65 mm lange (**figur 20**), og gjennomsnittslengden var 71 mm (SD = 21, N = 34). Minste og største musling var henholdsvis 34 og 112 mm lang. Det ble funnet to individ som var mindre enn 50 mm (5,9 % av antall muslinger). Det var to lengdegrupper av elvemusling – en gruppe eldre muslinger som alle var større enn 100 mm og en gruppe muslinger med skallengde mindre enn 81 mm som alle var et resultat av nyrekruttering.



**Figur 20.** Lengdefordeling av levende elvemusling i Fulldøla (stasjon ML3) i mai 2018.

Det ble ikke funnet tomme skall eller skallrester i noen del av Fulldøla i 2018.

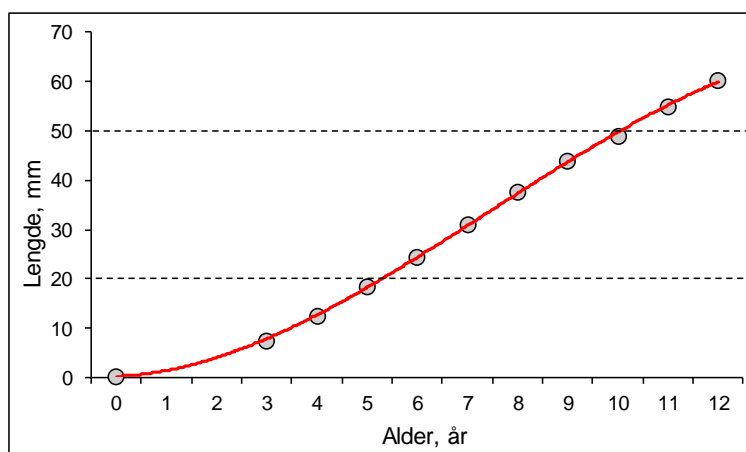
Innenfor arealet for gravestasjonen (5,5 m<sup>2</sup>) ble det funnet sju levende muslinger med skallengde fra 59 til 112 mm. Ved graving kom det fram ytterligere tre individer mellom 49 og 72 mm lange. Det var vanskelig å bedømme om disse individene var helt nedgravd eller ikke. På grunn av mye løst slam og mudder som dekket substratet kan muslingene, hvis de hadde lukket seg, ha «for-svunnet» og blitt oversett. Dermed ble de først påvist når arealet ble gravd ut. Enkelte individer, som er helt eller delvis begravet i mudder kan derfor være vanskelige å påvise ved direkte observasjon med vannkikkert (**figur 21**).

### 4.5.4 Alderssammensetning og vekst

Det er ikke foretatt noen fullstendig aldersbestemmelse av levende elvemusling fra Fulldøla i denne undersøkelsen. Men noen av de minste muslingene som ble funnet i 2018 ble undersøkt i felt, og dette ga grunnlag for å sette opp en vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos elvemusling opp til 12-årsalder (**figur 22**).



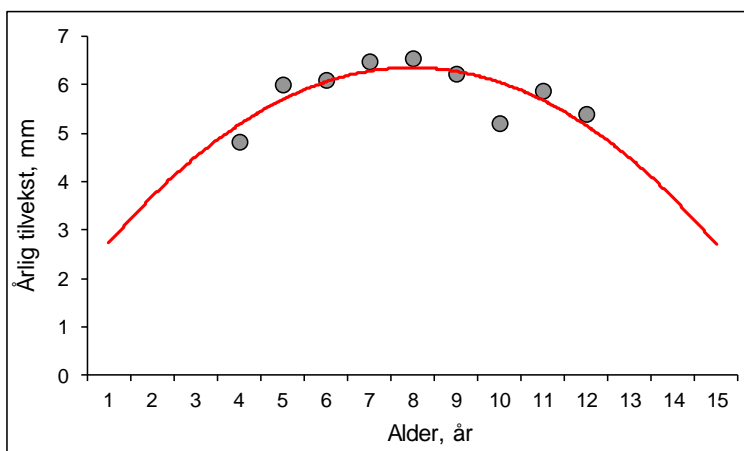
**Figur 21:** Slam og mudder dekket nesten de små muslingene. Når muslingene ble forstyrret lukket de seg og ble enda vanskeligere å få øye på. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Figur 22.** Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Fulldøla fram til 12-årsalder.

Den innerste delen av skallet ved umbo blir tidlig erodert hos elvemusling slik at de første vintersonene som dannes ikke kan gjenfinnes i skallet. Dette gjør det vanskelig å vite nøyaktig hvor mange vintersoner som skal legges til det antall som blir observert. Den minste muslingen som ble funnet i Fulldøla i 2018 var 34 mm, og alderen til denne ble antatt å være sju år (2011–årsklassen). Gjennomsnittslengden for fem og 10 år gamle muslinger var henholdsvis 19 og 49 mm (**figur 22**). Legger vi dette til grunn, var det ingen muslinger som var fem år eller yngre, men to muslinger (5,8 %) var mindre enn 49 mm eller yngre enn 10 år i 2018. Muslinger som var 55–65 mm dominerte i lengdefordelingen. Dette tilsvarte muslinger som var 11–13 år i 2018. Disse har sluppet seg av ørretungenes gjeller i 2005, 2006 eller 2007. Gruppen med unge muslinger (skallengde 34–81 mm) var alle yngre enn 17(18)–19 år (basert på vekstkurven og en antatt årlig tilvekst på 3–4 mm fra 12-årsalder, men gradvis avtagende med økende alder). Det kan bety at det har vært en liten, men årviss nyrekruttering til bestanden i Fulldøla fra omkring år 2000 og i det minste fram til 2011.

Muslingene i Fulldøla hadde en normalt god tilvekst. Fra 4- til 12-årsalder var den årlige tilveksten 5–7 mm (**figur 23**). Tilveksten var tilsynelatende størst da muslingene var 5–9 år gamle, og avtok etter hvert som muslingene ble eldre.



**Figur 23.** Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig årringsdiameter hos aldersbestemte elvemusling i Fulldøla fram til 12-årsalder.

#### 4.5.5 Reproduksjon

Muslingene i Fulldøla reproduserte normalt siden det ble funnet muslinglarver på gjellene til ørret. Det ble i tillegg undersøkt for mulig graviditet 16. august 2018 i forbindelse med graving og kartlegging på stasjon ML3. Da bestanden i Fulldøla er svært liten, ble bare ti individer undersøkt, fordelt på fem unge og fem gamle individer (**tabell 11**). Det ble bare funnet to gravide muslinger (66 og 72 mm lange), tilsvarende en graviditetsfrekvens på 20 %.

**Tabell 11.** Undersøkelser av graviditeten hos elvemusling på stasjon ML3 i Fulldøla 16. august 2018. Gjennomsnittslengde (L) av de undersøkte muslingene er oppgitt med standardavvik (SD); N = antall elvemusling som ble undersøkt.

«Alder»	N	L (± SD), mm	Minste, mm	Største, mm	Graviditet %
Ung	5	65,6 ± 5,7	59,3	71,5	40,0
Gammel	5	104,9 ± 5,3	100,6	112,4	0
Alle	10	85,2 ± 21,4			20,0

## 5 Oppsummering og diskusjon

Forekomsten av elvemusling i Fulldøla har bare vært kjent siden midten av 1990-tallet (Samlet plan 1996). Bestanden var imidlertid liten allerede den gangen, og kartlegginger utover på 2000-tallet viste at bestanden hadde avtatt ytterligere (Heggenes & Lande 1998, Roer 2005, Gustavsen 2010, Gregersen 2011, Sandaas & Enerud 2014; 2016). Bare eldre muslinger ble påvist (102–109 mm lange) og Gregersen (2011) fant relativt mange tomme skall. Det er flere faktorer som har vært med på den uheldige bestandsutviklingen i Fulldøla. De primære årsakene har med stor sannsynlighet vært en kombinasjon av dårlig vannkvalitet (surt og kalkfattig vann med pH <6,0 fram til 1990-tallet) og periodevis manglende vannføring i Fulldøla (regulering av Follsja til tømmerfløtningsformål). Men også selve fløtningsvirksomheten har nok forårsaket skade på muslinger og elvebunn når tømmeret ved høy vannføring ble fløtet ut av vassdraget.

I 2018 ble det funnet flere levende elvemusling i Fulldøla enn tidligere, men fortsatt begrenset til en 250–300 meter lang strekning fra Makkhølen og nedover. I tillegg ble det imidlertid funnet muslinglarver på ørretunger i alle deler av Fulldøla. Da det er flere vandringshindre for ørret ovenfor Makkhølen betyr det at ørretungene ikke kan ha blitt infisert i nedre deler av elva for så å vandre opp til øvre deler. Muslinglarvene som ble funnet på ørretungene må stamme fra muslinger som faktisk befinner seg i øvre del uten at dette er påvist ennå.

I 2018 ble det talt opp 40 muslinger både i mai og i august, men enkelte eldre individer som ble notert i mai ble ikke kontrollert eller gjenfunnet i august. Dette innebærer at noen flere unge muslinger ble funnet i august i stedet. I tillegg kommer dessuten to individer som ble funnet like nedenfor Makkhølen. Totalt antall musling i Fulldøla lå dermed tett opptil 50 individ i 2018. Dette var en positiv utvikling for en bestand som tidligere var beskrevet som nær utdødd.

Det var to lengdegrupper av elvemusling i Fulldøla i 2018 – en gruppe eldre muslinger som alle var større enn 100 mm og en gruppe muslinger med skallengde mindre enn 81 mm som alle var et resultat av nyrekruttering. Det ble ikke funnet tomme skall eller skallrester i noen del av Fulldøla.

Den minste muslingen som ble funnet i Fulldøla i 2018 var 34 mm, og alderen til denne ble antatt å være sju år (2011-årsklassen). Bare to muslinger var yngre enn 10 år. Det var flest muslinger i lengdegruppene 55–65 mm som tilsvarte muslinger som var 11–13 år gamle. Disse har sluppet seg av ørretungenes gjeller i 2005, 2006 eller 2007. Gruppen med unge muslinger (skallengde 34–81 mm) var alle yngre enn 17(18)–19 år. Det kan bety at det har vært en liten, men årviss nyrekruttering til bestanden i Fulldøla fra omkring år 2000 og i det minste fram til 2011.

En elvemusling lever normalt nedgravd i substratet i de første 5–8 leveårene (Larsen 2018a). De små muslingene (opptil 40 mm lange) har byssustråder som de anvender for å feste seg til underlaget med. For å finne de yngste årsklassene er det derfor nødvendig å grave i substratet. Det ble gravd i grusen på ett område i 2018 uten at det ble påvist de aller minste muslingene. Dette kommer nok hovedsakelig av at arealet som ble undersøkt var relativt lite og at tettheten av musling var veldig lav. Det gjør at muligheten for å finne muslinger mindre enn 35–40 mm ble relativt liten.

Vi kan ikke i denne undersøkelsen si noe om hvilken effekt byggingen og driften av Follsja kraftverk har hatt på rekrutteringen til elvemusling. Svaret på det får vi ikke før de små muslingene eventuelt er blitt så store at de blir synlige ved direkte observasjon på elvebunnen. Muslinger som slapp seg av fra ørretungene i 2015 vil sannsynligvis ikke bli observert før tidligst i 2022, eller når de har blitt nærmere 35 mm lange. Tilsvarende vil vi måtte vente til 2025 før 2018-årsklassen kommer opp i den størrelsen.

Det var bare et titalls eldre muslinger i Fulldøla i 2018, men disse har vært stammuslinger for den nyrekrutteringen som skjedde på begynnelsen av 2000-tallet. En elvemusling blir normalt kjønnsmoden når den er 12–13 år gammel (Young & Williams 1984), men alderen vil variere avhengig av vekstforholdene i vassdragene (jf. Larsen 2017). I Figgjo og Ognå på Jæren er det funnet

kjønnsmodne individ fra en lengde på henholdsvis 57 mm (10 år gammel; B.M. Larsen upublisert materiale) og 63–66 mm (sannsynligvis 10–11 år gamle; Larsen 2018b). Det betyr at mange av de unge muslingene som ble funnet i Fulldøla i 2018 har kommet opp i reproduktiv alder, og to (av fem) individer som ble undersøkt var da også gravide i august 2018. Det betyr at antall muslinglarver som produseres har økt i de siste årene, noe som samtidig har økt potensialet for at ørretungene i elva blir infestert med muslinglarver.

I vannforskriften inngår elvemusling som en terskelindikator (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Om vi fastsetter økologisk tilstand for Fulldøla basert på elvemusling får vi **moderat** tilstand (**tabell 12**, jf. **vedlegg 1**). Det viktigste er å skille mellom en tilstand der miljømålene er tilfredsstillt (svært god eller god økologisk tilstand) og en tilstand der tiltak er nødvendig for å nå miljømålene (moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand) (Larsen 2017). En vellykket rekruttering og forekomst av små muslinger i de fleste årsklasser er generelt det synlige beviset på en velfungerende bestand og god økologisk tilstand. For å oppnå god eller svært god tilstand må det forekomme muslinger mindre enn 20 mm (nyrekruttering). I Fulldøla var det generelt svært få individ og bare to av dem var mindre enn 50 mm (ingen mindre enn 20 mm ble funnet). Noe graving i substratet må inngå i undersøkelsene for å kunne fastsette økologisk tilstand basert på elvemusling som terskelindikator (jf. Larsen 2017).

**Tabell 12.** Fastsettelse av økologisk tilstand for elver basert på elvemusling som terskelindikator. Omarbeidet fra Larsen (2017) og Direktoratgruppen vanndirektivet (2018).

Klasse	Tilstand miljømål	Definisjon
Referanse-verdi		Ikke definert
Svært god	Miljømål tilfredsstillt	Mer enn 10-15 % <50 mm og noen av disse <20 mm; livskraftig
God		Noen <50 mm og <20 mm skal også forekomme, livskraftig?
Moderat	Tiltak nødvendig for å nå miljømål	Noen <50 mm (ingen <20 mm) eller alle >50 mm; ikke livskraftig
Dårlig		Alle >50 mm og/eller bestanden merkbart redusert (alle lengdegrupper) i løpet av de siste 10 årene <sup>1</sup> ; utdøende
Svært dårlig		Ikke definert <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Økologisk status behøver imidlertid ikke være dårlig selv om det observeres en merkbar reduksjon i populasjonsstørrelse da antall muslinger naturlig kan avta raskt i en aldrende bestand på grunn av naturlig dødelighet (høy alder)

<sup>2</sup> En bestand av voksne (og unge) muslinger kan dø ut som et direkte resultat av svært dårlig økologisk status. Mer sannsynlig er det imidlertid at bestander reduseres og forsvinner på grunn av manglende rekruttering som inntraff for mange år siden, i en periode med moderat eller dårlig økologisk status. Det vi opplever i dag er bare sluttfasen som et resultat av dette, i.e. bestanden forsvinner fordi de siste muslingene dør naturlig av alderdom

Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) foreslo en modell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Modellen er senere modifisert noe av Larsen & Hartvigsen (1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 20 mm og andel muslinger mindre enn 50 mm), og det gis 0–6 poeng innenfor hvert kriterium. Samlet poengsum plasserer muslingpopulasjonen innenfor en av tre klasser: Klasse I – truet; liten levedyktighet, sårbar for ytterligere reduksjon og kan kreve omfattende tiltak (1–7 poeng), klasse II – sårbar; sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres (8–17 poeng) og klasse III – levedyktig; høy levedyktighet og meget høy verneverdi (18–36 poeng).



Bestanden i Fulldøla oppnådde 8(9) av 36 poeng i denne verdivurderingen i 2018 (**vedlegg 1**). Dette var en økning i forhold til 2011 (Gregersen 2011) da Fulldøla bare oppnådde 3 poeng. Årsaken til dette ligger i nyrekruttering og forekomst av muslinger mindre enn 50 mm som ble påvist i 2018. Men bestanden er fortsatt svært liten, og bestanden er svært sårbar for endringer i vannkvalitet.

Fulldøla karakteriseres som kalkfattig og klar i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder for miljøtilstand i vann (elvetype R105; Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). Fulldøla blir ikke brukt som resipient, da det ikke finnes bebyggelse eller andre forurensende aktiviteter langs elveløpet. Verdiene av mengde total fosfor (Tot-P) var lavere i Follsja/Fulldøla enn referanseverdien for elvetyper, noe som betyr svært god tilstand med hensyn til Tot-P. Verdiene av mengde total nitrogen (Tot-N) derimot var alle høyere enn referanseverdien, men varierte mellom svært god og moderat tilstand. I sum betyr det at Follsja i liten grad er påvirket av eutrofiering. Det er funnet at muslingbestander med god status skilte seg fra svake bestander når konsentrasjonen av totalfosfor var mindre enn 15 µg/l (gjennomsnittsverdien for livskraftige bestander var ca. 5 µg/l; Degerman et al. 2009). Dette er oppfylt i Fulldøla og tendensen er at fosforinnholdet også har gått noe ned mellom 1970- og 1990-tallet.

Vassdraget har imidlertid i lang tid vært negativt påvirket av sur nedbør og lave pH-verdier i nedbørfeltet. Vannkvaliteten har bedret seg noe over tid, og fra slutten av 1990-tallet har pH i Fulldøla ligget mellom 6,1 og 6,5 ifølge de få prøvene som finnes.

De fleste arter av snegler og småmuslinger er mer forsuringfølsomme enn fisk, og forsvinner når pH blir lavere enn 6,0 (Økland & Økland 1986). Hos elvemusling kan voksne muslinger i noen tilfeller overleve ved pH ned mot 5,0 (Henrikson 1996), men forsuring skaper ubalanse i kalsiumopptaket slik at muslingen etter hvert tærer på skallet. Dette gir størst negative effekter hos unge muslinger da tilveksten er størst i de første leveårene (Heming et al. 1988). I Sverige er vannkvaliteten analysert i elver med og uten elvemusling (E. Petersson et al. upublisert materiale, referert hos Henrikson & Söderberg 2018). Sannsynligheten for å påtreffe elvemusling var størst i elver med pH  $\geq 6,2$  og vannfarge mindre enn 125 mg Pt/l. Elver med livskraftige populasjoner derimot hadde enda høyere pH-verdi (rundt 6,7) og fargetall mindre enn 75 mg Pt/l. I Follsja og Fulldøla er fargetallet lavere enn 25 mg Pt/l. Vannkvaliteten i Fulldøla uttrykt ved farge synes å være god nok, men tiltak i form av kalking kan være nødvendig for å sikre en høyere og mer stabil pH for at elvemusling skal kunne reproducere normalt.

Elvemusling unngår så langt det er mulig lokaliteter i vassdrag med vedvarende høyt partikkelinnhold. Om vannet i perioder tilslammes og får uvanlig høy turbiditet (for eksempel under en skylleflom), kan muslingene verne seg mot det ved å trekke seg sammen og lukke skallet. I en svensk undersøkelse var turbiditeten i elver med muslingbestander med god status (med rekruttering) mindre enn 1 FNU (0,5–1,0 FNU) (Söderberg et al. 2008). I Follsja og Fulldøla er turbiditeten under normale forhold mindre enn 0,5 FNU, og innenfor det som antas å være god vannkvalitet.

Habitatkvaliteten for unge muslinger var likevel ikke tilfredsstillende i Fulldøla. Redoksmålinger har vist at medianverdien på 5–7 cm dyp i substratet var lavere enn 300 mV på fire av de fem stasjonene som ble undersøkt i august 2018 (før kjøring av skylleflom). Vanlig elvevann eller innsjøvann med tilnærmet oksygenmetning har gjerne redoksverdier ( $E_H$ ) på 500–600 mV. Alle-rede i området 300–400 mV er oksygenkonsentrasjonen lav samtidig som det er konsentrasjoner av oksiderbart jern og/eller mangan til stede. Anaerobe forhold i vann opptrer allerede når  $E_H$  er  $< 300$  mV. Reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substratet er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), og mer enn 30 % reduksjon er vurdert som alvorlig.

I Fulldøla framsto habitatkvaliteten som dårligere enn forventet. Det ble funnet unge muslinger som hadde vokst opp i elva etter år 2000, men reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var så vidt under 20 % bare på én av stasjonene. De resterende stasjonene hadde reduksjon i redoksverdi på 51–63 % (**figur 24**). Dette tilsvarer dårlig vannkvalitet. Dårligst habitatkvalitet var det på stasjon R3 i området der de fleste muslingene ble funnet. Det var derfor et misforhold mellom observert rekruttering og resultatet av redoksmålingene. Dette kan tyde på at habitatkvaliteten har blitt dårligere i løpet av de siste årene enn det den var på begynnelsen av 2000-tallet. Det skal imidlertid tilføyes at sommeren 2018 var utenom det vanlige. På grunn av en lang periode med lite eller ikke noe nedbør måtte vannføringen reduseres i en periode på nærmere sju uker, og var nede i 90 l/s i seks av disse ukene. Dette kan ha hatt betydning for at habitatkvaliteten (redoksverdier) ble vurdert som dårligere enn forventet i august på grunn av økt begroing og nedslamming.



**Figur 24:** Redoksmåling på stasjon R3 i et område nedenfor Makkhølen der det ble funnet to muslinger i august 2018 (én av dem er markert på bildet). Jordslammet som dekker bunnen forårsaker dårlig vanngjennomstrømning i substratet og oksygensvinn. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Etter kjøring av skylleflom ble forholdene litt bedre, men fortsatt var det bare én av stasjonene som hadde  $E_H > 400$  mV (stasjon R4), men også her var det fortsatt lommer med dårligere vannkvalitet og redoksverdier som var lavere enn 300 mV. Medianverdien av redoksmålingene på 5–7 cm dyp i substratet var lavere enn 300 mV på tre av de fem stasjonene etter skylleflommen. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var god (11%) på én av stasjonene. De resterende hadde fortsatt en reduksjon i redoksverdi på 48–65 % som tilsvarte dårlig vannkvalitet.

Forekomsten av unge muslinger og nyrekrutteringen i Fulldøla er sannsynligvis forårsaket av en endring i vannkvalitet og vannføring i løpet av 1990-tallet. Aldersbestemmelse av de unge muslingene har vist at det har vært en liten, men årviss nyrekruttering til bestanden av elvemusling fra omkring år 2000 og i det minste fram til 2011. Muslinger yngre enn sju år er ikke funnet, men de kan forekomme nedgravd i substratet. Dette vet vi foreløpig ikke noe om. I dag framstår ikke området der muslingene befinner seg som godt egnet, og ifølge redoksmålingene er det oksygenmangel i substratet. Hvorvidt forholdene har forverret seg i løpet av de siste årene kan vi ikke si noe om basert på det vi vet i dag.

Muslingene stiller ulike krav til leveområdet i ulike faser av livet. Forandringer i habitat og vannkvalitet kan derfor føre til 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. 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 lav. Det er derfor viktig at utviklingen overvåkes videre med en ny kartlegging av musling (antall og lengdefordeling) og nye redoksmålinger.

Fulldøla har flere fosser og bratte stryk som hindrer eller hemmer fiskevandringen i vassdraget. Bestandene av elvemusling og ørret er derfor naturlig fragmentert. Dagens bestand av elvemusling er delt opp i minst tre mer eller mindre atskilte «delbestander» på strekningen mellom Tinnåa og Follsja. Eneste mulighet for utveksling av genetisk materiale er ved nedstrøms drift av muslinglarver i de frie vannmasser eller at ørretunger med muslinglarver på gjellene kan forflytte seg nedover i vassdraget. At voksne muslinger skulle bevege seg innad i vassdraget er mindre sannsynlig.

Habitatet for ørret ble gjennomgående vurdert som «egnet» (moderate gytemuligheter og noe skjul til stede) på elfiskestasjonene som ble undersøkt i Fulldøla. For at økologisk tilstand skal bedømmes som god eller bedre med hensyn til ørret må tettheten i Fulldøla være større enn 40 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i henhold til vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratgruppen vanndirektivet 2018) (**tabell 13**).

**Tabell 13.** Klassegrenser for økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet med laksefisk. Verdiene (antall ungfisk per 100 m<sup>2</sup>) etter «habitat ikke beskrevet» gjelder der habitatdata ikke er registrert. Habitatklasse 1 er «lite egnet», habitatklasse 2 er «egnet», habitatklasse 3 er «vel-egnet». Nærvær av flere aldersgrupper (både 0+ og ≥1+ og voksenfisk) støtter en konklusjon om at bestanden er i god eller svært god tilstand. Fravær av en årsklasse man forventer å finne medfører nedklassifisering ett trinn dersom vurderingen ellers tilsier at dette skyldes menneskeskapte påvirkninger. Der forventede tettheter er svært lave bør verdiene bare brukes til å skille mellom god og moderat. Utdrag fra tabell 6.15 i vannforskriftens klassifiseringsveileder (Direktoratgruppen vanddirektivet 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

Gjennomsnittlig tetthet av ørretungel (alder 0+) og eldre ørretunger (alder ≥1+) var henholdsvis 9 og 19 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i Fulldøla i august 2018, og ørretbestanden i vassdraget som helhet klassifiseres etter dette som **moderat** (**tabell 14**). Tilstanden varierte lite innad i vassdraget, og økologisk tilstand på de fire stasjonene lå mellom dårlig og moderat. Vi skal imidlertid være litt forsiktige når vi tolker resultatet, da klassifiseringen bare er basert på elfiske i ett år.

**Tabell 14.** Klassifisering av ørretbestanden i Fulldøla (stasjon F1-F4) basert på habitatklasse 2 («egnet» habitat) ved elfiske gjennomført i august 2018.

Stasjon	Tetthet N/100 m <sup>2</sup>		Sum
	Ørret 0+	Ørret ≥1+	
F1	6,9	13,4	20,3
F2	10,8	15,1	25,9
F3	7,7	28,5	36,2
F4	4,4	26,5	30,9
F1-F4	8,5 ± 1,4	19,3 ± 2,4	27,8



I tillegg til ørret ble det funnet ørekyte på alle stasjonene i moderat tetthet (gjennomsnittlig tetthet på 21 individ pr. 100 m<sup>2</sup>). Det var opprinnelig ikke ørekyte i Telemark (Hesthagen & Sandlund 1997). I løpet av 1970- og 1980-tallet skjedde det imidlertid en dramatisk spredning til mange innsjøer, og den er nå utbredt over et stort geografisk område. I Notodden er det ørekyte i de store innsjøene Tinnsjø, Follsjø og Heddalsvatnet. Undersøkelser tyder på at ørekyte kan være en sterk konkurrent til ørret der den forekommer i tette bestander. Ørekyte konkurrerer om plass og næring, og har nok betydning for at tettheten av ørret ikke er høyere i Fulldøla.

Det finnes ingen direkte referanser til elfiskeresultatet fra 2018 da dette er første gang det er gjennomført kvantitative elfiskeundersøkelser i Fulldøla. Gregeresen (2011) registrerte fisk under snorkling i vassdraget og det ble gjennomgående notert «mye» ørret, både årsyngel (0+), ettårig ungfisk (1+) og eldre individer. I Samlet plan (1996) ble den stedegne ørretbestanden i elvas øvre deler beskrevet som svært beskjeden. Fosser og stryk som fungerte som vandringshindre ga lav tetthet og lav vekst. Ørret som ble funnet i den nederste delen av Fulldøla ble antatt å tilhøre en tett ørretbestand i Tinnåa/Kloumannsjøen. Ved et elfiske i Fulldøla mellom Makkhølen og Hestøyan i august 2003 ble det registrert et begrenset antall ørretunger samt ørekyte (Roer 2005). Ved et nytt elfiske i 2010 ble det bare fanget to ørretunger, men en god del ørekyte (Gustavsen 2010).

Ørret er eneste vertsfisk for elvemuslingens larver i Fulldøla («ørretmusling»). Moderat høy tetthet av riktig vertsart er derfor viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde populasjonen av elvemusling. Söderberg et al. (2008) og Degerman et al. (2013) fant at i muslingpopulasjoner med god status var tettheten av ørretyngel (0+) større enn 5 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (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 m<sup>2</sup> i mai/juni når muslinglarvene slipper seg av for at tettheten av elvemusling skal opprettholdes.

Basert på det som er sagt ovenfor skal ikke mangel på vertsfisk være begrensende for en vellykket rekruttering hos elvemusling i Fulldøla. Dessverre var antall ørret på den strekningen av elva der de fleste muslingene sto, vesentlig lavere enn i resten av vassdraget (B.M.Larsen pers. obs.). Dette er det vanskelig å gjøre noe med (f.eks. ved habitatforbedringer). Det er heller ikke mulig for ørret å vandre opp til muslinglokaliteten nedenfra. Det er dessuten begrenset med gyte- og oppvekstområder for ørret like ovenfor muslinglokaliteten, og følgelig blir tilførselen av nedvandrende ørret liten. Som et tiltak for å øke rekrutteringen hos elvemusling på muslinglokaliteten kan det være aktuelt å flytte 25–50 ørretunger fra andre steder i elva og sette ut på strekningen. Gjøres dette i løpet av juli/august kan det bidra til at flere ørretunger blir infestert med muslinglarver på gjellene. Skal dette ha en funksjon forutsetter det imidlertid at muslingen vil overleve i substratet etter at de har sluppet seg av fisken. I dag er det tvil om habitatkvaliteten i dette området er god nok til det.

For å bygge opp igjen elvemuslingbestanden i Fulldøla kan også kultivering og utsetting av anleggsproduserte småmuslinger være et egnet tiltak. Dette vil kunne hjelpe muslingen over den første kritiske fasen, som den første tiden nedgravd i substrat av dårlig kvalitet innebærer. Mange land i Europa (Tsjeckia, 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 gjenskape gode nok leve- og oppvekstområder for muslingene slik at bestanden gjenoppretter en naturlig rekruttering.

Kultiveringsanlegget for elvemusling i Norge ble etablert i 2011 av Universitetet i Bergen på Austevoll utenfor Bergen. Kultiveringen er basert på innsamling av stammuslinger som overføres til

anlegget der de holdes for infeksjon av fisk (for tiden en laksestamme og tre ørretstammer) direkte i kultiveringsanlegget (Jakobsen et al. 2017). Det er anbefalt å holde (som et minimum) mellom 20 og 50 muslinger fra hver populasjon for å sikre at både hunner og hanner er representert i avlsbestanden (Jakobsen et al. 2015). Det er alltid en viss risiko ved det å flytte muslinger fra elva til anlegget, men det gir samtidig muligheten til å produsere et stort antall muslinger som etter to-tre år i anlegget kan tilbakeføres og settes ut i Fulldøla. Det er naturlig å velge ulike utsettingsområder både nedenfor og ovenfor dagens utbredelsesområde. Redoksmålingene har bl.a. vist at Hestøyan kan fungere som oppvekstområde og det er også områder (lommer) på de andre stasjonene med god nok habitatkvalitet.

Vannet i Fulldøla har i har i flere hundre år blitt benyttet for å drifte kverner og sagbruk, men av større betydning har bruken av vassdraget til tømmerfløtning vært. Fulldøla er nevnt i gamle dokumenter som fløtningselv på 1700-tallet, men hadde nok vært i bruk allerede fra 1600-tallet. Det ble i årenes løp utført en rekke elveutbedringer for å lette fløtningsarbeidet (fløtningsdammer, skjermmer, lenser og lignende). Oppdemmingen av Follsjå og slipp av vann under fløtningsperioden medførte store variasjoner i vannføring i løpet av året. Reguleringsretten knyttet til fløtningen gjaldt fra «snøsmeltingen inntreder» og ut fløtningsperioden, eller til og med juli måned. I andre halvdel av 1900-tallet må vi anta at periodevis stenging av avløpet fra Follsjå skapte store utfordringer for fisk og elvemusling i vassdraget. Hvor mye vann som ble tilført Fulldøla er framstilt litt forskjellig. Årlifoss og Grønvollfoss Krinslag skriver i sin høringsuttalelse av 9. november 2009 til søknaden om tillatelse til regulering av Follsjå og bygging av Follsjå kraftverk: «Det må [og] sies at Fulldøla ikke har vært tørrlagt siste to manns minner, 50–60 år. På befaringen .... gikk det ca. 700 l/s i Fulldøla, og da var vannstanden i Follsjøen meget lav. .... 700 l/s er da kun lekkasjer i dagens dammer. Ser vi på bilder fra 50–60 år tilbake er lekkasjene i Storedammen de samme som i dag, det vil si at vannføringen umulig kan ha vært veldig mye mindre enn dagens vannføring». I søkers kommentarer til høringsuttalelsene av 25. februar 2010 står det: «I den grad muslingen fortsatt finnes har den overlevd 100 år med tømmerfløtning, mølle og skogbruksvirksomhet. Dette sammen med tørt vassdrag sommer som vinter, som følge av tømmerdrifter, fløtning, vannuttak for brukseierforeningen og sur nedbør.»

Tidligere vannføringsmønster er derfor noe uklart, men fra 1990 ble avløpet fra Follsjå holdt åpent hele året ved at det ble skåret hull i fire av lukene i Storedam, og ved høy vannstand i Follsjå ble lukene åpnet ytterligere for å unngå oversvømmelser rundt vannet. På den måten unngikk man det som tidligere ble beskrevet som «tørrlegging av elveløpet» og vannføringen i Fulldøla ble mer stabil gjennom året. Dette medvirket til at de få elvemuslingene som hadde overlevd i vassdraget fikk bedre levevilkår, men det var likevel overraskende at det i 2018 ble påvist nyrekruttering i elva. Antall elvemusling hadde økt, og selv om antall individer fortsatt var lavt viste det at bestanden var i stand til å reetablere så sant forholdene i elva ble bedre.

De gjenværende elvemuslingene som ble funnet i 2011 stod på relativt stort dyp (1,6–1,9 m; Gregersen 2011). Dette kan støtte oppfatningen om at vannføringen til tider har vært svært lav i Fulldøla slik at muslingene bare har overlevd i de dypeste kulpene. Flere av muslingene som ble observert i 2018 sto derimot på grunnere vann, og de fleste unge individene ble funnet på mellom 0,4 og 1,0 m dyp.

Gregersen (2011) beskriver 0,5–2,0 m tykke «matter» av gammel trefiber i elveløpet nedenfor Makkhølen. Dette var tilsynelatende det samme i 2018, men hva dette dynnet eller den mudrete bunnen egentlig består av, og hvor det kommer fra, framstår som noe uklart. Området er dårlig egnet som gyte- og leveområde for ørret og er heller ikke lenger egnet for musling. Det var imidlertid i dette området Gregersen (2011) fant mange tomme skall i 2011. Dette kan tyde på en overdødelighet av muslinger som nok skyldes at området har endret karakter i nyere tid. Den mudrete bunnen utgjør dessuten en kilde til nedslamming av nedenforliggende elvestrekning om løsmassene skulle komme i bevegelse.

Redusert vannføring (minstevannføring) vil over tid gi økt silting og begroing (Raddum et al. 2006). Manglende flommer vil redusere porøsiteten i substratet og øke begroingen av uønsket vegetasjon. Over tid forventes dette å redusere produksjonen av bunndyr eller føre til endringer i sammensetningen. For å unngå dette er slipp av «kunstige spyleflommer» et mye benyttet tiltak (Glover et al. 2012). Er vannføringen høy nok og varigheten lang nok, vil spyling av finstoff kunne oppnås. Går det for lang tid mellom slike spyleflommer vil imidlertid vegetasjon ha slått rot i finslammet og utspyling av finmateriale vil bli vanskeligere. Erfaring tilsier at spyleflommer bør vare minst et par dager og slippes minst to ganger i året (vår og høst) med en høy «flomvannføring» for å oppnå en god effekt (Glover et al. 2012). Effekten av spyleflommer er studert i Suldalslågen (Saltveit & Bremnes 2004), men for øvrig er det lite dokumentasjon på effekten av skylleflommer, og spesielt fra små elver som Fulldøla.

I vassdragskonsesjonen for Follsjå kraftverk er det i tillegg til pålagt minstevannføring (250 l/s) også krav om skylleflommer på minimum 2100 l/s to ganger per dag i to dager i tidsrommet 15. april–15. mai. Effekten av en slik skylleflom ble undersøkt i august 2018 da det ble sluppet to kortvarige flommer (pulser) av tre timers varighet med to timer opphold imellom. Det var størst transport av suspendert materiale (partikler av jordslam, finsand og silt) og organisk materiale (begroing av alger og moser) i forbindelse med det første vannslippet, og turbiditeten gikk ned fra 4,1 FTU i den første pulsen til 1,3 FTU i den andre. Resultatene fra redoksmålinger før og etter skylleflommen viste at «renseeffekten» i substratet bare var begrenset til de øvre delene av elva (stasjon R5), selv om elvebunnen generelt så noe «renere» ut i hele elva (**figur 25**).



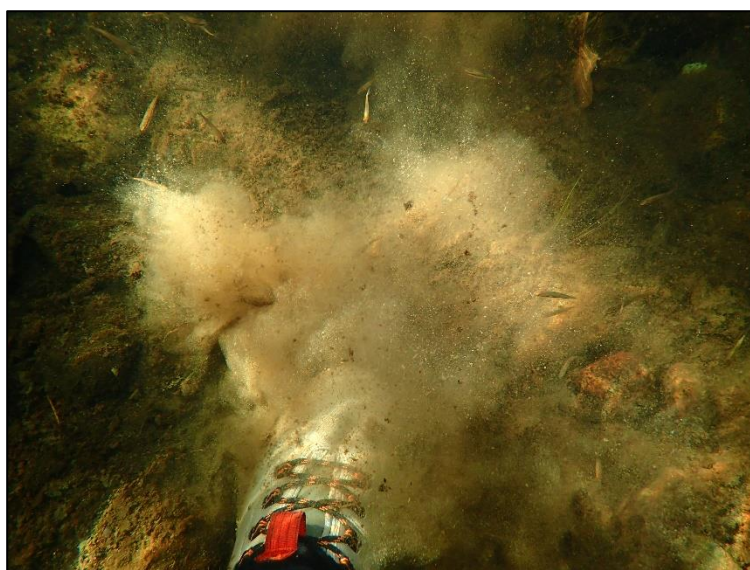
**Figur 25.** Elvebunnen på stasjon R5 før (til venstre) og etter (til høyre) skylleflommen i august 2018. Noe av finsubstratet ble skylt vekk og elvebunnen ble «renere». Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Fulldøla har størst fallgradient i øvre del av elva og den flater ut ved Hestøyan. Hvor mye av det transporterte materialet som legger seg igjen i de stilleflytende delene av elva (f.eks. Makkhølen) er usikkert. Men sannsynligvis er det en viss utskifting av materiale underveis og spyleeffekten i de nedre og roligflytende delene av elva blir ikke nødvendigvis like høy som i strykpartiene høyere opp. Det har bare vært to perioder med overvann på Follsjå etter at kraftverket ble startet i 2015. Det meste av tiden har derfor vannføringen vært stabil og lik minstevannføringen. Det betyr at landvegetasjonen etter hvert vil etablere seg i det som tidligere var elveseng, men som nå bare sporadisk oversvømmes i forbindelse med skylleflommene. Vannføringen under skylleflom tilsvarende det som er beregnet som naturlig middelvannføring i Fulldøla (midlere avløp fra Follsjå) og tilsvarende det opprinnelige vanddekte arealet i elva, men representerer ingen «flomvannføring». En skylleflom vil likevel oversvømme et større areal enn minstevannføringen og vil også potensielt føre med seg organisk materiale og jordmasser fra elvekant og gammel



elvebredd i tillegg til det som stammer fra elveløpet som skal renskes. Hva nettogevinsten blir er derfor noe usikkert.

Skylleflommern som ble kjørt i august 2018 kom i tillegg til de konsesjonspålagte skylleflommene i Fulldøla. Effekten er usikker, men samtidig ser vi at det akkumuleres mye jordslam og organisk materiale i elveløpet på grunn av for liten variasjon i vannføring gjennom året (**figur 26 og 27**). Produksjonen av organisk materiale er størst om sommeren og det kan av den grunn være en fordel å fordele vannet som benyttes til skylleflommer i dag på en litt annen måte. I stedet for to dager på våren (15. april–15. mai) vil det sannsynligvis være bedre med bare en dag om våren (mai) for så å flytte den andre skylleflommen til tidlig høst (september). Larsen (2012) har med utgangspunkt i livssyklusen til muslingene også anført at de beste periodene for en skylleflom vil være vår (før muslinglarvene slipper seg av fisken) og høst/senhøst (etter at muslinglarvene har festet seg til fisken). Mindre vannslipp kan i tillegg være nødvendig om sommeren (juli) for å dempe algeveksten og øke oksygeninnholdet i perioder med høy vanntemperatur. Dette vil i så fall kreve et større vannslipp fra Follsja enn det konsesjonen pålegger i dag.



**Figur 26.** I elver der finpartikulært materiale fyller hulrommene i substratet og legger seg som et teppe over bunnen vil de unge muslingene ha problemer med å overleve. Et lett tramp med foten synliggjør problemet. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.



**Figur 27.** Alger og jordslam dekker elvebunnen flere steder i Fulldøla. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

Aktuelle tiltak for å opprettholde bestandene av elvemusling og ørret kan etter dette være:

- Innsamling og flytting av ørret opp til lokaliteten med elvemusling for at et større antall muslinglarver skal få tilgang på riktig vertsart
- Innsamling av stammuslinger for bruk til kultivering og oppdrett av muslinger. Etter to-tre vekstsesonger i anlegg vil disse kunne egne seg for tilbakeføring og utsetting
- Flytte en av de to skylleflommene (0,05 mill. m<sup>3</sup>) om våren til høsten. Vurdere om det i tillegg er bedre med bare en flomtopp med varighet på tre timer hver dag i to påfølgende dager i stedet for to flommer av tre timers varighet samme dag. Forslaget gjelder både vår og høst og baserer seg på at det bare skal brukes samme vannmengde som i dag

Andre tiltak som kan være viktige for elvemusling og opprettholdelse av god vannkvalitet kan være:

- Kalking på utløp av Follsja for å sikre stabil pH på 6,4 eller høyere gjennom hele året i Fulldøla
- Unngå hogst langs elveløpet og kjøring med hogstmaskiner som skaper avrenning mot elva. Det har vært en del hogst i nærheten av elva (bl.a. ovenfor Makkhølen), men mulige effekter av dette er ikke undersøkt nærmere (Gustavsen 2010)
- Skaffe tilveie mer generell kunnskap om skylleflommer som tiltak
- Følge opp eventuelle tiltak med etterundersøkelser/overvåking med ny kartlegging av musling (antall og lengdefordeling) og nye redoksmålinger

Lokaliteter med overvåking av elvemusling skal undersøkes hvert sjette år i tråd med Norsk standard NS-EN 16859:2017 (Veiledning for overvåking av elvemuslingpopulasjoner (*Margaritifera margaritifera*) og deres livsmiljø). Det anbefales imidlertid en tettere oppfølging i Fulldøla med nye undersøkelser av elvemusling, fisk og redoksmålinger senest om tre år (2021). I denne treårsperioden bør også ett eller flere av de foreslåtte tiltakene iverksettes.



*Elvemusling finnes fortsatt i Fulldøla, men forholdene er ustabile og utviklingen bør overvåkes videre. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.*

Fordelen med å kunne anvende elvemusling som et ledd i naturovervåkingen er artens høye krav til vannkvalitet og habitat. Spesielt interessant er det at elvemuslingen kan oppnå en imponerende høy levealder (150–250 år). Selv om rekrutteringen har vært helt fraværende i mange år, vil bestander av elvemusling kunne ta seg opp igjen så sant årsaken til bestandsnedgangen blir fjernet. Elvemuslingen i Fulldøla er avhengig av at ørret også er tilstede, da de i et tidlig larvestadium må leve en periode på fiskeungenes gjeller for å bli ferdig utviklet. Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdraget når det samtidig har en god bestand av ørret.

## 6 Referanser

- Bauer, G. 1989. Die bionomische strategie der flussperlmuschel. *Biologie in unserer Zeit* 19: 69-75.
- 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.
- 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.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Veileder 02:2018. 220 s.
- Folseraas, T.A. 2003. Registrering av kulturminner i Fulldøla. Rapport. 26 s. + vedlegg.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical streambed 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.
- Glover, B., Brabrand, Å., Brittain, J., Gregersen, F., Holmen, J. & Saltveit, S.J. 2012. Avbøtende tiltak i regulerte vassdrag. Målsettinger og suksesskriterier. Rapport Miljøbasert vannføring 10-2012. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 64 s.
- Gregeresen, H. 2011. Kartlegging av elvemusling i Fulldøla, Notodden commune. Rapport 145691-1. Sweco. 27 s.
- 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.
- Gustavsen, P.Ø. 2010. Elvemusling i Fulldøla, Notodden kommune. Juni 2010. Rapport nr. 3-2010. Gustavsen naturanalyser. 5 s.
- Heggenes, J. & Lande, A. 1998. Utbredelse og bestandsstatus for elveperlemusling i Øvre Tinnelva, Notodden i Telemark, 1998. Rapport nr. 182. LFI. 25 s.
- Heming, T.A., Vinogradov, G.A., Klerman, A.K. & Komov, V.T. 1988. Acid-base regulation in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: Effects of emersion and low water pH. *J. Exp. Biol.* 137: 501-511.
- Henrikson, L. 1996. The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia) in southern Sweden - effects of acidification and liming. I: Henrikson, L. Acidification and liming of freshwater ecosystems - examples of biotic responses and mechanisms. Zoologisk Institutt, Universitetet i Gøteborg. Doktorgradsavhandling.
- Henrikson, L. & Söderberg, H. 2018. Åtgärdsprogram för flodpärlmussla *Margaritifera margaritifera*. – Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018-xx. 104 s.
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgran, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlmusslan i Sverige – dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (red.). Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.



- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1997. Endringer i utbredelse av ørekyte i Norge: årsaker og effekter. NINA Fagrapport 13. Norsk institutt for naturforskning. 16 s.
- Jakobsen, P., Jakobsen, R.A. & Bjånesøy, T. 2015. Årsrapport 2014. Kultivering av elvemusling for gjenutsetting. Upublisert rapport til Miljødirektoratet fra Universitetet i Bergen. 39 s.
- Jakobsen, P., Wathne, I. & Jakobsen, R. 2017. Årsrapport 2016 for prosjektet: Storskala produksjon av elvemusling som bevaringstiltak. Upublisert rapport til Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Hordaland fra Universitetet i Bergen. 23 s.
- 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.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten. NINA Rapport 926. Norsk institutt for naturforskning. 44 s.
- Kiland, H. & Simonsen, J.H. 1999. Fisk og botndyr. Naturfaglege undersøkingar i samband med planlagt bygging av Omnesfossen kraftverk i Hjartdal kommune. Rapport. Sørnorsk økosenter.
- 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 Environment Agency, Penrith.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. Norsk institutt for naturforskning. 33 s.
- Larsen, B.M. 2012. Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer – en kunnskapsoppsummering. Rapport Miljøbasert vannføring 8-2012. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 165 s.
- Larsen, B.M. 2017. Overvåking av elvemusling i Norge. Oppsummering av det norske overvåkingsprogrammet i perioden 1999-2015. NINA Rapport 1350. Norsk institutt for naturforskning. 152 s.
- Larsen, B.M. 2018a. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) 2019-2028. Rapport M-1107|2018. Miljødirektoratet. 62 s.
- Larsen, B.M. 2018b. Overvåking av elvemusling i Ogna, Rogaland. Tiltaksovervåking elvemusling 2017–2018. NINA Rapport 1582. Norsk institutt for naturforskning. 45 s.
- Larsen, B.M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. NINA-Fagrapport 37. Norsk institutt for naturforskning. 41 s.
- Lydersen, E. 2015. Kartlegging av kunnskap og kompetanse innen ferskvannsfisk og ferskvannsfiske i Telemark. Forstudie – 2015. Rapport. Høgskolen i Telemark, Avdeling for allmennvitenskapelige fag. 41 s.
- Raddum, G.G., Arnekleiv, J.V., Halvorsen, G.A., Saltveit, S.J. & Fjellheim, A. 2006. Bunndyr. – S. 65-79 i: Saltveit, S.J. (red.). Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 152 s.
- Roer, O. A. 2005. Fulldøla kraftverk. Virkninger på biologisk mangfold- friluftsliv. Rapport. Faun Naturforvaltning AS. 21 s.
- Saltveit, S.J. & Bremnes, T. 2004. Effekter på bunndyr og fisk av ulike vannføringsregimer i Suldalslågen. Sluttrapport. Suldalslågen-Miljørapport 42. 140 s. + vedlegg.
- Samlet plan (Guri Ravn (red.)) 1996. Follsjå. Regulering, overføring og utbygging av Follsjåområdet. Samlet plan for vassdrag. Vassdragsrapport nr. 13. Direktoratet for naturforvaltning. 49 s.

- Sandaas, K. & Enerud, J. 2014. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. Telemark 2014. Rapport. Naturfaglige konsulenttjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. 19 s.
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2016. Kartlegging av elvemusling *Margaritifera margaritifera* og vertsfisk for larvestadiet. Telemark 2015. Rapport. Naturfaglige konsulenttjenester og Fisk- og miljøundersøkelser. 23 s.
- Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Bilaga 2 i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.
- Söderberg, H., Norrgrann, O., Törnblom, J., Andersson, K., Henrikson, L. & Degerman, E. 2008. Vilka faktorer ger svaga bestånd av flodpärlmussla? En studie av 111 vattendrag i Västernorrland. Rapport 8-2008. Länsstyrelsen Västernorrland. Kultur- och naturavdelningen. 28 s.
- Young, M. & Williams, J. 1984. The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. Arch. Hydrobiol. 99: 405-422.
- 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. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. Experimentia 42: 471-486.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Database for funn av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge, etter arkivet til Jan og Karen Anna Økland. Upublisert database NINA, Trondheim.
- Österling, M., 2006. Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. Dissertation, Karlstad University studies 2006: 53. 31 s.

## 7 Vedlegg

### *Vedlegg 1. Kriterier og poengklasser for bedømmelse av levedyktighet.*

Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) foreslo en modell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Modellen er senere modifisert av Larsen & Hartvigsen (1999). Det er valgt seks kriterier som er viktige for overlevelsen til en populasjon på lang sikt (populasjonsstørrelse, gjennomsnittstetthet, utbredelse, minste musling, andel muslinger mindre enn 20 mm og andel muslinger mindre enn 50 mm), og det gis 0-6 poeng innenfor hvert kriterium. Samlet poengsum plasserer musling-populasjonen innenfor en av tre klasser av status/levedyktighet:

Klasse I – liten levedyktighet, sårbar for ytterligere reduksjon og kan kreve omfattende tiltak (truet; 1-7 poeng)

Klasse II – sannsynlig levedyktig, men tiltak bør utredes/gjennomføres (sårbar; 8-17 poeng)

Klasse III – høy levedyktighet og meget høy verneverdi (levedyktig; 18-36 poeng).

### *Bedømmelse av elvemuslingens levedyktighet i Fulldøla i 2018.*

Kriterium	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	Poeng
1 Populasjonsstørrelse (i tusen)	<5	5-10	11-50	51-100	101-200	>200	1
2 Gjennomsnittstetthet (ind/m <sup>2</sup> )	<2	2,1-4	4,1-6	6,1-8	8,1-10	>10	1
3 Utbredelse (km)	<2	2,1-4	4,1-6	6,1-8	8,1-10	>10	1(2) <sup>1</sup>
4 Minste musling funnet (mm)	>50	41-50	31-40	21-30	11-20	≤10	3
5 Andel muslinger <2 cm (%)	>0-1	>1-2	>2-3	>3-4	>4-5	>5	0
6 Andel muslinger <5 cm (%)	>0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	>25	2
Sum							8(9)

<sup>1</sup> Det blir to poeng om utbredelsen også inkluderer funn av muslinglarver på gjellene til ørret





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

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

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

1600

NINA Rapport

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-3340-8

## 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](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger