

2274

NINA Rapport

## Overvåkning av elvemusling i Mølnelva, Bodø kommune

Resultater fra undersøkelser i 2022 med vurdering av hydrologiske og hydrauliske forhold

Marie-Pierre Gosselin, Bjørn Mejdell Larsen & Richard Hedger



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

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

### **NINA Temahefte**

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

### **NINA Fakta**

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

### **Annen publisering**

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

# Overvåkning av elvemusling i Mølnelva, Bodø kommune

Resultater fra undersøkelser i 2022 med vurdering av hydrologiske og hydrauliske forhold

Marie-Pierre Gosselin  
Bjørn Mejdell Larsen  
Richard Hedger

Gosselin, M-P., Larsen, B. M. & Hedger, R. 2023. Overvåkning av elvemusling i Mølnelva, Bodø kommune. Resultater fra undersøkelser i 2022 med vurdering av hydrologiske og hydrauliske forhold. NINA Rapport 2274. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, juni 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5071-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Kristin Lund Bjørnås

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER

Salten Aqua AS

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Overvåkning Mølnelva

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Asbjørn Hagen

FORSIDEBILDE

Stilleflytende parti av Mølnelva © Bjørn Mejdell Larsen

NØKKEWORD

- Elvemusling
- *Margaritifera margaritifera*
- Mølnelva, Bodø kommune, Nordland
- Overvåkning
- Hydrologi
- Hydrauliske undersøkelser
- Minstevannføring

## Sammendrag

Gosselin, M.-P., Larsen, B. M. & Hedger, R. D. 2023. Overvåkning av elvemusling i Mølnelva, Bodø kommune. Resultater fra undersøkelser i 2022 med vurdering av hydrologiske og hydrauliske forhold. NINA Rapport 2274. Norsk institutt for naturforskning.

I Mølnelva mellom Gardsvatnet og Mølnfossen er det registrert en stor og selvrekutterende bestand av elvemusling med ørret som vertsfisk. Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved telling av synlige individer med vannkikkert 28. september- 01. oktober 2022. Det ble gjennomført telling av muslinger i sju transekter. I tillegg ble rekruttering undersøkt og vurdering av habitatkvalitet for ungmuslinger gjennomført ved bruk av redoksmålinger.

Totalt ble det talt opp 3110 levende muslinger. Den største muslingen var 108 mm lang og den minste muslingen var 13 mm. Den yngste muslingen som ble observert var om lag fem år gammel. De fleste målte muslingene tilhørte lengdeklassen 54-99 mm, som kan tilskrives årsklasser fram til tidlig 2000-tall. Vi antar at det kan finnes en del gamle muslinger (dvs. 50-100 år gamle eller eldre) i elva. Gjennomsnittstettheten fra våre undersøkelser er 5,68 individer/m<sup>2</sup>.

Undersøkelsene i Mølnelva ble gjennomført for sent på årstiden i 2022 til å kunne sjekke graviditet til muslinger. På «gravestasjoner» ble det funnet 39 individer (10,2 % av målte muslinger) med lengde < 50mm og 5 individer (1,3 % av målte muslinger) med lengde < 20 mm. Disse resultatene viser at det er en noe svak rekruttering i bestanden av elvemusling. I tillegg ble redoksmålinger gjennomført på tre stasjoner og viser *god* til *moderat* habitat kvalitet for ungmuslinger.

Resultatene fra undersøkelser om bestanden ble brukt for å vurdere levedyktighet til elvemusling i Mølnelva. Ifølge poengmodellen oppnår Mølnelva 18 poeng og tilhører Klasse III – *høy levedyktighet*, men på grensen til Klasse II - *sannsynlig levedyktig* (tiltak bør utredes/gjennomføres).

Det ble målt dybde og vannhastighet i transekter på hver stasjon der elvemusling ble talt. Målet med disse målingene var 1) å vurdere hydromorfologiske forhold og habitat for elvemusling, og 2) å kunne koble disse forholdene til vannføring for å vurdere hvordan hydromorfologien endrer seg med endringer i vannføring. Resultatene av hydraulisk modellering og analyse viser betydelige endringer i fysiske forhold for elvemusling på minstevannføring sammenlignet med vannføring målt i feltarbeidsperioden, og at disse er forskjellige på forskjellige områder i elva. Beregningene viser nedgang i brukbart vanndekket areal på mellom 75 % og 100 % allerede på 160 l/s (minstevannføring om vinteren). Ved en minstevannføring på 67 l/s er tapet av brukbart areal 100 % på alle stasjonene. Områdene med dybde på minst 20 cm (minimum dybde for elvemusling) vil lokaliseres mot midtre delen av elva. Dette betyr at muslingene som står nærmere elvebredden, der det er grunnere, blir sårbare for tørrelegging når det er betydelig nedgang i vannføring.

Elvemusling er tilpasset et naturlig vannføringsregime slik at regulering og andre endringer i vannføring og vannmengden i elva vil ha negative konsekvenser, enten direkte (endring i egnet habitat) eller indirekte (påvirkning av habitat- og hydrologiske forhold for laksefisk). Reguleringsregimet i Mølnelva bør gjennomføres slik at vannføring i Mølnelva er høyere enn vinterminstevannføring i perioder med minusgrader. I tillegg er det vår vurdering at elvemuslingen i Mølnelva ikke tåler en vannføring på kun 67 l/s over tid. Bevaring av arten i vassdraget bør prioriteres, for eksempel ved utarbeidelse av et miljøbasert vannføringsregime tilpasset arten.

Marie-Pierre Gosselin ([marie-pierre.gosselin@nina.no](mailto:marie-pierre.gosselin@nina.no)), Bjørn Mejdell Larsen & Richard Hedger  
Norsk institutt for naturforskning (NINA), Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim.

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
1.1 Områdebeskrivelse.....	6
1.2 Elvemusling.....	6
1.3 Elvemuslingsbestanden i Mølnelva.....	9
1.4 Undersøkellesbehov i Mølnelva.....	9
<b>2 Metode og materiale</b> .....	<b>12</b>
2.1 Elvemusling.....	12
2.1.1 Utbredelse og tetthet.....	12
2.1.2 Lengdefordeling.....	12
2.1.3 Vekst.....	12
2.1.4 Tilstandsvurdering.....	13
2.2 Substratkvalitet og redoksmålinger.....	13
2.3 Vannkvalitet.....	14
2.4 Hydrologi og hydraulikk.....	14
2.4.1 Feltnmålinger.....	14
2.4.2 Hydrologiske analyser.....	14
2.4.3 Hydrauliske analyser.....	15
<b>3 Resultater</b> .....	<b>16</b>
3.1 Elvemuslingskartlegging med vadesøk.....	16
3.1.1 Utbredelse og tetthet.....	16
3.1.2 Lengdefordeling.....	19
3.1.3 Vekst.....	20
3.2 Substratkvalitet og redoksmålinger.....	21
3.3 Vannkvalitet.....	23
3.4 Hydrologiske og hydrauliske analyser.....	24
3.4.1 Hydrologi i Mølnelva.....	24
3.4.2 Hydromorfologiske målinger.....	26
3.4.3 Simulering av habitatendringer.....	26
3.4.4 Manøvrering av magasin og minstevannføring.....	33
<b>4 Oppsummering og diskusjon</b> .....	<b>34</b>
4.1 Elvemusling.....	34
4.2 Betydning av dagens vannføringsregime for elvemusling.....	35
4.3 Konklusjon.....	36
<b>5 Referanser</b> .....	<b>37</b>
<b>6 Vedlegg</b> .....	<b>39</b>
Vedlegg 1. Lokalisering av stasjoner.....	39
Vedlegg 2. Lokalisering av transekker.....	40
Vedlegg 3. Beregning av vannføring.....	41
Vedlegg 4. Input parameter til HEC-RAS 2-D modellen.....	41
Vedlegg 5. Beregninger av vanddekket areal ved bruk av Mannings formel.....	42

## Forord

Mølnelva i Bodø kommune (Nordland) er et lite, regulert vassdrag og er nevnt som lokalitet for elvemusling i den nasjonale oversikten over elvemusling i Norge. Vassdraget ble kartlagt første gang i 2008 (Jørgensen 2008). Elva ble kartlagt på nytt i 2016 og 2017 i forkant og etter etablering av reguleringsdam i Gardsvatnet (Aspholm 2016; 2017 upubl.). I tillegg ble minstevannføring foreslått (160 l/s om vinteren og 260 l/s om sommeren) og etablert i vassdraget.

I forbindelse med oppdatert konsesjon fra NVE for regulering av Gardsvatnet og vannuttak fra Mølnelva ønsket Salten Aqua AS (Salten Aqua gruppen) i samråd med Statsforvalteren i Nordland å etablere et permanent overvåkningsprogram for elvemusling. Selv om elvemuslingen kun finnes på en kort elvestrekning nedenfor utløpet fra Gardsvatnet er bestanden definert som stor og har rekruttering. Selve vannuttaket ved Mølnefossen er nedstrøms bestanden. Som regulant i vassdraget ønsker Salten Aqua AS å ivareta bestanden av elvemusling på best mulig måte innenfor gitte tillatelser fra NVE. Salten Aqua har benyttet vannkilden til settefiskproduksjon i en 20-års periode og har funnet at oppdatert konsesjon ifm. utbygging av anlegget i 2021 endrer i liten grad vannuttak selv om den angir «økt» vannuttak i konsesjonsdokument.

Marie-Pierre Gosselin har vært prosjektansvarlig og har sammen med Bjørn Mejdell Larsen vært ansvarlig for gjennomføring av feltarbeid (kartlegging, telling og lengdemåling av elvemuslingsbestanden samt hydrauliske undersøkelser), mens Richard Hedger har bidratt med noen av de hydrauliske beregningene.

Trondheim, juni 2023.

Marie-Pierre Gosselin  
Prosjektleder

# 1 Innledning

## 1.1 Områdebeskrivelse

Mølnelva (vassdragsnr 163.1Z) ligger i Breivik, Bodø kommune i Nordland (**figur 1**). Informasjon fra NVE NEVINA viser at nedbørfeltet til Mølnelva har et areal på 53,3 km<sup>2</sup>. Elva er 23,2 km lang og renner fra 767 moh. med en gradient på 27,0 m/km. Nedbørfeltet består av skog (40,4 %), snaufjell (29,4 %), og noe myr (0,3%) og dyrket mark (0,3%). Gjennomsnittlig avrenning i nedbørfelt mellom 1960 og 1991 var 33,2 l/s\*km<sup>2</sup>. Gjennomsnittlig sommertemperatur er 7,7 °C og vintertemperatur -3,4 °C. Lavvannsperioden er i vinterhalvåret og «Base Flow Index» (BFI), som viser den stabile delen av vannføring er 0,75, noe som viser at innsjøer i nedbørfeltet i stor grad bidrar til vannføringen i Mølnelva.

Delen av Mølnelva denne studien har fokus på er mellom Gardsvatnet og Skjerstadjorden, en strekning på ca. 2 km med et fall på 110 m. Elvearealet er ca. 46 km<sup>2</sup>, middelvannføring er 1720 l/s og alminnelig lavvannføring er antatt å være 208 l/s (Væringstad 2005). I forbindelse med utbygging av et nytt vanninntak til anlegget i Gardsvatnet, ble det anbefalt et minstevannføringsregime basert på den sesongens fem prosent alminnelige vannføring i Skarsvatn, som er brukt som den nærmeste målestasjonen; dvs. 260 l/s om sommeren (perioden 1.mai-30. september) og 160 l/s om vinteren (perioden 1. oktober-30. april).

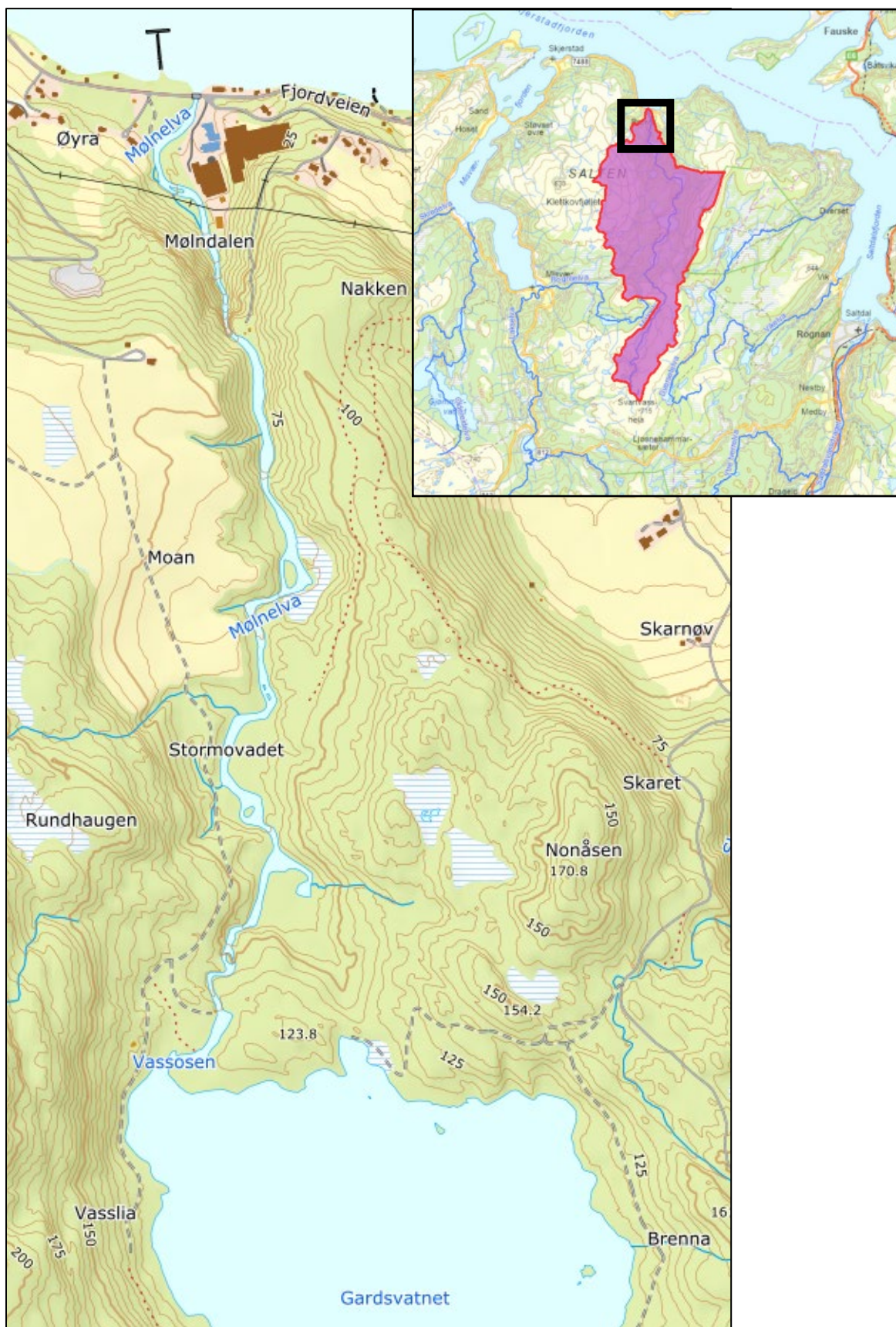
Mølnelva hører til økoregion Nord-Norge ytre og til vanntype R207 (små, moderat kalkrik, klar, TOC2-5). Elva sitt nedbørfelt er hovedsakelig skog (200-800 moh.). I Vann-nett står det at økologisk potensial er moderat. Mølnelva er karakterisert som en svært modifisert vannforekomst på grunn av demningen og vannuttaket. Tilstand til både hydrologisk regime og fiskebestanden karakteriseres som dårlig, på grunn av vannuttak (VannNett-Portal (vann-nett.no). Fosforforhold karakteriseres som svært god i 2013 med en verdi på 2 µl/l (VannNett-Portal (vann-nett.no).

## 1.2 Elvemusling

Elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) er oppført på den norske rødlisten over truede og sårbare dyrearter, og er oppført som sterkt truet på den globale rødlisten. Selv om vi fortsatt finner elvemusling i hele Norge er mange bestander redusert, med sviktende rekruttering og/eller fragmentering av bestander. Elvemusling ble totalfredet mot all fangst i 1993. Elvemusling har status som norsk ansvarsart, og det ble utarbeidet en ny handlingsplan i 2018 (Larsen 2018). Konvensjonen om biologisk mangfold pålegger dessuten Norge forpliktelser med hensyn til overvåkning av rødlistearter.

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 (150-300 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. Elvemusling er samtidig avhengig av laks eller ørret da de under larvestadiet må leve en periode på fiskeungenes gjeller for å bli ferdig utviklet (se **Infoboks 1**, Larsen 2005). Elvemusling kan derfor bare overleve på lang sikt i vassdrag som samtidig har en god bestand av laks eller ørret.





**Figur 1.** Nedbørfeltet til Mølnelva (163.1Z) der undersøkt elvestrekning er markert med svart ramme. Kart fra <http://nevina.nve.no/> og <https://www.norgeskart.no/>.



### 1.3 Elvemuslingsbestanden i Mølnelva

Elvemusling i Mølnelva nevnes første gang i en nasjonal oversikt over elvemusling-lokaliteter fra 1997 utgitt av Dolmen & Kleiven (1997). I 2005 ble det funnet «en del elvemusling flere steder i elva opp mot Gardsvatnet» (Edvardsen 2005). En mer omfattende kartlegging ble gjennomført i 2008 i forbindelse med en mulig etablering av et kraftverk i vassdraget (Jørgensen 2008). Formålet med undersøkelsen var å fastsette artens utbredelse, tetthet og rekruttering. Det ble funnet muslinger på fire av seks områder som ble undersøkt. Gjennomsnittlig tetthet var 39,2 individ pr. min. søketid, noe som tilsvarer nær 16 individ pr. m<sup>2</sup>. Lengdefordelingen viste at det var god spredning i årsklasser, med lengder fra 30 til 110 mm (Jørgensen 2008, Jørgensen & Halvorsen 2009).

I elvestrekningen mellom Gardsvatnet og Mølnfossen i Mølnelva er det derfor registrert en stor og rekrutterende bestand av elvemusling med ørret som vertsfisk. Elva har fem store fosser. Disse er effektive oppgangshindre slik at ingen fisk kan vandre oppover elva eller til Gardsvatnet. Sjørret finnes bare på de nederste 250 m, mens det er en god bestand av stasjonær ørret i resten av elva.

En ny kartlegging av elvemuslingsbestanden ble gjennomført i 2016-2017 i forkant og etter etablering av en ny reguleringsdam på utløpet av Gardsvatnet (Paul E. Aspholm upublisert materiale; **figur 2**). Elvestrekningen der elvemuslingsbestanden finnes er om lag 1,5 km. Undersøkelsen i 2016-2017 omfattet ni av de 11 stasjonene. Telling av antall muslinger (tetthet) ble gjennomført i transekter på tvers av elva (>10 m bred på det meste) fordelt på 10 tellestriper (ca. 10 m elvelengde) (Paul E. Aspholm, pers. med.). Lengdefordeling av muslinger ble undersøkt på fire av stasjonene gjennom forsiktig graving i overflaten. Elva er grunn (<45 cm) i store områder, noe som gjør at muslingene kan være utsatt for inntørking om sommeren eller innfrysing om vinteren ved lav vannføring og henholdsvis høy og lav vanntemperatur. De fleste store muslingene ble da også funnet i de dypere partiene av elva og i de opptil 1,5 m dype kulpene (Paul E. Aspholm, pers. med.).

### 1.4 Undersøkellesbehov i Mølnelva

Salten Aqua AS har fått tillatelse å utvide sitt settefiskanlegg ved Breivik i Bodø og har i forbindelse med dette fått ny konsesjon fra NVE for økt vannuttak i Mølnelva. Salten Aqua har benyttet Mølnelva som vannkilde til settefiskproduksjon i en tyveårsperiode. Salten Aquas vurdering er at revidert konsesjon ifm. utbygging av anlegget i 2021 i liten grad endrer vannuttaket, selv om den angir økt vannuttak i konsesjonsdokumentet. Vann tas ut fra Mølnfossen og Gardsvatnet er i tillegg regulert. Konsesjonen gir tillatelse til et maksimalt vannuttak på 1000 l/s, med gjennomsnitt over året på 500 l/s. Når vannstanden i Gardsvatnet nærmer seg laveste regulerte vannstand, er det tillatt å gradvis senke minstevannføringen ned mot 67 l/s.

Konsesjonsvilkårene omfatter blant annet utarbeidelse av miljøplan for Mølnelva som skal gi svar på følgende spørsmål:

- a) Har det skjedd endringer i utbredelse og rekruttering av elvemusling?
- b) Hvordan skal magasinet manøvreres ved lavt tilsig for å unngå brå vannføringsendringer?
- c) Hvor stort er vanndekket areal med en minstevannføring på 67 l/s?
- d) Hvor ofte er det redusert minstevannføring og hvor lenge varer periodene med redusert minstevannføring? og
- e) Fører regimet til økte temperaturer og dårligere forhold for naturverdiene i vassdraget?

Før konsesjonen tas i bruk skal det gjøres en systematisk kartlegging av dagens situasjon, for å kunne evaluere tilstanden av elvemusling etter fem år. I dialog med NVE miljøtilsyn var det tilstrekkelig at det foreligger en plan for arbeidet i 2022. Den 14. januar 2022 fikk NINA forespørsel og sendte et tilbud den 21.01.2022 for oppdraget som måtte inkludere:

- Utarbeidelse av et overvåkningsprogram som er dekkende for vilkår i konsesjon, i et enkelt notat til oppdragsgiver som skal godkjennes av oppdragsgiver, Statsforvalter og NVE medio februar 2022.
- Feltarbeid primært sommeren 2022 med påfølgende rapportering i form av fagrapport.
- Hydrologiske og hydrauliske undersøkelser for å vurdere påvirkning av manøvreringsregimet og vannføringsendringer (inkl. minstevannføring) på miljøforhold for elvemusling.

NINA utarbeidet en overvåkningsplan for elvemusling i Mølnelva i februar 2022 og feltarbeid og undersøkelser ble gjennomført i perioden 28. september- 1.oktober 2022.



**Figur 2.** Transekter benyttet under kartleggingen av elvemusling i 2016/2017 (Paul E. Aspholm, upublisert materiale). Transektene som ble undersøkt under kartleggingen i 2022 er M10, M9, M8, M7, M6, M4 og M2.

## 2 Metode og materiale

### 2.1 Elvemusling

#### 2.1.1 Utbredelse og tetthet

Undersøkelse av utbredelse og tetthet av elvemusling ble gjennomført ved direkte observasjon (bruk av vannkikkert) og telling av synlige individer 28. september- 01. oktober 2022. Det ble gjennomført telling av muslinger i sju av de 11 transektene som ble etablert av Paul E. Aspholm (NIBIO) i 2016/2017 (**figur 2**). Transektene ble avgrenset i felt med kjetting og delt opp i mindre tellestriper for å oppnå et mest mulig nøyaktig antall individer innenfor transektene. Etter anbefaling fra Paul E. Aspholm (pers. med.) ble det lagt størst vekt på stasjon M2, M4 og M6-M10. Det ble skilt mellom levende individer og tomme skall (døde dyr) under kartleggingen.

#### 2.1.2 Lengdefordeling

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

Utfordringen med en lengdefordeling er å få til et så representativt utvalg av muslinger som mulig.

Det vanligste er å anlegge såkalte gravestasjoner (Norsk standard NS-EN 16859:2017). Arealet på gravestasjonene varierer avhengig av tettheten av muslinger (1,2-2,0 m<sup>2</sup>). Det ble gravd i substratet på fire av de ni stasjonene, dvs. M2, M6, M8 og M9. På hver stasjon ble alle synlige individer innenfor et nærmere definert areal (avgrenset med kjetting) plukket opp. Arealet ble deretter undersøkt mer detaljert ved at steiner ble flyttet unna, og det ble gravd forsiktig i den øverste delen av substratet for å avdekke eventuelle nedgravde muslinger.

Lengden på levende muslinger ble målt med skyvelære til nærmeste 0,1 millimeter. Etter lengdemåling ble muslingene lagt tilbake på elvebunnen der de etter noe tid vil grave seg ned i substratet igjen. I tillegg til levende muslinger ble også tomme (og hele) muslingskall (døde muslinger) talt opp, samlet inn og lengdemålt på vanlig måte med skyvelære til nærmeste 0,1 mm.

#### 2.1.3 Vekst

Den årlige tilveksten er mindre enn én millimeter hos voksne muslinger, og avtar med økende alder. Hos unge individer er tilvekstsonene i skallet tilstrekkelig definert slik at man med stor pålitelighet kan skille dem fra hverandre. Årstilveksten ses tydelig på skallenes overflate i lysmikroskop og stemmer overens med den årstilveksten man ser i tverrsnitt av skallet. Alder hos unge muslinger (yngre enn 15-20 år) kan dermed bestemmes ved direkte telling av antall vinter-soner i skallet. Dette er også anbefalt gjennomført i den europeiske standarden for overvåking av elvemusling (Norsk standard NS-EN 16859:2017) for å bedømme graden av nyrekruttering. Et mindre utvalg av unge muslinger (7 individer) ble samlet inn for aldersbestemmelse og lengdemåling av synlige tilvekstringer (= årringsdiameter) målt til nærmeste 0,1 mm. Dette ble benyttet som grunnlag for å sette opp en vekstkurve og bedømme andelen muslinger yngre enn f.eks. 20, 10 og 5 år.

## 2.1.4 Tilstandsvurdering

Söderberg (1998) og Henrikson et al. (1998) foreslo en poengmodell for å bedømme verneverdien (som også sier noe om levedyktigheten) av ulike lokaliteter med elvemusling. Det ble valgt ut 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 ble gitt 0–6 poeng innenfor hvert kriterium. Modellen ble senere modifisert av Larsen & Hartvigsen (1999) som modererte kravene for å oppnå høyest poengsum for kriteriene «andel muslinger <2 cm» og «andel muslinger <5 cm» (**tabell 1**).

**Tabell 1.** Kriterier og poengklasser for bedømmelse av status/levedyktighet for elvemusling. Omarbeidet etter Söderberg (1998). Fra Larsen & Hartvigsen (1999).

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

Samlet poengsum plasserer lokaliteten med elvemusling innenfor én av tre klasser av status/levedyktighet (poengmodellen):

- 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)

## 2.2 Substratkvalitet og redoksmålinger

Måling av redokspotensial er et hjelpemiddel for å karakterisere kvaliteten av substratet (bunnmaterialet) i elva, og hvor egnet dette er som oppvekstområde for unge muslinger (Geist & Auerswald, 2007; Killeen, 2011). Gjennomsnittlig reduksjon i redokspotensial mellom frie vannmasser og substrat er et mål (surrogat) for reduksjon i oksygeninnhold. Det er utarbeidet en teknikk som måler denne forskjellen i redokspotensial (Geist & Auerswald, 2007). I gode habitat for unge muslinger skal det være minst mulig tap av redokspotensial mellom de frie vannmasser og substratet, der muslingene oppholder seg på dyp ned til ti centimeter. I habitat der unge muslinger er forventet å overleve vil reduksjonen i redokspotensial alltid være lavere enn 20 % (Killeen 2006), mens mer enn 30 % reduksjon er vurdert å være svært negativt. Endringer i redokspotensial forteller oss samtidig mye om endringer i tilslamming og habitatkvalitet over tid etter en regulering.

For å evaluere resultatet av målingene ble det benyttet to tilnærminger:

1. Redokspotensial i substratet. Verdier over 400, 400-300 og under 300 millivolt (mV) tilsier henholdsvis *god*, *moderat* og *dårlig* habitatkvalitet for ungmuslinger.
2. Reduksjonen i redokspotensial mellom de frie vannmassene og substratet. Reduksjon på mindre enn 20, 20-30 og over 30 % tilsier henholdsvis *god*, *moderat* og *dårlig* habitatkvalitet for ungmuslinger (Killeen 2006).

Det ble tatt redoksmålinger på tre stasjoner for å vurdere substratkvalitet. Det ble 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 tar normalt

noe tid (2–3 minutter) før redokspotensialet stabiliserer seg og målingen kan leses av. Målingene ble gjennomført i transekter med en til to meter mellom hvert målepunkt i transektet og en til to meter mellom hvert transekt, på stasjonene M2, M8 og M9. Det ble gjennomført fem separate målinger i de frie vannmasser og til sammen 15 separate målinger på 5–7 cm dyp langs fem transekter på hver stasjon.

## 2.3 Vannkvalitet

I forbindelse med dette oppdraget ble det ikke tatt vannprøver. Ledningsevne og vanntemperatur ble imidlertid målt i felt med en WTW Cond 3110 med TetraCon 325 på alle stasjonene som ble undersøkt.

## 2.4 Hydrologi og hydraulikk

### 2.4.1 Feltmålinger

Vanndybde og vannhastighet (på 60% av vandybden målt fra bunn) ble målt hver meter i et tverrsnitt der det finnes elvemusling og forskjellige habitatforhold, dvs. på stasjonene M2, M4, M6, M7, M8, M9 og M10. Det ble benyttet en SonTek Flowtracker 2 (**figur 3**). Disse tverrsnittsmålingene danner grunnlaget for mer detaljerte analyser av hvordan dybde og vanddekket areal på hvert tverrsnitt endrer seg avhengig av vannføring (se metodikk for beregning i kapittel 2.4.3.2). I tillegg gir disse målingene en indikasjon av habitategenskaper for elvemusling. Vannføringen i feltarbeidsperioden var 371 l/s.



**Figur 3.** Måling av dybde og vannhastighet langs tverrsnitt i Mølnelva med SonTek Flowtracker 2 (Foto: Bjørn Mejdell Larsen)

### 2.4.2 Hydrologiske analyser

For å etablere en forståelse av den økologiske funksjonen til vannføringen i Mølnelva, er en analyse av elvevannføringen nødvendig. Vannføringen bestemmer både vannhastighet og vanddekket areal lokalt ut ifra en rekke av elvas morfologiske faktorer, herunder tverrprofil, helningsgradient og bunnsstrukturs tekstur og variasjon. Hydrologiske tidsserier er essensielle data for å forstå miljømessige variasjoner i vassdraget (Davie, 2003). Her er vannføringen avhengig av magasinmanøvrering. Vannføringstidsserier for 2020-2022 (timebasert vannføring) målt nedstrøms demningen ved Salten Aquas anlegg i Breivik ble brukt i analysene. Det viste seg imidlertid at en del av vannet som renner over demningen ikke måles. Vannføringstidsserien kunne



derfor kun gi en trend for vannføring gjennom året, men ikke brukes i videre analyser. Derfor ble vannføring beregnet ved bruk av vannstandsmålinger (døgnverdier) for Gardsvatnet (se vedlegg 3 for formel) i perioden 2020-2022. Målinger og informasjon om terskel ble levert av Salten Aqua AS. På denne måten kan manøvrering av demningen samt vannføring i Mølnelva analyseres. I tillegg kan det lages en varighetskurve for Mølnelva for å vise vannføringsegenskapene i Mølnelva.

## 2.4.3 Hydrauliske analyser

### 2.4.3.1 Modellering

Elvehydraulikken vil variere ut ifra geografiske forhold. De fleste elvene har partier med varierende fallgradient og hydrauliske forhold. For å forstå denne dynamikken, er det derfor viktig å få god kjennskap til terrenget både over og under vann langs strekningen. Modelleringsverktøyet HEC-RAS ble brukt for å lagge terrengmodellen (med 1 m oppløsning) for området fra laserdata som ble hentet fra [www.hoydata.no](http://www.hoydata.no).

Deretter ble 2-dimensjonal hydraulisk simulering av elvestrekningen gjennomført, med terrengmodellen som datagrunnlag, i HEC-RAS (Brunner, 2021) på fem forskjellige vannføringer (67 l/s; 160 l/s; 260 l/s; 371 l/s og 500 l/s). Simulering kan brukes til å vurdere størrelse på vanddekket areal og endringer i dybde, samt identifisere områdene som er mest utsatt for tørrlegging. Dette gjør det mulig å vurdere hvordan dagens minstevannføring og en minstevannføring på 67 l/s påvirker elvestrekningen (spørsmål c i avsnitt 1.3) og områder der det finnes elvemusling. Samtidig kan slike analyser føre til identifisering av områder og habitater som er mest sårbare for vannføringsendringer. Input til modellen er terrengmodellen, som beskriver geometrien, vannføring øverst i elva og verdier for friksjonstapet langs elva (ruheten) i form av Mannings ruhetsverdi  $n$  (denne er avhengig av elv- og substrattypen; Brunner, 2021). I tillegg kreves grenseverdier i form av helning av elva i nederste profil (se vedlegg 4 for flere detaljer om modellen).

### 2.4.3.2 Endringer i vanddekket areal på tverrsnitt med elvemusling

Beregningene er basert på dybde og vannhastighet som ble målt i felt og bruk av Mannings formel (for beskrivelse av metoden, se vedlegg 5). For hvert tverrsnitt ble det beregnet ruhet og forhold mellom dybde og vannføring. Deretter ble denne koblingen mellom ruhet, dybde og vannføring brukt for å beregne dybde samt vanddekket omkrets og areal for tre vannføringer

- 371 l/s: vannføringen i feltarbeidsperioden (målt)
- 160 l/s: minstevannføringen som slippes i perioden 01. oktober- 30. april
- 67 l/s: den forslåtte, nye minstevannføringen

Til slutt kunne endring av vanddekket areal på hvert tverrsnitt beregnes, noe som gir en eksakt vurdering av endring i de hydrauliske forholdene på hver elvemuslingsstasjon.

## 3 Resultater

Feltarbeid i Mønelva ble gjennomført 27. september-01. oktober 2022 på vannføring på 371l/s ( $m^3/s$ ). Feltarbeidet ble gjennomført så sent på høsten på grunn av unormal høy nedbør i hele august. Undersøkelsene av elvemusling i Mønelva ble gjennomført i samsvar med den europeiske standarden for overvåkning av elvemusling (Norsk standard NS-EN 16859:2017). Kartleggingen av utbredelse samt lengdefordeling og vekstanalyser gir sammen med redoksmålinger en vurdering av rekrutteringen.

### 3.1 Elvemuslingskartlegging med vadesøk

#### 3.1.1 Utbredelse og tetthet

Sju av de 11 stasjonene som ble kartlagt i 2016/2017 ble undersøkt på nytt i 2022, dvs. stasjon M2, M4, M6, M7, M8, M9 og M10 (**figur 4; vedlegg 1**). Tellingene var utfordrende på grunn av mye begroingsalger over hele strekningen (se **figur 5**). Begroingsalger måtte fjernes for at elvebunnen og muslinger skulle kunne ses.





**Figur 4.** Stasjonene som ble undersøkt i forbindelse med transekt telling (alle stasjoner) og lengdefordeling (M2, M6, M8 og M9) av elvemusling i Mølnelva. For lokalisering se figur 2 og vedlegg 1. (Foto: Bjørn Mejdell Larsen).

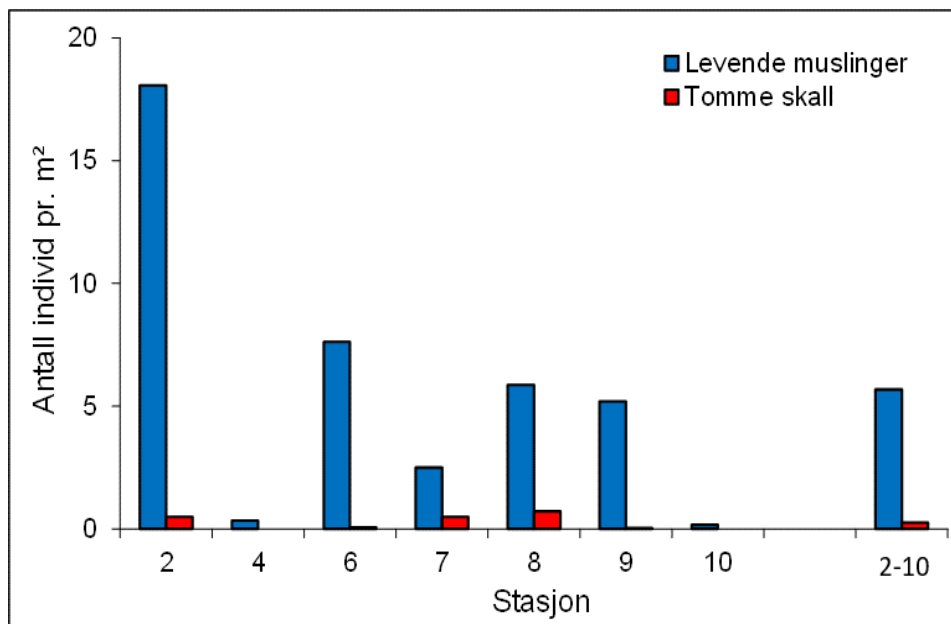


**Figur 5.** Dronebilde som viser begroingsalger på stasjon M8. Det ble registrert betydelig forekomst av begroingsalger på de alle undersøkte stasjonene (Foto: Marie-Pierre Gosselin)

Det ble registrert 3110 levende muslinger på de sju stasjonene som ble undersøkt. Tettheten varierte fra 0,2 (stasjon M10) til 18,1 individ pr. m<sup>2</sup> (stasjon M2) med et gjennomsnitt på 5,7 individ pr. m<sup>2</sup> (**tabell 2, figur 6**). De fleste tomme skallene (NS) ble funnet på stasjon M8 (NS=43), M7 (NS=39) og M2 (NS=34)

**Tabell 2.** Antall og tettheten av levende muslinger og tomme skall for hver undersøkt stasjon i Mølnelva i 2022. N= antall levende individer; NS= antall tomme skall; N/m<sup>2</sup>= tetthet levende individer; NS/m<sup>2</sup>= Tetthet tomme skall.

Stasjon	Areal	N	NS	N/m <sup>2</sup>	NS/m <sup>2</sup>
M10	111	20	0	0,18	0
M9	121	627	5	5,19	0,04
M8	60	349	43	5,87	0,72
M7	79	198	39	2,51	0,49
M6	85	648	5	7,62	0,06
M4	85	29	0	0,34	0
M2	69	1239	34	18,06	0,50
M2-M10	608	3110	126	5,11	0,21
Gjennitt ± sd				5,68 ± 6,14	0,26 ± 0,30



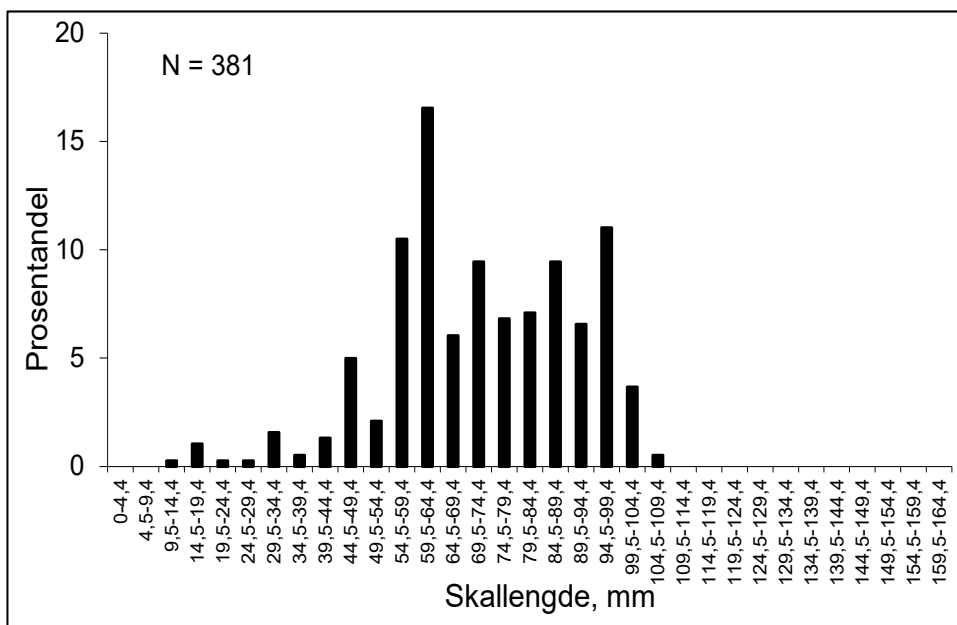
**Figur 6.** Tettheten av levende muslinger (blå) og tomme skall (rød) på sju stasjoner i Mølnelva i 2022.

Med en gjennomsnittlig tetthet på 5,68 muslinger/m<sup>2</sup> (tabell 2), og et tilgjengelig elveareal estimert til 15.000m<sup>2</sup> kan bestanden i Mølnelva være om lag 85.200 individer.

### 3.1.2 Lengdefordeling

Det ble lengdemålt 381 levende elvemusling (inkluderer både synlige og nedgravde muslinger) fordelt på fire «gravestasjoner» på stasjoner M2, M4, M8 og M9 (6,7 m<sup>2</sup> til sammen). Andelen nedgravde individer var ca. 28 %. Fem individer (1,3 %) var mindre enn 20 mm og 39 individer (10,2 %) var mindre enn 50 mm. Av disse var 34 individer nedgravd i grusen. Minste og største levende musling var henholdsvis 13 og 108 mm lang (figur 7).

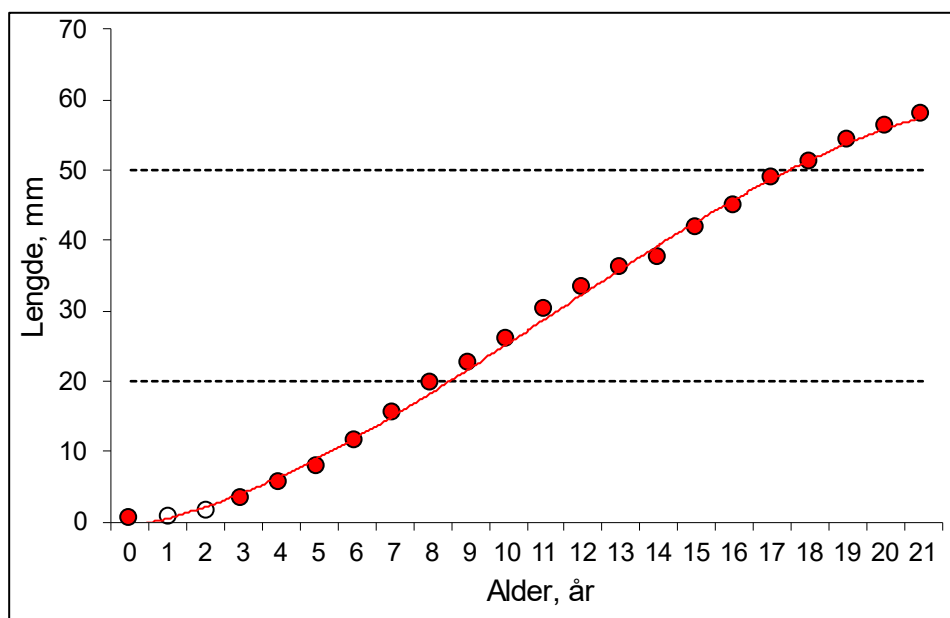
Det ble i tillegg samlet inn og lengdemålt 150 tomme skall som varierte i lengde fra 31 til 98 mm. Det var en overdødelighet Et stort antall av de døde muslingene sto fortsatt i normal posisjon i substratet på relativt grunt vann, noe som kunne tyde på at de hadde dødd på grunn av innfrysing om vinteren, spesielt på stasjon M7 og M8, men også delvis på stasjon M2. Dette ble bekreftet av Asbjørn Hagen (pers. medd.) som viste bilder som var tatt i februar 2021. Disse dokumenterte at lav vannføring og sterk kulde i en lengre periode hadde medført at store deler av elvebunnen var dekket av is.



**Figur 7.** Lengdefordeling av levende elvemusling i Mølnelva basert på graving i substratet på stasjonene M9, M8, M6 og M2 i september 2022.

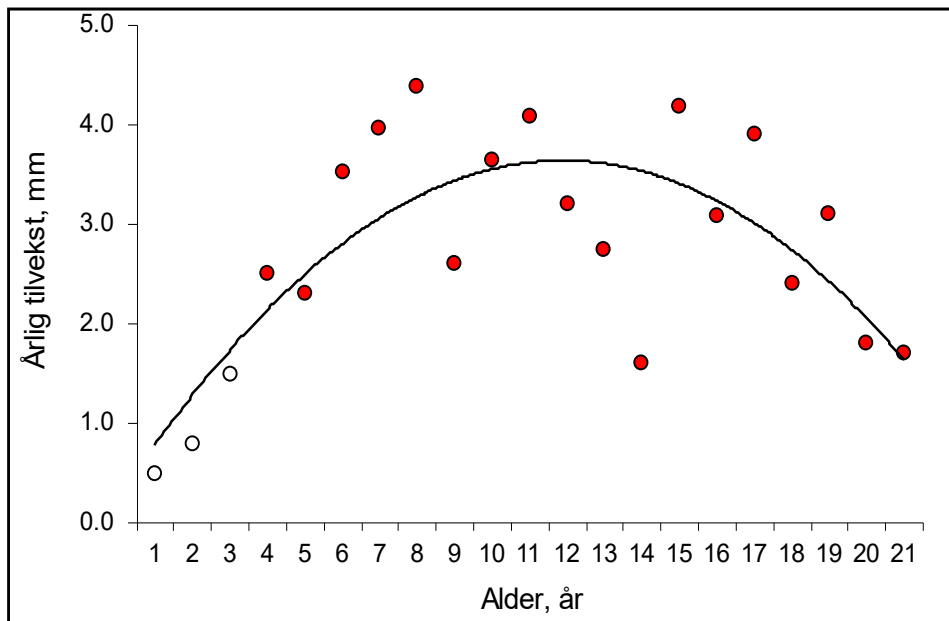
### 3.1.3 Vekst

Som grunnlag for vekstkurven ble lengden av alle synlige tilvekstringer målt i felt på sju levende individer med lengder mellom 17 og 60 mm. Det er noe usikkert hvor mange tilvekstsoner som skal legges til før første målbare tilvekstsoner hos hvert enkelt individ. Lengde for de to første leveårene er derfor stipulert (**figur 8**).



**Figur 8.** Vekstkurve basert på lengde av gjennomsnittlig åringdiameter hos aldersbestemt elvemusling i Mølnelva fram til 21 år.

En åtte år gammel musling er om lag 20 mm lang mens en ti år gammel musling er om lag 26 mm lang (**figur 8**). Muslingene er i gjennomsnitt 17-18 år gamle når de har oppnådd en lengde på 50 mm. Det betyr at muslinger i lengdeklasse 59,5-64,4 mm, som er den lengdeklassen med flest muslinger er eldre enn 21 år. Det var få muslinger mindre enn 45 mm, noe som tilsvarer en alder på 15 år. Vi ser derfor at det har vært en gradvis nedgang i rekrutteringen fra tidlig 2000-tallet og framover.



**Figur 9.** Årlig tilvekst for elvemusling i Mølnelva

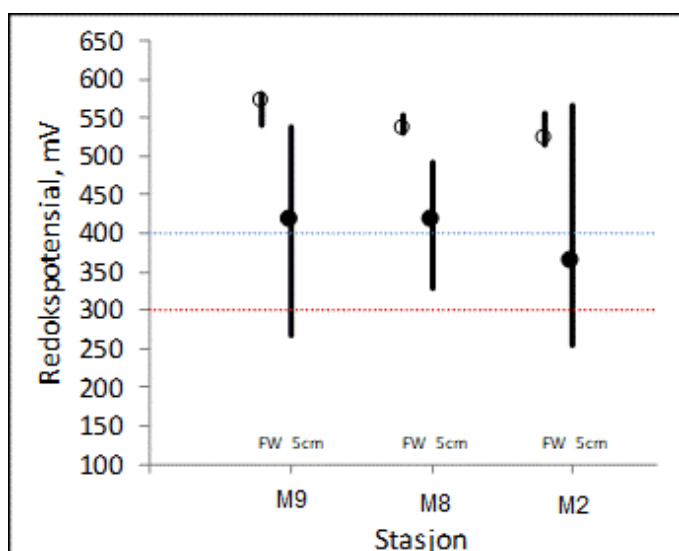
Den årlige tilveksten varierer mellom 2 og 4 mm for muslingene som er 4-18 år gamle (**figur 9**).

### 3.2 Substratkvalitet og redoksmålinger

Redokspotensial ble målt på tre stasjoner i Mølnelva i slutten av september 2022 (stasjon M2, M8 og M9; for lokalisering se **figur 2**). Resultatet fra de tre stasjonene er presentert i **figur 10**, som medianverdien av alle målingene i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm). I tillegg er minimums- og maksimumsverdien angitt på figuren. Redokspotensialet i substratet var høyere ved stasjon M8 og M9 enn ved stasjon M2 (**figur 10**). Ved stasjon M9 var median redokspotensial 417 mV i substratet, og reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 27,4 % (**tabell 3**). Ved stasjon M8 var median redokspotensial 419 mV i substratet, og reduksjonen i redoksverdi var 22,1 % (**tabell 3**). Resultater viser at begge stasjonene har *god* habitatkvalitet for unge muslinger: store deler av substratet har tilstrekkelig oksygeninnhold slik at unge muslinger kan vokse opp (**figur 10**). Ved stasjon M2 var median redokspotensial 365 mV i substratet og reduksjonen i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet var 30,5 % (**tabell 3**). Dette tilsvarer *moderat* habitatkvalitet da en større del av substratet ikke hadde tilstrekkelig oksygeninnhold (**figur 10**).

**Tabell 3.** Oppsummering av resultatene fra redoksmålinger i Mølnelva, på tre stasjoner (stasjon M9, M8 og M2) i slutten av september 2022. Medianverdien for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for alle stasjonene hver for seg og samlet. Reduksjon i redoksverdi mellom de frie vannmasser og substratet er gitt i prosent.

Dato		29. september – 1. oktober	
Stasjon	Målepunkt	Redoksverdi (mV) Median	Reduksjon i redoksverdi (%)
M9	FW	574	
	5 cm	417	27,4
M8	FW	538	
	5 cm	419	22,1
M2	FW	525	
	5 cm	365	30,5
M2-M9	FW	549	
	5 cm	412	24,9



Målepunkt	Stasjon	N	Redokspotensial, mV		
			>400	300–400	<300
FW	M9	5	100,0	0	0
	M8	4	100,0	0	0
	M2	5	100,0	0	0
	Gj.snitt	14	100,0	0	0
5 cm	M9	15	53,3	33,3	13,3
	M8	15	66,7	33,3	0
	M2	15	33,3	40,0	26,7
	Gj.snitt	60	51,1	35,6	13,3

**Figur 10.** Redoksmålinger på stasjon M9, M8 og M2 i Mølnelva i slutten av september 2022. Median, minimums- og maksimumsverdi for målinger i de frie vannmasser (FW) og på 5–7 cm dyp i substratet (5 cm) er gitt for hver enkelt stasjon.



### 3.3 Vannkvalitet

Det ble ikke tatt vannprøver til vurdering av vannkvaliteten i Mølnelva i forbindelse med undersøkelser i september 2022. Vanntemperatur og konduktivitet ble imidlertid målt på alle stasjonene som ble undersøkt (**tabell 4**). Gjennomsnittlig temperatur var 9,2°C med minimum verdi på 8,3°C (stasjon M4) og maksimum verdi på 10,1°C (stasjon 9). Det var en svakt økende konduktivitet nedover i Mølnelva som hadde en gjennomsnittlig konduktivitet på 4,5 mS/m (**tabell 4**).

**Tabell 4.** Vanntemperatur og konduktivitet i Mølnelva mellom 28.09 og 01.10 2022.

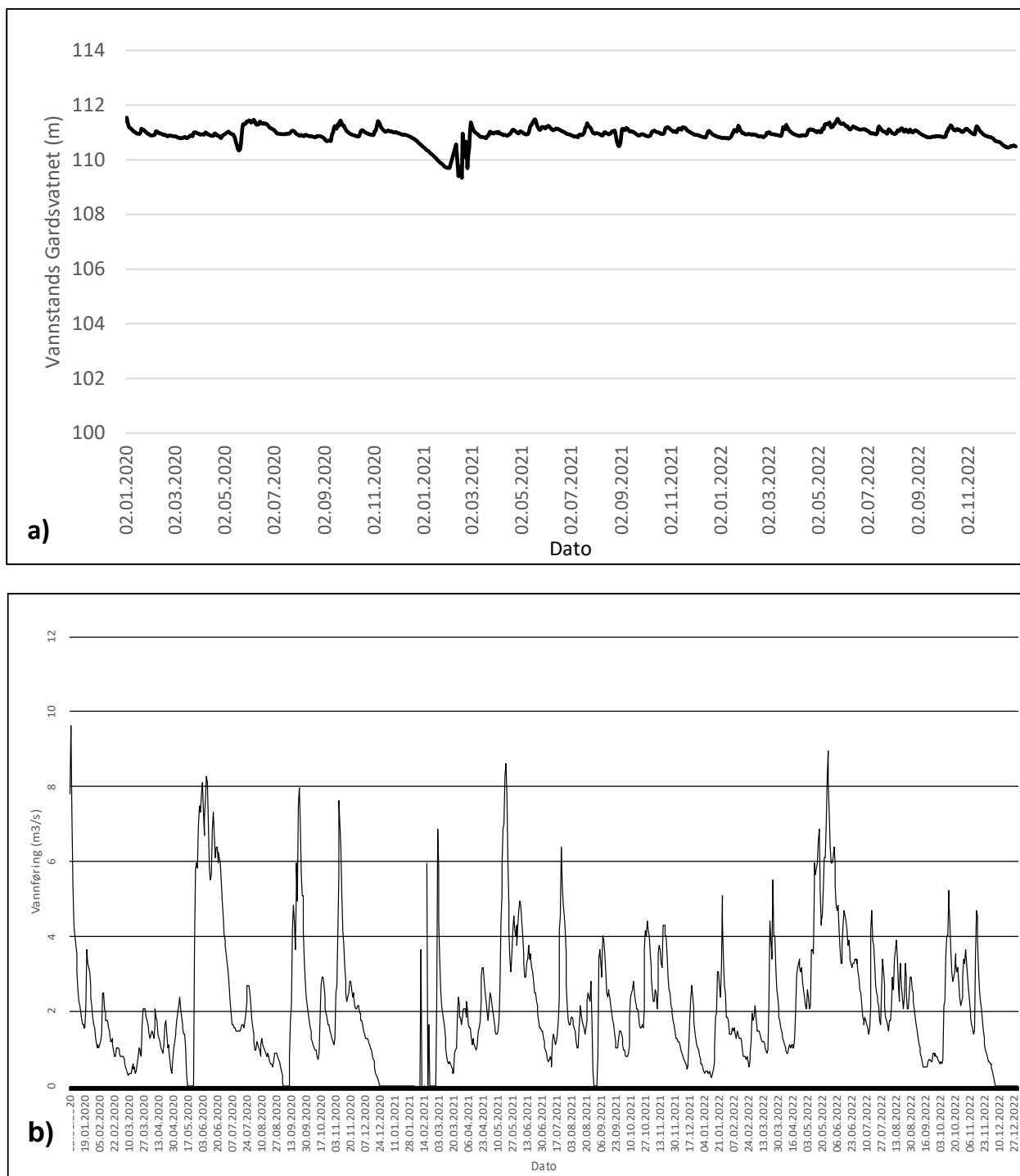
Stasjon	Konduktivitet, mS/m	Vanntemp., °C
M10	4,4	9,6
M9	4,4	10,1
M8	4,4	10,0
M7	4,4	8,8
M6	4,5	9,0
M4	4,7	8,3
M2	4,7	8,7
Gj.snitt	4,5	9,2

Som tidligere nevnt, var store deler av elvebunnen dekket av begroingsalger (**figur 5**). Denne typen algeforekomst er vanligvis tilknyttet organisk belastning ved lav vannføring og høyre temperatur, men dette kan ikke bekreftes uten vannprøver fra elva for denne perioden.

## 3.4 Hydrologiske og hydrauliske analyser

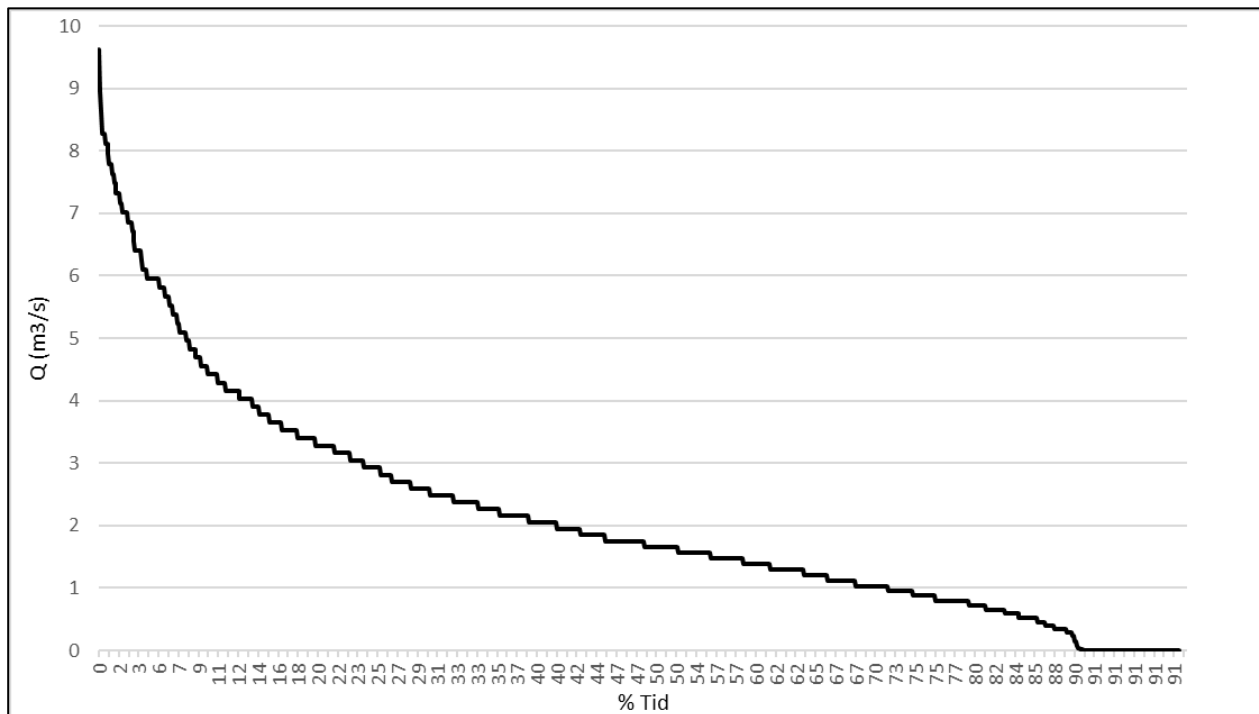
### 3.4.1 Hydrologi i Mølnelva

Dataserien for Mølnelva inneholder 1089 målinger av vannstand i Gardsvatnet fra januar 2020 til desember 2022 som det er beregnet vannføringsverdier for (**figur 11**).



**Figur 11.** a) Målt vannstandskurve for Gardsvatnet (m kotehøyde) og b) tilsvarende beregnet vannføringskurve (nedre) for Mølnelva i perioden januar 2020-desember 2022.

Måledata viser at vannstanden i Gardsvatnet varierer mellom 109,34 m og 111,54 m kotehøyde (**figur 11 a**). I en periode i tidlig februar 2021 var det en feil på måleutstyret (Asbjørn Hagen, pers. med.) slik at disse målingene ble tatt bort fra analysen. De beregnede vannføringsverdiene i Mølneva ligger under 10 m<sup>3</sup>/s (10 000 l/s) i hele perioden (**figur 11 b og 12; tabell 5**).



**Figur 12.** Vannføringsvarighetskurve som viser %tid (det vil si % av alle dagene) i periode 2020-2022 når en spesifikk vannføring (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>) er observert i Mølneva. For beregningsmetodikk, se f.eks. Davie (2003).

**Tabell 5.** Beregnede vannføringsindikatorer i Mølneva i perioden januar 2020-desember 2022, etter vannføringsvarighetskurve i figur 12. For videre beskrivelse av metodikken, se f.eks. Davie (2003).

Indikatorer <sup>1</sup>	Beregnet vannføring
Q <sub>5</sub>	5,80 m <sup>3</sup> /s (5800 l/s)
Q <sub>10</sub>	4,41 m <sup>3</sup> /s (4410 l/s)
Q <sub>50</sub>	1,65 m <sup>3</sup> /s (1650 l/s)
Q <sub>90</sub>	0,139 m <sup>3</sup> /s (139 l/s)
Q min (minimum vannføring i periode)	0 m <sup>3</sup> /s
Q maks. (maksimum vannføring i periode)	9,62 m <sup>3</sup> /s (9620 l/s)

<sup>1</sup> Hydrologiske indikatorer er notert Q<sub>i</sub>, hvor i viser prosent av tiden hvor en vannføring Q er observert. Verdien for Q<sub>5</sub> tilsvarer den vannføringen som er observert eller overskredet kun 5 % av tiden i observasjonsperioden. Dette er vanligvis høyvannføringer som sjeldent er observert. Q<sub>50</sub> er middelverdien for vannføring i perioden. Q<sub>90</sub> er vannføringsverdien som er observert eller overskredet minimum 90 % av tiden. Disse indikatorene kan hjelpe med å bestemme en minstevannføring, f.eks. ved å se om en vannføringsverdi er for lav eller høy i forbindelse med varighetskurve og vannføringer som er vanlig å observere i den aktuelle elva.

I tillegg viser de beregnede vannføringsverdiene at sommerminstevannføring (260 l/s; 0,260 m<sup>3</sup>/s) ligger litt over Q<sub>90</sub> (dvs. litt over den vannføring som er observert i Mølnelva 90 % av tiden) mens vinterminstevannføring (160 l/s; 0,160 m<sup>3</sup>/s) ligger på Q<sub>91</sub>. Den aller laveste minstevannføring på 0,067 m<sup>3</sup>/s tilsvarer Q<sub>93</sub>.

### 3.4.2 Hydromorfologiske målinger

Det ble målt dybde og vannhastighet i tverrsnitt av hver muslingstasjon (se figur 2 og vedlegg 1 for lokalisering) for å få en vurdering av hydrauliske forhold for elvemusling (**tabell 6**). For stasjon M9 ble det målt to tverrsnitt (T9 og T9 nedstrøms) for å dekke den store variasjonen i hydromorfologiske forhold på denne stasjonen.

**Tabell 6.** Oppsummering av hydromorfologiske parametere for alle stasjonene (tverrsnitt, T) der det ble tatt muslinger. Det ble tatt målinger på to tverrsnitt på stasjon M9 for å representere lokale hydromorfologiske mangfold.

Stasjon	Bredde (m)	Min. dybde (m)	Maks. dybde (m)	Gjennomsnitt dybde (m)	Min. vannhastighet (m/s)	Maks. vannhastighet (m/s)	Gjennomsnitt vannhastighet (m/s)	Antall målinger
M10 (T10)	12,0	0,14	0,69	0,48	0	0,298	0,087	12
M9 ned (T9 ned)	23,2	0,02	0,62	0,25	0	0,328	0,05	24
M9 (T9)	11,3	0,04	0,58	0,17	0	0,532	0,100	13
M8 (T8)	18,2	0,02	0,34	0,25	0	0,167	0,084	19
M7 (T7)	18,7	0,06	0,25	0,14	0	0,557	0,137	17
M6 (T6)	14,1	0,01	0,40	0,22	0	0,222	0,149	15
M4 (T4)	11,8	0,04	0,35	0,21	0	0,266	0,153	12
M2 (T2)	16,0	0,02	0,38	0,24	0	0,275	0,044	17

Målingene viser forskjeller i elvehydromorfologi med dypere og sakterennende habitater i øvre delen av Mølnelva (M9 og M10) og grunnere habitater i midtre og nedre delen av elva (M2 til M8). Variasjoner i elvehydromorfologi fører til at vannføringsendringer får ulike konsekvenser for elvemusling i ulike deler av elva.

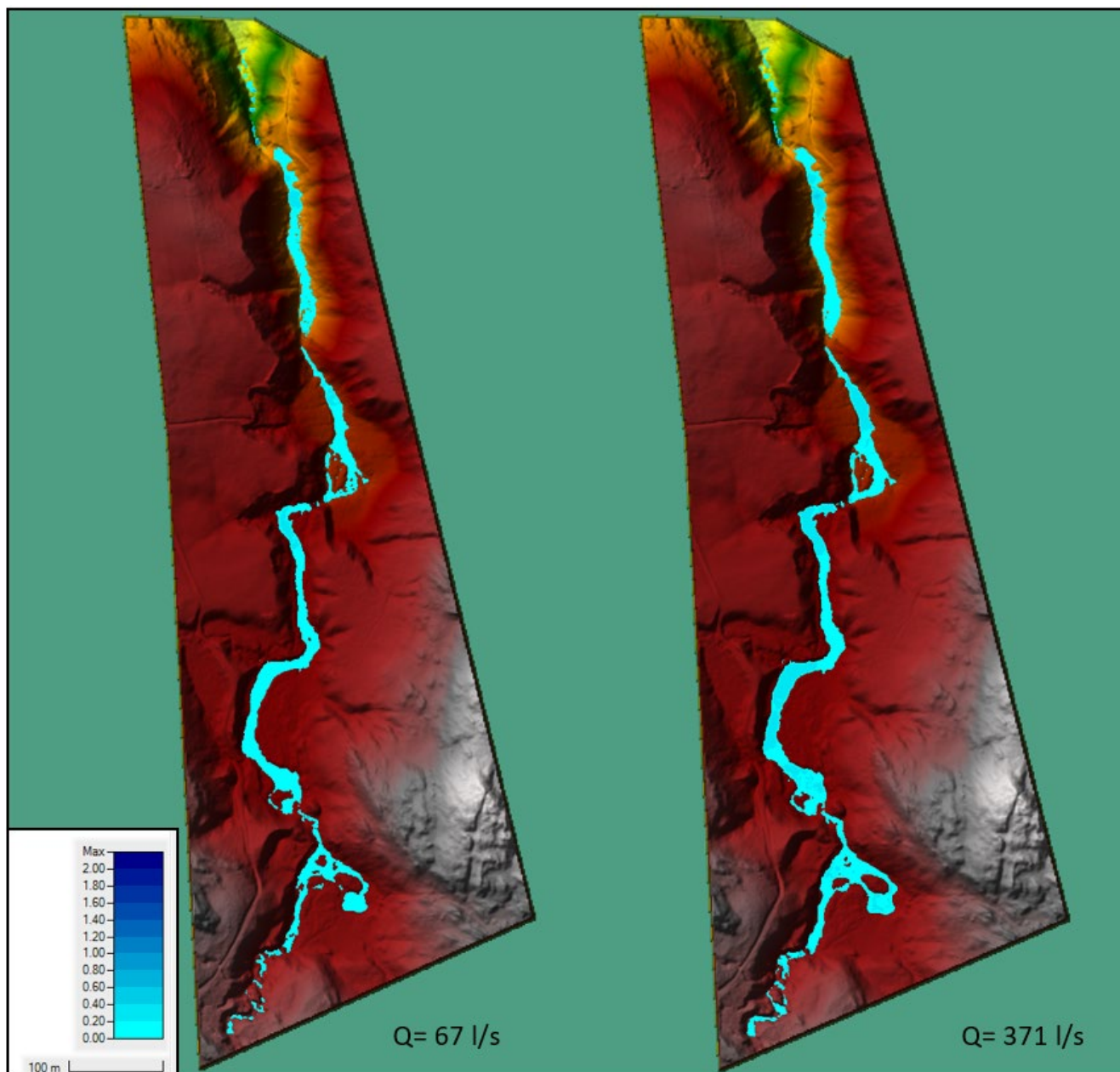
### 3.4.3 Simulering av habitatendringer

#### 3.4.3.1 Over hele strekningen

Det ble gjennomført simulering (ved bruk av HEC-RAS) av dybde i Mølnelva på to forskjellige vannføringer (**figur 13**):

- 371 l/s: den vannføringen som ble målt i feltarbeidsperioden
- 67 l/s: den laveste minstevannføring

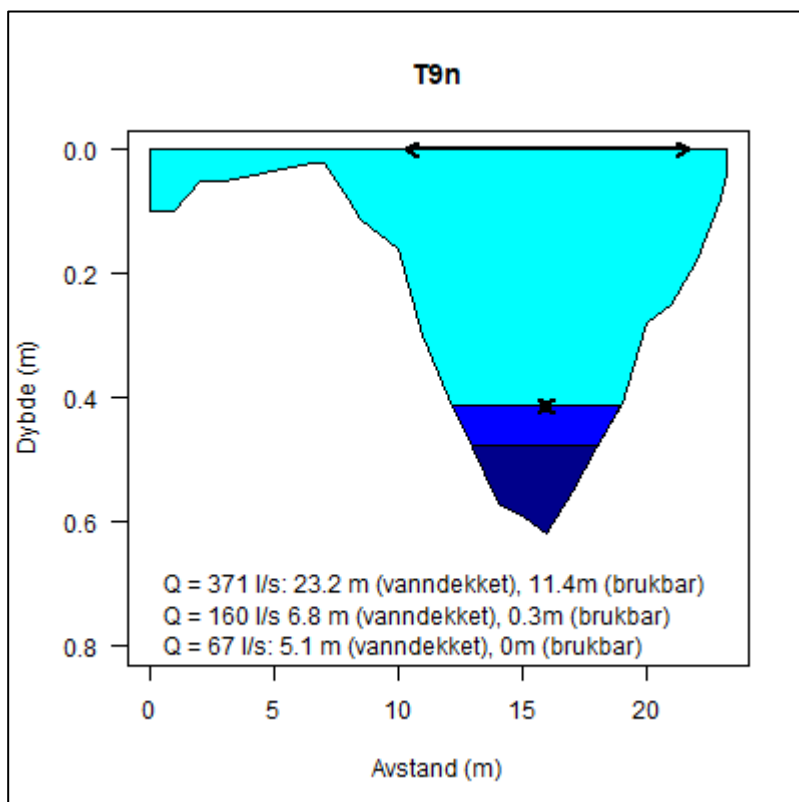
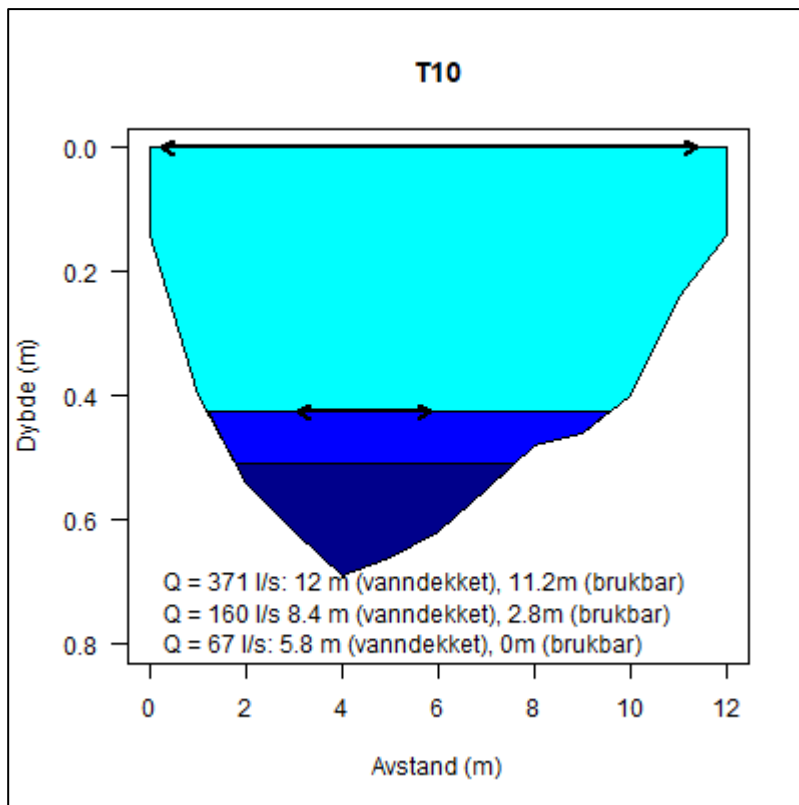
Resultatene viser et betydelig tap av vanddekket areal på 67 l/s (til venstre i **figur 13**). Dette gjelder spesielt de områdene i Mølnelva som er grunne allerede med en vannføring på 371 l/s (til høyre), det vil si som har en dybde mindre enn 20 cm. Ved vannføring på 67 l/s er stasjonene M2, M4, M6, M7 og M8 (se lokalisering på **figur 2**) sterkest påvirket.

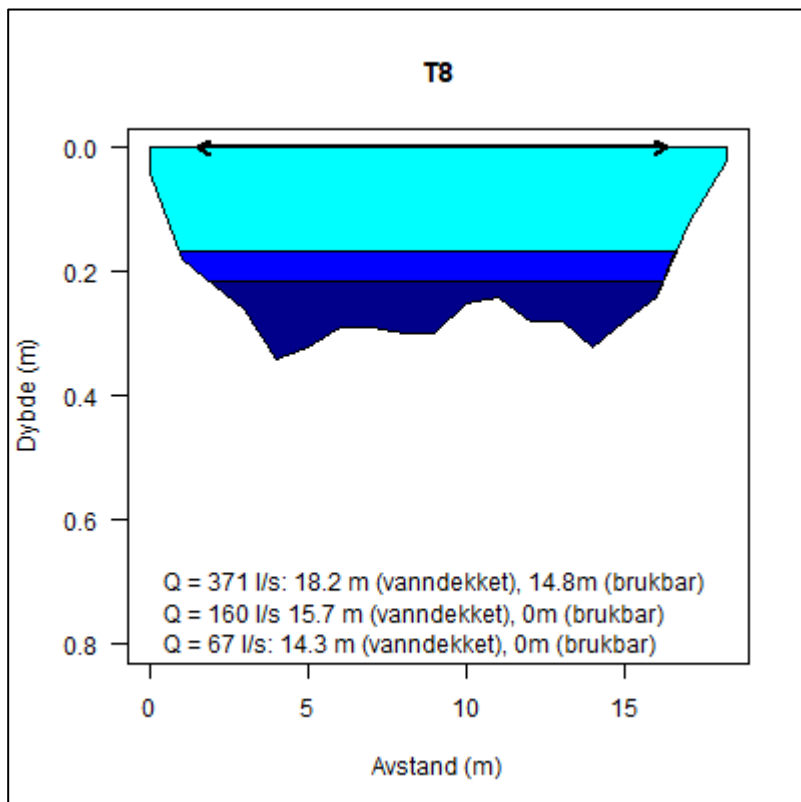
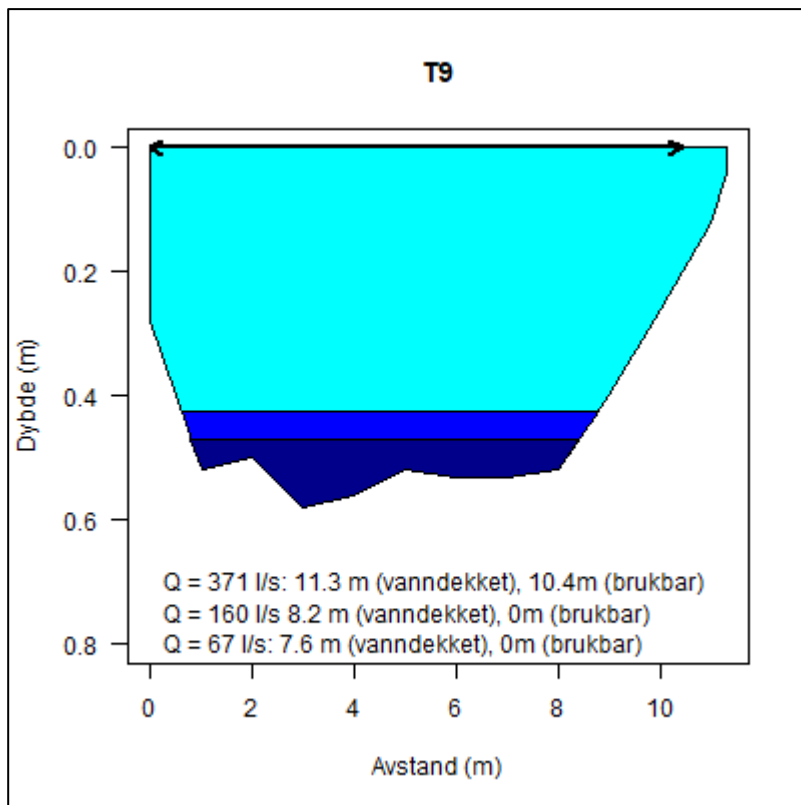


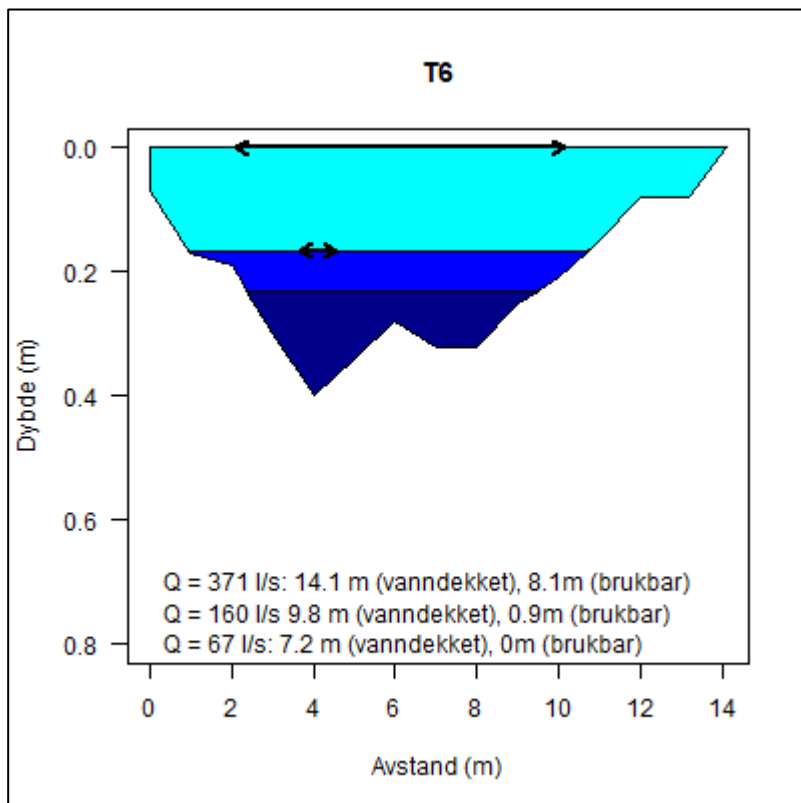
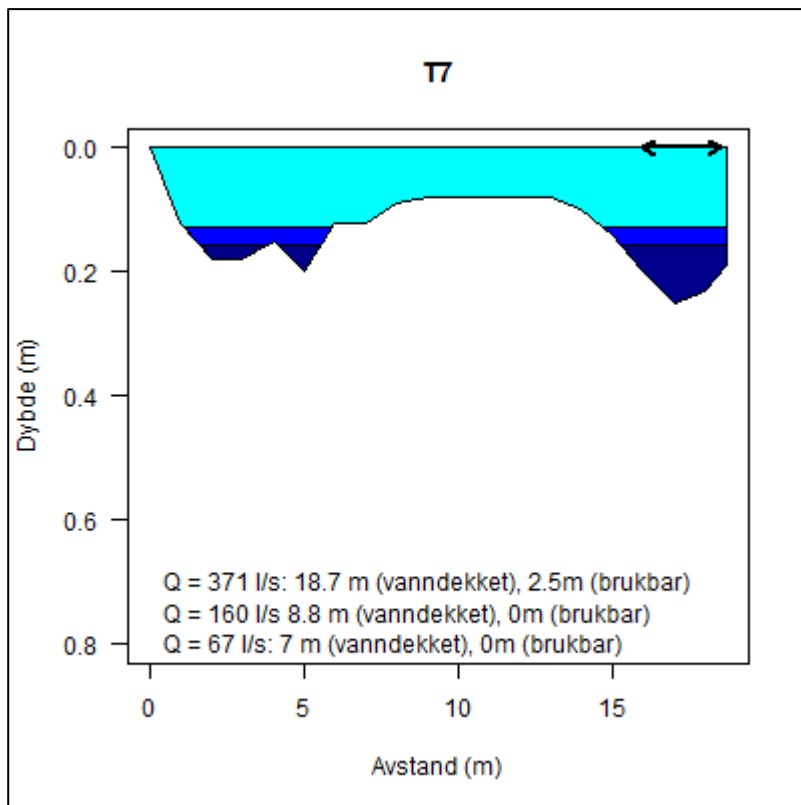
**Figur 13.** Resultater av simulering i HEC-Ras av vanddybde i elvestrekninger med elvemusling i Mølnelva på 67 l/s og 371 l/s

#### 3.4.3.2 Endringer på muslingstasjoner

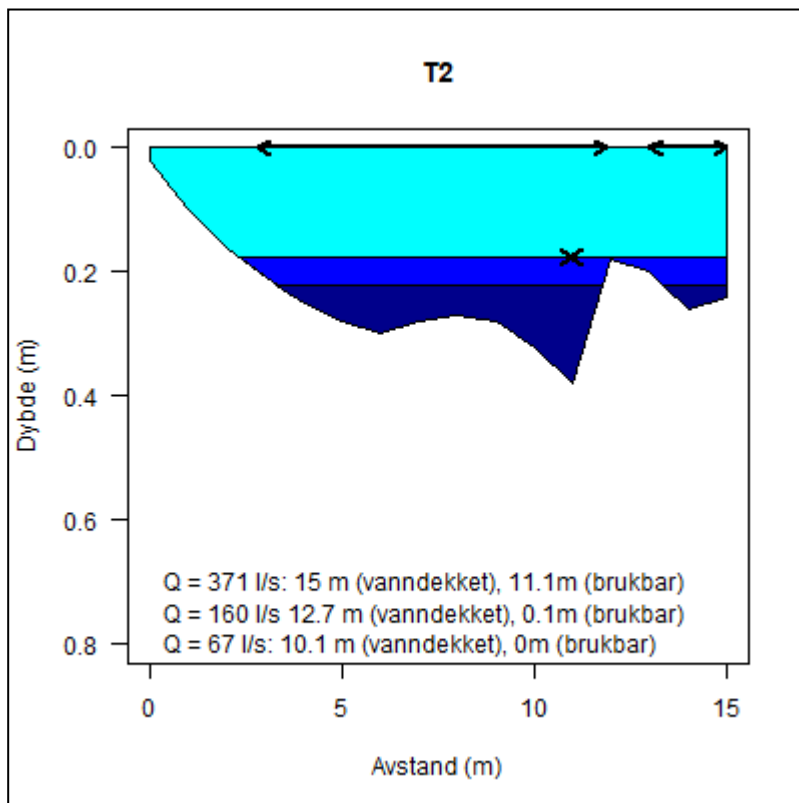
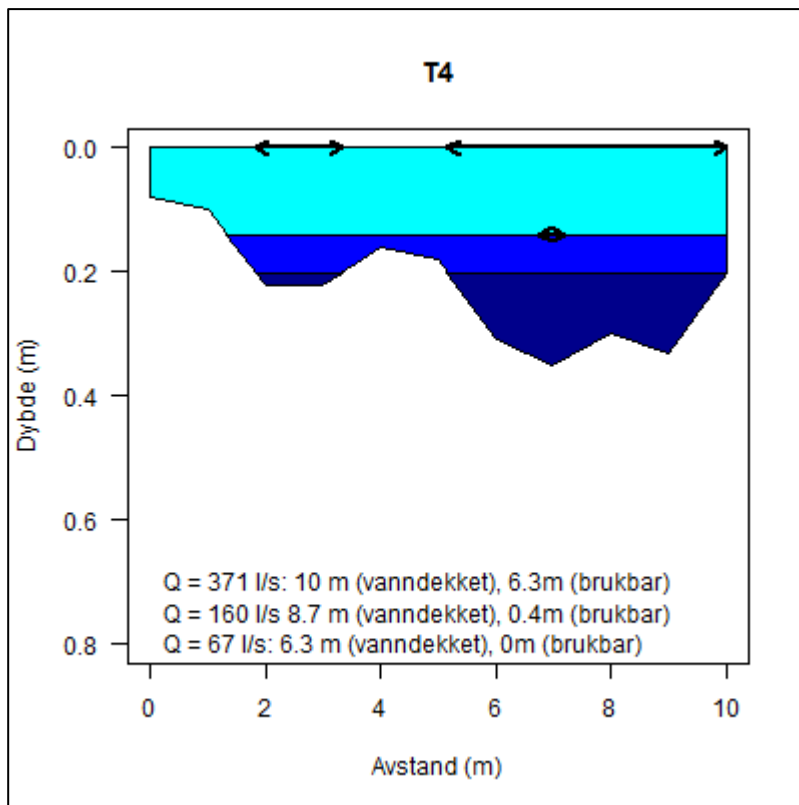
Beregninger og simulering av endringer på vanddekket areal mellom vannføringen målt i feltperioden (371 l/s) og vinterminstevannføring (160 l/s) og den nye minstevannføring (67 l/s) ble gjennomført for hvert tverrsnitt (**figur 14, tabell 7 og tabell 8**). Resultatene viser endringer i vanddekket areal, dvs. areal som er tilgjengelig for alle organismer i vann og areal som er «brukbart» for elvemusling, dvs. areal som er på minimum 20 cm dyp.











**Figur 14.** Endringer i vanndekket areal på tverrsnitt av alle de undersøkte stasjonene i Mønelva ved tre forskjellige vannføringer: 67 l/s (den laveste minstevannføring; mørk blå); 160 l/s (vinterminstevannføring; blå); 371 l/s (vannføring målt i feltperioden; lys blå). Pilene viser elvebredd som er brukbar av elvemusling, basert på en estimert kritisk dybde for elvemusling på 0.2 m (20 cm).

**Tabell 7.** Relativ endring (%) i vanndekket areal for hver stasjon der det ble talt elvemusling.

Stasjon	% tap ved 160 l/s (fra 371 l/s)	% tap ved 67 l/s (fra 160 l/s)	% tap fra 371 l/s til 67 l/s
M10 (T10)	30	30,9	51,7
M9 ned (T9 ned)	70,7	25	78,0
M9 (T9)	27,4	7,3	32,7
M8 (T8)	13,7	8,9	21,4
M7 (T7)	52,9	20,5	62,6
M6 (T6)	30,5	26,5	48,9
M4 (T4)	13	27,6	37
M2 (T2)	15,3	20,4	32,7

**Tabell 8.** Relativ endring (%) i godt egnet areal for elvemusling på forskjellige vannføringer. «Brukbar» er definert som området der vanndybden er minimum 20 cm.

Stasjon	% tap ved 160 l/s (fra 371 l/s)	% tap ved 67 l/s (fra 160 l/s)	% tap fra 371 l/s til 67 l/s
M10 (T10)	75	100	100
M9 ned (T9 ned)	97,7	100	100
M9 (T9)	100	-	100
M8 (T8)	100	-	100
M7 (T7)	100	-	100
M6 (T6)	88,9	100	100
M4 (T4)	93,7	100	100
M2 (T2)	99,1	100	100

Det er forventet at vanndekket areal reduseres med en nedgang i vannføring og at % reduksjon er avhengig av elveprofil. Beregningene (**tabell 7, figur 14**) viser en reduksjon i vanndekket areal allerede mellom vannføringen i september og dagens vinterminstevannføring fra 13 % på stasjon M4, til 70,7 % for nedre del av stasjon M9 ned (T9 ned). På en minstevannføring på 67 l/s er det forventet betydelig tap i vanndekket areal, fra 32,7 % (M2 og M9) til 78,0 % (M9 ned/T9 ned).

Elvemusling er festet til elvebunnen og har begrenset forflytningsevne sammenlignet med fisk. Derfor er arten sårbar for endringer i vanndekket areal. Spesielt stor betydning for elvemusling har vanndybde, som må være stor nok for å begrense tørrlegging eller innfrysing i lavvannsperioder (en oppsummering av flere studier om temaet finnes i Larsen & Magerøy, 2019). Vi har derfor definert 20 cm som kritisk vanndybde (det vil si minimumsdybde for å redusere strandingsrisiko; se Larsen & Magerøy (2021)) for å beregne endringer i brukbart areal på 160 l/s og 67 l/s (**tabell 8; figur 14**). Beregninger viser kraftig nedgang i vanndekket areal allerede på 160 l/s, mellom 75 % (M10) og 100 % (M7, M8 og M9). På en minstevannføring på 67 l/s er tapet av brukbart areal 100% på alle stasjoner.

**Figur 14** viser endringer i brukbart areal for elvemusling på de forskjellige muslingstasjonene. Generelt flyttes det brukbare arealet mot den dypeste delen av elveprofilen, for eksempel i kulp-pen på stasjon M9 og stasjon M10, eller små kulp-områder på stasjon M2 eller M4. Tap av vanndekket areal er spesielt tydelig i grunnere habitater, f.eks. på stasjon M6, M7 eller M8.

### 3.4.4 Manøvrering av magasin og minstevannføring

Vannføringstidsserien viser at det er brå endringer i vannføring og flere episoder i perioden januar 2020–desember 2022 der vannføringen gikk ned til og under de satte verdiene for minstevannføring (**figur 11b**):

- I periodene 16.05. -23.05.2020, 03.09. -10.09.2020 og 23.12.2020-03.02.2021 var beregnet vannføring mindre enn 0,067 m<sup>3</sup>/s (67 l/s)
- I perioden 21.12. -22.12.2020 var vannføringen under 0.260 m<sup>3</sup>/s (260 l/s)

Det ble analysert endring i vannstand per døgn i Gardsvatnet for perioden januar 2020–desember 2022 (**tabell 9**). Det er stor usikkerhet knyttet til vannstandsendringene og vannføringsmålingene på grunn av en periode i vinteren 2021 der måleutstyret ikke fungerte. Uansett viser dataene at en veldig liten endring i vannstand (tilsvarende kun få cm) i noen dager kan føre til store endringer i vannføring nedstrøms (**figur 11**). Sånne brå variasjoner er ikke ønskelig, med hensyn til elvemusling. Det er ikke ønskelig å gjennomføre store manøvreringer (nedtapping) over korte perioder når vannføringen i Mølnelva er lav. Dette vil føre til økt vannhastighet og skjærspenning, noe som kan ha store negative konsekvenser på fisk og elvemusling som kan bli vasket bort.

**Tabell 9.** Verdi for statistikk tilknyttet vannstandsendringer i Gardvatnet per døgn.

Statistikk parameter	Verdi (m)
Min.	0
Maks.	1,62
Middelverdi	-0,01
Gjennomsnitt	-0,0002

Ved analyse av vannstandsendringer får vi en vurdering av vannstandsendring/døgn. Dette gir imidlertid ingen indikasjon på hvor fort manøvreringen av magasinet gjennomføres for å oppnå vannstanden som er ønskelig. Det er anbefalt i litteraturen (Bakken et al. 2016) at vannstandsendringer ikke gjennomføres raskere enn 13 cm/time med hensyn til fisk for å minimalisere den negative påvirkningen av disse endringene. Derfor er det vår anbefaling at manøvrering gjennomføres over en periode (som på engelsk benevnes «ramping rate») av noen få timer (4 til 6).

Det er også vår vurdering at magasinmanøvreringen skal gjennomføres med hensyn til vannføring i Mølnelva slik at lengre perioder (flere dager) under minstevannføring unngås. I perioder da vannføring er veldig lav foreslår vi å bruke som utgangspunkt en endring av vannstand rundt 5 cm per døgn for å unngå brå endringer i vannføring. Det samme gjelder perioder med veldig høy vannføring. På denne måte kan veldig bratte endringer i vannføringer unngås så mye som mulig. Magasinmanøvreringen bør ta hensyn til vannføring i Mølnelva, værforhold og tidspunkt i året for å ivareta behovene til elvemusling og fisk. Veldig høy og veldig lav vannføring bør unngås i kritiske perioder: ved utslipp av muslinglarver (august-september) og når larver dropper av fisk i april-mai.

## 4 Oppsummering og diskusjon

### 4.1 Elvemusling

Sju av elleve tidligere undersøkte stasjoner (Paul E. Aspholm, upubliserte data) i Mølnelva ble undersøkt i perioden 28. september-1. oktober 2022. Tidsforbruket til transekt-tellinger var høyere enn planlagt. Dette skyldtes stor forekomst av begroingsalger på elvebunnen i hele elvestrekningen, og det var nødvendig å fjerne begroingen før det var mulig å registrere muslinger. Derfor måtte vi prioritere stasjoner som kunne gi oss en best mulig oversikt over bestanden, innen den tidsrammen som vi hadde til rådighet. Stasjonene som til slutt ble undersøkt viser likevel forholdene for elvemusling i Mølnelva på en god måte, og ble valgt etter anbefaling fra Paul E. Aspholm.

Totalt ble det talt opp 3110 levende muslinger. Stasjon M2 er den stasjonen med flest muslinger (N=1239) mens stasjon M10 og M4 hadde de laveste individantallene (N=20 og N=29). Den største levende muslingen var 108 mm lang og den minste muslingen var 13 mm. Den yngste muslingen som ble observert var om lag fem år gammel. De fleste målte muslingene hørte til lengdeklasse 54-99 mm, dvs. som kan tilskrives årsklasser fram til tidlig 2000-tall. Vi antar at det kan finnes en del gamle muslinger (dvs. 50-100 år gammel eller eldre) i elva. Gjennomsnittstettheten fra våre undersøkelser er 5,68 individer/m<sup>2</sup>.

Undersøkelser i Mølnelva ble gjennomførte for sent på året i 2022 til å kunne sjekke graviditet til muslinger. På «gravestasjonene» ble det funnet 39 individer (10,2 % av målte muslinger) med lengde < 50mm og 5 individer (1,3 % av målte muslinger) med lengde < 20 mm. Disse resultatene viser at det er en noe svak rekruttering i bestanden av elvemusling. I tillegg ble redoksmålinger gjennomført på tre stasjoner: M2, M8 og M9 og viser *god* til *moderat* habitat kvalitet for ungemuslinger.

Bestandsresultatene ble brukt til å vurdere levedyktighet til elvemusling i Mølnelva ifølge poengmodellen beskrevet i kapittel 2.1.4 (**tabell 1**). Ifølge denne modellen oppnår Mølnelva 18 poeng og tilhører Klasse III – *høy levedyktighet*, men på grensen til Klasse II - *sannsynlig levedyktig* (tiltak bør utredes/gjennomføres).

Det ble funnet og målt 150 tomme skall (døde muslinger). Årsaken til dødeligheten er ikke bekreftet, men flere tegn tyder på innfrysning. De fleste skallene ble funnet i normal posisjon på elvebunnen sammen med levende muslinger, i områder dekket av vann, men hvor dybden var grunn (20-25 cm), selv på 371 l/s. I et møte og samtale med Asbjørn Hagen fikk vi se på noen bilder av Mølnelva tatt i februar 2021. Store deler av elva var dekket av is og de grunneste områdene var nesten uten vanngjennomstrømming og nedfrosset til elvebunnen. I tillegg fikk vi informasjon om at vannføringen var veldig liten på grunn av lav temperatur. Disse observasjonene tyder på at innfrysing kan være årsaken til mye av dødeligheten som ble observert i september 2022, spesielt i de grunne områdene. Dette betyr at elvemuslingsbestanden i Mølnelva kan være spesielt utsatt i perioder om vinteren med lave temperaturer og lave vannføringer.

Det ble ikke tatt noen vannprøver i forbindelser med undersøkelser i september 2022. Det er lite landbruk i nedbørfeltet til Mølnelva så det ikke er forventet noen problemer tilknyttet organisk belastning eller økt mengde av nitrogen eller fosfor. Derfor var det overaskende å observere en så stor forekomst av begroingsalger over hele elvestrekningen. Årsaken til dette er ukjent og bør undersøkes videre. Om det er tilknyttet organisk belastning bør noen tiltak gjennomføres for å garantere et nivå av fosfor og nitrogen tilpasset elvemuslingens miljøkrav.

En annen viktig faktor som kan ha betydning for bestanden av elvemusling, er forekomst og tetthet av ørret. Moderat høy tetthet av ørret er viktig for å sikre reproduksjonen og opprettholde bestanden av elvemusling i Mølnelva. Söderberg et al. (2008) og Degerman et al. (2013) fant at i muslingpopulasjoner med god status som hadde ørret som primærvert, var tettheten av

ørretyngel (0+) større enn 5 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (5–23 individ). Vi har imidlertid ingen opplysninger om tetthet av ørret i Mølnelva, De fem store fossene i vassdraget er dessuten effektive vandringshindre som gjør at fisk ikke kan vandre oppover elva eller til Gardsvatnet. Det foreslås derfor å gjennomføre ungfiskundersøkelser i Mølnelva, som i tillegg til tetthet av ørret, også må undersøke infesteringen av muslinglarver på gjellene til ørretungene. Fungerer ørreten som en god vertsfisk eller er dette en flaskehals i rekrutteringen og en medvirkende årsak til det lave antallet unge muslinger som ble observert i 2022?

## 4.2 Betydning av dagens vannføringsregime for elvemusling

Det ble målt dybde og vannhastighet i vannmassen i transekter på hver stasjon der elvemusling ble telt. Målet med disse målingene var 1) å vurdere hydromorfologiske forhold og habitat for elvemusling, og 2) å kunne koble disse forholdene til vannføring for å vurdere hvordan hydromorfologi endrer seg med endringer i vannføring.

Målingene i felt viste forskjellige fysiske forhold for elvemusling mellom de sju stasjonene. Stasjonene kunne deles i to grupper: en gruppe der habitatet karakteriseres av kulpområder hvor dybden er ganske høy og vannhastigheten lav til moderat (**tabell 6**, stasjon M9 og M10), og en gruppe hvor habitatet karakteriseres av grunnområder med stein og substrat som ikke er vanndekket på en vannføring på 371 l/s, med høyere vannhastighet (**tabell 6**, stasjon M2, M4, M6, M7 og M8).

Hydrauliske forhold og vanndekket areal ble modellert og beregnet for tre forskjellige vannføringer: 371 l/s (vannføringen mens feltarbeid ble gjennomført); 160 l/s (dagens minstevannføring om vinteren) og 67 l/s (den laveste minstevannføringen). Resultatene viser betydelige endringer i fysiske forhold for elvemusling mellom vannføringene og at disse forholdene er avhengige av området i elva. Beregningene (**tabell 7**, **figur 14**) viser reduksjon i vanndekket areal mellom den målte vannføringen i september og dagens vinterminstevannføring, fra 13 % på stasjon M4 (T4) til 70,7 % for stasjon M9 ned (T9 ned). På en minstevannføring på 67 l/s viser beregningene et betydelig tap i vanndekket areal, fra 21,4 % på stasjon M8 (T8) til 78 % på nedre delen av stasjon M9 ned (T9 ned).

For å kunne vise den økologiske betydningen av slike endringer for elvemusling har vi beregnet endringer i brukbart habitat for elvemusling, definert som minimum 20 cm vanddybde (se Wacker et al. 2020). Denne verdien er ifølge litteraturen den minste vanddybden på den laveste vannføring som må være til stede for å unngå tørrlegging eller innfrysning av elvemusling. Beregningene viser kraftig nedgang i brukbart vanndekket areal allerede på 160 l/s, mellom 75 % (M10) og 100 % (M7, M8, M9). På en minstevannføring på 67 l/s er tapet av brukbart areal 100 % på alle stasjoner. I tillegg viser **figur 14** at de få områdene med dybde på 20 cm vil lokaliseres mot midtre delen av elvebredden (oppsummert i Larsen & Magerøy (2019)). Dette betyr at muslingene som står nær elvekanten blir sårbare for tørrlegging når det er betydelig nedgang i vannføring. Dybdemodellering for 67 l/s og 371 l/s (**figur 13**) viser lignende resultater.

Elvemuslingens utbredelse i en elv er vanligvis begrenset av laveste vannføring gjennom året (se Larsen & Österling 2012). Ved stor reduksjon i vannføring over lenge perioder og reduksjon i vanndekket areal vil elvemusling kunne strande i grunt vann. Muslinger kan tåle korte perioder med tørrlegging (dvs. i noen timer) fordi de kan holde seg lukket og fordi substratet ikke tørker fullstendig inn. Stranding kan imidlertid føre til fysiologisk stress som forstyrrer reproduksjonen. I tillegg kan effekter på miljø (for eksempel lavt oksygen innhold, opphopning av fine sedimenter og økt temperatur eller frost) øke muslingens dødelighet selv i fortsatt vanndekkete områder (Bakken et al. 2016, Larsen 2018).

Base Flow Index (BFI) til Mølnelva er høy (BFI=0,75; NVE NEVINA), og dette betyr at vannføringsregimet er naturlig ganske stabilt og i stor grad påvirket av vannstanden i Gardsvatnet. Regulering av Gardsvatnet, samt vannuttak til smoltanlegget, fører derfor til sterk påvirkning på vannføringsregimet i Mølnelva. Manøvreringen av Gardsvatnet bør gjennomføres med hensyn

til vannføringen i Mølnelva slik at lenge perioder (flere dager) med mindre enn minstevannføring unngås. I tillegg bør manøvreringsendringer gjennomføres over flere timer for å unngå brå endringer i vannføringen i elva nedstrøms. I perioder da vannføringen er veldig lav, foreslår vi å bruke som utgangspunkt en endring på maks 5 cm per døgn.

Det har vært lite forskning på hvordan vannføringsendringer påvirker elvemuslingens økologi og bestandstetthet. Det vil derfor være noe usikkerhet om hvilke vannføringsmønster som er best tilpasset elvemuslingens behov. I utgangspunktet er elvemusling tilpasset et naturlig vannføringsregime slik at regulering og andre endringer på vannføring og vannmengden i elva vil ha negative konsekvenser, enten direkte (endring i egnet habitat) eller indirekte (påvirkning av habitat- og hydrologiske forhold for laksefisk) (Larsen 2018, Larsen & Magerøy 2019).

### 4.3 Konklusjon

Dette prosjektet hadde som mål å undersøke elvemuslingsbestanden i Mølnelva og vurdere påvirkninger av regulering av Gardsvatnet og vannuttak til smoltanlegget. Selv om våre undersøkelser av elvemusling i Mølnelva var begrenset til sju stasjoner, viser de at det er en noe svak rekruttering i bestanden, men at den har høy levedyktighet. En oppfølging av disse undersøkelsene vil være nyttige for å få en bedre oversikt over hele bestanden, spesielt med hensyn til utbredelse, tetthet og rekruttering. Inkludering av Mølnelva i et regionalt overvåkningsprogram for elvemusling kan bidra til å dokumentere utvikling av bestanden og få mer informasjon om miljøforhold i vassdraget, bl.a. vertfisk og vannkvalitet. Det finnes ikke noe informasjon om vannkvalitet i Mølnelva. Regelmessige vannprøver kan bidra til å informere om vannkvaliteten i vassdraget, identifisere mulige utfordringer for elvemusling og finne ut mulige årsaker til observerte forekomsten av begroingsalger.

En stor del av oppdraget fokuserte på hydromorfologiske forhold i Mølnelva. Våre undersøkelser viser et betydelig tap av vanddekket areal, både tilgjengelig og brukbart (med dybde > 20 cm) allerede ved minstevannføring på 160 l/s, som er den minstevannføringen som slippes om vinteren. Tap av områder med minst 20 cm vanddybde fører til at elvemusling er spesielt sårbar for tørrlegging og innfrysing, noe som kommer av kombinasjonen av lav vannstand og sterk kulde i lengre perioder. Våre feltobservasjoner tyder på periodevis høy dødelighet av elvemusling i Mølnelva på grunn av innfrysing. En reduksjon av vannføring ned til 67 l/s vil føre til enda kraftigere reduksjon av vanddekket areal og habitat tilpasset elvemusling og dermed til høyere dødelighet. Selv om **figur 14** viser beregninger for kun åtte transekter, viser modellering for hele elvestrekningen lignende resultater.

Derfor er det vår anbefaling at reguleringsregimet i Mølnelva gjennomføres slik at vannføringen i elva, om mulig, er høyere enn vinterminstevannføringen i perioder med minusgrader. I tillegg er det vår vurdering at elvemuslingbestanden ikke kan tåle en langvarig vannføring på 67 l/s i Mølnelva. Det vil resultere i en kraftig reduksjon av bestanden. Bevaring av arten i vassdraget bør i større grad prioriteres, for eksempel ved utarbeidelse av et miljøbasert vannføringsregime tilpasset arten. I tillegg bør manøvreringsregimet gjennomføres slik at kraftige økninger eller nedganger i vannføring i Mølnelva unngås.

## 5 Referanser

- Bakken, T. H., Forseth, T. & Harby, A. (red.) 2016: Miljøvirkninger av effektkjøring: kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri. NINA Temahefte 62. Norsk institutt for naturforskning.
- Brunner, G. W. 2021. HEC- RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Version 6.0. Report CPD-69. 520 s.
- Chow, V. T. 1959. Open-Channel Hydraulics. Mc Graw Hill.
- Davie, T. 2003. Fundamentals of Hydrology. Routledge fundamentals of Geography. ISBN 0-415-22028-9
- 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.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. 1997. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 2. Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 1997-2. Vitenskapsmuseet i Trondheim-
- Edwardsen, Y. 2005. Mølnelva kraftverk. Bodø kommune. Virkninger på biologisk mangfold. – Ylva Edwardsen. Rapport 2005: YE 03-38.
- Geist, J. & Auerswald, K. 2007. Physicochemical streambed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). Freshwater Biology 52: 2299–2316
- Henrikson, L., Bergström, S.-E., Norrgrann, O. & Söderberg, H. 1998. Flodpärlmuslan i Sverige - dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 bestånd. - Del II i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmuslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887.
- Jørgensen, L. 2008. Kartlegging av elvemusling i Mølnelva, Bodø – i forbindelse med mulig etablering av kraftverk. Nordnorske Ferskvannsbiologer. Rapport 2008–07.
- Jørgensen, L. & Halvorsen, M. 2009. Kartlegging av elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) i Salten, Ofoten og Vesterålen. Nordnorske Ferskvannsbiologer. Rapport 2009–01.
- 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.
- 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, England.
- Killeen, I.J. 2011. Monitoring substrate and interstitial quality of the River Our, Luxembourg. EU-Project LIFE05Nat/L/000116 “Restauration des populations des moules perlières en Ardennes”. Upublisert Rapport.
- Larsen, B.M. 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 122. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) 2019–2028. Miljødirektoratet. Rapport M–1107|2018. Miljødirektoratet.
- Larsen, B. M. & Hartvigsen, R. 1999. Metodikk for feltundersøkelser og kategorisering av elvemusling *Margaritifera margaritifera*. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Fagrapport 37.
- Larsen, B.M. & Österling, E.M. 2012. 2. Litteraturstudie om vannkraftregulering og elvemusling. - s. 29-45 i: Larsen, B.M. (red.). Elvemusling og konsekvenser av vassdragsreguleringer: En kunnskaps-oppsummering. Rapport Miljøbasert Vannføring 8-2012.

Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2019. Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019–2028. – Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 1669. 83 s.

Manning, R. (1891). On the flow of water in open channels and pipes. Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland. **20**: 161–207.

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

Söderberg, H. 1998. Undersökningstyp: Övervakning av flodpärlmussla. Del III i Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdsverket Rapport 4887. 138 s.



## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1. Lokalisering av stasjoner

Lokalisering av stasjonene for telling av elvemusling i Mølnelva. Posisjon angir målested for GPS. Høyre/venstre angir side av elva og er angitt med strømretningen. Posisjonene er angitt med en oppgitt målenøyaktighet på tre meter

Dato	Stasjon	Sted	Sone		
28.09.2022	M10	Høyre nedre start	33W	506356	7453363
		Høyre øvre slutt	33W	506352	7453355
		Venstre nedre start	33W	506351	7453369
		Venstre øvre slutt	33W	506344	7453364
28.09.2022	M9	Høyre nede start (stein)	33W	506324	7453455
		Venstre nede start (kvisthaug)	33W	506315	7453450
		Høyre øvre slutt	33W	506330	7453459
		Venstre øvre slutt	33W	506324	7453449
29.09.2022	M8	Venstre side start	33W	506264	7453491
		Venstre side slutt	33W	506271	7453487
		Høyre side i elveløp start	33W	506267	7453496
		Høyre side i elveløp slutt	33W	506268	7453491
29- 30.09.2022	M7	Høyre side elvekant nede	33W	506288	7453587
		Høyre side elvekant oppe	33W	506282	7453575
		Venstre side ute i elva nede	33W	506282	7453586
30.09.2022	M6	Venstre side ute i elva oppe	33W	506278	7453577
		Venstre side elvekant start (nedre)	33W	506313	7453613
		Venstre side elvekant slutt (øvre) -	33W	506296	7453609
		Høyre side ute i elva start (nedre)	33W	506312	7453611
01.10.2022	M4	Høyre side ute i elva slutt (øvre) - stein som stikker opp	33W	506303	7453608
		Venstre nedre start	33W	506327	7453729
		Høyre nedre start	33W	506331	7453728
		Venstre øvre slutt	33W	506327	7453715
01.10.2022	M2	Høyre øvre slutt	33W	506330	7453719
		Høyre side elvekant start	33W	506386	7453964
		Høyre side elvekant slutt	33W	506388	7453954
		Venstre side midt i elva start	33W	506378	7453954
		Venstre side midt i elva slutt	33W	506381	7453953

## Vedlegg 2. Lokalisering av transekker

*Lokalisering av transekker for måling av vanndybde og vannhastighet i Mølnelva. Posisjon angir målested for GPS. Høyre/venstre angir side av elva og er angitt med strømretningen. Posisjonene er angitt med en oppgitt målenøyaktighet på tre meter*

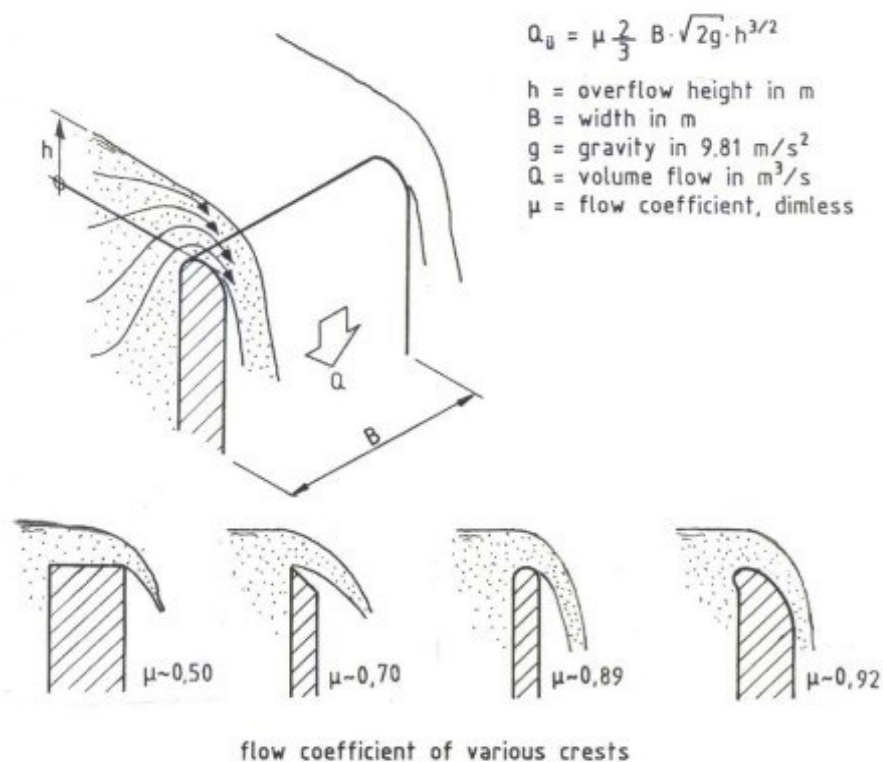
Dato	Transekt	Sted	Sone	
28.09.2022	T10	Venstre side elvekant	33W	506351 7453367
		Høyre side stein i elvekant	33W	506358 7453365
		Høyre side stein i tørrfall mot sivkanten	33W	506360 7453364
28.09.2022	T9ned	Nedre transekt høyre side	33W	506319 7453470
		Nedre transekt venstre side	33W	506309 7453452
	T9	Øvre transekt høyre side	33W	506330 7453459
		Øvre transekt venstre side elvekant	33W	506318 7453454
29.09.2022	T8	Høyre elvekant	33W	506282 7453495
		Venstre elvekant	33W	506269 7453486
		Venstre elvekant bjørk	33W	506267 7453486
29-30.09.2022	T7	Høyre side elvekant	33W	506282 7453573
		Venstre side elvekant	33W	506266 7453579
30.09.2022	T6	Høyre side elvekant	33W	506313 7453607
		Høyre side tre på land	33W	506313 7453605
		Venstre side elvekant	33W	506313 7453613
01.10.2022	T4	Venstre elvebredd (armeringsjern)	33W	506322 7453713
		Høyre elvebredd (bjørk i elvekant)	33W	506330 7453715
01.10.2022	T2	Høyre side elvekant (armeringsjern)	33W	506382 7453968
		Venstre side elvekant (stein innenfor tørrfall)	33W	506367 7453958

### Vedlegg 3. Beregning av vannføring

Beregning av vannføring ble gjennomført ved bruk av tidsserie av vannstand i Gardsvatnet (i m høydekote) og bruk av Polenis formel (figur A; Chow 1959).

## Poleni's Law

### Flow over Weirs



**Figur A.** Polenis formel brukt til beregning av vannføring i Mølnelva. Verdien for  $\mu$  var 0,92 (ifølge data fra Salten Aqua AS). Terskelhøyde var 0,38 m.

### Vedlegg 4. Input parameter til HEC-RAS 2-D modellen

**Tabell A.** Input parameter og verdier brukt i simulering med HEC-RAS.

Input parameter	Verdi
Gridstørrelse	5x5 m
Mannings ruhetsverdi ( $n$ )	0,05 (konstant)
Vannføring	67 l/s; 160 l/s; 260 l/s; 371 l/s; 500 l/s.
Simuleringstid	24 timer

## Vedlegg 5. Beregninger av vanndekket areal ved bruk av Mannings formel

For hvert tverrsnitt ble Mannings  $n$  estimert med formelen (tabell B)

$$n = \frac{H_f^{2/3} \times G^{0.5}}{V}$$

hvor  $H_f$  = hydrauliske forhold beregnet for hvert tverrsnitt ( $Q = 0.371 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ),  $G$  = helningsgradient, og  $V$  = vannhastighet ( $\text{m s}^{-1}$ ). Vannhastigheten var den maksimale målt i tverrsnittet. Helningsgradient ble estimert fra en DSM.

**Tabell B.** Estimert Mannings  $n$  for hvert tverrsnitt ( $Q = 0.371 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ).

Tran- sekt	Kanal- gradient ( $G$ )	Vanndek- ket om- krets ( $O$ )	Areal ( $A$ )	Hydrau- lisk for- holdet ( $H_f$ )	Vannhastighe- ten ( $V$ )	Man- ning ko- effisient ( $n$ )
T2	0,00169	15,293	3,6	0,235	0,275	0,057
T4	0,00353	10,309	2,31	0,224	0,266	0,082
T6	0,00084	14,202	3,137	0,221	0,222	0,048
T7	0,00084	18,91	2,512	0,133	0,557	0,014
T8	0,00112	18,291	4,554	0,249	0,167	0,079
T9	0,00112	11,69	5,144	0,44	0,532	0,036
T9n	0,00112	23,395	5,899	0,252	0,328	0,04
T10	0,00226	12,354	5,8	0,469	0,298	0,096

Med kunnskap om formen til tverrsnittet, helningsgradient og Mannings  $n$ , kan vanndekket areal estimeres for hver vannføring.

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

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

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

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-5071-9

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger