



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Utredning av tilstanden for fiskebestanden i Mårelva

Undersøkelser og anbefalinger

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 22 | 2024



Ruben Alexander Pettersen

Miljø og naturresurser, ved avdeling for hydrologi og vannmiljø

**TITTEL/TITLE**

Utredning av tilstanden for fiskebestanden i Mårelva. Undersøkelser og anbefalinger.

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Ruben Alexander Pettersen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
16.02.2024	10/22/2024	Åpen	11400-2	23/00769
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03468-1	2464-1162	Antall sider: 44	Vedlegg: 5	

**OPPDRA GSGIVER/EMPLOYER:**

Forsvarsbygg

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Ruben A. Pettersen

**STIKKORD/KEYWORDS:**Ørret (*Salmo trutta*), Laks (*S. salar*), fiskebe-  
stand, bunndyr, forurensing.Trout, Salmon, fish stock, benthic fauna, pollu-  
tion.**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Vannkvalitet, biologi, forurensing.

Water quality, biology, pollution.

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Fairly little is known about the river-stationary fish stocks within the Mauken-Blåtind shooting and practice fields area. The military have used the area since the mid-50s. The study shows that the indigenous trout population in Mårelva is in a very poor ecological condition. A compilation of reports from previous years conducted in the anadromous part of the same river shows that sea trout and salmon stocks also are in very poor ecological condition. This has persisted since the 70s. The reason is not known. During fieldwork fine particulate matter that probably came from road dust and runoff from roads was observed in the river sediments. Roads can act as transport routes for surface water and erosion to waterbodies. A 51 km road network is within Mårelva catchment area, in comparison to a 10 km long river. Bjelma has its catchment area at Camp Akkasæter where a new camp area is being constructed. After a sediment pond was destroyed during a spring flood in 2023, Bjelma seems to have received a large load of sedimented particles. Here, however, benthic animals are in good ecological condition. Skarelva is a tributary watercourse to Mårelva in where the watercourse is characterized by large rocks and wire currents and migration barriers. No fish were found here which seems natural to this watercourse. Here, benthic fauna is in a good ecological condition, as are the water chemical support parameters. At the anadromous part of Mårelva, the density of salmonids was in good ecological condition in a small area. Previous extensive research shows the salmonids is in a very poor ecological condition. The spring samples of benthic fauna were in a good ecological condition, but the autumn samples were in a moderate ecological condition.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge  
FYLKE/COUNTY: Troms og Finnmark  
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Målselv og Balsfjord  
STED/LOKALITET: Mauken og Blåtind SØF

GODKJENT /APPROVED



---

ANJA C. WINGER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



---

RUBEN A. PETERSEN



# Sammendrag

Forsvaret har hatt aktivitet i Mauken-Blåtind skyte- og øvingsfelt (SØF) siden midten av 50-tallet, men det foreligger lite kunnskap om feltets elvestasjonære fiskebestander. I forbindelse med revidert utslippstillatelse for feltet i 2022 ble det gitt et pålegg av Statsforvalteren i Troms og Finnmark om en utredning av tilstanden for fiskebestandene i Mårelva. Undersøkelsen viser at den stedegne ørretbestanden i Mårelva er i svært dårlig økologisk tilstand. En sammenstilling av rapporter fra tidligere år i den anadrome delen av elva viser at sjøørret og laksebestandene er i svært dårlig økologisk tilstand. Dette har vedvart siden 70-tallet. Hva som er årsaken er ikke kjent, men det kan være en effekt av ulike belastninger over tid. Den eneste belastningen som ble observert under feltarbeid i Mårelva var mye finpartikulært materiale som trolig kom fra veistøv og avrenning fra vei. Skogsbilveier kan fungere som transportveier for overflatevann og dermed gi raskere avrenning til vassdragene. Veinettet i skytefeltets nedbørsfelt til Mårelva er 51 km med vei. Til sammenligning er det 10 km med elv. Bunndyrene i samme vannforekomst viser god økologisk tilstand, og det samme gjør de vannkjemiske støtteparameterne.

Bjelma har nedbørsfeltet sitt ved Camp Akkasæter der det bygges et nytt leiområde. Etter at en fangdam røyk under vårflommen i april 2023 bærer Bjelma preg av at den har fått en stor belastning av partikler. Her er bunndyrene i god økologisk tilstand, men det ble observert kun én ørret. Skarelva er et annet sidevassdrag til Mårelva. Vassdraget er preget av store steiner og stri strøm, samt flere vandringshindre. Her ble det ikke funnet fisk, noe som virker naturlig for dette vassdraget. Her er bunndyrene i god økologisk tilstand, og det samme er de vannkjemiske støtteparameterne. Helt nederst i Mårelva på den anadrome strekningen (Hølen), var tetthet av laksefisk i tilsvarende god økologisk tilstand på et lite område. Tidligere omfattende undersøkelser viser meget lav tetthet, og samlet sett er denne delen i svært dårlig økologisk tilstand. Her ble det også som tidligere observert mye finpartikulært materiale. Vårprøvene av bunndyr var i god økologisk tilstand, men høstprøvene var i moderat økologisk tilstand.

# Forord

Forsvarsbygg fikk i 2022 revidert utslippstillatelse for Mauken-Blåtind skyte- og øvingsfelt. I forbindelse med dette arbeidet ble det gitt et pålegg av Statsforvalteren i Troms og Finnmark om en utredning om tilstanden for fiskebestandene i Mårelva. Det foreligger lite kunnskap om de stasjonære fiskebestandene inne i skyte- og øvingsfeltet, så i denne delen av vassdraget ønsket Statsforvalteren at det skulle gjennomføres feltundersøkelser. Sitat Statsforvalteren i Troms og Finnmark: «*Utredningen skal inneholde en vurdering av tilstanden til fiskebestandene i elva, påvirkninger som hindrer at bestandene tar seg opp, og behov for eventuelle tiltak. Resultatene vil inngå i kunnskapsgrunnlaget for klassifisering av økologisk tilstand av elva, og kan bidra med kunnskaper om Forsvarets påvirkning av elva.*»

NIBIO fikk oppdraget fra Forsvarsbygg om å utrede det Statsforvalteren i Troms og Finnmark har satt som krav.

Jeg vil takke for all hjelp jeg har fått av Vegard Årthun Bergane, Forsvarsbygg, som har bistått med kompetanse, kjøretillatelse, fungert som kjentmann, hjelp med el-fiske, og gått på gytefiskjakt. Jeg vil også takke Jarle Tråsdahl fra Forsvarsbygg som har kjørt drone over området, og Remi Sørelvmo Berisha fra elveeierlaget som har vært med som kjentmann. Til sist vil jeg takke Bent Hugstmyr, leder av Mårelva elveeierlag, som også har vært med som kjentmann og hjelp med el-fiske under feltarbeidet.

Alle bilder er tatt av Ruben A. Pettersen om ikke annet er oppgitt.

Ås, 16.02.24

Ruben Alexander Pettersen



# 1 Innledning

Mårelva (som sammen med Skarelva er en av hovedgrenene til Sørelva) ligger i Målselv kommune, i Troms og Finnmark fylke. Vassdraget har sitt utspring i fjellområdet like øst for Blåtindan. Elva renner gjennom Blåtind skyte- og øvingsfelt (SØF) før den munner ut i havet i Aursfjordbotn innerst i Malangen. De nedre ca. 1,5 km delene av elva har en anadrom strekning med laks (*Salmo salar*) og sjørret (*S. trutta*). De øvre delene har stasjonære bestander av ørret og røye (*Salvelinus alpinus*). Rettighetshaverne til elva er organisert i Mårelva elveeierlag, og har med tilskudd fra Miljødirektoratet gjort en rekke tiltak for kultivering av fiskebestandene. Det har blitt bygget en fisketrapp i 2007 som gjør det mulig for anadrom fisk å ta i bruk mer enn de første 1,5 km av elva.

De siste årene har det blitt gjennomført en rekke fiskeundersøkelser i vassdraget. Blant annet ungfiskundersøkelser og bonitering i hovedelva (Dahl-Hansen og Hammenstig 2021), samt i sideelver/-bekker (Dahl-Hansen og Hugstmyr 2023). Det har også blitt utført gytetellinger i 2017, 2021 og 2022. Påvirkningsgraden av oppdrettslaks i populasjonen er undersøkt i flere omganger og anses som liten (Kandstad-Hanssen m. fl. 2017, Stöger m. fl. 2022). I de seneste årene har også pukkellaksen (*Oncorhynchus gorbuscha*) kommet i stort antall, og dette har resultert i mye yngel med høy overlevelse (Muladal 2022). Pukkellaks er en uønsket art i norsk fauna og står på Artsdatabanken sin fremmedartsliste (Forsgren m. fl. 2018). Gjennomgående viser undersøkelsene at tetthetene av både anadrom og stasjonær fisk i vassdraget er lave (Dahl-Hansen og Hammenstig 2021), med unntak for pukkellaks. Bestandene har trolig vært på et lavt nivå de siste 30-40 årene (Dahl-Hansen og Hammenstig 2021). Før dette skal det ifølge lokale kilder ha vært et godt fiske i elva. En mulig årsak til fiskebestandenes tilbakegang kan være Forsvarets aktivitet.

Forsvaret har hatt aktivitet i Mauken-Blåtind SØF siden midten av 50-tallet. Feltet brukes til skyting med lette og tunge våpen, manøvrering med kjøretøyer og annen øvingsaktivitet. Forsvarsbygg har overvåket vannkvaliteten i feltet systematisk siden 2001. I 2021 fikk feltet derimot tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven gitt av Statsforvalteren. Tillatelsen gjelder forurensende virksomhet fra militær og sivil aktivitet i anleggene og i feltet, og regulerer blant annet utslipp til vann. Tillatelsen krever at Forsvarsbygg skal ha en oversikt over miljøtilstanden i skytefeltet. I den forbindelse ble det påpekt at kunnskapsgrunnlaget om fiskebestandene i Mårelva var mangelfull. Sitat fra utslippstillatelsen fra Statsforvalteren i Troms og Finnmark punkt 11.2 Utredningskrav om tilstand av fiskebestander i Mårelva: «Forsvarsbygg skal levere en utredning om tilstanden for fiskebestanden i Mårelva til Statsforvalteren i Troms og Finnmark innen 31. august 2023. Utredningen skal inneholde en vurdering av tilstanden til fiskebestandene i elva, påvirkninger som hindrer at bestandene tar seg opp, og behov for eventuelle tiltak. Utredningen kan være basert på undersøkelsen Statsforvalteren refererer til, som skulle gjennomføres i 2021, dersom kunnskapen som foreligger er tilstrekkelig til å gjøre en god vurdering. Basert på utredningen kan statsforvalteren vurdere å pålegge Forsvarsbygg utarbeidelse av tiltaksplan for å bedre fiskebestanden i Mårelva.».

Denne rapporten tar for seg fiskebestandene i Mårelva basert på vannforskriftens klassegrenser til økologisk tilstand, en vurdering av mulige påvirkninger som hindrer at fiskebestandene tar seg opp, samt behov for eventuelle tiltak. Undersøkelsen er konsentrert til den øvre delen av vassdraget; den som ligger inne i skyte- og øvingsfeltet. Øvre del av vassdraget er lite undersøkt. Kunnskapsgrunnlaget for nedre del av vassdraget vurderes som tilstrekkelig til å vurdere økologisk tilstand. Bjelma har nedbørsfeltet sitt ved Camp Akkasæter der det bygges et nytt leiområde. Etter at en fangdam røyk under vårflommen i april 2023, har det blitt tatt ekstraprøver for å finne ut om denne påvirkningen har betydning lenger ned i vassdraget. Derfor har det også blitt tatt prøver i den anadrome delen av Mårleva.

## 2 Materialer og metoder

Feltarbeidet ble utført fra 3. til 6. juli, 9. september og 3. oktober 2023. Forholdene var gode og med normal vannføring for årstiden (jf. figur 1).



Figur 1. Bunndyrundersøkelser i Skarelva.

### 2.1 Områdebeskrivelse

Mårelva er en moderat kalkrik, svært klar og middels stor elv. Nedbørsfeltet består av mye kambrosiluriske bergarter med noe innslag av gneis. Enkelte steder har store ansamlinger av løsmasser (NGU). Nedbørsfeltet består av 56 % snaufjell, 30 % skog, 5 % myr og 8 % udefinert areal (hentet fra NVE sine databaser). Store deler av nedbørsfeltet ligger over tregrensa. Hele nedbørsfeltet som Forsvarsbygg forvalter er på 43,5 km<sup>2</sup> og har en middelavrenning på 37 l/s/km<sup>2</sup>. Medianflom er på 17,3 m<sup>3</sup>/s. Elvene har en samlet lengde på om lag 100 km, og en helning på 16°. Innen det undersøkte området er det 3 elver som møtes; Mårelva, Bjelma og Skarelva. Her er det el-fisket på 13 lokaliteter (figur 2; vedlegg 1). På stasjonene ble også boniteten vurdert. Elvene går fra over tregrensa ned til lavlandet og de ulike stasjonene har derfor noe ulik kantvegetasjon. Flere av vandringshindrene ble også besøkt og undersøkt.



Figur 2. Oversiktskart over Mårelva, Bjelma og Skarelva med el-fiskestasjoner (røde punkter). Strømretning er markert med blå piler (Kartverket, norgeskart.no). Ved stasjon 6 i Mårelva, stasjon 4 i Skarelva, samt i Bjelma og Hølen er det også tatt ut bunndyrprøver.



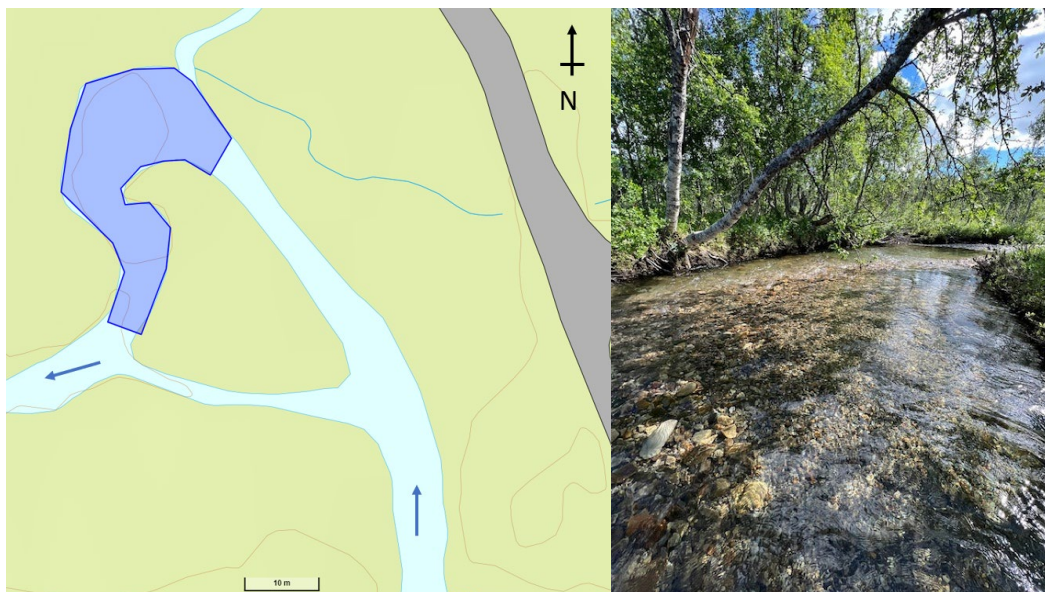
## 2.2 Valg av prøvepunkter

### 2.2.1 Mårelva før samløp med Skarelva

De øvre delene av Mårelva består av 46 % snaufjell, 33 % skog, 8 % myr og 13 % udefinert areal (hentet fra NVE sine databaser). Her ligger det meste av nedbørsfeltet innenfor grensene til skyte- og øvingsfeltet (196-443-R). Denne delen av Mårelva har et nedbørsfelt på 21,4 km<sup>2</sup>, og en middelavrenning på om lag 34 l/s/km<sup>2</sup>. Medianflom er på 14 m<sup>3</sup>/s. Flere av sidebekkene renner inn fra Blåtindan. I de øvre delene er det snaufjell og bratt. Her er det ingen større bekker som er egnet til ørret. Elvene har her en samlet lengde på 10,6 km og en helning på 12°. En gjennomgang av veinettet i skytefeltets nedbørsfelt viste at Mårelva, med Bjelma har 51,2 km med skogsbilvei (Kartverket). Skogsbilveier kan fungere som transportveier for overflatevann og dermed gi raskere avrenning til vassdragene. Bygging, bruk og vedlikehold av vei nær bekker kan derfor medføre endret hydrologi i nedbørsfeltet, samt bidra til økt erosjon.

#### *Mårelva - Stasjon 1*

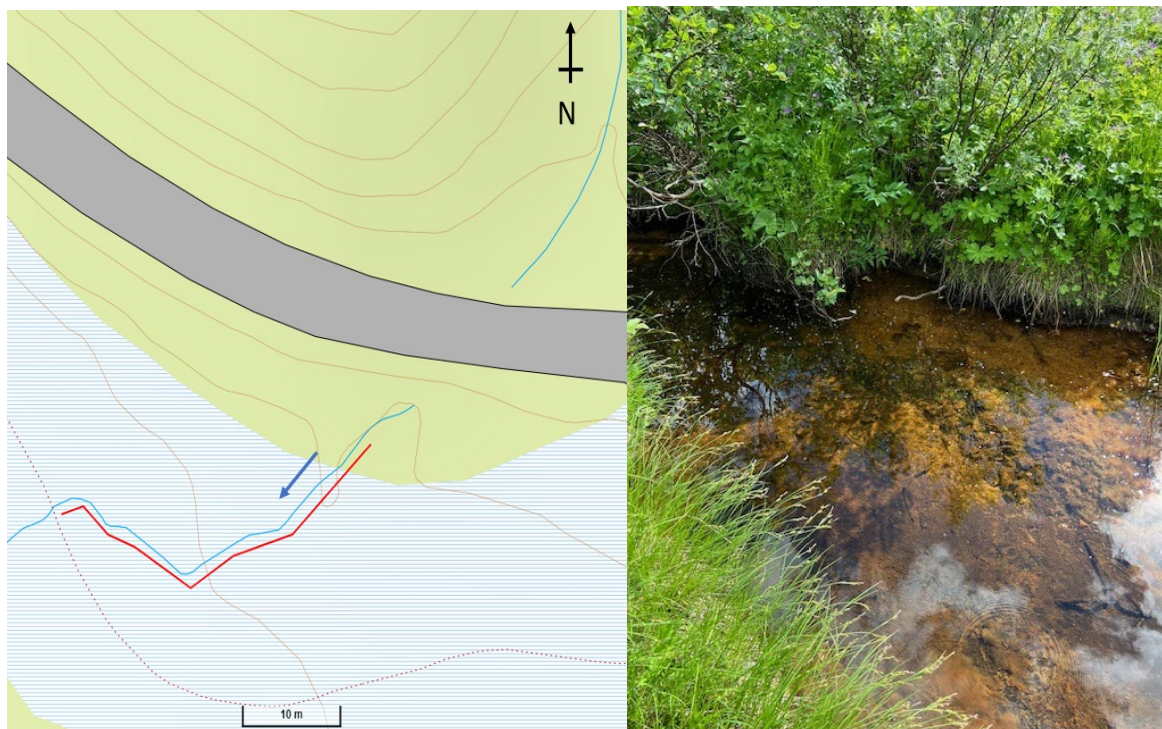
Når bekkene samles og terrenget flater ut finner man de første gode habitatene for ørret. På denne strekningen ble stasjon 1 opprettet (Figur 2). Her er det fine kulper og varierte stryk. Stasjonen ble lagt slik at den omfattet flere habitater. Det var kantvegetasjon hele veien. Stasjonen ligger i en sving i elva (figur 3). I tillegg til beskrivelse av substrat ble det gjort tetthetsundersøkelse av ørret.



**Figur 3. Mårelva stasjon 1. Det mørkeblå feltet er markerer el-fiskestasjonen. Strømretning er merket med blå piler (Kartverket, norgeskart.no).**

### *Bekk fra Ole-Jonsavatn*

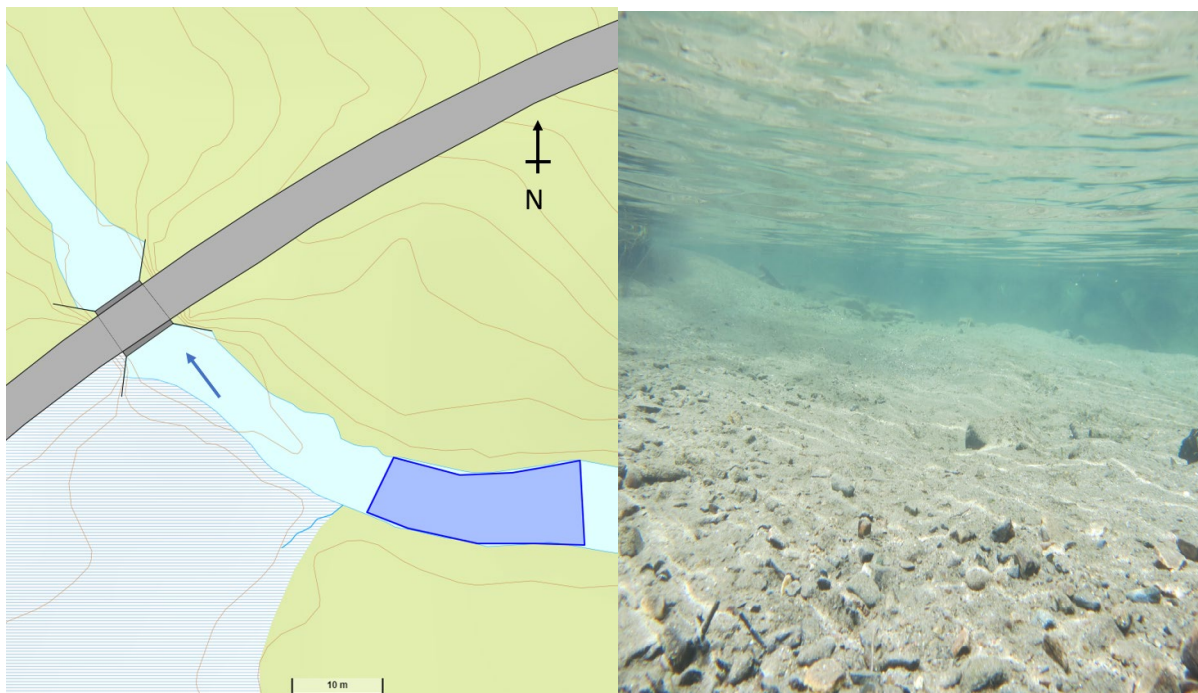
Litt lenger nedstrøms stasjon 1 kommer det inn en bekk fra Ole-Jonsavatn (196-51733-L). Ole-Jonsavatn er kjent fra før som et godt fiskevann, men fisken stagnerer på rundt 25 cm (Dahl-Hansen og Christensen 2005). Vannet ligger 285 moh. rett sør for Blåtind skytefeltadministrasjon. Bekken fra Ole-Jonsavatn renner mot vest og inn i starten av angrepsfeltet (bane H9). Bekken har flere overkryssinger av veier. Bekken er stedvis dyp og har fine gytekulper med passe rundslepen elvegrus (figur 4). Ved stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Ved prøvetaking var det lite vann i bekken. Bekken hadde gravet seg godt ned i terrenget og var stedvis tildeles overgrodd med vier. Dette gjorde at området var vanskelig å el-fiske. I bekken ble det observert jernutfelling.



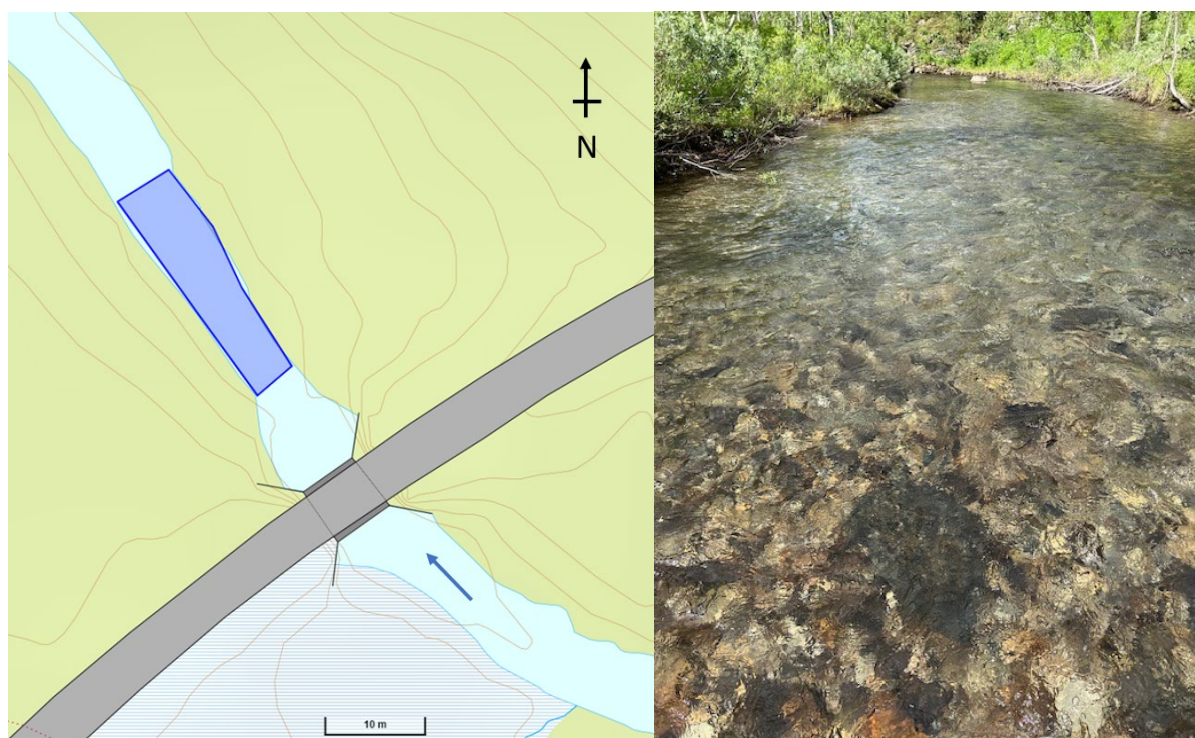
**Figur 4.** Bekk fra Ole-Jonsavatn. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. Ved stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).

### *Mårelva - Stasjon 2 og 3*

Videre nedstrøms flater elva mer ut og meandrerer et stykke før et nytt strykparti begynner. Ved brua ble det opprettet to stasjoner; en overfor brua (stasjon 2) og en nedenfor brua (stasjon 3). Stasjon 2 ligger oppstrøms øvre bru (figur 5). Dette er det første strykpartiet etter et langt meandrerende og sakteflytende strekke. Her er det kantvegetasjon og godt med skjulmuligheter. Stasjon 3 ligger nedstrøms øvre bru (figur 6). Det er tydelige spor etter kryssinger med beltekjøretøy i terrenget rundt. Elva her har et fint strykparti med fine standplasser for fisk. Noe manglende kantvegetasjon. Ved begge stasjoner ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret.



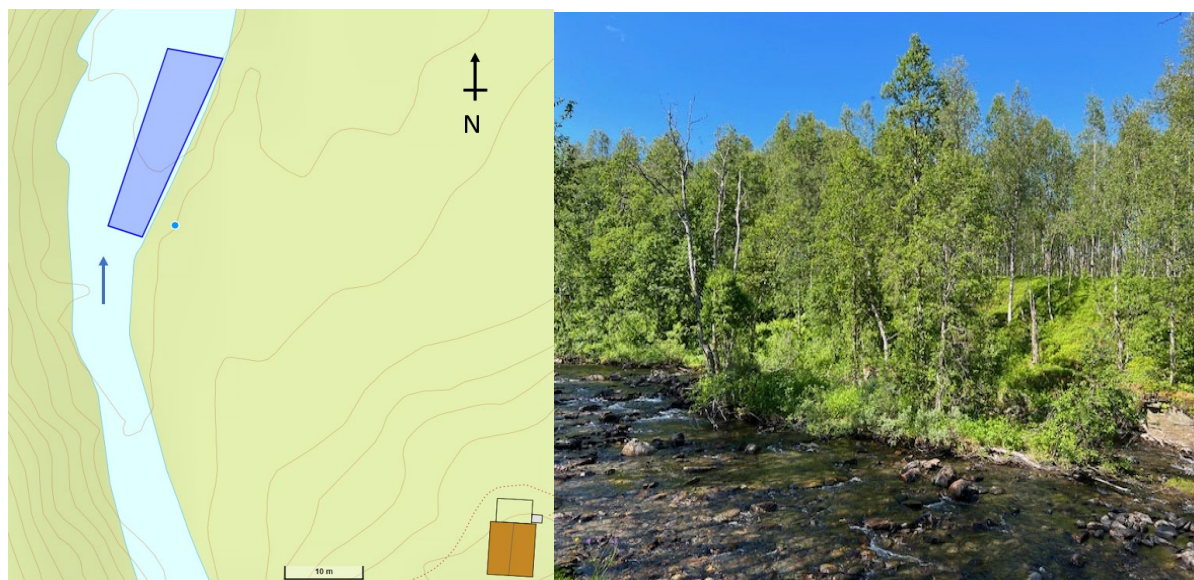
Figur 5. Mårelva stasjon 2. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no). Bildet til høyre er tatt under vann fra kulpes ovenfor stasjon 2. Her kan en se finpartikulære avsetninger. Ved stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret.



Figur 6. Mårelva stasjon 3. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).

### Mårelva - Stasjon 4

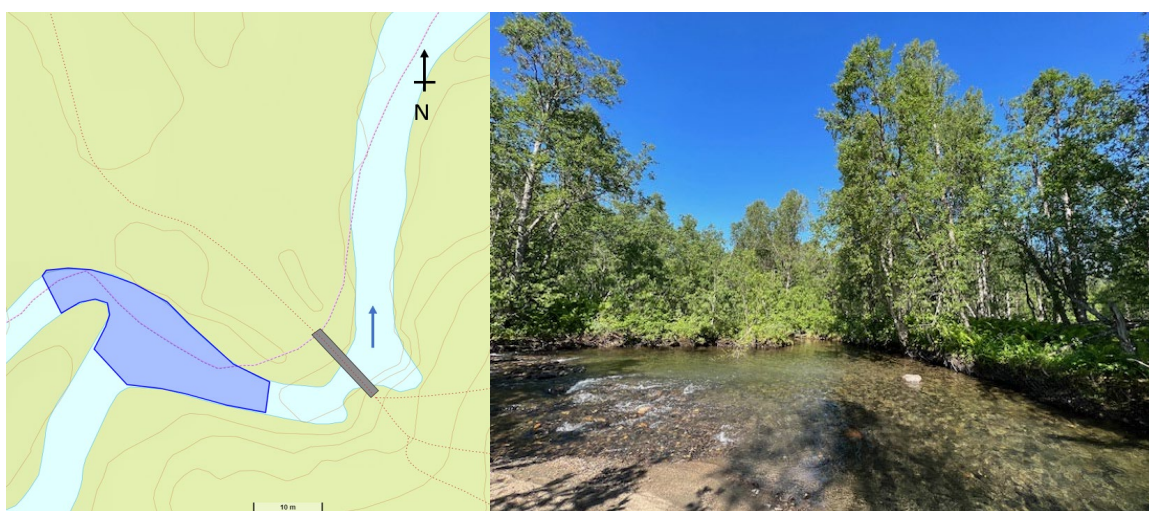
Etter stasjon 3 er det et strykparti før man kommer til Mårelvfossen som er et naturlig vandringshinder. I det første flate partiet nedstrøms Mårelvfossen ble stasjon 4 anlagt. Stasjonen er plassert nedstrøms flere bratte strykpartier der flater elva litt ut (figur 7). Her er det noe mer variasjon i elva sammenlignet med partiene oppstrøms. Det er flere fine kulper og god variasjon med små og store steiner, samt trær som henger over og skaper skjul. Stasjon 4 ligger også inntil en øy i elva. Ved stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret.



**Figur 7. Mårelva stasjon 4. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).**

### Mårelva - Stasjon 5

Lenger nedstrøms etter et lengre strykparti gjør elva en S-sving. Her ble stasjon 5 plassert (figur 8). Ved punktet er det fine habitater; en større kulp, god variasjon i størrelse på stein og ulike strømhastigheter. I kulpene var det også enkelte døde trær som gir gode skjulmuligheter for ørret. Ved stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret.



**Figur 8. Mårelva stasjon 5. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. Ved stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).**

## Bjelma

Bjelma er en sidebekk til Mårelva (147 moh.). Den renner inn i Mårelva nedstrøms punkt 5 (figur 2 og 9). Vannforekomsten heter Øvre Mårelva med Akkasæter (196-443-R). Vanntypen er moderat kalkrik og klar (RNM2311). I Vann-nett er vannforekomsten klassifisert i svært god tilstand. Nedbørsfeltet til Bjelma har avrenning fra både skytebaner (korthold, A1, A2 og A4) og fra området rundt skytefeltadministrasjonen på Akkasætra. Metallkonsentrasjonene er påvirket av dette. Forsvarsbygg har en lang prøveserie på metaller gjennom måleprogrammet for Mauken-Blåtind SØF, som har prøvepunkt (BLÅT\_017) i Bjelma (se Haaland 2022 for nærmere beskrivelse og resultater).

I 2023 har det vært stor byggeaktivitet i området med etablering av en ny camp (Camp Akkasæter; kapasitet til 1200 personer). Campen vil blant annet bestå av forlegningsbygg- telt, kjøkken-/messebygg, verksted, høydebasseng og renseanlegg. Bekken har fått stor belastning av partikler som følge av denne anleggsvirksomheten og det har derfor blitt etablert to fangdammer. Disse har fungert frem til vårfloommen i april 2023 da de brast. Fangdammene ble utbedret og det ble utformet et overvåkingsprogram og igangsatt overvåkning av vannkvaliteten. Under feltarbeidet ble store mengder slam funnet i terrenget lokalisert opptil rundt over en meter ovenfor normal vannføring.

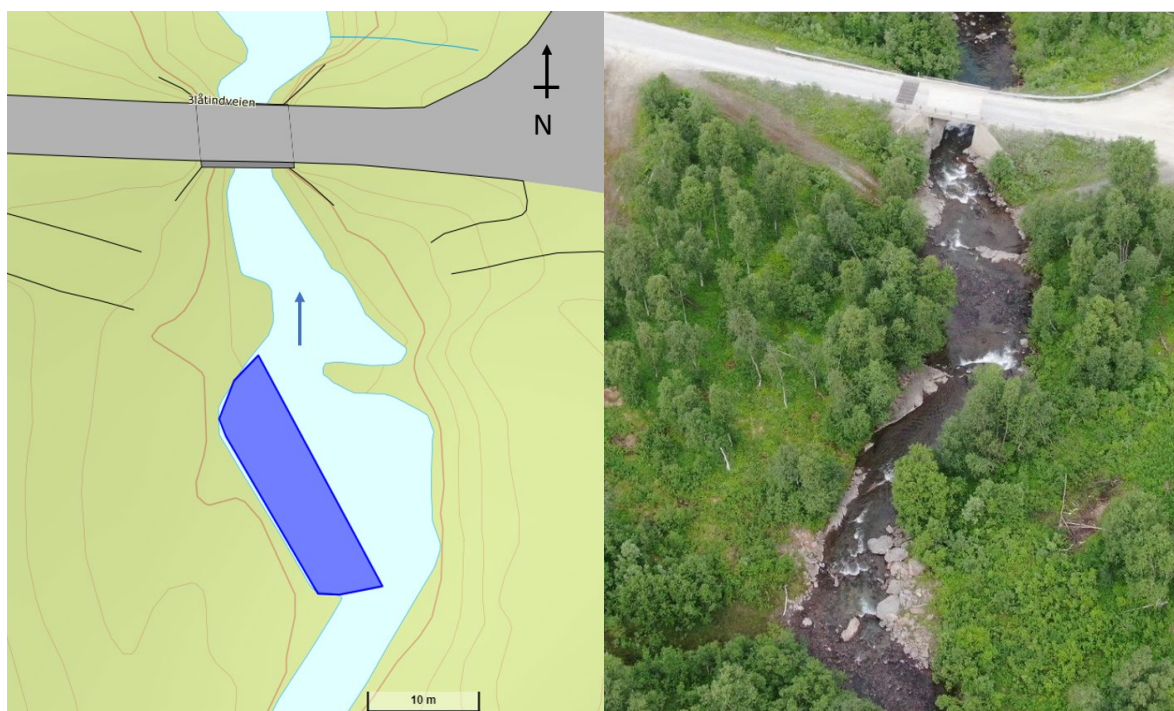
Stasjonen Bjelma ligger like nedstrøms en skytebane (bane A2), et lite stykke ovenfor innløpet til Mårelva. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av ørret.



**Figur 9. Bjelma. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. Bunndyrundersøkelsene ble tatt på samme sted. Bjelma renner like oppstrøms punkt 6 i Mårelva. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).**

### Mårelva - Stasjon 6

Noe lenger nedstrøms i Mårelva like før samløp med Skarelva ligger Stasjon 6. Stasjonen er plassert oppstrøms nedre bru. Dette er den samme stasjonen som BLÅT\_009 i Forsvarsbygg sitt overvåkningsprogram for vannkvalitet (Haaland 2022). På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av ørret. Stasjonen ligger i det litt rolige området av elva. Habitatet er preget av større stein og steinblokker, men har også små kulper som kan være egnet til standplasser for fisk (se figur 10). Sand med klebrig konsistens var festet til steinene.



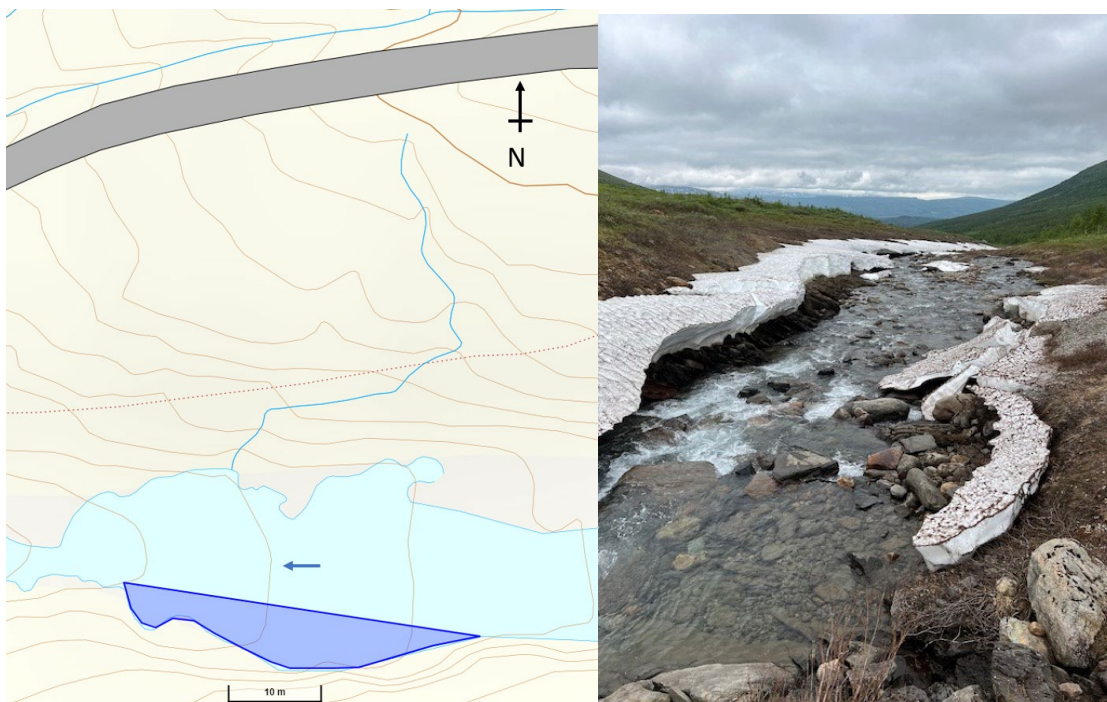
**Figur 10.** Mårelva stasjon 6. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no). På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av ørret. Bilde til høyre er et dronebilde fra stasjonen (foto: Jarle Tråsdahl).

### 2.2.2 Skarelva

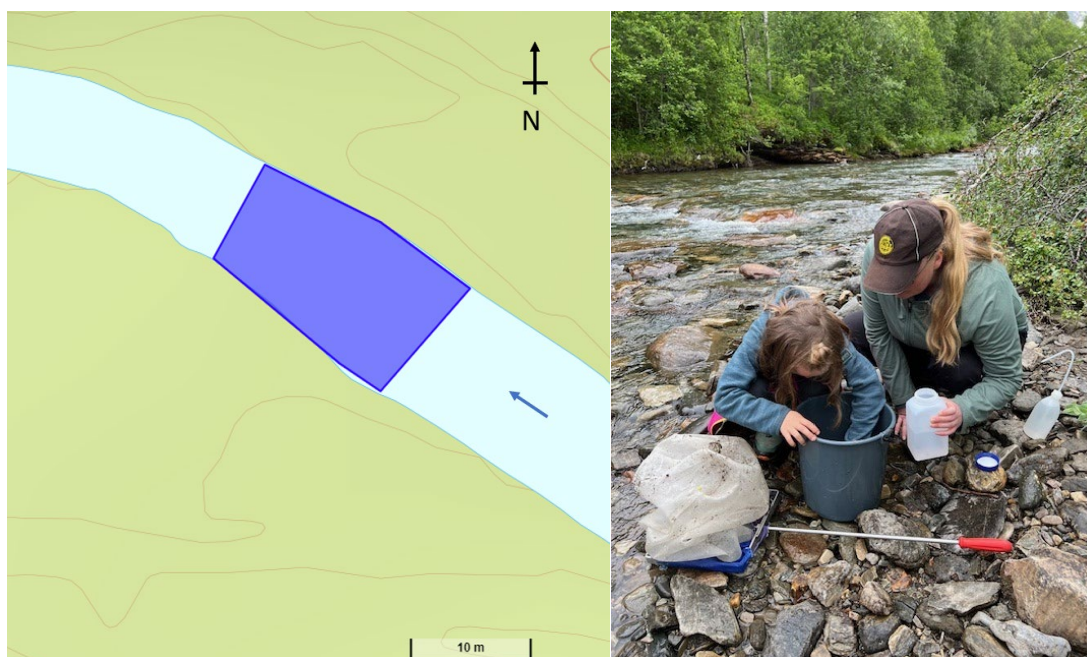
Vannforekomst Øvre Mårelva-Skardelva (196-468-R), har vanntype moderat kalkrik, klar (RNM2311). Skarelva har et nedbørsfelt på 21,3 km<sup>2</sup>, og en middelavrenning på 40 l/s/km<sup>2</sup>. Medianflom er på 14 m<sup>3</sup>/s. Elvene har en samlet elvelengde på 8,9 km og en helning på 18°. En gjennomgang av veinettet i skytefeltets nedbørsfelt viste at Skarelva har 15,3 km vei (Kartverket). Nedbørsfeltet til øvre del av Skarelva består av 68 % snaufjell, 22 % skog, 3 % myr og 6 % udefinert areal (hentet fra NVE sine databaser). I nedbørsfeltet ligger det kun to skytebaner (øverst i nedbørsfeltet) og mye er preget av uberørt bratt terreng over tregrensen. Nedenfor tregrensen renner elven i et juv.

#### Skarelva - Stasjon 1 og 2

Stasjon 1 ligger ovenfor brua (figur 11). Tregrensen ligger noen hundre meter lenger nede. I forbindelse med el-fisket lå det store snøfonner langs elvebredden. Elvas beskaffenhet variere mye med stryk, kulper og større steiner. Stasjon 2 ligger på nedsiden av skytebanene (figur 12). Her er det egnet kantvegetasjon for skjul og noen ullvier som står ut i elva. Elva har en rekke fine kulper og ulik steinstørrelse. På begge stasjoner ble det utført beskrivelse av substrat og utført tetthetsundersøkelse av ørret.



Figur 4. Skarelva stasjon 1. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).



Figur 5. Skarelva stasjon 2. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretning er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no). Bildet til høyre er av stasjonen og gode hjelpere fra grunneierlaget.

### 'Skarelva - Stasjon 3

Stasjon 3 legger nærmere samløp med Mårelva og er lagt til et rolig strykparti (figur 13). Her er det mange fine kulper og variasjon i steinstørrelse.

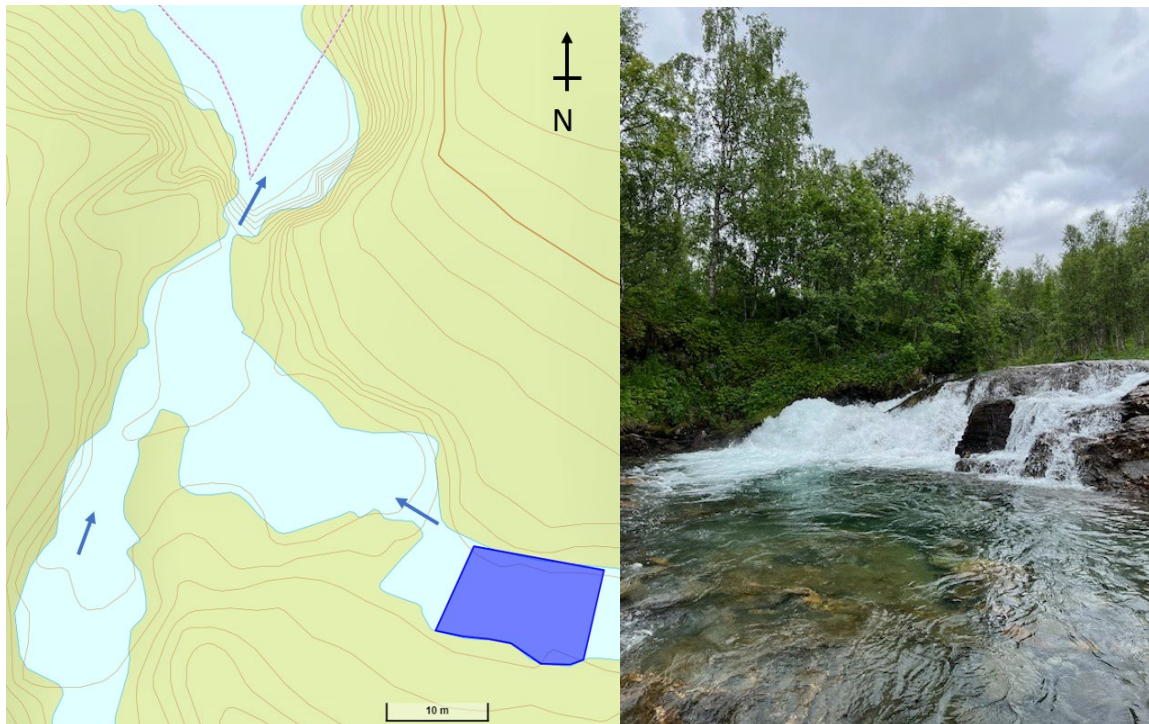


Figur 6 Skarelva stasjon 3. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat og tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretningen er merket med blå pil (Kartverket, norgeskart.no).



### Skarelva - Stasjon 4

Retten overfor vandringshinderet der Mårelva og Skarelva møtes ble stasjon 4 anlagt (figur 14). Stasjonen er lagt i en kulp. Kulpen hadde god variasjon i steinstørrelser. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretningen er merket med blå piler (Kartverket, norgeskart.no).

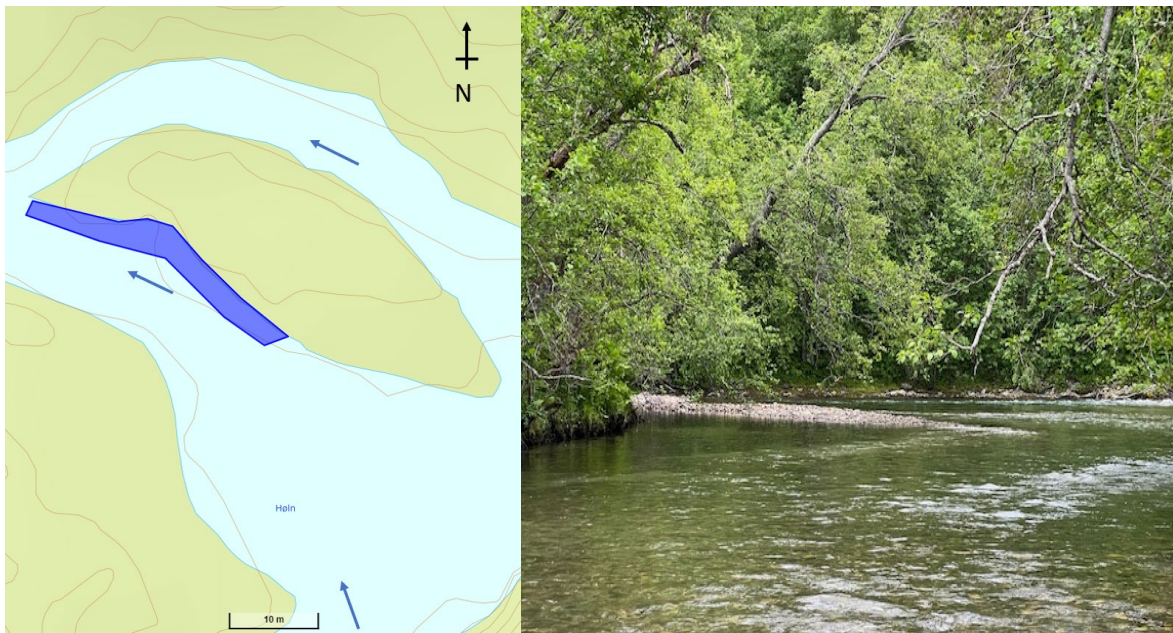


Figur 7. Skarelva stasjon 4. Det blå området markerer el-fiskestasjonen. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av ørret. Strømretningen er merket med blå piler (Kartverket, norgeskart.no).

### 2.2.3 Mårelva nedstrøms samløp med Skarelva (anadrom strekning)

#### *Mårelva - Stasjon Hølen*

Stasjon Hølen ligger i den androme strekningen av Mårelva (figur 2; figur 15). På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av laks og ørret. Her ble det fisket i et område lags en øy ute i elva. Her var det fine forhold for laks og ørret. De litt større individene hadde fine skjul inntil land. I områder med lavere vannhastighet var det elvemose.



**Figur 8. Hølen.** Det blå området markerer el-fiskestasjonen. På stasjonen ble det utført beskrivelse av substrat, samt tatt bunndyrprøver og gjort tetthetsundersøkelse av laks og ørret. Strømretningen er merket med blå piler (Kartverket, norgekart.no).

## 2.3 Substrat og kantvegetasjon

Vanntypologi og hydromorfologiske karakteristika ble på forhånd studert ved hjelp av kart og flyfoto for å finne gunstige stasjoner for fiskeundersøkelser (NIBIOs kartverktøy Kilden og norgebilder.no). Det ble i den forbindelse også benyttet LIDAR-kart (hoydedata.no). Elvene ble filmet med drone 4. juli for å kunne vurdere ulike habitater, finne mulige vandringshinder, andel kantvegetasjon og eventuelle kjøreskader i terreng nært vassdrag. På stasjonene ble ulike habitatkarakteristika notert i feltprotokoller. Fraksjoner av stein ble estimert i %-andel. Habitatet ved hver lokalitet ble vurdert etter Sandlund m. fl. (2013). Der nøyaktig vurdering ikke kunne gjøres i felt ble karakteristika gjort i etterkant basert på bilder. Bilder ble tatt med en målestav slik at det var mulig å estimere størrelsesfraksjoner i etterkant.

## 2.4 Fiskeundersøkelser

Populasjonsundersøkelser ble foretatt med elektrisk fiskeapparat (Terik Technology), der den maksimale spenningen er på 1600 V og pulsfrekvensen er 80 Hz. Innstilling av spenning og frekvens ble justert ut ifra ledningsevnen i vannet. På hver stasjon ble lengden og bredden i overfisket areal justert slik at det ble fisket om lag 100 m<sup>2</sup>. Tetthetsundersøkelse av laksefisk ble foretatt på alle stasjoner etter Bohlin m. fl. (1989) og norsk standard for el-fiske (NS-EN ISO 14011:2003). Fisken ble artsbestemt og lengden ble målt i felt til nærmeste mm. Stasjonene ble overfisket 3 ganger og tetthet av fisk er beregnet basert på fangbarhet og oppgitt som antall fisk pr. m<sup>2</sup> (Bergan m. fl. 2011, Zippin, 1958). Populasjonsvurderinger, habitatetskvalitet og økologisk tilstand er basert på anbefalinger i klassifiseringsveilederen for vanddirektivet (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018 og Sandlund m. fl., 2013). Blant annet regnes

ørret og laks som stasjonære arter og vil respondere på hydromorfologiske endringer i habitatet (Sandlund m. fl., 2013, se kap. 10.2, tabell 6.15 i Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). El-fiske ble gjennomført i juli når 0+ fortsatt er i plommesekkstadiet. Disse er derfor ikke med i beregningen. Anbefalingen fra veilederen er fem stasjoner innen hver elv (Forseth m. fl. 2008). Videre er det viktig å finne steder der ørret gyter. Etter en overflyging med drone og avlesing av kart ble det lokalisert et område mellom stasjon 1 og 2 i Mårelva der det ble antatt å være optimale forhold for gyting. Dette område ble gått opp den 9. september for å se om det var aktivitet. Dette er et mer sakteflytende parti enn resten av elva, med mye variasjon i dybde og bunnsstrukt. Den anadrome delen av elva er godt undersøkt fra tidligere og her ble kun en stikkprøve tatt for å se om det var noe årsvariasjon.

## 2.5 Ektoparasittundersøkelser på laks

I forbindelse med tetthetsundersøkelsen av laksefisk ble det tatt ut 30 laksunger for undersøkelse av ektoparasitter. Disse ble konserverte med 96% etanol. På laboratoriet ble de undersøkt med lupe.

## 2.6 Bunndyrundersøkelser

Sparkemetoden ble brukt for innsamlingen av bunndyr (se norsk standard NS-EN ISO 10870:2012; Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). En finmasket håv plasseres her på elvebunnen, deretter rotes bunnen opp foran håven slik at dyrene som befinner seg der rives med av vannstrømmen og inn i håven (jf. figur 1). Sparkeprøvene er så langt det er mulig forsøkt tatt på steder med egnet substrat. Metodikken tilpasses anbefalinger i veilederen for vanndirektivet med 9 delprøver à 20 sek fra hver stasjon. Hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen. Etter at 3 slike prøver er samlet inn (samlet tid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da 3 prøver á 1 minutt. Med siler av ulik maskevidde fraksjoneres deretter prøvene i en grov og en fin fraksjon. Hver prøve lagres i hver sin boks og konserveres med 96 % etanol i felt. Stein inspiseres visuelt, og eventuelle bunndyr plukkes ut for hånd med pinsett. Håven inspiseres nøye og plukkes også ren for bunndyr med pinsett etter at sparking ved hver stasjon er fullført.

På laboratoriet blir prøvene overført til et sold-system med 3 sikter. Disse er koblet sammen og har maskevidde på henholdsvis 4 mm, 2 mm og 0,33 mm. Prøven skylles skånsomt med vann. De ulike fraksjonene undersøkes og dyrene i prøven plukkes ut med pinsett og overføres til et merket dramsglass med 96 % etanol. Dyrene overføres så til en petriskål, bestemmes og telles i lupe. Om det er mange individer i en prøve tas det ut representative delprøver hvor antallet ganges opp til et estimert totalantall. Døgnfluer, steinfluer og vårfluer, såkalte EPT-arter (*Ephemeroptera*, *Plecoptera* og *Trichoptera*) bestemmes til art. Øvrige grupper blir bestemt til relevant nivå ut fra de indeksene som er aktuelle å benytte. Individer med skader, manglende bein osv. blir bestemt så langt det er mulig (til slekt eller familie) slik at de kan inkluderes i indeksen. For bevaring av prøven og for mulighet for etterprøving av resultat blir dyrene fra de to største fraksjonene tilbakeført til et dramsglass som deretter lagres.

Vurdering av organisk forurensning og eutrofiering ut fra samfunn av bunndyr tar utgangspunkt i indeksen BMWP (Armitage 1983), hvor ulike familier eller grupper av bunndyr har fått en indeksverdi fra 1 – 10 ut fra deres toleranse for slik forurensning. Jo høyere verdier, desto mer sensitive er dyrene. I klassifiseringsveilederen benyttes indeksen ASPT (Average Score Per Taxon, Armitage m. fl., 1983). ASPT-indeksen baserer seg på BMWP-indeksen delt på antall familier av bunndyr som har blitt funnet (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). For å finne ut om elvene er påvirket av episodisk belastning av forsuring (lav pH og forhøyede kationiske metallkonsentrasjoner) ble River Acidification Macroinvertebrate Index (RAMI, Carson m. fl. 2023), forsuringindeks 1 og 2 (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018) benyttet.

## 2.7 Klassifisering av biologiske kvalitetselementer

For å kunne sammenligne de ulike vannforekomstens økologiske tilstand med ulike biologiske kvalitetselementer har det blitt bruk normaliserte EQR verdier (nEQR, Ecological Quality Ratio, se Direktoratets gruppen vanndirektivet, 2018). Prinsippet i klassifiseringen er at ulike arter er gitt indeksverdier etter toleranse, og hvor klassifiseringen gjøres på bakgrunn av gjennomsnittlig indeksverdi. For nEQR er klassegrensene alltid de samme, og derfor kan sammenlignes med ulike typer biologiske kvalitetselementer (tabell 1).

Tabell 1: Tilstandsklassifisering for normaliserte EQR (Ecological Quality Ratio).

Klasse	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
nEQR	> 0,80	0,80 – 0,60	0,60 – 0,40	0,40 – 0,20	< 0,20

## 2.8 Kjemiske og fysiske vannanalyser

Forsvarsbygg har et overvåkingsprogram for vann der det har blitt analysert på støtteparametere og kjemisk tilstand i vannforekomstene i forbindelse med etablering av camp Akkasæter. Vannprøvene ble tatt ut fra midten av bekken der det var mulig å få til. Prøveflaskene ble skylt 3 ganger i bekkevannet før prøvetaking. Følgende datoer ble det tatt vannprøver: 24. april, 11. mai, 24. mai, 6. juni, 12. juni, 6. juli, 9. august, 21. august og 3. oktober.

Alle prøvene ble analysert for parameterne og metaller som brukes/har blitt brukt i håndvåpenammunisjon: bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og antimon (Sb). I tillegg analyseres det for pH (surhetsgrad), kalsium (Ca), ledningsevne (konduktivitet), turbiditet (partikkelmengde), løst organisk karbon (DOC) og jern (Fe). Vannprøvene ble levert til Eurofins for laboratorieanalyse stort sett innen 24 timer. Det har blitt analysert på både oppslutta og filtrerte vannprøver. Resultatene har blitt vurdert etter veileder M-608 (grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota) og Veileder 02:2018 Klassifisering (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2018). Forsvarsbygg har også en lang prøveserie på tungmetaller gjennom måleprogrammet for Mauken-Blåtind SØF, som har prøvepunkt (BLÅT\_017) i Bjelma. For detaljert kart over prøvepunkter og skytebaner se Haaland 2022.

## 3 Resultater

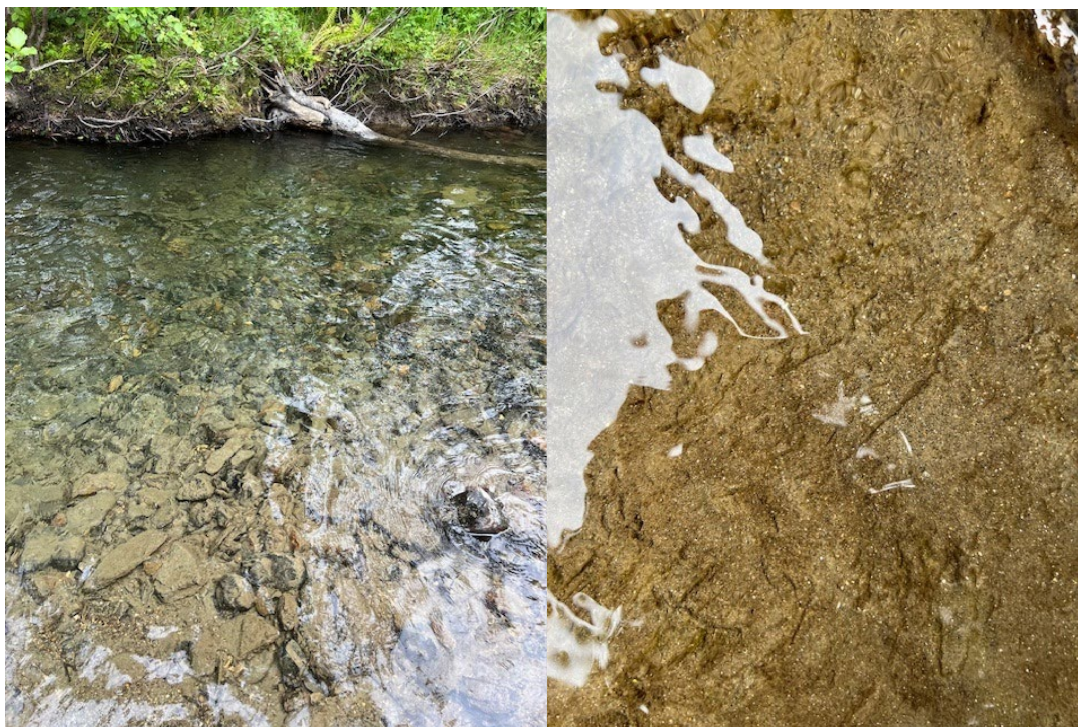
### 3.1 Substrat og kantvegetasjon

Substratet (kornfordeling av bunnsedimentet) ved de ulike stasjonene ble inndelt i kategoriene silt (< 2 mm), grus (2 – 20 mm), stein 1 (20 – 100 mm), stein 2 (100 – 250 mm) og stor stein/blokk (> 250 mm). Fordelingen varierte noe mellom stasjonene. Enkelte stasjoner som stasjon 2 og 3 i Skarelva var dominert av stor stein/blokk. Stasjon 2 og 6 i Mårelva, samt utløpsbekken fra Ole-Jonsavatn, Bjelma og Hølen nederst i Mårelva er mer dominert av finpartikulært materiale. Samtlige prøvepunkt har derimot en del variasjon i substratstørrelse (jf. tabell 2). Det ble i tillegg registrert en del relativt fastsittende (klebrig) finsediment på stein fra og med stasjon 4 og nedover i Mårelva (jf. figur 16).

Kantvegetasjon langs begge elvene er sammenhengende og lite berørt av Forsvarets aktivitet. Det er noen passeringer ved bruer der kantvegetasjon mangler. Ellers er kantvegetasjonen intakt. Dronebildene viste også at det var lite andre kryssningspunkter over elvene. Kryssningspunktene er gjerne ved siden av eksisterende bruoverganger. Skadene på kantvegetasjon og langs etter elvene over tregrensen er små. Derimot er det enkelte steder der gamle spor i terrenget er synlig, især i myrpartiene.

Tabell 2. Habitatskarakteristikk for stasjoner, basert på substrattype.

Stasjonsnavn	Substrattype %				
	Leire/Silt/Sand < 2 mm	Grus 2 – 20 mm	Stein 1 20 – 100 mm	Stein 2 100 – 250 mm	Stor stein/blokk > 250 mm
1. Mårelva	25	30	20	20	5
2. Mårelva	40	10	10	10	30
3. Mårelva	20	20	25	25	10
4. Mårelva	0	65	10	5	20
5. Mårelva	30	40	20	5	5
6. Mårelva	40	10	10	10	30
Utløpsbekk Ole- Jonsavatn	45	30	10	10	5
Bjelma	50	20	20	10	0
1. Skarelva	5	35	10	20	30
2. Skarelva	5	5	5	5	80
3. Skarelva	5	5	5	5	80
4. Skarelva	5	10	20	5	60
Hølen	30	10	40	15	5



Figur 9. Substrat ved stasjon 5 i Mårelva. Bildene viser det finpartikulære substratet som er klebrig og fester seg på stein og blokk.

### 3.1.1 Oppvekst- og gyteområder i Mårelva

Helt øverst i Mårelva på stasjon 1, er det meget fine forhold for fisk. Grusen har ikke begroingsalger og det er god variasjon i størrelse på steiner og grus. Mårelva meandrerer og har fine kulper og stryk. Stasjon 2 var preget stein og partier med sand og silt (tabell 3). Stasjon 3 hadde en jevn fordeling i størrelsen på stein. På stasjon 4, 5 og 6 var det mer sand og innholdet av glimmer var høyere enn lenger opp i Mårelva (tabell 3). Finsubstratet var her også lysere og mer klebrig (figur 16).

### 3.1.2 Oppvekst- og gyteområder i Skarelva

Skarelvass øvre deler ved stasjon 1 ligger over tregrensa. Herifra og ned til stasjon 2 er det høyt fall. Elva ligger hovedsakelig i et juv med lite naturlig kantvegetasjon, flere større fossefall og strykpartier. Elvebunnen er preget av stor stein og blokk (tabell 3). Det er få steder med egnet habitat for ørret og røye. På stasjon 2 flater elva litt ut og det er flere fine små kulper mellom større steiner der det er fine områder med gytegrus. Området mellom stasjon 1 og 2 har flere vandringshindre. Videre nedstrøms er elva preget av høy vannhastighet og større steiner. På stasjon 3 og 4 er elva mindre stri. Helt nederst er det et større fall på 3 meter som gjør det umulig for mindre fisk og komme seg videre opp i elva. Mellom stasjon 4 og 1 er det 5,2 km og en stigning på 489 m, med en maks helning på 23° og en minimum helning på 17° (kartverket.hoide.no).

## 3.2 Fisk

### 3.2.1 Mårelva

I hoveddelene av Mårelva innenfor SØF var den økologiske tilstanden for ørret svært dårlig (tabell 3). På stasjon 1 var det lav tetthet av ørret (tabell 3) og individene var små (figur 17). Videre nedover Mårelva ved stasjon 2 ble det ikke funnet fisk. På stasjonen 3 var det også lav tetthet. Her var størrelsesfordelingen mer asymmetrisk enn ved stasjon 1. På stasjon 4 var det svært få fisker til tross for et tilsynelatende fint habitat. Også her var størrelsesfordelingen asymmetrisk. Den samme tendensen var det også

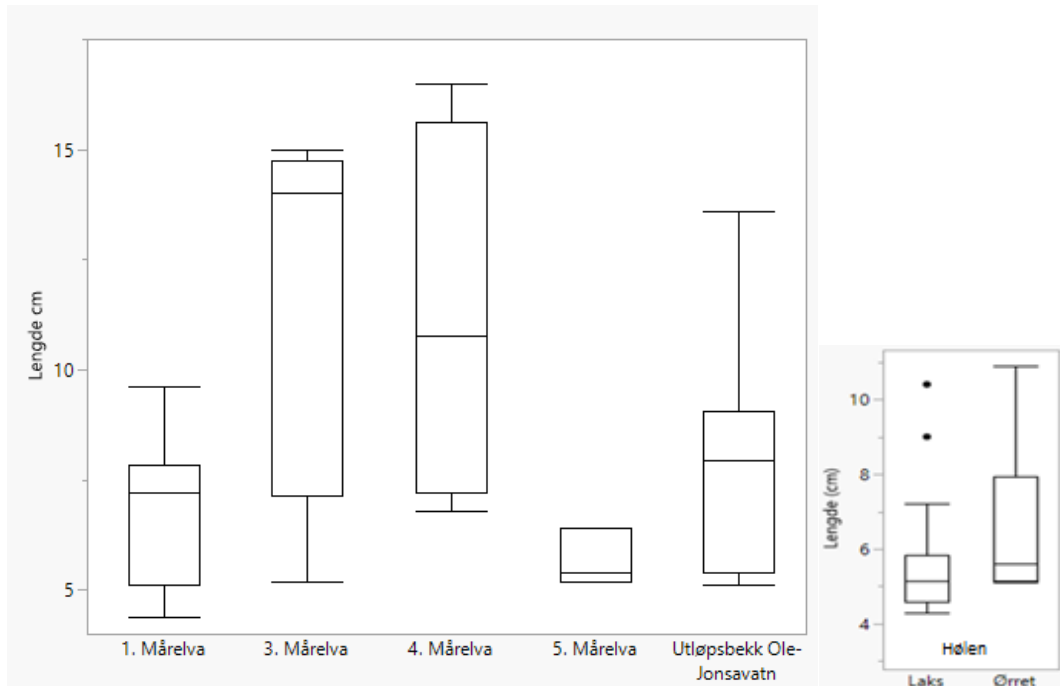
på stasjon 5. Her var det også lite fisk. På stasjon 6 ble det som ved stasjon 2 ikke funnet fisk. Stasjon 6 ligger rett nedstrøms der Bjelma kommer ut i Mårelva.

**Tabell 3. El-fiskeresultater fra Mårelva og Skarelva. Lengde og bredde på el-fisket areal. T er totalt antall fisk fanget på stasjonen. Estimert fangbarhet og fisk pr. m<sup>2</sup> er basert på Bohlin m. fl. (1989). Tilstandsberging er basert på Direktoratgruppen vanndirektivet 2018 og Sandlund m. fl. (2013). Klassegrensene for ørret over anadrom strekning er basert på stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3, og laks og ørret i anadrom del i habitatklasse 3 (Hølen).**

Lokalitet	Dato	Lengde	Bredde	T	Estimertfangbarhet (p)	Fisk m <sup>-2</sup>	Tilstand
1. Mårelva	03.07.2023	20	7	12	0,2	0,16	Svært dårlig
2. Mårelva	03.07.2023	20	7	0	0	0	Svært dårlig
3. Mårelva	04.07.2023	20	7	5	0,7	0,04	Svært dårlig
4. Mårelva	05.07.2023	26	4,5	4	0,8	0,03	Svært dårlig
5. Mårelva	06.07.2023	20	10	3	0,7	0,02	Svært dårlig
6. Mårelva	03.07.2023	20	7	0	0	0	Svært dårlig
Utløpsbekk Ole-Jonsavatn	03.07.2023	30	1	8	0,7	0,28	Dårlig
Bjelma	04.07.2023	33	3	1	1	0,01	Svært dårlig
1. Skarelva	06.07.2023	10	7	0	0	0	Svært dårlig
2. Skarelva	06.07.2023	10	6	0	0	0	Svært dårlig
3. Skarelva	06.07.2023	10	7	0	0	0	Svært dårlig
4. Skarelva	06.07.2023	10	7	0	0	0	Svært dårlig
Hølen	05.07.2023	20	2	28	0,6	0,76	God

Nederst i anadrom strekning i Mårelva (stasjon Hølen) var det bra med sjøørret og laks (figur 17 og 18). Lengdefordelingen er vist i figur 17. Tettheten var høy (jf. tabell 4). Her var også fisken i god økologisk tilstand. Det ble fanget en 0+ av laks i sparkeprøven i juli.

Det ble ikke påvist noen ektoparasitter på de 30 undersøkte lakseungene.



Figur 10 Figuren til venstre viser lengdefordelingen i cm hos de fangede ørretene i Mårelva og utløpsbekken til Ole-Jonsavatn. Figuren til høyre viser lengdefordelingen i Hølen nederst på anadrom strekning i Mårelva der det var sjørørret og laks.



Figur 11 Til venstre er en laks fra Hølen. Til høyre er den ene ørreten som ble fisket i Bjelma.



Den 9. september ble strekningen i Mårelva, der det ble antatt at gytefisk var gått opp, undersøkt (se figur 19). Her var det noe mer vannføring enn tidligere på sommeren og det var vanskelig å se helt ned i de dypeste partiene av elva. Lysforholdene var ikke gunstige, og noen steder var vanskelig å komme til pga. tett vegetasjon. Under vandringen ble det observert litt søppel (div plast, rester av øvingsammunisjon mm., men bare ca. to gjenstander pr hundre meter). Tre større fisk (ca. 20-25 cm) ble observert rett ovenfor stasjon 2. På resten av strekningen ble det kun observert 25 til 30 mindre fisk (under 10 cm). I området oppstrøms stasjon 2, der det ble observert større fisk den 9. september, ble det den 3. oktober registrert to gytegroper.



Figur 12. Søk etter gytefisk øverst i Mårelva. Strekningen som ble gått opp er mellom de to blå punktene. De røde punktene markerer stasjon 1 og 2 (Kartverket, norgeskart.no). De blå pilene markerer strømretningen. Deler av strekningen var uframkommelig på grunn av buskas og noen av lokalitetene var derfor vanskelig å få undersøkt.

### 3.2.2 Skarelva

Det ble ikke funnet fisk i Skarelva.

Elva er trolig naturlig fisketom på grunn av de mange naturlige vandringshindrene som finnes nedstrøms. På nedsiden av stasjon 1 krysser veien elva. Her går elva i to rør under veien. Disse rørene ligger slik til at de utgjør et vandringshinder for fisk. Lenger ned ligger elva i et stort juv med store fall og steinblokker. Videre nedover (før stasjon 2) er det flere naturlige vandringshindere for fisk. Fra stasjon 2 til stasjon 3 og 4 er det flere vandringshindere for mindre fisk. Mellom stasjon 4 og 6 er det også et 3 meters fall som utgjør et vandringshinder for fisk.

### 3.3 Bunndyr

Sommerprøvene ved de ulike lokalitetene i Mårelva og Skarelva viste relativt likt artssamfunn Mårelva. Stasjon 6 i Mårelva havner i god tilstand via ASPT-indeksen, med noen færre arter av steinflue i prøvene enn de som havner i svært god økologisk tilstand (tabell 4). Ingen av lokalitetene virker påvirket av organisk belastning. Artsantallet var lavt og i prøvene var det kun én eller noen få individer av de fleste artene.

I høstprøvene var én stasjon i moderat tilstand (Hølen), da på grensen til god. Det ble funnet flere familier av steinfluer ved Hølen som indikerer gode oksygenforhold, men lite vårfluer. Her ble det kun funnet vårfluen *Apatania* sp. Denne har ingen verdi i ASPT-indeksen. Øvrige stasjoner hadde svært varierte samfunn av steinfluer. I prøvene var det oftest bare én eller noen få individer av de fleste artene, og generelt ikke mange individer i prøvene totalt.

Det var generelt høy forekomst av døgnfluen *Baetis rhodani* og andre forsuringfølsomme døgnfluer i prøvene (Carlson m. fl. 2023). Totalt sett virker lokalitetene ikke påvirket av forsuring. Alle havner i svært god tilstand på alle indekser (tabell 5). Rådata er vist i vedlegg 2 og 3.

**Tabell 4. Vurdering av organisk forurensning og eutrofiering ut fra samfunn av bunndyr gitt ved indeksverdiene til ASPT for de fire prøvepunktene (Average Score Per Taxon, Armitage m. fl., 1983). Klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften gitt ved normaliserte EQR (Ecological Quality Ratio).**

	Bjelma	Mårelva (Stasjon 6)	Mårelva (Hølen)	Skarelva (Stasjon 4)
<b>Vår</b>				
ASPT	7,14	6,45	6,92	6,10
EQR	1,04	0,94	1,00	0,88
nEQR	1,00	0,71	1,00	0,63
<b>Høst</b>				
ASPT	6,71	7,20	5,90	6,92
EQR	0,97	1,04	0,86	1,00
nEQR	0,78	1,00	0,58	1,00

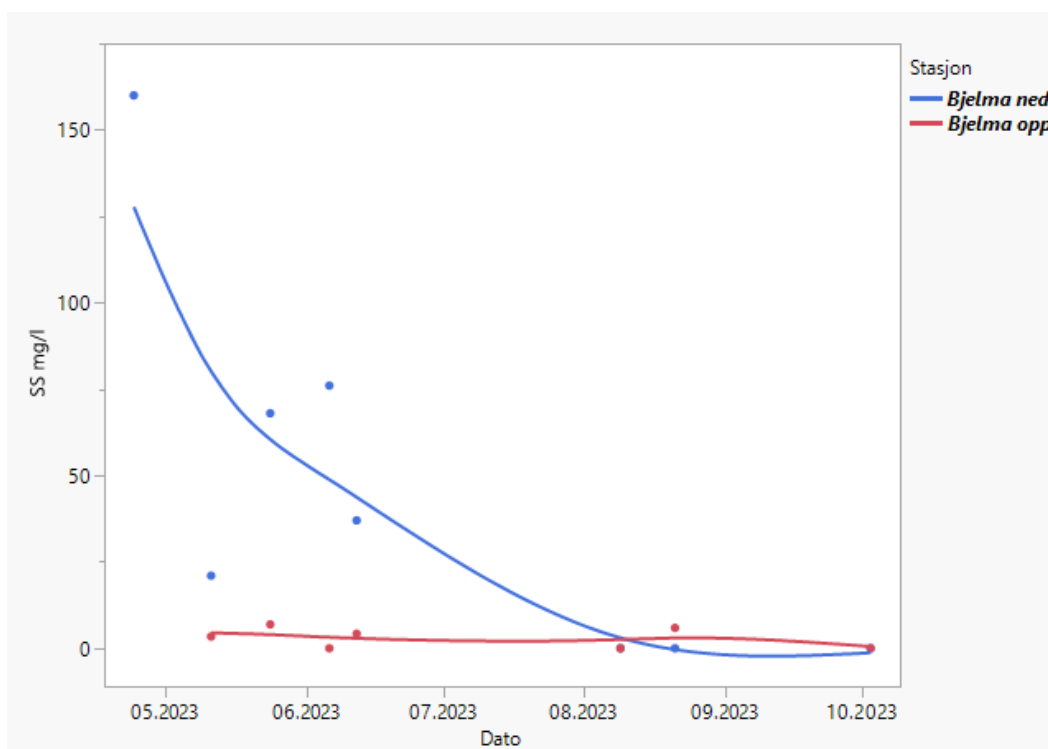
Tabell 5. Vurdering av forurensning ved forsuring, ut fra samfunn av bunndyr, gitt ved indeksverdiene for RAMI (River Acidification Macroinvertebrate Index), samt Forsuringsindeks 1 og 2. Klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriftens normaliserte EQR (Ecological Quality Ratio).

	Bjelma	Mårelva (Stasjon 6)	Mårelva (Hølen)	Skarelva (Stasjon 4)
<b>Vår</b>				
RAMI	5,48	5,18	5,92	5,18
EQR	1,22	1,15	1,32	1,15
nEQR	1,00	1,00	1,00	1,00
F2	15,50	15,10	20,79	3,06
F1	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Høst</b>				
RAMI	5,82	5,80	5,21	5,65
EQR	1,29	1,29	1,16	1,25
nEQR	1,00	1,00	1,00	1,00
F2	7,42	9,26	22,90	1,79
F1	1,00	1,00	1,00	1,00

### 3.4 Fysiske og kjemiske støtteparametere

Bjelmas nedbørsfelt inkluderer, som tidligere nevnt, Camp Akkasæter der det nå bygges et nytt leiområde. Etter at en fangdam ble øydelagt under vårfloppen 2023 bærer Bjelma preg av at den har fått tilført mye partikler. Forsvarsbygg har tatt prøver av suspendert stoff gjennom vår, sommeren og høst i Bjelma oppstrøms og nedstrøms anleggsområdet ved Akkasæter. Etter at fangdammen har blitt utbedret i juni, har suspendert stoff har en signifikant nedgang ( $p = 0,02$ , figur 20).

Andre parametere i Bjelma har også blitt overvåket som pH, turbiditet, ledningsevne, nitrogen (Tot-N), total organisk karbon (TOC), løst organisk karbon (DOC), samt oppslutta (totale) filtrerte prøver for kalsium, bly, kobber, sink, antimon og jern (se tabell 6 for gjennomsnittsverdier, samt vedlegg 4 og 5). En del metaller følger ofte med partikulært materiale. I Bjelma, nedstrøms anleggsområdet, er gjennomsnittsverdiene av konduktivitet, suspendert stoff, jern og bly, høyere enn hva som måles oppstrøms anleggsområdet.



Figur 13 Suspendert stoff gjennom vår, sommeren og høst i Bjelma oppstrøm (rød) og nedstrøms (blå) anleggsområdet ved Akkasæter. Suspendert stoff har hatt en signifikant nedgang fra våren til sommeren nedstrøms anleggsområdet ( $p = 0,02$ ).

Tabell 6. Gjennomsnittsverdier av pH (surhetsgrad), turbiditet (partikkelmengde, FNU) ledningsevne (KOND), Total nitrogen (Tot N), total organisk karbon (TOC), løst organisk karbon (DOC), kalsium (Ca) bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og anti-  
mon (Sb) og jern (Fe). For metallene er det analysert på både filtret (f) og oppslutta (O) prøver.

Stasjon	Bjelma nedstrøms	Bjelma oppstrøms	Mårelva st. 6
pH	7,4	7,5	7,5
Turbiditet FNU	10,5	0,3	2,7
KOND mS/m	8,9	7,0	6,9
SS mg/l	40,2	2,6	9,7
Tot N mg/l	0,5	-	-
TOC mg/l	5,6	2,1	1,9
DOC mg/l	2,7	2,0	2,0
Ca f mg/l	10,1	7,9	8,9
Ca O mg/l	12,0	9,3	9,4
Sb f µg/l	0,27	0,20	0,01
Sb O µg/l	0,19	0,14	0,05
Pb f µg/l	0,09	0,02	0,02
Pb O µg/l	7,51	0,001	0,13
Fe f µg/l	289	14,8	28,3
Fe O µg/l	617	60,7	278
Cu f µg/l	2,40	1,83	0,64
Cu O µg/l	7,93	4,74	0,98
Zn f µg/l	2,48	2,42	0,53
Zn O µg/l	3,03	1,38	0,39

## 4 Diskusjon

Tilstanden til fiskebestanden i Mårelva er vurdert ut ifra eksisterende kunnskapsgrunnlag og nye undersøkelser. I forbindelse med en vurdering av Sørrelva (som Mårelva og Skarelva er hovedgrenene til) som resipient for avløpsvann for 1000-1500 soldater utført av NIVA i 1979 (Traaen m. fl. 1979) skrev de følgende: «Sørrelva er i dag en ren elv med utmerket vannkvalitet.». Og videre: «Fisket er for tiden dårlig, men elven har gode forutsetninger for å bli en utmerket fiskeelv». Denne vurderingen står seg den dag i dag.

### 4.1 Fisk

Bekker og elver som ligger inne i Mauken-Blåtind SØF har tidligere ikke blitt undersøkt for fisk. Derimot har vannforekomstene blitt overvåket hvert år for mulig metallpåvirkning (Haaland 2022). Fiskebestandene i innsjøene her har blitt grundig undersøkt for hvitt fosfor<sup>1</sup> (Løvik og Rognerud, 2005) og tungmetaller (Dahl-Hansen og Christensen, 2005), uten at det ble funnet at noen av parametere oversteg grenseverdier.

Det ser tilsynelatende ut til at fisk skal kunne ha gode forutsetninger for å trives i Mårelva. Bunndyrene og de vannkjemiske støtteparameterne viser god økologisk tilstand. Det var derfor noe uventet at alle stasjoner i Mårelva viste svært dårlig økologisk tilstand basert på fisk. På hele 5 stasjoner i Mårelva som ligger inne i SØF var aldersfordelingen asymmetrisk og det var svært få større fisk. Heldigvis var det noen få gytefisk. Siden det er lave tettheter av ørret så er det også vanskelig å oppdage gyteområdene. Det er naturlig å anta avrenning av tungmetaller fra skyteaktivitet kan være årsaken til de lave tetthetene av fisk. Et studie fra gruvepåvirkning av elver i Trøndelag viser at sink, jern og kobber, under visse forhold, kan sette seg på gjellene til ørreten og i verste fall forårsake død (Kjærstad m. fl. 2020). Forfatterne fra dette studiet påpeker at det er ved flommer at en samlet belastning eller en «cocktail»-effekt fra flere kationiske metaller kan gi en negativ effekt. I SØF har det derimot ikke vært målt høye konsentrasjoner av metallene bly, kobber, antimon og sink i overvåkingen (Haaland 2022), bortsett fra ekstraprøver i forbindelse med overvåkingen av Bjelma 2023 der flomprøvene hadde forhøyede verdier av bly, jern og sink. Det kan være relatert til anleggsvirksomheten ved Camp Akkasæter, og partiklene som kommer sannsynligvis fra denne aktiviteten. Prøvene viser at metallene trolig er partikkelbunnet, da SS og TOC er høye, og metallkonsentrasjonene i de filtrerte prøvene er lave. Ved pH 7,1 er trolig ingen av disse metallene giftig for fisk (Kjærstad m. fl. 2020).

Under gytefisketellingene ble det observert mink i Mårelva, mellom stasjon 2 og 3. Det er også observert flere laksender i nedre deler av elva. Predatortrykket her er derimot sannsynligvis likt naboelvene, som har større og hardføre ørretpopulasjoner. Økt predatortrykk som en spill-over-effekt fra naboelvene, kan derimot kanskje ha en større betydning i lavtetthets populasjoner som i Mårelva (Furey m. fl. 2018).

Sent på 70-tallet gjorde fiskekonsulentene i Nordland og Troms undersøkelser i elva og viser til store fangster og konkluderer med overbeskatning (av brev til Troms Fylkeskommune 27. november 1978). Det sammen viste Gulbrand Wangens registreringer, der fangsten mot slutten av 70 tallet var sterkt redusert (Traaen m. fl. 1979). På 80-tallet var det svært variable fangster, og det ble det fanget alt fra 28 til 280 kg sjørret i løpet av en sesong. En undersøkelse av fiskebestanden i Mårelvas anadrome

---

<sup>1</sup> «Hvitt fosfor består av tetraederformede P<sub>4</sub>-molekyler. Dette er en voksaktig, metastabil og svært reaktiv form av fosfor. Dette stoffet er svært giftig.», Store Norske leksikon.

strekning, foretatt av Fylkesmannen i Troms i 1989, fant ingen laksunger og svært få ørretunger - 11 stykk totalt (Halvorsen og Kristoffersen 1989). De stusset over at en elv med så bra bonitet ikke hadde høyere tetthet av fisk. En undersøkelse i 2017 hvor en stor andel gytefisk var rømt oppdrettslaks, viste et innslag på 5,9 % laksunger. Ellers var det 16 gytende laks, hvorav 10 stykk var smålaks og 6 var mel-lomlaks. Det ble registrert totalt 55 sjøørreter, hvorav 28 < 1 kg og 27 > 1 kg (Kanstad-Hanssen m. fl. 2017). Det er ikke registrert noen vesentlig påvirkning av oppdrettsfisk de siste årene og innslaget regnes for å være lavt (Wennevik m. fl. 2021). I dette området har rømt oppdrettsfisk gått kraftig ned, og antagelsene er at det har liten betydning på laksebestanden (Wennevik m. fl. 2021). Et økende problem for Mårelva er derimot mange oppvandrende og gytende pukkellaks. I en undersøkelse i Hølen i mai 2021 ble det funnet 3 gytegroper der det var over 200 pukkellaksunger, og av disse var 10% smolt og 90 % pre-smolt (Muladal og Fagard 2022). Konklusjonen var at pukkellaksen har høy overlevelse og en god gytesuksess (Muladal og Fagard 2022). I løpet av sesongen 2023 ble det tatt ut 1153 pukkellaks i opp-gangsfella i Mårelva i regi av elveeierlaget.

En omfattende fiskeundersøkelse av hovedelva ble gjennomført i 2021 (Dahl-Hansen og Hammenstig 2021). Her ble det el-fisket på 10 stasjoner, fra elveutløpet og til over Kvernfossen. De fant laksunger kun på stasjonene under Sørrelvfossen, og tettheten av laks- og ørretyngel var lav ved alle stasjoner. Ovenfor fossen var det kun ørret i svært lav tetthet. Oppstrøms Kvernfossen ble det kun registrert røye. Disse resultatene samsvarer med de lave tetthetene av ørret som ble funnet i vår undersøkelse. På den anadrome strekningen ble det kun undersøkt en stasjon (Hølen) i 2023. Hølen ligger imellom stasjonene 2 og 3 og hadde nesten 10 ganger så høy tetthet som i undersøkelsen fra 2021 (Dahl-Hansen og Hammenstig 2021). De hadde fisket over et mye større område, og det er mulig at stasjonsvalget i 2023 tilfeldigvis var et særlig godt habitat. At tilstandsklassen for laksefisk går fra dårlig til god med bakgrunn fra en stasjon har liten relevans for en totalvurdering av elva. Lengdefordelingen av laks og ørret i Hølen var lik som på stasjon 2 og 3 i 2021 (Dahl-Hansen og Hammenstig 2021). Ved undersøkelsen i 2023 hadde ikke 0+ kommet opp av grusen ennå, og dermed er de ikke heller med i vurderingene. Vi fikk derimot en 0+ i sparkeprøven i juli, så det har vært rekruttering.

## 4.2 Bunndyr

Generelt samsvarer resultatene fra bunndyrundersøkelsene med tidligere undersøkelser, der tilstanden varierte mellom svært god til god økologisk tilstand (Dahl-Hansen m. fl. 2020). Dette understøttes også av vannprøvene som ble tatt samme år (Dahl-Hansen m. fl. 2020). Derimot ser det ut til at antall bunndyr har gått ned siden 1978 (Taaen m. fl. 1979). Mårelva og Skareelva har en klasse dårligere med hensyn til økologisk tilstand enn Hølen og Bjema. Disse to lokalitetene ble også undersøkt i 1978 og var da i svært god økologisk tilstand (Taaen m. fl. 1979). Mange av de samme artene som ble funnet i 1978 ble også funnet i 2023. Dette er arter som døgnfluene *Baetis muticus*, *B. rhodani*, *Ephemerella aurivilli*, *Ameletus inopinatus*, og steinfluene *Diura nanseni*, *Brachyptera risi*, *Isoperla grammatica*, *Protone-mura meyeri*, *Siphonoperla burmeisteri*. Disse artene har høy indeksverdi på flere av de brukte indek-sene. På bakgrunn av dette har begge stasjoner et rikt og variert bunndyrsamfunn.

Derimot er høstprøvene fra Hølen i moderat tilstand og på grensen til god. Dette kan passe med økte fosforkonsentrasjoner som ble rapportert inn i 2019, sammen med høyt innhold termotolerante koli-forme bakterier på ettersommeren, spesielt i nedre del (Dahl-Hansen m. fl. 2020). Dette indikerer ut-slipp av fersk fekal forurensing i elva (Dahl-Hansen m. fl. 2020). På samme stasjon i 2019 var bunndyr-faunaen i svært god økologisk tilstand basert på ASPT (Dahl-Hansen m. fl. 2020). Begroingsalgene på samme sted samt ved stasjonen på Mellamoen viste også svært god økologisk tilstand (Dahl-Hansen m. fl. 2020). Det var få individer i bunndyrprøvene og enkelte arter har kun ett individ pr lokalitet. Dette står i sterk kontrast til bunndyrundersøkelsene utført i 1978 og 2019 der individantallet er høyt (Taaen m. fl. 1979, Dahl-Hansen m. fl. 2020). Forsuringsindeksen kan gi en indikasjon på om det har vært fall i pH og høyere metallkonsentrasjoner. Alle indeksene for forsurening lå i svært god tilstand. Det tyder på

at surstøt med toksiske metaller trolig ikke er et alvorlig problem, selv om færre antall bunndyr kan tenkes å være forårsaket av enkelthendelser (Kjærstad m. fl. 2020).

### 4.3 Erosjon fra aktiviteten i skytefeltet

I skytefeltet forekommer terrengkjøring både på trasé og ellers i terrenget. Denne aktiviteten er regulert i gjeldene reguleringsplaner, avtaler og skjønn, og i sektorinterne instruksjoner. Reguleringsplanene har bestemmelser om hensynssoner langs de fleste vassdrag (oftest 30 meter på hver side) hvor barmarkskjøring ikke er tillatt. Terrengkjøring kan medføre kjøreskader. Er det tørt og fast blir skadene små, men om det kjøres etter lengre nedbørsperioder blir skadene større. Det samme gjelder for myrer og våtmark. Denne aktiviteten utgjør en risiko for erosjon med tilhørende tilslamming av bekker og vann. I en gjennomgang av regelverket i 2019 ble konklusjonen at det ikke var særlig store erosjonsutfordringer i Mauken-Blåtind SØF (Selvaag 2019). Arealet med kjørespor utenfor vei var på 4,3 % av totalt areal (Tømmervik m. fl. 2005). Skytefeltets veinett i nedbørsfeltet til Mårelva utgjør 51,2 km med vei. Til sammenligning er det 10,1 km med elv. Skogsbilveier kan fungere som transportveier for overflatevann og dermed gi raskere avrenning til vassdragene og øke risikoen for erosjon og sedimenttransport (Luce og Wemple, 2001). En kan sammenligne aktiviteten med skogsdrift, da de også bruker store maskiner i terrenget. En større sammenstilling av flere studier av skogsbilveier og påvirkning på vannkvalitet, fant man at i mange nedbørsfelt virket skogsbilveiene som små bekker (Moore og Wondzell 2007). Et avbøtende tiltak mot avrenning fra terrengbruk i skytefeltet har vært å etablere veier. Denne type tiltak blir sett på som et godt miljøtiltak da veier fører til kanalisering av ferdsel og reduksjon av kjøreskader i terrenget. På bane H9 over tropper på å rykke fram med stridsvogn langs flere parallelle akser. Her hadde det nok oppstått flere kjøreskader og mer erosjon til Mårelva om det ikke var etablert veier. Permanente skogsbilveier vil kunne øke transport av partikler ved flom (Moore og Wondzell 2007).

Sommeren 2023 var usedvanlig tørr og det var mye massetransport på visse vegstrekninger i skytefeltet. Det var svært utfordrende med støvbinding. Det kan ser ut til at denne støvflukten kan være årsaken til det ekstra laget med finpartikulært materiale i de 3 nederste stasjonene i Mårelva.

Det er relativt lite litteratur vedrørende hvordan partikler i vann påvirker biota, og de undersøkelser som finnes er i all hovedsak på fisk (Kaste m.fl. 2023). Partikler kan ha ulik sammensetning, form og størrelse, og dermed ha ulik innvirkning på fisk (Kjelland m.fl. 2015). EIFAC (European Inland Fisheries and Aquaculture Commission) har laget en liste over påvirkning suspendert stoff kan ha på fisk: Vekstrate, redusert motstand mot sykdom, hindrer utvikling av egg og larver; migrasjon av fisk; reduserer tilgjengelighet av mat for fisken (dårligere sikt). Ved høye partikkelkonsentrasjoner kan fisk bli påvirket av gjelleskader eller redusert lystilgang, som begge kan gi økt stress og i verste fall økt dødelighet (Cavanagh m.fl. 2014). Nedsatt vannkvalitet med økt konsentrasjon av suspendert stoff kan påvirke levekår for fisk og kvalitet på gyteplasser (Nisbet 2001). Økt sedimenttransport kan for eksempel gi nedslamming av bekker, og særlig på våren kan dette ha fatale konsekvenser for plommeseekyngel som ligger nede i elvegrusen (Pulg m.fl. 2018). Dahl-Hansen og Hammenstigs (2021) undersøkelser av 10 stasjoner i Mårelva nedstrøms nedbørsfeltet til Forsvarsbygg, og viste at det ofte var mye finpartikulært materiale som hadde pakket seg mellom steiner i bunnsubstratet. De mente at dette er en av årsakene til lave tettheter av ørret og laks. Tilsvarende kan også være en medvirkende årsak til at vi i Bjelma kun fant en ørret pr 100 m<sup>2</sup>. Et eksempel på høye konsentrasjoner av suspendert stoff var den 24. april 2023. Her ble det i Bjelma målt suspendert stoff på 160 mg/l, noe som tilsvarer betydelig redusert fiske ifølge EIFAC (1964). På den samme datoen ble det også målt fritt jern på 2 mg/l. Derimot ser det ut til at bunndyrene har klart seg bra både i Bjelma og Mårelva. Funnene i Bjelma står i sterk kontrast til observasjoner i samferdselsprosjekter med mye partikkelavrenning, der bunndyrene går flere klassegrenser ned, mens fisken ser ut til å klare seg (Roseth m. fl. 2021).



## 5 Konklusjon

Den stedege ørretbestanden i Mårelva er i svært dårlig økologisk tilstand. Rapporter fra tidligere år, for den anadrome strekningen av elva, viser også at sjørøret og laksebestandene har vært i svært dårlig økologisk tilstand siden 70-tallet. Hva som er årsaken er ikke kjent, men kan være en effekt av flere belastninger over tid.

Den eneste belastningen som ble observert under feltarbeid var mye finpartikulært materiale, som trolig kom fra erosjon via veistøv og avrenning fra bilveier. Bunndyrene i de samme vannforekomstene viser god økologisk tilstand, det samme gjør de vannkjemiske støtteparameterne. Antall bunndyr har gått noe ned siden 1978. Bjelma bærer preg av at den har fått en belastning med mye partikler. Her ble det kun funnet en ørret. Bunndyrene er i god økologisk tilstand, noe som kan tyde på at det er kun fisk som har blitt berørt av hendelsen med at fangdammen ble ødelagt våren 2023.

I Skarelva er det ikke fisk, noe som også virker naturlig for dette vassdraget.

Helt nederst i det anadrome strekket i Hølen var tetthet av laksefisk i god, men kun på en stasjon som hadde et veldig optimalt habitat. At enkelte områder har god produksjon kan tyde på at med målrettet habitatforbedring, kan produksjonen forbedres. Stikkprøver i andre habitater viste lav tetthet, og sammen med antall gytefisker så er den anadrome delen av vassdraget i svært dårlig økologisk tilstand. Her ble det også (som tidligere også har blitt observert i andre undersøkelser) funnet mye finpartikulært materiale imellom steiner og i elvemose. Ellers er det store habitatforskjeller i vassdraget, noe en må ta med i betraktning når tiltak iverksettes (se figur 21).



Figur 14 Bildet til venstre viser jernutfelling i utløpsbekken til Ole-Jansavatn og til høyre viser fint gytesubstrat på stasjon 1 i Mårelva.

### 5.1 Anbefalinger - øvre deler av Mårelva

- Et akutt tiltak for å forbedre fiskebestanden i Mårelva er å bruke storruse i Ole-Jansavatnet. Fisker som blir fanget i storruse får få skader og kan dermed flyttes fra Ole-Jansavatnet til Mårelva. Fordelen med dette tiltaket er at det styrker det genetiske materiale i Mårelva og samtidig vil det kunne å få opp størrelsen på ørreten i vannet.
- Begrense erosjon fra veiene i SØF ved bruk av støvbinding, ta vare på kantsoner, etablere fangdammer der det er mye erosjon fra dreneringssystemene.

- Etablere buffersoner med kantvegetasjon ut mot Bjelma på Camp Akkasæter. Dette tiltaket vil kunne begrense avrenning fra flater med mye sand og silt.
- Ta ut sedimentprøver for å kunne skille mellom naturlig finstoff og finstoff fra tilkjørte masser/veigrus eller boreaktivitet/grunnarbeider.
- Etablere en logger for turbiditet og vannføring i utløpet av Mårelva før den møter Skarelva. Dette for å kunne kvantifisere mengden partikler som kan relateres til aktiviteten i SØF. Loggeren kan stå ute fra våren til høsten før det blir frost.

## 5.2 Anbefalinger - anadrom strekning av Mårelva

- Ha et mål om å gjennomføre tiltaksplanene som er foreslått av Mårelva elveeierlag. Her er det viktigste tiltaket å forbedre fisketrappen, sammen med utbedring av vandringshinderet lenger opp i vassdraget (Mårtindveien/Storjorda - kulvert). Ved å installere en smart felle i fisketrappen vil den kunne skille ut pukkellaks. En bedre fisketrapp vil også kunne utvide anadrom strekning og dermed produksjonen i vassdraget. Et slikt tiltak vil øke populasjonsstørrelsen og over tid gi en mer hardfør populasjon av laks og sjørret. En større populasjon vil kunne tåle en eller flere uforutsette hendelser. Dette kan være uforutsette hendelser oppstrøms den anadrome strekningen av vassdraget, der Forsvarsbygg har sitt ansvarsområde.
- For å kunne utvide de eksisterende anadrome strekningene av elva anbefales det å restaurere og forbedre kiler som er i vassdraget. Her vil en kunne manipulere strømhastigheten slik at en kan få flere gunstige habitater for laksefisk. Slike tiltak vil gjøre at produksjonen går opp. Her handler det om å kunne skape dynamikk slik at ulike fraksjoner av stilt og sand legger seg nedover i kulpene. De gjenværende områdene får da flere ulike fraksjoner som gytefisker kan ta i bruk. Et eksempel er i Hølen der er det et optimalt habitat med god produksjon.
- Det genetiske grunnlaget til laks og sjørret bør kartlegges for å se om populasjonene er hardføre. En populasjonsgenetisk undersøkelse av laks og sjørret kan avdekke om det er tilstrekkelig genetisk variasjon, for at populasjonene kan takle uforutsette hendelser. En høy andel av innavl i populasjonene kan føre til at disse populasjonene kan dø ut.
- Overvåke partikler ved hjelp av sensorer i utløpet av skytefeltet ved stasjon 6, for å avdekke om belastningen fra avrenningen forandrer seg mellom år. I tillegg til bør en ta i bruk bunndyr som biologisk kvalitetselement for å se om de responderer på tiltak i nedbørsfeltet.

# Litteratur

- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F. & Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Research* 17: 333-347.
- Bergan, M. A., Nøst T. H., Berger H. M. 2011. Laksefisk som indikator på økologisk tilstand og miljøkvalitet i lavereliggende småelver og bekker. NIVA rapport 6224-2011.
- 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.
- Carlson, P. E., Johnson R. K., Aroviita J., Velle G., Fölster J. 2023. Assessing acidity impacts in Nordic lakes and streams: Development of a macroinvertebrate-based multimetric index to quantify degradation and recovery. *Ecological Indicators* 111028: 1-11.
- Cavanagh, J. E., Hogsden, K. L & Harding, J. S. 2014. Effects of suspended sediment on freshwater fish. Landcare Research. Lincoln, New Zealand. West Coast Regional Council. Landcare Research. 1-29.
- Dahl-Hansen, G. A. og G. N. Christensen. 2005. Fiskeribiologiske undersøkelser i militære øvingsfelt i Troms 2004. Akvaplan niva rapport 510.3130.
- Dahl-Hansen, G. A. og I. E. Dahl-Hansen, T. F. Moe 2020. Tiltaksorientert overvåking Nordfjordvassdraget, Mårelva og Bjelma, Bardu-Målselv vannområde. Akvaplan niva rapport 61233. 30 s.
- Dahl-Hansen, G. A. og Hammenstig, D. 2021. Fiskeundersøkelser i Mårelva, Målselv kommune 2021. Akvaplan niva rapport 63282-01, 24 s.
- Dahl-Hansen G. A. og Hugstmyr B. 2023. Undersøkelser i tilførselsbekker til Mårelva, Målselv kommune 2022 Akvaplan niva rapport 64280-01, 21 s.
- Direktoratsgruppen 2018. Veileder 02:2018-revidert 2020. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet. 220 s.
- Eifac Working Party on Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. 1964. Water quality criteria for European freshwater fish. Report on finely divided solids and inland fisheries. EIFAC tech. Pap., 1, 21 s.
- Forseth, T. og Forsgren, E. (red.) 2008. El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. - NINA Rapport 488. 74 s.
- Forsgren E, Hesthagen T, Finstad AG, Wienerroither R, Nedreaas K og Bjelland O (2018, 5. juni). *Oncorhynchus gorbuscha*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet (2024, 31. January) fra <http://www.artsdatabanken.no/fab2018/N/29>.
- Furey, N., Armstrong, J. B., Beauchamp, D. A., Hinch, S. G. 2018., Migratory coupling between predators and prey. *Nature Ecology & Evolution*, 2: 1846-1853.
- Haaland, S. L. 2022. Vannovervåking i Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt (SØF) i 2022. Rapport for Mauken og Blåtind SØF. Forsvarsbygg rapport 0681/2021/MILJØ. 31 s.
- Halvorsen, M., Kristoffersen, K. 1989. Ungfiskregistrering, bonitering og produksjonspotensiale i vassdrag med anadrome laksefisk i Troms. Del 2. Fylkesmannen i Troms, Miljøvernaveilinga, Rapport 19. 133 s.
- Løvik J. E. og Rognerud S. 2005. Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms. NIVA rapport 5085-2005. 51 s.

- Luce, C. H., Wemple B. C. 2001. Introduction to special issue on hydrologic and geomorphic effects of forest roads. *Earth Surf. Process. Landforms*, 26, 111-113.
- Traaen, T. S., Aanes, K. J. og Lindstrøm, E. M. 1979. Undersøkelse av vassdrag i Troms – Sørelva i Austfjorden. NIVA rapport 1129-3-1979. 24 s.
- Tømmervik, H., Erikstad, L., Jacobsen, K. O., Strann, K. B., Bakkestuen, V., Aarrestad, P. A., Yoccoz, N., Hagen, D., Johnsen, T. V., Johansen, B., Høgda, K. A., Ahmed, S. H. Dahl, R., Bargel, T. H., Olsen, L. 2005. Langtidsvirkninger på naturmiljøet av Forsvarets virksomhet i Troms - NINA Rapport 49. 230 s.
- Kanstad-Hanssen Ø., Lamberg A., Gjertsen V., Bjørnbet S., Bentsen V. 2017. Drivtelling av gytefisk, med registrering av innslag og uttak av rømt oppdrettslaks, i lakseførende elver i Nordland og Troms i 2017. *Ferskvannsbiologen*. Rapport 2017-09. 47 s.
- Kaste, Ø, Skarbøvik, E., Clarke, N., de Wit, H. 2021. Gjødsling av skog - vurdering av eksisterende hensynssone og tak for nitrogengjødsling på bakgrunn av ny kunnskap. NIVA Rapport. 7663-2021, 56 s.
- Kjelland, ME, Woodley, CM, Swannack, TM & Smith, DL. 2015. A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioural, and transgenerational implications. *Environ. Syst: Decis.* 35, 334-350.
- Kjærstad, G., Kristensen, T., Urke, H. A., Skei, B. B. og Arnekleiv, J.V. 2020. Metaller fra gruveavrenning og påvirkninger på bunndyr og fisk i Stjørdalsvassdraget – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2020-1, 1-22.
- Muladal, R. og Fagard, P. 2022. Registrering av pukkellaksyngel i Troms og Finnmark våren 2022. *Naturtjenester i Nord*. Rapport-20, 21 s.
- Moore, R. og Wondzell S. M. 2007. Physical hydrology and the effects of forest harvesting in the Pacific Northwest: A review. *JAWRA.*, 41- 4, 763-784.
- Nisbet, T. R. 2001. The role of forest management in controlling diffuse pollution in UK forestry. *Forest Ecology and Management* 143: 215-226.
- NS-EN 14011:2003. Vannundersøkelse – Innsamling av fisk ved bruk av elektrisk fiskeapparat.
- NSEN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse - Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann.
- Pulg, U., Barlaup, B. T., Skoglund H., Velle G., Gabrielsen S. E., Stranzl S., Espedal E. O., Lehmann G. B., Wiers T., Skår B., Normann E., Fjeldstad H. P. og Kroglund F. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. LFI-Rapport 296; M-1051. 196 s.
- Wennevik, V., Wennevik V., Ambjørndalen V. M., Aronsen T., Bakke G., Diserud O., Fiske P., Fjeldheim P. T., Florø-Larsen B., Heino M., Næsje T., m.fl. 2023. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2022. Rapport fra det Nasjonale Overvåkningsprogrammet for Rømt Oppdrettslaks. Rapport fra havforskningen. 2023-30. 58 s.
- Roseth R., Heier L. S., Heggland A., Hveding Ø. P., Skrutvold J., Rognan Y., Kjerkol H. 2021. Avrenning av partikler i anleggsprosjekter – betydning for fisk og vannmiljø. *Vann 03*. 2021. 217- 233.
- Sandlund, O. T. (Red.), Bergan, M. A., Brabrand, Å., Diserud, O. H., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J. H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I. P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. og Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratet, Rapport M22-2013.

- Selvaag, L. S. 2019. Vurdering etter naturmangfoldloven for Mauken-Blåtind skyte- og øvingsfelt. Forsvarsbygg rapport 0253/2019/Miljø. 23 s.
- Skaala Ø., Raddum E., G. G., Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22, 1973–1980.
- Stöger, Skoglund, Solberg I., Solberg M. F., Sægrov H., Tønder T. S., Urdal K. Rong U. K. 2022. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2021 - Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Rapport fra havforskningen 2022-21. 59 s.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - Journal of Wildlife Management 22, 82-90.

# Vedlegg

## Vedlegg 1. Stasjoner med posisjon og høyde over havet.

<b>Stasjoner</b>	<b>Posisjon i EU89, Nord - Øst</b>	<b>Høyde over havet (m)</b>
1. Mårelva	N 69° 10' 8.752" Ø 18° 41' 23.59959"	263,0
2. Mårelva	N 69° 10' 16.19001" Ø 18° 40' 14.08118"	260,2
3. Mårelva	N 69° 10' 17.19936" Ø 18° 40' 11.54809"	259,7
4. Mårelva	N 69° 10' 52.66845" Ø 18° 40' 3.78161"	176,6
5. Mårelva	N 69° 11' 1.72892" Ø 18° 40' 20.176"	169,1
6. Mårelva	N 69° 11' 37.9074" Ø 18° 41' 8.43425"	124,6
Utløpsbekk Ole-Jonsavatn	N 69° 10' 7.92726" Ø 18° 41' 36.67022"	265,5
Bjelma	N 69° 11' 22.11944" Ø 18° 41' 26.60503"	146,5
1. Skarelva	N 69° 12' 27.82477" Ø 18° 47' 42.89209"	416,4
2. Skarelva	N 69° 11' 48.00693" Ø 18° 42' 9.53876"	138,8
3. Skarelva	N 69° 11' 43.85945" Ø 18° 41' 15.49167"	121,1
4. Skarelva	N 69° 11' 44.08014" Ø 18° 41' 4.43372"	118,4
Hølen	N 69° 14' 58.46971" Ø 18° 41' 39.61414"	9,2

## Vedlegg 2. Rådata fra bunndyrundersøkelsen våren 2023.

Vår 2023	Bjelma	Mårelva	Hølen	Skarelva
<b>Biller</b>				
<i>Elmis aenea</i>		15		1
<i>Hydraena gracilis</i>			1	
<b>Tovinger</b>				
<i>Chironomidae</i> (indet.)	16	56	11	40
<i>Dicranota</i> sp.	31	1	5	3
<i>Rhagionidae</i>	1			
<i>Scleroprocta</i> sp.	1			
<i>Simuliidae</i> (indet.)	4	14	120	5
<b>Døgnfluer</b>				
<i>Acentrella lapponica</i>	17		44	
<i>Ameletus inopinatus</i>	37	1	11	21
<i>Baetis muticus</i>	1	1		
<i>Baetis rhodani</i>	56	136	98	69
<i>Ephemerella aurivilli</i>	1	9		
<i>Ephemerella mucronata</i>	1	21		
<b>Steinfluer</b>				
<i>Amphinemura</i> sp.	1	3	1	
<i>Brachyptera risi</i>	1		3	27
<i>Diura nanseni</i>			1	3
<i>Isoperla grammatica</i>	1	7		
<i>Isoperla obscura</i>	2			
<i>Isoperla</i> sp.	1			
<i>Leuctra hippopus</i>	2			
<i>Leuctra</i> sp.			2	
<i>Nemoura</i> sp.			2	
<i>Nemouridae</i> (indet.)	1			
<i>Protonemura meyeri</i>		6		
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	1	1	
<b>Vårfluer</b>				
<i>Halesus digitatus</i>				1
<i>Limnephilidae</i> (indet.)	3			
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1		1	
<i>Rhyacophila fasciata</i>				1
<i>Rhyacophila nubila</i>	7	15	13	26
<i>Rhyacophila</i> sp.	3			
<b>Øvrige</b>				
<i>Hydrachnidia</i> (Indet.)	5	6		1
<i>Oligochaeta</i> (indet.)	2	1	1	3
<b>Totalt antall individer</b>	<b>197</b>	<b>293</b>	<b>315</b>	<b>201</b>

### Vedlegg 3. Rådata fra bunndyrundersøkelsen høsten 2023.

Høst 2023	Bjelma	Mårelva	Hølen	Skarelva
<b>Biller</b>				
<i>Elmis aenea</i>			8	
<i>Hydraena gracilis</i>	2	2		
<b>Tovinger</b>				
<i>Chironomidae</i> (indet.)	16	13	88	4
<i>Dicranota</i> sp.	3	2	3	1
<i>Simuliidae</i> (indet.)	2	1	3	21
<i>Tipulidae</i> (indet.)		3	1	
<i>Eloeophila</i> sp.		2	1	
<i>Ceratopogonidae</i> (indet.)		1		
<i>Psychodidae</i> (indet.)	1		1	4
<b>Døgnfluer</b>				
<i>Ameletus inopinatus</i>	9	13		2
<i>Baetis muticus</i>	2	5	5	1
<i>Baetis rhodani</i>	182	173	11	111
<i>Ephemerella aurivilli</i>		2	6	
<i>Baetidae</i> (indet.)	1		1	
<b>Steinfluer</b>				
<i>Amphinemura</i> sp.			1	
<i>Brachyptera risi</i>	4	1		1
<i>Diura nanseni</i>	17	16	12	16
<i>Isoperla</i> sp.	1		1	2
<i>Leuctra hippopus</i>	9	10	10	1
<i>Nemoura</i> sp.	1			
<i>Nemouridae</i> (indet.)	4		1	
<i>Protonemura meyeri</i>			4	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1		
<i>Capnia</i> sp.		3		
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	4	6		
<i>Arcynopteryx compacta</i>		1		2
<i>Capnopsis schilleri</i>		1		
<i>Capnidae</i> (indet.)	7	3		3
<i>Leuctridae</i> (indet.)	4	8	1	2
<i>Amphinemura borealis</i>			1	
<i>Capnia bifrons</i>	1			
<b>Vårfluer</b>				
<i>Limnephilidae</i> (indet.)	2	2		1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	3	1		
<i>Rhyacophila fasciata</i>	3			1
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	13		27
<i>Rhyacophila</i> sp.	1	3		1
<i>Polycentropodidae</i> (indet.)	1	1		
<i>Apatania</i> sp.			3	
<i>Potamophylax</i> sp.	1			
<b>Øvrige</b>				
<i>Hydrachnidia</i> (Indet.)	6		1	
<i>Oligochaeta</i> (indet.)	10	5	13	3
<i>Sialis</i> sp.	1			
<b>Totalt antall individer</b>	<b>299</b>	<b>292</b>	<b>176</b>	<b>205</b>



## Vedlegg 4. Metallanalyser utført av Eurofins.

Antimon (Sb), bly (Pb), jern (Fe), kobber (Cu), sink (Zn) og kalsium (Ca). Analysene er kjørt på både filtrete (f) og opplutta (O) vannprøver.

Prøvepunkt	Dato	Sb f µg/l	Sb O µg/l	Pb f µg/l	Pb O µg/l	Fe f µg/l	Fe O µg/l	Cu f µg/l	Cu O µg/l	Zn f µg/l	Zn O µg/l	Ca f mg/l	Ca O mg/l
Bjelma nedstr.	24.04.2023	0,037	0,28	0,65	65	12	2000	1,1	4,3	0	4,9	1,1	13
Bjelma nedstr.	11.05.2023	0,05	0	0,029	0,21	43	290	0,97	1,5	1	0	6,3	7,7
Bjelma nedstr.	06.06.2023	0,059	0	0,058	0,93	76	1700	1,2	4,4	0,3	4,3	7,1	7,7
Bjelma nedstr.	09.08.2023	0,052	0	0	0	30	100	0,95	1,1	0,8	0	19	19
Bjelma nedstr.	24.05.2023	0,04	0	0,027	1,1	52	2900	1	7,3	0,73	7,8	5,9	6,7
Bjelma nedstr.	12.06.2023	0,042	0	0,015	0,32	20	400	0,78	2	0	2,2	7,2	8
Bjelma nedstr.	06.07.2023	1,8	1,7	0,036	0		0	60		13	13	0	25
Bjelma nedstr.	21.08.2023	0,054	0	0	0	43	72	1	0,67	0,63	0	18	17
Bjelma nedstr.	03.10.2023	0,054	0	0	0	50	85	1,2	1,1	0,95	0	14	16
Bjelma oppstr.	11.05.2023	0,067	0	0,025	0	13	62	1,4	1,7	1,6	0	5,7	7,1
Bjelma oppstr.	06.06.2023	0,096	0	0,026	0	17	24	2,1	2	1,4	0	6,3	6,1
Bjelma oppstr.	09.08.2023	0,13	0	0	0	15	62	1,9	2,4	1,7	0	14	15
Bjelma oppstr.	24.05.2023	0,038	0	0,015	0	13	160	1,3	1,6	0,83	0	5,5	5,5
Bjelma oppstr.	12.06.2023	0	0	0,015	0	6,6	86	1,3	1,4	0,42	0	5,8	6,1
Bjelma oppstr.	06.07.2023	1,1	1,1	0,051	0		0	26		11	11	0	7,9
Bjelma oppstr.	21.08.2023	0,11	0	0	0	17	59	2,1	1,9	1,4	0	14	14
Bjelma oppstr.	03.10.2023	0,069	0	0	0	22	33	1,8	1,8	1	0	12	13
Mårelva st. 6	11.05.2023	0,026	0	0,036	0,34	49	490	0,77	1,5	0,97	2,7	6,4	7,8
Mårelva st. 6	06.06.2023	0,02	0	0,049	0,26	50	330	0,95	1,6	0,3	0	7,1	7,4
Mårelva st. 6	09.08.2023	0	0	0	0	4,3	15	0,4	0,52	0,43	0	13	13
Mårelva st. 6	24.05.2023	0,023	0	0,02	0,34	42	930	0,65	2,6	0,7	0	5,6	5,9
Mårelva st. 6	12.06.2023	0	0	0	0	13	120	0,6	0,67	0,23	0	5,5	6
Mårelva st. 6	21.08.2023	0,021	0,35	0	0	8,4	13	0,61	0	0,45	0	13	13
Mårelva st. 6	03.10.2023	0	0	0	0	32	50	0,53	0	0,6	0	12	13

## Vedlegg 5. Kjemiske og fysiske analyser utført av Eurofins.

pH (surhetsgrad), turbiditet (partikkelmengde, FNU), ledningsevne (KOND), Total nitrogen (Tot N), total organisk karbon (TOC), løst organisk karbon (DOC).

Prøvepunkt	Prøvetakingsdato	pH	FNU	KOND mS/m	SS mg/l	Tot N mg/l	TOC mg/l	DOC mg/l
Bjelma ned	24.04.2023	7,1	15	9,8	160	3	2,9	0,063
Bjelma ned	11.05.2023	7,2	6,3	6,25	21	0,12	2,5	2,5
Bjelma ned	06.06.2023	7,2	43	6	76	0,15	12	3,2
Bjelma ned	09.08.2023	7,5	0,57	12,8	0	0,3	4,2	4
Bjelma ned	24.05.2023	7,3	17	5,02	68	0,12	7,9	3
Bjelma ned	12.06.2023	7,4	11	5,49	37	0,13	8,8	2,4
Bjelma ned	06.07.2023	7,5	0,73	9,63	0			
Bjelma ned	21.08.2023	7,6	0,32	13	0	0,029	1,8	1,8
Bjelma ned	03.10.2023	7,4	0,27	11,9	0	0,18	4,5	4,5
Bjelma opp	11.05.2023	7,1	0,49	5,53	3,4		1,9	1,9
Bjelma opp	06.06.2023	7,3	0,27	5,22	0		2,4	2,6
Bjelma opp	09.08.2023	7,7	0,18	9,87	0		2,4	2,4
Bjelma opp	24.05.2023	7,3	0,42	4,49	6,9		2,5	2,5
Bjelma opp	12.06.2023	7,4	0,39	4,52	4,2		1,8	1,6
Bjelma opp	06.07.2023	7,6	0	7,36	0			
Bjelma opp	21.08.2023	7,7	0,54	9,72	5,9		1,2	1,2
Bjelma opp	03.10.2023	7,5	0	9,52	0		2,2	1,9
Mårelva st. 6	11.05.2023	7,4	4,7	6,31	19		2,3	2,4
Mårelva st. 6	06.06.2023	7,4	6	5,74	15		2,6	2,4
Mårelva st. 6	09.08.2023	7,8	0,29	7,88	0		1,9	1,7
Mårelva st. 6	24.05.2023	7,4	5,9	4,82	23		2,2	2,4
Mårelva st. 6	12.06.2023	7,4	2	4,57	11		1,2	1,5
Mårelva st. 6	21.08.2023	7,9	0,15	9,7	0		0,84	0,77
Mårelva st. 6	03.10.2023	7,4	0	9,57	0		2	2,9



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.

