

# Siltmobilisering og gassmetning i Modalselva august 2023

## -Evaluering av mulig effekt på fiskebestand og bunndyrsamfunn



# Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

NORCE Miljø LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 56 10 70 00

ISSN nr: ISSN-2535-6623

LFI-rapport nr: 513

**Tittel:** Siltmobilisering og gassmetning i Modalselva august 2023 - Evaluering av mulig effekt på fiskebestand og bunndyrsamfunn.

**Antall sider:** 26

**Dato:** 16.02.2023

**Forfattere:** Bjørnar Skår, Sven-Erik Gabrielsen, Martin Enqvist og Christian Bodin

**Kvalitetssikret av:** Espen Olsen Espedal

**Bilder:** Fotografier er tatt av NORCE LFI med mindre andre er kreditert.

**Forsidefoto:** Linda Neset, Modalen elveeigarlag.

**Geografisk område:** Modalen kommune, Vestland, Norge

**Oppdragsgiver:** Eviny

**Emneord:** Siltmobilisering, gassovermetning, ungfisk, bunndyr og gytefisk.

**Refereres som:** Skår, B., Gabrielsen, S.E., Enqvist, M. og Bodin, C. 2023. Siltmobilisering og gassmetning i Modalselva august 2023 - Evaluering av mulig effekt på fiskebestand og bunndyrsamfunn NORCE LFI rapport nr. 513.

# Innholdsfortegnelse

<b>1. Bakgrunn og hendelsesforløp .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Vassdragsbeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Metode .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Gytetelling .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Ungfiskundersøkelser .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Bunndyr .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Gassmåling .....</b>	<b>9</b>
<b>3. Resultater.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Oppfølgende undersøkelser .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Vannkjemi .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Gytetelling .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4 Ungfiskundersøkelser .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Bunndyr .....</b>	<b>18</b>
<b>3.6 Logging av gassmetning ved kraftutløpet.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Diskusjon og vurdering av hendelsen.....</b>	<b>21</b>
<b>5. Referanser.....</b>	<b>24</b>
<b>6. Vedlegg .....</b>	<b>25</b>

# Sammendrag

Det ble observert kraftig blakket vann som kom ut fra Hellandsfoss kraftverk om kvelden 25. august 2023. Årsaken var trolig at løsmasser (silt) ble mobilisert ved tømning og påfylling av vann i tunnelen i forbindelse med inspeksjon inne i tunnelen mellom Almelid og Hellandsfoss. Dette blakket vannet betydelig under oppstart av kraftstasjonen. Det ble tatt vannprøve i regi av elveeierlaget og meldt fra om hendelsen til Statsforvalter. I forbindelse med prøvefiske etter laks i perioden 14-17 september, ble det kun fanget 2 laks. NORCE LFI har fulgt opp hendelsen med snorkling, undersøkelser av bunndyr, gytefisk og ungfisk. Data fra gassmålere i kraftutløpet og analysesvar fra vannprøve er gjennomgått som en del av disse oppfølgende undersøkelsene.

Under snorkling på deler av strekningen fra Hellandsfossen og ned til sjøen 18. september, ble det ikke observert laks på de undersøkte strekningene fra kraftverksutløpet og ned til sjøen, men ca. 15 sjøaure og en del yngel av laks og aure ble sett, også rett nedstrøms kraftutløpet. Det ble ikke observert død fisk eller avsetninger av finsediment som kunne stammet fra episoden i august. Gytefisktelling ble utført sent i oktober og dersom laksen søkte ut av vassdraget i forbindelse med utslippet, var de trolig tilbake på plass i elva ved tellingen. Tellingen viste at det var et lavt innsig av laks i 2023 med totalt 53 laks. Imidlertid var det også en klar nedgang i innsiget av laks i de andre undersøkte elvene i Nordhordland i 2023. Innsiget av sjøaure var imidlertid relativt sett bra, med 387 sjøaure observert i oktober. Dette antallet er det høyeste antallet sjøaure registrert siden 2004. En samlet vurdering av innsiget av laks og sjøaure, tilser at det lave antallet gytelaks observert i 2023 trolig ikke skyldes sediment utslippet i august.

Ungfiskundersøkelsene viste en høy gjennomsnittlig tetthet av laks på stasjonsnettene og sammenlignet med tidligere år, var tetthetene i 2023 den nest høyeste tettheten som er registrert for både årsunger og eldre laks siden kalkingen startet opp i 2016 og rognplantingen av laks i 2014. Tettheten av laks har gått betydelig opp som følge av kalkingen. For aure har tettheten hatt en nedadgående trend siden 2008 og tetthetene i 2023 var på omtrent samme nivå som i de foregående årene etter kalkingen ble startet opp. Basert på denne sammenligningen ser det ikke ut til at dette utslippet har hatt negativ effekt på ungfiskbestanden i Modalselva.

I bunndyrundersøkelsen viste alle stasjonene fra 2023 en forsøringsindeks på 1.0 som indikerer svært god tilstand. Videre viste sedimenteringsindeksen PSI at elven ligger i klassegrensen «lett sedimentert». Manglende vårprøver for alle stasjoner fra begge år, gir lavere oppløsning på resultatene og resultatene kan derfor være noe usikre. Resultatene vurderes allikevel til å gi en god indikasjon på at vassdraget i Modalen ikke har blitt sterkt påvirket av sediment utslippet.

Ved tidspunkt for siltutslippet den 25. august 2023 ble det målt en topp med gassmetning

over 110 %. I perioden fra 1 juli 2023 til 18 desember 2023, ble det målt flere topper (> 20 tilfeller) med gassmetningsverdier over 110 % i kraftverksutløpet. Det er derfor lite sannsynlig at selve siltutslippet den 25. august var årsaken til de høye gassmetningsverdiene som ble målt. Det er sannsynlig at gassovermetninger forårsakes av selve driften av kraftverket, og det er tidligere påvist at lufting av francisturbinen ved lave driftsvannføringer gir gassovermetning. Dette kan påvirke fiskebestanden nedstrøms Hellandsfoss negativt, men dette er usikkert.

En samlet vurdering av de oppfølgende undersøkelsene tilsier at hendelsen med utslippet av silt fra kraftverksutløpet 25. august 2023, trolig ikke har hatt negative effekter på fiskebestandene av laks og aure eller for bunndyrsamfunnet nedstrøms utløpet av kraftverket. Utslipet førte mest sannsynlig til at gytefisken forlot vassdraget, men at de var tilbake i elven igjen i oktober. Observasjoner av gytefisk i oktober viste at 53 laks og 387 sjøaure var i elven for å gyte, samt at tetthetene av ungfisk var innenfor normale verdier sammenlignet med historiske data. Tetthetene av lakseunger i 2023 var den nest høyeste tettheten som er blitt registrert siden kalkingen startet opp i 2016. Bunndyrsamfunnet kan generelt sies å ha hatt en bedre tilstand i 2023 sammenlignet med tilsvarende undersøkelse i 2016. Fremdeles måles det forhøyede verdier av gassmetning i vannet som kommer ut fra kraftverket og det forekommer episoder med nivåer som kan være skadelige for fisk. Det anbefales derfor en utvidet analyse av denne påvirkningen på fisk siden målingene fremdeles viser forhøyede verdier. Videre viser Eviny sin logger av og til andre verdier enn NORCE LFI sin logger. Samlet tilsier dette at det er et behov for å samkjøre metoden for å logge gassmetning i vassdrag. Videre anbefales det å ta en gjennomgang av prosedyrer for tilsvarende og kommende revisjonsarbeid i andre vassdrag. Kommunikasjon i forkant av planlagte hendelser synes å være viktig.



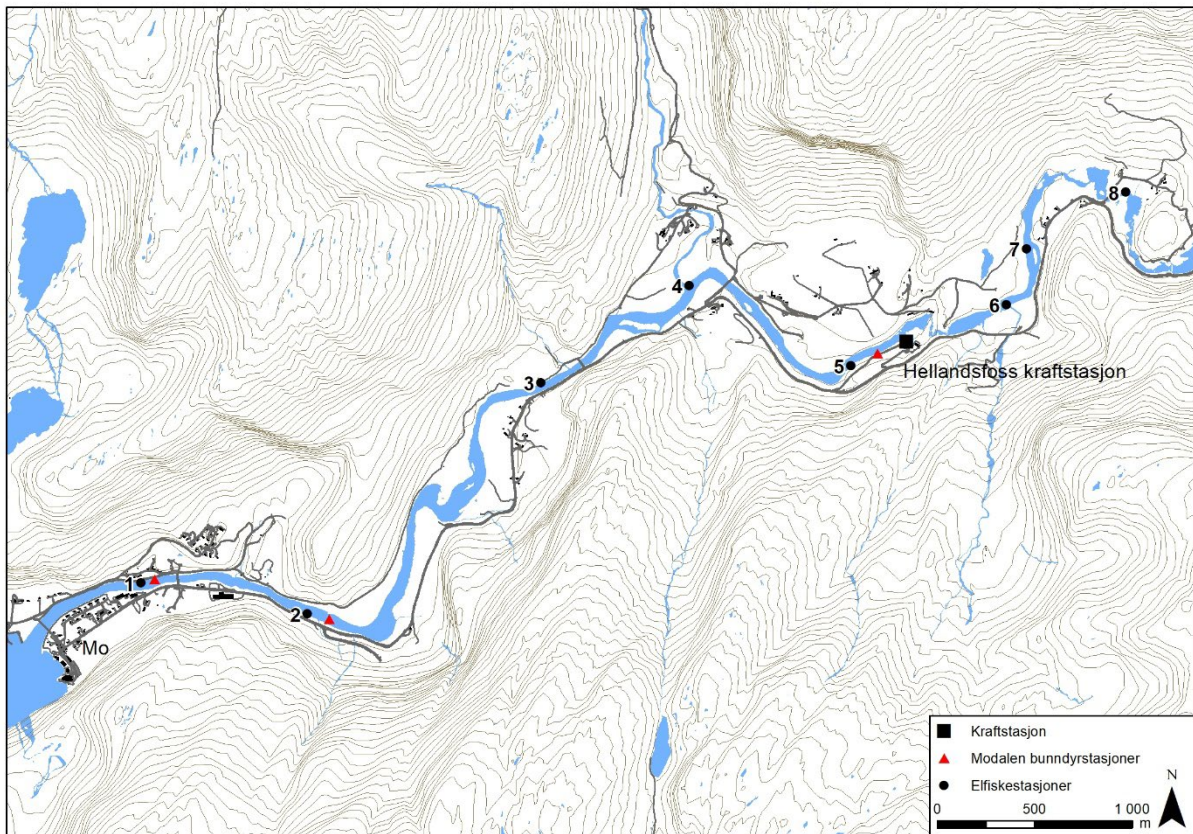
# 1. Bakgrunn og hendelsesforløp

Det ble observert kraftig blakket vann fra utløpet av Hellandsfoss kraftverk om kvelden 25. august 2023 (forsidefoto). Årsaken var trolig at løsmasser (silt) ble mobilisert ved tømning og påfylling av vann i tunnelen i forbindelse med inspeksjon inne i tunnelen mellom Almelid og Hellandsfoss. Dette blakket vannet betydelig under oppstart av kraftstasjonen. Elven var farget ned til utløp i sjø, og det ble tatt vannprøve i regi av elveeierlaget og meldt fra om hendelsen til Statsforvalter (pH-status 2023). Det pågikk prøvefiske etter laks i perioden 14.09-17.09, hvor det kun ble fanget 2 laks som begge virket å være i dårlig forfatning. Etter bekymringsmeldinger og dialog med regulant, ble NORCE LFI bedt om å følge opp hendelsen med undersøkelser av bunndyr, gytefisk og ungfisk. Data fra gassmåleren i kraftutløpet og analysesvar fra vannprøver er gjennomgått som en del av disse oppfølgende undersøkelsene.

## 1.1 Vassdragsbeskrivelse

Modalselva er et regulert vassdrag med utløp ved Mo i Modalen kommune. Modalsvassdraget har et naturlig nedbørfelt på 387,8 km<sup>2</sup> med utspring i Stølsheimen. Etter reguleringene som er gjort i vassdraget er i dag dette arealet på 381 km<sup>2</sup>, der 38,7 km<sup>2</sup> av det naturlige nedbørfeltet er fraført og 32 km<sup>2</sup> er tilført fra andre nedbørfelt (Gabrielsen m.fl. 2021). Naturlig lakseførende strekning er på 6,3 km fra sjø og opp til Hellandsfoss (**Figur 1**). Videre opp i vassdraget er det bygget trapp ved Hellandsfossen (1983) og i Almelidfossen (1993). Dersom trappene er åpne, er elva lakseførende i en strekning på i overkant 20 km. Imidlertid har trappen ved Hellandsfossen periodevis vært stengt, og den var ikke åpen for fiskevandring i 2023. Habitatforholdene på anadrom strekning fra Almelid og ned til sjøen ble kartlagt i 2010 og på nytt i 2020 (Gabrielsen m.fl. 2011; Gabrielsen m.fl. 2021). Generelt kan elven her karakteriseres som forholdsvis hurtigstrømmende, med flere større kulper og renner. Bunnsubstratet er dominert av stein og grus. Det er gode gyteforhold flere steder på elvestrekningen, men skjulforholdene i elvebunnen er vurdert til å være en begrensende faktor for fiskeproduksjonen nedstrøms Hellandsfossen (Gabrielsen m. fl. 2021). Reguleringen har ført til mindre variasjon i vannføring, reduserte flomtopper og generelt høyere median vannføring i hovedløpet. De høye flomtoppene og endringene i vannføringen om våren og høsten er dempet. Det har vært påvist episoder med gassovermetning i vassdraget grunnet regulering, og hurtige vannstandsendringer er påpekt å kunne ha negativ effekt på fiskeproduksjon (Gabrielsen m.fl. 2021). Det har siden 2014 pågått et prosjekt med styrt reetablering av laks, med tiltak som består av rognplanting i elv, sleping av klekkerismolt fra elvemunningen og kalking av vassdraget fra 2016 (Gabrielsen m.fl. 2021). Målet for prosjektet er å få etablert ny laksestamme (genbankmateriale fra Vossolaks) ettersom den stedegne laksen forsvant fra Modalsvassdraget, trolig grunnet vassdragsforsuring på 1970 tallet. Evaluering av vannkjemi har vist at kalkingen fungerer, og at nivå av gjellealuminium hos laksesmolt er lavere enn før kalkingen ble iverksatt. Det er registrert en markert økning i tettheten av lakseunger både nedstrøms og oppstrøms Hellandsfoss som følge av

rognplantingen, og økningen er mest tydelig f.o.m. 2017, etter at også kalking ble iverksatt som tiltak.



Figur 1. Stasjonsnett for bunndyr og ungfiskundersøkelser i Modalselva.

## 2. Metode

### 2.1 Gytefisktelling

Gytefisktellingene ble utført ved at flere personer snorklet nedover elva, jmf. Norsk Standard NS 9456:2015. Observasjoner av fisk ble fortløpende noterte på vannfaste blokker og markert på vannfaste kart. Sjøauren ble delt inn i følgende størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. Blenkjer, dvs. umoden sjøaure som vandrer frem og tilbake mellom ferskvann og sjø, ble registrert, men ikke tatt med i regnskapet over gytefisk. Laksen ble delt inn i følgende størrelseskategorier: tert (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg), og oppdrettslaks ble skilt fra villaks. Ettersom noe av gytefisken vil kunne unngå dykkerne, eller stå plassert bortgjemt på steder hvor den unngår å bli observert, vil en vanligvis ikke kunne observere 100 % av gytebestanden ved snorkling. Resultater fra gytefisktellingene vil derfor som regel representere et minimumsestimat av gytebestanden, men vil vanligvis fange opp en stor andel av gytebestanden (> 90 %) dersom en har gode observasjonsforhold (Skoglund mfl. 2021).

Under tellingene blir rømt oppdrettslaks skilt fra villfisk ut ifra finneslitasje, kroppsform og avvikende pigmenteringsmønster. Oppdrettslaks som har gått i sjøen i lengre tid vil ofte ikke kunne skilles fra villaks utelukkende basert på morfologiske kriterier. Dette resulterer i at

antall rømt oppdrettslaks kan bli underestimert, men identifisering av rømt oppdrettsfisk ved snorkling kan være svært presis dersom observasjonsforholdene er gode og tellingen utføres av erfarent mannskap (Mahlum mfl. 2019). Erfaringsmessig vil en sjelden feilbestemme villaks som oppdrettslaks.

## 2.2 Ungfiskundersøkelser

For å undersøke tettheten av ungfisk i Modalselva, er det gjennomført elektrisk fiske på samme stasjonsnett som tidligere (Gabrielsen m.fl. 2019). Stasjonsnettet består av 8 stasjoner med et areal på 100 m<sup>2</sup> på hver stasjon. Stasjon 1-5 ligger nedstrøms kraftutløpet, mens stasjonene 6-8 er lokalisert i restfeltet. Stasjonene overfiskes tre ganger (Bohlin m. fl. 1989). En oversikt over stasjonene er gitt i **Figur 1**. All fisk samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, og årsunger og eldre ble skilt ut ifra fiskens størrelse. Et utvalgt av fisken ble så tatt med og frosset ned for senere å bli veid, lengdemålt og aldersbestemt ved lesing av otolitter. Basert på resultatene fra det elektriske fisket og aldersanalysen, er det gitt estimater for tetthetene av de ulike alderskategoriene av ungfisk på de ulike stasjonene.

## 2.3 Bunndyr

For å undersøke påvirkningen på bunndyrsamfunnet i Modalselva, ble det tatt bunndyrprøver på tre stasjoner (**Figur 1**). Prøvene ble samlet inn ved bruk av sparkemetoden (Frost et al. 1971), og i henhold til veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen Vanddirektivet 2018). Disse prøvene ble sammenlignet med resultater fra data i 2016 på samme stasjonsnett. Indekser for sedimentering, forsurening og organisk belastning ble regnet ut for å sammenligne og vurdere effekten. Ifølge veilederen, bør prøvene være en kombinasjon av vår- og høstprøver og inneholde minst 50 individer ekskludert fjærmygg (Chironomidae) for å kunne regne samtlige indekser (Forsuringsindeks 1, RAMI, ASPT). Undersøkelsen inkluderer bare høstprøver fra både 2016 og 2023. Stasjon 1 inneholdt 48 individer ekskludert fjærmygg, men ble likevel vurdert til å inkluderes i undersøkelsen. Selv om prøvene ikke inkluderte vårprøver, kan indeksene likevel være en indikasjon på om det har skjedd store endringer i den biologiske tilstanden til bunndyrene i Modalen.

Elvebunnen ble prøvetatt med sparkemetoden (Frost et al. 1971) og samlet i håv (25 x 25 cm, 250 µm maskevidde), konservert i 96 % etanol med dato og stasjonsnavn og deretter fraktet til lab hvor artene ble identifisert. For å undersøke tilstanden av bunndyrfaunaen ble det regnet ut indekser for hver stasjon basert på innholdet i prøven. Disse indeksene baserer seg på tilstedeværelse av arter med forskjellige toleransegrenser for bl.a. forsurening, sedimentering og eutrofiering. Indeksene som ble regnet ut er; Forsuringsindeks 1 (Raddum indeks 1) som baserer seg på fravær og tilstedeværelse av forsureningssensitive taksa, RAMI (RiverAcidificationMacroinvertebrateIndex) som baserer seg på tilstedeværelse og relativ mengde forsureningssensitive taksa, AverageScorePerTaxon (ASPT) (Armitage et al.1983) som baserer seg på familiene i bunndyrsamfunnet og deres toleranse for organisk belastning og



PSI (Pressure specific invertebrate index) (Extence et al. 2011), som baserer seg på bunndyrssamfunnets toleranse for sedimentering. Denne indeksen er utviklet i Storbritannia og har blitt vurdert til å passe godt til norske bunndyrdata og iverksatt i rapporter i Norge (Persson 2022). Klassegrensene for denne indeksen har blitt oversatt fra engelsk til denne rapporten (Vedlegg 1c). Disse indeksene ble regnet på data fra 2023 etter utslippet og data fra 2016 for å sammenligne med tidligere tilstander. Grenseverdier for klassifisering av bunndyrssamfunnene basert på de involverte indeksene er gitt i vedlegg 1b og 1c.

## 2.4 Gassmåling

NORCE LFI har gjennomført målinger av gassovertmetning i kraftverksutløpet ved Hellandsfossen siden 2013. Overvåkning skjer ved hjelp av en hardfør feltlogger som er tilkoblet internett og strømmettet (230 V). Målemetoden er basert på et Weiss-Saturometer i sonden (Fisch- und Wassertechnik TDG sonder 3.0), og det som registreres er metning av alle gasser i vannet (Total Dissolved Gass, TDG) relativt til atmosfærisk lufttrykk. Verdien gjenspeiler derfor gassmetningen som vannet ville ha hatt ved vannoverflaten selv om det er målt i varierende dyp (50-150 cm). Verdier logges hvert 30 minutt og verdier er gitt i prosent, der 100 % tilsvarer normal gassmetningsgrad. Målerens nøyaktighet er +/- 1 % TDG. Mellom 5 september og 27 november 2023 gjennomførte LFI gassmetningsovervåking med to gasslogger. Den andre gassloggeren (LFI 2) er basert på samme målemetode som nevnt oven, men med batteridrift (12 V, 1,2 aH) og forbedret kalibrering og loggerintervall. LFI 2 logger gassmetningsverdier hvert 15 min. I tillegg til NORCE LFI sine gasslogger, er det også gjennomført gassmetningsovervåking av Eviny. Denne overvåkingen ble gjort av en Solu-Blu TDG sensor (Pro Oceanus System Inc.) som registrerer metning av alle gasser i vannet (Total Dissolved Gass, TDG) relativt til atmosfærisk lufttrykk. Verdier logges hvert 2 minutt og målerens nøyaktighet er +/- 1 % TDG.

# 3. Resultater


## 3.1 Oppfølgende undersøkelser

Mandag 18 september snorklet NORCE LFI deler av strekningen fra Hellandsfossen og ned til sjøen. Det ble observert to storlaks og fire mellomlaks mellom kraftutløpet og Hellandsfossen. Det ble ikke observert laks på de undersøkte strekningene fra kraftutløpet og ned til sjøen, men det ble sett ca. 15 sjøaure og yngel av laks og aure, også rett nedstrøms kraftutløpet. Det er mulig at laksen har søkt ut av elva etter hendelsen 25. august, eller at de sto på steder der det ikke ble dykket. Under snorklingen ble det ikke observert død fisk eller avsetninger av finsediment som kunne stammet fra episoden i august.

## 3.2 Vannkjemi

I løpet av hendelsen med blakking av vannet i Modalselva, tok Modalen Elveeigarlag vannprøve ved Eikhaugane nedstrøms kraftverksutløpet. Analysen av vannprøven ble utført

av Eurofins (vedlegg analyserapport), og resultatene av vannprøven ble vurdert av NIVA (**Figur 2**).

		<b>Modalen</b> <b>Elveeigarlag</b> <b>25.08.2023</b>	NIVA referanse 230000.125 Prøve levert av Linda Neset Modalen Elveeigarlag Prøve mottatt 28.sep Rapportert 18.okt Vurdert av END
<b>Aluminium (Al) - total</b> <b>Al - kolloidalt *</b> <b>Al - reaktivt</b> <b>Al - ikke labilt</b> <b>Al - labilt *</b> <b>Kalsium (Ca)</b> <b>Kobber (Cu)</b> <b>Jern (Fe) - total</b> <b>Sink (Zn)</b> <b>Magnesium (Mg)</b> <b>Mangan (Mn)</b> <b>Hardhet (Ca+Mg)</b>	µg/L µg/L µg/L µg/L µg/L mg/L µg/L µg/L µg/L mg/L µg/L mg/L	220 192 28 11 17 0,46 1,9 160 3,5 0,20 4 2,0	<b>Generelle kommentarer til vannkjemi</b> Det er forhøyet total aluminium og total jern i prøvene. Snittverdier for total aluminium i norske råvannskilder etter VK-undersøkelsen fra 2004 er 64 µg/l. Gjennomsnittsverdier for jern i VK-databasener 57 µg/l total jern. Giftigheten av metaller er avhengig av flere faktorer, blant annet pH og om metallet er fritt og biotilgjengelig i vannet eller organisk bundet i humus. Denne prøven var såpass gammel at det var vanskelig å måle pH og organisk materiale samt fraksjon av jern og aluminium som kunne ha sagt mer om giftigheten for fisk. En uakkreditert måling av labilt aluminium viste at i vannprøven var det 16 µg/l labilt aluminium (LAl) som er den mest gjelle-reaktive formen for aluminium. Utvandrende smolt kan få problemer helt nede ved 10 µg LAl/l. Siden vi ikke vet pH i vannet er det vanskelig å vurdere risiko for gjellepåslag av aluminium og jern. Men de totale nivåene av metaller i vannet, inkludert kobber som er noe forhøyet, tilsier at det kan ha vært økt mengder metaller i elven, kanskje på grunn av flom. Dette kan ha skapt problemer for fisk. Kobber finnes vanligvis ikke i naturlig overflate vann over 1 µg/l. Derfor kan nivåene vi ser i vannprøven her (hvis de er reelle) ha hatt en unaturlig kilde, som for eksempel, rør, pumper eller mekanisk utstyr fra kraftverket. Allikevel er 1,9 µg Cu/l langt under det som er regnet for skadegrense for laksefisk, som i denne vanntypen med lav hardhet, er satt til 6 µg/l kobber.
*beregnete verdier, ikke målt			

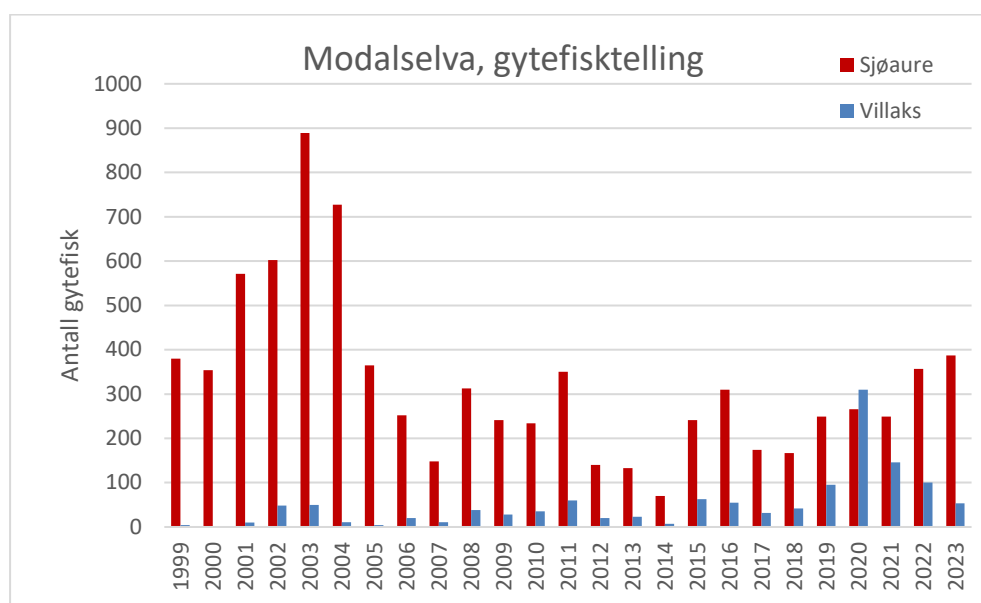
**Figur 2.** Analyse og NIVA sin vurdering av vannprøve tatt ved Eikhaugane nedstrøms kraftutløpet 25.08.2023.

Som det påpekes i NIVA sin vurdering av vannprøven var det forhøyet verdi av kobber i vannprøven, men langt under det som er regnet som skadegrense for fisk. Ikke akkreditert måling av labilt aluminium viste 16 µg/l. Sammenlignet med data fra kalkingsovervåkingen er denne målingen i øvre del av målte verdier i 2020 og 2021 da maks verdier målt i nedre del av Modalselva var på henholdsvis 18 og 14 µg/l labilt aluminium (Miljødirektoratet 2021, Miljødirektoratet 2022).

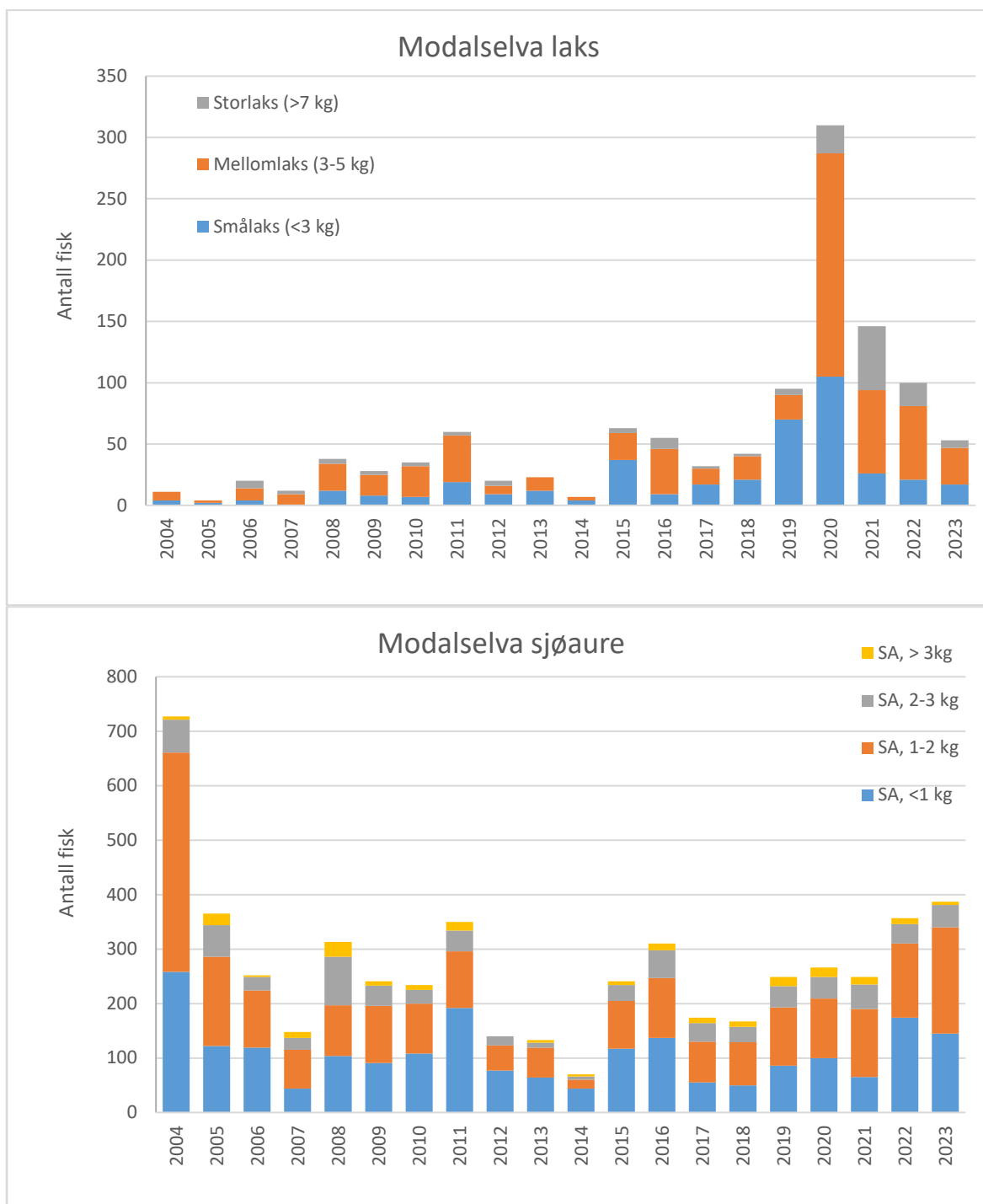
### 3.3 Gytefisktelling

Det ble gjennomført drivtelling i Modalselva 25.10.2023. Tellingene ble utført ved relativt lav vannføring (12 m<sup>3</sup>/s) og under gode observasjonsforhold med 9 m sikt. Basert på en skjønnsmessig vurdering er det forventet at 90 % av laksen ble observert og 80 % av sjøauren. Tellingene dekket hele den lakseførende elvestrekningen. Ved tellingene ble det observert 53 laks (**Figur 3**), fordelt på 17 smålaks, 30 mellomlaks og 6 storlaks (**Figur 4**). Dette er en betydelig nedgang fra de fire foregående årene og spesielt fra 2020 da det ble observert over 300 laks. Det ble registrert 387 sjøaure og 94 blenkjer (små umodne sjøaure) i 2023. Dette er 30 sjøaure mer enn det vi observert i 2022 og er det høyeste antallet sjøaure som er observert siden 2004. I årene før 2005 var imidlertid sjøaurebestanden på et høyere nivå. Rømt oppdrettslaks ble ikke observert. NORCE LFI har utført drivtelling i Modalselva siden

2004, og en oversikt over registreringene i perioden er gitt i **Figur 4**. Basert på antall og størrelsesfordeling av laks ble ikke gytebestandsmålet oppnådd høsten 2023, men endelig vurdering av måloppnåelse utføres av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning og er enda ikke tilgjengelig for 2023-sesongen. Nedgangen i antall tilbakevandret laks er uheldig, og dersom en sammenlikner Modalselva med andre vassdrag i området ser en dessverre samme negative utviklingstrend med spesielt lavt innsig i 2023 (**Figur 5**). I Modalselva er det i perioden 2016-2019 utført smoltslep med klekkerismolt. Siden dette nå er utfaset kommer det kun tilbake laks som er produsert i elva. I forbindelse med reetableringsprosjektet av laks og kalkingen som startet opp i 2016, er det i snitt plantet ut ca. 500 000 øyerogn av laks hvert år i perioden 2016-2023. Dette har ført til en økt produksjon av laksesmolt fra og med 2019 med forventninger om et vedvarende økt årlig innsig fra og med 2020. Innsiget i 2019 – 2022 kan trolig best forklares med tilslaget av smolt som ble slept ut fjorden og i mindre grad som følge av rognplantingen siden innsiget i 2023 var tilbake på samme lave nivå som den var uten kalking og planting av rogn. Dette peker i retning av at innsiget av laks til Modalselva blir sterkt negativt påvirket av sjøoverlevelsen, og at negative effekter av lakselus og tilgangen til mat med årlige variasjoner i havtemperatur er de mest plausible forklaringene på dette.

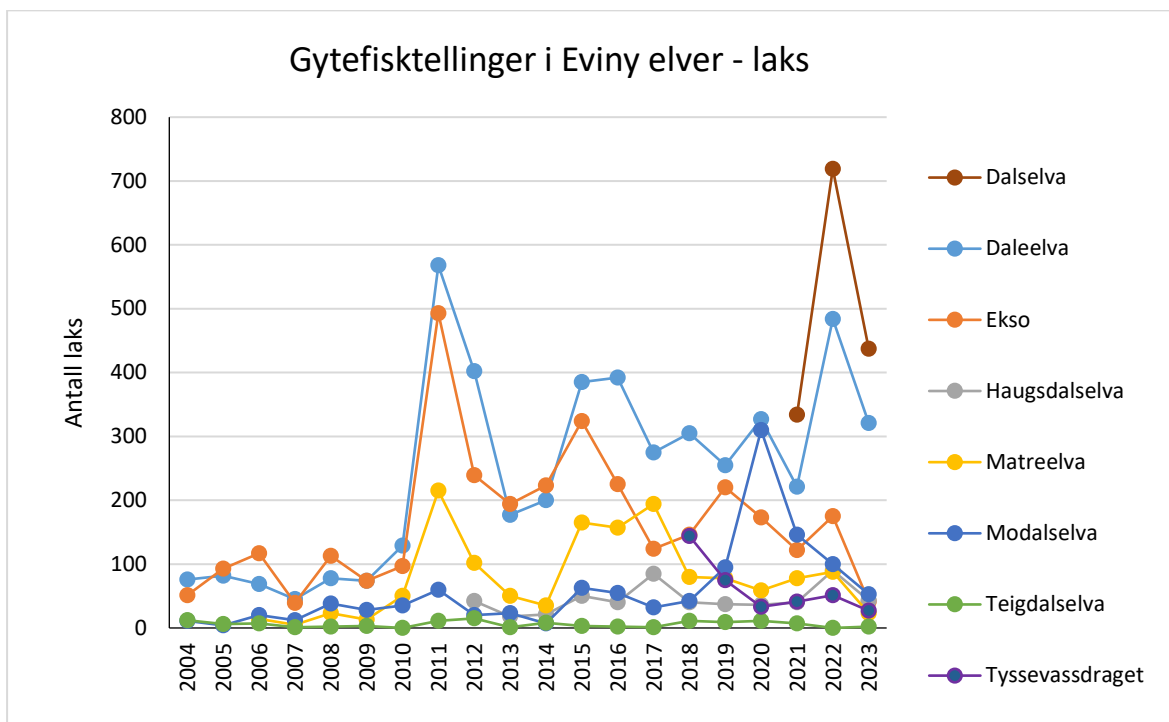


**Figur 3.** Oversikt over antall laks og sjøaure registrert ved drivtelling i Modalselva i perioden 1999-2023.



**Figur 4.** Oversikt over størrelsesfordeling og antall laks (øverst) og sjøaure (nederst), registrert ved drivtelling i Modalselva i perioden 2004-2023.





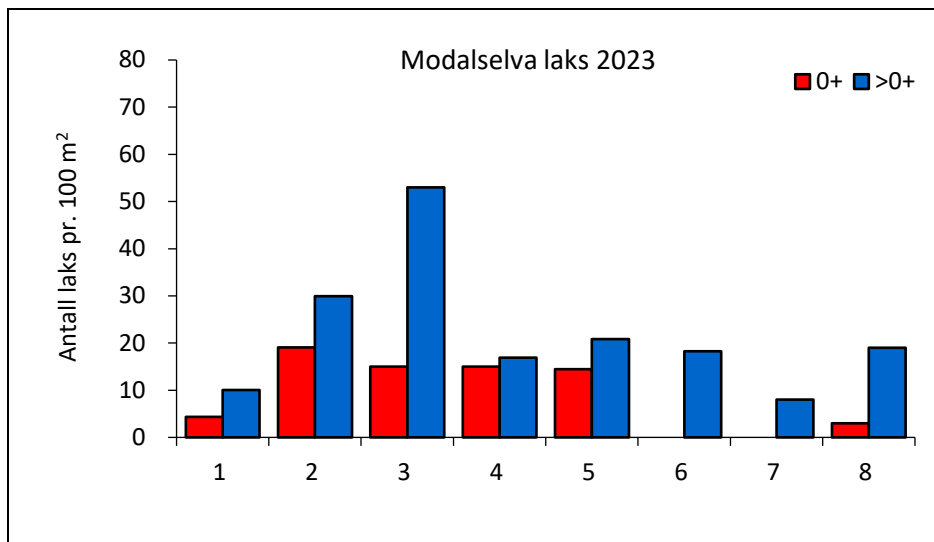
**Figur 5.** Oversikt over antall laks som har blitt registrert ved drivtelling i Modalselva og andre vassdrag regulert av Eviny.

### 3.4 Ungfiskundersøkelser

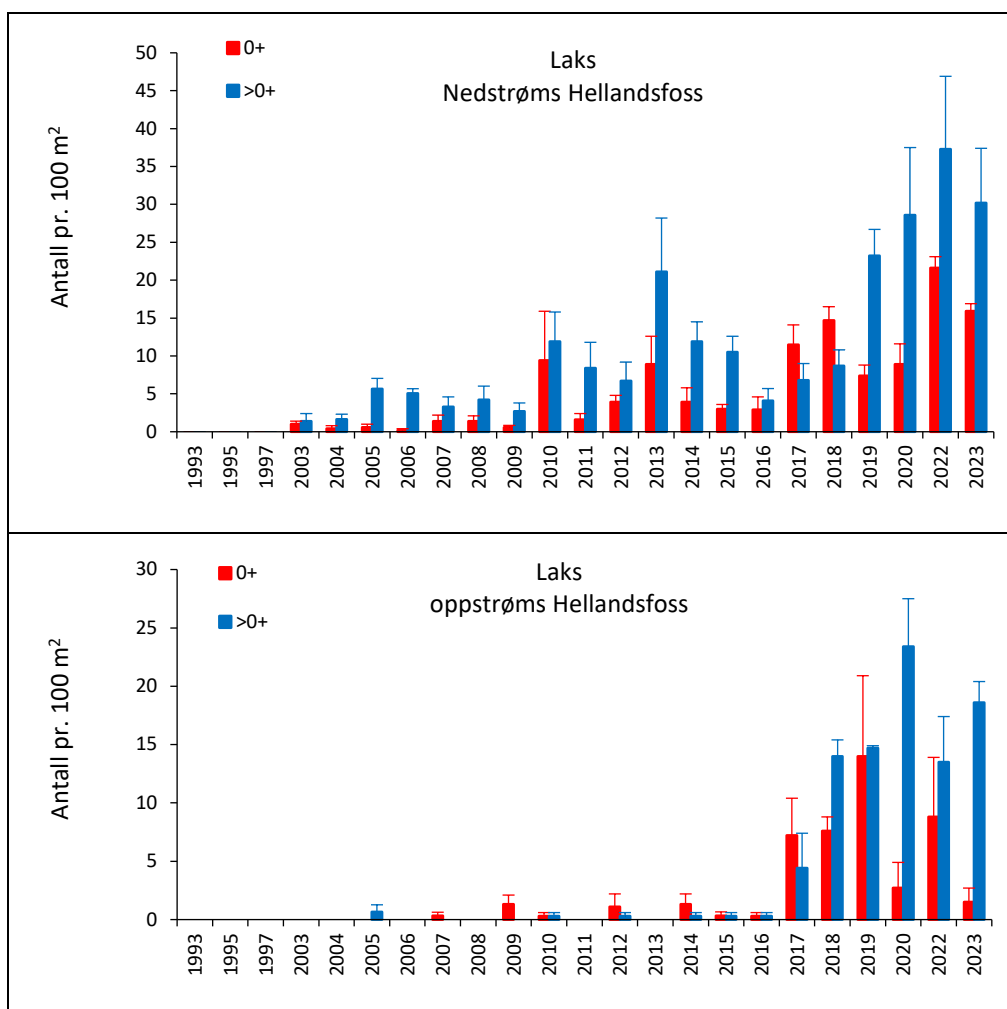
NORCE LFI utførte elektrisk fiske i Modalselva 25.10.2023. Vannføringen var om lag 12 m<sup>3</sup>/s, vanntemperaturen 4,4°C og konduktiviteten 10,1 µS/cm. Tettheten på stasjonsnett for laks er vist i **Figur 6** og **Figur 7** og for aure i **Figur 9** og **Figur 10**.

#### Laks

Det ble funnet årsunger og eldre laks på samtlige stasjoner nedstrøms kraftutløpet ved Hellandsfoss i 2023. Det var variasjon i tetthet mellom stasjonene og det ble funnet færrest fisk på stasjon 1 som er lengst nede i vassdraget, mens den klart høyeste tettheten av eldre laks var på stasjon 3 (**Figur 6**). Siden Rådgivende biologer ikke har undersøkt stasjon 1, er denne stasjonen tatt ut av historisk sammenligningsgrunnlag. Gjennomsnittlig tetthet av laks på stasjon 2-5 var 16 årsunger og 30 eldre laks per 100 m<sup>2</sup> i 2023. Sammenlignet med tidligere år (**Figur 7**), er dette den nest høyeste tettheten som er registrert for både årsunger og eldre laks, men noe lavere enn det som ble funnet i 2022. Tettheten av laks har gått betydelig opp som følge av kalkingen og planting av lakserogn. I restfeltet var tetthetene av laks på et lavere nivå enn nedstrøms Hellandsfoss, og det ble bare fanget årsunger av laks på stasjon 3. Gjennomsnittlig tetthet av laks på de tre undersøkte stasjonene oppstrøms Hellandsfoss var 15,1 laks per 100m<sup>2</sup> i 2023. Sammenlignet med tidligere år, var det en nedgang i antall årsunger på stasjonsnett, mens antallet eldre var det nest høyeste som er registrert i undersøkelsesperioden (**Figur 7**).

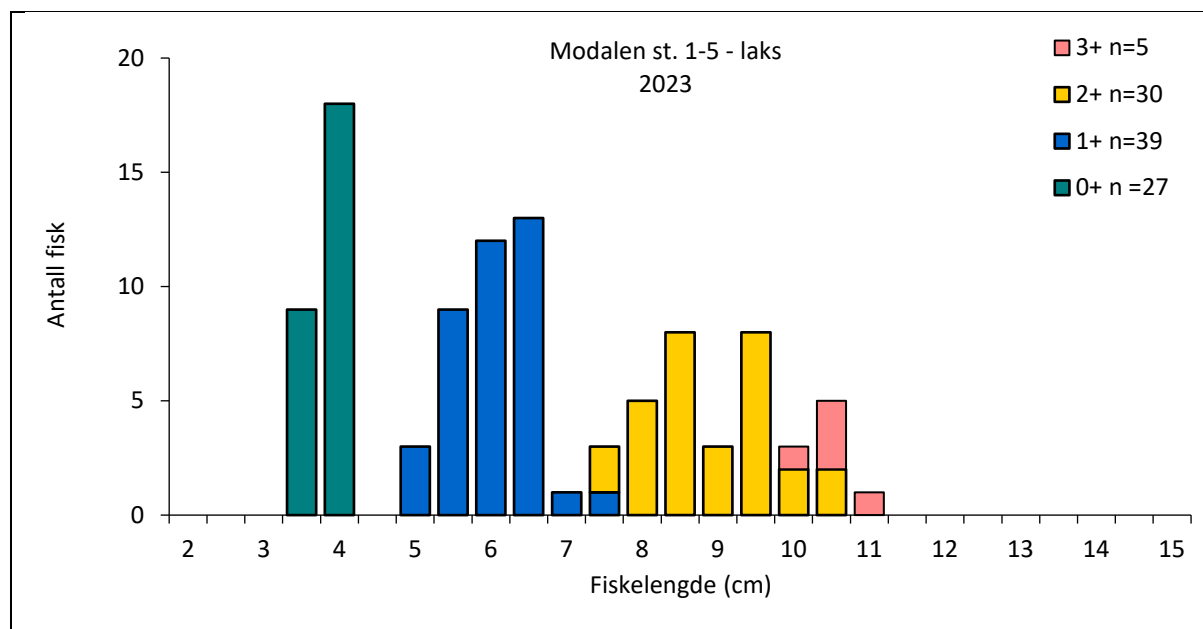


**Figur 6.** Tetthet av årsunger og eldre laks på de 8 undersøkte stasjonene i Modalselva 25.10.2023. Stasjonene 6, 7 og 8 er oppstrøms Hellandsfossen (restfelt).



**Figur 7.** Tetthet av årsunger og eldre laks oppgitt i antall fisk per 100 m² i perioden 1993-2023 nedstrøms Hellandsfoss i Modalselva (øverst) og oppstrøms Hellandsfoss (nederst). Det ble ikke utført undersøkelser i 2021. Fra 2017-2023 er data nedstrøms Hellandsfoss hentet fra stasjon 2-5, mens perioden før inkluderer også stasjon 1 (**Figur 1**). Data i perioden 2017-2022 er samlet inn av Rådgivende Biologer AS.

Det ble funnet laksunger i alle årsklasser og lengdefordeling ved alder er vist i **Figur 8**. Gjennomsnittlig lengde for årsunger (0+) og tosomrig laks (1+) var på henholdsvis 4 cm og 6,2 cm (**Tabell 1**). Denne analysen av aldersbestemt materiale viser som i tidligere år at laksen i Modalselva vokser relativt sent, og de fleste vandrer ut som smolt etter 3 år på elva (Gabrielsen et.al 2016).



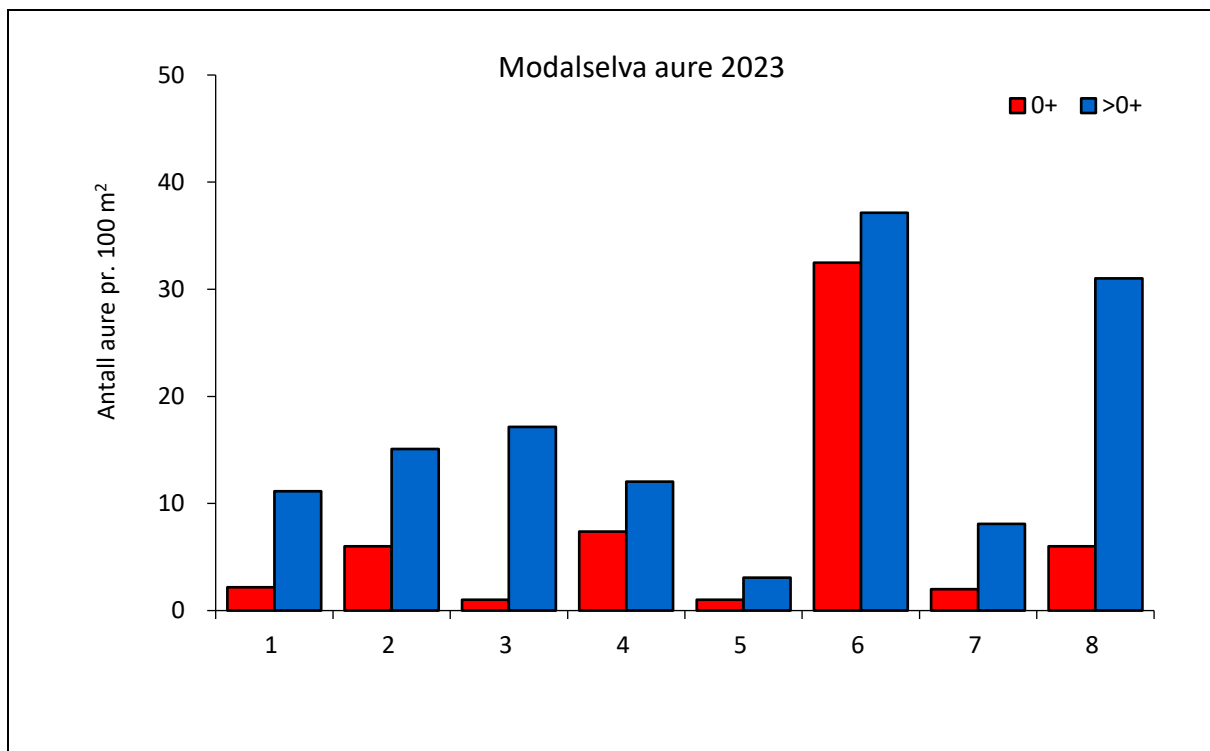
**Figur 8.** Lengdefordeling av laks samlet inn nedstrøms Hellandsfoss i Modalselva 25.10.2023.

**Tabell 1** .Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av laks fanget nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2016 og i 2023. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter. Analysen er beheftet med noe usikkerhet grunnet et lavt antall fisk enkelte år.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)		Firesomrig (3+)		Femsomrig (4+)	
	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N	Cm (SD)	N
26.11.2003	4,4 (0,4)	5	8,2 (1,3)	7	12,8 (--)	1	--	0	--	0
26.01.2005	--	0	7,7 (1,3)	7	11,2 (0,8)	3	--	0	--	0
01.12.2005	3,2 (0,3)	3	5,9 (0,7)	3	9,5 (0,9)	24	11,3 (--)	1	--	0
22.03.2007	4,9 (--)	1	8,1 (1,1)	2	11,0 (1,0)	13	12,9 (1,1)	10	--	0
18.12.2007	3,9 (0,4)	7	7,6 (1,1)	10	9,9 (0,6)	5	--	0	--	0
15.12.2008	3,9 (0,6)	7	7,4 (0,5)	2	10,7 (0,8)	16	11,9 (--)	1	13,6 (2,5)	2
02.12.2009	4,3 (0,5)	4	7,9 (1,5)	5	9,2 (0,8)	6	11,9 (0,6)	2	--	0
30.09.2010	4,6 (0,4)	45	7,6 (0,5)	34	10,6 (1,0)	19	12,3 (0,6)	3	--	0
23.11.2011	3,8 (0,2)	4	7,3 (0,9)	17	9,7 (1,4)	6	--	0	--	0
24.10.2012	3,8 (0,3)	14	7,2 (0,8)	10	10,6 (1,4)	4	--	0	--	0
04.10.2013	4,4 (0,3)	21	6,8 (0,3)	18	9,9 (0,8)	14	12,1 (0,7)	3	--	0
13.11.2014	4,8 (0,5)	4	7,2 (--)	1	9,1 (0,7)	7	12,2 (--)	1	--	0
20.11.2015	3,7 (0,5)	9	6,7 (1,1)	16	9,0 (0,4)	6	10,7 (--)	2	--	0
18.11.2016	4,5 (0,4)	6	7,6 (--)	1	9,4 (1,3)	12	13,1 (--)	1	--	0
25.10.2023	4,0 (0,2)	27	6,2 (0,6)	39	9,1 (0,8)	30	10,7 (0,3)	5	--	0

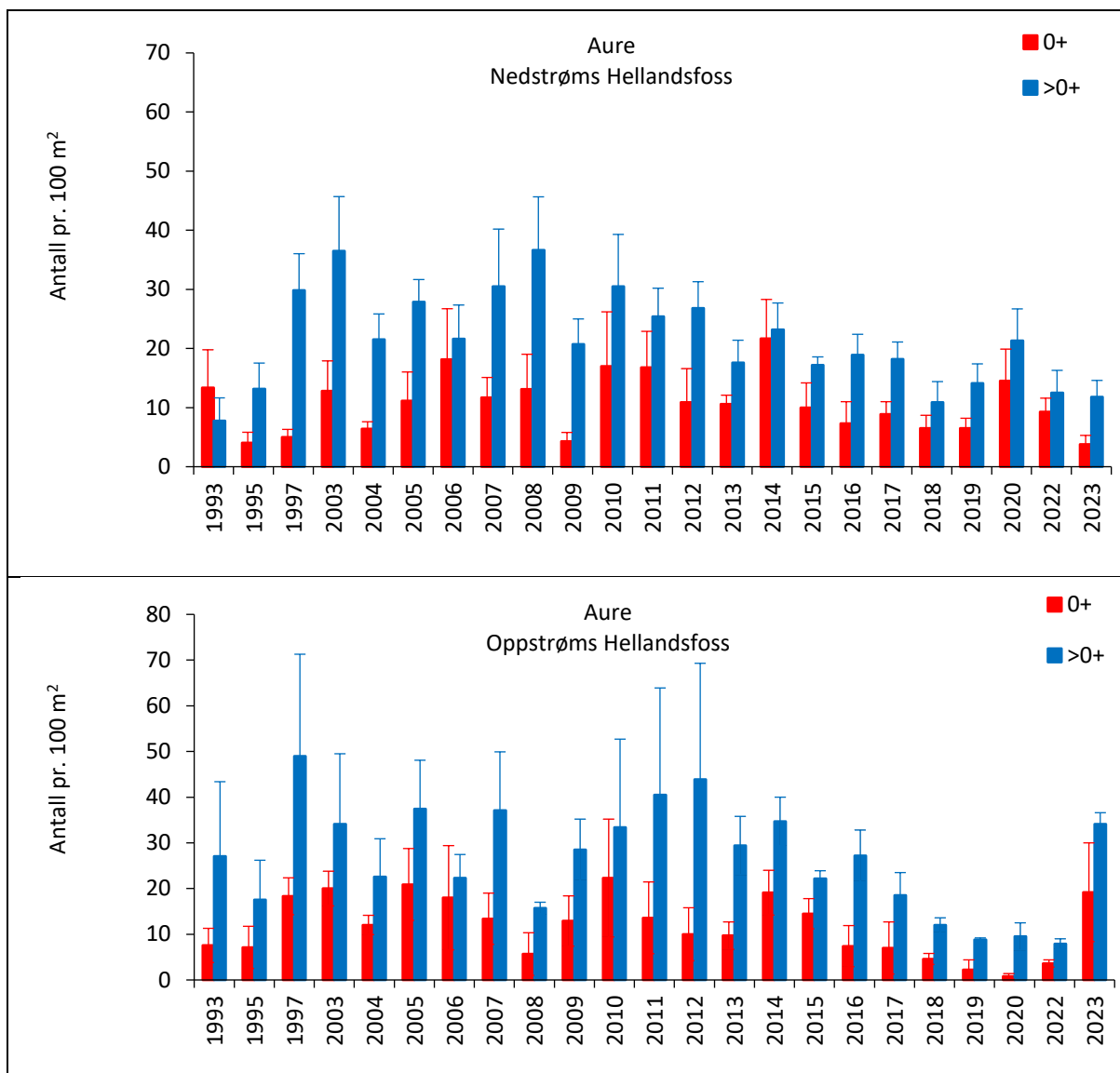
## Aure

Det ble funnet årsunger og eldre aure på samtlige undersøkte stasjoner i 2023 (**Figur 9**). Gjennomsnittlig tetthet av aure på stasjon 2-5 var 4 årsunger og 12 eldre aure per 100 m<sup>2</sup> i 2023 (**Figur 10**). Tetthetene av aure har vist en nedadgående trend siden 2008 (Gabrielsen m.fl. 2021), og har blitt noe lavere enn før kalking. Tetthetene av eldre aure lå i 2023 omtrent på samme nivå som i de foregående årene etter kalking. I restfeltet har også tetthetene av aure gått ned etter at kalkingen startet, men med et oppsving i 2023 da vi registrerte omtrent tilsvarende tettheter som i 2014 (**Figur 10**).



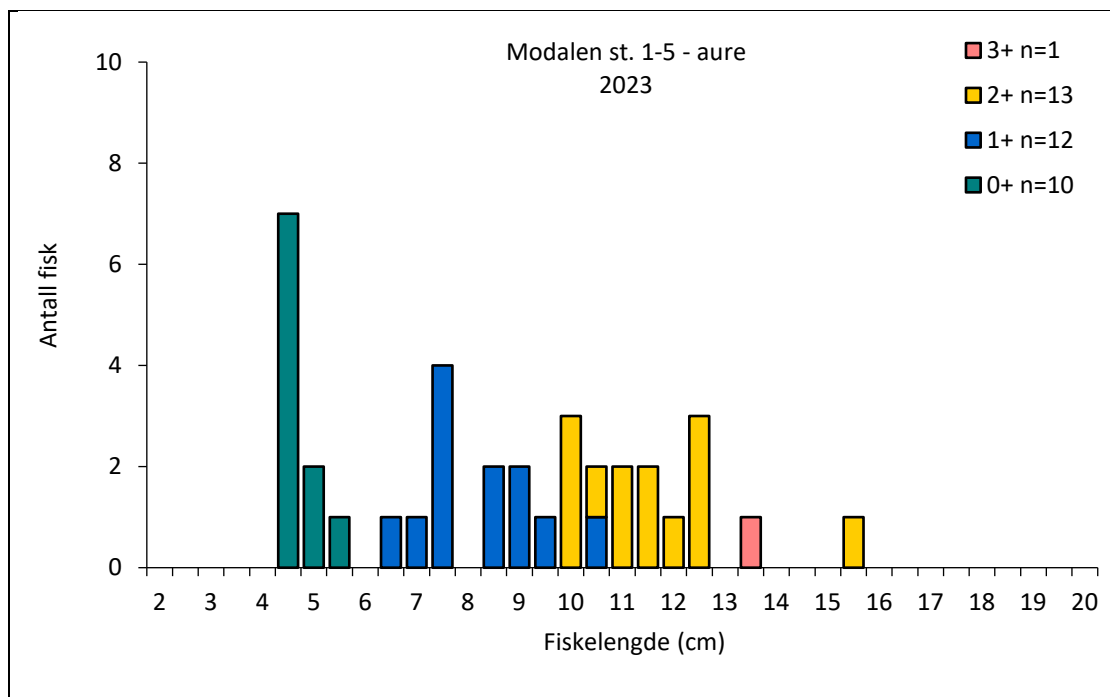
**Figur 9.** Tetthet av årsunger og eldre aure på de 8 undersøkte stasjonene i Modalselva 25.10.2023. Stasjonene 6, 7 og 8 er oppstrøms Hellandsfossen (restfelt).





**Figur 10.** Tetthet av årsunger og eldre aure oppgitt i antall fisk per 100 m<sup>2</sup> i perioden 1993-2023 nedstrøms Hellandsfoss i Modalselva (øverst) og oppstrøms Hellandsfoss (nederst). Det ble ikke utført undersøkelser i 2021. Fra 2017-2023 er data nedstrøms Hellandsfoss hentet fra stasjon 2-5, mens perioden før inkluderer også stasjon 1 (**Figur 1**). Data er i perioden 2017-2022 samlet inn av Rådgivende Biologer AS.

Det ble også funnet aure i samtlige årsklasser og lengdefordelingen for 2023 er vist i **Figur 11**. Gjennomsnittlig lengde for årsunger (0+) og tosomrig aure (1+) var på henholdsvis 5 cm og 8,5 cm (**Tabell 2**).



**Figur 11.** Lengdefordeling av laks (øverst) og aure (nederst) samlet inn i nedstrøms Hellandsfoss i Modalselva 25.10.2023.

**Tabell 2.** Gjennomsnittlig lengde (cm) med standardavvik (SD) for ulike aldersklasser av aure fanget nedstrøms Hellandsfossen i Modalselva i perioden 2003-2016 og i 2023. N er antallet fisk analysert. Data basert på aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)		Firesomrig (3+)		Femsomrig (4+)	
	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N
26.11.2003	4,9 (0,7)	68	8,0 (0,9)	79	11,1 (1,2)	80	13,4 (1,1)	18	16,7 (2,5)	5
26.01.2005	4,9 (0,9)	36	7,7 (0,7)	39	11,1 (1,6)	47	13,6 (1,1)	18	18,9 (1,6)	2
01.12.2005	4,2 (0,3)	53	7,0 (0,6)	56	9,7 (0,6)	57	12,4 (1,7)	20	13,2 (--)	1
22.03.2007	5,3 (0,5)	85	7,7 (0,7)	49	10,4 (1,2)	40	13,5 (1,5)	13	16,2 (2,5)	2
18.12.2007	4,4 (0,4)	47	7,7 (0,9)	108	10,5 (1,1)	39	14,2 (2,6)	6	--	0
15.12.2008	4,6 (0,6)	64	7,1 (0,7)	99	10,3 (1,0)	64	12,4 (2,0)	12	--	0
02.12.2009	4,8 (0,4)	20	7,3 (0,9)	43	10,4 (1,2)	44	13,8 (2,5)	12	13,9 (--)	1
30.09.2010	5,0 (0,5)	80	8,0 (0,7)	81	10,9 (1,0)	51	14,1 (2,0)	14	--	0
23.11.2011	5,2 (0,6)	63	8,2 (0,9)	53	11,6 (0,8)	18	13,7 (0,9)	5	--	0
24.10.2012	4,6 (0,4)	37	7,5 (0,7)	42	10,6 (1,1)	14	13,0 (--)	1	--	0
04.10.2013	4,7 (0,5)	15	7,2 (0,3)	19	10,0 (0,8)	9	13,3 (--)	2	--	0
13.11.2014	5,0 (0,4)	15	7,9 (0,5)	14	10,5 (1,1)	5	12,1 (0,9)	3	--	0
20.11.2015	4,2 (0,5)	24	7,9 (0,7)	23	10,6 (0,6)	7	12,2 (0,9)	5	--	0
18.11.2016	4,8 (0,5)	42	7,1 (0,4)	10	10,4 (1,4)	28	10,6 (1,4)	3	16,8 (--)	1
25.10.2023	5,0 (4,2)	10	8,5 (1,1)	12	11,8 (1,5)	13	13,7 (--)	1	--	0

### 3.5 Bunndyr

Ved stasjon 1 ble det i 2023 registrert totalt 91 individer fordelt på 12 taksa i prøven, hvorav 26 fjærmygg, 5 døgnfluer (Ephemeroptera), 3 steinfluer (Plecoptera) og 13 vårfluer (Trichoptera) (Vedlegg 1a). Det ble registrert 5 individer av *Baetis rhodani*, en svært forsuringfølsom døgnflue som ofte blir brukt som indikator på god vannkvalitet i forbindelse med forsuring. Tilstedeværelsen av denne arten gir derfor stasjonen ingen tegn til forsuring med indeksverdi 1 (Vedlegg 1a). RAMI indeksen ble 3.52 (0.782 eqr) og faller i klassegrensen

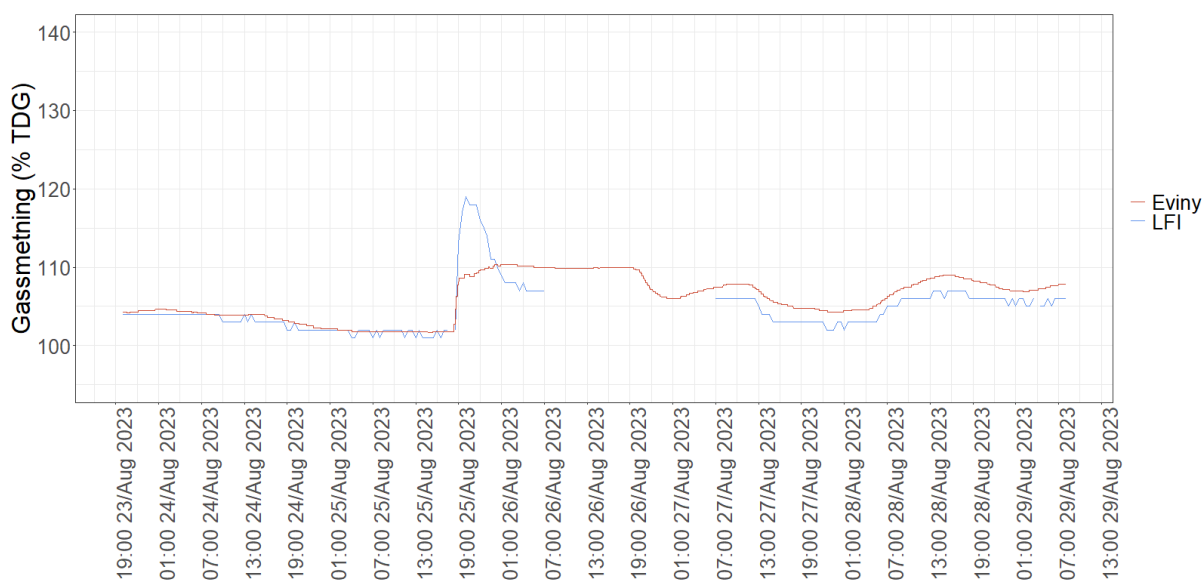
for «moderat» tilstand. ASPT verdiene ble regnet til 6.09 (0.883 eqr) som faller innenfor klassegrense for god tilstand. For PSI indeksen ble det regnet en indeks på 73.3 som indikerer «lett sedimentering» (Vedlegg 1c). I 2016 ble det registrert totalt 255 individer bunndyr fordelt på 18 taksa hvorav 3 døgnfluer, 67 steinfluer, 15 vårfluer og 138 fjærmygg. 3 individer av den forsuringfølsomme vårfluen *B.rhodani* ble registrert. Både forsuringindeks 1 og RAMI indeksene ga ingen tegn til forsuring ved samme stasjon i 2016 og ble regnet til hhv. 1.0 (svært god) og 3.45 (god). Dette indikeres også ved tilstedeværelsen av *B. rhodani*. ASPT indeksen ble regnet til 6.62, som indikerer at stasjonen ikke var påvirket av organisk belastning i 2016. PSI indeksen indikerte at stasjonen også var lett sedimentert med en indeks på 78.95.

Ved stasjon 2 ble det i 2023 registrert totalt 234 individer, fordelt på 19 taksa, hvorav 109 fjærmygg og 14 døgnfluer, 20 steinfluer og 27 vårfluer. Det ble registrert 14 individer av *B. rhodani*. Forsuringindeksen ble 1.0 som tilsier svært god tilstand. Rami indeksen ble regnet til 3.40 (0.755 eqr) som gir klasseverdien «dårlig» tilstand. ASPT verdien ble regnet til 6.27 (0.909 eqr) og gir klasses tilstanden «god» med hensyn til organisk belastning. PSI indeksen ble regnet til 83.3 og ga ingen indikasjon på sediment påvirkning på bunndyrfaunaen. Ved stasjon 2 i 2016 ble forsuringindeks 1 regnet til 0.5 og RAMI til 2.85 som indikerer at stasjonen var forsuret. ASPT indeksen indikerte ingen organisk belastning med en verdi på 6.91. PSI ble regnet til 75.0 og gitt klassegrensen «lett sedimentert» i 2016.

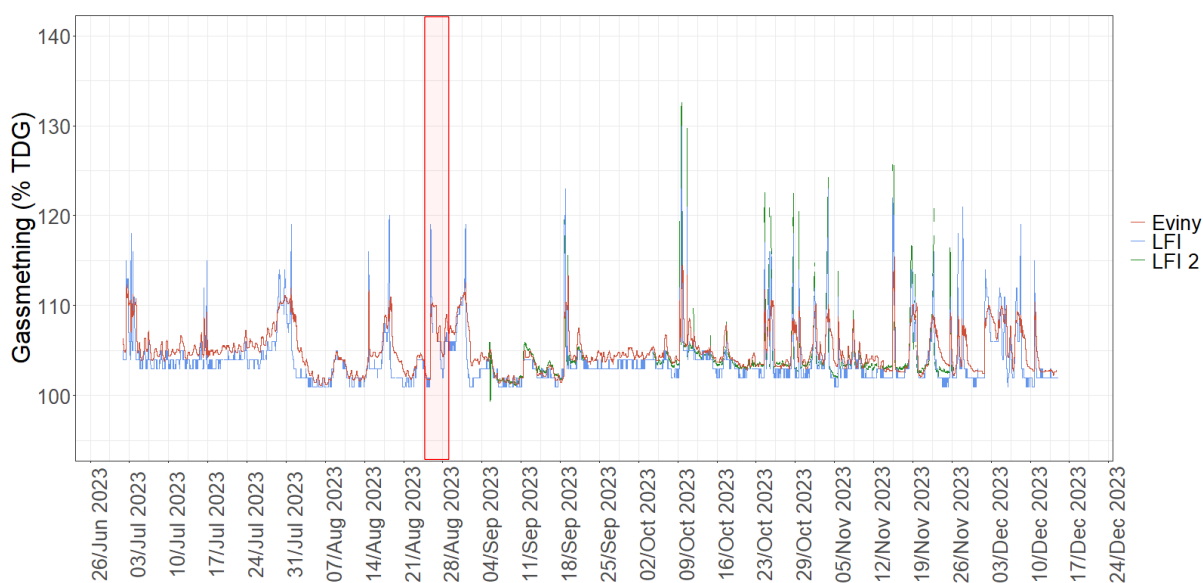
Ved stasjon 3 ble det i 2023 registrert totalt 267 individer, fordelt på 16 taksa, hvorav 108 fjærmygg, 26 døgnfluer, 58 steinfluer og 17 vårfluer. Det ble registrert 26 individer av *B. rhodani*. Forsuringindeksen ble 1.0 som tilsier svært god tilstand. Rami indeksen ble regnet til 3.71 (0.824 eqr) som gir klasseverdien «God» tilstand. ASPT verdien ble regnet til 6.27 (0.909 eqr) og gir klasses tilstanden «god» med hensyn til organisk belastning. PSI indeksen ble regnet til 82.4 og ga ingen indikasjon på sediment påvirkning på bunndyrfaunaen. I 2016 viste indeksene 0.5 for forsuringindeks 1 og 2.69 for RAMI, som indikerte at stasjonen da var påvirket av forsuring. Eutrofieringsindeksen indikerte at stasjonen ikke var påvirket av organisk belastning med en verdi på 6.90. PSI verdiene for 2016 var de høyeste i stasjonsnett med 81.25 som indikerer lite til ingen sedimentering ved stasjonen.

### 3.6 Logging av gassmetning ved kraftutløpet

Ved tidspunkt for siltutslippet den 25. august 2023 ble det målt en topp med gassmetning over 110 %. Gassmetningsnivåer målt av NORCE LFI sine to gassloggere ved utløpet av Hellandsfoss kraftverk viste en oppgang klokken 18.50 fra 102 % til 113 % og videre til en maksverdi på 119 %. Første verdi under 110 % etter maksverdien på 119 %, ble målt klokken 00:50 den 26 august. Gassmetningsnivåer målt av Eviny sin logger i samme tidsrom viste en oppgang fra 102 % til maksverdi på 113 % (**Figur 12**). I perioden mellom 1 juli 2023 og 18 desember 2023 ble det målt flere topper (> 20 tilfeller) med gassmetningsverdier over 110 % i kraftverksutløpet basert på NORCE LFI sine gassloggere. De økte verdiene ble også registrert på Eviny sin gasslogger, men maksverdiene fra denne loggeren ligger 5-19 prosentpoeng lavere (**Figur 13**).



**Figur 12.** Gassmetning ved Hellandsfossen kraftverk i perioden 23-29 august 2023 målt av Eviny (rød linje) og NORCE LFI logger (blå linje).

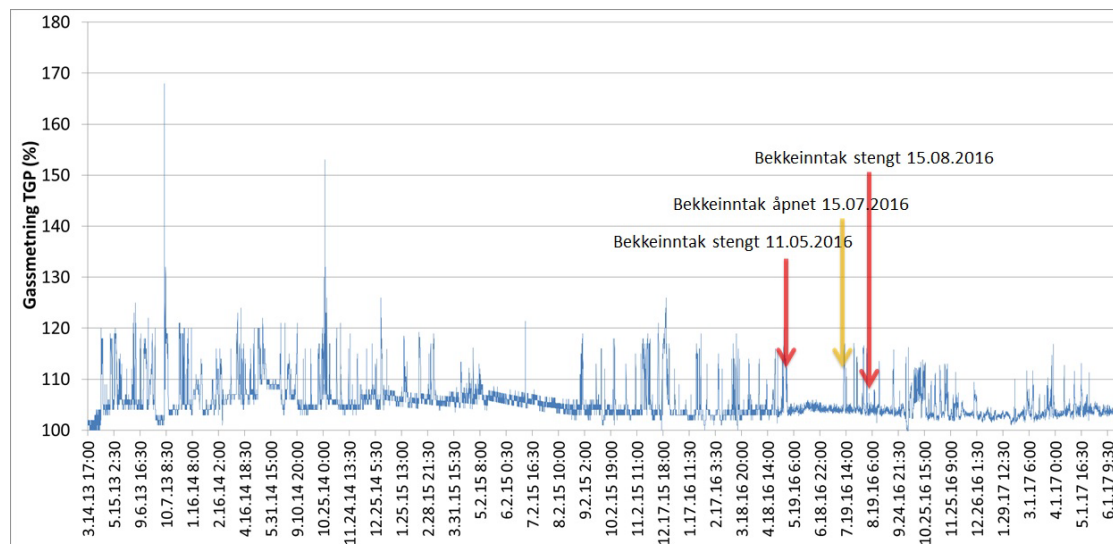


**Figur 13.** Gassmetning ved Hellandsfossen kraftverk i perioden 1. juli – 17. desember 2023 målt med Eviny sin logger (rød linje) og NORCE LFI sine to loggere (blå og grønn linje). Perioden 23 – 29 august er merket med rød markering.

Logging av gassmetning ved Hellandsfoss kraftverk har pågått siden 14. mars 2013. Det er tidligere dokumentert høy gassmetning grunnet driften av kraftverket og i tidligere analyse utført av NORCE LFI i samarbeid med Eviny, ble bekkeinntakene utpekt som en viktig årsak til luftinndrag. Gassmetning forekom særlig etter at kraftverket hadde stått stille en stund og var fylt opp med vann fra bekkeinntakene, typisk i vårløsningen og under flommer (**Figur 14**). Som et tiltak for å forsøke å redusere gassmetningen i elven har Eviny bygget om bekkeinntakene. Imidlertid har det vist seg at det har forekommet gassmetning i Modalselven også etter at



bekkeinntakene ble bygget om, men at nivåene har vært langt lavere etter denne stengningen. Bekkeinntakene kan derfor ikke forklare all den observerte metningen, men de kunne forklare de svært høye tilfellene av gassmetning. Analyser av data etter ombygningen av bekkeinntakene, har vist at overmetning er knyttet til lav drift av Hellandsfoss kraftverk for å unngå hurtige vannstandsendringer og at dette kan føre til gassmetning på omtrent 112 – 120 %.



**Figur 14.** Tidsserie av gassmetning ved Hellandsfossen fra mars 2013 frem til august 2017. De røde pilene indikerer tidspunkt for stenging av bekkeinntak, og den guloransje tidspunkt for åpning av bekkeinntakene. Det nedre bekkeinntaket ble stengt i forkant (22.04.2016) av den første røde pilen, og pilene viser tidspunkt for periodene hvor begge inntakene har vært stengt og åpnet samtidig.

## 4. Diskusjon og vurdering av hendelsen

Det ble under prøvefiske 14.-17. september fanget kun to laks og observert svært få laks i Modalselva. Det var urovekkende at de to laksene som ble fanget under prøvefiske var i dårlig forfatning og at den ene døde under håndteringen (pH-status 2023). Årsaken til denne tilstanden er ikke kjent. Ved NORCE LFI sin snorkling 18. september ble det observert seks laks oppstrøms kraftutløpet (2 over 15 kilo), men ingen nedstrøms. Det ble ikke observert sjøaure oppstrøms kraftverket, men ca. 15 sjøaure og yngel av laks og aure nedstrøms. Noen av disse sjøaurene og ungfiskene ble observert rett nedstrøms kraftutløpet. Det ble ikke observert tilført sediment, døde eller slappe fisker 18. september. Det er godt mulig at gytefisk svømte ut av vassdraget og at fisk i nærhet til kraftutløpet svømte opp til Hellandsfoss ved episoden 25. august. Prøvefisket og snorklingen i september peker i retning av at de fleste gytefiskene flyktet ut av vassdraget ved denne hendelsen. Tilsvarende fluktrespons på radiomerka laks ble dokumentert i Numedalslågen i 2003, da trefiberutslipp i Hvittingfoss trolig førte til denne fluktresponsen som enten var opp, ned eller ut av elva (Thorstad m.fl. 2004). For de laksene som flyktet ut av Numedalslågen, tok det inntil 21 dager før den siste laksen svømte tilbake til elva. Ved gytefisketellingen som ble utført i oktober, ble det observert 53 laks og 387 sjøaure.

Dette viser at både laks og sjøaure var tilbake på plass i elva for å gyte. Imidlertid er nedgangen i antall tilbakevandret laks uheldig, men dersom en sammenlikner Modalselva med andre vassdrag i området ser en dessverre samme negative utviklingstrend med spesielt lavt innsig av laks i 2023. Gytefisketellingen viste videre at innsiget av aure var bra med det høyeste antallet sjøaure registrert siden 2004. Det vurderes derfor som lite sannsynlig at lav gytebestand av laks skyldes sediment utslippet. Trolig har gytefisken svømt ut av elva og kommet tilbake en eller annen gang etter 18. september.

Ungfiskundersøkelsene viste ikke unormale tettheter, og sammenlignet med tidligere år var tettheten av både årsunger og eldre laks nedstrøms Hellandsfoss den nest høyeste som er registrert siden undersøkelsene startet opp i 1993. Den høyeste ble funnet i 2022. Tetthetene av eldre aure lå i 2023 omtrent på samme nivå som i de foregående årene etter påbegynt kalking, og har vist en negativ trend siden 2008. Alle aldersklasser av både laks og aure ble observert ved ungfiskundersøkelsene.

Det er lite sannsynlig at selve siltutslippet den 25. august var årsaken til høye gassmetningsverdier ved Hellandsfossen kraftverk. Flere andre episoder med høye topper over 120 % (maks 130 %) er påvist i løpet av høst 2023 uten at det var utslipp knyttet til disse hendelsene. Det er sannsynlig at gassovermetninger forårsakes av selve driften av kraftverket, og målingene viser at situasjoner med gassovermetning skjer relativt hyppig. Derfor kan en ikke utelate at fiskebestanden nedstrøms kraftutløpet blir negativt påvirket av dette. Tidligere undersøkelser (Pulg et.al 2018, Gabrielsen et.al.2021) har vist at det har vært episoder med betydelig gassovermetning i Modalen, og analyser viste at høyest gassovermetning (helt opp til 168 % og 153 % TDG) forekom ved høy vannføring i bekkeinntakene, men også at en får overmetning (112-117% TDG) i forbindelse med regulær lufting av francisturbinen ved lave driftsvannføringer (Pulg et.al 2018). Etter at det ble gjort tiltak med ombygning av bekkeinntakene gikk omfanget av gassovermetning ned.

I bunndyrundersøkelsen viste analysen av bunndyrprøvene en forsuringindeks på 1.0 som indikerer svært god tilstand. Dette støttes av tilstedeværelsen av *B.rhodani* ved alle stasjoner. I 2016 ble det registrert *B.rhodani* ved bare en av stasjonene (St. 1). RAMI indeksen i 2023 viser midlertidig sprikende resultater og gav stasjonsnettet en gjennomsnittsverdi på 3,54 som gir klassen «moderat tilstand». Sammenlignet med resultater fra 2016 indikerer resultatene for 2023 en forbedret tilstand i Modalselva. Tilstedeværelsen av *B.rhodani* ved alle stasjoner i 2023 er et tydelig tegn på at vassdraget ikke er påvirket av forsuring. Eutrofieringsindeksen ASPT, viste et snitt i 2016 på 6,81 og 6,21 i 2023. Nedgangen endrer ikke klassegrensen for vassdraget som fremdeles blir regnet som «god tilstand». Resultatene fra sedimenteringsindeksen (PSI), viser en svak oppgang fra 78,4 i 2016 til 79,7 i 2023. Denne oppgangen gir ingen endring i klassegrensen og er satt til «lett sedimentert». Manglende vårprøver for alle stasjoner fra begge år, gir lavere oppløsning på resultatene og vil derfor være noe usikre. Antall unike taksa er ofte høyere om både vår- og høstprøver blir inkludert i analysen, som igjen kan gi nye resultater i indeksutregningen. Som oftest er det vårprøvene som lider på grunn av sure støt fra snøsmelting om våren. Dette gjør at de ofte har lavere

diversitet og færre arter enn høstprøvene. Siden disse prøvene er høstprøver vurderer vi at resultatene kan være en god indikasjon på at vassdraget i Modalen ikke har blitt sterkt påvirket av hendelsen med blakket vann fra kraftverksutløpet.

En samlet vurdering av de oppfølgende undersøkelsene tilsier at hendelsen med utslippet av silt fra kraftverksutløpet 25. august 2023, trolig ikke har hatt negative effekter på fiskebestandene av laks og aure eller for bunndyrsamfunnet nedstrøms utløpet av kraftverket. Utslippet førte trolig til at gytefisken forlot vassdraget, men at de var tilbake i elven igjen i oktober. Observasjoner av gytefisk i oktober viste at 53 laks og 387 sjøaure var i elven for å gyte, samt at tetthetene av ungfisk var innenfor normale verdier sammenlignet med historiske data. Tetthetene av lakseunger i 2023 var den nest høyeste tettheten som er blitt registrert siden kalkingen startet opp i 2016 og rognplantingen i 2014. Bunndyrsamfunnet kan generelt sies å ha hatt en bedre tilstand i 2023 sammenlignet med tilsvarende undersøkelse i 2016. Fremdeles måles det forhøyede verdier av gassmetning i vannet som kommer ut fra kraftverket og det kan fremdeles forekomme episoder med nivåer som kan være skadelige for fisk. Det anbefales derfor en utvidet analyse av denne påvirkningen på fisk siden målingene fremdeles viser forhøyede verdier. Videre viser Eviny sin logger av og til andre verdier enn NORCE LFI sin logger. Samlet tilsier dette at det er et behov for å samkjøre metoden for å logge gassmetning i vassdrag. Effekter av gassmetning i Modalselva på tettheter av ungfisk, kan f.eks. gjøres med en utvidet analyse i programmeringsspråket R av historiske data på tettheter av fisk, gassmetning, drift av kraftverket, vannkjemi og temperatur. Videre anbefales det å ta en gjennomgang av prosedyrer for tilsvarende og kommende hendelser i andre vassdrag. Kommunikasjon i forkant av planlagte hendelser synes å være viktig.

## 5. Referanser

- 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
- Extence, C. A., Chadd, R. P., England, J., Dunbar, M. J., Wood, P. J. & Taylor, E. D. 2013, The assessment of fine sediment accumulation in rivers using macro-invertebrate community response. *River Res. Applic.*, 29: 17-55. <https://doi.org/10.1002/rra.1569>
- Borsányi, P., Alfredsen, K., Harby, A., Ugedal, O. & Kraxner, C. 2004. A meso-scale habitat classification method for production modelling of Atlantic salmon in Norway. *Hydroécologie Appliquée* 14(1): 119–138.
- Direktoratsgruppa (2018) Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49: 167-173.)
- Gabrielsen, S.E., Skår, B., Lehmann, G.B., Halvorsen, G.A., Wiers, T., Normann, E. & Skoglund, H. 2019. Modalselva - Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i perioden 2006-2016. LFI-Rapport 340.
- Gabrielsen, S.E., Espedal, E. O., Postler, C., Stranzl, S., Barlaup, B. T. & Stöger, E. 2021. Hellandsfoss kraftverk i Modalselva – effekter på fiskebiologiske forhold. NORCE LFI Rapport nr. 389.
- Gabrielsen, S.E., Barlaup, B. T. & Lehmann, G.B. 2021. Reetablering av laks i Modalsvassdraget. Statusrapport pr. 2021. NORCE LFI Rapport nr. 424.
- Miljødirektoratet, 2020. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking 2020. Rapport M-2182 | 2021, s. 383.
- Miljødirektoratet, 2021. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking 2020. Rapport M-2372 | 2022, s. 434.
- Persson, J. 2022. Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2021. NIVA rapport 7698-2022
- pH-status 2023. Gassovermetning i Modalselva? pH-status nr. 3/2023, s. 14-16.
- Pulg, U., Isaksen, T.E., Velle, G., Stranzl, S., Espedal, E.O., Vollset, K.W., Bye-Ingebrigtsen, E., Barlaup, B.T. 2018: Gassovermetning i vassdrag – en kunnskapsoppsummering. Uni Research Miljø LFI rapport 312. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889
- Skoglund, H., Vollset, K.W., Lennox, R., Skaala, Ø., Barlaup, B.T. 2021. Drift diving: A quick and accurate method for assessment of anadromous salmonid spawning populations. *Fisheries Management and Ecology*. <https://doi.org/10.1111/fme.12491>
- Thorstad, E.B., Forseth, T., Økland, F., Aasestad, I. & Johnsen, B.O. 2004. Oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003. NINA Oppdragsmelding 835.



## 6. Vedlegg

**Vedlegg 1a.** Fullstendig taksaliste for bunndyr inkludert indeksutregninger for stasjoner 1, 2 og 3 fra 2016 og 2023 med endring i indeksverdier. Rød=svært dårlig tilstand, oransje=dårlig tilstand, gul=moderat tilstand, grønn=god tilstand, blå=svært god tilstand.

Modalselva bunndyrdata	25.10.2016			25.10.2023			2016	2023	Endring
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	Sum	Sum	
Acari	2	4	5		1	2	11	3	-8
Amphinemura borealis	2	1			2	3	3	5	2
Amphinemura sulciollis	30	8	8		3	36	46	39	-7
Apatania sp.			1				1	0	-1
Baetis rhodani	3			5	14	26	3	45	42
Brachyptera risi	5	3					8	0	-8
Capnia sp.	11	3	2	1	1	6	16	8	-8
Chironomidae	138	39	149	26	109	108	326	243	-83
Collembola					1		0	1	1
Cyclopoida			1				1	0	-1
Dicranota sp.		5	1		9		6	9	3
Diura nanseni	9	2	3		6	2	14	8	-6
Empididae indet.	2		2	2	3	1	4	6	2
Leuctra fusca/digitata					1	10	0	11	11
Leuctra hippopus	8	2	4	1	6	1	14	8	-6
Limnephilidae indet.	4	1	4	2	1	1	9	4	-5
Nematoda	2		1		2	3	3	5	2
Oligochaeta	20	14	6	22	39	14	40	75	35
Oxyethira sp.	1			10	23	12	1	45	44
Polycentropus flavomaculatus	1	3	3	1	3	4	7	8	1
Potamophylax cingulatus			1				1	0	-1
Protonemura meyeri					1		0	1	1
Rhyacophila nubila	9	3					12	0	-12
Simuliidae	6	2	8	2	9	38	16	49	33
Taeniopteryx nebulosa	2	1	1	1			4	1	-3
Tipula sp.				1			0	1	1
Total	255	91	200	74	234	267	546	575	29
Eksl. Chironomidae	117	52	51	48	125	159	220	332	112
							Snitt	Snitt	Endring
Forsuringsindeks 1	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	0.33
RAMI	3.45	2.85	2.69	3.52	3.40	3.71	3.00	3.54	0.55
RAMI eqr	0.77	0.63	0.60	0.78	0.75	0.82	0.67	0.78	0.12
ASPT	6.62	6.91	6.90	6.09	6.27	6.27	6.81	6.21	-0.60
ASPT eqr	0.96	1.00	1.00	0.88	0.91	0.91	0.99	0.90	-0.09
PSI	78.95	75.00	81.25	73.33	83.33	82.35	78.40	79.67	1.27

**Vedlegg 1b.** Grenseverdier for forsuring basert på Forsuringsindeks 1, RAMI og ASPT-indeksen (fra Direktoratgruppen Vanndirektivet 2018).

Tilstandsklasse	Forsuringsindeks 1	RAMI	RAMI	ASPT	ASPT
	Alle klare	Kalkfattig, Klar	Kalkfattig, Klar		Alle
Referanseverdi	-	4.5	1	6.9	1
Svært god	1.00	>3.87	>0.86	>6.8	>0.99
God	>0.77-1	>3.69-3.87	>0.82-0.86	>6.0-6.8	>0.87-0.99
Moderat	>0.5-0.77	>3.48-3.69	>0.77-0.82	>5.2-6.0	>0.75-0.87
Dårlig	>0.25-0.5	>3.29-3.48	>0.73-0.77	>4.4-5.2	>0.64-0.75
Svært dårlig	≤ 0.25	≤ 3.29	≤ 0.73	<4.4	<0.64

**Vedlegg 1c.** Grenseverdier for sedimentering Pressure specific invertebrate index PSI med norsk oversettelse.

Pressure specific invertebrate index		PSI
Minimally sedimented/ unsedimented	Lite/ingen sedimentering	81-
Slightly sedimented	Lett sedimentert	61-80
Moderately sedimented	Moderat sedimentering	41-60
Sedimented	Sedimentert	21-40
Heavily sedimented	Svært sedimentert	0-20