

8046-2025

Klorbehandling i Driva 2024

Supplerende behandling fra Mågålaupet til
Sunndalsøra



Rapport

Løpenummer: 8046-2025

ISBN 978-82-577-7783-8
NIVA-rapport
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er
kvalitetssikret iht. NIVAs
kvalitetssystem og
godkjent av:

Anders Gjørwad Hagen
Prosjektleder

Øyvind Kaste
Kvalitetssikrer

Kristoffer Kalbekken
Forskningsleder

© Norsk institutt for
vannforskning.
Publikasjonen kan siteres
fritt med kildeangivelse.

www.niva.no

Norsk institutt for vannforskning

Tittel

Klorbehandling i Driva 2024
Supplerende behandling fra
Mågålaupet til Sunndalsøra

Sider

42 + vedlegg

Dato

31.01.2025

Forfatter(e)

Elise Solheim Garvik¹, Kjetil Olstad³,
Anders Gjørwad Hagen¹, Tobias
Holter³, Kim Magnus Bærum³, Peter
Stig Hansen¹, Anne Luise Ribeiro¹,
Marit Måsøy Amundsen², Bjørnar Andre
Beylich¹, Enghild Steinkjer³ og Björn
Fridqvist Nimvik¹

Fagområde

Vannressursforvaltning

Distribusjon

Åpen

¹Norsk institutt for vannforskning,

²Veterinærinstituttet,

³Norsk institutt for naturforskning

Oppdragsgiver(e)

Veterinærinstituttet

Kontaktperson hos oppdragsgiver

Helge Bardal

Utgitt av NIVA

200297

Sammendrag

I august 2023 ble den kjemiske behandlingen mot *Gyrodactylus salaris* i Drivaregionen avsluttet i henhold til planen. Den første fullskala behandlingen ble gjennomført i 2022 med et påfølgende behandlingsår i 2023. Etter påvisning av laks ved hjelp av miljø-DNA ble det våren 2024 besluttet å gjennomføre et supplerende tiltak i hovedelven Driva for å redusere sannsynligheten for smitte i øvre deler av elva. Dette tiltaket omfattet hele hovedelven fra øverste vandringshinder ved Mågålaupet til elvemunningen og et utvalg av tilløp, dammer og sidebekker. NIVA og prosjektpartnere ble engasjert for delen av den supplerende behandlingen som omfattet kloramin i hovedelv og de største sideløpene. Denne rapporten redegjør for tiltaket som ble gjort i juli og august 2024 i Driva. For hovedelva innebar dette den 85 kilometer lange strekningen fra Mågålaupet i Oppdal kommune og helt ned til utløpet ved Sunndalsøra i Sunndal kommune. Det ble prioritert slik at sidebekker oppstrøms sperra primært ble behandlet med tanke på å unngå fortykning i hovedelva. I sum innebar dette kun et lite utvalg av sidebekker. Det ble gjort jevnlig målinger for å følge opp effekten av alle små og store doseringspunkter. I hovedelvene viste analyse av disse prøvene at det generelt ble oppnådd en samlet behandlingseffekt på mer enn 90 mikrogramdøgn for alle stasjoner, både i hovedelva og i sidebekkene. Den supplerende behandlingen vurderes til å ha hatt god effekt mot parasitten, og slik ha bidratt til målet om å utrydde *Gyrodactylus salaris* fra Driva.

Emneord: Atlantisk laks, *Salmo salar*, *Gyrodactylus salaris*, kloramin, behandling

Keywords: Atlantic salmon, *Salmo salar*, *Gyrodactylus salaris*, chlorine, treatment

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
1 Introduksjon	6
2 Materialer og metode	7
2.1 Behandlingsområdet, målsetting og omfanget av behandling	7
2.2 Værmessige forhold og vannføring under doseringsperioden	9
2.3 Behandling i hovedelv	11
2.4 Prinsippskisse og blanding av kjemikalier	13
2.5 Behandling i sidebekker	15
2.6 Behandling i andre områder	18
2.7 Bestemmelse av klorkonsentrasjon	20
2.8 Kartløsning og navigering i felt	23
2.9 Rapporteringsverktøy i felt	24
2.10 HMS og informasjon	24
3 Resultater	25
3.1 Doseringssystemene i hovedelv	25
3.2 Vannkjemi i hovedelvene	27
3.3 Behandling i sidebekker	34
3.4 Kartlegging av klorkonsentrasjoner	38
4 Oppsummering og konklusjon	41
5 Referanser	42
6 Vedlegg	43

Forord

I august 2023 ble den kjemiske behandlingen mot *Gyrodactylus salaris* i Drivaregionen med bruk av CFT-legumin (rotenon) og klor (tilsatt som kloramin) avsluttet i henhold til planen. Den første fullskala behandlingen ble gjennomført i 2022 med et påfølgende behandlingsår i 2023. Etter påvisning av laks ved hjelp av miljø-DNA ble det våren 2024 besluttet å gjennomføre et supplerende tiltak i Driva for å redusere sannsynligheten for smitte i øvre deler av elva. Dosering av klor ble gjennomført av gruppen «Gyroklor» med Veterinærinstituttet som overordnet prosjekthaver.

Denne rapporten oppsummerer metodikk og resultater fra klorbehandlingen i det supplerende tiltaket som ble gjennomført i 2024. Prosjektet «Gyroklor» er et samarbeid mellom Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Veterinærinstituttet (VI). Koordinerende og administrativt ansvar har ligget hos NIVA.

Prosjektleder er Anders Gjørwad Hagen (NIVA) som også har spesifisert overordnet utforming av doseringsanleggene, samt ledet behandlingen og rapporteringsarbeidet. Tobias Holter (NINA), Kjetil Olstad (NINA), Elise Solheim Garvik (NIVA) og Kim Magnus Bærum (NINA) har vært sentrale i planlegging, gjennomføring og rapportering av behandlingen, samt bidratt i utviklingsarbeid av utstyret. Peter Stig Hansen (NIVA) har spesifisert og konstruert styreskapet og elektronikkdelen av doseringsskapet, med bistand fra Björn Fridqvist Nimvik (NIVA). Kirk Meyer, Geir Olav Solberg og Simen Stene har konstruert våtsonen av skapene. Anne Luise Ribeiro (NIVA), Marit Måsøy Andersen (VI) og Susanne Jørgensen (NIVA) har hatt hovedansvaret for innsamling vannprøver og gjennomført kloranalyser på feltlaboratoriet.

Vi ønsker å takke Sunndal Jeger og Fiskeforening for hjelpen med å hente inn daglige vannprøver, lokal koordinator i regionen Inger Helene Sira for godt samarbeid før, under og etter behandlingsperioden. Takk også til Erling Snøva, Nils Erik Rødhjel, Øystein Riise, Steffen Øyamo Ekrann og Lars Erik Megarden for alle timene i traktoren gjennom perioden, samt alle andre bidragsyttere.

Oslo, 28.01.2025

Anders Gjørwad Hagen,

Prosjektleder

Sammendrag

Våren 2022 fikk Veterinærinstituttet i oppdrag fra Statsforvalteren i Møre og Romsdal å planlegge og gjennomføre bekjempelse av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* fra Drivaregionen ved bruk av CFT-Legumin (inneholder rotenon) og klor (tilsatt som kloramin). Behandlingen ble gjennomført over to år, med behandlingsperioder i august 2022 og 2023.

Behandlingen ble for hele regionen vurdert til å ha gått etter planen, også for elva Driva. Men i forbindelse med avslutningsfasen av bekjempelsen ble det påvist *G. salaris* oppstrøms behandlingsstrekningen i Driva, slik at ekstratiltak måtte iverksettes. Etter siste behandling i 2023 ble det ved hjelp av Miljø-DNA fortsatt påvist laks i samme område, og våren 2024 fikk Veterinærinstituttet derfor i oppdrag om å gjennomføre et mindre behandlingstiltak i hovedelven for å redusere sannsynligheten for gjenværende parasittsmitte. Dette tiltaket omfattet hele hovedelven fra øverste vandringshinder ved Mågålaupet til elvemunningen og et utvalg av tilløp, dammer og sidebekker. NIVA og prosjektpartnere ble engasjert for delen av den supplerende behandlingen som omfattet kloramin i hovedelv og de største sideløpene.

Denne rapporten redegjør for tiltaket som ble gjort i juli og august 2024 i Driva. Det legges vekt på beskrivelse av metodikk og teknologi som ble brukt, i tillegg til andre relevante forhold som lå til grunn. Under resultatkapitlet presenteres og diskuteres resultater og funn som gir grunnlag for å vurdere sannsynligheten for måloppnåelse.

Den fysiske utstrekningen av behandlingsområdet i 2024 omfattet i prinsippet hele den anadrome strekningen av Driva slik denne var definert før fiskesperra ved Snøvasmelan ble oppført i 2017. For hovedelva inkluderer dette den 85 kilometer lange strekningen fra Mågålaupet i Oppdal kommune og helt ned til utløpet ved Sunndalsøra i Sunndal kommune. Det ble prioritert slik at sidebekker oppstrøms sperra primært ble behandlet med tanke på å unngå fortynning i hovedelva. I sum innebar dette at kun et lite utvalg av sidebekkene ble behandlet. Nedstrøms fiskesperra ble tiltakene for å forhindre fortynning utvidet til også å omfatte bekkene hvor det kan være størst sannsynlighet for fiskeoppgang.

Basert på tidligere forsøk ble det definert en målsetting om å oppnå minimum 90 mikrogramdøgn aktivt klor i alle behandlede vannveier, da dette erfaringsmessig er tilstrekkelig til å utrydde parasitten. I praksis, for å blant annet motvirke effekt av fortynning, ble det imidlertid operert med en tentativ målsetting om å oppnå 180 mikrogramdøgn.

Det ble gjort jevnlig målinger for å følge opp effekten av alle små og store doseringspunkter. I hovedelvene viste analyse av disse prøvene at det generelt ble oppnådd en samlet behandlingseffekt på mer enn 90 mikrogramdøgn for alle stasjoner, både i hovedelva og i sidebekkene.

Den supplerende behandlingen vurderes til å ha hatt god effekt mot parasitten og har dermed bidratt til målet om å utrydde *Gyrodactylus salaris* fra Driva.

1 Introduksjon

Som siste fase i tiltakene for å fjerne lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Drivaregionen, ble Veterinærinstituttet i 2022 tildelt oppdrag fra Statsforvalteren i Møre og Romsdal om å planlegge og gjennomføre bekjempelse av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ved bruk av CFT-Legumin og klor i regionen. Til å gjennomføre delen av behandlingen som omfatter bruk av klor, engasjerte Veterinærinstituttet prosjektgruppa «Gyroklor», organisert som et samarbeid mellom Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Veterinærinstituttet og Norsk institutt for naturforskning (NINA). Den totale behandlingen ble gjennomført over to år, med behandlingsperioder i august 2022 og 2023 (Olstad mfl. 2023, Olstad mfl. 2024, Bardal 2024). Behandlingen ble for hele regionen vurdert til å ha gått etter planen, også for elva Driva. Men i forbindelse med avslutningsfasen av bekjempelsen ble det påvist *G. salaris* oppstrøms behandlingsstrekningen i Driva, slik at ekstratiltak måtte iverksettes.

I juni 2017 ble det bygget en fiskesperre ved Snøvasmelan i Driva. Som ledd i bekjempelsesarbeidet var formålet med denne å begrense utbredelsesområdet til laks (*Salmo salar*), og dermed også lakseparasitten *G. salaris*. Fiskesperra reduserte gyte- og oppvekstområdet for laks til en strekning på 23 km. Gitt at fiskesperra har fungert etter hensikten, foregikk siste gyting oppstrøms fiskesperra høsten 2016. Forutsatt maksimal smoltalder på fem år burde elvestrekningen oppstrøms fiskesperra vært fri for både laks og *G. salaris* høsten 2022. Dette er av betydning fordi fravær av *G. salaris* oppstrøms fiskesperra er nødvendig for å kunne gjennomføre en vellykket bekjempelse i området nedstrøms. Etter behandlingen i august 2022 ble det imidlertid påvist positivt signal gjennom Miljø-DNA for både *G. salaris* og laks oppstrøms fiskesperra, og dermed også oppstrøms det opprinnelige behandlingsområdet (Frode Fossøy pers. medd.). Videre ble det i august 2023 (samtidig som ordinær behandling nedstrøms fiskesperra pågikk) fanget én laks infisert med *G. salaris* i et område flere mil oppstrøms fiskesperra (Bremset mfl. 2023). På bakgrunn av dette ble det av Miljødirektoratet vurdert som nødvendig å gjennomføre en klorbehandling av den øverste strekningen i Driva opp mot Mågålaupet (øverste naturlige vandringshinder for laks i Driva) i begynnelsen av september 2023 (Holter mfl. 2024).

Etter siste behandling i 2023 ble det ved hjelp av miljø-DNA fortsatt påvist laks oppstrøms fiskesperra (Frode Fossøy pers. medd.). Våren 2024 fikk Veterinærinstituttet derfor i oppdrag om å gjennomføre et mindre behandlingstiltak i hovedelva for å redusere sannsynligheten for gjenværende parasittmitte. Dette tiltaket omfattet hele hovedelva fra øverste vandringshinder ved Mågålaupet til elvemunningen og et utvalg av tilløp, dammer og sidebekker. NIVA, NINA og Veterinærinstituttet ble engasjert for delen av behandlingen som omfattet kloramin i hovedelv og de største sideløpene. Denne rapporten redegjør for tiltaket som ble gjort i juli og august 2024 i Driva. Det legges vekt på beskrivelse av metodikk og teknologi som ble brukt, i tillegg til andre relevante forhold som lå til grunn. Under resultatkapitlet presenteres og diskuteres resultater og funn som gir grunnlag for å vurdere sannsynligheten for måloppnåelse.

Under klorbehandling behandles hovedelva med kloraminløsning fra en doseringsstasjon like ovenfor øverste vandringshinder, etterfulgt av påfriskstasjoner nedover elva som sørger for opprettholdelse av klorkonsentrasjonen ned til elvemunningen. Tilhørende tilløpselver, sidebekker og øvrige tilløp med rennende vann behandles på samme måte, men ofte med mindre doseringsstasjoner. Det er ikke hensiktsmessig å bruke kloramin i vannforekomster med ingen- eller lav vanngjennomstrømning på grunn av tidkrevende logistikk for dosering og innblanding av kjemikaliene. Slike vannforekomster behandles derfor med CFT-legumin av Veterinærinstituttet, seksjon for miljø og smittetiltak. For god måloppnåelse er det avgjørende at alle verter for parasitten står i tilstrekkelig klorkonsentrasjon over en periode. I praksis innebærer dette at alle vannforekomster med mulige verter i et smittet vannsystem må behandles. I behandlingen høsten 2024 ble det i tråd med oppdraget lagt opp til et

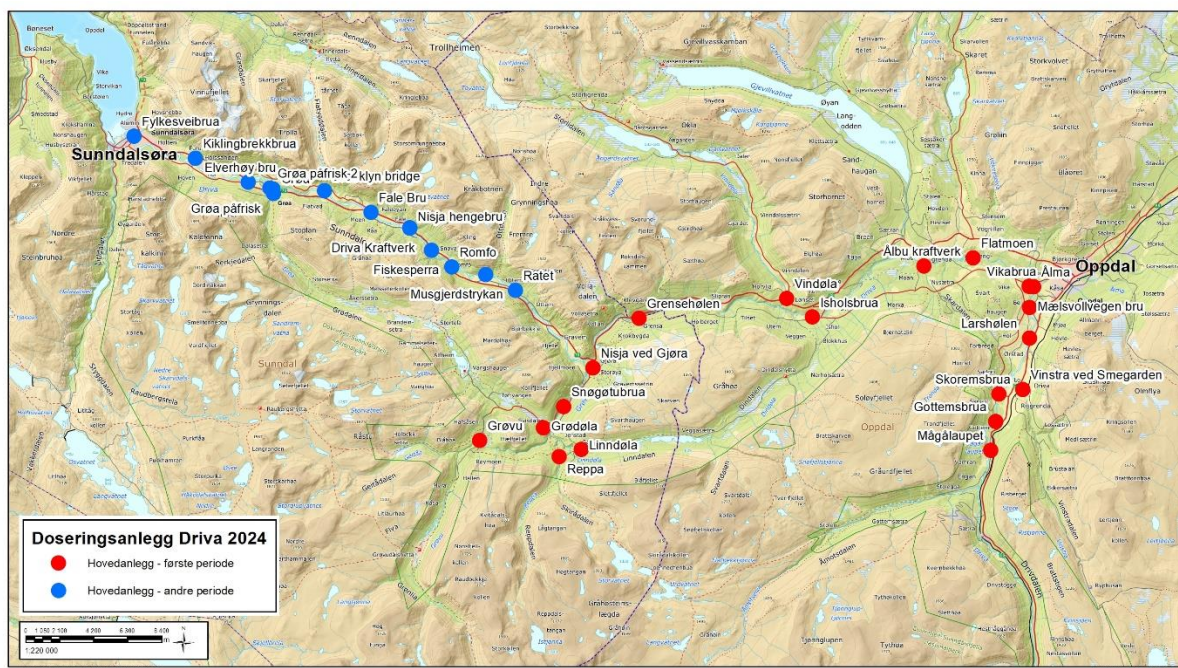
nedjustert tiltak. Dette innebar at det nedstrøms fiskesperra kun ble behandlet et utvalg sidebekker. Oppstrøms fiskesperra på elvestrekningen opp til naturlig vandringshinder ved Mågålaupet ble hovedelva og sideelva Grøvu behandlet. I tillegg ble det behandlet sideelver som kunne bidra betydelig til fortynning av klorkonsentrasjonen i hovedelva.

2 Materialer og metode

2.1 Behandlingsområdet, målsetting og omfanget av behandling

I henhold til oppdraget fra Miljødirektoratet var behandlingen i Driva i 2024 å anse som et supplerende tiltak etter at den opprinnelige fullskala behandlingen ble avsluttet i 2023. Den fysiske utstrekningen av behandlingsområdet i 2024 omfattet hele den anadrome strekningen av Driva, dvs. slik den var definert før fiskesperra ved Snøvasmelan ble oppført i 2017. For hovedelva inkluderte dette den 85 kilometer lange strekningen fra Mågålaupet i Oppdal kommune og helt ned til utløpet ved Sunndalsøra i Sunndal kommune. Definisjonen av tiltaksområdet ble imidlertid differensiert prinsipielt mellom strekningene oppstrøms og nedstrøms Ratet (Figur 1).

Både prosjektets budsjettramme og praktiske hensyn ble lagt til grunn for å definere hvilke av sidebekkene som skulle behandles, og i hvilket omfang. Sidebekkenes beliggenhet i vassdraget var også med i vurderingen. Fiskesperra ved Snøvasmelan innebærer et skille hvor det oppstrøms finnes svært få laks som mulige verter for *G. salaris*. Nedstrøms sperra har det vært tilnærmet normal gyting alle år. Situasjonen der er derfor en helt annen, med laksunger i alle aldre. Sidebekker oppstrøms fiskesperra ble primært behandlet med tanke på å unngå fortynning i hovedelva. I sum inkluderte dette kun et lite utvalg av sidebekkene. Et unntak var Grøvu, hvor det hadde vært påvist laks ved hjelp av miljø-DNA (Frode Fossøy pers. medd.). Nedstrøms fiskesperra ble tiltakene for å unngå fortynning utvidet til også å gjelde de bekkene hvor det kan være størst sannsynlighet for fiskeoppgang. En nærmere spesifisering av behandlingspunkter i hovedelv og sidebekker er gitt i kapitlene 2.3 og 2.5.



Figur 1. Hoveddoseringspunktene under behandlingen i 2024. Røde punkter viser første behandlingsperiode, blå punkter viser andre behandlingsperiode.

Med tanke på praktisk gjennomførbarhet over en lang elvestrekning og i lys av tilgang på personell og teknisk utstyr, ble behandlingen gjennomført i to perioder (Tabell 1). I første periode ble det rigget 14 doseringsstasjoner fordelt på den 54 kilometer lange strekningen fra Mågålaupet til Ratet. Det ble også rigget fem stasjoner i sideelvsystemet Grøvu. Anadrom strekning i dette sideelvsystemet er om lag syv kilometer og består av grenene Reppa, Linddøla og Grøvdøla i tillegg til hovedstrengen Grøvu. Det ble også rigget en påfriskstasjon ved Snøgetubrua, om lag 3,5 kilometer oppstrøms samløpet ved Driva. Etter første behandlingsperiode ble doseringsutstyr og mannskap flyttet fra Oppdal og ned til Sunndalsøra. Andre behandlingsperiode omfattet strekningen fra Ratet og ned til utløpet ved Sunndalsøra, en strekning på 31 kilometer. Skillet mellom hva som ble behandlet i første og andre periode ble dermed ikke lagt til fiskesperra ved Snøvasmelan men om lag seks kilometer oppstrøms denne. Innenfor rammene som lå til grunn for behandlingen var det hensiktsmessig å utføre en kortere behandling (seks døgn) i første periode. Under den andre behandlingsperioden var det imidlertid nødvendig å koordinere behandlingen i en rekke sidebekker for å sikre god overlapp med aktiviteten i hovedelva. Det ble derfor valgt å behandle over en lengre periode (11 døgn) slik som tidligere år (Olstad mfl. 2023, Olstad mfl. 2024).

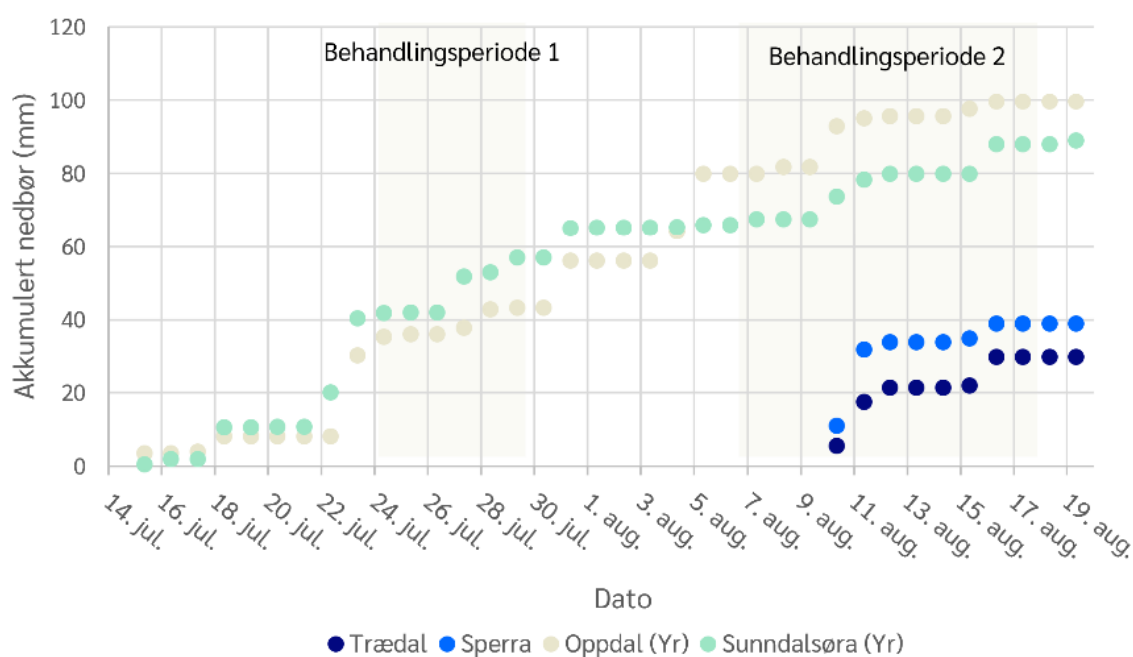
Valget om å starte andre behandlingsperiode ved Ratet i stedet for ved fiskesperra ble tatt ut fra et praktisk og fiskevelferdsmessig hensyn. Erfaringer fra tidligere behandlinger tilsier at det er en opphopning av oppvandrende individer av sjørret og laks rett nedstrøms fiskesperra. En toppdoserer ved fiskesperra under andre behandlingsperiode ville ført til at fisk rett nedstrøms denne ville blitt eksponert for en relativt sterk klorkonsentrasjon. Dette ville da komme som en tilleggsbelastning etter allerede å ha blitt tilstrekkelig behandlet under første behandlingsperiode. Videre ble det bekreftet gjennom klormålinger under første behandlingsperiode at strekningen mellom Nisja doseringsstasjon ved Gjora og Ratet doseringsstasjon oppnådde tilstrekkelig behandling. Inndelingen sikret derfor at behandlingen kunne gjennomføres uten å påføre dobbel belastning på fisken nedstrøms fiskesperra. Det området som faktisk fikk dobbel behandling i perioden (særlig Ratet til Romfo) antas å ha en lavere populasjon av fisk. Det ble heller ikke observert død fisk eller fisk med avvikende adferd i dette området.

Tabell 1. Oversikt som viser de to behandlingsperiodene.

Periode	Dato	Behandlingsvarighet	Strekning	Antall doseringspunkter
Første periode	23.07 - 29.07	6 døgn	54 km	19
Andre periode	06.08 - 17.08	11 døgn	31 km	13

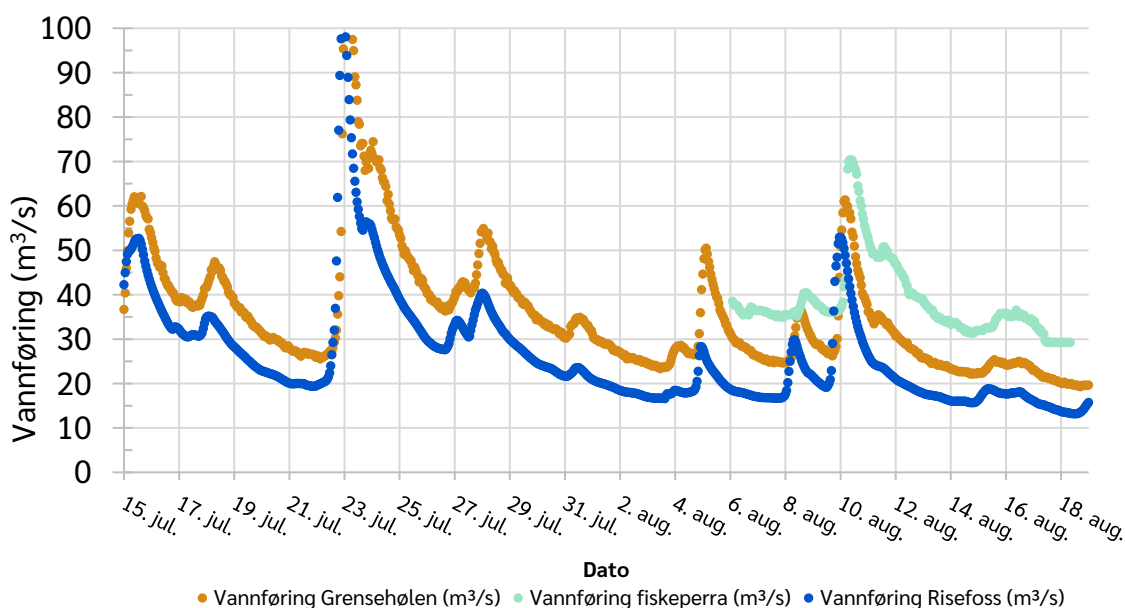
2.2 Værmessige forhold og vannføring under doseringsperioden

Under den første behandlingsperioden ble det benyttet data fra YR.no for Oppdal for å vurdere nedbør og mulige effekter av denne på vannføringen. For andre periode ble det etablert to manuelle målestasjoner for nedbør ved Snøvasmelan (fiskesperra) og ved hovedkvarteret på Trædal hotell. Det ble også innhentet nedbørsdata for Oppdal og Sunndalsøra fra YR.no. Målt nedbør i Oppdal ble brukt som indikasjon på forventede endringer i vannføring i Driva elv. Lokal nedbør i Sunndalsøra ble brukt som indikasjon på forventede endringer i andre sidevassdrag slik som Grøa. Akkumulert nedbør for de ulike målestasjonene sees i (Figur 2)



Figur 2. Akkumulert nedbør ved Trædal og Fiskesperra (prosjektets stasjoner) og Oppdal/Sunndalsøra (www.yr.no). Måling ved Sperra og Trædal ble startet først 10. august. Gråsjattering representerer de to behandlingsperiodene.

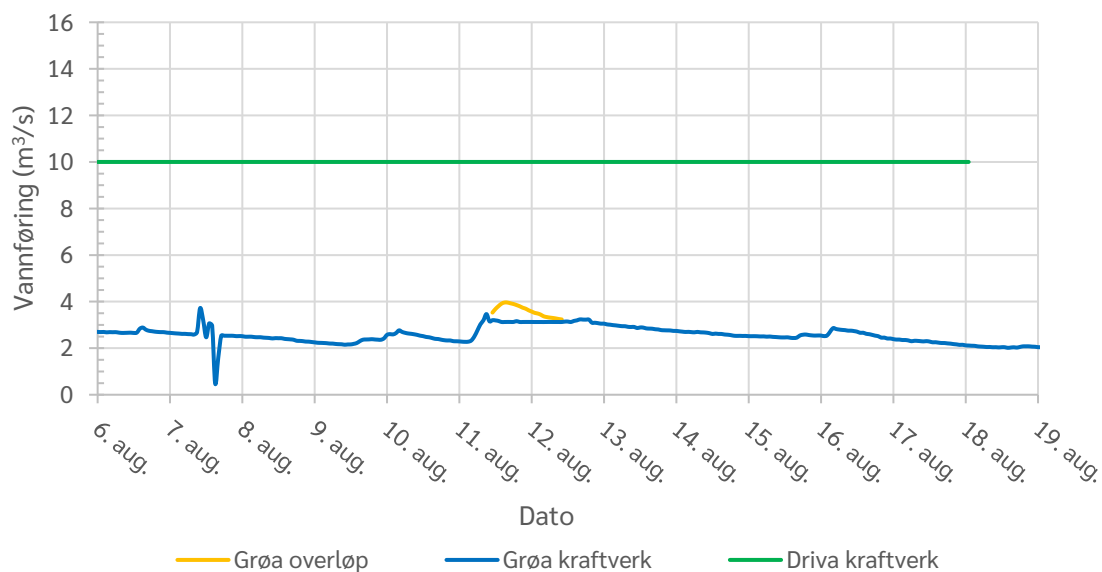
Værsituasjonen ved Oppdal under oppriggingsperioden fra 15. juli 2024 var preget av moderate nedbørsmengder og normal vannføring (18,8-52,6 m³/s, Sildre.no) for årstiden (se Figur 2 for nedbør, se Figur 3 for vannføring). I forbindelse med oppstart av første behandlingsperiode fra Mågålaupet kom det mye nedbør den 22. juli (omkring 20 mm) over de øvre delene av Driva (data fra YR.no). Dette førte til en rask vannføringenøkning, fra 19 til 104 m³/s i løpet av et døgn (Figur 3) Dette utsatte oppstarten av første behandlingsperiode med litt over et døgn. Behandlingen ble startet på ettermiddagen 23. juli, da vannføringen ved Risefoss var redusert til 55 m³/s (Figur 3). Resten av første periode og frem til behandlingen ble stanset på morgenen 29. juli var vannføringen stabil og innenfor normalen for denne tiden på året (18-44,6 m³/s, Sildre.no).



Figur 3. Vannføring ved NVE-stasjonene Grensehølen (109.20.0) og Risetfoss (109.9.0), samt prosjektets egen målestasjon ved fiskesperra. Data for NVE-stasjonene er hentet fra Sildre.no.

Under andre behandlingsperiode som startet morgenen 6. august fra stasjonen Ratet, var vannføringen 29 m³/s. Dette var normalt for årstiden ved NVE sin målestasjon ved Grensehølen (Figur 3). Ved samme tidspunkt ble det målt 35,9 m³/s ved målepunktet som ble etablert ved fiskesperra. Den 10. august kom det 20-30 mm nedbør i Sunndalsområdet og 15 mm ved Oppdal (Figur 2), og dette økte vannføringen fra cirka 30 til 61 m³/s ved Grensehølen. Ved samme tidspunkt ble det målt 70 m³/s ved målepunktet på sperra. Etter dette var det kun mindre mengder nedbør, og vannføringen ble normal til lav for årstiden frem til behandlingen ble avsluttet på morgenen den 17. august.

Driva kraftverk hadde stabil vannføring gjennom turbinene på 10 m³/s gjennom behandlingsperioden. Grøa kraftverk hadde gjennomsnittlig vannføring gjennom turbinen på 2,6 m³/s (Figur 4). Kun ett av aggregatene var i drift i perioden, noe som førte til lavere slukekapasitet for vann i kraftverket. Slukekapasiteten ble overskredet en kort periode 11. august, noe som førte til at overskytende vann gikk i overløp ved Dalaseter. I naturlig elveløp fra inntaksdammen ved Dalaseter og ned til kraftverksutløpet er det 3,3 km. Selv om det ikke renner i overløp ved inntaksdammen, tilføres det en del vann fra fjellsiden på denne strekningen slik at det alltid renner vann i naturlig elveløp. Dette vannet i naturlig elveløp blir også behandlet med klor like oppstrøms vandringshinder.



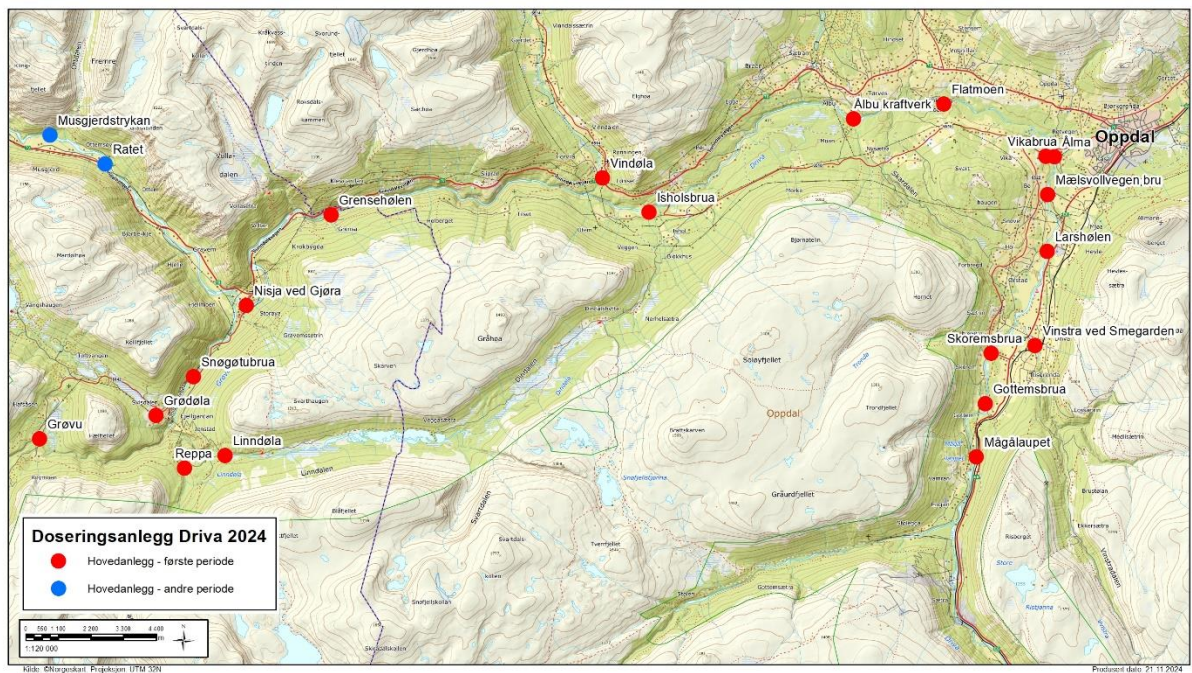
Figur 4. Vannføring fra Grøa og Driva kraftverk under behandlingen. Data fra NEAS AS og Trønderenergi.

Tidligere erfaringer fra behandlinger i Driva og Lærdalselva tilsier at det er gunstig med høy vannføring som dekker pytter og dammer langs elvekanten (Hindar mfl. 2015, Hagen mfl. 2021, Olstad mfl. 2023). Dette reduserer sannsynligheten for refugier for smittet fisk i disse områdene. Høy vannføring og dermed høy vannhastighet gir en god og stabil klorkonsentrasjon nedover elva. Stabil og tilstrekkelig høy vannføring er gunstig også i sidebekkene som behandles, slik at klorkonsentrasjonen opprettholdes på ønsket nivå fram til utløpet. Vannføringen ønskes likevel ikke så høy at det ikke kan doseres ut nok kjemikalier. Under behandlingen i 2024 var vannføringen normal til lav, med unntak av noen få tilfeller av vannføringsøkning. Dette var generelt gode vannføringsforhold for gjennomføringen av behandlingen.

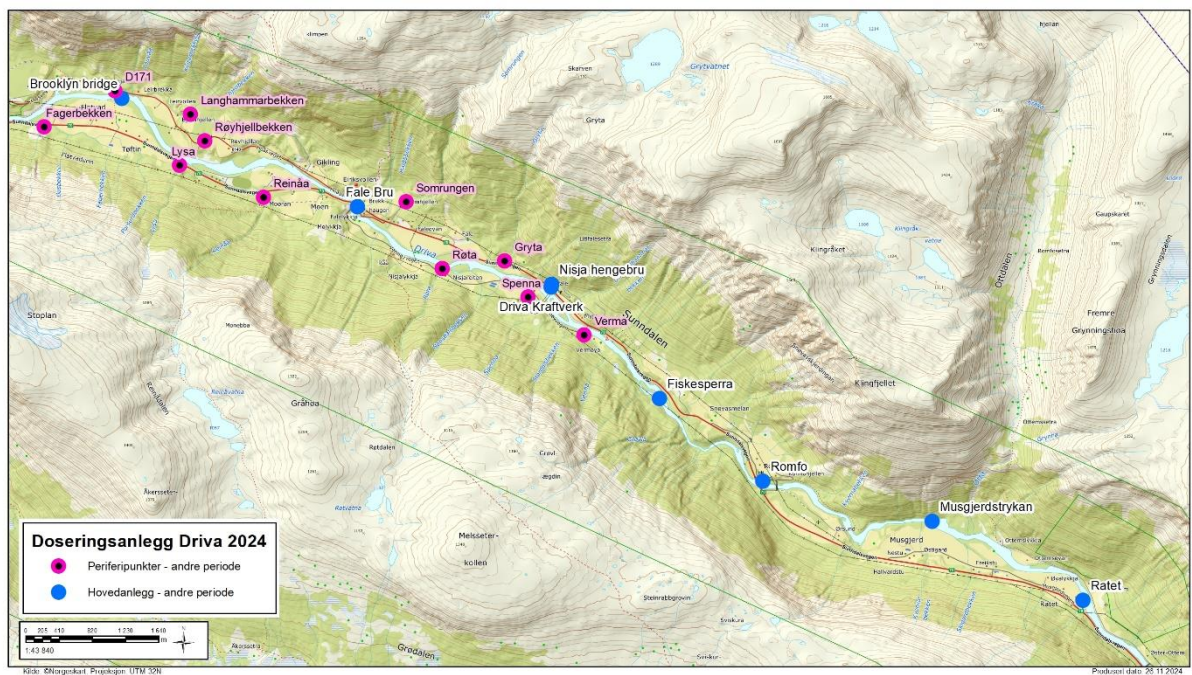
2.3 Behandling i hovedelv

For å lykkes med en klorbehandling må det være tilstrekkelig mengde klor i alt elvevannet til enhver tid, og gjennom en lang nok periode. Siden klorkonsentrasjonen reduseres med distanse og tid i vann er det viktig å ikke ha for lang avstand mellom doseringsstasjonene. Desto tettere doseringsstasjonene står i et vassdrag, desto jevnere klorkonsentrasjon oppnår man i elvevannet. Avstanden mellom doseringspunktene avhenger først og fremst av vannets transporttid mellom punktene. I strykstrøkninger kan man derfor ha lenger avstand mellom stasjonene sammenlignet med stilleflytende partier. Det er typisk 1-4 kilometer mellom stasjonene.

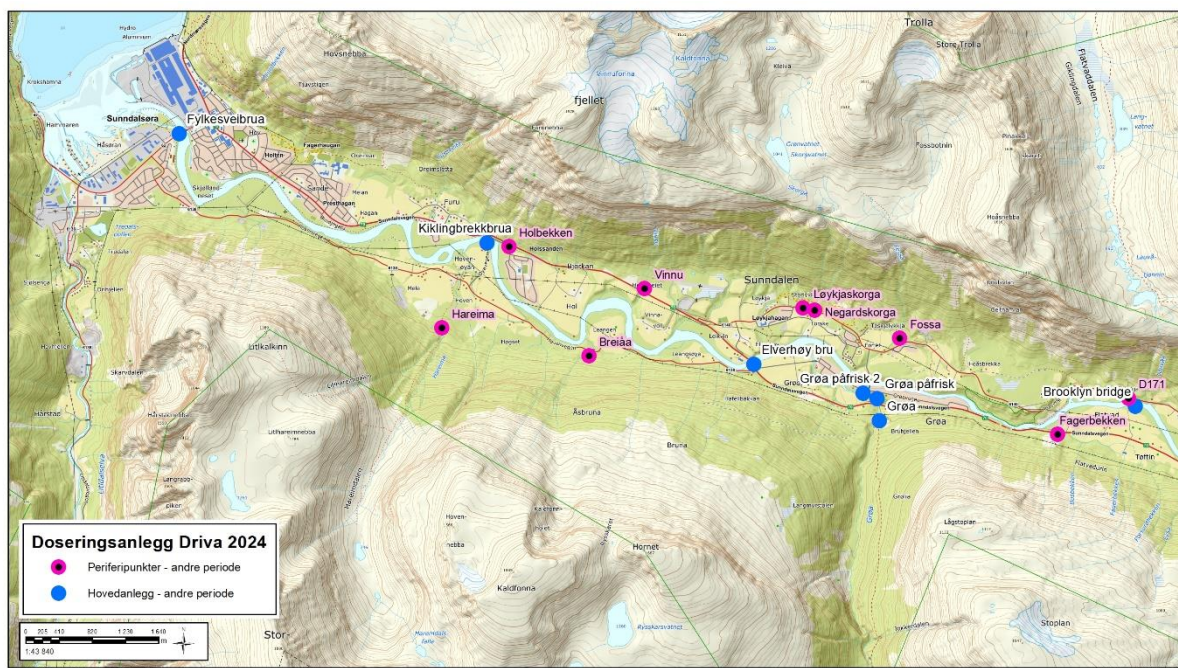
Det ble satt opp totalt 19 stasjoner i første behandlingsperiode (Figur 5) og 13 stasjoner i andre behandlingsperiode (Figur 6 og Figur 7). Av de totalt 32 doseringslokalitetene var det 17 stasjoner på lokaliteter som ikke har vært i bruk tidligere. Under behandlingen ble jobben med daglig tilsyn av stasjonene, kjemikalielogistikk og andre oppgaver fordelt på åtte lag á to personer. Den daglige tilsynsrunden bestod av innrapportering av kjemikalienivåer i IBC-dunkene, sjekk av alle komponenter i doseringsanlegget og sjekk av områdesikring.



Figur 5. Hoveddoseringspunktene under første behandlingsperiode.



Figur 6. Hoveddoseringspunktene og periferipunktene under andre behandlingsperiode, øvre deler av elva.



Figur 7. Hoveddoseringspunktene og periferipunktene under andre behandlingsperiode, nedre deler av elva.

2.4 Prinsippskisse og blanding av kjemikalier

Doseringskapene som ble brukt under tiltaket var de samme som ble benyttet i 2022 og 2023 (Olstad mfl. 2023, Olstad mfl. 2024). Det ble bygget tre nye skap før årets tiltak for å sikre at det var tilstrekkelig antall skap for det utvidede behandlingsområdet. Doseringsskapene er enheten som sørger for å blande kjemikaliene ammoniumklorid (NH_4Cl) og natriumhypokloritt (NaClO) sammen før doseringsløsningen blir ledet ut til elva. Kjemikaliene må fortynnes med ellevann før de blandes sammen for å sikre best mulige kjemiske betingelser for produksjon av monokloramin. For å sørge for en kontinuerlig strøm av vann gjennom skapene, ble det montert en lensepumpe langs elvebredden. Denne pumpet vann opp til doseringsskapet og videre tilbake til elva. Kjemikaliene blir tilsatt ved to punkter inni skapet. Vannstrømmen gjennom skapet blir avlest av en vannstrømsensor. Vannstrømmen varierte fra stasjon til stasjon avhengig av løftehøyde, slangestrek og lensepumpemodell, men lå typisk mellom 10-60 liter per minutt. Figur 8 viser et doseringsskap og dets komponenter.



- | | |
|---|--|
| 1. Lufterør for innkommende kjemikalier | 11. Bypass ventil for pH-sensor |
| 2. Ammoniumklorid inn i skap | 12. Bypass ventil for pH-sensor |
| 3. Hypokloritt inn i skap | 13. Tappeventil for prøvetaking av blandevann og utlufting ved tømning av systemet |
| 4. Kontrollpanel for start/stop system modus (man/auto) etc. samt lokalt display for pumpehastigheter | 14. Tappeventil for prøvetaking av blandevann og utlufting ved tømning av systemet |
| 5. pH-transmitter med lokalt display | 15. Tilbakeslagsventil |
| 6. Peristaltisk pumpe for dosering av ammoniumklorid | 16. Vannstrøm-måler |
| 7. Peristaltisk pumpe for dosering av hypokloritt | 17. Vann inn i skap |
| 8. Blanderør for hypokloritt | 18. Ferdig blandet doseringsløsning ut |
| 9. Blanderør for ammoniumklorid | 19. Åpne/stenge ventil på topp av lufterør |
| 10. Brønn for pH-sensor | 20. 4G antenner |
| | 21. Ventil for ammoniumklorid inn i blanderør |
| | 22. Ventil for hypokloritt inn i blanderør |

Figur 8. Komponentene som inngår i et doseringsskap. Bilde: Jarle Håvardstun/NIVA

2.4.1. Måling av vannføring i elvene

Beregning av vannføring på stasjonene ble basert på vannføringsmåling fra NVE sine stasjoner på Risefoss og Grensehølen. Stasjonen Elverhøy ble utelatt da det har vært endringer av elvestrukturen ved målepunktet i forbindelse med renovering av brua, og dataene er vurdert av oss som usikre.

Ved fiskesperra ble det installert vannstandsmåler av typen Maxbotix MB7389. Denne ultralydsensoren ble plassert i passende høyde over vannoverflaten for å måle avstanden ned til vannet. Måledataene ble deretter omregnet til vannstand i en programmerbar logisk styringsenhet (PLS) i doseringsskapet. Sensorene har en oppløsning på én millimeter og et måleområde fra 0,3 til 5 meter. Fordi den monteres over vannoverflaten, er de enkle å installere. Den målte vannstanden, kombinert med kjente sammenhenger mellom vannføring og vannstand, gjorde det mulig å beregne vannføringen fortløpende. Dette muliggjorde automatisk dosering av kjemikalier på fiskesperra. De øvrige doseringsanleggene i Driva ble styrt manuelt. I manuell modus ble justeringer gjort enten via 4G-nettverket eller direkte på touchdisplayet i doseringsskapet. Klordosen og vannføringen kan justeres uavhengig av hverandre. For eksempel kunne vannføringen økes for å opprettholde en konstant

klorkonsentrasjon når vannføringen steg. Det ble forsøkt å opprette nivåsensor og automatisk styring på Mågålaupet doseringsstasjon slik som det ble gjort i 2023, men siden doseringsutstyret ble flyttet til andre siden av elva var det ingen egnet plass for nivåsensoren.

2.4.2. Online overvåkning og datalogging

Doseringsskapene var koblet til 4G nettverket til enhver tid. Dette gjorde det mulig å kontinuerlig overvåke anleggene, samt lagre all data. PLS-en målte og logget data (vannhastighet gjennom skapet, pumpehastighet og pH) slik at det kunne fremstilles grafisk for ulike web-grensesnitt. Parametere slik som ønsket pumpepose og endringer i vannføring kunne justeres under drift gjennom fjerntilgang. Fjerntilgangen gjorde det også mulig å starte og stoppe anlegg uten å fysisk være til stede. Loggførte data ble benyttet under- og etter behandling for kontroll, dokumentasjon og oppfølging.

2.4.3. Overvåkning av operasjonelle grenseverdier

For å sikre stabil klordosering ble pH, vannstrøm gjennom skapet (l/min), strømforsyning og pumperotasjon overvåket kontinuerlig. Hvis noen av parameterne falt utenfor fastsatte grenseverdier, ble det sendt ut en alarm via SMS til vakttelefon. Vedvarende avvik utover fastsatte grenser førte til automatisk stopp. Overvåkning foregikk lokalt i PLS-en, og systemet kunne derfor stoppe doseringen selv om nettverksforbindelsen ikke var tilgjengelig. Et batteri gjorde det mulig å sende SMS til vakttelefonen hvis strømtilførselen ble brutt. Strømbrydd skjedde et fåtall ganger under behandlingen som følge av tomme bensindrevne aggregater. SMS-varsling fungerte slik det skulle.

2.4.4. Overvåkning av væsknivået i IBC

For å kunne overvåke kjemikalienivået i IBC-ene (hypokloritt og ammoniumklorid) på en god måte, ble det plassert ultralydsensorer på lokket til IBC-ene. Disse logget væsknivået to ganger i timen og sendte dataene til et web-grensesnitt. På denne måten kunne væsknivået overvåkes konstant og kontrolleres opp mot observasjoner fra den daglige kontrollen. Dette gjorde det mulig å regne ut omtrentlig når IBC-en ville gå tom.

2.5 Behandling i sidebekker

I dette kapittelet beskrives klorbehandling av utvalgte sidebekker nedstrøms fiskesperra (omtalt som «periferi»). Behandlingen ble begrenset til de spesifikke bekkene (se Tabell 2) for å prioritere ressurser og maksimere effekt innenfor rammene og formålet for behandlingen i 2024. For å sikre tilstrekkelig klorkonsentrasjon ble det brukt portable doseringsenheter i sidebekkene som skulle behandles. I motsetning til behandlingene i 2022 og 2023 (Olstad mfl. 2023, Olstad mfl. 2024), ble det ikke brukt hypoklorittstasjoner eller tablettstasjoner i 2024.

Behandlingspunktene i sidebekker ble rigget med anlegg for blanding av hypokloritt og ammoniumklorid til kloramin, slik at en stabil konsentrasjon av aktivt klor kunne opprettholdes over en lengre strekning. Doseringen foregikk ved at hypokloritt og ammoniumkloridløsning ble pumpet ned til en blandestav nedsenket i bekken (Bilde, Figur 9 og Figur 10). Selve innblandingen av kjemikaliene foregikk dermed i den nedsenkede blandestaven. Kjemikaliene ble pumpet ved hjelp av en tokenals peristaltisk slangepumpe. Doseringspumpen ble drevet av to 12V batterier koblet i serie. Som i 2023, ble det brukt to forskjellige størrelser av portable blandestasjoner i periferien (Olstad mfl. 2024). Dette innebar at det ved fem stasjoner; i Hareima, Somrungen, Fossa, Reinåa og Løykjaskorga ble laget blandestasjoner med større pumpekapasitet (tokenals peristaltisk slangepumpe), for å kunne oppnå tilstrekkelig behandlingsskonsentrasjon (Figur 10).

Pumper og batterier ble oppbevart i plastkasser for å unngå direkte regn, og for å redusere faren for kontakt med dyr eller mennesker. Alle stasjoner av disse typene ble behørig merket med informasjon om prosjektet og med HMS-informasjon som gjelder aktuelle kjemikalier og farer forbundet med kontakt eller utslipp. I tillegg ble det satt opp rødt og hvitt plastbånd rundt stasjonene for å vise at det ikke var tilrådelig å nærme seg stasjonene (Figur 9 og Figur 10).

Det generelle prinsippet for behandling i sidebekkene var å plassere anlegg så langt opp i bekken som tilrådelig innenfor det strekket som kan være lakseførende. Denne stasjonen ble referert til som en toppdoserer i den aktuelle bekken. For å opprettholde tilstrekkelig klorkonsentrasjon langs strekningen mellom toppdosereren og hovedelva (inkludert små evjer og kiler), ble det i flere bekker også satt ut påfriskstasjoner. Plasseringen av påfriskstasjonene ble basert på *in situ*-målinger av klorkonsentrasjonen, ved hjelp av komparator (se kap. 2.7.3) langs de aktuelle strekningene, samt erfaringer fra behandlingene i 2022 og 2023. Dette medførte at antall stasjoner og avstanden fra toppdosereren varierte mellom de forskjellige bekkene (se kart, Figur 6 og Figur 7).



Figur 9. Ferdig rigget og startet blandestasjon i sidebakk til Hareima (D84). Foto: Rolf Sivertsgård/NINA



Figur 10. Ferdig rigget og startet blandestasjon i Fossa. Dette er toppdosereren i Fossa, hvor det ble brukt stor pumpe for innblanding av kjemikalier. Foto Enghild Steinkjer/NINA

Alle vannforekomster i regionen har vært kartlagt av Veterinærinstituttet, seksjon for miljø og smittetiltak. Denne kartleggingen, i tillegg til flere befaringer i området, ble lagt til grunn under planleggingen av behandlingene i periferien i 2022 og 2023 (Olstad mfl. 2023 og 2024). Strategi og utvalg av stasjoner til behandlingen i sidebekker i 2024 ble basert på samme kartlegging samt erfaringer fra de to foregående behandlingene. Dette dannet grunnlaget for å forhåndsklassifisere områder som enten sannsynlige kandidater for behandling med CFT-legumin eller mulige områder for klorbehandling. Vurdering av tiltaksstrategien, og hvorvidt noe burde endres under rigging og behandling, ble deretter gjort fortløpende. Alle slike vurderinger ble gjort i samarbeid med aksjonsledelsen fra Veterinærinstituttet, som hadde ansvar for behandling med CFT-legumin.

Ved oppstart av pumpestasjoner ble det gjort en skjønnsmessig vurdering av vannføring for bestemmelse av startdose. Justering av doser ble gjort fortløpende på bakgrunn av komparatoranalyser av klorkonsentrasjonene.

Tabell 2. Oversikt over antall stasjoner i sidebekker hvor det ble dosert klor i 2024

Bekk	Antall stasjoner
Verma	1
Spenna	1
Røta	1
Gryta	1
Somrungen	1
Røyhjellbekken	2
Langhammarbekken	2
Fossa	2
Negardskorga	1
Løykjaskorga	3
Reinåa	3
Lysa	1
Fagerbekken	1
Breiåa	2
Hareima	3
Vinnu	1
Holbekken	1

For å oppnå tilfredsstillende effekt ble det lagt opp til behandling med konsentrasjoner på 15 til 20 µg aktivt klor per liter vann. Dette sørget for nødvendig klorkonsentrasjon over tilstrekkelig tid, i tråd med målsettingen. For å sikre og dokumentere god behandling ble det gjort daglige analyser av vannprøver fra prøvepunkter før samtløp med en annen behandlet vannvei. Vannprøvene ble analysert ved hjelp av komparator. Ved avvik i forhold til målkonsentrasjon ble det gjort manuell justering av den aktuelle pumpen, etterfulgt av ny analyse med komparator. I tillegg til analyse av vannprøve ble det samtidig gjort rutinemessig kontroll av hver enkelt doseringsstasjon for å sikre god drift med tanke på HMS og kvalitet.

Det daglige ettersynet og justeringer av periferistasjonene ble fordelt på inntil fire lag á to personer. I tillegg til justeringer og analyse som beskrevet over, rapporterte lagene også analyseresultater og eventuelle feil eller justeringsbehov. Dette ble gjort digitalt på stedet og sendt inn til feltledelsen, slik at alt kunne etterfølges og kontrolleres fortløpende.

I tillegg til driftslagene var det tilgjengelig ett lag á to personer. Lagets primæroppgave var å rette opp eventuelle feil på anlegg, i tillegg til å stå for driften av blandestasjonene i de største sidebekkene. Denne arbeidsfordelingen sikret daglig ettersyn og løpende feilretting på alle operative stasjoner.

2.6 Behandling i andre områder

2.6.1. Driva- og Grøa kraftverk

Vanntilførselen fra Driva kraftverk og Grøa kraftverk representerte et betydelig bidrag til vannføringen i Driva (Figur 4) og måtte behandles med klor for å unngå fortykning i hovedelva. Behandlingen fra Driva kraftverk ble gjennomført på samme måte som tidligere år (se f.eks. Olstad mfl. 2024), med kjemikalier tilsatt i utløpsvannet rett bak turbinene inne i kraftverket. I tillegg ble en sidestrøm av doseringsløsningen ledet ut i en transporttunell («sideløp» i krafttunellen) for å sikre behandling av dette vannvolumet.

Ved behandlingen i 2023 ble det dosert klor ved inntakstunellen ved Dalavatnet for å sikre behandling av hele Grøa kraftverk (Olstad mfl. 2024). Av hensyn til budsjett og logistikk ble dette anlegget flyttet til en plass nær utløpet av kraftverkstunellen i 2024. Dette doseringsanlegget pumpet doseringsløsning til både utløpsvannet av Grøa Kraftverk og til vannet som går i naturlig elveløp i Grøa.



Figur 11. Kjemikalier og doseringsskap i Driva kraftverk. Foto Jarle Håvardstun/NIVA

2.6.2. Evaluering av behandlingseffekt i utvalgte områder

Underveis i behandlingsperioden hadde ett lag i oppgave å undersøke effekten av behandlingen ut over den daglige oppfølgingen av anlegg. Dette ble gjort ved å oppsøke utvalgte områder hvor topografi, tilsig og/eller strømforhold potensielt kunne føre til fortykningseffekter med reduksjon av klorkonsentrasjonen. Eksempler på slike områder var utløp fra ubehandlede bekker, innblanding av grunnvann, eller der behandlet vann var blitt presset gjennom porøse masser (for eksempel sand og grusforekomster langs elveløpet). I disse områdene ble det tatt vannprøver og brukt komparator for å analysere klorkonsentrasjonen (se kap. 2.7.3). Ved funn av lavere klorkonsentrasjon enn ønsket ble det iverksatt tiltak, enten i form av klortabletter ved diffuse oppkommer, eller bruk av CFT-legumin. I områder hvor det ble gjennomført tiltak med klor ble det også tatt prøver i etterkant for å vurdere effekten av tiltaket.

2.7 Bestemmelse av klorkonsentrasjon

Det er brukt to ulike metoder for å analysere vannets klorkonsentrasjon: Én enkel komparatormetode som brukes mest ute i felt og én mer omfattende og nøyaktig laboratorieanalyse på feltlaboratoriet. Metodene er beskrevet i sin helhet i kapitlene nedenfor (Kap 2.7.3 og 2.7.2). Analyser av klorkonsentrasjonen i elvevannet er viktig for gjennomføring av klorbehandlinger. Som i de tidligere behandlingene (Olstad mfl. 2023, Olstad mfl. 2024), ble konseptet *mikrogramdøgn* brukt for å vurdere effekten av behandlingen. Mikrogramdøgn representerer antall mikrogram aktivt klor i vannet over en tidsperiode. Eksempelvis vil 10 mikrogram per liter i 10 døgn utgjøre 100 mikrogramdøgn. Erfaringene fra forsøk i utviklingen av klormetoden tilsier at 70 mikrogramdøgn har en svært god effekt mot parasitten i et forsøksoppsett, og at 90 mikrogramdøgn fjerner den helt (Hytterød mfl. 2021, Olstad mfl. 2021). For å ta høyde for variasjoner i klorkonsentrasjon i elva, for eksempel som følge av lokale tilsig og fortykning, var det vurdert som ønskelig å oppnå rundt 180 mikrogramdøgn ved hver vannprøvestasjon.

2.7.1. Vannprøver fra hovedelvene

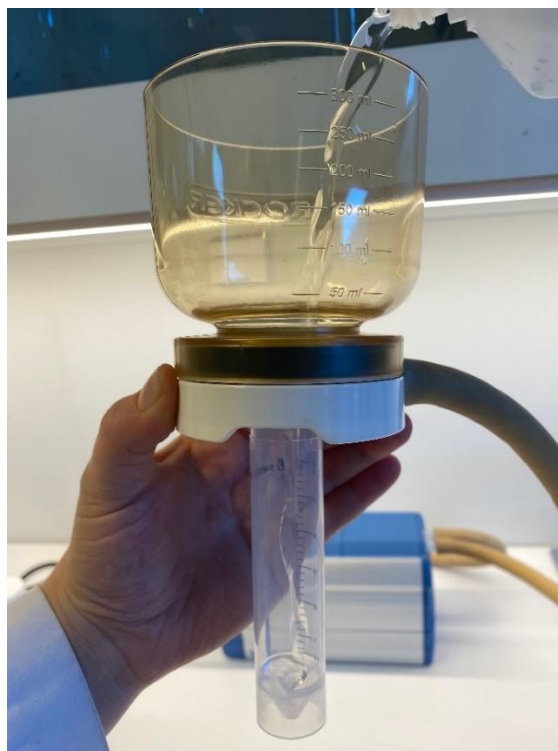
Det ble hentet inn vannprøver fra en rekke lokaliteter hver morgen gjennom behandlingsperioden. I første behandlingsperiode hentet prosjektdeltakerne selv vannprøvene på 13 ulike lokaliteter, mens Sunndal Jeger- og Fiskeforening bisto i innhenting av vannprøver fra 15 lokaliteter i andre behandlingsperiode. Vannprøvene ble hentet like oppstrøms hvert doseringspunkt. Prøvepunktene representerte området på elvestrekningen der klorkonsentrasjonen potensielt ville være lavest, og på denne måten ble det sikret at hele elva ble effektivt behandlet. Det ble også tatt daglig vannprøve ved utløpet til Driva for å overvåke konsentrasjonen ved elvemunningen. Vannprøvene ble tatt med justerbar vannprøvehenter, en teleskopstang med en plastkopp på enden. Denne ble senket ned omtrent 5-10 centimeter under overflaten i vannstrømmen, og innholdet ble overført til en 0,5L prøveflaske. Prøvene ble levert til feltlaboratoriet for analyse snarest mulig etter innhenting.

2.7.2. Kloranalyse på feltlaboratoriet

Hver vannprøve ble filtrert som tre replikater til tre sentrifugerør gjennom et membranfilter med porestørrelse 0,45 µm ved hjelp av en vakuumpumpe (Figur 12). Filtratet (25 ml) ble tilsatt 0,15 ml fosfatbuffer¹ og deretter ristet før 0,15 ml av en fargereagens basert på N,N-dietyl-p-fenylendiaminsulfat (DPD)² ble tilsatt. Til slutt ble alle prøvene tilsatt én dråpe med mettet kaliumjodidløsning og ristet. Prøvene stod deretter beskyttet fra direkte lys i 60 minutter før absorbans av lys med bølgelengde 510 nm ble målt med et Shimadzu UV1240 mini-spektrofotometer i kyvetter med fem centimeter lysvei. Absorbans i ubehandlet elvevann (referanseprøven) ble trukket fra og differansen mellom resultat i referansevann og prøve ble brukt til å beregne klorkonsentrasjonen (aktiv klor) basert på en standardkurve. Referanseprøvene ble hentet oppstrøms øverste doseringspunkt og ble testet mot ubehandlet vann nedover elva før doseringsstart for å bekrefte at referanseverdien var representativ nedover vassdraget.

¹ 30 g dinatriumhydrogenfosfat, 46 g kaliumdihydrogenfosfat og 0,8 g dinatrium-EDTA i 1 liter MilliQ

² 1,5 g DPD, 2 ml konsentrert svovelsyre og 0,2 g dinatrium-EDTA i 1 liter MilliQ



Figur 12. Hver vannprøve ble filtrert gjennom et membranfilter ved bruk av en vakuumpumpe før tilsetning av reagenser. Vannprøvene ble analysert som tekniske triplikater. Foto: Anne Luise Ribeiro/NIVA

I Driva kraftverk og Grøa kraftverk var det ikke mulig å samle inn vannprøver oppstrøms doseringspunktet som med sikkerhet kunne brukes som referanse for kloranalyse. Det var da nødvendig å bruke behandlet vann tilsatt avkloringsmiddel fra HACH (malonsyre $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$) for å redusere klorkonsentrasjonen i vannet til null. Avkloringsmiddelet har også en viss effekt på fargereaksjonen til DPD, noe det måtte korrigeres for. Dette ble gjort ved å ta hensyn til avkloringsmiddelets effekt på reelle referanseprøver uten klorinnhold.

Det ble laget en standardkurve hver morgen ved å fortynne konsentrert hypokloritt med kjent konsentrasjon til 50 ml MilliQ-vann (Figur 13). Deretter ble 0,3 ml fosfatbuffer og 0,3 ml DPD tilsatt til alle prøverørene. Rørene ble ristet etter tilsetning av hvert kjemikalium før de ble satt mørkt i 15 minutter. Absorbans ble deretter avlest i spektrofotometer. Reagenser til kloranalysen ble lagd omtrent hver andre dag på feltlaboratoriet. Ved hver produksjonsrunde ble det laget nok til å fordele ut reagensene til periferilagene og deres komparatorsett. Feltlaboratoriet og periferilagene med komparatorer brukte dermed alltid samme løsning.



Figur 13. Standardene ble lagd ferske hver morgen og dannet beregningsgrunnlag for klorkonsentrasjonene som ble målt utover dagen. Foto: Marit Måsøy Amundsen/Veterinærinstituttet

2.7.3. Kloranalyser ved bruk av komparator

I perifer vannforekomst, slik som sidebekker, ble klorkonsentrasjonen målt hver dag ved bruk av komparator av merket Lovibond Nessleriser 2150 (Figur 14). Denne metoden gir ikke et like nøyaktig analysesvar som laboratorieanalyser, men den kan gjennomføres ute i felt og analysesvaret foreligger innen 10 minutter. Det ble brukt komparator med to rør på 113 mm og en fargeskive med nyanser av magenta, tilpasset DPD som fargereagens. Analysen ble utført ved å fylle de to rørene med 50 ml ellevann. Deretter ble det i det ene røret tilsatt syv dråper fosfatbuffer, syv dråper DPD og én dråpe mettet kaliumjodidløsning før begge rørene ble satt inn i komparatoren. Fargeskiven med ulike fargenyanser av magenta dekket det reagensfrie prøverøret. De ulike magenta-nyansene er knyttet til en kjent klorkonsentrasjon og fungerer som en referanse mot det andre prøveglasset tilsatt reagenser. Etter ett minutt ble prøvene avlest ved at skiven ble rotert til fargen stemte overens med den aktuelle vannprøven.

Under perioder med høy vannføring vil ellevannet vanligvis være mer partikkelrikt. Finkornede partikler kan påvirke analysene i feltlaboratoriet ved å øke absorbansen under måling av klor, noe som gir usikre målinger. Som en støtte i vurderingen av analysesvarene, ble det derfor valgt å gjennomføre komparatortester av vannprøvene parallelt med tradisjonell analyse under hele behandlingsperioden.



Figur 14. Avlesing av estimert klorkonsentrasjon ved hjelp av komparator. Foto: Kjetil Olstad/NINA

2.7.4. Beregning av klorforbruk

Begrepet klorforbruk brukes for å forklare hvor stor andel av en tilsatt dose monokloramin som blir brutt ned momentant etter tilsetning. Et høyt klorforbruk er ikke gunstig siden kjemikalieforbruket blir høyt og varigheten av klorkonsentrasjonen også erfaringsmessig blir dårligere sammenlignet med en vannforekomst som har lavt klorforbruk. Klorforbruket varierer i løpet av en behandling, særlig i forbindelse med større vannføringsendringer. Organisk materiale, mangan og lav pH er eksempel på faktorer som påvirker klorforbruket negativt. For å bestemme klorforbruket til en vannforekomst titreres vannet med klor. Det vil si at det tilsettes relevante doser monokloramin til vannprøver for deretter å måle hvor mye aktivt klor som er igjen i prøvene. Bestemmelse av aktivt klor ble utført etter 30 minutters reaksjonstid. Prøvene ble tilsatt henholdsvis 0, 50, 100 og 150 µl av en monokloraminløsning (400 mg Cl₂-ekvivalenter/l). Dette tilsvarer tilsats av 0, 40, 80 og 120 µg aktiv klor (som monokloramin) per liter (heretter kalt nominell konsentrasjon). Klorforbruk (%) er betinget av dose og reaksjonstid og ble beregnet som $X\% = 100 \cdot (1 - \text{målt konsentrasjon} / \text{nominell konsentrasjon})$. Klorforbruket ble undersøkt etter behov, to ganger under første behandlingsperiode og én gang under andre behandlingsperiode.

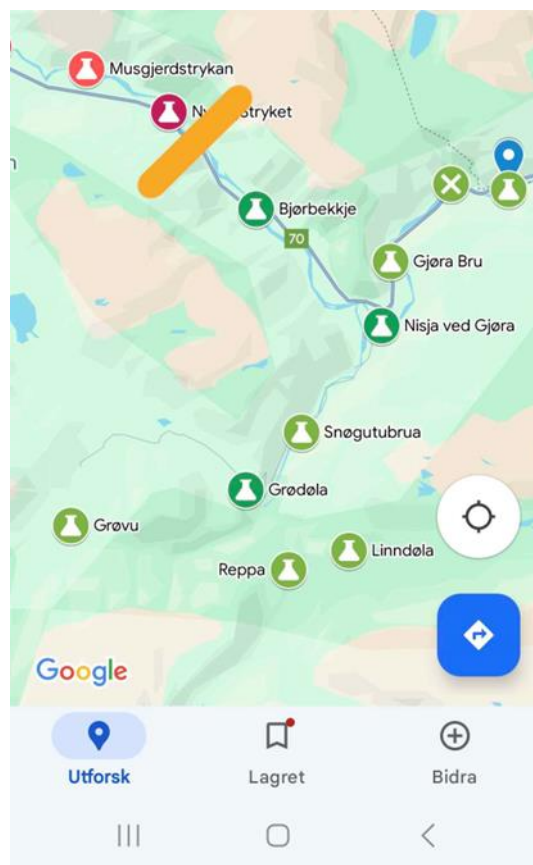
2.8 Kartløsning og navigering i felt

For å sikre god oversikt over alle doseringsstasjonene under behandlingene ble det, som i de foregående årene, besluttet å bruke en dynamisk kartløsning i Google myMaps (Figur 15). Ved å dele

lesetilgang til kartet med alle feltmedarbeiderne hadde de oppdatert informasjon om samtlige punkter til enhver tid. Feltledelsen hadde redigeringstilgang til kartet og kunne enkelt opprette/slette punkter, eller legge til informasjon i eksisterende punkter. Enkelte brukte også applikasjonen «Norgeskart friluftsliv» som supplement for fin-navigering i perifere områder. «Norgeskart friluftsliv» har høyoppløselig topografisk kart over Norge og egner seg bedre hvis man befinner seg utenfor kjent terreng.

2.9 Rapporteringsverktøy i felt

Under behandlingen i 2022 ble det opprettet et system for innrapportering av avvik via FastField-appen. Ved å skreddersy rapporteringsskjemaer i appen kan det samles inn ønskete data. Det ble opprettet ulike skjemaer for ulike formål. Verktøyet fungerer slik at alle medarbeidere legges til i en felles gruppe med tilgang til ulike rapporteringsskjemaer. Ved besøk på en doseringslokalitet åpnes tilhørende skjema og sendes inn før man forlater lokaliteten. Et slikt skjema fungerer også som en huskeliste over gjøremålene som skal sjekkes ved lokaliteten samt at man gjennom dette skjemaet informerer om eventuelle feil, mangler eller andre avvik ved lokaliteten. Alle avvik fra året før ble gjennomgått og tiltak ble innført i prosedyrer for å sikre etterlevelse i feltperioden 2024.



Figur 15. Skjerm bilde av google my maps for området rundt Gjøra med doseringsstasjonene merket i kartet

2.10 HMS og informasjon

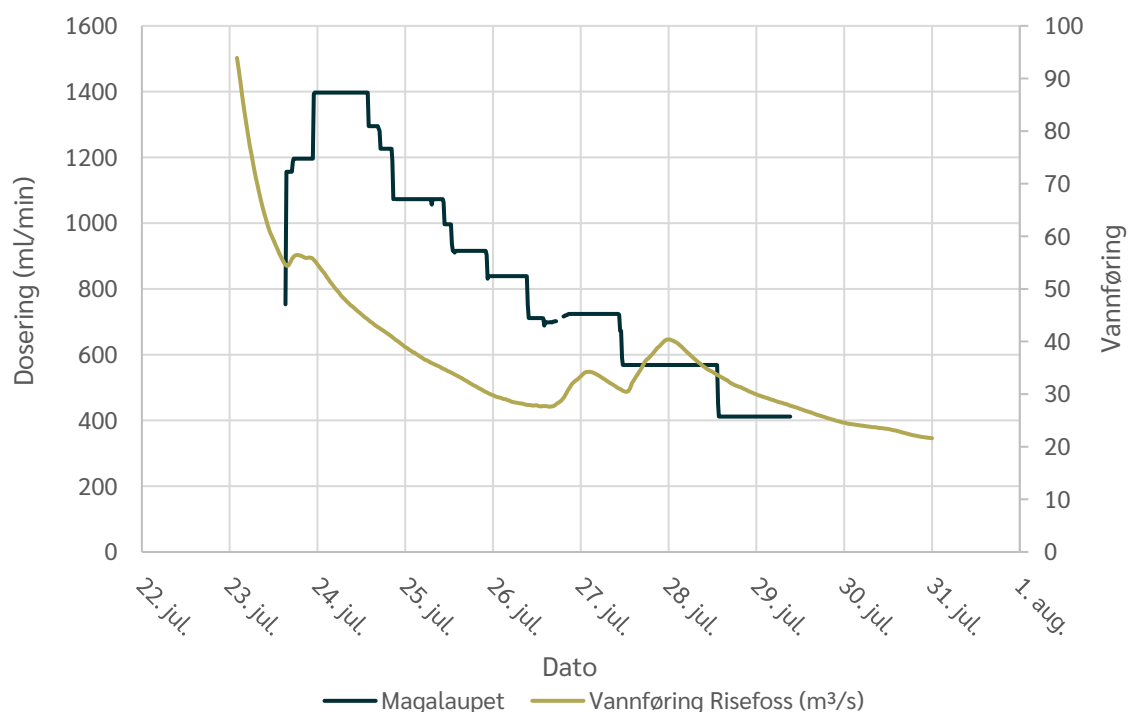
Under tidligere behandlinger i Driva har det blitt gjennomført flere tiltak for å sikre tryggheten for de ansatte og for publikum. Fra oppstrøms-behandlingen i 2023 ble det gjort gode erfaringer med bruk av byggegjerder rundt hovedstasjonene. Dette ble videreført til årets behandling hvor nesten alle stasjonene var omsluttet av byggegjerder låst med kjetting. Plassering av doseringsrør ned i elven ble vurdert og justert i samråd med Opplev Oppdal for å unngå at padlere kunne bli eksponert for kjemikalier. Doseringsrørene ble også merket med gul tape og fareskilt for god synlighet. Det ble hengt opp informasjonsplakater på lokale campingplasser, butikker og populære utfartssteder. Det ble også sendt ut meldinger på SMS til innbyggere innenfor behandlingsområdet, og til padlere gjennom mobilapplikasjonen River App. Det ble i tillegg lagt ut nyhetssaker om behandlingen på Oppdal og Sunndal kommuner sine hjemmesider.

3 Resultater

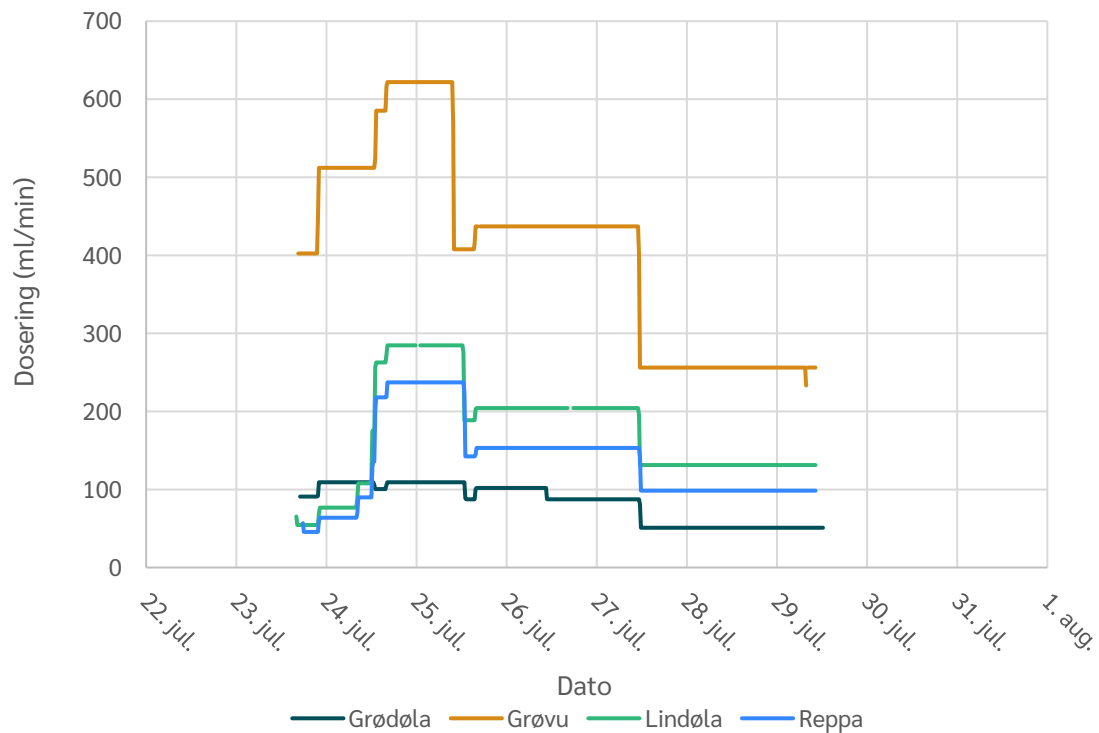
3.1 Doseringssystemene i hovedelv

Doseringsanleggene fungerte i hovedsak stabilt og som planlagt gjennom begge behandlingsperiodene. Under starten av den første perioden, da vannføringen var høy, oppstod noen driftsavvik. Disse var vanligvis forårsaket av at organisk materiale, som gress og mose, ble sugd inn i vannpumpene. Dette materialet festet seg så til vannstrømsmålerne, noe som førte til feilmålinger og automatisk stans av anlegget. I den andre behandlingsperioden var det færre avvik, takket være den mer stabile vannføringen som førte til mindre organisk materiale i elva. For å redusere problemer med vannstrømsensorene i fremtiden vil det bli gjennomført utbedringer på pumpene.

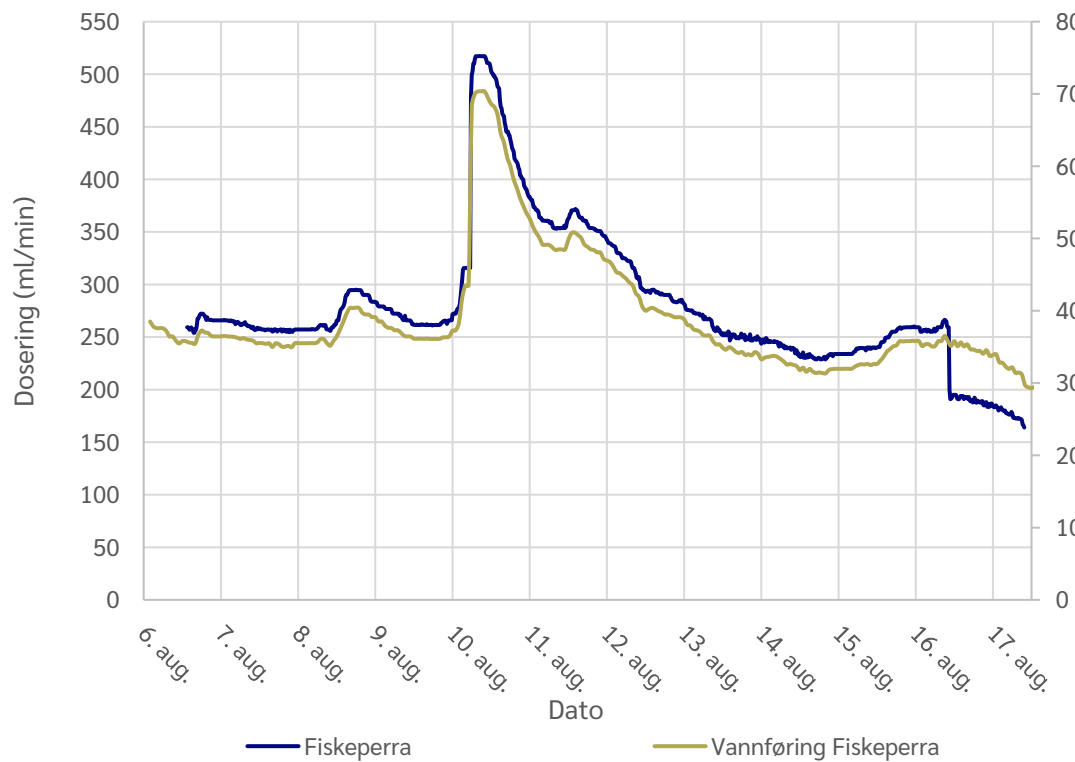
Doseringen fra Mågålaupet var proporsjonalt høyere i forhold til vannføringen i starten av perioden på grunn av høyt klorforbruk, men ble senere gradvis redusert mer enn vannføringsreduksjonen skulle tilsi (Figur 16). Det høye klorforbruket skyldes at innholdet av organisk materiale i vannet var høyere i forbindelse med vannføringsøkningen, men det ble senere redusert når vannføringen gikk ned og vannet ble klarere. Justering av doseringen ved Mågålaupet og andre stasjoner i hovedelva Driva ble gjort manuelt basert på vannføringsdata fra NVE. Ved stasjonene i Grøvu ble doseringen justert manuelt basert på målte klorkonsentrasjoner (Figur 17). Under andre behandlingsperiode ved fiskesperra ved Snøvasmelan ble doseringen styrt automatisk etter beregnet vannføring basert på prosjektets egen vannstands sensor på stedet (Figur 18). De øvrige anleggene ble styrt manuelt under andre behandlingsperiode. Det ble totalt dosert 110 tonn klørøsning og 13 tonn ammoniumklorid under begge behandlingsperiodene.



Figur 16. Sammenstilling av doseringsvolum (ml/min) og vannføring ved doseringsstasjonen Mågålaupet (vannføringsstasjon Risefoss, NVE stasjonsnummer 109.9.0) under første behandlingsperiode.



Figur 17. Sammenstilling av doseringsvolumene (ml/min) ved de ulike toppdoseringsstasjonene i Grøvu under første behandlingsperiode. Påfriskstasjonen lenger ned i Grøvu er ikke tatt med.



Figur 18. Sammenstilling av doseringsvolum (ml/min) og vannføring ved doseringsstasjonen på fiskesperra ved Snøvasmelan under andre behandlingsperiode.

I løpet av hele behandlingen (begge periodene) ble det observert noe lokal fiskedødelighet ved totalt fire områder i hovedelva. Felles for disse var at død fisk ble funnet i områder umiddelbart nedstrøms doseringsstasjoner. I første behandlingsperiode ble slike observasjoner gjort ved Vikabrua, Flatmoen og Ålbu kraftverk. I andre behandlingsperiode ble slike observasjoner gjort ved påfriskningsstasjonen i Grøa. Årsaken til dødeligheten antas å være giftige konsentrasjoner av klor som følge av lokal, suboptimal innblanding i forbindelse med punktdosering.

3.2 Vannkjemi i hovedelvene

3.2.1. Vannkjemiske forutsetninger

I første behandlingsperiode ble vannprøver for kjemisk karakterisering tatt etter at behandlingen var ferdig. For andre behandlingsperiode ble det tatt prøver ved tre anledninger: Fra omtrent midten av behandlingen, mot slutten og etter at behandlingen var ferdig (Tabell 3). Vannet i Driva er vanligvis svært klart med konsentrasjon av organisk materiale (TOC) omkring 1 mg/l. Klornedbrytningen har i tidligere undersøkelser vært sterkt korrelert med KOF-Mn, jern, mangan og TOC, men KOF-Mn ser ut til å kunne være viktigst for nedbrytningen av klor («klorforbruket»). Klorforbruket øker typisk med økende verdier for KOF-Mn (Hagen mfl. 2021). TOC og KOF-mn holdt seg rundt samme nivå både før, under og etter behandlingen andre behandlingsperiode. Det ga gode forutsetninger for en vellykket behandling.

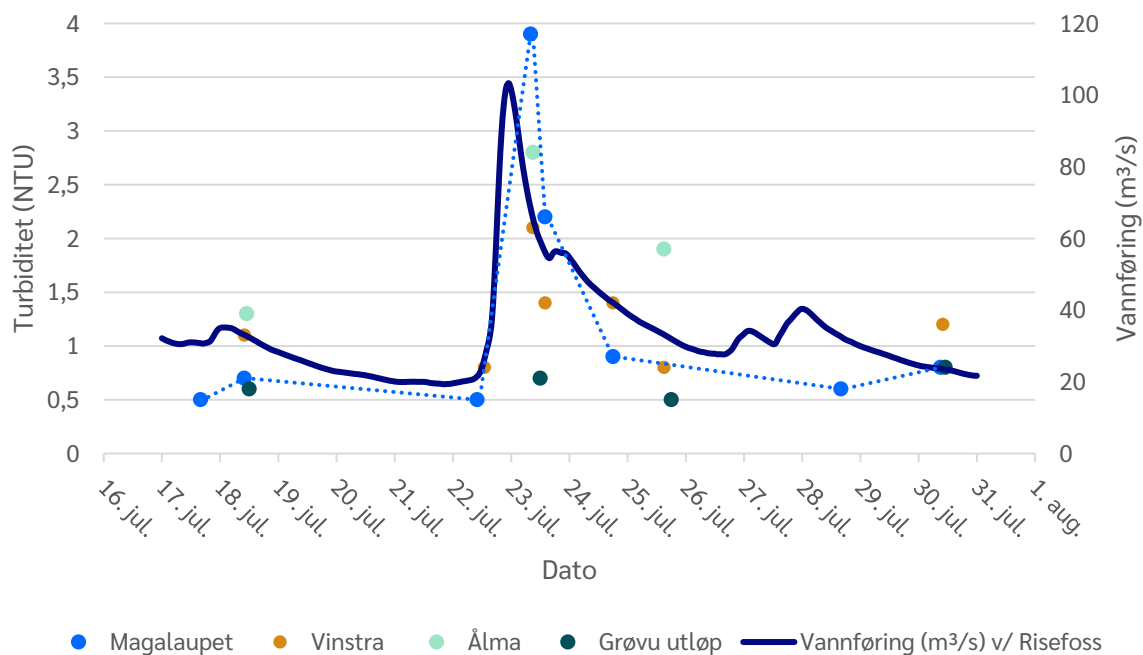
Tabell 3. Oversikt over kjemiske analyseresultater fra prøvene som ble tatt i Driva under dosering i 2024. Analysene ble utført av NIVAlab samt hos underleverandør Eurofins. Prøver tatt 30. juli var etter doseringen i første behandlingsperiode, prøver tatt 5., 9. og 19. august var tatt før, under og etter andre behandlingsperiode i Driva. Kond. er forkortelse for konduktivitet, Alk. er forkortelse for alkalinitet.

Stasjon	Måleparameter							
	Dato	Fe	Mn	TOC	KOF-Mn	Kond.	pH	Alk.
	2024	µg/l	µg/l	mg/l	mg O2/l	mS/m		mmol/l
Mågålaupet topp	30.07	11	0,54	1,0	1,0	3,07	7,19	0,238
Vinstra (v. Smegården Camping)	30.07	4,5	0,19	1,0	0,90	8,22	7,75	0,728
Isholsbrua	30.07	12	0,85	1,2	1,1	4,12	7,33	0,313
Bjørbekkje	30.07	11	0,60	1,0	1,0	3,30	7,22	0,239
Grøvu utløp	30.07	8,3	0,38	0,68	0,96	1,98	6,93	0,133
Ratet Oppstrøms	05.08	91	4,91	1,7	1,5	3,74	7,20	0,264
Driva Kraftverk	05.08	17	1,09	0,89	0,97	1,82	6,67	0,085
Grøa Kraftverk	05.08	16	1,31	1,3	1,2	1,70	6,66	0,098
Driva bru	05.08	29	1,63	1,0	1,0	3,33	7,22	0,226
Ratet Oppstrøms	09.08	14	0,53	1,1	1,0	3,63	7,30	0,262
Driva Kraftverk	09.08	17	0,72	0,82	0,83	1,98	6,70	0,089
Grøa Kraftverk	09.08	11	1,13	1,1	1,1	2,17	6,89	0,122
Driva bru	09.08	19	1,75	1,2	1,0	3,65	7,17	0,224
Ratet Oppstrøms	19.08	9,8	0,94	1,1	0,91	4,04	7,38	0,280
Driva Kraftverk	19.08	19	0,72	0,75	0,71	1,98	6,73	0,087
Grøa Kraftverk	19.08	9,5	0,79	1,1	1,0	2,01	6,95	0,122
Driva bru	19.08	15	1,11	0,91	0,89	3,61	7,25	0,228

3.2.2. Turbiditet under behandlingene

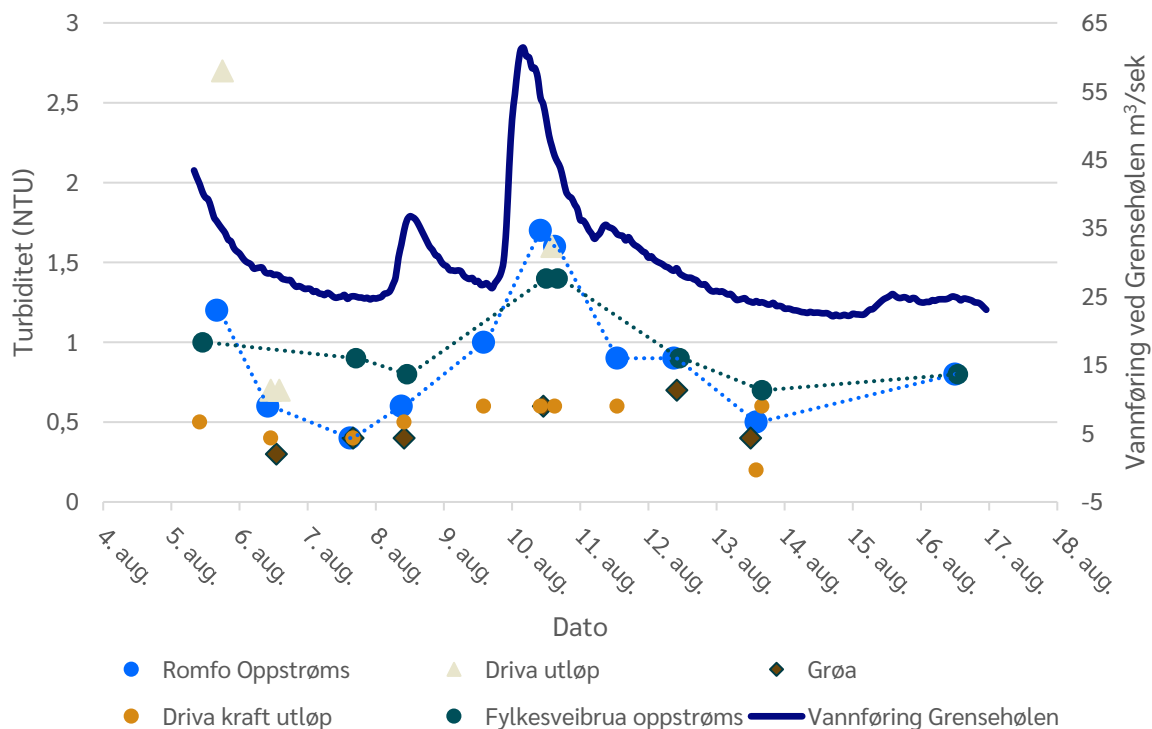
Under den første perioden før oppstart (18. juli) var turbiditeten lav ved Mågålaupet og i sideelvene Ålma, Vinstra og Grøvu. I forbindelse med vannføringsøkningen 22.-23. juli ble turbiditeten forhøyet ved Mågålaupet (3,9 NTU). Sideelvene Ålma (2,8 NTU) og Vinstra (1,4 NTU) hadde også forhøyet turbiditet på dette tidspunktet. Sideelva Grøvu lenger ned i vassdraget hadde imidlertid ingen endring i turbiditet, og vannet var klarere med verdier mellom 0,5 og 0,8 NTU (Figur 19). Dette kan skyldes både mindre nedbør og/eller andre forhold i dette nedbørsfeltet. Høyere turbiditet ved vannføringsendringer vil ofte kunne bety at vannet også inneholder en del organisk materiale (TOC). Økning i TOC fører oftest til at klorforbruket øker. Senere målinger under behandlingen viste at turbiditet gikk tilbake til lave verdier mellom 0,8 og 1,2 NTU (Tabell 1) i sideelvene. Ålma var noe mer partikkelrik enn Driva hovedelv, mellom 1,3 og 2,8 NTU, og gikk tilsynelatende saktere tilbake til lavere turbiditetsverdier (målinger etter 25. juli mangler). Med unntak av høyere turbiditet (og dermed klorforbruk) i dagene

etter oppstart av behandlingen, var turbiditeten og klorforbruket lavt og hadde ikke negativ effekt på behandlingen. Turbiditetsmålinger fra flere stasjoner enn det som er omtalt her kan sees i Tabell 9



Figur 19. Turbiditet ved stasjonene Mågålaupet, Ålma, Vinstra og Grøvu utløp under første behandlingsperiode. Vannføringen ved Riseffoss er hentet fra Sildre.no (stasjon 109.9.0).

Ved oppstart av andre periode var turbiditeten ved Romfo 0,6 NTU (Figur 20). I forbindelse med vannføringsøkningen 10. august økte turbiditeten på stasjonen til 1,7 NTU. Tilsvarende økning ble også målt ved de andre stasjonene i hovedelva, med unntak av sidetilførselene fra Grøa og Driva kraftverk der turbiditeten var uendret og lå mellom 0,2 og 0,8 NTU i hele perioden.



Figur 20. Turbiditet ved stasjonene Romfo, Fylkesveibrua og Driva utløp, i tillegg til det behandlede vannet fra Driva kraftverk og Grøa under andre behandlingsperiode. Vannføringen er fra Grensehølen målestasjon (kilde: Sildre.no, stasjon 109.20.0).

3.2.3. pH og konduktivitet under behandlingene

Verdiene for konduktivitet og pH i Driva under første behandlingsrunde viste ingen betydningsfulle forskjeller mellom prøvestasjonene og de ble derfor slått sammen av praktiske hensyn (Tabell 4). Konduktivitet og pH var høyere i Vinstra enn hovedelva Driva, men begge elvene hadde pH-verdier som ikke påvirket nedbrytningen av klor negativt.

Tabell 4. Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$) og pH i Driva og Grøvu med sideelver under første behandlingsperiode

Driva Oppstrøms	Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				pH			
	Gjennomsnitt	Maks	Min	Antall målinger	Median	Maks	Min	Antall målinger
Driva hovedelv	35	45	23	79	7,4	7,8	7,2	71
Vinstra utløp	75	91	65	10	7,9	8,3	7,3	5
Ålma	58	61	56	3	-	-	-	-
Vindøla	22	23	21	4	-	-	-	-
Grøvu	18	19	17	4	-	-	-	-

Verdiene for konduktivitet og pH i Driva under andre behandlingsrunde var også så like mellom prøvestasjonene at de ble slått sammen (Tabell 5). Konduktivitet og pH var høyere i Driva hovedelv enn vannet som kom gjennom kraftverkene Driva og Grøa.

Tabell 5. Konduktivitet ($\mu\text{S/cm}$) og pH i Driva, Grøa og Driva kraftverk under andre behandlingsperiode

Driva	Konduktivitet ($\mu\text{S/cm}$)			pH				
	Gjennomsnitt	Maks	Min	Antall målinger	Median	Maks	Min	Antall målinger
Driva hovedelv	38	78	32	119	7,4	7,5	7,1	120
Driva kraftverk dosesjekk	20	22	15	11	7,0	7,4	6,8	11
Grøa dosesjekk	21	22	20	11	6,9	7,1	6,8	11

3.2.4. Klorverdier og klorforbruk

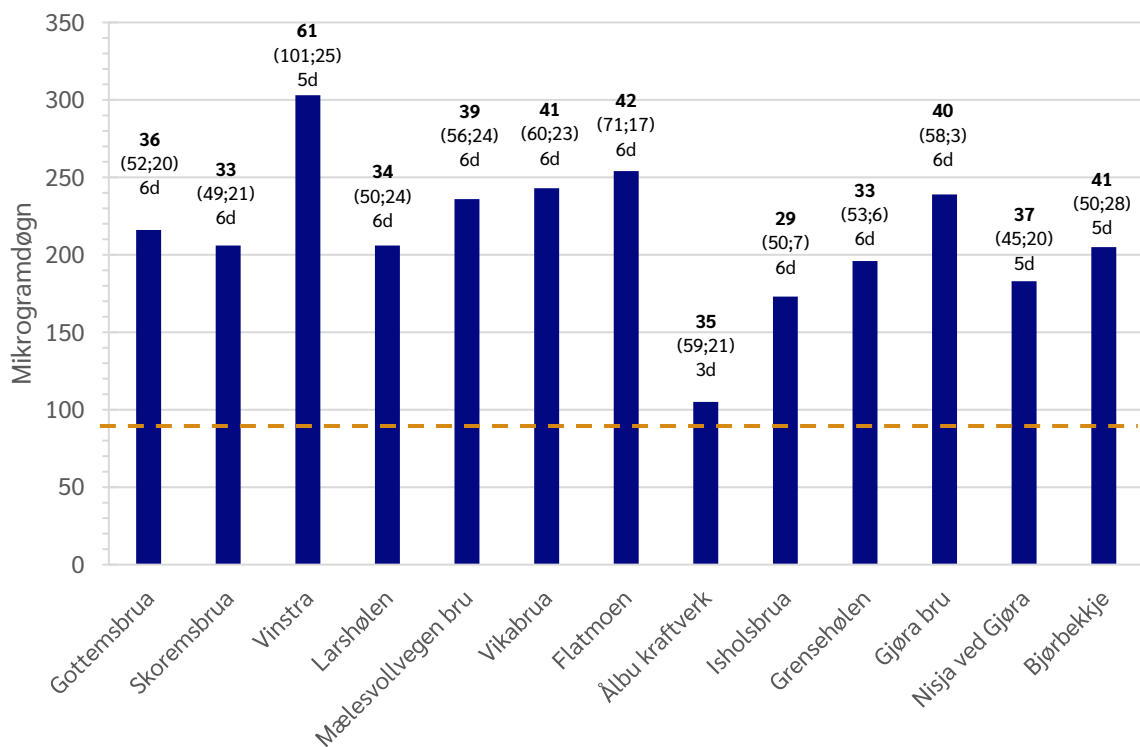
Før doseringen startet ble klorforbruket beregnet på feltlaboratoriet ved tre ulike tilsetninger av klor; 40, 80 og 120 mikrogram/liter. Det prosentvise klorforbruket vil alltid synke med økende klortilsetning. Klorforbruket i øvre deler av Driva og i sideelven Vinstra var lavt før oppstart, men økte betydelig når vannføringen økte 23. juli (Tabell 6). Klorforbruket i Ålma var opprinnelig (18. juli) noe høyere, men hadde en forholdsmessig lavere økning under vannføringsøkningen. Klorforbruket i Grøvu var svært lavt.

Erfaring har vist at lav pH og høy TOC kan føre til større nedbrytning av klor («høyt klorforbruk») (se f.eks. Olstad mfl. 2023). pH i vannforekomstene under behandlingene var omkring 7,0 eller høyere, noe som sammen med lave TOC-verdier (0,75-1,7 mg/l) ga et moderat til lavt klorforbruk.

Tabell 6. Klorforbruk (%) ved datoene 18. og 23. juli under første behandlingsperiode. Testen er gjort ved tre forskjellige klortilsetninger.

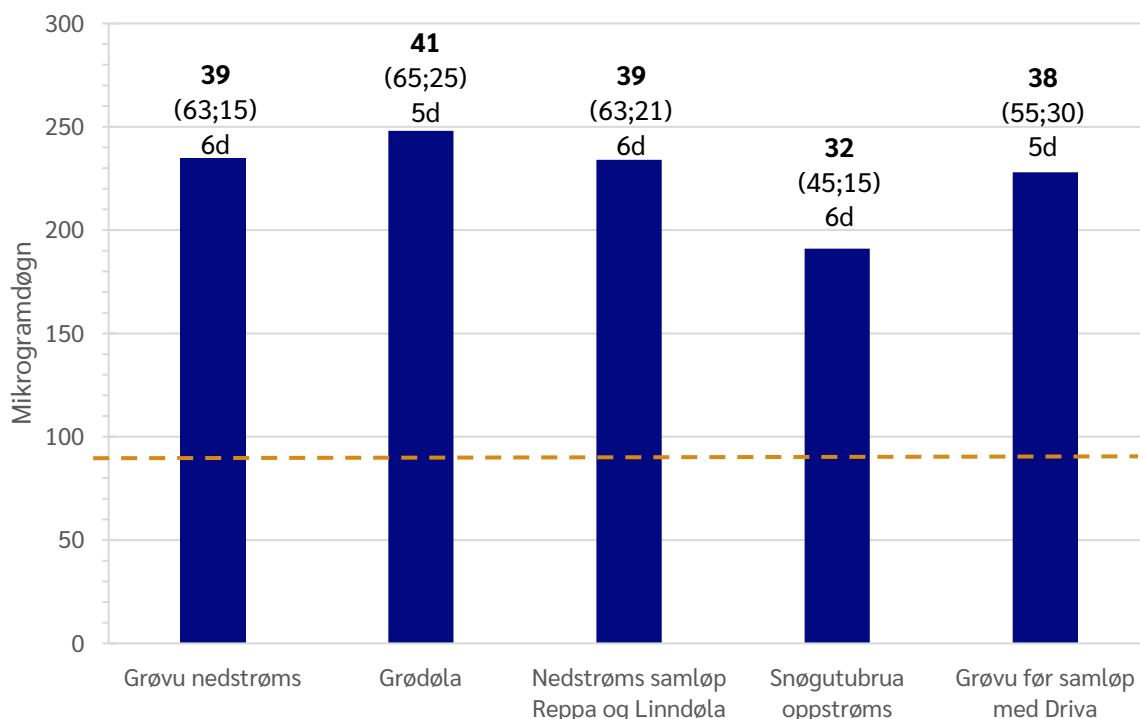
Klorforbruk (%) første behandlingsperiode						
Dato	18.07.24			23.07.24		
Stasjon/Konsentrasjon	40 $\mu\text{g/L}$	80 $\mu\text{g/L}$	120 $\mu\text{g/L}$	40 $\mu\text{g/L}$	80 $\mu\text{g/L}$	120 $\mu\text{g/L}$
Mågålaupet	41	32	27	75	58	51
Vinstra	45	35	30	57	43	36
Ålma	65	52	-	75	57	50
Vindøla	51	40	-	-	-	-
Nisja ved Gjøra	53	40	-	-	-	-
Grøvu utløp	28	24	-	-	-	-

Mikrogramdøgnverdiene som ble beregnet fra vannprøver analysert på feltlaboratoriet viste at alle prøvepunkter utenom Isholsbrua og Ålbu kraftverk oppnådde 180 mikrogramdøgn eller mer (Figur 21). De fleste stasjonene hadde vannprøvedata fra de seks dagene med behandling. Prøvestasjonene Nisja ved Gjøra, Bjørbekkje og Vinstra utløp hadde fem dager med registrerte klorverdier siden anleggene der ble startet en dag senere enn de andre stasjonene. Isholsbrua oppnådde nær 180 mikrogramdøgn. Dette skyldtes trolig en kombinasjon av den lange elvestrekningen mellom Flatmoen og Isholsbrua, og et antatt høyere klorforbruk på denne strekningen som følge av myrområder i nedbørsfeltet nær elva. Denne problematikken gjorde at det ble besluttet å opprette en stasjon ved Ålbu kraftverk nedstrøms Flatmoen. Dette ga en økt klorkonsentrasjon ved Isholsbrua. Vannprøvepunktet oppstrøms Ålbu kraftverk hadde bare tre dager med klorverdier. Dette skyldtes at stasjonen først ble opprettet halvveis ut i behandlingen for å redusere uønsket høy klorkonsentrasjon nedstrøms Flatmoen for at klorkonsentrasjonen skulle holde seg tilstrekkelig høy ned til Isholsbrua. Selv om det var færre dager med klormålinger, oppnådde vannprøvepunktet ved Ålbu kraftverk 90 mikrogramdøgn. De faktiske resultatene antas likevel å være minst 200 mikrogramdøgn, fordi området hadde høye klorkonsentrasjoner før stasjonen ble etablert.



Figur 21. Mikrogramdøgn-resultater fra hovedelva Driva under første behandlingsperiode. Stiplet linje representerer 90 mikrogramdøgn. Verdiene over stolpene representerer **gjennomsnittlig konsentrasjon** (i µg/l) samt maks- og min-verdier (i parentes) og antallet dager tallene er beregnet fra.

Sideelvsystemet Grøvu ble også behandlet med klor under første behandlingsperiode. Grunnet avstanden til feltlaboratoriet var det ikke logistisk hensiktsmessig å få levert vannprøver fra Grøvu til laboratoriet uten betydelig klortap (nedbrytning) i prøven. Det ble derfor besluttet å dokumentere klornivåene i Grøvu med komparator. Alle behandlede sideelver til Grøvu oppnådde over 180 mikrogramdøgn (Figur 22). Det samme gjaldt nedre del av Grøvu ved Snøgøtubrua og ved utløpet av Grøvu før samløp med Driva.



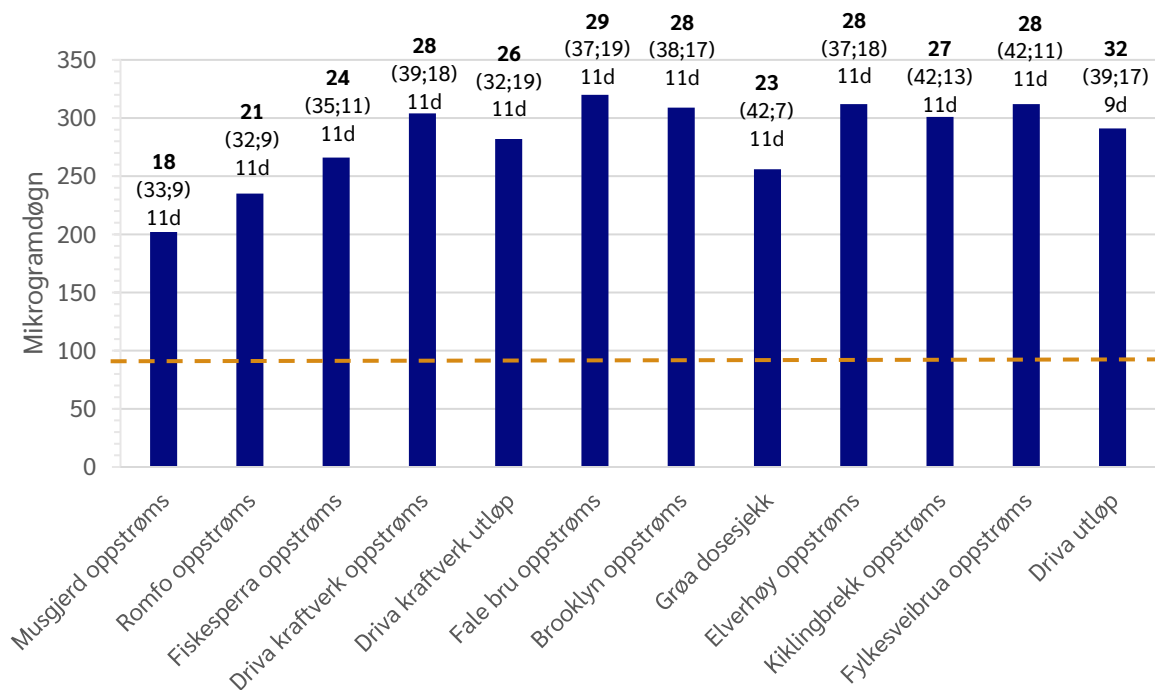
Figur 22. Klorverdier oppgitt som mikrogramdøgn fra sideelvsystemet Grøvu under første behandlingsperiode. Stiplet linje representerer 90 mikrogramdøgn. Verdiene over stolpene representerer **gjennomsnittlig konsentrasjon** (i µg/L) samt maks- og min-verdier (i parentes) og antallet dager tallene er beregnet fra.

Dagen før andre behandlingsperiode startet ble klorforbruket beregnet på feltlaboratoriet. Klorforbruket på hele elvestrekningen, inkludert sidetilførsle fra Grøa og Driva kraftverk, var svært like, og moderat høye (Tabell 7).

Tabell 7. Klorforbruk (%) under første behandlingsperiode 5. august. Testen er gjort ved tre forskjellige klortilsetninger (40, 80 og 120 µg/L)

Klorforbruk andre behandlingsperiode			
	05.08.2024		
	40 µg/L	80 µg/L	120 µg/L
Ratet	69	59	47
Fiskesperra	64	50	45
Driva kraftverk oppstrøms	67	53	50
Driva kraftverk utløp	67	55	48
Grøa kraftverk dosesjekk	63	49	42
Fylkesveibrua	60	46	40

Under andre periode oppnådde alle stasjonene godt over 180 mikrogramdøgn (Figur 23). Alle stasjonene hadde målinger fra de 11 dagene med behandling. Dette gjaldt også for Driva utløp, men bare ni dager ble inkludert i Figur 23 fordi høye konduktivitetsverdier i prøvene tatt 14.- og 15. august indikerte at sjøvann var iblandet. Disse prøvene ble derfor forkastet.



Figur 23. Klorverdier oppgitt som mikrogramdøgn fra hovedelva Driva under andre behandlingsperiode. Stiplet linje representerer 90 mikrogramdøgn. Verdiene over stolpene representerer **gjennomsnittlig konsentrasjon** (i $\mu\text{g/L}$) samt maks- og min-verdier (i parentes) og antallet dager tallene er beregnet fra.

3.3 Behandling i sidebekker

Det ble startet behandling i 17 sidebekker, med totalt 28 behandlingsstasjoner (Tabell 8, for kart se Figur 6 og Figur 7). Nedenfor følger en gjennomgang med kommentarer til klorbehandlingen i alle sidebekker hvor dette ble gjennomført i 2024. For noen stasjoner er det opplyst at det ikke foreligger måling for enkelte dager. Det er ikke gjort noe forsøk på å utrede fraværet av målinger her, som for eksempel kan skyldes stans pga. problemer med batteri, kjemikaliemangel eller lignende. Alle beregninger er imidlertid gjort konservativt, slik at manglende data for enkelte dager er tolket som om det ikke ble gjennomført behandling i hele det aktuelle døgnet, selv om det sannsynligvis har vært behandling i deler av dette døgnet.

Tabell 8. Oversikt over datoer for oppstart og avslutning av hver enkelt stasjon til klorbehandling av sidebekker i Driva, august 2024.

Navn	Startet	Stanset	Sum mikrogramdøgn
Verma	05.08.2024	16.08.2024	205
Spenna	06.08.2024	16.08.2024	245
Røta	05.08.2024	16.08.2024	215
Gryta	05.08.2024	16.08.2024	222
Somrungen	05.08.2024	17.08.2024	270
Røyhjellbekken	07.08.2024	17.08.2024	195
Røyhjellbekken påfrisk	08.08.2024	17.08.2024	205
Langhammarbekken	05.08.2024	17.08.2024	272
Langhammarbekken påfrisk	08.08.2024	17.08.2024	181
Fossa	05.08.2024	16.08.2024	240
Fossa påfrisk	07.08.2024	16.08.2024	210
Negardskorga	05.08.2024	17.08.2024	263
Løykjaskorga	05.08.2024	17.08.2024	253
Løykjaskorga påfrisk	06.08.2024	17.08.2024	190
Løykjaskorga påfrisk 2	08.08.2024	17.08.2024	190
Reinåa	07.08.2024	17.08.2024	225
Reinåa påfrisk	05.08.2024	17.08.2024	197
Reinåa påfrisk	05.08.2024	17.08.2024	263
Lysa	06.08.2024	16.08.2024	227
Fagerbekken	06.08.2024	17.08.2024	210
Breiåa	06.08.2024	17.08.2024	230
Breiåa sidegrein	06.08.2024	17.08.2024	185
Hareima	05.08.2024	18.08.2024	190
Hareima sidegrein	05.08.2024	17.08.2024	355
Hareima påfrisk	11.08.2024	17.08.2024	130
Vinnu	05.08.2024	16.08.2024	320
Holbekken	05.08.2024	17.08.2024	333

Verma

Den delen av bekken Verma som var aktuell for klorbehandling var i hovedsak vannet som renner ut fra klekkerianlegget (tilhørende Trønderenergi). Bekken ble behandlet fra en enkelt stasjon. Doseringen i Verma lå stabilt på mellom 10 og 25 µg/l gjennom hele perioden og summerte til 205 mikrogramdøgn.

Spenna

I Spenna ble nedre deler behandlet med klor fra en enkelt stasjon. De fleste dagene ble konsentrasjonen målt til 20 – 25 µg/l (min 5, maks 40). Sum mikrogramdøgn: 245.

Røta

Røta ble behandlet fra en enkelt stasjon. Fra tidligere behandlinger i Røta har det vært kjent at det må tilsettes urimelig høy startkonsentrasjon av klor for å få effekt ned til munningen (Olstad mfl. 2023, Olstad mfl. 2024). Dette på tross av kort avstand og transporttid. Under behandlingen i 2024 var dette også tilfelle, men i større grad enn tidligere. Den 10. august ble stasjonen derfor flyttet nedstrøms og plassert i det som kunne anses som selve vandringshindret i bekken. Herfra ble det behandlet med konsentrasjoner mellom 10 og 45 µg/l gjennom resten av perioden. Røta summerte dermed til 215 mikrogramdøgn. Det ble ikke observert fisk i noen aldersklasser på den svært korte og potensielt lakseførende strekningen i Røta. Det anses derfor som svært lite sannsynlig at laks skal ha passert ubehandlet her.

Gryta

I Gryta ble nedre deler behandlet med klor fra en enkelt stasjon oppstrøms fylkesveien. De fleste dagene ble konsentrasjonen målt til 20 – 25 µg/l (min 10, maks 25). Sum mikrogramdøgn: 222.

Somringen

Somringen er en av de større bekkene i det aktuelle behandlingsområdet. Den nedre strekningen på om lag 700 meter ble behandlet fra ett enkelt punkt. På denne stasjonen ble det brukt den største av de to variantene av kjemikaliepumper. Doseringen i Somringen lå på mellom 10 og 35 µg/l gjennom hele perioden og summerte til 270 mikrogramdøgn.

Røyhjellbekken

I Røyhjellbekken ble det rigget opp en påfriskningsstasjon i tillegg til toppdosereren, da det tidlig ble klart at kun én toppdoserer ikke var tilstrekkelig til å oppnå behandling helt ut til hovedelva. Begge stasjonene ble rigget den 8. august. Fra toppdoserer ned til påfriskningsstasjon ble det behandlet med 15 – 30 µg/l, totalt 195 mikrogramdøgn (en dag uten behandling her). På strekningen fra påfriskningsstasjonen til hovedelva ble det behandlet med 10 – 35 µg/l, totalt 205 mikrogramdøgn.

Langhammarbekken

I forbindelse med oppstart av behandlingen ble det tidlig klart at dosen fra det opprinnelige planlagte toppdoseringspunktet i Langhammarbekken ikke ville nå ned til påfriskningsstasjonen uten svært høye klorkonsentrasjoner på øvre strekning. Hovedårsaken ble identifisert til å være en tilkommende bekk snaut 200 meter nedstrøms toppdosereren. På tredje dag av behandlingen (den 8. august) ble derfor toppdoseringspunktet flyttet snaut 200 meter nedstrøms, samtidig som påfriskningsstasjonen ble etablert. På dette tidspunktet hadde de øverste 200 meter av strekningen oppnådd langt over 90 mikrogramdøgn. Totalt i løpet av behandlingen ble det fra toppdoserer ned til påfriskningsstasjonen behandlet med 10 – 30 µg/l, totalt 272 mikrogramdøgn. På strekningen fra påfriskningsstasjonen til hovedelva ble det behandlet med 15 – 35 µg/l, totalt 181 mikrogramdøgn (en dag uten behandling her).

Fossa

På toppdoseringsstasjonen i Fossa ble det brukt den største av de to variantene av kjemikaliepumper og i utgangspunktet var det ikke meningen å sette opp en påfriskningsstasjon her. Lav vannføring med tilhørende lav transporthastighet gjorde imidlertid at det ble vanskelig å få behandlende dose helt ned til samløpet med hovedelva uten svært høye klorkonsentrasjoner på øvre strekning. Følgelig ble det opprettet en påfriskningsstasjon den 8. august. Fra toppdoserer ned til påfriskningsstasjonen ble det behandlet med 10 – 50 µg/l, totalt 240 mikrogramdøgn (to dager uten behandling her). På strekningen fra påfriskningsstasjon til hovedelva ble det behandlet med 10 – 50 µg/l, totalt 210 mikrogramdøgn.

Negardskorga

I Negardskorga ble nedre deler behandlet med klor fra en enkelt stasjon. Doseringen i Negardskorga lå stabilt på mellom 15 og 25 µg/l gjennom hele perioden og summerte til 263 mikrogramdøgn.

Løykjaskorga

Løykjaskorga er en av de større og lengre sidebekkene til Driva, og planen her var i utgangspunktet å behandle med en toppdoserer (stor pumpe) og en påfriskningsstasjon (ordinær pumpe: D196x). I tillegg til å behandle selve bekken var det imidlertid også et viktig mål å få behandlet kilen mot hovedelva hvor Løykjaskorga samløper med Driva. Det viste seg tidlig at denne kilen ikke lot seg behandle tilfredsstillende ved hjelp av de to stasjonene i bekken, og en ny stasjon (D196y) ble derfor rigget helt nederst i Løykjaskorga, kun med fokus på å behandle kilen. Målingene for D196y er tatt i bekken og representerer i hovedsak informasjon om drift på stasjonen. Selve behandlingseffekten av D196y ble overvåket med prøver i kilen, prøvepunkt ca. midt i kilen basert på avstand fra utløp av sidebekk og hovedelv. Her ble det målt mellom 8 (min) og 40 (maks), µg/l per dag under behandlingsperioden

(totalt 190 mikrogramdøgn) for dette punktet. Fra toppdoserer ned til D196x ble det stort sett behandlet med 10 – 25 µg/l (min 5, maks 50), totalt 253 mikrogramdøgn. På strekningen fra D196x til D196y ble det behandlet med 10 – 25 µg/l (min 5, maks 35), totalt 190 mikrogramdøgn. Ved utløpet mot hovedelva, som representativt punkt for D196y, ble det målt mellom 10 og 45 µg/l, totalt 190 mikrogramdøgn.

Reinåa

I 2022 og 2023 var vannføringen i Reinåa stor nok til at det var synlig vannstrøm over hele behandlingsstrekningen. I 2024 var det imidlertid mye mindre vann, og i løpet av de første dagene av behandlingen forsvant vannet ned i grunnen på en 50 m strekning under fylkesvegbrua. Den 8. august ble det derfor etablert en ny toppdoseringsstasjon (D42) nedstrøms brua, der vannet kom ut igjen fra grunnen. Nedre deler av Reinåa er formet som en sakteflytende kile inn mot hovedelva, og i tillegg til toppdosereren ble det derfor satt opp to påfriskningsstasjoner (D42x og D42y). Fra toppdoserer D42 og ned til D42x ble det stort sett behandlet med 25 – 30 µg/l (min 10, maks 45; en dag uten behandling her), totalt 225 mikrogramdøgn. På strekningen fra D42x til D42y ble det behandlet med noe mer varierende konsentrasjoner, mellom 5 og 35 µg/l (en dag uten behandling her), totalt 197 mikrogramdøgn. Behandlingen fra D42y, målt ved utløpet mot hovedelva, viste en jevn behandling mellom 15 og 35 µg/l, totalt 263 mikrogramdøgn.

Lysa

I Lysa ble nedre deler behandlet med klor fra en enkelt stasjon. De fleste dagene ble konsentrasjonen målt til 15 – 30 µg/l (min 10, maks 45). Sum mikrogramdøgn: 227.

Fagerbekken

Som ved behandlingene i 2022 og 2023, var planen også i 2024 å kun behandle Fagerbekken med klor nedstrøms kulvert under fylkesveien. Etter en normal oppstart av behandlingen ble det i løpet av 7. august oppdaget betydelig fiskedød på den behandlede strekningen. Etter nærmere oppfølging av stasjonen ble det konkludert med at lav vannføring medførte varierende grad av gjennomstrømming gjennom blandestaven (innretningen som blander hypokloritt og ammoniumklorid til monokloramin), noe som igjen medførte dannelse av trikloraminer. Siden trikloraminer i mindre grad lar seg detektere i kloranalysene, har det blitt kompensert med oppjustering av doseringen. Siden gjennomstrømmingen i blandestaven varierte, har dette gitt perioder med til dels svært høye konsentrasjoner av klor i bekken, med påfølgende fiskedød. Som følge av denne episoden i Fagerbekken ble det gjort til rutine å daglig kontrollere gjennomstrømming i blandestaver. Gjennom behandlingen varierte de målte konsentrasjonene av klor i nedre del av Fagerbekken mellom 5 og 40 µg/l (en dag uten behandling her). Sum mikrogramdøgn: 210.

Breiåa

Breiåa utgjøres av to sidegreiner som møtes med en kort strekning før samløp med hovedelva. Det ble behandlet i begge sidegreinene fra henholdsvis D75 og D75x. Behandlingene fra D75x ble kontrollert med målinger før samløp med D75, mens målingene for D75 ble tatt rett før samløp med hovedelv. I sideløpet D75x var det tidvis svært lav vannføring, noe som medførte en lignende problematikk som i Fagerbekken. Det ble imidlertid ikke observert dødelighet på fisk i Breiåa, selv om klorkonsentrasjonen varierte en god del. For D75 ble det målt mellom 5 og 50 µg/l. Sum mikrogramdøgn: 230. For D75x ble det målt mellom 5 og 55 µg/l (en dag uten behandling her). Sum mikrogramdøgn: 185.

Hareima

Hareima er en av de største sideelvene til Driva på strekningen nedstrøms fiskesperra. Til behandlingen i 2024 ble det dosert fra en toppdoserer (stor pumpe; D83) i et punkt ca. 100 meter nedstrøms vandringshindret. Som i 2022 og 2023, ble det også dosert fra et enkelt punkt (D84) i en sidebakk til Hareima. I tillegg til å behandle selve Hareima var det også viktig å få behandlet kilen i samløpet med hovedelva. En ny stasjon (D83x) ble derfor rigget den 10. august nederst i Hareima, kun med fokus på å

behandle kilen. Effekten av D83x ble overvåket med prøver og justert slik at det var tilfredsstillende klordosering (10 – 35 µg/l) i selve kilen. Målingene for D84 ble tatt rett før samløp med Hareima. Fra toppdoserer ned til D83x ble det stort sett behandlet med 10 – 35 µg/l (med to dager nede på 5 og en dag uten behandling), totalt 190 mikrogramdøgn. For D84 ble det jevnt over målt 15 – 35 µg/l, totalt 355 mikrogramdøgn.

Vinnu

For Vinnu ble det kun satt opp en enkelt stasjon (stor pumpe) som skulle behandle vannet fra både Vinnu og Litl-Vinnu. Alle målinger som er lagt til grunn for vurderingen av behandlingen i Vinnu er tatt på morgenen. Det ble imidlertid også tatt kontrollmålinger på de fleste av ettermiddagene. Trenden var generelt at klorkonsentrasjonen ble halvert i Vinnu utover mot ettermiddagen, mest sannsynlig som en effekt av snøsmelting og påfølgende fortynning ved vannføringsøkning. De fleste dagene ble konsentrasjonen målt til 20 – 35 µg/l (min 15, maks 45). Sum mikrogramdøgn: 320. Tatt i betraktning den observerte variasjonen gjennom døgnet vil et konservativt overslag basert på gjennomsnitt mellom observerte verdier og en halvering av disse ha medført total sum på om lag 240 mikrogramdøgn.

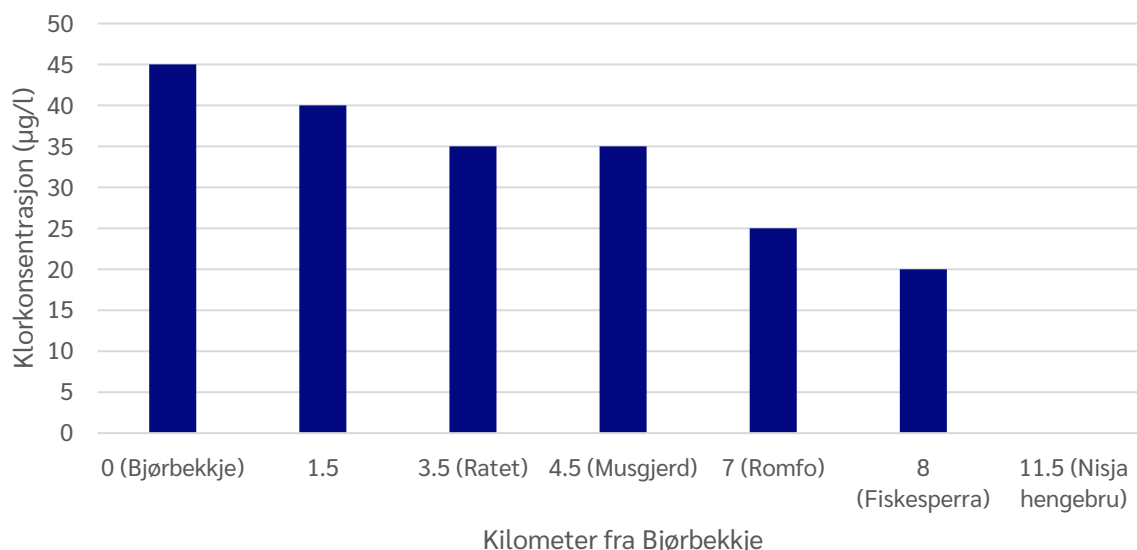
Holbekken

Som ved behandlingene i 2022 og 2023, var planen også i 2024 å kun behandle Holbekken med klor fra ett enkelt punkt langt nede i systemet. Et hovedfokus for doseringen her var å behandle kilen mot hovedelva. Klorkonsentrasjonen ble derfor justert relativt høyt. Doseringen i Holbekken lå på mellom 15 og 40 µg/l gjennom perioden og summerte til 333 mikrogramdøgn. Det var en dag uten behandling her.

3.4 Kartlegging av klorkonsentrasjoner

3.4.1. Overlappende klorkonsentrasjon

Klorkonsentrasjonen under den første behandlingsperioden hadde god varighet etter siste doseringspunkt. Det ble sporadisk gjennomført komparatoranalyser nedstrøms siste doseringsstasjon ved Gjøre for å utrede hvor langt nedover elva klorkonsentrasjonen var tilfredsstillende. Ved Bjørbekkje, 4,5 km nedstrøms siste doseringspunkt (Nisjabrua ved Gjøre) ble det registrert 210 mikrogramdøgn i første behandlingsperiode. Videre kartlegging 27. juli viste klorkonsentrasjoner på 25 µg/l ved Romfo, 7 kilometer nedstrøms Bjørbekkje. Ved fiskesperra ble det målt 20 µg/l denne dagen. Ved Driva kraftverk, 11 kilometer nedstrøms Bjørbekkje og 2 km nedstrøms fiskesperra ble det målt mindre enn 10 µg/l med komparator på samme tidspunkt. For å unngå dobbel behandling og unødvendig belastning for fisken på strekningen mellom Bjørbekkje og Ratet ble det valgt å etablere toppdoserer på Ratet for andre behandlingsperiode (Figur 24).



Figur 24. Kartlegging av klorkonsentrasjon nedstrøms siste doseringsstasjon i første behandlingsperiode. Y-aksen viser målt klorkonsentrasjon den 27.07.2024. X-aksen viser kilometer fra første til siste prøvepunkt og stedsnavn. Toppdosereren i andre behandlingsperiode ble besluttet flyttet fra Bjørbekkje til Ratet.

3.4.2. Grøa kraftverk

Det ble utført nærmere undersøkelser av klorkonsentrasjonen i vannet nedstrøms hoveddoseringsstasjonen i Grøa, siden målinger indikerte at klorkonsentrasjonen ble unormalt raskt redusert. Det ble funnet en sterk reduksjon av klorkonsentrasjonen i en vestvendt sving på Grøa 100 m nedstrøms brua der Sunndalsvegen (RV70) passerer over Grøa. Klormålinger med komparator, samt fargestoffundersøkelser, indikerte at det kunne være en fortynning langs den nordøstlige elvestrekningen i Grøa. Årsaken til dette kan være transport av vann gjennom løsmasser fra hovedelva Driva til Grøa, med diffus utstrømming langs elvekanten slik som markert med rød strek i Figur 25. Siden det var observert 0+ av laks på strekningen ble det prioritert å etablere to doseringsstasjoner i området, slik som angitt i Figur 25, for å sikre jevnere klorkonsentrasjon i Grøa. En slik sterk reduksjon av klorkonsentrasjonen har ikke vært observert ved tidligere behandlinger i denne sideelva.



Figur 25. Doseringspunktene i Grøa. Rød linje viser området der klorkonsentrasjonen ble sterkt redusert, særlig mot nordøstlig elvekant.

3.4.3. Tilleggsundersøkelser og effektkontroll

Basert på erfaringer fra tidligere behandlinger ble det definert 28 områder nedenfor sperra i Driva hvor det ble gjennomført tilleggsundersøkelser med komparator. Ved 20 av de 28 punktene ble det gjennomført en enkelt undersøkelse for kontroll av klorkonsentrasjon. Disse viste tilfredsstillende klorverdier. Ved syv av de gjenværende punktene ble det i tillegg til analyse også gjennomført tiltak for å bedre klorkonsentrasjonen. I tilfeller hvor tiltakene med klor ikke ga ønsket effekt, eller hvor det var usikkert om effekten av tiltakene var tilfredsstillende, ble det fulgt opp med Veterinærinstituttet for å sikre at disse ble behandlet med CFT-legumin.

Det siste av disse definerte punktene var et område rett nedstrøms fiskesperra i Driva, hvor elva deler seg i flere mindre løp gjennom små øyer. Her finner man også flere oppkommer av vann, både fra elvebredden og fra grusen i elva. Som ved tidligere behandlinger, ble det også i år gjort tiltak her ved å grave opp sideløp for å sikre gjennomstrømning av vann med god klorkonsentrasjon. Det ble tatt prøver spredt i sideløpene fordelt over flere dager under behandlingsperioden. Det ble påvist tilfredsstillende klorkonsentrasjoner ved alle prøver tatt i området.

4 Oppsummering og konklusjon

Klorbehandlingen av Driva i 2024 var omfattende og dekket hele den 85 kilometer lange elvestrekningen fra Mågålaupet til Sunndalsøra. I tillegg ble sideelvsystemet Grøvu (om lag 7km) behandlet. Behandlingen ble gjennomført på en vellykket måte, og det ble oppnådd tilstrekkelig klorkonsentrasjon over tilstrekkelig lang tid til at individer av *G. salaris* som ble eksponert for behandlet vann må antas å ha dødd.

Det kan ikke utelukkes fullstendig at smittet fisk har unnsloppet behandling. Dette skyldes at mange vannveier ble valgt vekk under planleggingen av denne behandlingen. De områdene av elva med størst sannsynlighet for opphold av laks ble prioritert. I første periode øverst i vassdraget, fra 15.-28. juli, ble hovedelva og sideelver med betydelig vannføringsbidrag behandlet. I andre periode nederst i vassdraget, fra 29. juli-19. august, ble hovedelva, sideelver med betydelig vannføringsbidrag og sidebekker med mulig opphold av laks behandlet.

Den supplerende behandlingen vurderes til å ha hatt god effekt mot parasitten og har dermed bidratt til målet om å utrydde *Gyrodactylus salaris* fra Driva.

5 Referanser

- Bardal, mfl. 2024. "VI-rapport." *Veterinærinstituttet (under utarbeidelse)* nr. 7-2024.
- Bremset, G., A. Foldvik, E. Holthe, S. Karlsson, T. A. Mo, og J. Museth. 2023. "Kartlegging av langtidsverter for *Gyrodactylus salaris* oppstrøms fiskesperre i Driva. Resultater fra elektrisk båtfiske i august 2023." *NINA Rapport* nr. 2324.
- Hagen, A.G., I. Becsan, Ø.A. Garmo, P.S. Hansen, T.H. Holter, K. Olstad, O.A.S. Skogan, M.M. Amundsen, og A.L. Ribeiro. 2021. "Forsøksbehandling med monokloramin mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ved flere doseringspunkter i Driva." *NIVA-rapport* (7617-2021):39.
- Hindar, A., A.G. Hagen, S. Hytterød, R. Høgberget, A. Moen, K. Olstad, og Ø. Garmo. 2015. "Tiltak med ALS for utryddelse av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Lærdalselva i 2011 og 2012." *NIVA-rapport* (6701-2015):75.
- Holter, Tobias Houge, Anders Gjørwad Hagen, Elise Solheim Garvik, Kjetil Olstad, Anne Luise Ribeiro, Marit Måsøy Amundsen, Peter Stig Hansen, Kirk Meyer, Bjørnar Beylich, og Simen Stene. 2024. "Klorbehandling i øvre Driva 2023–Supplerende tiltak i hovedelv og utvalgte sidevassdrag oppstrøms fiskesperra i Driva." *NIVA-rapport*.
- Hytterød, S., K. Olstad, J. Rusch, Ø.A. Garmo, M.C. Gjessing, M. Kraugerud, og A.G. Hagen. 2021. "Effekter av kloramineksposering på stor, voksen laks (*Salmo salar*)." *NIVA-rapport* (7576-2021):30.
- Olstad, K., A. G. Hagen, T. Holter, K. M. Bærum, P.S. Hansen, A. L. Ribeiro, M. M. Amundsen, K. Meyer, B. A. Beylich, S. Stene, E. Steinkjer, G. O. Solberg, B. F. Nimvik, og Garvik. E. S. 2024. "Klorbehandling i Driva og Litldalselva 2023 – Andre behandlingsår." *NIVA-rapport (i trykk)*.
- Olstad, K., A.G. Hagen, T. Holter, K.M. Bærum, Ø. Garmo, P.S. Hansen, A.L. Ribeiro, M.M. Amundsen, K. Meyer, B.A. Beylich, og S. Stene. 2023. "Klorbehandling i Driva og litldalselva 2022 - Første behandlingsår." *NIVA-rapport* (7817-2023):43.
- Olstad, K., T. Holter, A.G. Hagen, A.L. Ribeiro, M.M. Amundsen, og Ø. Garmo. 2021. "Tålegrense hos ørret (*Salmo trutta*) og effekt på *Gyrodactylus salaris* ved eksponering for monokloramin." *NIVA-rapport* (7616-2021):21.

6 Vedlegg

Tabell 9. Turbiditet (NTU) i Driva, Grøa og Driva kraftverk under andre behandlingsperiode

Turbiditet (NTU)				
	Gjennomsnitt	Maks	Min	Antall målinger
Mågålaupet	1,1	3,9	0,2	7
Gottemsbrua	2,1	2,1	2,1	1
Vinstra	1,1	1,4	0,8	6
Vikabrua	2,7	3,2	2,2	2
Flatmoen	0,6	0,6	0,6	1
Isholsbrua	0,8	0,9	0,7	2
Nisja v/Gjøra	1,0	1,1	0,8	2
Grensehølen	1,0	1,1	0,8	2
Bjørbekkje	0,7	0,7	0,7	1
Ålma	2,0	2,8	1,3	3
Vindøla	1,0	1,2	0,7	4
Grøvu utløp	0,7	0,8	0,5	4

Tabell 10. Turbiditet (NTU) i Driva, Grøa og Driva kraftverk under andre behandlingsperiode

Turbiditet (NTU)				
Stasjon	Gjennomsnitt	Max	Min	Antall målinger
Ratet	1,8	2,8	0,8	2
Romfo oppstrøms	0,9	1,7	0,4	11
Fiskesperra oppstrøms	1,9	1,9	1,9	1
Driva kraft oppstrøms	1,9	2,2	1,5	2
Fale bru oppstrøms	1,0	2,0	0,6	11
Elverhøy oppstrøms	1,1	2,0	0,7	10
Kiklingbrekk oppstrøms	1,3	3,2	0,7	11
Fylkesveibrua oppstrøms	1,0	1,4	0,7	8
Driva utløp	1,5	2,7	0,7	11
Driva kraft utløp	0,5	0,6	0,2	10
Grøa YSI	0,5	0,7	0,3	6
Grøa dosesjekk	0,5	0,8	0,3	4
Grøa kartlegging	0,6	0,7	0,5	10



Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.