



RAPPORT LNR 5373-2007

Kjemisk behandling mot
Gyrodactylus salaris i
Steinkjervassdragene
2006



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 54 63 85
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Kjemisk behandling mot <i>Gyrodactylus salaris</i> i Steinkjervassdragene 2006	Løpenr. (for bestilling) 5373-2007	Dato 15.mars 2007
	Prosjektnr. Undernr. 26204	Sider Pris 23
Forfatter(e) Arne Jørgen Kjøsnes ¹ , Henning André Urke ¹ , Sigurd Hytterød ² , Kari Tønset Guttvik ³ , Ruben A. Pettersen ² , Rolf Høgberget ¹ , Asle Moen ³ , Roar Sandodden ³ , Anders Gjørwad Hagen ¹ , Atle Rustadbakken ¹ , Norman Olsen, Sigurd Arne Øxnevad ¹ , Jarle Håvardstun ¹ , John Håkon Stensli ³ , Espen Lydersen ¹ .	Fagområde Limnologi, Parasittologi	Distribusjon
	Geografisk område Nord-Trøndelag	Trykket NIVA
¹ NIVA, ² Veterinærinstituttet (VI), ³ Veterinærmedisinsk Oppdragscenter (VESO Trondheim), (VESO Trondheim er fra 1 mars 2007 en del av VI)		

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for naturforvaltning	Oppdragsreferanse DN kontrakt 05040046-2
---	--

Sammendrag
Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdraget er gjennomført på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN). Tiltakshaver har vært Fylkesmannen (FM) i Sogn og Fjordane. Behandlingen av Steinkjervassdraget høsten 2006 er en del av en totalbehandling som har som hovedmål å utrydde lakseparasitten *G. salaris* i regionen. Hensikten med behandlingen i august 2006 var å redusere smitten av *G. salaris* internt i Steinkjervassdragene og eksternt til nærliggende vassdrag i regionen. Dette ble gjort ved å tilsette surt aluminiumsulfat (AIS) i elvevannet og CFT-L (rotenon) i dammer og sig. Behandlingen foregikk i tidsrommet 21.august-2.september 2006. AIS ble dosert ut i hovedelvene og i de største sidevassdragene. I andre små vannkilder i periferien, som for eksempel små sig og mindre avsnørte dammer ble det brukt CFT-Legumin (rotenon). Under behandlingen ble det dosert ut totalt 2 tonn med aluminium og 11 liter CFT-Legumin (0,3 kg rotenon). Lakseunger infisert med *G. salaris* ble plassert i kar langs elva og eksponert for behandlet elvevann. Ved behandlingens slutt ble alle lakseungene i karene sjekket for *G. salaris*. Ingen dødelighet ble registrert og det ble heller ikke funnet *G. salaris* på noen av fiskene i karene.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. <i>Gyrodactylus salaris</i>	1. <i>Gyrodactylus salaris</i>
2. Laks (<i>Salmo salar</i>)	2. Atlantic salmon (<i>Salmo salar</i>)
3. AI-behandling	3. AI-treatment
4. Steinkjervassdragene	4. The Steinkjer River system



Espen Lydersen
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i
Steinkjervassdragene 2006

Forord

Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdragene er gjennomført på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning (DN). Tiltakshaver har vært Fylkesmannen i Nord-Trøndelag.

Den foreliggende rapporten omhandler kun den delen av behandlingen som er omfattet av kontrakt mellom DN og NIVA der Veterinærinstituttet (VI) har vært underleverandør til NIVA. Det vil bli utarbeidet en sluttrapport fra VESO (fra 1 mars 2007 er VESO Trondheim en del av Veterinærinstituttet) som omfatter hele prosjektet. Noe utover ALS-behandlingen er tatt med i denne rapporten for å gi en bedre helhet.

Følgende personer har vært involvert i prosjektet:

NIVA:

- Espen Lydersen - prosjektleder, feltansvarlig, sentral i alle faser
- Brit Lisa Skjelkvåle - kvalitetssikring og overordnet administrativt ansvar
- Arne Jørgen Kjøsnes - feltansvarlig før, under og etter behandlingen, ansvarlig for rapporten
- Henning A. Urke - delaktig forberedelsesfase, delaktig i felt, hovedbidragsyter rapporten
- Rolf Høgberget - teknisk ansvarlig for doseringsanleggene
- Sigurd Arne Øxnevad - delaktig i lab.arbeid, feltarbeid
- Atle Rustadbakken - feltarbeid
- Jarle Håvardstun - feltarbeid

VI:

- Sigurd Hytterød (VI) - feltansvarlig, delaktig i planleggingsfasen, hovedbidragsyter rapporten
- Ruben A. Pettersen (VI) - delaktig i planleggingsfasen og i feltarbeidet.

Andre innleide:

- Norman Olsen (Varme og industri service) - bygging av doseringsenhetene samt drifting av anleggene i felt
- Anders G. Hagen (student UiO) - ansvarlig for analysene på lab, feltarbeid
- Øyvind Solem (konsulent) - feltarbeid

VESO (VI fra 1 mars 2007);

- Kari Tønset Guttvik
- Roar Sandodden
- Asle Moen
- Håvard Lo
- Eirik Hoel
- John Håkon Stensli

Vi vil takke alle som har bidratt med sin arbeidsinnsats, eller som på andre måter har bidratt til at årets smittereduserende behandling kom vel i havn. Grunneiere og andre interessenter har vist stor interesse og velvilje, og vi vil rette en spesiell takk til Håvard Wist for meget god hjelp under behandlingen. En takk rettes også til A.S Helge-Rein-By Brug for velvilje til å gi oss ønsket vannføring i Byaelva.

Oslo, 15. mars 2007



Brit Lisa Skjelkvåle
Prosjektansvarlig



Espen Lydersen
Prosjektleder

Innhold

Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
2. Materiale og metode	9
2.1 Vassdragsinformasjon	9
2.2 Kjemikaliebeskrivelse	9
2.3 Doseringsteknikk og strategi	10
2.3.1 AIS-dosering	10
2.3.2 CFT-Legumin dosering	11
2.4 Desinfisering av utstyr	12
2.5 Dødfiskhåndtering	12
2.6 Vannprøvetaking og vannanalyser	12
2.7 Fisk i kar som kontroll på vannets giftighet	12
3. Resultat	13
3.1 Vannføring	13
3.2 AIS-dosering	13
3.3 CFT-Legumin-dosering	13
3.4 Vannkjemi	14
3.4.1 Onga	14
3.4.2 Rølla	16
3.4.3 Byaelva	16
3.4.4 Figga	17
3.5 Status på fisk i kontrollkar	18
3.6 Registrert dødelighet av fisk under behandlingen	19
3.7 Funn av <i>Gyrodactylus salaris</i>	19
4. Diskusjon	20
5. Referanser	23

Sammendrag

Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdraget er gjennomført på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN). Tiltakshaver har vært Fylkesmannen (FM) i Sogn og Fjordane. Behandlingen av Steinkjervassdraget høsten 2006 er en del av en totalbehandling som har som hovedmål å utrydde lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i regionen. I tillegg til surt aluminium, ble det også brukt begrensede mengder CFT-legumin i små vannveier og vannforekomster.

Hensikten med behandlingen i august 2006 var å redusere smitten av *Gyrodactylus salaris* internt i Steinkjervassdragene og eksternt til nærliggende vassdrag i regionen. Dette ble gjort ved å tilsette surt aluminiumsulfat (AIS) i elvevannet og CFT-L (rotenon) i dammer og sig. Behandlingen foregikk i tidsrommet 21.august - 2.september 2006.

Under behandlingen ble det dosert ut totalt 2 tonn med aluminium og 11 liter CFT-Legumin (0,3 kg rotenon). Det er gjort doseringsmessige forbedringer for å få bedre kontroll med selve doseringen og samtidig redusere kjemikalieforbruket. I tillegg til AIS ble det denne gang forsøkt dosert ren svovelsyre (H₂SO₄) fra hoveddoseringsstasjonen i Støafossen i Ognå. Det ble dosert AIS fra i alt 13 vannføringsproporsjonale doseringsstasjoner i hovedvassdragene, og fra 15 små dryppstasjoner i mindre bekker.

Lakseunger infisert med *G. salaris* ble plassert i kar langs elva og eksponert for behandlet elvevann. Ved behandlingens slutt var alle laksungene fri for *G. salaris*. I disse karene ble det heller ikke registrert død fisk.

Summary

Title: Chemical treatment against *Gyrodactylus salaris* in the river systems of Steinkjer 2006

Year: 2007

Author: Kjøsnes, A.J. *et al.*

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-5108-1

The main goal of this project was to achieve reduced infection risk of the salmon parasite *Gyrodactylus salaris* in the Steinkjer river system and to nearby rivers by addition of acidic aluminium sulphate (AIS) into the river water and CFT-L (rotenone) into small water bodies separated from main water courses. The treatment was conducted during the period August 21. - September 2. 2006.

About 2 tons of aluminium and 11L CFT-Legumin (0.3 kg rotenone) has been used during the treatment. Technical improvements have been made to obtain better dosing and to reduce the consumption of chemicals. In addition to AIS, pure sulphuric acid (96 % H₂SO₄) was discharged into the river Ognå at the uppermost dosing site. AIS was added from 13 water proportional dosing units along the main rivers and their major tributaries, in addition to 15 smaller dripping units in minor streams.

Salmon fry infected by *G. salaris* were held in tubs on shore, and water from the river was pumped into the tubs during the whole treatment. At the end of the Al-treatment all salmon fry in the tubs were checked for *G. salaris*. No *G. salaris* was found.

1. Innledning

Gyrodactylus salaris ble introdusert til Norge på 1970-tallet, og regnes i dag som den største trusselen mot norsk villaks (*Salmo salar*) (NOU 1999:9). Totalt har 46 norske elver blitt infisert med *G. salaris* (Miljøstatus i Norge). I Steinkjervassdragene ble *G. salaris* oppdaget for første gang i 1980. Parasitten ble mest sannsynlig introdusert til Figga via yngelutsettinger fra Forskningsstasjonen på Sunndalsøra i 1977, og spredte seg så til Steinkjerelva og Ognå (Johnsen og Jensen 1985). Steinkjervassdragene ble rotenonbehandlet i 1993, men høsten 1997 ble parasitten igjen påvist i Byaelva. I årene 2001 og 2002 ble det gjennomført to smittebegrensende, og én fullskala behandling med CFT-L (rotenon). Sommeren 2005 ble *G. salaris* påvist for tredje gang. En rotenonbehandling av nedre deler av vassdraget ble iverksatt på kort varsel, men kort tid etter ble parasitten påvist lengre opp i vassdraget.

Steinkjervassdragene renner ut i Beitstadfjorden som ligger lengst inn i Trondheimsfjorden. Området regnes som et kjerneområde for villaks både nasjonalt og internasjonalt, og den nåværende smittesituasjon i Steinkjervassdragene utgjør en betydelig smitterisiko til andre elver i Trondheimsfjorden. Dette gjelder lakseelver som Gaula, Orkla, Stjørdalselva, Verdalselva og Nidelva.

Surt aluminiumsulfat (AIS) benyttes nå som hovedkjemikalium i forsøket på å utrydde parasitten fra Steinkjervassdragene. Kjemikaliet, brukt i riktige konsentrasjoner, fjerner *G. salaris* fra laks uten å drepe fisk og uten varig effekt på annen akvatisk fauna (Bongard, 2005; Soleng *et al.* 1999; Poléo *et al.* 2004, Hytterød *et al.* 2005). Selve metoden er blitt utviklet gjennom laboratorieforsøk over flere år, og den ble ytterligere utviklet gjennom storskala feltforsøk i Batnfjordelva i 2003. Etter forsøkene (behandlingene) var Batnfjordselva fri for *G. Salaris* inntil høsten 2006 da *G. Salaris* ble gjenoppdaget.

I 2005 ble det for første gang gjort forsøk på å utrydde *G. salaris* fra et stort laksevassdrag ved hjelp av den nye metoden. Lærdalselva i Sogn og Fjordane ble behandlet med aluminium i tre omganger. I 2005 ble det gjennomført en smittereduserende vårbehandling og en høstbehandling med hovedmål å utrydde parasitten. Siste del av behandlingen av Lærdalselva ble gjennomført vinteren/våren 2006 (Pettersen *et al.* 2006). Det er gjort flere undersøkelser av laksunger fra vassdraget både under og etter behandlingene uten at *G. salaris* er påvist.

Resultatene fra Batnfjordselva og Lærdalselva viser at metoden er gjennomførbar i store vassdrag. Resultatene viser også at metoden kan redusere smitten internt i et vassdrag, og dermed også redusere faren for smitte til andre vassdrag i nærheten. Det gjenstår enda noen år før vi eventuelt kan fastslå at behandlingen av Lærdalselva har vært vellykket med hensyn til at *G. salaris* er utryddet fra vassdraget.

Byaelva, Ognå og Figga er svært ulike når det gjelder vannføring. Byaelva er regulert med to kraftstasjoner; nedstrøms Snåsavatnet (118 km²) og Reinsvatnet ved Byafossen. Regulant er A.S Helge-Rein-By Brug. Innsjøene ovenfor, i tillegg til reguleringen, gjør at avrenningen er relativt stabil. Det var inngått avtale med regulanten om å kjøre fast vannføring gjennom hele behandlingsperioden. Ognå har små innsjøarealer i nedbørfeltet, og vannføringen er ustabil. Vannføringen i Figga kan også variere mye over relativt kort tid, men p.g.a. det store Leksdalsvatnet får ikke Figga så raske fluktuasjoner som Ognå. Det er ingen hydrografer i Figga, slik at nøyaktig oversikt over vannføring ikke finnes.

Målet med høstbehandling (21.august - 2.september) 2006 var å redusere smittepresset internt i Steinkjervassdragene (Byaelva, Ognå, Figga og Lundsølva), samt eksternt til andre mindre vassdrag i Beitstadfjorden. Surt aluminiumsulfat (AIS) ble dosert ut i de lakseførende strekningene av hovedelvene og de største sidevassdragene. Mange av de minste vannveiene ble ikke kjemisk behandlet. I isolerte partier i hovedelva som flomløp, grøfter, dammer og sig, ble det brukt rotenon.

2. Materiale og metode

2.1 Vassdragsinformasjon

Steinkjervassdragene Steinkjerelva (Ogna og Byaelva) og Figga ligger i Nord Trøndelag fylke, og har sine utløp i Steinkjer innerst i Beitstadfjorden. Det totale nedbørsfeltet for Byaelva og Ogna er på 2153 km², mens Figga har et nedbørsfelt på 250 km² (Johnsen *et al.* 1999). Mye av elvene består av områder med stryk, fossefall og kulper. I Byaelva kan laks og sjørret vandre opp til demningen ved Byafossen, en strekning på 5,2 km. Ogna har en anadrom strekning på 18,2 km, mens i Figga kan fisken vandre opp til fiskesperra på Lø, en strekning på ca 2 km (Bakkeli *et al.* 2002). Sperra i Figga ble bygd i 1988 og reduserer lakseførende strekning med ca 60 km. Hovedløpene i elvene har altså en samlet anadrom strekning på ca 26 km. I tillegg har vassdragene lange sidebekker hvor det er usikkert om det finnes laks.

Steinkjervassdragene er kjent for sine laks- (*Salmo salar*) og brun/sjørretbestander (*Salmo trutta*). Laksen og ørreten er hovedsakelig å finne i hovedelvene, men ørreten finnes også i de fleste sidebekkene. I elvene finnes det også gjedde (*Esox lucius*), ål (*Anguilla anguilla*), lake (*Lota lota*), trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*), skrubbe (*Platichthys flesus*) samt sporadiske innslag av røye (*Salvelinus alpinus*) som har vandret ned i elva fra høyereliggende vann (Anton Rikstad pers. med.). Laks fra Ogna, Byaelva og Figga er også tatt vare på i genbank.

2.2 Kjemikaliebeskrivelse

Aluminiumsløsningen (AIS) som ble benyttet i Steinkjervassdragene er et kommersielt produkt som består av aluminiumsulfat og svovelsyre. Løsningen produseres av Kemira Chemicals AS og benyttes som fellingskjemikalium for å fjerne humus i drikkevann og fosfat i kloakk. Det finnes flere ulike typer AIS med ulikt innhold av aluminium og svovelsyre. AIS-løsningene som benyttes til behandling av laksevassdrag blir spesialtilpasset hvert enkelt vassdrags vannkjemi. Dette gjøres av Gyromet-konsortiet i samarbeid med Kemira og baseres på vannkjemiske analyser fra hver enkelt elv, samt erfaringer fra tidligere behandlinger.

CFT-Legumin er en blanding inneholdende 8 % Cubeharts (rotenonholdig plantekonsentrat, herav 31 % rotenon). Piperonylbutoksid 2,5 % (synergist, et stoff som forsterker effekten av rotenon), dietylenmonoglykoleter 57,5 % og n-metylpyrollidon 10 % (løsemidler) og Fennedefo 99 og Berol 822 (emulgatorer). Virkestoffet rotenon (C₂₃H₂₂O₆) utgjør 2,5 % av blandingen og er en fotokjemisk ustabil forbindelse som raskt brytes ned til karbondioksid og vann. Fordi rotenon i lave konsentrasjoner er letalt for fisk, og fordi det er lett nedbrytbart i naturen, brukes det som biocid i fiskeforvaltningsøyemed både i Norge og i utlandet. Rotenonblanding som tidligere ble benyttet er skiftet ut med en mer miljøvennlig blanding ved navn CFT-Legumin. En miljørisikovurdering av stoffene i blandingen konkluderer med at selv om stoffene i utgangspunktet kan akkumuleres i biota eller sediment i forbindelse med kjemisk behandling av vassdrag, er det ikke grunn til å mistenke langtidseffekter da stoffene brytes ned relativt raskt (Kelley og Weideborg, 1999).

2.3 Doseringsteknikk og strategi

2.3.1 AIS-dosering

Doseringsteknikk og strategi under behandlingen av Steinkjervassdragene er tilnærmet lik den som ble benyttet under behandlingene i Lærdalselva. Den største forskjellen ligger i at det under behandlingen i Steinkjer ble benyttet ren syredosering i tillegg til AIS-dosering. Dette ble gjort fordi alkaliniteten i Steinkjervassdragene er svært høy. Ved å tilsette svovelsyre (30 % eller 96 %) fra egne tanker kunne vannets bufferkapasitet reduseres uten å tilsette unødvendig aluminium.

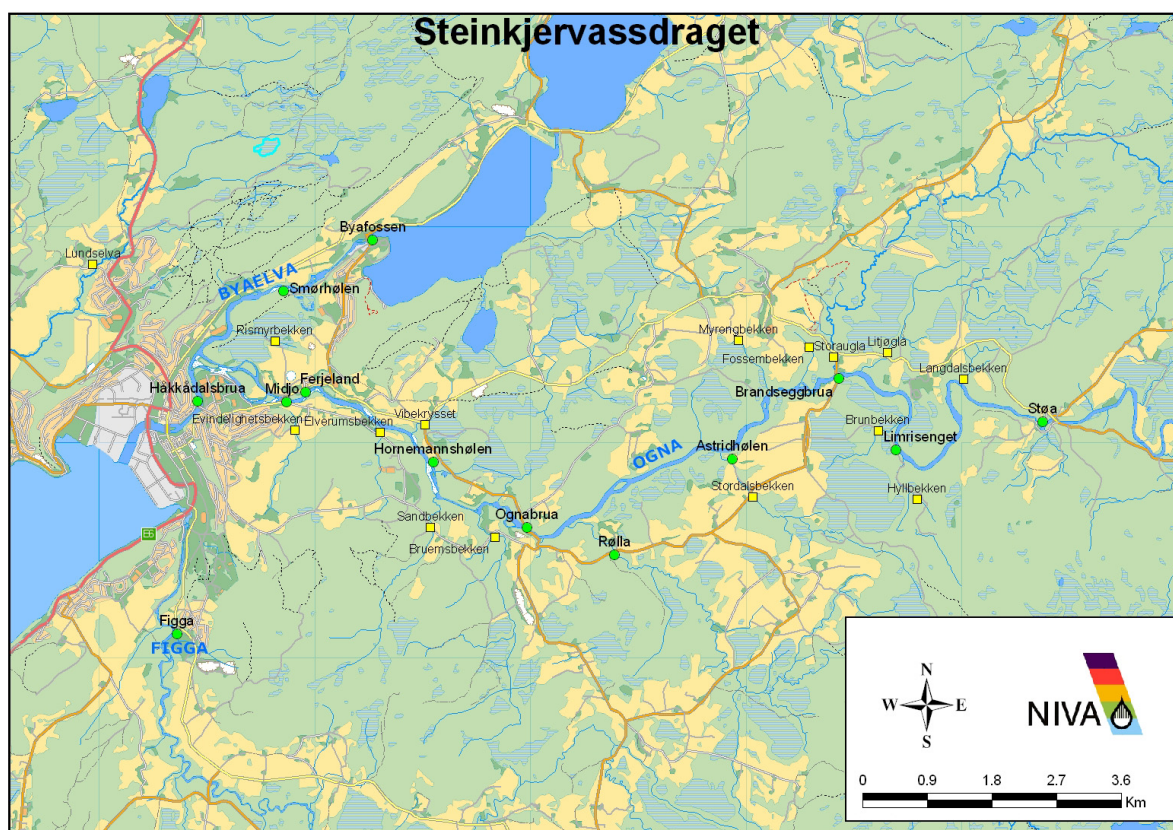
AIS og svovelsyre ble utdosert fra to typer doseringsanlegg:

- 1) Hovedelv og store sideelver - store doseringsanlegg med vannføringsproporsjonal dosering
- 2) Små bekker og grøfter - dryppstasjoner (ikke vannføringsproporsjonal dosering)

Under behandlingene høsten 2006 ble det benyttet to hoveddoseringsstasjoner i Byaelva, åtte i Oгна (inkl. Rølla), og ett i hhv Steinkjerelva og Figga (Figur 1). Hoveddoseringsanleggene var lokalisert på følgende steder:

- Byafossen (Byaelva)
- Smørhølen (Byaelva)
- Støa (Oгна)
- Limrisenget (Oгна)
- Brandseggbrua (Oгна)
- Astridhølen (Oгна)
- Rølla (Oгна)
- Ognabrua (Oгна)
- Hornemannshølen (Oгна)
- Ferjeland/Midjo (Oгна)
- Hakkadalsbrua (Steinkjerelva)
- ”Handicapfiskeklassen” (Figga)

Under behandlingen ble det behov for en påfriskningsstasjon ved fiskesperra på Lø (Figga). I Lundsaelva ble det også behov for en påfriskningsstasjon i tillegg til hoveddoseringa ovenfor Østbyfossen. I tillegg ble det dosert fra ikke-vannføringsproporsjonale dryppstasjoner i 14 sidebekker til Oгна og Byaelva. Disse er avmerket på kartet (Figur 1).



Figur 1 Oversikt over geografisk plassering av hoveddoseringsanlegg (grønne punkter) og mindre doseringsanlegg (gule punkter) i Byaelva, Ognå og Figga under behandlingen i 2006.

2.3.2 CFT-Legumin dosering

Det rotenonholdige piscicidet CFT-Legumin ble benyttet som et supplement til AIS under behandlingen, for å hindre overlevelse av fisk med *G. salaris* i avsnørte dammer på elvebredden. Fordi dette kun var en smittebegrensende behandling, ble CFT-legumin kun utdosert i dammer mellom flomvann-nivå og dagens vannstand i vassdragenes hovedløp, samt i enkelte bekker i Beitstadfjorden.

Behandlingen ble gjennomført i perioden 22.-31. august 2006. En elvestrekning på 3-6 km ble behandlet av 1 til 2 personer. Behandling ble kun gjennomført én gang pr område. Behandlingen ble foretatt som punktdoseringer med hagekanne. Det bør doseres 0,3-1,0 ppm CFT-Legumin for å oppnå 100 % dødelig effekt på laks, avhengig av temperatur (Mo, 2000). Det høye antall dammer begrenset den praktiske muligheten til å måle nøyaktig vannvolum i hvert doseringspunkt, noe som førte til at mengde CFT-L for hvert punkt ikke kunne tilmåles nøyaktig. For hver dam ble det gjort et overslag på vannvolum som ble avrundet oppover, og det ble dosert en mengde tilsvarende 1 ppm for å sikre ønsket effekt. I små dammer ble det derfor overdosert i forhold til det som strengt tatt skulle være nødvendige. Den doserte mengden ble blandet inn i vannmassen ved hjelp av omrøring.

2.4 Desinfisering av utstyr

Mattilsynet definerte hele behandlingsområdet som smittet område, og det ble satt krav til desinfisering av alt utstyr og personlig bekledning. Det ble etablert en desinfiseringsstasjon ved Reipa gård (Hyllbrua i øvre Ogndal) under behandlingen. Her ble det daglig gjennomført desinfisering av alt brukt utstyr, samt at alt utstyr som hadde vært brukt under behandlingen i etterkant av behandlingen. I tillegg var alle biler utstyrt med desinfiseringsutstyr for desinfisering i felt. Desinfeksjonsmiddelet som ble benyttet var en 2 % blanding av Virkon S, godkjent for dette formålet. Arbeidsdagen ble rutinemessig avsluttet ved at alt personell kvitterte på at nødvendig desinfisering var gjennomført. Desinfiseringsprosedyre og desinfiseringsplan ble godkjent av Mattilsynet.

2.5 Dødfiskhåndtering

Det ble utarbeidet en plan for håndtering av død fisk, som ble godkjent av Mattilsynet. Planen gav blant annet retningslinjer for innsamling av fisk som døde i forbindelse med dosering av CFT-L, og utilsiktet fiskedød i forbindelse med AIS dosering.

All voksen anadrom fisk som ble brakt til fiskemottaket ble artsbestemt, lengdemålt, veid, og tatt skjellprøver av. Av juvenil anadrom fisk ble det tatt prøver av et begrenset utvalg. Fisken ble frosset, og senere destruert.

2.6 Vannprøvetaking og vannanalyser

Før behandlingen ble det tatt vannprøver for analyse av vannets alkalinitet. Dette ble gjort på alle stedene der hoveddoseringstasjonene skulle utplasseres. Basert på disse analysene ble så sammensetningene av AIS på de ulike stasjonen bestemt.

Under behandlingen ble det gjennomført et omfattende vannkjemisk analyseprogram for å kontrollere de kjemiske endringene som følge av doseringene. Vannets pH, ledningsevne og temperatur ble målt daglig ved 20 ulike stasjoner i vassdragene. Også fem referansestasjoner ca 100 m oppstrøms hoveddosererne ved Støafossen, Byafossen, Figga, Rølla og i Lundselta inngikk i analyseprogrammet. Også aluminiumsanalyser ble utført stort sett hver dag fra alle stasjonene. Vannprøvene ble analysert i eget mobilt laboratorium som sto plassert ved Mesta sin veistasjon ved Vibekrysset. I tillegg til den daglige prøverunden, ble det tatt vannprøver i hydrologisk kompliserte områder for å evt. avdekke områder med dårlig innblanding av kjemikaliet.

2.7 Fisk i kar som kontroll på vannets giftighet

I Ognå ble gyroinfiserte lakseunger brukt som kontroll på vannets giftighet under behandlingen. Disse ble plassert i kar ved Ognåbrua og ved Ferjeland. Fisken i karet ved Ferjeland var fanget i Rølla, og prevalensen (antall infiserte av antall undersøkte) for *G. salaris*-infeksjonen var 100 %. Fisken i karet ved Ognåbrua var fanget på ulike lokaliteter i Ognå, og prevalensen var 27 %. Både før, under og etter behandlingen ble det tatt ut et visst antall laks for kontroll av *G. salaris*-infeksjonen. I Figga og i Byaelva ble ørret utplassert i kar før behandlingen startet. Denne fisken fungerte derfor kun som kontroll på vannets giftighet. Alle karene hadde kontinuerlig vanngjennomstrømning slik at fisken hele tiden ble eksponert for behandlet elvevann. Ved behandlingslutt ble all fisk i karene avlivet og destruert.

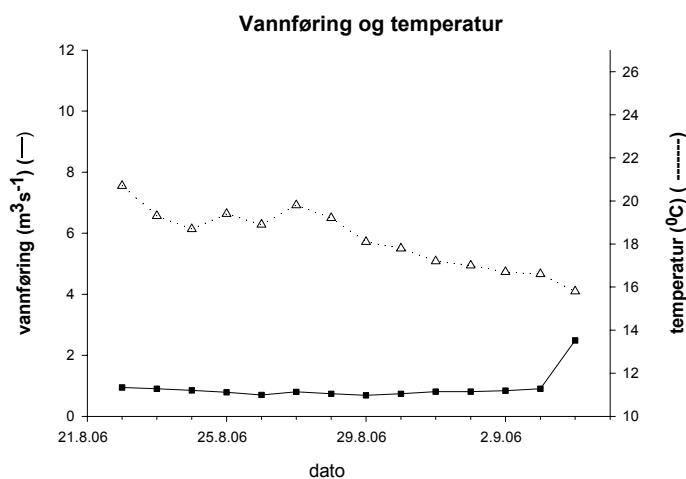
3. Resultat

3.1 Vannføring

I perioden 21.-28. august var vannføringen i Byaelva $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Etter dette var vannføringen $10 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ fram til siste behandlingsdag (figur 5).

Grunnet en tørr og varm sommer, var vannføringen i Oгна under behandlingsperioden svært lav (figur 3) I Støafossen var vannstanden under $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ gjennom hele behandlingsperioden, unntatt ved behandlingens slutt da mye regn førte til at vannføringen steg til over $150 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ i løpet av ett døgn. Årsmiddelvannføring i Oгна i august i perioden 1973-2003 er $13,24 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (NVE).

Doseringen i Figga var basert på vannføringskurver utarbeidet i forkant av behandlingen. Til dette arbeidet ble det benyttet vi Q-trace instrument som baserer seg på salttilførsel i vassdraget med påfølgende registrering av elektrolytisk ledningsevne over tid. Også i dette vassdraget var vannføringen svært stabil (ca $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) under mesteparten av behandlingstiden..



Figur 2. Vannføring (—) (m^3s^{-1}) og – temperatur (.....) ($^{\circ}\text{C}$) i Støafossen (Oгна) i perioden 22.august-4.september 2006.

3.2 AIS-dosering

Under smittereduserende behandling i 2006 ble det dosert ut 380 tonn AIS-løsning i Steinkjervassdragene, Figga og Lundselta. Al-innholdet i 95 % av utdosert Al-løsning var på 0,5 %, mens resterende Al-løsning hadde et Al-innhold på 2,75 %. Dette innebærer en total tilførselen av Al i vassdragene under behandlingen på ca 2 tonn. Dette er lite i forhold til årlig naturlig Al-transport i vassdragene.

3.3 CFT-Legumin-dosering

Det ble benyttet 11 liter CFT-L i hovedvassdragene, og 1 liter CFT-L i bekker i Beitstad og Inderøy. Det ble ikke prioritert å måle konsentrasjonen av virkestoffet rotenon i dammene da dette er svært ressurskrevende. Resultatet av behandlingen ble kun observert som effekt på fisk.

Områdene som ble behandlet var: Steinkjervassdragene (langs bredden av Oгна med Rølla, Byaelva, Steinkjerelva og Figga) og Lundselta (Beitstad). I tillegg ble nedre del av Alfarbekken, Lagtuelva og

Elnanbekken (alle Beitstadlandet), nedre del av Ålbergbekken, Hembresbekken og bekk ved Folsanden (alle Inderøy) behandlet med CFT-L.

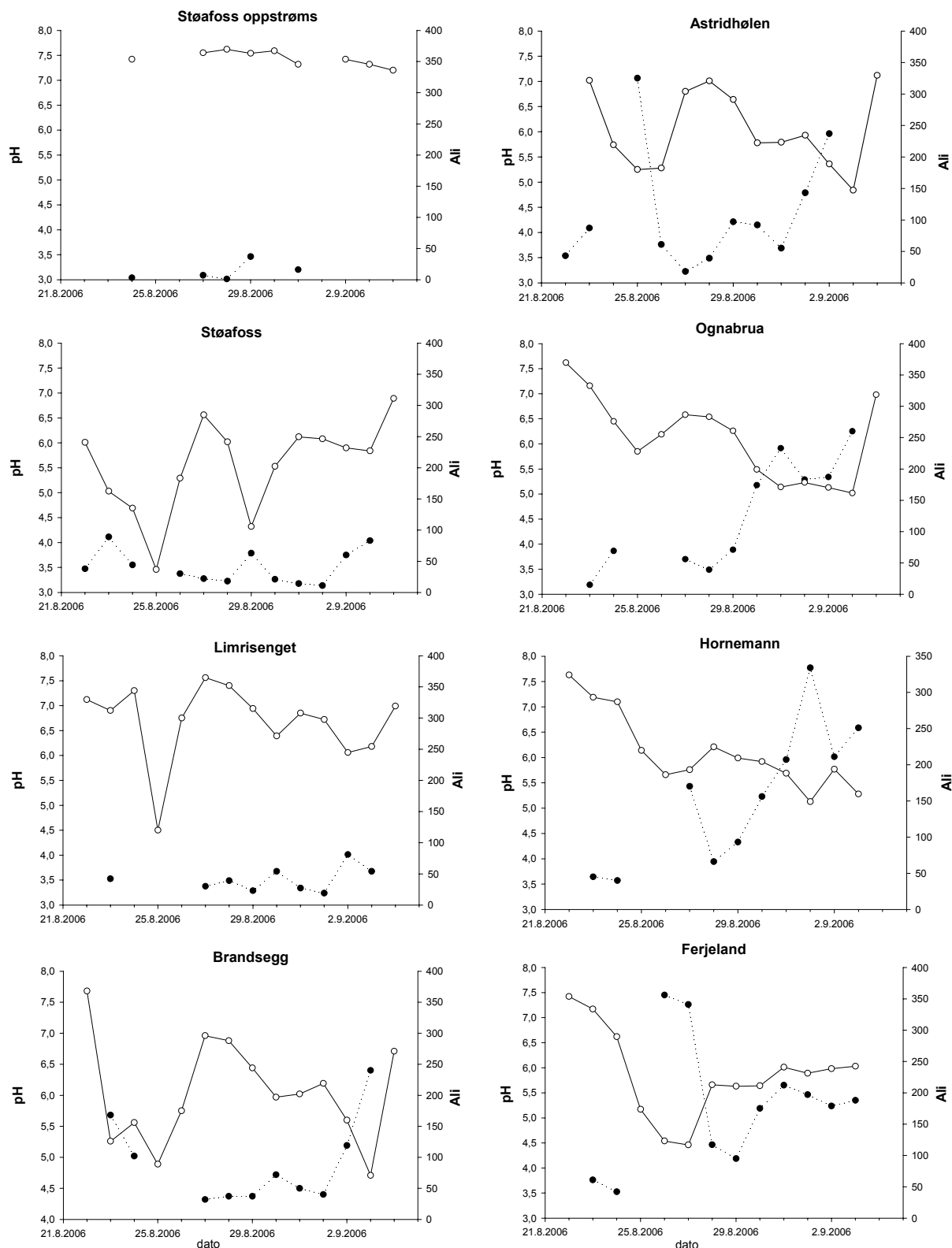
Følgende bekker ble ikke behandlet fordi det ikke var rennende vann i løpet (tilnærmet tørre); Bardalsbekken, Hammerbekken og Skjevikbekken (Beitstad), bekkene i Frøsetvågen, Kroksvågen, Skjelvågen og Kjerknsvågen (Inderøy).

3.4 Vannkjemi

3.4.1 Ogna

Tilsetningen av 96 % svovelsyre (H_2SO_4) og AIS førte til en pH-senkning i elva ned mot pH 6,0, samt en økning i total Al-konsentrasjon med ca $100 \mu g Al L^{-1}$, hvorav $30-60 \mu g Al L^{-1}$ var på uorganisk form (Al_i). Unntaket var et par dager etter 23. august da en teknisk feil med syredoseringspumpa i Støafossen førte til at det oppsto en kraftig overdosering av syre. Dette førte til at pH sank til under 4,0 og medførte fiskedød på strekningen Støafossen – Limrisenget, en strekning på ca 2 kilometer. Uhellet ble oppdaget morgenen etter, men overdoseringa førte til at en sakteflytende ”sur puls” forplantet seg nedover elva. Denne ”pulsene” ble gradvis mindre ekstremt nedover i vassdraget slik at fiskedød kun ble påvist ned til Limerisenget.

Den ekstremt lave vannføringen og høy vanntemperatur gjorde det vanskelig å oppnå tilfredsstillende behandlingsskjemi i hele Ogna samtidig. Vannet rant svært sakte og brukte mellom ett og to døgn fra Støa til samløpet med Byaelva. I tillegg var doseringsutstyr og kjemikaliestykke dimensjonert for høyere vannføringer. Dette medførte praktiske utfordringer ved utdosering av kjemikalier. Bekker og sig med høy pH og alkalinitet påvirket hovedvassdragets vannkjemi betydelig. Dette sammen med at lav vannføring bidrar til liten turbulens og derved dårlige innblandingsforhold, skapte store problemer mht jevn og tilfredsstillende behandlingsskjemi i hele hovedvassdraget.. Disse problemene var størst på strekningen Støafossen og ned til Limrisenget. Al_i -analysene viste at det kun var to til tre dager med tilfredsstillende behandling av denne strekningen. Tilfredsstillende behandlingsskjemi på denne strekning ble først oppnådd etter at det ble plassert ut tre ekstra doseringsstasjoner (IBC'er) i dette området. Fra Brandseggbrua og ned til samløpet varierte antall dager med ”god behandling” ($Al_i > 40 \mu g L^{-1}$) fra fem til ni dager (Figur 3). Fra Ognabrua og ned til samløp Byaelva var det mellom fem og ni sammenhengende dager med lav pH og høye Al_i -verdier, noe som tilsier at det her har vært meget god behandling.

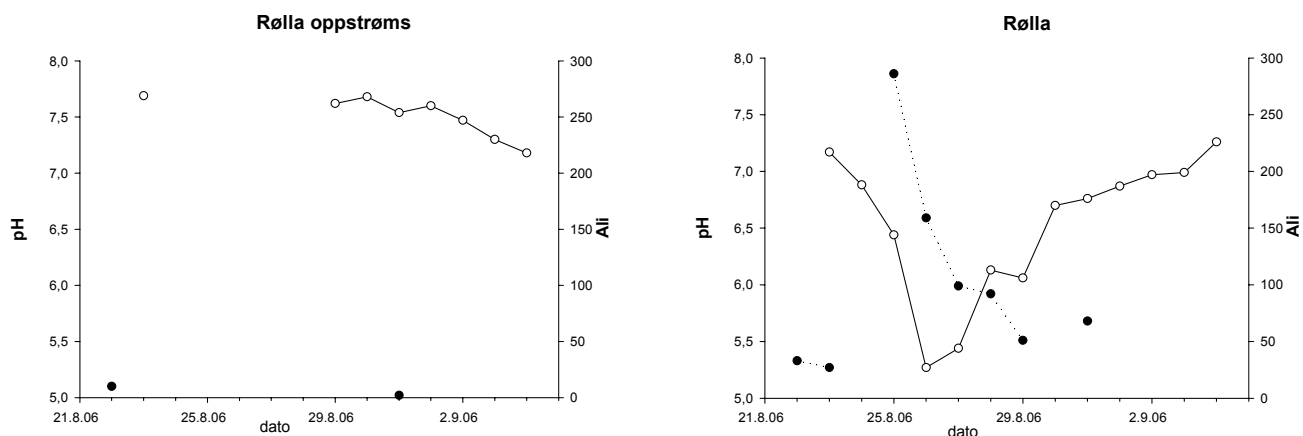


Figur 3. Registrerte pH (—) - og Al_i (.....) ($\mu g L^{-1}$) -verdier i Ogna i perioden 21.august - 4.september 2006.

3.4.2 Rølla

Rølla er det største sidevassdraget til Ognå og har en vannføring som varierer fra $< 100 \text{ L s}^{-1}$ til flere $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$. Vannføringen under behandlingen var stabilt svært lav ($50\text{-}70 \text{ L s}^{-1}$), noe som gjorde det arbeidskrevende å få riktig balanse mellom pH og aluminium. Den forhåndsvalgte AIS-løsningen (høy Al, lav syre) viste seg å være dårlig egnet under de nevnte hydrologiske forholdene. For å få pH ned til ønsket nivå uten å overdosere med aluminium, måtte vi derfor i tillegg til AIS doseringen, utplassere et IBC-anlegg for utdosering av 30 % svovelsyre.

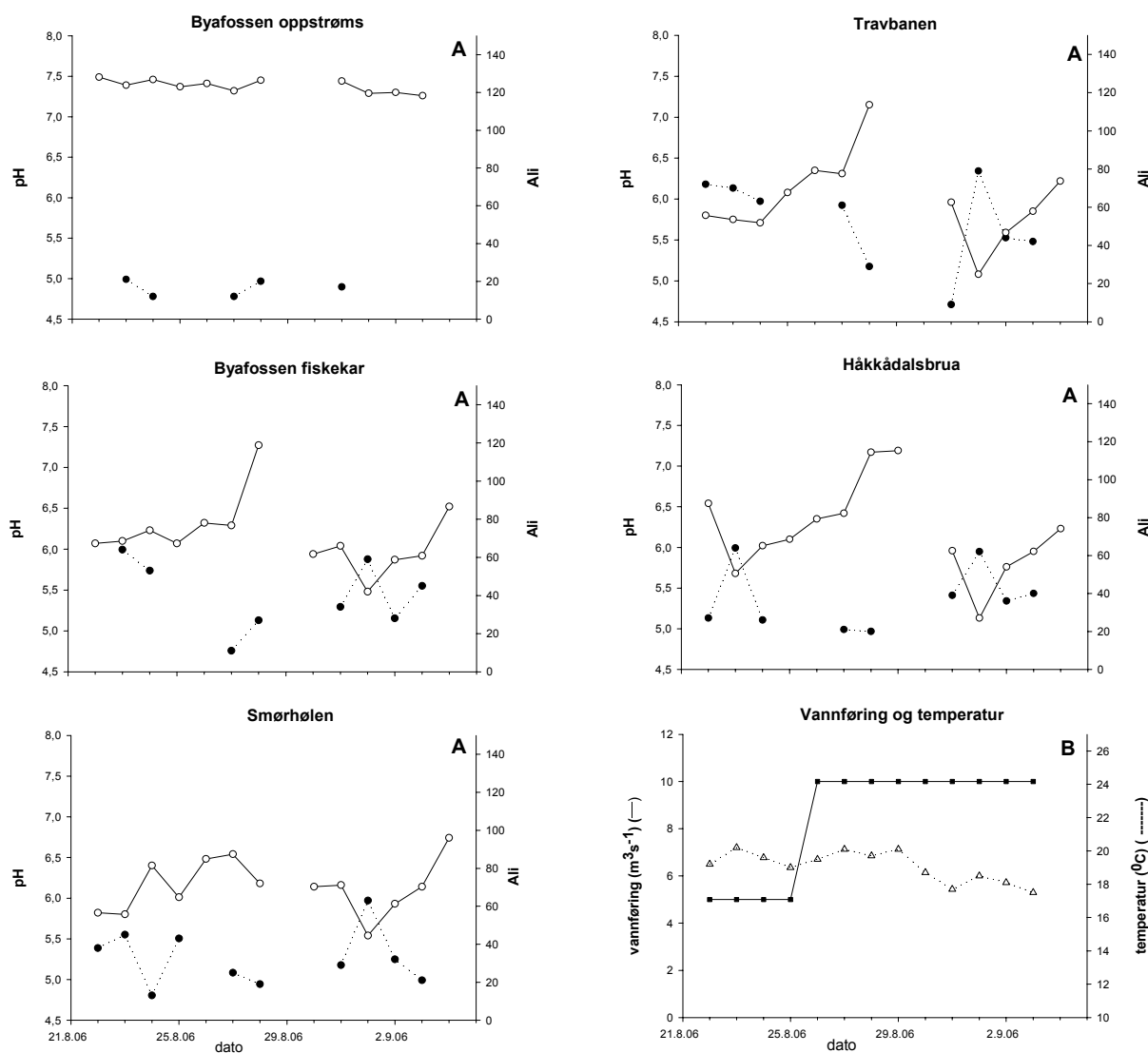
Etter en overdosering med syre den 26. august som forårsaket fiskedød i Rølla, ble det besluttet å redusere doseringen vesentlig for å skåne fisken som var igjen i systemet. Dette gjorde at det ikke ble oppnådd god behandlingskjemi over et tilstrekkelig tidsrom for optimal behandling mht totalutryddelse av parasitten i Rølla.



Figur 4. Registrerte pH (—) - og Al_i (·····) ($\mu\text{g L}^{-1}$) -verdier i Rølla i perioden 21.august - 4.september 2006.

3.4.3 Byaelva

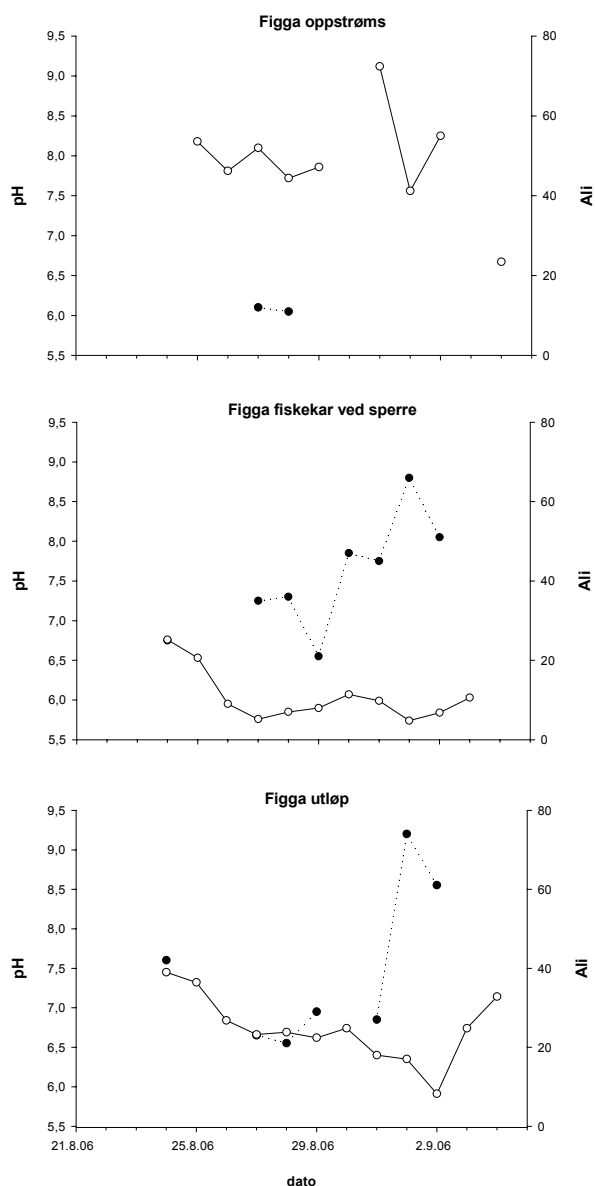
I Byaelva som er regulert, var det relativt enkelt å oppnå tilfredsstillende behandlingskjemi. Stasjonen ved travbanen dokumenterer gode behandlingskjemiske forhold i Byaelva, hvor både pH og Al_i -verdiene lå på ønsket nivå over et tilstrekkelig langt tidsintervall. Byaelva kunne vært behandlet over en enda lengre tidsperiode, men etter 6 dagers dosering ble det besluttet å stoppe behandlingen i Byaelva midlertidig for å dempe påvirkningen av syrepulsene fra Ognå i fm overdoseringen ved Støafossen. Vi fant det også kostnadmessig ufornuftig å fortsette med full behandling i Byaelva før behandlingskjemien i Ognå var tilfredsstillende og alle vassdragene var under behandling samtidig.



Figur 5. Registrerte pH (—) - og Al_i (.....) ($\mu g L^{-1}$) -verdier i Byaelva i perioden 22.august - 4.september 2006 (A). Vannføring (—) ($m^3 s^{-1}$) og temperatur (.....) ($^{\circ}C$) i samme periode i figur (B).

3.4.4 Figga

Behandlingen i Figga kom i gang et par dager senere enn Oгна og Byaelva. Det ble oppnådd ønskede pH-verdier ved fiskesperra relativt raskt etter doseringsstart, men Al_i -konsentrasjonen var ikke høy nok for å ha optimal behandlingkjemi. Fra fiskesperra og nedover steg pH raskt, og det ble derfor besluttet å sette opp en påfriskningsstasjon ved sperra. Denne stasjonen bestod av kun én IBC-tank, noe som viste seg å være utilstrekkelig for å oppnå god behandlingkjemi i Figga nedstrøms fiskesperra (figur 6).



Figur 6. Registrerte pH (—) - og Al_i (.....) ($\mu g L^{-1}$) -verdier i Figga i perioden 21.aug. - 4.sept. 2006.

3.5 Status på fisk i kontrollkar

Det ble satt opp fire fiskekar; ett ved Byafossen ca 200 m nedstrøms hoveddosering i Byaelva, ett ved fiskesperra i Figga, 400 m nedstrøms hoveddosering og to i Oгна. I Oгна ble et fiskekar plassert oppstrøms doseringsanlegget ved Ognabrua og et oppstrøms doseringsanlegget ved Ferjeland. Vann fra elva ble pumpet opp i fiskekarene, bortsett fra i Figga hvor karet ble tilført vann passivt vha fall. Det var kun lokal fanget ørret i karene ved Figga og Byaleva, fordi det ikke lot seg gjøre å fange laks fra disse lokalitetene. Rene ørretkar ble derfor kun brukt til kontroll av vannets giftighet.

Karene i Oгна bestod av laks fanget i Rølla. Dette var laks som var infisert med *G. salaris*. Disse karene fungerte derfor både som giftighetskontroll på fisk og *G. salaris* infeksjon. Alle fiskekarene ble kontrollert minst en gang per dag. Det ble ikke observert dødelighet på fisk i noen av karene som følge av behandlingen. Imidlertid døde all fisk i karet på Ferjeland etter to dager da strømmen til vannpumpa ble brutt. Dette skjedde lørdag 26. august. Ny laks ble satt ut i karet den 28. august.

3.6 Registrert dødelighet av fisk under behandlingen

Fisk som døde som følge av dosering av CFT-L framgår av tabell 1 a). Til sammen ble det funnet 123 lakseunger i områder som ikke var i kontakt med hovedelva på behandlingsdagene. 68 laksunger ble funnet i et område ved Kolåsneset (Ogna) med diffust tilsig. Én av disse ble funnet i et flomløp.

Fisk som døde som følge av ALS eksponering framgår av tabell 1 b). Dødeligheten i Ogna skyldtes en teknisk svikt i fm svovelsyrdoseringen ved Støafossen, den 25.08.06. I fm med denne episoden inntraff betydelig dødelighet på strekningen fra Støafossen til Limrisenget (ca 2 km.).

Det var også en dødelighet av ørret- og lakseyngel i Rølla, og i Lundselva døde tilnærmet all fisk på strekningen mellom doseringsstasjonen og fiskeperra.

Det ble også funnet noe død stingsild, skrubbe og ål under behandlingsperioden.

Tabell 1. Oversikt over antall og totalvekt av voksenfisk og ungfisk av laks og ørret som døde i Steinkjervassdragene høsten 2006 som følge av a) CFT-Leguminbehandling, b) ALS-behandling

a)

Lokalitet	Voksen laks	Laksyngel	Ørret yngel	Totalvekt kg
Ogna (Dam Kolåsneset)		96	3	0,5
Ogna (Dam Ognabrua)		25		0,2
Bya (Dam Smørhølen)		2	7	
Ogna/Bya (Diverse dammer)				
Lagtuelve			14	
Folsanden			170	2
Hembresbekken			3	
Lundselva			18	0,3
Totalt		123	215	3

b)

Lokalitet	Voksen laks	Laksyngel	Ørret yngel	Totalvekt kg
Ogna (Støa-Limrisenget)	57	883	36	100
Ogna (Rølla)		352	12	4
Ogna (Litjaugla)			2	
Ogna (Storaugla)		2		
Ogna (Elverumbekken)		1		
Lundselva			784	20
Totalt	57	1238	834	124

3.7 Funn av *Gyrodactylus salaris*

Før behandlingen ble det el-fisket på flere stasjoner i Steinkjervassdragene. I Figga ble det ikke funnet laksyngel, mens det i Byaelva ble funnet noen få. I Ogna ble det fisket på flere stasjoner og her var tettheten av lakseunger relativt høy enkelte steder.

Totalt ble 55 laksunger fra hele vassdraget sjekket for gyro før behandlingen startet. I Ogna (Nerfossen, Midjo og Ognabrua) og Byaelva (Smørhølen) var både prevalens og abundans (gjennomsnittlig antall gyro per undersøkte) lav. I Byaelva ble det funnet én gyro på én laksunge (N=4), mens det i Ogna ble funnet gyro på 7 laksunger (N=38) der intensiteten varierte mellom 1 og

12. I sidevassdraget Rølla var derimot prevalensen for *G. salaris*-infeksjonen 100 % og abundansen 176 før behandling.

Etter fem dager med behandling ble 12 laks i karet ved Ferjeland sjekket for gyro uten at parasitten ble påvist. Etter en ukes behandling, den 29. august, ble 20 laks fra karet ved Ognabrua sjekket for *G. salaris*, og av disse var det fortsatt gyro på 4 laks. Samme dag ble det fanget 32 laksunger ovenfor utløp Rølla. Ingen av disse var infisert med *G. salaris*.

Etter endt behandling ble all laks (N=71) som hadde stått i karene sjekket for gyro, uten at parasitten ble påvist. Det ble heller ikke registrert dødelighet av fisk i disse karene. All fisk ble avlivet og lagt på sprit for senere gjennomgang.

4. Diskusjon

Hensikten med behandlingen i august 2006 var å redusere spredningen av *G. salaris* internt i Steinkjervassdragene og eksternt til nærliggende vassdrag i regionen. Den smittereduserende behandlingen ble derfor gjennomført i hovedelvene og de største sidevassdragene til Byaelva, Ogna, Steinkjerelva, Figga, og Lundselta. Den kjemiske behandlingen ble gjennomført i ht DN's og MT's tiltaksplan for bekjempelse av *G. salaris* fra 2002. Fullskalabehandlinger mht totalutryddelse av parasitten i Steinkjervassdragene og resten av denne regionen skal etter denne planen finne sted i 2007-2008.

Ved å tilsette svovelsyre (30 % eller 96 %) fra egne tanker i tillegg til AIS-dosererne, kunne vannets bufferkapasitet reduseres uten å tilsette unødvendig store mengder aluminium. Dette var kostnadsbesparende med tanke på kjemikalieforbruk, samt at faren for overdosering med aluminium ble mindre.

Resultatet av behandlingen har vist at Gyro forsvinner fra laksunger som eksponeres for surt aluminium. Dette vassdrag har betydelig høyere alkalinitet enn de vassdrag som tidligere er behandlet med aluminium. Forutsatt gunstigere hydrologiske forhold enn under høstbehandlingen i 2006, slik at innblandingens betingelsene for kjemikaliet blir bedre, er det gode grunner til å anta at det er mulig å lykkes med å totalutrydde parasitten med bruk av surt aluminium som hovedkjemikalium.

Behandlingen i 2006 ga verdifulle erfaringer mhp tidspunkt, vannføring og vannkjemiske forhold for behandling. Spesielt vannføringen er avgjørende for raskt og optimal innblanding i hele elveprofilen. Dette er derfor helt avgjørende for behandlingsresultatet. Lav vannføring i hovedelva gjør at sidebakkene har større innvirkning på vannkjemien i hovedelva enn ved normal vannføring, samtidig som lav vannføring betyr mindre turbulens og dermed dårligere innblandingsmuligheter. Vanntemperaturen er også viktig fordi dette er avgjørende for hvor raskt gifteffekten av aluminium avtar og ny påfriskning kreves. Disse faktorer er derfor sentrale mht plassering av doseringsstasjonene.

Den ekstremt lave vannføringen i vassdragene under behandlingene, med unntak av Byaelva, førte til store doseringstekniske utfordringer. Vannet rant meget sakte i store deler av elva. Lite strøm i elva samt høy temperatur førte til at det i enkelte kulper oppsto liknende forhold som er observert i næringsrike innsjøer sommerstid, med høy primærproduksjon og høy pH. Den lave vannføringen gjorde at vannet i stor rant i laminære strømmer som ga meget trege innblandingsforhold av doseringskjemikaliene og begrenset sidevassdragens innblandingsmulighet i hovedvassdragene.

Behandlingsmessig var det strekningen Støafossen til Limrisenget i Ognå som bød på de største utfordringene. Her var det flere alkalinitetsrike grunnvannstilsig som skapte store vanskeligheter med å oppnå ønsket pH (pH:5,5-6,0) med det doseringsregimet som ble valgt. Det ble derfor satt ut noen mindre doseringsanlegg i de viktigste grunnvannstilsigene samtidig som det ble opprettet en ekstra påfriskningsstasjon i hovedelva.

Vanntemperaturen under behandlingen bød også på store utfordringer når det gjaldt tolkningen av vannanalysene. Høy temperatur sammen med relativt høye konsentrasjoner av totalt organisk karbon (TOC) i vassdraget vil kunne medføre at en analytisk bestemmer høyere konsentrasjoner av den giftige aluminiumsfraksjonen (Al_i) enn hva som reelt er tilstede. Dette har vi også kompetanse til å tolke/modellere, men fiskekarene vil i slike tilfeller være til stor nytte for å understøtte disse faglige vurderingene.

Vannkjemiske utfordringer, som for eksempel de i Figga, støtter seg til erfaringer gjort i liknende vassdrag med høy bufferkapasitet. I alle vassdrag med høy bufferkapasitet er det krevende å redusere pH til ønsket nivå. Spesielt gjelder dette i forbindelse med lav vannføring, hvor vannets bufferkapasitet normalt er høy samtidig med at sedimentenes pH-buffring også er høy. Resultatet kan da bli at tilsatt aluminium felles ut i sedimentene fordi pH ikke er lav nok. Ved økning i syredoseringen for å oppnå ønsket pH-reduksjon, vil bufferkapasiteten i systemet kunne brytes ned med den følge at pH blir så lav at tilsatt aluminium forblir i løsning. Samtidig kan utfelt Al fra tidligere dosering, samt naturlig forekommende Al i sedimentene gå i løsning. I slike tilfeller, hvor aluminium gjøres tilgjengelig fra flere "Al-kilder", vil den totale konsentrasjonen av aluminium kunne bli så høy at fisk dør. Dette er en situasjon som er ekstra aktuell nedstrøms den første doseringsstasjonen i vassdragene. Problemet vil kunne løses med å øke antall doseringspunkter i øvre del av vassdraget.

Da dette var en smittebegrensende behandling, ble det ikke vektlagt å behandle perifere deler av vassdragene. CFT-L behandlingene ble gjennomført kun én gang i hvert område. Ved en full behandling vil alle områder, som er tilgjengelig for anadrom fisk, bli behandlet minimum to ganger. I området ved Kolåsneset hvor det ble funnet 95 laksunger ved CFT-L behandling, er det trolig betydelig innslag av grunnvann. Ved en fullskala behandling vil det derfor bli benyttet noe mer CFT-L i overgangssoner mellom rennende og stillestående vann, for å sikre en effektiv behandling. På grunn av de tørre og varme forholdene ble flere bekker til Beitstadfjorden ikke behandlet, da de var tilnærmet tørre. De ekstraordinære hydrologiske forholdene under denne behandlingen var meget ugunstig mhp optimal behandling.

Under behandlingen av Lærdalselva i 2005/2006 fikk vi ny kunnskap om følsomheten for ulike livsstadier hos voksen fisk av laks og sjørret, samt gjellfisk av sjørret. I Steinkjervassdragene synes disse artene å ha en klart høyere tålegrense for Al_i enn for eksempel i Lærdalselva. Lakseyngelen i kontrollkarene langs Ognå tålte høyere Al_i -verdier enn i Lærdalselva. Behandlingstidspunktet i forhold til fiskens ulike livsstadier kombinert med ekstrem vannføring og høy temperatur vil derfor være avgjørende for hvilke aluminiumsdoser som kan benyttes uten for store negative effekter på laks og ørret. Forhåpentligvis vil en pH-styrt dosering (doseringen styres av pH i elva og ikke av vannføring) sammen med separat syre og Al-dosering være et viktig bidrag for å oppnå en stabil pH og Al_i konsentrasjon i vassdraget og dermed redusere mulighetene for uønsket fiskedød. Fortsatt er det mange ubesvarte spørsmål som knytter seg til både doseringstekniske og biologiske forhold under en aluminiumsbehandling. Fisken som døde i Ognå og Rølla under behandlingen i 2006 skyldtes henholdsvis teknisk og menneskelig svikt. Fiskedøden i Lundsølva var uforutsett og kunne vært unngått med bruk av langt flere doseringsanlegg langs vassdraget. Doseringsstrategien vil alltid være et spørsmål om kost-nytte, noe som i praksis betyr hvilken investering i doseringsutstyr som er fornuftig i forhold til antall fisk som spares ved den samme investeringen.

For å oppnå vellykkede, miljømessige og kostnadseffektive behandlinger i framtiden, er det fortsatt et stort behov for ny kunnskap. Spesielt forholdet omkring optimal doseringslogistikk er viktig, der kunnskap om forholdene fisk og vannkjemi (ulik tålegrense mellom ulike laksestammer) og tiltak for oppnå en mest mulig homogen og stabil vannkjemi er viktige. Ny kunnskap vil være viktig for å redusere mulighetene for feildosering kan skje. I tillegg er det også viktig å få bedre kunnskap om betydningen av mer diffuse kilder til vassdragene hvor grunnvannsproblematikken vil være sentral.

5. Referanser

- Bakkeli, G., Stensli, J.H. & Sandodden, R. 2002. Oppsummering av hydrologiske undersøkelser i Steinkjervassdragene 1998 – 2001. Veso rapport 02-2002, 49 s.
- Bongard, T. 2005. Effekter på bunndyr av aluminiumstilsetning mot *G. salaris* i Batnfjordselva, 2003 og 2004. NINA Rapport 9, 20 s.
- Hjeltnes, B., Mo, T.A., Jansen, P.A., Brabrand, Å., Johnsen, B.O., Stensli, J.H. og Bakke, T.A. 2006. Ny påvisning av *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdraget og Figga i 2005: Mulige årsaker. Veterinærinstituttet, 21 s.
- Hytterød, S., Pettersen, R.A., Høgberget, R., Lydersen, E., Mo, T.A., Gjørwad Hagen, A., Kristensen, T., Berntsen, S., Abrahamsen, B. & Polèo, A.B.S. 2005. Forsøk på totalutryddelse av *Gyrodactylus salaris* i Batnfjordelva ved hjelp av aluminium som hovedkjemikalium. NIVA rapport.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A. 1985. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag, statusrapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 12 – 1985.
- Johnsen, B.O., Hvitsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1999. Lakseelver i Trondheimsfjorden. NINA-Oppdragsmelding 598. 38 s.
- Kelley, A & Weideborg, M. 1999. Miljørisikovurdering av rotenonbehandling CFT-Legumin ved utslipp til Hardangervidda og Steinkjervassdraget. Aquateam – Norsk vannteknologisk senter, rapport nr 99. 23 s.
- Mo, T. A. 2000. Effekt av CFT-Legumin på laks, ørret og ørekyte og *Gyrodactylus salaris*. Veterinærinstituttet, Oslo. 16s.
- Mo, T.A., Norheim, K. & Hellesnes, I. 2004. Overvåknings – og kontrollprogram for *Gyrodactylus salaris* på laks og regnbueørret i Norge. *Norsk Vet. Tidsskr.*, **3**. 157-163.
- Miljøstatus i Norge (<http://www.miljostatus.no/>)
- NOU (1999). Til laks åt alle kan igjen gjera? Om årsakene til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Norges offentlige utredninger (NOU) 1999:9.
- Polèo, A.B.S., Schjolden, J., Hansen, H., Bakke, T.A., Mo, T.A., Rosseland, B.O. & Lydersen, E. 2004. The effect of various metals on *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Parasitology*, **128**, 1-9.
- Pettersen, R.A., Hytterød, S., Mo, T.A., Gjørwad Hagen, A., Flodmark, L., Høgberget, R., Olsen, N., Kjøsnes, A.J., Øxnevad, S.A., Håvardstun, J., Kristensen, T., Sandodden, R. Moen, A. & Lydersen, E. Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* I Lærdalselva 2005/2006-Rapport til SFT. NIVA rapport.
- Soleng, A., Polèo, A.B.S., Alstad, N.E.W. & Bakke, T.A. 1999. Aqueous aluminium eliminates *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon. *Parasitology* **119**, 19-25.