

Gaute Kjærstad og Jo Vegar  
Arnekleiv

Rotenonbehandling av elver  
i Rana-regionen i 2003 og  
2004: Effekter på bunndyr

NTNU  
Norges teknisk-naturvitenskapelige  
universitet  
Vitenskapsmuseet



Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Vitenskapsmuseet  
Zoologisk notat 2004-4

## **Rotenonbehandling av elver i Rana-regionen i 2003 og 2004: Effekter på bunndyr**

Gaute Kjærstad og Jo Vegar Arnekleiv

Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI, notat nr. 29)  
Trondheim, november 2004

Dette notatet refereres som: Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. Rotenonbehandling av elver i Rana-regionen i 2003 og 2004: Effekter på bunndyr. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 2004, 4: 1-23.

Utgiver: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Vitenskapsmuseet  
Seksjon for naturhistorie  
7491 Trondheim  
Telefon: 73 59 22 80  
Telefaks: 73 59 22 95  
e-mail: [zoo@vm.ntnu.no](mailto:zoo@vm.ntnu.no)

Tidligere utgivelser i samme serie, se:  
[http://www.ntnu.no/vmuseet/nathist/nathist\\_publ.htm](http://www.ntnu.no/vmuseet/nathist/nathist_publ.htm)

ISBN 82-7126-689-6  
ISSN 0803-0146

## REFERAT

Kjærstad, G. og Arnekleiv, J.V. 2004. Rotenonbehandling av elver i Rana-regionen i 2003 og 2004: effekter på bunndyr. Vitenskapsmuseet Zool. Notat 2004, 4: 1-23.

Notatet presenterer resultater fra bunndyrundersøkelser i elver i Rana og Hemnes kommuner i Nordland i forbindelse med rotenonbehandling for å utrydde lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Rotenonbehandlingene ble inndelt i tre faser. De største elvene i området, deriblant Ranaelva og Røssåga med Leirelva ble rotenonbehandlet i oktober 2003 (fase 1). Småelver, inkludert Slettenelva, ble behandlet i juni 2004 (fase 2), og hovedbehandlinga av større og mindre elver, bl. a. Ranaelva og Røssåga ble gjennomført i august 2004, og utgjorde fase 3.

For å kartlegge effekter av rotenon på bunndyrene ble det tatt kvalitative prøver (sparkeprøver) i for- og etterkant av behandlingene, samt gjennomført burforsøk under selve behandlingene. For å avdekke eventuelle effekter av rotenon på større brakkvannslevende dyr ble det i tillegg til drivprøver i nedre del av Røssåga tatt sparkeprøver i brakkvannssonen umiddelbart i etterkant av behandlingene, både i Ranaelva og Røssåga (august 2004) og i Slettenelva (juni 2003).

De kvalitative prøvene viste at det skjedde en forskyvning i faunasammensetningen på gruppenivå på stasjoner utsatt for rotenonbehandling. Det var først og fremst døgnfluer, steinfluer, vårfluer og vannmidd som avtok i andel etter behandlingene. På de behandlede områdene i Ranaelva og Slettenelva var det en nedgang i tetthet av totalt antall bunndyr på mellom 43 og 66%, mens det på referanseområdene var en endring på +/- 10%. En stor del av endringene i faunasammensetningen på de berørte stasjonene skyldes derfor effekter av rotenon. Burforsøk viste at det på artsnivå var store forskjeller i toleranse, noe som også ble gjenspeilet i de kvalitative prøvene. Steinfluearten *Diura nanseni*, som gjennom tidligere undersøkelser har vist seg å være svært sensitiv overfor rotenon, så ut til å bli mindre berørt under behandlingene i Rana-regionen. Dette kan skyldes den relativt lave vanntemperaturen under behandlingene (7-10° C), noe som gir en lavere giftvirkning av rotenon enn ved høyere temperaturer. Det var imidlertid enkelte bunndyr, som døgnfluearten *Baetis rhodani*, steinfluearten *Siphonoperla burmeisteri* og steinflueslekta *Capnia*, som var svært sensitiv overfor rotenon, til tross for relativt lav vanntemperatur. Døgnfluearten *Ephemerella aurivillii* og steinfluearten *Amphinemura sulcicollis*, samt fjærmygg som gruppe så imidlertid ut til å bli lite berørt av behandlingene.

Prøver tatt i brakkvannssonen viste at større krepsdyr tilknyttet elvemunninger ble negativt berørt av behandlingene.

I Ranaelva ble det tatt prøver like etter avsluttende behandling i 2004 og i Leirelva like etter behandlinga i 2003, og vi kan derfor ikke si noe om rekolonisering av arter etter sluttbehandlingene. I Slettenelva viste prøver tatt to måneder etter behandling at bunndyrfaunaen i store trekk da var reetablert, i alle fall for de taksa som ble undersøkt av oss.

Emneord: Rotenon - bunndyr - elv

Gaute Kjærstad og Jo Vegar Arnekleiv, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Vitenskapsmuseet, Seksjon for naturhistorie, 7491 Trondheim



# INNHold

## REFERAT

FORORD.....	7
INNLEDNING .....	8
OMRÅDEBESKRIVELSE.....	8
Vassdragene.....	8
Prøvetakingslokalitetene (stasjonene) .....	10
ROTENONBEHANDLINGENE.....	10
METODER.....	11
RESULTATER .....	12
Faunasammensetning før/etter rotenonbehandling.....	12
Endringer på arts- og slektsnivå etter rotenonbehandling .....	16
Korttidseffekt av rotenonbehandlingen på ulike taksa .....	16
Reetablering av arter.....	18
Sjeldne arter og faunaen i brakkvannsområdet.....	18
DISKUSJON.....	19
Reetablering av faunaen etter rotenonbehandling .....	20
Sjeldne arter og faunaen i brakkvannssonen .....	21
Vurdering av miljøeffekter og CFT-Legumin .....	21
KONKLUSJON .....	22
REFERANSER .....	22
VEDLEGG 1-4	



## **FORORD**

Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Vitenskapsmuseet, NTNU, ble etter forespørsel fra Miljøvernavdelinga hos Fylkesmannen i Nordland, bedt om å foreta bunndyrundersøkelser i forbindelse med rotenonbehandling av vassdrag i Rana-regionen i 2003 og 2004.

I tillegg til forfatterne har Jarl Koksvik og Lars Rønning deltatt i feltarbeidet. Miljøvernavdelinga hos Fylkesmannen i Nordland har finansiert undersøkelsen og Veterinærmedisinsk Oppdragscenter, Trondheim har gitt opplysninger om rotenonbehandlingene. Marc Daverdin har laget kart over studieområdet. Samtlige takkes for godt samarbeid.

Trondheim, 19. november 2004

Gaute Kjærstad

Jo Vegar Arnekleiv



## INNLEDNING

Virkingen av rotenon på bunndyr er dokumentert både gjennom norske og utenlandske undersøkelser (f. eks. Dudgeon 1990, Mangum & Madrigal 1999, Arnekleiv 1997, Gladsø & Raddum 2000, Arnekleiv et al. 2001). De ulike artene har svært ulik toleranse overfor rotenon, der noen tilsynelatende er helt upåvirkede, mens andre ser ut til å ha tilnærmet 100% dødelighet.

En rotenonbehandling medfører vanligvis en nedgang i tetthet hos rotenonfølsomme arter. Slike endringer er av temporær karakter og tidligere studier har vist at reetablering av undersøkte arter generelt tar 1-3 år. Giftvirkningen av rotenon på bunndyr vil bl.a. avhenge av vanntemperatur og hvilket utviklingsstadium bunndyrene befinner seg i på behandlingstidspunktet.

I Rana-regionen ble bekjempelsestiltakene mot *Gyrodactylus salaris* gjennomført med oppfisking og bygging av fiskesperrer, samt kjemisk behandling med rotenon inndelt i tre faser. De største elvene i området, Ranaelva, Røssåga og Bjerka ble rotenonbehandlet i oktober 2003 og utgjorde fase 1, småelver i juni 2004, fase 2, og hovedbehandling av større og mindre elver i august 2004, fase 3. Alle elver med påvist forekomst av laks ble behandlet to ganger.

Hovedhensikten med denne undersøkelsen var å kartlegge endringer i bunnfaunaen i forbindelse med rotenonbehandlingene.

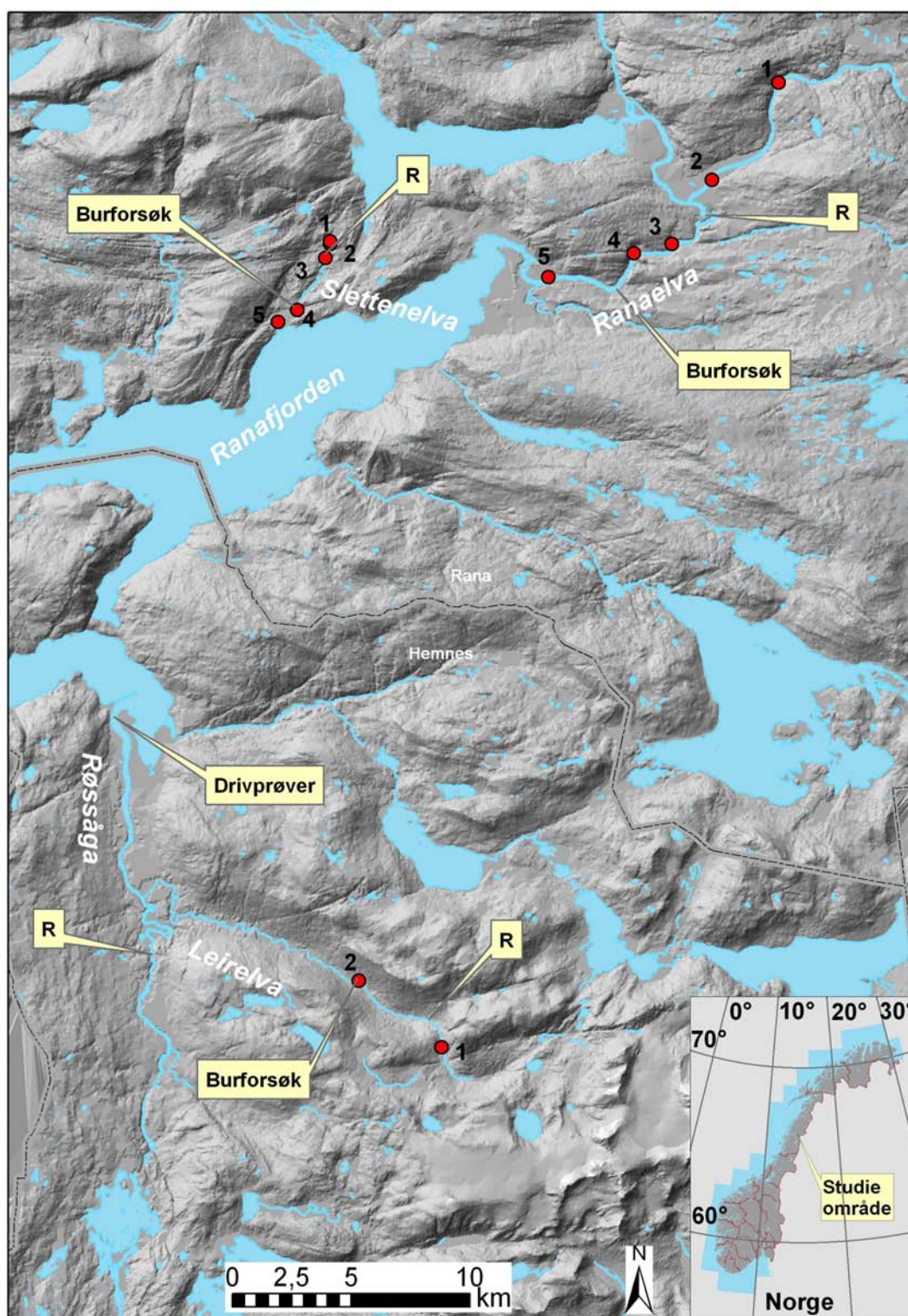
## OMRÅDEBESKRIVELSE

### Vassdragene

Ranavassdraget, som munner ut i fjorden ved Mo i Rana (se figur 1), er Nordlands nest største med et nedbørfelt på 3 790 km<sup>2</sup>. Vassdraget er sterkt regulert og har flere kraftstasjoner. Ranaelva regnes som kald og næringsfattig pga. flere sideelver med tilløp direkte fra Svartisen. *G. salaris* ble funnet på laksunger i Ranaelva allerede i 1975. Laksetrappa i Reinforsen ligger ca 13 km fra fjorden og har vært stengt for oppgang av fisk siden 1985 (Johnsen et al. 1999).

Røssåga munner ut innerst i Sørfjorden ved Bjerka i Hemnes kommune. Vassdraget er Nordlands tredje største med et nedbørfelt på 2 100 km<sup>2</sup>, og karakteriseres som kaldt og næringsfattig. Laks og ørret kan gå opp til Sjøforsen, om lag 15 km fra fjorden. De nederste 12 km av elva er flopåvirket pga. et fall på bare 1 m på denne strekningen. Leirelva er største sideelv med et nedbørfelt på 150 km<sup>2</sup>, og med en anadrom strekning på ca. 17 km. Elva er brepåvirket og periodevis sterkt leirfarget. Både Røssåga og Leirelva er regulerte. *G. salaris* ble første gang påvist i Røssåga i 1980 (Johnsen et al. 1999).

Slettenelva (Busteråga) har utløp på nordsida av Rana-fjorden, ca 10 km fra munningen av Ranaelva, og har et nedbørfelt på 27 km<sup>2</sup>. Elva er uregulert og har en anadrom strekning på ca 5,5 km. *G. salaris* ble første gang påvist i elva i 1993 (Johnsen et al. 1999).



**Figur 1.** Oversikt over undersøkte elver og stasjoner. R = øverste utslippspunkt for rotenon ved hovedutslippsstasjonene.

## Prøvetakingslokalitetene (stasjonene)

Prøvetakingslokalitetene for sparkeprøver ble valgt ut med tanke på å oppfange så mange arter som mulig. Vannhastighet er en av de viktigste faktorene for habitatassosiasjon, og det ble derfor opprettet stasjoner både på strykparti og på stillestående/sakteflytende elv. Dette ble gjort i Ranaelva og Slettenelva både på referanseområdet og rotenonbehandlet område. I Leirelva hadde vi kun to stasjoner, en referanse og en på behandlet del, begge på strykparti. Se tabell 1 for detaljer.

**Tabell 1.** Oversikt over stasjonenes UTM-referanser, samt enkelte fysiske parametere.

\* = referansestasjoner

Stasjon	UTM-referanse	Vannhastighet (cm/s)	Bergartsfragmenter (gjennomsnittlig kornstr. i cm)	Vannvegetasjon (% bunndekt areal)
<b>RANAELVA</b>				
1*	33W VP 733 645	20-60	< 0,2 og 2-10	Alger<5, moser 5-25
2*	33W VP 705 604	0-20	< 0,2 og 5-25	Alger<5
3	33W VP 688 577	0-20	< 0,2 og 2-15	Alger<5
4	33W VP 672 573	10-50	< 0,2 og 2-10	Alger<5
5	33W VP 636 563	10-80	< 0,2 og 2-10	Alger<5, moser<5
”Burforsøk”	33W VP 669 567			
<b>SLETTENELVA</b>				
1*	33W VP 544 578	5-30	< 0,2 og 2-10	-
2*	33W VP 544 577	20-60	< 0,2 og 5-15	Alger<5, moser 5-25
3	33W VP 542 571	20-80	< 0,2 og 2-10	Alger<5, moser<5
4	33W VP 530 549	30-90	< 0,2 og 2-5	-
5	33W VP 522 544	0-10	< 0,2	Alger<5
<b>LEIRELVA</b>				
1*	33W VP 591 238	20-50	< 0,2 og 2-10	Alger<5, moser<5
2	33W VP 556 266	10-70	< 0,2 og 2-10	Alger<5, moser<5
<b>RØSSÅGA</b>				
”Drivprøver”	33W VP 453 378	0-10	-	-

## ROTENONBEHANDLINGENE

I likhet med rotenonbehandlingene av Steinkjer-vassdraget og Figga i 2001 og 2002, ble rotenonblandingen CFT-Legumin benyttet under behandling av vassdrag i Rana-regionen. Denne blandingen er mer miljøvennlig enn tidligere benyttede blandinger, bl.a. fordi hovedløsemiddelet inneholder fettsyreester i stedet for olje. I tillegg er dispergeringsmiddelet som inneholdt hormonhermer fjernet (Haukebø *et al.* 2000).

Rotenonbehandlingene ble inndelt i tre faser. De største elvene i området, Ranaelva, Røssåga og Bjerka ble rotenonbehandlet i oktober 2003 og utgjorde fase 1, småelver ble behandlet i

juni 2004 (fase 2), og hovedbehandlingen av større og mindre elver ble gjennomført i august 2004 (fase 3). Tabell 2 viser stedene for hovedutslippet og utslippsperiode i de ulike elvene.

Hovedutslippet ble foretatt rett ovafor øverste oppvandringshinder i elvene, med påfriskningsstasjoner lengre ned. Parallelt med hovedutslippet ble elvebreddene sprøytet med rotenon ved hjelp av båter påmontert pumper. Sidebekker og andre elvenære våtmarksområder ble også behandlet.

Målet var å holde en konsentrasjon på minst 0,5 ppm CFT-Legumin gjennom hele utslippsperioden. På hoveddoseringsstasjonene ble det derfor dosert ut 1,4 ppm den første timen og deretter 0,7 ppm.

**Tabell 2.** Oversikt over hovedutslipp av rotenon i undersøkte elver i Rana i 2003 og 2004

Elv	Hovedutslipp	Utslippsdato	Utslippsperiode (kl.)
Slettenelva	Bru ved Forsmoen	18.06.04	09:00 – 16:00
Ranaelva	Reinforsen	06.10.03	14:00 – 18:00
”	”	28.08.04	08:00 – 17:00
Røssåga	Nedre Røssåga kr.verk	26.08.04	05:00 – 15:00
Leirelva	Nyenget	07.10.03	09:00 – 16:00

## METODER

**Kvalitative bunndyrprøver** (R1-prøver) ble tatt før og etter behandling for å avdekke mulige endringer i artsmangfold (se tabell 3 for nærmere angivelse av prøvetakingstidspunkt). Prøvene ble tatt i henhold til norsk standard, NS-ISO 7828 og NS-4719. Både i Ranaelva og Slettenelva ble det opprettet to stasjoner i ubehandlet del (referanse) og tre stasjoner i den rotenonbehandlede delen. I Leirelva ble det lagt ut en stasjon i ubehandlet del og en stasjon i rotenonbehandlet del. Prøvene ble tatt på tid á ett minutt. På samtlige stasjoner ble det for hver prøverunde tatt to prøver per stasjon. Det ble benyttet en langskaftet håv med åpning på 25 x 25 cm og håvpose med maskevidde på 0,25 mm. Av prosjektøkonomiske årsaker ble prøvetaking i Leirelva kuttet ut i 2004.

**Burforsøk** ble benyttet for å avdekke eventuelle forskjeller i toleranse mellom ulike bunndyr som ble eksponert for rotenon under selve behandlinga. Under naturlige forhold vil bunndyr som er knyttet til vannvegetasjonen eller lever nedgravd i bunnsubstratet, være mindre eksponert for rotenon enn dyr som lever oppå substratet, eller har en svømmende adferd. Det kan derfor være vanskelig å angi den reelle toleransen hos ulike arter under naturlige forhold. For å skape like forhold for ulike bunndyr ble perforerte plastbur, der hvert bur inneholdt 10 individer av hvert takson, plassert både i rotenonbehandlet område og tilsvarende taksa på referanseområdet under selve rotenonbehandlinga. I forkant av hovedbehandlinga i Ranaelva i august 2004 var det, pga. svært lav tetthet, vanskelig å innfange nok bunndyr til burforsøk. Innenfor enkelte taksa ble det derfor benyttet færre enn 10 individer. Burforsøkene ble gjennomført i Ranaelva, Slettenelva og Leirelva.

**Drivprøver** ble gjennomført nederst i Røssåga før og under hovedbehandlinga. Formålet var å fange opp brakkvannsdyr og avdekke eventuelle toleranseforskjeller mellom arter mht. til

rotenon. Drivfella bestod av en stålramme der nedre del ble presset ned i bunnsubstratet for feste og øvre del påmontert to håvposere (70 cm lange, 0,25 mm maskevidde og åpning med diameter 10 cm), en ved bunnen og en nær overflata. Håvposene ble tømt og satt ut igjen hver hele time.

Både i Ranaelva, Røssåga og Slettenelva ble det tatt stikkprøver i brakkvannsområdet med rotehåv umiddelbart i etterkant av rotenonbehandlingene. Hensikten var å innfange brakkvannslevende smådyr og sjekke tilstanden (levende/døde).

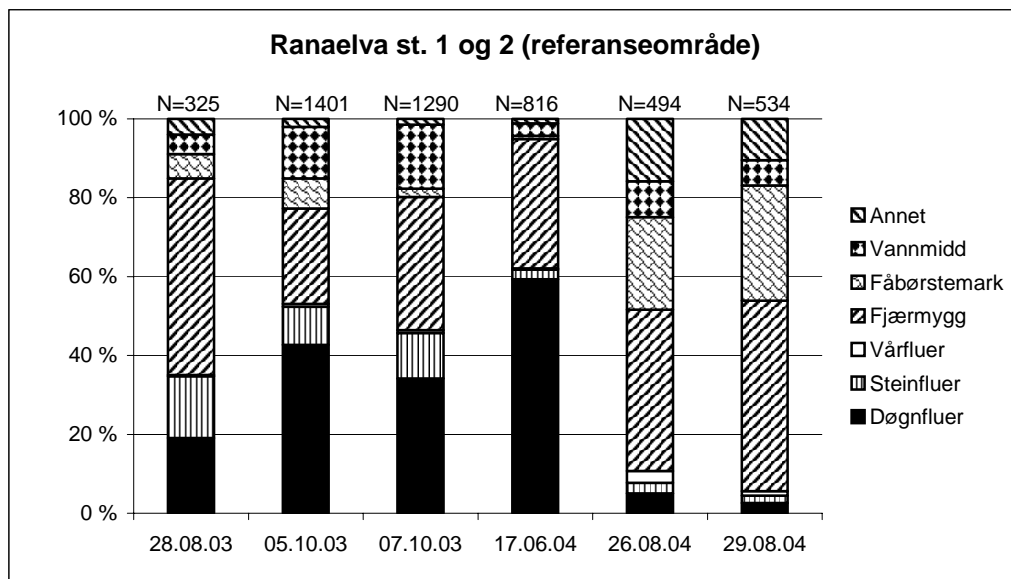
**Tabell 3.** Oversikt over prøvetakingstidspunkter og metoder benyttet i de ulike elvene

Lokalitet	Tidspunkt	Metode	Merknader
Ranaelva	28.08.2003	R1-prøver	Ca 5 uker før behandling
Ranaelva	05.10. 2003	R1-prøver	En dag før behandling
Ranaelva	07.10. 2003	R1-prøver	En dag etter behandling
Ranaelva	17.06. 2004	R1-prøver	Ca 8 måneder etter 1. behandling
Ranaelva	26.08. 2004	R1-prøver	To dager før 2. behandling
Ranaelva	28.08. 2004	Burforsøk	Rotenonbehandling
Ranaelva	29.08. 2004	R1-prøver	En dag etter 2. behandling
Slettenelva	27.08. 2003	R1-prøver	Ca 10 måneder før behandling
Slettenelva	06.10. 2003	R1-prøver	Ca 8 måneder før behandling
Slettenelva	17.06. 2004	R1-prøver	En dag før behandling
Slettenelva	18.06. 2004	Burforsøk	Rotenonbehandling
Slettenelva	19.06. 2004	R1-prøver	En dag etter behandling
Slettenelva	27.08. 2004	R1-prøver	Ca ni uker etter behandling
Leirelva	28.08. 2003	R1-prøver	Ca 5 uker før behandling
Leirelva	06.10. 2003	R1-prøver	En dag før behandling
Leirelva	07.10. 2003	Burforsøk	Rotenonbehandling
Leirelva	08.10. 2003	R1-prøver	En dag etter behandling
Røssåga	26.08. 2004	Drivprøver	Rotenonbehandling

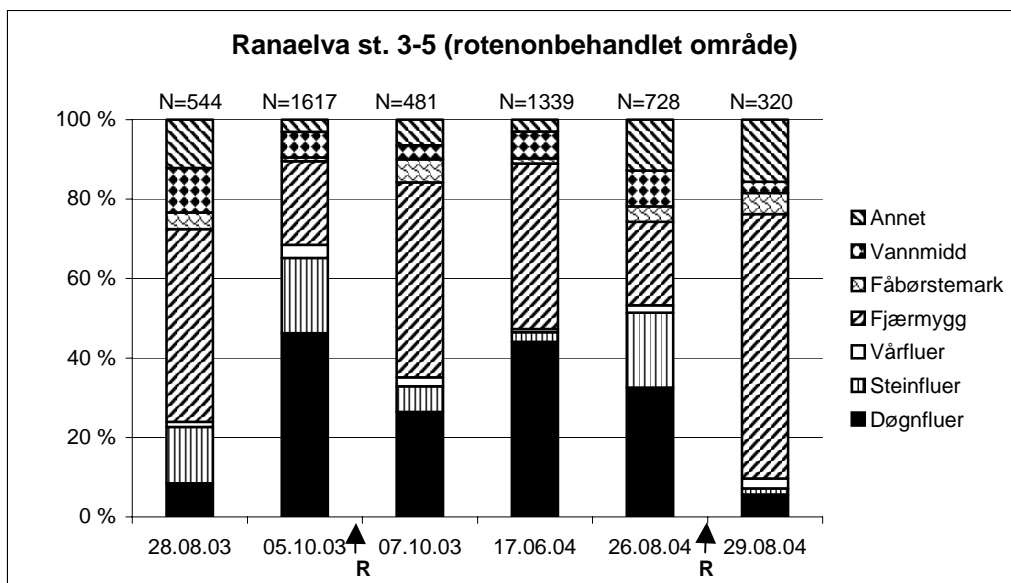
## RESULTATER

### Faunasammensetning før/etter rotenonbehandling

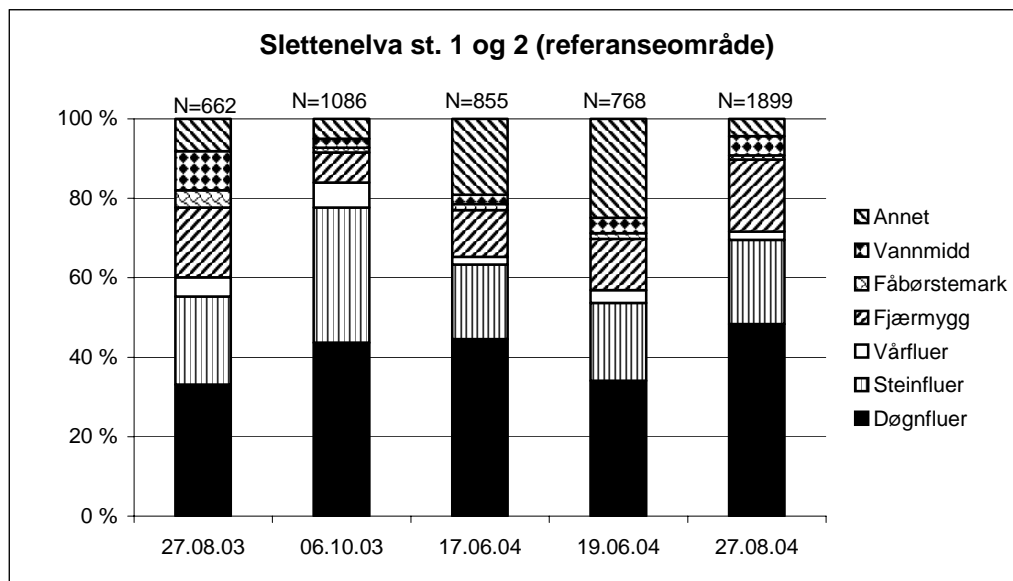
Figur 2 og 3 viser den relative faunasammensetningen (%) i Ranaelva på gruppenivå, henholdsvis på referanseområdet og i rotenonbehandlet område. Fra den første innsamlingsrunden i august og fram til rett før høstbehandlinga i oktober 2003 skjedde det store endringer i faunasammensetningen både på referanseområdet og på rotenonbehandlet område i Ranaelva. Slettenelva hadde lignende endringer fra august 2003 til juni 2004 (figur 4 og 5), men i mindre grad. I Leirelva skjedde det ikke tilsvarende store endringer fra august til oktober 2003 (figur 6 og 7).



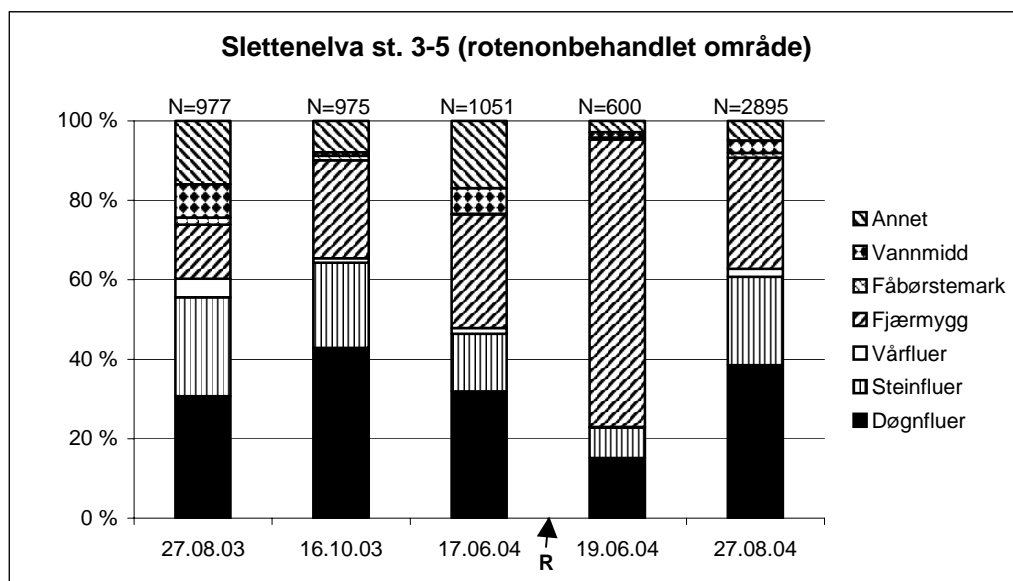
**Figur 2.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Ranaelva på referanseområdet før og etter rotenonbehandling i oktober 2003 og august 2004.



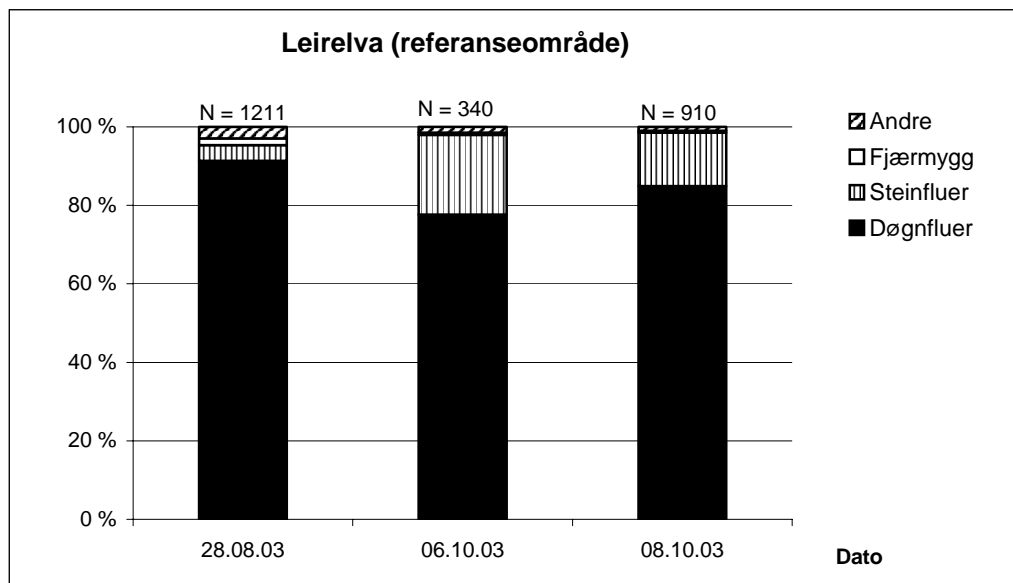
**Figur 3.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Ranaelva på rotenonbehandlet område før og etter rotenonbehandling i oktober 2003 og august 2004. R = rotenonutslipp.



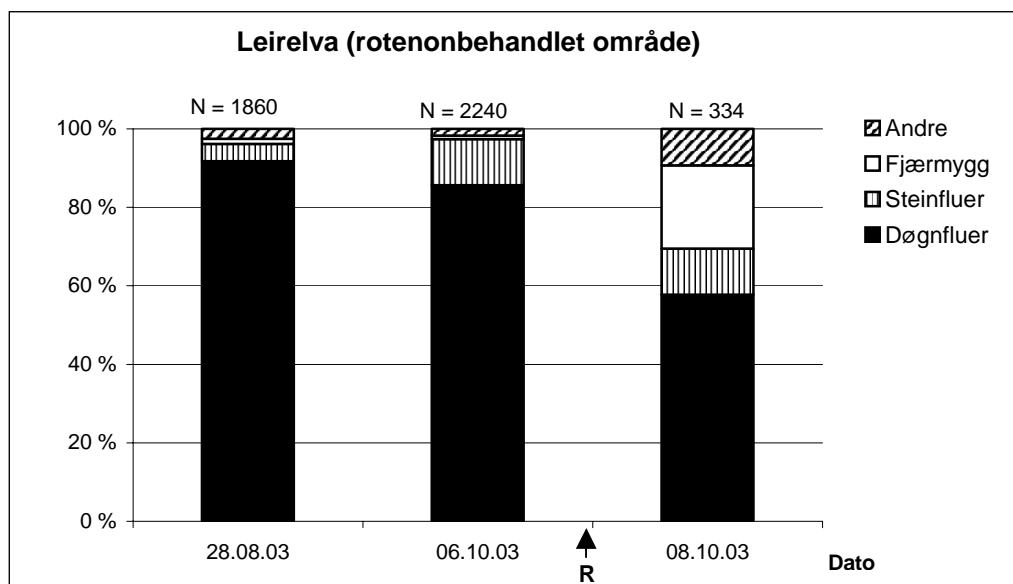
**Figur 4.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Slettenelva på referanseområdet før og etter rotenonbehandling i juni 2004.



**Figur 5.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Slettenelva på rotenonbehandlet område før og etter rotenonbehandling i juni 2004. R = rotenonutslipp.



**Figur 6.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Leirelva på referanseområdet før og etter rotenonbehandling i oktober 2003.



**Figur 7.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Leirelva på rotenonbehandlet område før og etter rotenonbehandling i oktober 2003. R = rotenonutslipp.

Dersom prøvene som ble tatt en dag før rotenonbehandlingene sammenlignes med prøvene tatt dagen etter behandlingene ble det registrert bare mindre endringer i faunasammensetningen i **referanseområdene**, både i Ranaelva, Slettenelva og Leirelva (figur 2, 4 og 6). Endringene i det **rotenonbehandlede området** var imidlertid langt større enn endringene på referanseområdet i samtlige elver (figur 3, 5 og 7). Det var først og fremst døgnfluene, steinfluene og vannmidd som avtok i prosentvis andel (og antall) til fordel for fjærmygg, som bare hadde små endringer før/etter behandling.



Også det totale antall bunndyr ble kraftig redusert på de rotenonbehandlede elvestrekningene like etter behandling, både i Ranaelva, Slettenelva og Leirelva. På de behandlede områdene i Ranaelva og Slettenelva var det en nedgang i tetthet på mellom 43 og 66%, mens det på referanseområdene var en endring på +/- 10%.

## **Endringer på arts- og slektsnivå etter rotenonbehandling**

På arts- og slektsnivå innen gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer skjedde det også forskyvninger i den relative sammensetningen rett etter behandling sammenlignet med prøver tatt rett før behandlinga. Blant døgnfluene, både i Ranaelva og Slettenelva og Leirelva var *Baetis rhodani* dominerende art rett før behandlingene, både i 2003 og 2004. Dagen etter behandling var den imidlertid nesten helt utradert (se vedleggstabell 1 og 3), mens andre arter som *Centroptilum luteolum*, *Ameletus s.p./inopinatus*, og *Ephemerella aurivillii* økte sterkt i andel både i Ranaelva og Slettenelva. *Heptagenia dalecarlica* og *Siphonurus* sp. økte også i andel rett etter behandling i henholdsvis Ranaelva i august 2004 og i Slettenelva i juni 2004. På referanseområdene skjedde det også endringer, men i mer beskjeden grad enn i det berørte området.

I Ranaelva hadde steinfluearten *Diura nanseni* økt andel etter behandlinga, mens andelen av slekta *Capnia* ble sterkt redusert. De samme tendensene ble i mindre grad også registret i Leirelva, og her hadde i tillegg steinfluearten *Brachyptera risi* blitt sterkt redusert i andel etter behandling. I Slettenelva økte andelen av *Amphinemura borealis*, mens Perlodidae indet., *Siphonoperla burmeisteri* og *Leuctra* sp. avtok i andel like etter behandlinga.

For vårfluer er det vanskelig å si noe om eventuelle endringer på artsnivå fordi de ble funnet i meget lave antall under samtlige prøvetakingsrunder i alle elvene (se vedlegg 1 og 3). For vårfluer sett under ett var det en reduksjon i antall på 82% i Rana og 93% i Slettenelva (vedlegg 1 og 3)

## **Korttidseffekt av rotenonbehandling på ulike taksa**

Under burforsøkene ble samme taksa og antall individer satt ut både i behandlet og ubehandlet område. På de ubehandlede områdene (referansestasjonene) overlevde samtlige individer forsøkene og resultatene herfra er derfor ikke vist.

I Leirelva døde henholdsvis to og ett individ av døgnfluearten *B. rhodani* og vårfluearten *Rhyacophila nubila* kl 17:00, ca. 4,5 timer etter at rotenon (svimeslått fisk) ble påvist på stasjonen. Steinflua *D. nanseni*, samt store og små individer av døgnfluearten *Ephemerella aurivillii* overlevde hele forsøket. (tabell 4). Ingen av bunndyrene på referansestasjonen døde under forsøket. Rotenonkonsentrasjonen i vannet ble ikke målt under aksjonen i Leirelva i oktober 2003, og vi vet derfor ikke eksakt når rotenonskyen nådde området der burene stod. Vi observerte imidlertid at fisk som sto i en kulp rett oppstrøms burene begynte å få problemer ca kl 12:30. Bunndyrene hadde derfor blitt eksponert for rotenon minst 4,5 timer før de første døde individene ble observert.

**Tabell 4.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk på behandlet område under rotenonbehandling i Leirelva den 07.10.2003

Stasjon 2 (rotenonbehandlet område)	Antall dyr i live kl:									
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<i>Baetis rhodani</i> , små	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8
<i>Rhyacophila nubila</i> , "mellomstore"	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
<i>Diura nanseni</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Ephemerella aurivilli</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Ephemerella aurivilli</i> , små	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

I Slettenelva, der rotenonkonsentrasjonen ble målt parallelt med burforsøkene, ble første an tydning til rotenon registrert kl. 11:00 med  $< 0,1 \mu\text{g/l}$  ( $< 0,004 \text{ ppm}$  CFT-Legumin) (tabell 5). Kl. 12:00 hadde konsentrasjonen økt til  $6,6 \mu\text{g/l}$  ( $0,26 \text{ ppm}$  CFT-Legumin), uten at noen av bunndyrene var synlig berørte. Det ble imidlertid observert tre døde individer av "mellomstore" *B. rhodani* kl. 13:00 ved en rotenonkonsentrasjon på  $17 \mu\text{g/l}$  ( $0,58 \text{ ppm}$  CFT-Legumin), og allerede kl. 15:00 var samtlige 10 individer døde. Også store, klekkeferdige *B. rhodani* ble negativt berørt med tre døde individer kl 16:00 og syv døde individer ved forsøkets slutt kl. 19:00. Steinflua *Siphonoperla burmeisteri* ble registrert med ett dødt individ kl. 15:00, og kl. 18:00 var samtlige individer døde. Store individer av steinfluearten *Amphinemura sulcicollis*, døgnfluene *Ameletus inopinatus* og *Ephemerella aurivillii*, samt knottlarver overlevde alle forsøket.

**Tabell 5.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk på behandlet område under rotenonbehandling i Slettenelva den 18.06. 2004

Stasjon 4 (rotenonbehandlet område)	Antall dyr i live kl:										
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
<i>Baetis rhodani</i> , "mellomstore"	10	10	10	10	7	5	0	0	0	0	0
<i>Siphonoperla burmeisteri</i> , "mellomstore"	10	10	10	10	10	10	9	7	1	0	0
<i>Baetis rhodani</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	7	4	3	3
<i>Amphinemura sulcicollis</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Ameletus inopinatus</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Ephemerella aurivilli</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Simuliidae, "mellomstore"	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Rotenonkonsentrasjon (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>			<b>&lt; 0,1</b>	<b>6,6</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>8,6</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	
<b>CFT-Legumin (ppm)</b>			<b>&lt;0,004</b>	<b>0,26</b>	<b>0,58</b>	<b>0,56</b>	<b>0,6</b>	<b>0,34</b>	<b>0,6</b>	<b>0,88</b>	

I Ranaelva ble det registrert rotenon ved burene allerede kl 09:00 med  $0,1 \mu\text{g/l}$  ( $0,004 \text{ ppm}$  CFT-Legumin) (tabell 6). To små *D. nanseni* var døde kl. 13:00 da rotenonkonsentrasjonen var kommet opp i  $6,8 \mu\text{g/l}$  ( $0,27 \text{ ppm}$  CFT-Legumin), og ved forsøkets slutt var det tre individer i live. Blant store og små *B. rhodani* var ett individ dødt kl. 14:00 og kun ett i live da forsøket var over kl. 19:00. Hos denne arten døde de små individene først. Det ble kun benyttet tre individer av vårfluene *Rhyacophila nubila* og *Polycentropus flavomaculatus* og døgnflua *Baetis fuscatus/scambus*, der sistnevnte ble registrert med to døde individer og de øvrige med ett dødt individ i løpet av forsøket. Store individer av døgnflua *Heptagenia dalecarlica* var eneste taksa i Ranaelva der samtlige individer overlevde burforsøket.

**Tabell 6.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk på behandlet område under rotenonbehandling i Ranaelva den 28.08. 2004

Mellom st. 4 og 5 (behandlet område)	Antall dyr i live kl:										
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
<i>Baetis rhodani</i> , store og små	10	10	10	10	10	9	7	4	4	2	1
<i>Diura nanseni</i> , små	10	10	10	10	8	4	4	3	3	3	3
<i>Rhyacophila nubila</i> , små	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Baetis fuscatus/scambus</i> , store og små	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> , små	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
<i>Heptagenia dalecarlica</i> , store	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Baetis lapponicus</i> , stor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Baetis subalpinus/vernus</i> , store	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Rotenonkonsentrasjon (µg/l)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>			<b>6,8</b>	<b>6,3</b>	<b>7,3</b>	<b>7,6</b>			
<b>CFT-Legumin (ppm)</b>	<b>0,004</b>	<b>0,008</b>			<b>0,27</b>	<b>0,25</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>			

## Reetablering av arter

Når det gjelder reetablering av arter etter siste rotenonbehandling har vi ikke data på dette i Ranaelva, fordi det kun ble tatt prøver en dag etter behandlingen i august 2004. I Slettenelva hadde vi imidlertid en prøvetakingsrunde ca. to måneder etter siste fullbehandling. Resultatene herfra viser at samtlige arter og slekter med relativt høye tettheter som ikke ble gjenfunnet dagen etter behandling, som *S. burmeisteri* og *Leuctra* sp. eller gjenfunnet kun som enkeltindivider som *B. rhodani*, var alle tilbake i normale tettheter to måneder etter behandling.

## Sjeldne arter og faunaen i brakkvannsområdet

Ingen rødlistearter ble registrert, men vårflua *Agraylea cognatella* fra Ranaelva må regnes som sjelden i Nordland (tidligere bare registrert i Bindal). Den ble funnet med bare to individer på berørt område rett før behandling i oktober 2003. Den ble imidlertid også funnet på referanseområdet. Også andre bunndyrarter, både i Ranaelva, Slettenelva og i Leirelva ble registrert før behandlingen men ikke gjenfunnet etter behandling. Det ble også registrert arter etter behandling som ikke ble funnet før behandling. Dette skjedde både på referanseområdene og i de berørte delene av elvene.

I drivprøvene i Røssåga ble det kun funnet noen enkeltindivider av bunndyr i tidlige stadier i løpet av rotenonbehandlingen. Tettheten var alt for liten til å relatere drift av bunndyr til rotenonkonsentrasjonen og er derfor ikke analysert videre.

Både i Ranaelvas og Røssågas utløpsområde ble det tatt stikkprøver med rotehåv umiddelbart etter behandlingen i august 2004. Her ble det innfanget både døde og levende individer av en gammaride (*Gammarus duebeni*) og en mysid (*Mysidopsis didelphys*). Det ble ikke funnet forskjeller i dødelighet mellom yngre og eldre stadier hos disse artene. I Slettenelva ble det imidlertid ikke funnet brakkvannsdyr i utløpsområdet etter behandlingen i juni 2004.

## DISKUSJON

Den relative faunasammensetningen (%) på gruppenivå, både på referanseområdet og i rotenonbehandlet område i Ranaelva i forkant av behandlingene, dvs. **uten** påvirkning av rotenon, viste store endringer mellom innsamlingstidspunktene i august og oktober 2003. Dette skyldes trolig at enkelte arter som ble registrert i august har klekket og forsvunnet ut av elva og dermed ikke gjenfunnet i oktober. Andre arter som lå nedgravd i substratet på elvebunnen som egg eller små larver i august har klekket/vokst seg større, og oppfanget under prøvetaking senere. Slettenelva hadde lignende endringer fra august 2003 til juni 2004, men i mindre grad. I Leirelva skjedde det ikke tilsvarende store endringer fra august til oktober 2003. Dette har trolig sammenheng med at bunnfaunaen i denne sterkt brepåvirkede elva var fullstendig dominert av døgnfluearten *Baetis rhodani*, som alene utgjorde 75-90% av hele bunnfaunaen før rotenonbehandlinga. Denne arten har mange overlappende generasjoner (Clifford 1982), og klekkes til ulike tidspunkt i løpet av en sesong, og varierer derfor ikke så mye i tetthet over tid som de fleste andre arter. De tydelige endringene i faunasammensetningen mellom innsamlingstidspunktene på referanseområdene i forkant av rotenonbehandlingene, viser den naturlige dynamikken i bunndyrsamfunnet og skyldes for en stor del artenes ulike livssykluser. Det illustrerer også behovet for å ta bunndyrprøver til mange tidspunkter og på flere stasjoner for å fange opp variasjonene i mengde og arts mangfold.

Dersom faunasammensetningen på de **rotenonbehandlede** områdene rett før behandling sammenlignes med sammensetninga rett i etterkant av behandlingene er det først og fremst døgnfluer, steinfluer og vannmidd som avtok i prosentvis andel til fordel for fjærmygg. På referanseområdene var det imidlertid bare små endringer i faunasammensetning i samme periode. En stor del av endringene på rotenonbehandlet område må derfor tilskrives effekter av rotenon.

Blant døgnfluene var *B. rhodani* den dominerende arten rett i forkant av behandlingene i 2003 og 2004 i både Ranaelva, Slettenelva og Leirelva. Dagen etter behandlingene var den nesten helt utradert og opptrådte bare sporadisk i prøvene. *B. rhodani* er kjent for å være svært sensitiv overfor rotenon (Arnekleiv et al. 1997, Kjærstad & Arnekleiv 2003), noe som også bekreftes av burforsøkene der arten var blant de taksa med høyest dødelighet. Artene *Centropilum luteolum*, *Ameletus sp./inopinatus*, *Ephemerella aurivillii*, *Heptagenia dalecarlica* og *Siphonurus* sp. så ut til å bli mindre påvirket av rotenonbehandlingene enn *B. rhodani*, og økte sin andel rett i etterkant av behandling. Under burforsøkene overlevde samtlige testete individer av *E. aurivillii* og *H. dalecarlica*.

I Ranaelva hadde steinfluearten *Diura nanseni* økt andel i etterkant av begge rotenonbehandlingene pga. sterk reduksjon i andelen (og tettheten) av slekta *Capnia*. Begge taksa er kjent for å være følsomme for rotenon og økningen i andel av *D. nanseni* var derfor noe overraskende. *Capnia* forekom imidlertid i tidlige stadier under begge behandlingene i Ranaelva (august og oktober), og tidlige stadier er kjent for å være mer rotenonfølsomme enn eldre stadier (Gladsø & Raddum 2000, Kjærstad & Arnekleiv 2003). De samme tendensene ble også registrert i Leirelva, og her hadde i tillegg steinfluearten *Brachyptera risi* blitt sterkt redusert i andel etter behandling. I Slettenelva, som kun hadde fullbehandling i juni, økte andelen av *Amphinemura borealis*, mens Perlodidae indet., *Siphonoperla burmeisteri* og *Leuctra* sp. avtok i andel like etter behandlinga. De steinfluene som ble testet i burforsøkene støtter opp om resultatene fra de kvalitative prøvene: av 10 små *D. nanseni* overlevde tre forsøket i Ranaelva i august 2004, og samtlige 10 overlevde forsøket i Leirelva i oktober 2003. Årsaken til den lave dødeligheten hos denne rotenonfølsomme arten var trolig den relativt lave vanntempera-

turen under behandlingene; ca. 7° C i Leirelva og ca. 10° C i Ranaelva. I Slettenelva overlevde samtlige 10 individer av *A. sulcicollis* burforsøket, mens *S. burmeisteri* hadde 100% dødelighet, og var mer sårbar overfor rotenon enn klekkeferdige *B. rhodani*. *S. burmeisteri*, som utgjorde en fjerdedel av steinfluefaunaen dagen før behandling, ble ikke gjenfunnet under prøvetaking på det rotenonbehandlede området dagen etter behandling.

Vårfluene ble funnet i meget lave tettheter i samtlige elver og det er derfor vanskelig å si noe om effektene av behandlingen på arter i denne gruppen. Burforsøkene fra Ranaelva indikerer likevel at i alle fall små individer av *Rhyacophila nubila* og *Polycentropus flavomaculatus* har blitt negativt påvirket av behandlinga.

Det totale **antall** bunndyr hadde mye større endringer rett i etterkant av behandlingene på berørt område (-43-70%) enn på referanseområdene (+/- 10%). På grunn av manøvrering med kraftverkene var imidlertid vannføringen i Ranaelva betydelig høyere under prøvetaking dagen etter høstbehandlinga i oktober 2003, sammenlignet med dagen før behandling. Bunndyrene hadde sannsynligvis spredd seg over et større vanddekket areal, og av den grunn fått redusert tetthet dagen etter behandling. En god del døde dyr (spesielt rotenonfølsomme bunndyr som døgnfluen *Baetis rhodani* og steinflueslekta *Capnia*) i prøvene etter behandling, indikerer likevel at nedgangen i antall individer ikke skyldes økt vannføring alene, men også utslipp av rotenon. I Leirelva var vannføringen tilnærmet uforandret ved prøvetaking rett før og rett etter behandlinga, og den dominerende arten *B. rhodani* var kraftig redusert i antall etter behandling.

## Reetablering av faunaen etter rotenonbehandling

I Ranaelva og Leirelva ble det kun tatt prøver få dager etter rotenonbehandling og vi har derfor ikke data på reetablering av faunaen i disse elvene. I Slettenelva var imidlertid de aller fleste taksa, også de med høy tetthet som ble utradert rett etter behandling, som f.eks *Baetis rhodani*, til stede etter to måneder. Hovedårsaken til den raske reetableringen er drift av bunndyr fra ubehandlede områder. I tillegg vil egg og larver som lå nedgravd og beskyttet mot rotenon langt nede i bunnsubstratet, samt voksne, flygende individer med egg, bidra til rekoloniseringen. Når bare en liten del av vassdragene blir behandlet, som i Rana-regionen, vil drift av bunndyr fra områder oppstrøms øverste utslippspunkt, samt fra ubehandlede deler av sidebekker, føre til en rask reetablering. Dette er naturligvis under forutsetning at artene faktisk finnes i de ubehandlede områdene. Når bare deler av vassdrag blir behandlet vil reetableringen generelt skje raskere enn når hele vassdrag behandles (Arnekleiv 1991). I Strawberry River, Utah ble hele vassdraget rotenonbehandlet, og her manglet det fremdeles 19 bunndyrtaksa fem år etter behandlinga (Mangum & Madrigal 1999).

Enkelte bunndyrarter, både i Ranaelva, Slettenelva og i Leirelva ble registrert før behandlinga men ikke gjenfunnet etter behandling. Det ble imidlertid også registrert arter etter behandling som ikke ble funnet før behandling. Dette skjedde både på referanseområdene og i de berørte delene av elvene. Eksempelvis ble det registrert fem taksa på behandlet område i Slettenelva som ikke ble gjenfunnet etter behandling, men også seks taksa på samme område etter behandling som ikke ble registrert før behandlinga. Antall individer av disse artene var imidlertid svært lavt, og fravær i prøvene etter behandling var trolig forårsaket mer av tilfeldigheter enn påvirkning av rotenon.

## Sjeldne arter og faunaen i brakkvannssonen

Det ble ikke funnet rødlistearter i materialet fra Rana og Hemnes, men vårflua *Agraylea cognatella* fra Ranaelva må regnes som sjelden i Nordland. Den er etter det vi kjenner til tidligere bare registrert i Bindal. Arten ble funnet på behandlet område kun dagen før behandlingen i oktober 2003. Den ble imidlertid også funnet i den ubehandlede, ovenforliggende delen av elva, og har derfor mulighet til å rekolonisere de behandlede områdene.

Etter prøvetaking i brakkvannssonen umiddelbart etter rotenonbehandling i august 2004 ble det påvist både levende og døde individer av større brakkvannslevende krepsdyr. Under siste rotenonbehandling av Oгна og Figga i Steinkjer ble det også avdekket at slike organismer kan bli negativt påvirket av rotenonbehandlinger (Kjærstad & Arnekleiv 2003). I både Ranaelva og Slettenelva ble mysidaearten *Mysidopsis didelphys* og amfipodearten *Gammarus duebeni* funnet. Begge artene er imidlertid relativt vanlige i Norge. Vi fant ingen forskjeller i antall døde og levende individer mellom ulike størrelsesgrupper innen artene. I utøpsområdet i Oгна og Figga var imidlertid samtlige små individer av *M. didelphys* døde mens alle større individer var i live rett i etterkant av rotenonbehandling. I Slettenelva ble det imidlertid ikke funnet brakkvannsdyr i utløpsområdet etter behandlingen i juni 2004, men det ble også tatt et fåtall prøver.

For å innfange eventuelle brakkvannsdyr i Røssåga, ble det tatt drivprøver før, under og etter behandlingen i august 2004. Det var imidlertid kun sporadiske innslag av dyr i prøvene og disse resultatene kan derfor ikke relateres til rotenonbehandlingen. Få dyr i drift betyr likevel ikke at behandlingen har hatt liten effekt på bunndyrene i Røssåga. Nesten hele den behandlede delen av elva er floppåvirket/brakkvannspåvirket og kan derfor være naturlig fattig på ferskvannslevende bunndyr.

## Vurdering av miljøeffekter og CFT-Legumin

I Norge ble rotenonblandingen CFT-Legumin første gang benyttet i 2001-02 under behandling av Steinkjervassdraget og Figga. Effekten av CFT-Legumin så ut til å ha lignende effekter på bunndyrene som tidligere benyttede rotenonblandinger (Kjærstad & Arnekleiv 2003). Erfaringene fra de mange bunndyrundersøkelsene knyttet til rotenon viser at en del arter får en midlertidig reduksjon i tetthet, mens utryddelse av arter er ikke påvist. Det knytter seg imidlertid usikkerhet omkring arter som kun opptrer sporadisk i prøvene. Det er ikke sikkert disse oppfanges av undersøkelser som tar sikte på å kartlegge rekolonisering etter en behandling. Bunndyr som forekommer i unge stadier på innsamlingstidspunktet, kan utryddes som følge av en rotenonbehandling uten at dette registreres. Det samme kan skje innen artsrike grupper som fjærmygg og vannmidd som vanligvis ikke artsbestemmes, fordi det er tids- og kostnadskrevende, eller pga. manglende taksonomisk kompetanse. I forbindelse med rotenonbehandling av Raumavassdraget ble det påvist 133 fjærmyggarter (Arnekleiv et al. 1997). Der ble det estimert at ytterligere 20 arter, som ikke ble oppfanget gjennom prøvetaking, kunne finnes i elva. De fleste vanlige artene var til stede i elva tre år etter behandlingen, men det manglet også en del arter. Dette demonstrerer at det finnes store usikkerhetsmomenter knyttet til om arter utryddes pga. rotenonbehandling. For å oppnå tilstrekkelig grad av sikkerhet om eventuell utryddelse av arter, må omfanget av prøvetaking økes betraktelig.

Det er vanskelig å uttale seg om fordelingen av CFT-Legumin i vassdragene, men Aquateams undersøkelser fra Steinkjer konkluderte med at konsentrasjonen av rotenon og piperonylbu-

toksid ble raskt redusert i både vann og sedimenter og i liten grad akkumulert i biota som for eksempel blåskjell (Bruås & Weideborg 2001, 2002). Det er imidlertid ikke undersøkt om det skjer akkumulering av stoffer i andre organismer.

## KONKLUSJON

Rotenonbehandlingene i Rana-regionen medførte (midlertidige) endringer i bunndyrsamfunnet, der enkelte rotenonfølsomme arter fikk redusert andel (og tetthet) like etter behandlingene. Endringene i faunasammensetning på gruppe-, arts- og slektsnivå var mye klarere i den delen av elvene som ble behandlet enn på referanseområdene, og skyldes derfor hovedsakelig rotenonbehandlingene.

Totalt sett ser imidlertid behandlinga ut til å ha hatt relativt liten innvirkning på bunndyrsamfunnet fordi de fleste undersøkte artene, også enkelte rotenonfølsomme arter som for eks. steinfluearten *Diura nanseni*, ble overraskende lite påvirket av behandlinga. Resultatene fra burforsøkene, der det også ble observert lav dødelighet, støtter opp om dette. Undersøkelsen viste likevel at noen taksa ble sterkt negativt påvirket av behandlingene til tross for en relativt lav vanntemperatur, og ser derfor ut til å være spesielt sensitive overfor rotenon. Dette gjaldt særlig døgnfluearten *Baetis rhodani*, steinfluearten *Siphonoperla burmeisteri* og steinflueslekta *Capnia*.

I Slettenelva ser bunnfaunaen i store trekk ut til å være reetablert to måneder etter behandling. Vi antar at observerte forskyvningene i bunndyrsammensetninga i Ranaelva og Leirelva etter behandlinga også vil gjenopprettes etter kort tid gjennom rekolonisering.

Med bakgrunn i framlagte resultater og data fra andre undersøkelser anser vi risikoen mht. varige skader på bunnfaunaen etter rotenonbehandlingene i Rana-regionen i 2003 og 2004 som relativt små. Det må imidlertid tas forbehold artsrike grupper som vannmidd og fjærmygg som ikke ble artsbestemt.

## REFERANSER

- Arnekleiv, J.V. 1991. Giftvirkning av rotenon på bunndyr og reetablering av bunndyr i rotenonbehandlede vassdrag, s. 50-67. I: Direktoratet for naturforvaltning: Fagseminar om *Gyrodactylus salaris* og sykdoms/rømningsproblematikken.
- Arnekleiv, J.V. 1997. Korttidseffekt av rotenonbehandling på bunndyr i Ognå og Figgja, Steinkjer kommune. – Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1997, 3: 1-28.
- Arnekleiv, J.V., Dolmen, D., Aagaard, K., Bongard, T. & Hanssen, O. 1997. Rotenonbehandlingens effekt på bunndyr i Rauma- og Hensvassdraget, Møre og Romsdal. Del I: Kvalitative undersøkelser. – Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1997, 8: 1-48.
- Arnekleiv, J.V., Dolmen, D. & Rønning, L. 2001. Effects of rotenone treatment on mayfly drift and standing stocks in two Norwegian rivers. I: E. Dominguez (red.). Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic/Plenum Publishers, s. 77- 88.

- Bruås, L. & Weideborg, M. 2001. Overvåking av rotenon og piperonylbutoksid under rotenonbehandling av Steinkjervassdraget, høsten 2001. – Aquateam Rapp. 01-061: 1-21.
- Bruås, L. & Weideborg, M. 2002. Overvåking av rotenon og piperonylbutoksid under rotenonbehandling av Steinkjervassdraget, høsten 2002. – Aquateam Rapp. 02-044: 1-26.
- Clifford, H. F. 1982. Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism. – Quaest. Ent. 18: 15-90.
- Dudgeon, D. 1990. Benthic community structure and the effect of rotenone piscicide on invertebrate drift and standing stocks in two Papua New Guinea streams. – Arch. Hydrobiol. 119: 35-53.
- Gladsø, J.A. & Raddum, G.G. 2000. Rotenonbehandling og effekter på bunnfaunaen i Lærdalselva. Kvalitative undersøkelser. – Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Zool. mus., Univ. i Bergen. Rapp. nr. 113.
- Haukebø, T., Eide, O., Skjelstad, B., Bakkeli, G., Tønset, K. & Stensli, J.H. 2000. Rotenonbehandling som tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. – DN-Utredning 2000-2: 1-80.
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2003. Effekter av rotenonbehandling på bunndyr i Ognå og Figga i 2001 og 2002. – Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2003, 2: 1-45.
- Mangum, M.A. & Madrigal, J.L. 1999. Rotenone Effects on Aquatic Macroinvertebrates of the Strawberry River, Utah: A Five Year Summary. J. Freshw. Ecol 14: 125-135.



## VEDLEGG 1-4

**Vedleggstabell 1.** Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. sparkeprøveprøve (R1) ved ulike innsamlingsdatoer på rotenonbehandlet område (stasjon 3-5 ) i Ranaelva. x = mindre en ett individ.

Taksa	28.08.03	05.10.03	07.10.03	17.06.04	26.08.04	29.08.04
<b>Erte- og kulemuslinger (Sphaeriidae)</b>					x	
<b>Snegler (Gastropoda)</b>						
<i>Lymnaea peregra</i> (MÜLLER)	7	5	1	x	6	4
<b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>	4	3	5	3	5	3
<b>Midd (Acari)</b>	10	17	3	15	11	2
<b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>						
<i>Siphonurus</i> sp.				19		
<i>Ameletus</i> sp.	x	14	5		1	x
<i>Ameletus inopinatus</i> EATON				31		
<i>Parameletus chelifera</i> BENGTTSSON				x		
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)	2	16	12	7		x
<i>Baetis muticus</i> (L.)					x	x
<i>Baetis muticus</i> (L.)/ <i>niger</i> (L.)		1	x	2	x	
<i>Baetis niger</i> (L.)		x		x	x	
<i>Baetis rhodani</i> (PICTET)	3	79	x	29	31	
<i>Baetis subalpinus</i> BENGTTSSON / <i>vernus</i> CURTIS	x					
<i>Heptagenia</i> sp.	x	x				
<i>Heptagenia dalecarlica</i> BENGTTSSON	x	x	x	x	x	x
<i>Heptagenia joernensis</i> BENGTTSSON			x		x	
<i>Ephemerella aurivillii</i> (BENGTTSSON)	1	8	4	8	5	x
<i>Ephemerella mucronata</i> (BENGTTSSON)	x	5	x	1		
Leptophlebiidae	x		x			
<i>Leptophlebia</i> sp.		x				
<b>Steinfluer (Plecoptera)</b>						
<i>Diura nanseni</i> (L.)	1	4	4	x	8	x
<i>Isoperla</i> sp.	x	x	x		x	
<i>Isoperla obscura</i> (ZETTERSTEDT)				x		
Chloroperlidae			x			
<i>Siphonoperla burmeisteri</i> (PICTET)				x		
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)					x	
<i>Amphinemura</i> sp.		1		x	x	
<i>Amphinemura borealis</i> (MORTON)				1		
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPHENS)				x		
<i>Nemoura</i> sp.	x	x				
<i>Protonemura meyeri</i> (PICTET)		x				
<i>Capnia</i> sp.	10	44	1		14	
<i>Capnia atra</i> MORTON				x		
<i>Leuctra</i> sp.	1	x		x		
<b>Biller (Coleoptera)</b>						
Dytiscidae			x			
<i>Oreodytes sanmarkii</i> (SAHLBERG)		x		1	x	x
<i>Hydraena gracilis</i> GERMAR	x					
<i>Elmis aenea</i> (MÜLLER)	x	x	x	x	x	x
<b>Vårfluer (Trichoptera)</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i> (ZETTERSTEDT)		x		x	1	x

<i>Agraylea cognatella</i> MCLACHLAN				x		
<i>Hydroptila</i> sp.	x	x	1			
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURTIS)					x	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (PICTET)	x	2	x	x	x	x
Limnephilidae	x	6	x			
<i>Apatania</i> sp.		x			x	x
<i>Apatania stigmatella</i> (ZETTERSTEDT)					x	
<i>Halesus digitatus</i> (SCHRANK)					x	
<i>Potamophylax latipennis</i> (CURTIS)				x		
<i>Silo pallipes</i> (FABRICIUS)	x					
<b>Tovinger, ubestemte (Diptera)</b>	x	x	1	2	1	x
<b>Stankelbein (Tipulidae)</b>	1	1	1	1	7	1
<b>Knott (Simuliidae)</b>				1	x	
<b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>	44	57	39	93	26	36
<b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b>	1	1	2	x	x	3
<b>Sum</b>	<b>91</b>	<b>270</b>	<b>80</b>	<b>223</b>	<b>121</b>	<b>53</b>

**Vedleggstabell 2.** Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. sparkeprøveprøve (R1) ved ulike innsamlingsdatoer på referanseområdet (stasjon 1-2 ) i Ranaelva. x = mindre en ett individ.

Taksa	28.08.03	05.10.03	07.010.03	17.06.04	26.08.04	29.08.04
<b>Erte- og kulemuslinger (Sphaeriidae)</b>	x	2			14	11
<b>Snegler (Gastropoda)</b>						
<i>Lymnaea peregra</i> (MÜLLER)	2	2	2	1	4	3
<b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>	5	27	7	2	29	39
<b>Midd (Acari)</b>	4	46	52	7	11	9
<b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>						
<i>Siphonurus</i> sp.				80	x	
<i>Ameletus</i> sp.	x	74	43			
<i>Ameletus inopinatus</i> EATON				27		
<i>Parameletus chelifera</i> BENGTTSSON				4		
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)		1	6	x		
<i>Baetis fuscatus</i> (L.) /scambus EATON	x	x			x	
<i>Baetis muticus</i> (L.)					1	x
<i>Baetis muticus</i> (L.)/niger (L.)		x		x		
<i>Baetis niger</i> (L.)			x			
<i>Baetis rhodani</i> (PICTET)	3	46	30	8	2	1
<i>Cloeon</i> sp.	x					
<i>Cloeon simile</i> EATON		x	x			
<i>Procloeon bifidum</i> (BENGTTSSON)					x	
<i>Heptagenia dalecarlica</i> BENGTTSSON		x	2			1
<i>Ephemerella aurivillii</i> (BENGTTSSON)	12	23	24	x	3	x
<i>Ephemerella mucronata</i> (BENGTTSSON)		4	5	1		
Leptophlebiidae			x			
<b>Steinfluer (Plecoptera)</b>						
<i>Diura nanseni</i> (L.)	12	12	14	2	3	2
<i>Isoperla</i> sp.		1	2			
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)					x	
<i>Amphinemura</i> sp.		2		x		
<i>Amphinemura borealis</i> (MORTON)				2		
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPHENS)				x		

<i>Nemoura</i> sp.		1	1	x		
<i>Protonemura meyeri</i> (PICTET)				x		
<i>Capnia</i> sp.	x	19	21		x	x
<i>Leuctra</i> sp.					x	
<b>Buksvømmere (Corixidae)</b>						
<i>Callicorixa producta</i> (REUTER)			x			
<b>Biller (Coleoptera)</b>						
<i>Oreodytes sanmarkii</i> (SAHLBERG)	1	x	x	x		
<i>Elmis aenea</i> (MÜLLER)	x		x	x		x
<b>Mudderfluer (Megaloptera)</b>						
<i>Sialis</i> sp.					1	x
<i>Sialis fuliginosa</i> PICTET		x	x			
<b>Vårfluer (Trichoptera)</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i> (ZETTERSTEDT)			x	x	x	
<i>Agraylea cognatella</i> MCLACHLAN					x	
Polycentropodidae		1				
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (PICTET)			x		x	x
Limnephilidae	x	1	1		1	
<i>Apatania</i> sp.					2	1
<i>Apatania stigmatella</i> (ZETTERSTEDT)				x		
<i>Apatania wallengreni</i> MCLACHLAN / <i>zonella</i> (ZETT.)		x	x			
<i>Halesus digitatus</i> (SCHRANK)				x		
<b>Tovinger, ubestemte (Diptera)</b>						
				x	x	
<b>Stankelbein (Tipulidae)</b>						
						x
<b>Sommerfuglmygg (Psychodidae)</b>						
		x				
<b>Knott (Simuliidae)</b>						
				x		
<b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>						
	41	85	109	67	51	65
<b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b>						
		x	x		x	
<b>Sum</b>	<b>81</b>	<b>350</b>	<b>323</b>	<b>204</b>	<b>124</b>	<b>134</b>

**Vedleggstabell 3.** Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. sparkeprøveprøve (R1) ved ulike innsamlingsdatoer på rotenonbehandlet område (stasjon 3-5 ) i Slettenelva. x = mindre en ett individ.

Taksa	27.08.03	06.10.03	17.06.04	19.06.04	27.08.04
<b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>	3	2	x	1	6
<b>Midd (Acari)</b>	14	2	11	1	15
<b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>					
<i>Siphonurus</i> sp.			5	6	
<i>Ameletus</i> sp.		x			5
<i>Ameletus inopinatus</i> EATON			7	6	
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)	9	6	x	2	43
<i>Baetis fuscatus</i> (L.) / <i>scambus</i> EATON					1
<i>Baetis muticus</i> (L.)/ <i>niger</i> (L.)					x
<i>Baetis niger</i> (L.)			x		17
<i>Baetis rhodani</i> (PICTET)	38	59	39	x	115
<i>Ephemerella aurivillii</i> (BENGTSSON)	3	5	4	2	6
<b>Steinfluer (Plecoptera)</b>					
<i>Diura nanseni</i> (L.)	9	4	x		1
<i>Isoperla</i> sp.					x
Chloroperlidae	3	2			

<i>Siphonoperla burmeisteri</i> (PICTET)				6	4
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)			x		x
<i>Brachyptera risi</i> (MORTON)			x		
<i>Amphinemura</i> sp.	9	7	x		35
<i>Amphinemura borealis</i> (MORTON)			8	7	
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPHENS)				x	
<i>Nemoura</i> sp.	x	2			4
<i>Nemoura cinerea</i> (RETZIUS)				x	
<i>Protonemura meyeri</i> (PICTET)					x
<i>Capnia</i> sp.	15	18			60
<i>Capnopsis schilleri</i> (ROSTOCK)		1			1
<i>Leuctra</i> sp.	5	x	8		1
<i>Leuctra fusca</i> (L.)	x				x
<b>Buksvømmere (Corixidae)</b>					x
<b>Biller (Coleoptera)</b>					
<i>Oreodytes sanmarkii</i> (SAHLBERG)	x		x	x	x
<i>Hydraena gracilis</i> GERMAR	x	x		x	x
Hydrophilidae					x
Elmidae			x		
<i>Elmis aenea</i> (MÜLLER)	3	1	x	x	3
<b>Mudderfluer (Megaloptera)</b>					
<i>Sialis</i> sp.					2
<b>Vårfluer (Trichoptera)</b>					
<i>Rhyacophila nubila</i> (ZETTERSTEDT)	4	x	2		4
<i>Glossosoma</i> sp.	x				
<i>Hydroptila</i> sp.	2	x			2
<i>Oxyethira</i> sp.	x				4
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURTIS)			x		
Hydropsychidae	x				
<i>Micrasema setiferum</i> (PICTET)/ <i>gelidum</i> MCLACHLAN	x				
Limnephilidae	1	x			x
<i>Halesus radiatus</i> (CURTIS)			x	x	
<b>Tovinger, ubestemte (Diptera)</b>	17	9	5	x	6
<b>Stankelbein (Tipulidae)</b>	2	x	1		7
<b>Sommerfuglmygg (Psychodidae)</b>					x
<b>U-mugg (Dixidae)</b>	x				
<b>Knott (Simuliidae)</b>	x	x	23	x	4
<b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>	22	40	50	72	135
<b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b>	3	2	x	x	1
<b>Sum</b>	<b>163</b>	<b>163</b>	<b>175</b>	<b>100</b>	<b>483</b>

**Vedleggstabell 4.** Gjennomsnittlig antall bunndyr pr. sparkeprøveprøve (R1) ved ulike innsamlingsdatoer på referanseområdet (stasjon 1-2 ) i Slettenelva. x = mindre en ett individ.

Taksa	27.08.03	06.10.03	17.06.04	19.06.04	27.08.04
<b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>	7	3	3	3	5
<b>Midd (Acari)</b>	16	6	5	8	23
<b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>					
<i>Siphonurus</i> sp.			1	2	
<i>Ameletus</i> sp.	2	31			20

<i>Ameletus inopinatus</i> EATON			45	30	
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)	4	3			1
<i>Baetis fuscatus</i> (L.) / <i>scambus</i> EATON					3
<i>Baetis muticus</i> (L.)/ <i>niger</i> (L.)		x			
<i>Baetis niger</i> (L.)	1	x			2
<i>Baetis rhodani</i> (PICTET)	39	74	44	28	193
<i>Heptagenia</i> sp.	x				
<i>Ephemerella aurivillii</i> (BENGTSSON)	7	10	6	6	10
Leptophlebiidae	2				x
<i>Leptophlebia</i> sp.		x			
<b>Steinfluer (Plecoptera)</b>					
<i>Diura nanseni</i> (L.)	6	2	2	x	8
<i>Isoperla</i> sp.			x	x	x
Chloroperlidae	x	6			x
<i>Siphonoperla burmeisteri</i> (PICTET)			10	12	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)		x			2
<i>Brachyptera risi</i> (MORTON)		x	x	x	
<i>Amphinemura</i> sp.	4	15	5	1	48
<i>Amphinemura borealis</i> (MORTON)			8	7	x
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPHENS)			2	x	
<i>Nemoura</i> sp.	8	4			4
<i>Protonemura meyeri</i> (PICTET)			x		
<i>Capnia</i> sp.	11	60			19
<i>Capnopsis schilleri</i> (ROSTOCK)		1			
<i>Leuctra</i> sp.	9	3	8	12	4
<i>Leuctra fusca</i> (L.)					17
<b>Biller (Coleoptera)</b>					
<i>Oreodytes sanmarkii</i> (SAHLBERG)			x		
<i>Hydraena gracilis</i> GERMAR	1	x	1		6
<i>Elmis aenea</i> (MÜLLER)	3	x	x	1	6
<b>Mudderfluer (Megaloptera)</b>					
<i>Sialis</i> sp.		x			
<b>Vårfluer (Trichoptera)</b>					
<i>Rhyacophila nubila</i> (ZETTERSTEDT)	1	x	3	4	1
<i>Hydroptila</i> sp.	5	10			1
<i>Oxyethira</i> sp.	1	x			7
Polycentropodidae					x
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURTIS)	x		1	x	x
<i>Micrasema setiferum</i> (PICTET)/ <i>gelidum</i> MCLACHLAN			x		
Limnephilidae	x	6			
<i>Apatania stigmatella</i> (ZETTERSTEDT)					x
<i>Halesus</i> sp.					x
<i>Halesus radiatus</i> (CURTIS)			x	x	
<b>Tovinger, ubestemte (Diptera)</b>	6	3	2	3	2
<b>Stankelbein (Tipulidae)</b>	1	4	x	x	x
<b>Knott (Simuliidae)</b>	x	4	36	43	2
<b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>	29	21	25	25	86
<b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b>	2	1	x	1	4
<b>Sum</b>	<b>166</b>	<b>272</b>	<b>213</b>	<b>192</b>	<b>475</b>

# VITENSKAPSMUSEET ZOOLOGISK OPPDRAGSTJENESTE

## Utredning og forskning innen anvendt zoologisk miljøproblematikk

Helt siden 1969 har Vitenskapsmuseet, NTNU, påtatt seg oppdrag innen anvendt zoologisk miljøproblematikk. Et laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ble da tilknyttet Zoologisk avdeling. Siden har en også fått en terrestrisk oppdragsenhet.

Vitenskapsmuseet har derfor i dag et utrednings- og forskningsmiljø som blant annet tar sikte på å bistå ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner og kommuner med miljøkonsekvensanalyser. Vi påtar oss også forsknings- og utredningsoppgaver (FoU) i forbindelse med planlagte naturinngrep fra interesserte private bedrifter m.m.

Oppdragsvirksomheten påtar seg:

- **forskningsoppgaver i forbindelse med naturinngrep og naturforvaltning**
- **konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep**
- **for- og etterundersøkelser ved naturinngrep**
- **alle typer faunakartlegging**
- **biologiske overvåkingsprosjekter**

Oppdragsvirksomheten har i dag faglig kapasitet innenfor fagfeltene:

- **ferskvannøkologi**
- **fiskebiologi**
- **ornitologi (fugl) og mammalogi (pattedyr)**
- **viltøkologi**
- i samarbeid med andre forskningsinstitusjoner ved NTNU/SINTEF dekkes også andre fagfelt, deriblant marinøkologi

Vitenskapsmuseets geografiske arbeidsfelt vil normalt være innenfor fylkene Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Nordland. Så fremt vi har kapasitet bistår vi imidlertid også innen andre landsdeler.

Vi har lang erfaring i FoU innen våre fagfelt og bred erfaring fra samarbeid med forvaltningsmyndighetene på ulike plan. Dette medfører at vi kan tilby alle våre kunder et ferdig produkt:

- av faglig god standard
- til avtalt tid
- til konkurransedyktige priser

For å sikre dette, er det ønskelig at oppdrag blir bestilt i så god tid som mulig på forhånd. Spesielt er dette viktig ved arbeidsoppgaver som krever større feltinnsats.

Adresse: NTNU  
Vitenskapsmuseet  
Seksjon for naturhistorie  
7491 Trondheim

Tlf.nr.: 73 59 22 80  
Telefax.: 73 59 22 95  
E-mail: [Zoo@vm.ntnu.no](mailto:Zoo@vm.ntnu.no)

ISBN 82-7126-689-6  
ISSN 0803-0146