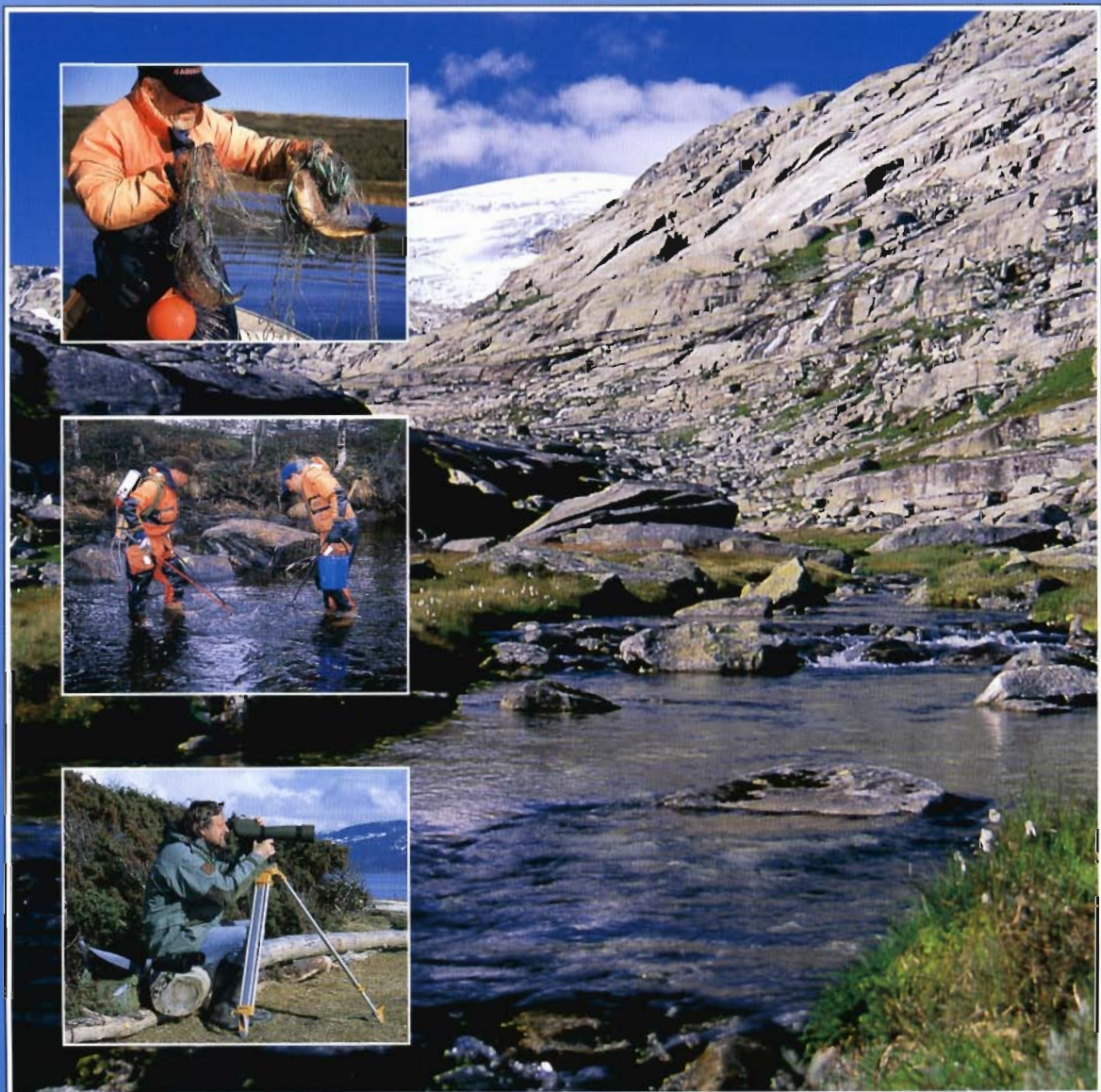




## EFFEKTER AV ROTENONBEHANDLING PÅ BUNNDYR I OGNA OG FIGGA I 2001 OG 2002

Gaute Kjørstad og Jo Vegar Arnekleiv



**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 ferskvannsökologi 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**
- **faunakartlegging, overvåking og biologisk ressursevaluering**
- **biodiversitetsanalyser**

Oppdragsvirksomheten har i dag faglig kapasitet innenfor fagfeltene

- **ferskvannsbiologi**
- **fiskeribiologi**
- **herpetologi (amfibier/krypdyr)**
- **ornitologi og mammalogi (fugl og pattedyr)**
- **viltøkologi**

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                        | Tlf.nr.:                                    |
|          | Vitenskapsmuseet            | 73 59 22 80 (generell zoologi)              |
|          | Institutt for naturhistorie | 73 59 22 89 (LFI - ferskvannsökologi, fisk) |
|          | 7491 Trondheim              | 73 59 22 80 (ornitologi/viltøkologi)        |

EFFEKTER AV ROTENONBEHANDLING PÅ BUNNDYR  
I OGNA OG FIGGA I 2001 OG 2002

av

Gaute Kjærstad og Jo Vegar Arnekleiv

ISBN 82-7126-665-9  
ISSN 0802-0833

# REFERAT

Kjærstad, G. og Arnekleiv, J.V. 2003. Effekter av rotenonbehandling på bunndyr i Oгна og Figga i 2001 og 2002. Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2003,2: 1-45.

Rapporten presenterer resultater fra bunndyrundersøkelser i Oгна og Figga i Steinkjer kommune i forbindelse med rotenonbehandling for å utrydde lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Det ble foretatt en vårbehandling i april 2001, en høstbehandling i oktober 2001 og en hovedbehandling i august 2002. Det ble tatt drivprøver og gjennomført burforsøk under alle tre behandlingene for å undersøke bunndyrenes følsomhet overfor rotenon. Kvalitative og kvantitative bunndyrprøver ble tatt i før og etterkant av behandlingene for å kartlegge før-etter situasjonen og rekolonisering av faunaen. Gruppene steinfluer, døgnfluer, vårfluer, snegler, amfipoder, igler, buksvømmere, mudderfluer og biller ble artsbestemt.

Både drivprøvene og burforsøkene viste at bunndyrene hadde en artsspesifikk toleranse overfor rotenon. Dødeligheten hos bunndyr i drivprøvene var på 98,5 % under høstbehandlinga og >99% under vår- og hovedbehandlinga. Burforsøkene bekreftet antagelsen om at yngre stadier av bunndyr generelt er mer sårbare overfor rotenon enn eldre stadier. I tillegg indikerte de at selv om arter gjennom ulike levesteder og ulik adferd får noe ulik eksponering av rotenon, hadde dette liten betydning for dødeligheten på de undersøkte taxa.

De kvalitative og kvantitative prøvene viste at vår- og høstbehandlinga førte til en midlertidig reduksjon av de mest rotenonsensitive bunndyrene, noe som særlig gjaldt døgnflua *Baetis rhodani*. Umiddelbart etter hovedbehandlinga var imidlertid store deler av bunndyrfaunaen utradert. Steinfluer ble ikke registrert i det rotenonbehandlede området av Oгна dagen etter hovedbehandlinga. Av døgnfluer og vårfluer var det kun få arter i lave antall tilbake både i Oгна og Figga. Restfaunaen like etter hovedbehandlinga ble dominert av fjærmygg og rotenontolerante bunndyr som damsnegl (*Lymnaea peregra*) og elvebiller (Elmidae).

Årsaken til den store forskjellen i dødelighet mellom behandlingene var at bunndyrene under hovedbehandlinga ble utsatt for en mye lengre påvirkning av rotenon enn under de to første behandlingene. I tillegg var vanntemperaturen mye høyere (ca 20° C), noe som ga en høyere giftvirkning av rotenon enn under vår- og høstbehandlinga, der vanntemperaturen var henholdsvis ca 4° C og ca 8° C .

Prøver tatt i brakkvannssonen viste at også større krepsdyr tilknyttet elvemunninger kan bli negativt berørt av rotenonbehandlingene.

Rekolonisering av bunndyr etter vår- og høstbehandlinga gikk raskt. Kun få taxa registrert i svært lave antall før behandlinga ble ikke gjenfunnet etter de to første behandlingene. Det er vanskelig å si om fravær av disse bunndyrene skyldes rotenonbehandling eller tilfeldigheter. Etter den siste prøvetakingsrunden, to måneder etter hovedbehandlinga, manglet det imidlertid mange taxa som ble registrert før behandlinga. Det er ennå tidlig å si noe sikkert om effekten av tre påfølgende rotenonbehandlingene på bunndyrfaunaen. På bakgrunn av at en såvidt liten del av vassdragene ble behandlet, antar vil likevel at bunndyrfaunaen vil reetableres relativt raskt.

Tre rødlistearter, døgnflua *Baetis digitatus* og vårfluene *Ceratopsyche silfvenii* og *Beraeodes minutus*, ble registrert med ett individ hver i rotenonbehandlede del av Oгна før hovedbehandlinga, men ikke gjenfunnet etter behandling. De to førstnevnte artene ble imidlertid funnet i høyere antall i den ovenforliggende ubehandlede delen av elva. Dersom disse ble utryddet fra den behandlede delen av elva vil de sannsynligvis rekolonisere dette området gjennom driv.

Vi har ingen indikasjoner på at den nye rotenonblandinga (CFT-Legumin) som ble brukt under rotenonbehandlinga hadde en annen effekt på bunndyr enn blandinger brukt ved tidligere behandlingene.

Emneord: Rotenon, bunndyr, rekolonisering, elv

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

## ABSTRACT

Kjærstad, G. and Arnekleiv, J.V. 2003. Effects of rotenone treatment on benthic invertebrates in the River Oгна and River Figga in 2001 and 2002. *Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser.* 2003,2: 1-45.

This report presents results of a research of benthic invertebrates from River Oгна and River Figga, Central Norway, during, and after rotenone treatment to eradicate the salmon parasite *Gyrodactylus salaris*. The rivers were treated in three periods: spring and autumn 2001, and a main treatment in august 2002. Drift samples and small aquariums containing different species were used during the treatments to assess the invertebrates' sensitivity to rotenone. Qualitative and quantitative bottom-samples were taken prior and posterior to the treatments to map the before-after situation and to observe the recolonization pattern of the bottom fauna. Stoneflies, mayflies, caddisflies, snails, amphipods, leeches, water boatmen, alderflies and beetles were identified to the species level.

Both drift samples and use of small aquarium showed a species specific response of the invertebrates to rotenone. Mortality rates of invertebrates from drift samples were 98,5% during the autumn treatment and >99% during both spring and main treatment. Use of small aquarium confirmed the assumption that small stages of invertebrates generally were more rotenone sensitive than larger stages. They also indicated that even if species had different habitats and behaviour, which may lead to different exposure of rotenone, this meant little to the mortality of the examined taxa.

The qualitative and quantitative samples showed that the spring and autumn treatment led to a temporary reduction of the most rotenone sensitive taxa, especially the mayfly *Baetis rhodani*. The main treatment led to eradication of major parts of the invertebrate community. Stoneflies were absent from the rotenone treated area of River Oгна the day after the main treatment. Only a few species of mayflies and caddisflies in low numbers were found in both rivers. The invertebrate fauna was posterior to the main treatment dominated of the snail *Lymnaea peregra* and elmids (Elmidae).

The main cause of the great difference in invertebrate mortality between the treatments was due to the longer exposure of rotenone during the main treatment than during the two other treatments. In addition, water temperature was much higher (approximately 20° C), which led to a higher toxic effect of rotenone compared to the spring and autumn treatment with water temperatures of approximately 4° C and 8° C, respectively.

Samples taken in the brackish zone demonstrated that also bigger crustaceans, associated with river mouths, might be negatively affected by rotenone treatments.

A rapid recolonization of the benthic fauna following the spring and autumn treatment was observed. Only a few taxa found in low numbers before the treatments were not found after the two first treatments. The absence of these taxa may be due to rotenone treatment or chance. After the last sample round, two months after the main treatment, many taxa found prior to the treatment were absent. It is yet too early to assess the effect of three successive rotenone treatments on the invertebrate fauna. However a small proportion of the rivers were treated, and we therefore expect a relatively quick recolonization.

Three species on the Norwegian red list, the mayfly *Baetis digitatus*, and the caddisflies *Ceratopsyche silfvenii* and *Beraeodes minutes*, were found in River Oгна with one individual each before, but not after the main treatment. The two first mentioned species were, however, found in greater numbers in the untreated upper reach of the river. If these two species became locally extinct from the treated reach, they will probably recolonize through drift from the untreated reach.

We have no indications that the new rotenone solution (CFT-Legumin) led to other effects on the invertebrates than other solutions used in earlier treatments.

Key words: Rotenone, bottom-fauna, recolonization, river.

Gaute Kjærstad and Jo Vegar Arnekleiv, Norwegian University of Science and Technology, Museum of Natural History and Archaeology, Section of natural history, NO-7491 Trondheim, Norway

# INNHOLD

REFERAT

ABSTRACT

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| FORORD.....                                            | 7  |
| 1. INNLEDNING.....                                     | 8  |
| 2. OMRÅDEBESKRIVELSE.....                              | 9  |
| 2.1 Vassdragene.....                                   | 9  |
| 2.2 Prøvetakingslokaliteter (stasjoner).....           | 10 |
| 3. ROTENONBEHANDLINGENE.....                           | 11 |
| 3.1 Vårbehandlinga 2001.....                           | 12 |
| 3.2 Høstbehandlinga 2001.....                          | 12 |
| 3.3 Hovedbehandlinga 2002.....                         | 12 |
| 4. METODER.....                                        | 14 |
| 4.1 Drivprøver.....                                    | 14 |
| 4.2 Burforsøk.....                                     | 14 |
| 4.3 Kvantitative prøver.....                           | 14 |
| 4.4 Kvalitative prøver.....                            | 14 |
| 5. RESULTATER.....                                     | 16 |
| 5.1 Drivprøver.....                                    | 16 |
| 5.1.1 Vårbehandlinga.....                              | 16 |
| 5.1.2 Høstbehandlinga.....                             | 18 |
| 5.1.3 Hovedbehandlinga.....                            | 20 |
| 5.2 Burforsøk.....                                     | 22 |
| 5.2.1 Vårbehandlinga.....                              | 22 |
| 5.2.2 Høstbehandlinga.....                             | 22 |
| 5.2.3 Hovedbehandlinga.....                            | 24 |
| 5.3 Kvantitative prøver.....                           | 25 |
| 5.3.1 Hele bunndyrsamfunnet og grupper.....            | 25 |
| 5.3.2 Døgnfluer.....                                   | 27 |
| 5.3.3 Steinfluer.....                                  | 27 |
| 5.3.4 Vårfluer.....                                    | 28 |
| 5.4 Kvalitative prøver.....                            | 29 |
| 5.5 Røddlistearter og faunaen i brakkvannsområdet..... | 32 |
| 6. DISKUSJON.....                                      | 33 |
| 6.1 Drivprøver.....                                    | 33 |
| 6.2 Burforsøk.....                                     | 34 |
| 6.3 Kvantitative og kvalitative prøver.....            | 35 |
| 7. KONKLUSJONER.....                                   | 38 |
| 8. REFERANSELISTE.....                                 | 39 |
| 9. VEDLEGG.....                                        | 41 |





## FORORD

Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, som første gang ble påvist i Norge i 1975, representerer en alvorlig trussel mot norsk villaks. I 2002 utarbeidet Direktoratet for naturforvaltning (DN) en tiltaksplan for å kontrollere og bekjempe *G. salaris* gjennom smitteforebyggende tiltak, bygging av fiskesperrer og kjemisk behandling. Parasitten er til sammen påvist i 42 laksevassdrag og etter flere rotenonbehandlinger finnes det per 15.05.02 kjente forekomster i 25 vassdrag.

I forbindelse med rotenonbehandlingene av Steinkjervassdraget og Figga i 2001-02, ble Vitenskapsmuseet (VM) engasjert av DN for å foreta bunndyrundersøkelser. VM utførte bunndyrundersøkelser også ved forrige rotenonbehandling i 1993. Behandlinga i 2001-02 ble gjennomført med en ny rotenonløsning (CFT-Legumin), som er mer miljøvennlig enn tidligere benyttede blandinger. Vassdragene ble rotenonbehandlet to ganger i 2001 og en gang i 2002 (hovedbehandling). Det er tidligere ikke gjennomført tre behandlinger i et vassdrag i Norge innenfor samme behandlingsperiode. Denne rapporten gir en tilstandsbeskrivelse av bunnfaunaen i Oгна og Figga før, under og etter de tre rotenonbehandlingene.

I tillegg til forfatterne har følgende personer har vært involvert i prosjektet gjennom feltarbeid og/eller bearbeiding av materialet: Morten Bergan, Jarl Koksvik, Brede Nystad, Lars Rønning og Henning Urke. VESO, Trondheim v/ Roar Sandodden har gitt opplysninger om rotenonbehandlingene. NVE v/ Harald Viken har bidratt med vannføringsdata. Det rettes en takk til samtlige involverte.

DN har finansiert prosjektet og takkes for godt samarbeid.

Trondheim, mars 2003  
Gaute Kjærstad

## 1. INNLEDNING

Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ble første gang påvist i Norge i 1975 etter import av lakse-smolt fra Sverige. Parasitten har senere, blant annet gjennom utsetting av infisert fisk, spredd seg til 42 laksevassdrag. Den representerer en alvorlig trussel mot norske villaksstammer, og tettheten av laksunger i infiserte elver er i gjennomsnitt redusert med 86% (Johnsen *et al.* 1999). Etter bruk av plantegiften rotenon for å utrydde parasitten, er *G. salaris* per 15.05.02 kjent fra 25 vassdrag (Direktoratet for naturforvaltning 2002).

En rekke undersøkelser, både norske og utenlandske, viser at bunnfaunaen i større eller mindre grad påvirkes av rotenonbehandlinger (f. eks. Binns 1967, Koksvik & Aagaard 1984, Dudgeon 1990, Arnekleiv 1991, 1997, Gladsø & Raddum 2000, Arnekleiv *et al.* 2001, Hart *et al.* 2001). De fleste undersøkelsene peker imidlertid på en forbigående nedgang i mengden bunndyr og at de ulike taxa reetableres innen 1-3 år etter behandling. Rekoloniseringshastigheten vil blant annet styres av hvilket stadium artene befinner seg på ved behandlingstidspunktet. Bunndyr på larvestadiet antas å være mer utsatt enn på eggstadiet. Avstanden til kildepopulasjoner, behandlingsmåte og hvor stor del av vassdraget som behandles kan også ha betydning. Gladsø & Raddum (2000) påpeker at vassdrag med få biotoper og sterkt fluktuerende miljø (for eksempel mht. vannføring) vil inneholde relativt få arter som har vide toleransegrenser for fysiske faktorer og evne til rask rekolonisering. I slike lokaliteter, der artene er tilpasset naturlige "katastrofer", vil rekoloniseringen etter en rotenonbehandling skje raskt i forhold til lokaliteter med flere biotoper og mer stabilt miljø.

Giftvirkningen og nedbrytningshastigheten av rotenon vil blant annet avhenge av vanntemperatur og vannkvalitet. Bunndyr har vist seg å ha en artsspesifikk respons overfor rotenon. Enkelte arter ser ut til å ha 100% dødelighet, mens andre synes å være tilnærmet upåvirkede. Dette er vist både gjennom lab- og feltstudier (Engstrom-Heg *et al.* 1978, Arnekleiv & Bongard 1990, Dolmen *et al.* 1995, Arnekleiv 1991, 1997, Arnekleiv *et al.* 2001, Gladsø 2000).

Rotenonbehandlingen av Steinkjervassdraget og Figga skiller seg ut fra tidligere behandlinger ved at en ny og mer miljøvennlig rotenonløsning (CFT-Legumin) ble brukt, og at elvene ble behandlet tre ganger. En vårbehandling i 2001 ble gjennomført for å begrense smittepresset fra utvandrende laksesmolt. Høstbehandlingen samme år skulle redusere mengden laksunger fram mot hovedbehandlingen. Hovedbehandlingen, som var mye mer omfattende enn de to første behandlingene, ble gjennomført i august 2002. Elvene ble da behandlet over flere dager (gjentatt behandling). Bortsett fra Lærdalselva, som ble behandlet to ganger, er det tidligere bare benyttet en gangs behandling her til lands.

Målsettingen med denne undersøkelsen var å se på effekten av ny rotenonløsning og behandlingsmetode på bunndyr, samt effekten av tre påfølgende behandlinger og rekolonisering i etterkant av behandlingene.

## 2. OMRÅDEBESKRIVELSE

### 2.1 Vassdragene

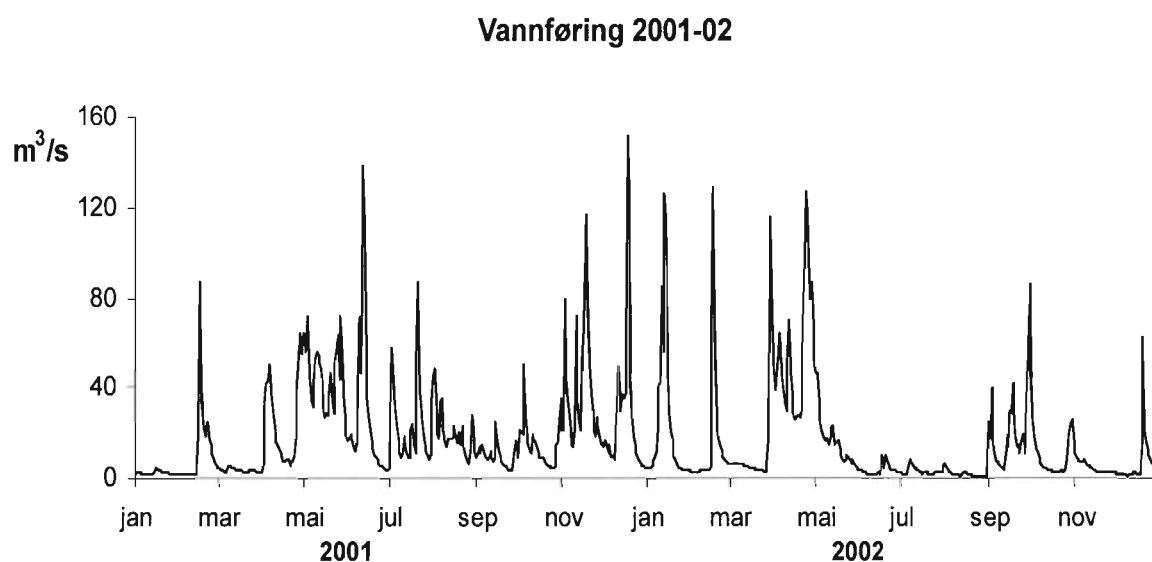
Steinkjervassdraget består av Oгна og Byaelva som har samløp omtrent en km fra fjorden. Oгна dekker et område på 578 km<sup>2</sup> og har sitt østlige utspring i områdene vest for Skjækervatn. Mesteparten av elvas nedbørsfelt ligger i Steinkjer kommune. Oгна er lakseførende til Furudalsfossen i Rokta og Hyttfossen i Sør-Rokta, og begge fossene ligger ca 35 km fra sjøen (Johnsen *et al.* 1999). Laksetrappa i Støafossen, som ligger ca 18 km fra sjøen, har imidlertid vært stengt i mange år.

Figga har et nedbørsfelt på 275 km<sup>2</sup> med utløp i sjøen bare 1,5 km fra utløpet av Steinkjervassdraget. Anadrom fisk kan gå opp i Leksdalsvatnet, 15 km fra sjøen og videre 5 km opp i Lunds-elva, en tilløpselv til vatnet (Johnsen *et al.* 1999). I 1988 ble det bygd en fiskesperre ved Lø, ca 2 km fra sjøen.

*Gyrodactylus salaris* ble registrert i Oгна og Figga i 1980. Elvene ble rotenonbehandlet i 1993, men parasitten ble påvist på nytt i 1997.

Vannføringa (døgnmiddel) i Oгна varierte sterkt med mange høye topper gjennom hele året både i 2001 og 2002, noen opp mot 150 m<sup>3</sup>/s (figur 1). I 2002 var det imidlertid en lengre periode fra mai til september med svært lav vannføring.

I forbindelse med innsamling av bunndyr ble det tatt enkelte vannkjemiske målinger. Figga hadde gjennomgående noe høyere pH og mye større innhold av oppløste salter enn Oгна (tabell 1).



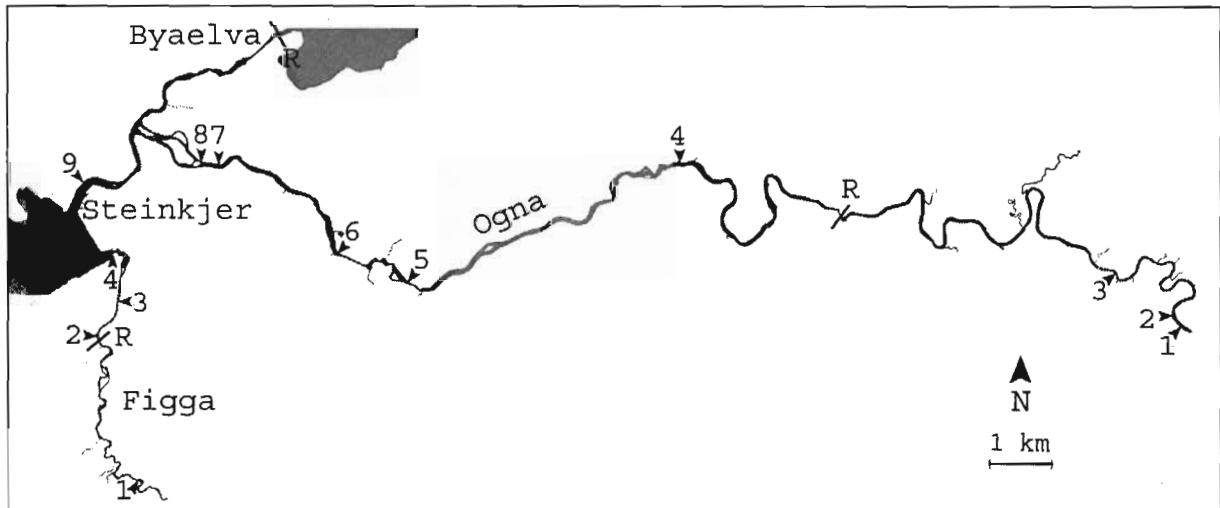
**Figur 1.** Vannføring (døgnmiddel) i Oagna ved Støafoss i 2001-02. Data fra NVE.

**Tabell 1.** Gjennomsnittsverdier  $\pm$ SD av pH og konduktivitet ( $K_{25}$ ) i Oгна og Figga i 2001-02.

|             | 2001 |               |                        | 2002 |               |                        |
|-------------|------|---------------|------------------------|------|---------------|------------------------|
|             | N    | pH            | $K_{25}$ ( $\mu$ S/cm) | N    | pH            | $K_{25}$ ( $\mu$ S/cm) |
| Ogna st. 1  | 10   | 6,3 $\pm$ 0,1 | 27 $\pm$ 5,0           | 5    | 6,9 $\pm$ 0,5 | 29 $\pm$ 12,3          |
| Ogna st. 8  | 10   | 6,5 $\pm$ 0,2 | 37 $\pm$ 12,3          | 5    | 7,2 $\pm$ 0,4 | 49 $\pm$ 15,2          |
| Figga st. 1 | 9    | 7,0 $\pm$ 0,1 | 61 $\pm$ 14,7          | 6    | 7,3 $\pm$ 0,3 | 64 $\pm$ 10,5          |
| Figga st. 3 | 9    | 7,2 $\pm$ 0,2 | 69 $\pm$ 18,3          | 6    | 7,4 $\pm$ 0,3 | 74 $\pm$ 13,0          |

## 2.2 Prøvetakingslokaliteter (stasjoner)

I Ogna ble det opprettet ni stasjoner og i Figga fire stasjoner for prøvetaking av bunndyr (figur 2). Valg av stasjoner i Ogna ble gjort med tanke på å oppfange flest mulige arter. Dette resulterte i at stasjonene var svært varierte med hensyn til vannhastighet, bunnssubstrat, vannvegetasjon m.v. (se tabell 2). Det ble valgt tre referansestasjoner ovafor øverste rotenonutslipp. I Figga, der nedre del preges av raskflytende partier med tett mosebegrøing, var stasjonene mer homogene. Her ble det lagt en referansestasjon ovafor rotenonbehandla strekning. I begge elvene ble en stasjon lagt ut i brakkvannssonen.



**Figur 2.** Oversikt over prøvetakingsstasjoner for bunndyr i Ogna og Figga. Øverste utslippspunkt for rotenon er markert med R.

**Tabell 2.** Oversikt over prøvetakingsstasjoner i Oгна og Figga med UTM, høyde over havet, vannhastighet, dominerende bunnsstrat og vannvegetasjon. \* = referansestasjoner.

| <b>OGNA</b>  |             |              |                         |                                       |                                                               |
|--------------|-------------|--------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Stasjon      | UTM         | H.o.h<br>(m) | Vannhastighet<br>(cm/s) | Bunnsstrat<br>(kornstørrelse i<br>cm) | Vannvegetasjon (dekning i<br>prosent)                         |
| 1*           | 32WPR397977 | ca 100       | 10-100                  | Stein 2-10, sand                      | Alger 5-10, moser 5-10, elvesnelle <5, hestehale <5           |
| 2*           | 32WPS396002 | ca 99        | 10-40                   | Stein 5-10, sand                      | Hestehale 20-70, moser 5-20, alger 5-10, tjørnaks 5-10        |
| 3*           | 32WPS386005 | ca 95        | 0-20                    | Leir, stein 15-25, blokk              | Elvesnelle <5                                                 |
| 4            | 32WPS314019 | ca 75        | 0-100                   | Stein 2-10, sand, leir                | Alger 5-10, mose 5-10, tjørnaks 5-10, starr <5, hestehale <5  |
| 5            | 32WPR269998 | ca 20        | 20-90                   | Stein 2-10, sand                      | Alger <5, moser <5                                            |
| 6            | 32WPS258003 | ca 15        | 0-10                    | Sand, blokk, berg                     | Alger <5, starr <5, elvesnelle <5                             |
| 7            | 32WPS236016 | ca 11        | 10-50                   | Stein 5-10, sand                      | Alger 5-10, moser 5-10                                        |
| 8            | 32WPS235017 | ca 10        | 0-100                   | Stein 5-10, sand                      | Moser 5-20, alger 5-10, starr <5, elvesnelle <5, hestehale <5 |
| 9            | 32WPS215012 | ca 1         | 0-10                    | Stein 2-5, sand, mudder               | Alger <5, tang <5                                             |
| <b>FIGGA</b> |             |              |                         |                                       |                                                               |
| 1*           | 32VPR226963 | ca 35        | 10-120                  | Stein 2-10, sand                      | Alger 5-25, moser 50-75                                       |
| 2            | 32VPR217986 | ca 10        | 10-90                   | Stein 2-10, sand                      | Alger 5-10, moser 20-50                                       |
| 3            | 32VPR222993 | ca 5         | 20-120                  | Stein 20-20, sand                     | Alger 5-25, moser 50-75                                       |
| 4            | 32VPR221001 | ca 1         | 0-10                    | Stein 2-5, sand, mudder               | Alger <5, tang <5                                             |

### 3. ROTENONBEHANDLINGENE

Under behandling av Steinkjervassdraget og Figga ble det benyttet en ny rotenonblanding (CFT-Legumin). Denne blandingen er mer miljøvennlig enn tidligere benyttede blandinger, bl.a. fordi hovedløsemiddelet inneholder fettsyreester istedenfor olje. I tillegg er dispergeringsmiddelet som inneholdt hormonhermer fjernet (Haukebø *et al.* 2000).

En oversikt over hovedutslipp av CFT-Legumin i Oгна, Figga og Byaelva er gitt i tabell 3. Nedenfor gis en mer detaljert beskrivelse av rotenonbehandlingene i Oгна og Figga.

I begge elvene ønsket man å ha en minimumsgrense for CFT-Legumin på 0,5 ppm under alle tre behandlingene. Rotenon utgjør bare 2,5 % av denne blandinga og ønsket minimumsgrense for dette stoffet under behandling vil da være 0,0125 ppm. Ved Støafossen, øverst i det behandlede området i Oгна, ble konsentrasjonen av CFT-Legumin forsøkt holdt på 1,4 ppm i den første timen av hovedutslippet og deretter på 0,7 ppm i seks timer. Påfriskningsstasjoner videre nedover i elva skulle hindre at konsentrasjonen ble for lav. I Figga ble det ved hovedutslippet ved fiskesperra dosert for å holde en konsentrasjon på 1 ppm i den første timen og deretter 0,7 ppm i tre timer.

Både ved vår-, høst- og hovedbehandlninga ble sidebekker og andre elvenære våtmarksområder behandlet parallelt med selve elvestrengen. Båtlag ble benyttet for å sikre tilstrekkelig behandling av grusører og elvebredder.

### **3.1 Vårbehandlninga 2001**

Ogna ble rotenonbehandlet den 21.04. med hovedutslipp fra Støafossen, ca 18 km fra elveutløpet ved fjorden, og påfriskningsstasjoner ved Ogdalsbrua (Bruem) og Midjobrua, henholdsvis 9 og 3,5 km fra elveutløpet.

Figga ble rotenonbehandlet den 22.04. med utslipp fra fiskesperra ved Lø, ca 2 km fra elveutløpet.

Isen hadde brutt opp ca. ei uke før behandlninga, og vanntemperaturen var ca. 4°C under behandlninga. Vannføringa var lav i begge elvene under behandlninga, i Ogna ca. 6 m<sup>3</sup>/s.

### **3.2 Høstbehandlninga 2001**

I Ogna ble først de nedre deler av elva fra Brandseggfossen (ca 14 km fra utløpet) rotenonbehandlet den 06.10. Den 07.10. ble hele det infiserte området fra Støafossen til utløpet behandlet. Under begge behandlingsdagene var det påfriskningsstasjoner ved Ogdalsbrua (Bruem).

Figga ble rotenonbehandlet den 07.10. fra fiskesperra ved Lø til utløpet ved fjorden.

I løpet av våren og sommeren 2001 ble enkelte sidebekker til Ogna rotenonbehandlet. I Ognas nedre del fra Brandseggfossen til utløpet varte hovedutslippet i 12 timer, fordelt over to behandlingsdager.

Under behandlninga var vanntemperaturen ca. 8 °C mens vannføringa lå på ca 20 m<sup>3</sup>/s i Ogna.

### **3.3 Hovedbehandlninga 2002**

Under hovedbehandlninga, som var mye mer omfattende enn de to første behandlingene, ble det i Ogna lagt stor vekt på seksjonsvis behandling.

Den 21.08. ble den nederste delen av elva, fra Ferjeland til utløpet behandlet. To dager senere ble hele elva, fra Støafossen behandlet, med påfriskningsstasjoner ved Overreinsfossen, Brandsegg bru og Ogdalsbrua (Bruem). Den 24.08. ble midtre og nedre deler av elva behandlet fra Brandseggfossen, med påfriskning ved Revsåsbekken og Ogdalsbrua (Bruem). Munningsområdet fra Fergeland til utløpet ble igjen behandlet den 25.08. Dagen etter ble hele elva behandlet med hovedutslipp fra Støafossen og påfriskning ved Overreinsfossen og Brandseggfossen. Den 27.08. ble midtre og nedre deler fra Brandsegg bru, med påfriskning ved Ogdalsbrua (Bruem) behandlet. Til slutt ble nedre del fra Ogdalsbrua (Bruem), med påfriskning fra Fergeland behandlet den 28.08.

Figga ble behandlet fra fiskesperra til utløpet den 21.08. og 29.08.

På vårparten 2002 ble enkelte sidebekker til Oгна rotenonbehandlet. Helt nederst i Steinkjervassdraget på elvestrekningen fra samløpet Oгна/Byaelva til utløpet ved sjøen, varte hovedutslippet i hele 65 timer, fordelt over sju behandlingsdager. Fra Brandsegg-fossen til Fergeland varte utslippet i 30 timer, fordelt på fire behandlingsdager og øverst i elva fra Støafossen til Brandseggfossen varte utslippperioden for hoveddosering på til sammen 15 timer over to dager. I Figga varte hovedutslippet i 9 timer, fordelt på to behandlingsdager. Vanntemperaturen var ca. 20 °C under behandlinga. Vannføringa var meget lav i begge elvene under behandlinga, i Oгна ca. 1 m<sup>3</sup>/s.

Behandlingsopplegget i Oгна innebar en vesentlig større dosering i ppm-timer enn noen tidligere behandling av norske elver. De øvre deler av rotenonbehandlet del i Oгна ble eksponert to dager, mens nederste del ble utsatt for rotenonpåvirkning hele sju dager.

**Tabell 3.** Oversikt over hovedutslipp av rotenon under behandling av Steinkjervassdraget (Oгна og Byaelva) og Figga i 2001 og 2002. Data fra VESO, Trondheim.

| <b>Vårbehandlinga 2001</b>   |                     |                     |                          |
|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Elv</b>                   | <b>Utslippssted</b> | <b>Utslippsdato</b> | <b>Utslippstidspunkt</b> |
| Oгна                         | Støafossen          | 21.04.01            | 06:00-13:00              |
| Byaelva                      | Byafossen           | 21.04.01            | 09:00-20:00              |
| Figga                        | Fiskesperra         | 22.04.01            | 09:00-13:00              |
| <b>Høstbehandlinga 2001</b>  |                     |                     |                          |
| <b>Elv</b>                   | <b>Utslippssted</b> | <b>Utslippsdato</b> | <b>Utslippstidspunkt</b> |
| Byaelva                      | Byafossen           | 03.10.01            | 08:00-15:00              |
| Oгна                         | Brandseggfossen     | 03.10.01            | 10:30-15:30              |
| Oгна                         | Støafossen          | 04.10.01            | 08:00-15:00              |
| Figga                        | Fiskesperra         | 05.10.01            | 09:00-13:00              |
| <b>Hovedbehandlinga 2002</b> |                     |                     |                          |
| <b>Elv</b>                   | <b>Utslippssted</b> | <b>Utslippsdato</b> | <b>Utslippstidspunkt</b> |
| Byaelva                      | Byafossen           | 21.08.02            | 08:00 – 16:00            |
| Oгна                         | Fergeland           | 21.08.02            | 10:00 – 15:00            |
| Oгна                         | Støafossen          | 23.08.02            | 08:00 – 16:00            |
| Oгна                         | Brandseggfossen     | 24.08.02            | 07:00 – 15:00            |
| Byaelva                      | Byafossen           | 25.08.02            | 08:00 – 15:00            |
| Oгна                         | Fergeland           | 25.08.02            | 08:00 – 15:00            |
| Oгна                         | Støafossen          | 26.08.02            | 08:00 – 15:00            |
| Oгна                         | Brandseggfossen     | 27.08.02            | 07:00 – 14:00            |
| Byaelva                      | Byafossen           | 28.08.02            | 08:00 – 16:00            |
| Figga                        | Fiskesperra         | 21.08.02            | 11:00 – 16:00            |
| Figga                        | Fiskesperra         | 29.08.02            | 09:00 – 13:00            |

## 4. METODER

### 4.1 Drivprøver

Drivprøver ble tatt for å avdekke eventuelle forskjeller i dødelighet hos ulike bunndyr etter utslipp av rotenon. I Oгна ble en drivfelle satt opp i ubehandlet område (stasjon 1) og en felle i rotenonbehandlet område (stasjon 4). Prøver ble tatt under selve vårbehandlinga, før og under høstbehandlinga og før, under og etter hovedbehandlinga. Hver felle ble påmontert to håvposer; en ca. 2/3 opp i vannsøyla og en ved bunnen. Fellene ble tømt og satt ut igjen hver hele time under vårbehandlinga og annenhver hele time under høstbehandlinga og hovedbehandlinga. Håvposene var 70 cm lange med en maskevidde på 0,25 mm, åpningen hadde en diameter på 10 cm.

### 4.2 Burforsøk

Burforsøk ble benyttet for å se på eventuell dødelighet av bunndyr som ble eksponert for rotenon under like forhold. 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 dødeligheten hos ulike arter under naturlige forhold. For å skape like forhold for ulike bunndyr ble perforerte plastbur, der hvert bur inneholdt 10 individer av et taxon, plassert både i rotenonbehandlet område og tilsvarende taxon på referanseområdet. I Oгна ble det gjennomført burforsøk ved alle tre behandlingene, og i Figga under høst- og hovedbehandlinga.

### 4.3 Kvantitative prøver

Kvantitative prøver (Surberprøver) ble tatt for å gi et bilde av tettheten (antall individer pr. m<sup>2</sup>) av bunndyr før og etter rotenonbehandlinga. I Oгна ble det opprettet tre stasjoner, der en referansestasjon (stasjon 1) lå i den ubehandlede delen og to stasjoner i rotenonbehandlet del (stasjon 4 og 8). Det ble tatt seks parallelle prøver pr. stasjon ved hver prøvetakingsrunde. Ramma på Surber-henteren var 30 x 30 cm og håvposen hadde en maskevidde på 0,25 mm. På grunn av høye kostnader for bearbeiding av kvantitative prøver ble slike prøver på stasjon 8 kuttet ut etter 07.05.01. Prøvene er imidlertid oppbevart ved Vitenskapsmuseet og kan om ønskelig bearbeides seinere. Øvrige kvantitative prøver ble bearbeidet de nærmeste datoene før og etter høstbehandlinga og hovedbehandlinga, men kuttet ut den 30.04.01 pga. høy vannføring og svært vanskelige prøvetakingsforhold. Prøvetakingstidspunkter for kvantitative prøver er gitt i tabell 4.

### 4.4 Kvalitative prøver

Kvalitative prøver (roteprøver - R1) ble tatt før og etter behandling for å avdekke mulige endringer i artsmangfold og overvåke rekolonisering av arter og samfunn. I Oгна ble det opprettet tre stasjoner i ubehandlet del (stasjon 1-3) og seks stasjoner i den rotenonbehandlede delen (stasjon 4-9). I Figga ble det lagt ut en stasjon i ubehandlet område (stasjon 1) og tre stasjoner i rotenonbehandlet del (stasjon 2-4). Prøvene ble tatt på tid á ett minutt. På stasjon 1, 4, 8 og 9 i Oгна, samt på stasjonene i Figga ble det for hver prøverunde tatt to prøver per stasjon, mens det på de øvrige stasjonene ble tatt en prøve per stasjon. Ramma på håven var 25 x 25 cm og håvposen hadde en maskevidde på 0,25 mm. Sammensetningen av bunndyr på stasjon 9 i Oгна og stasjon 4 i Figga vil være sterkt influert av tidevannet. Disse stasjonene ble derfor behandlet separat ved bearbeiding av dataene. Prøvetakingstidspunktene for kvalitative prøver er angitt i tabell 4.



**Tabell 4.** Tidspunkt for prøvetaking og rotenonbehandling og antall dager før/etter rotenonbehandlingene i Oгна og Figga.

| <b>OGNA</b>                |                 |                |                        |                       |                                                                      |
|----------------------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Tidspunkt                  | Driv-<br>prøver | Bur-<br>forsøk | Kvantitative<br>prøver | Kvalitative<br>prøver | Merknader                                                            |
| 18. april 2001             |                 |                | x                      | x                     | 3 dager før vårbehandling                                            |
| <b>21. april 2001</b>      | x               | x              |                        |                       | <b>Vårbehandling</b>                                                 |
| 24. april 2001             |                 |                | x                      | x                     | 3 dager etter vårbehandling                                          |
| 30. april 2001             |                 |                | x                      | x                     | 9 dager etter vårbehandling                                          |
| 07. mai 2001               |                 |                | x                      | x                     | 16 dager etter vårbehandling                                         |
| 25. september 2001         |                 |                | x                      | x                     | 157 dager etter vårbehandling/<br>7 dager før høstbehandling         |
| <b>03-04. okt. 2001</b>    | x               | x              |                        |                       | <b>Høstbehandling</b>                                                |
| 08. oktober 2001           |                 |                | x                      | x                     | 4 dager etter høstbehandling                                         |
| 15. oktober 2001           |                 |                | x                      | x                     | 11 dager etter høstbehandling                                        |
| 31. oktober 2001           |                 |                | x                      | x                     | 26 dager etter høstbehandling                                        |
| 07. august 2002            |                 |                | x                      | x                     | 320 dager etter<br>høstbehandlinga/<br>14 dager før hovedbehandlinga |
| <b>21-28. aug. 2002</b>    | x               | x              |                        |                       | <b>Hovedbehandling</b>                                               |
| 29. august 2002            |                 |                | x                      | x                     | 1 dag etter hovedbehandlinga                                         |
| 05. september              |                 |                |                        | x                     | 7 dager etter<br>hovedbehandlinga                                    |
| 22. oktober 2002           |                 |                | x                      | x                     | 55 dager etter<br>hovedbehandlinga                                   |
| <b>FIGGA</b>               |                 |                |                        |                       |                                                                      |
| 20. april 2001             |                 |                |                        | x                     | 2 dager før vårbehandling                                            |
| <b>22. april 2001</b>      |                 |                |                        |                       | <b>Vårbehandling</b>                                                 |
| 25. april 2001             |                 |                |                        | x                     | 3 dager etter vårbehandling                                          |
| 01. mai 2001               |                 |                |                        | x                     | 9 dager etter vårbehandling                                          |
| 08. mai 2001               |                 |                |                        | x                     | 16 dager etter vårbehandling                                         |
| 26. september 2001         |                 |                |                        | x                     | 157 dager etter vårbehandling/<br>9 dager før høstbehandling         |
| <b>05. okt. 2001</b>       |                 | x              |                        |                       | <b>Høstbehandling</b>                                                |
| 09. oktober 2001           |                 |                |                        | x                     | 4 dager etter høstbehandling                                         |
| 16. oktober 2001           |                 |                |                        | x                     | 11 dager etter høstbehandling                                        |
| 01. november 2001          |                 |                |                        | x                     | 26 dager etter høstbehandling                                        |
| 08. august 2002            |                 |                |                        | x                     | 320 dager etter<br>høstbehandlinga/<br>13 dager før hovedbehandlinga |
| <b>21 og 29. aug. 2002</b> |                 | x              |                        |                       | <b>Hovedbehandling</b>                                               |
| 30. august 2002            |                 |                |                        | x                     | 1 dag etter hovedbehandlinga                                         |
| 06. september              |                 |                |                        | x                     | 7 dager etter<br>hovedbehandlinga                                    |
| 23. oktober 2002           |                 |                |                        | x                     | 55 dager etter<br>hovedbehandlinga                                   |

## 5. RESULTATER

### 5.1 Drivprøver

#### 5.1.1 Vårbehandlinga

Fra kl. 07:00-11:00 var det samlede drivet lavt; under 15 individer per felle per time både på referansestasjonen (stasjon 1) og i rotenonbehandlet område (stasjon 4) (figur 3). Den første andytningen til rotenon på stasjon 4 ble registrert mellom kl. 10:00 og 11:00 med en målt rotenonkonsentrasjon på 2,3 µg/l (0,0023 ppm), uten at dette ga økt drivmengde. Mellom kl. 11:00 og 12:00 nådde hovedskya stasjon 4 og rotenonkonsentrasjonen økte til 34,6 µg/l (0,035 ppm). I denne perioden ble den første markante økningen i det samlede drivet registrert med over 200 individer per felle på stasjon 4, mens det på stasjon 1 fortsatt var lave antall dyr i drift. Rotenonkonsentrasjonen nådde en topp på 59,4 µg/l (0,059 ppm) ca kl. 14:00 og avtok deretter gradvis. Antall bunndyr i driv økte raskt og fikk en topp kl 13:00-14:00 på over 3000 individer per felle per time. Fra kl. 14:00 til prøvetakinga ble avsluttet kl. 21:00 minket drivmengdene og svingte rundt 1000 dyr per felle per time. Til sammenligning holdt drivmengdene på referansestasjonen (stasjon 1) seg under 40 individer per time i hele denne perioden.

Døgnfluer og fjærmygg var de dominerende bunndyrgruppene i drivet og utgjorde henholdsvis 52% og 27% av den totale drivmengden på Stasjon 4. Døgnfluearten *Baetis rhodani* utgjorde alene 46% av den samlede drivmengden. Andre døgnfluelarver som økte i antall etter rotenonutslippet var *Baetis niger* og små individer av *Baetis* sp. og *Heptagenia* sp., mens *Ephemerella mucronata*, *Heptagenia dalecarlica*, og *Ameletus* sp. ikke økte i antall med økende rotenonkonsentrasjon.

Blant steinfluene hadde arten *Brachyptera risi* og slektene *Capnia*, *Leuctra*, *Amphinemura* og *Isoperla* den største økningen i drivmengdene etter rotenonutslippet. *Diura nanseni* og *Protone-mura meyeri* hadde en liten økning i samme periode.

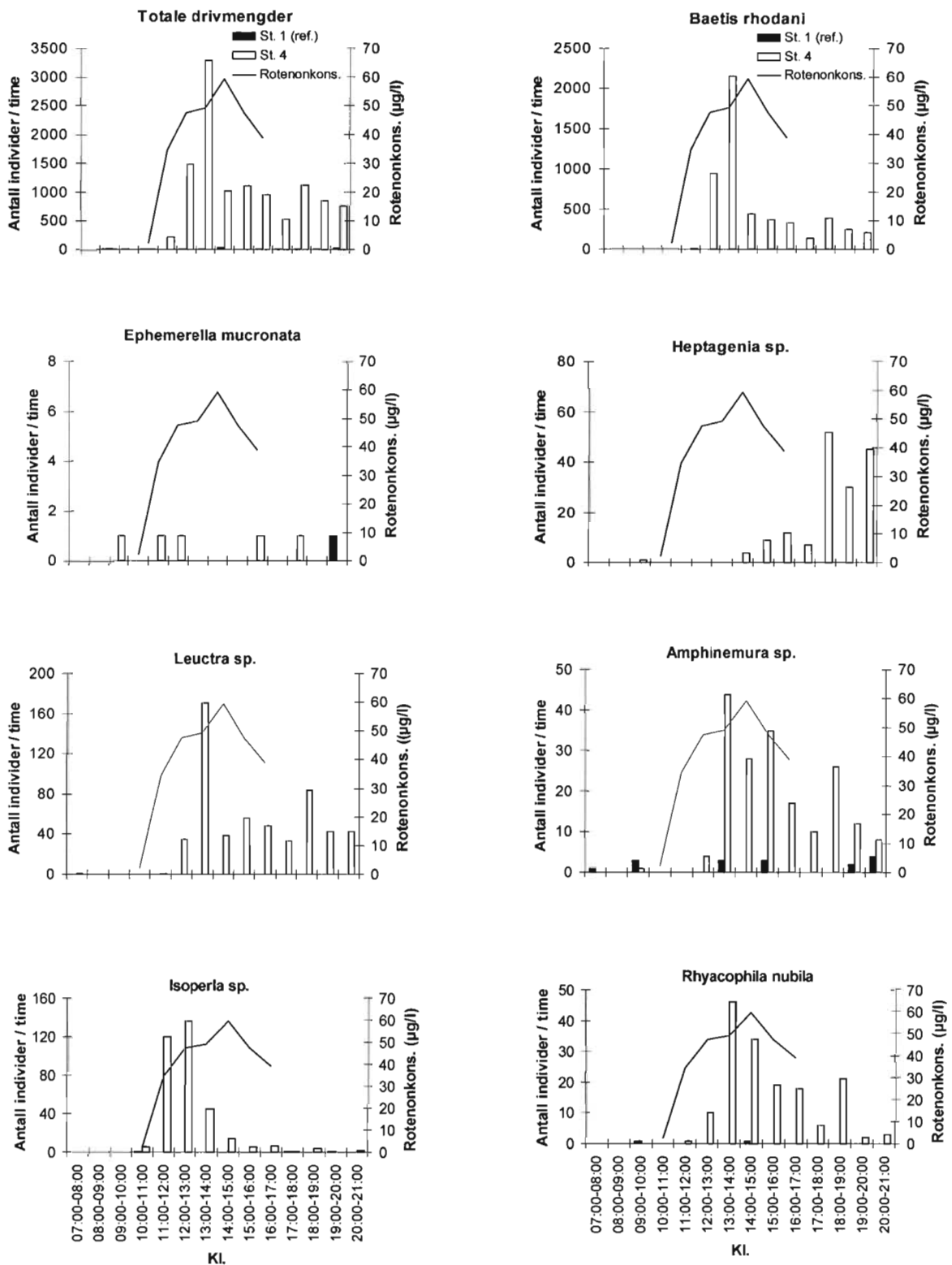
Hos vårfluene ble det registrert en økning i drivmengdene av *Rhyacophila nubila* og *Agapetus* sp. etter utslipp av rotenon.

Antall fjærmygg, knottlarver og vannmidd økte også under rotenonbehandlinga, mens det ikke ble registrert noen endringer hos fåbørstemark og elvebiller.

Det ble registrert en ulik tidsrespons mellom arter på økningen i rotenonkonsentrasjon. Arter som hadde en hurtig økning i drivet ved begynnende rotenoneksponering var *Baetis rhodani* og *Isoperla* sp., mens *Heptagenia* sp. og *Agapetus* sp. økte raskest i drivmengde først mot slutten av rotenoneksponeringen (figur 3).

På stasjon 4 var andelen døde dyr i drivet under vårbehandlinga på over 99%.

## Vårbehandlinga 2001



**Figur 3.** Total drivmengde og utvalgte taxa i driv på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) i Oagna under vårbehandlinga i 2001 (søyler). Målt rotenonkonsentrasjon i vannet ved stasjon 4 er markert med kurve. Merk ulik skala på akse med antall individer/time.

### 5.1.2 Høstbehandlninga

Den 03.10. lå det samlede drivet på under 200 individer per time både på stasjon 4 og stasjon 1 (referanse). Nedre deler av Oгна ble rotenonbehandlet denne dagen, men strekningen med drivfeller ble ikke berørt. Den 04.10. ble imidlertid hele den infiserte delen av elva rotenonbehandlet. Rotenonkonsentrasjonen ble ikke målt ved stasjon 4 under høstbehandlninga, men en liten økning i det samlede drivet mellom klokken 11:00 og 12:00 indikerer tilstedeværelse av rotenon på stasjonen (figur 4). Mellom klokken 13:00 og 14:00 så det ut til at hovedskyen nådde stasjonen og vi registrerte en topp i drivmengden på ca 3000 individer pr. time. På referansestasjonen holdt drivmengdene seg jevne og lave med maksimalverdier på vel 100 individer.

Steinfluer, døgnfluer og fjærmygg var dominerende grupper i drivet og utgjorde henholdsvis 35, 30 og 28% av de totale drivmengdene på stasjon 4. Av døgnfluer hadde tre taxa en klar økning i drivmengde under behandlninga: *Baetis rhodani* hadde en tidlig topp, mens små individer av *Baetis muticus/niger* og *Heptagenia* sp. hadde en noe senere maksimalverdi. *Ephemerella* sp. hadde en svak økning i drivmengde, og i motsetning til de foran nevnte artene var omlag halvparten av individene i drivet levende.

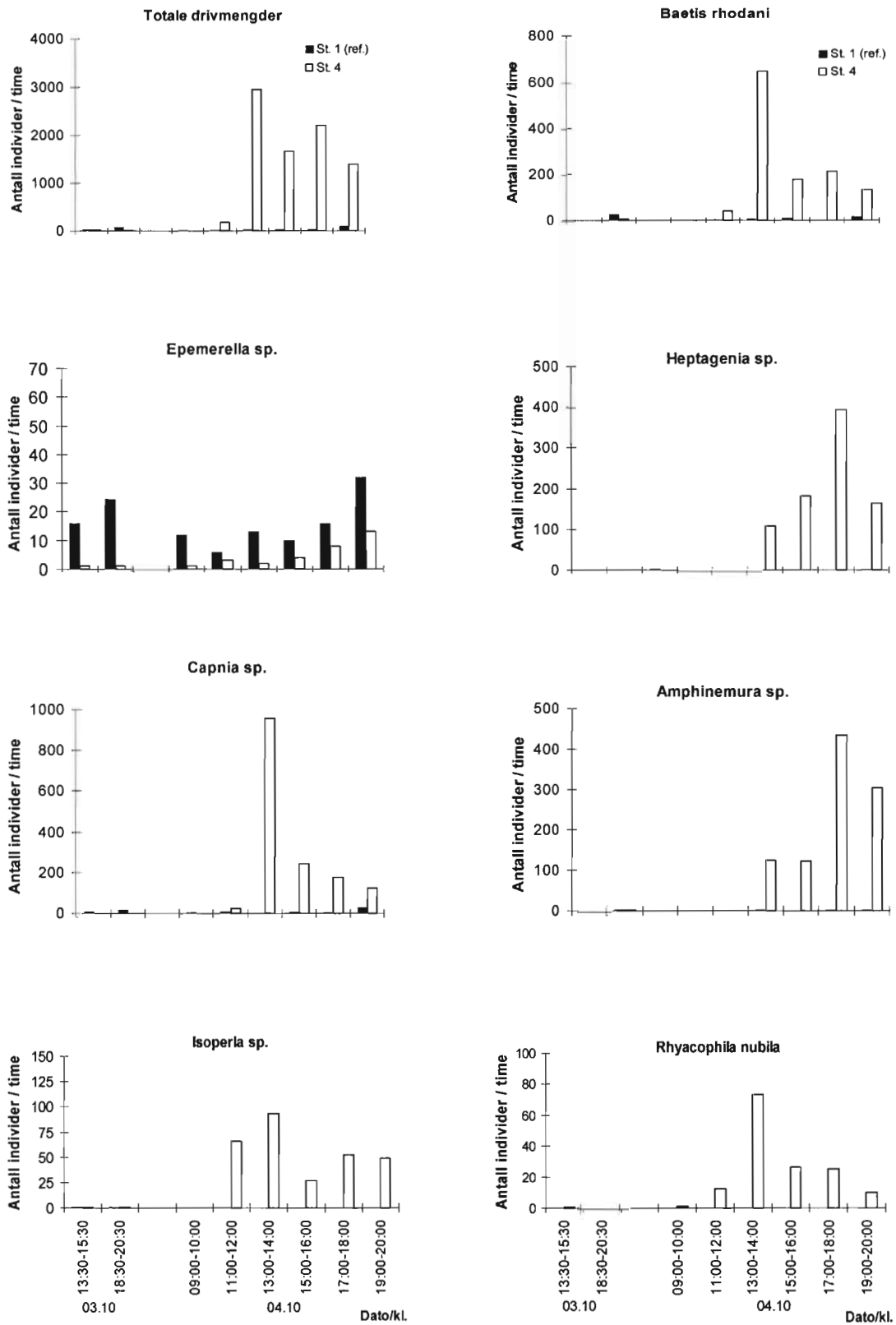
Av steinfluer var slekten *Capnia* det vanligste taxa i drivet. Andre steinfluer med klar økning i drivmengde under rotenonbehandlninga var *Isoperla* sp. og *Amphinemura* sp. *Diura nanseni* hadde en svak økning, mens *Taeniopteryx nebulosa* og *Brachyptera risi* så vidt ble registrert i drivet.

Blant vårfluene dominerte *Rhyacophila nubila* og *Agapetus* sp. og begge hadde en økning under behandlninga. En økning i drivmengden hos fjærmygg, knott, ubestemte tovinger og vannmidd ble også registrert.

Også under høstbehandlninga var det forskjell i tidsrespons mellom ulike taxa mht. økning i drivmengde. *B. rhodani*, *Isoperla* sp., *Capnia* sp. og *R. nubila* hadde en tidlig og sterk økning i drivmengde. *Heptagenia* sp., *Amphinemura* sp. og *Agapetus* sp. hadde derimot en noe senere respons.

På stasjon 4 var andelen døde dyr i drivet under høstbehandlninga på 98,5%.

## Høstbehandlinga 2001



**Figur 4.** Total bunndyrmengde og utvalgte taxa i driv på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) under høstbehandlinga i Ognå i 2001 (søyler). Målt rotenonkonsentrasjon i vannet ved stasjon 4 er markert med kurve. Merk ulik skala på akse med antall individer/time.

### 5.1.3 Hovedbehandlinga

Den 20.08., tre dager før hovedbehandlinga, var det samlede drivet på stasjon 4 relativt høyt sammenlignet med referansestasjonen (stasjon 1) (figur 5). På den første behandlingsdagen med hovedutslipp oppstrøms drivfella (23.08.), ble rotenon første gang registrert på stasjon 4 mellom kl. 11:00 og 12:00 med en konsentrasjon på 2,9 µg/l (0,0029 ppm). En maksimalverdi i både total drivmengdene (ca. 700 individer per time) og rotenonkonsentrasjon (32 µg/l – 0,032 ppm) ble registrert mellom kl. 15:00 og 16:00. På referansestasjonen var drivmengdene jevne og lave. Dagen etter, den 24.08., var det samlede drivet på stasjon 4 på et lavere nivå enn tre dager før hovedutslippet.

Døgnfluer og fjærmygg dominerte drivet med henholdsvis 37 og 30% av de totale bunndyrmengdene. *Heptagenia* sp. var det dominerende taxa og økte i antall etter rotenonutslippet. Også drivmengden av *Baetis rhodani*, *Baetis muticus/niger*, *Ameletus* sp. og *Ephemerella* sp. økte etter utslippet.

Blant steinfluene dominerte *Isoperla* sp. og *Amphinemura* sp. som begge økte i mengde i løpet av rotenonbehandlinga.

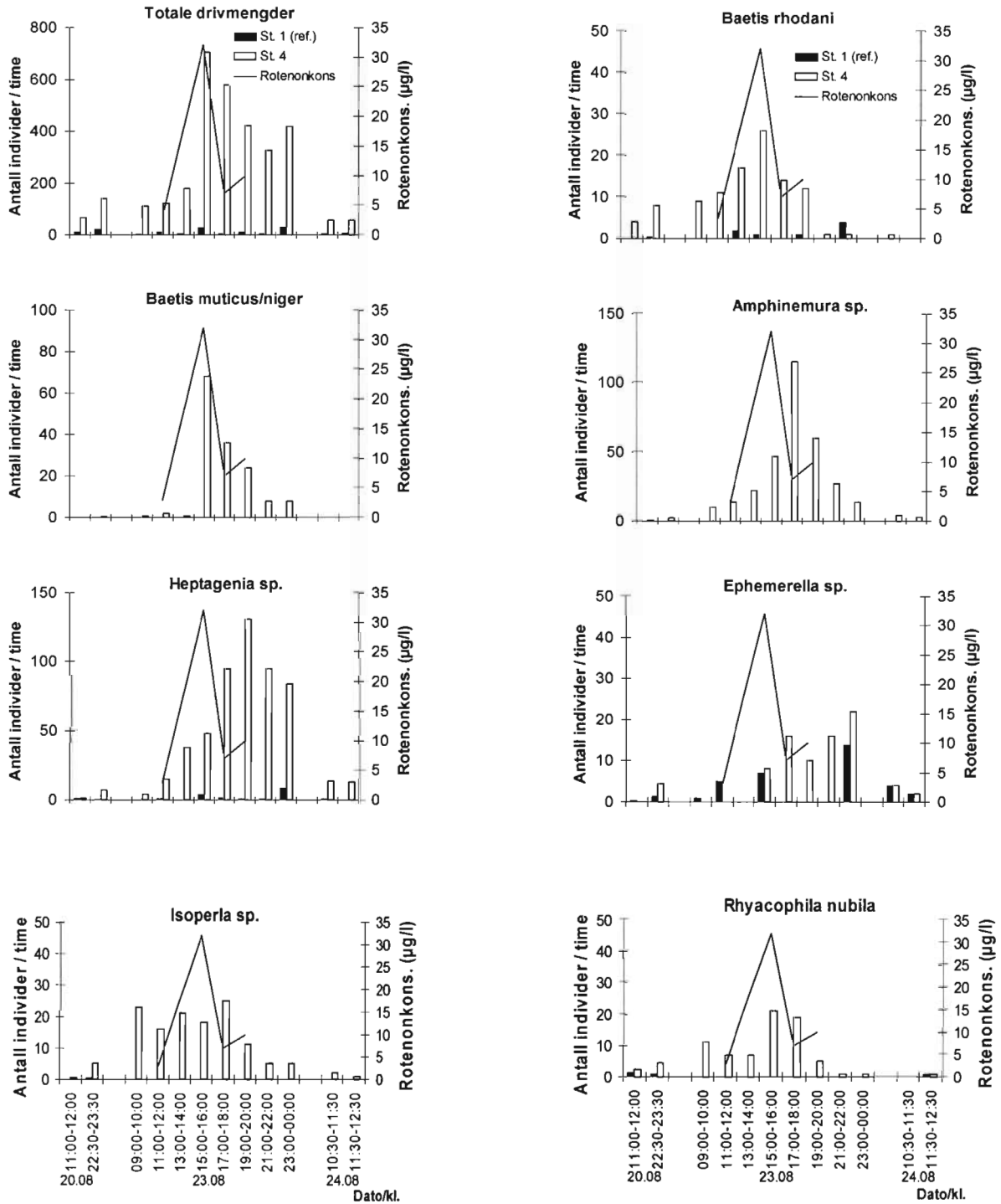
Av vårfluer dominerte *Rhyacophila nubila*, *Agapetus* sp. og *Hydroptila* sp., som alle hadde en økning i drivmengde etter rotenonutslippet.

Hos fåbørstemark, *Hydraena gracilis* ("palpebille") og vannmidd ble det også registrert en økning i drivet under behandlinga.

Det ble observert tidsforskjeller i respons overfor rotenon mellom ulike taxa. *Isoperla* sp. kom tidlig inn i drivet med høye verdier, mens andre taxa som *Ameletus* sp., *Heptagenia* sp. og *Amphinemura* sp. responderte noe senere.

På stasjon 4 var andelen døde dyr i drivet under hovedbehandlinga på >99%.

## Hovedbehandling 2002



**Figur 5.** Total bunndrymngde og utvalgte taxa i driv på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) i Oгна under hovedbehandlinga i 2002 (søyler). Målt rotenonkonsentrasjon i vannet ved stasjon 4 er markert med kurve. Merk ulik skala på akse med antall individer/time.

## 5.2 Burforsøk

### 5.2.1 Vårbehandlinga

Under burforsøket ved stasjon 4 ble forsøksområdet tilført rotenon fra Støafoss der doseringstiden var på sju timer.

I referanseområdet (stasjon 1) var dødeligheten lav; kun ett individ av *Heptagenia dalecarlica/sulphurea* døde under forsøket (tabell 5).

I det rotenonbehandlede området (stasjon 4) var alle ti individene av *Baetis rhodani*, tre individer av *Heptagenia dalecarlica/sulphurea* og åtte individer av *Diura nanseni* døde da forsøket ble avsluttet. Av *Ephemerella aurivillii/mucronata* overlevde imidlertid samtlige ti individer (tabell 5). *B. rhodani* hadde raskest reduksjon i antall overlevende og samtlige individer var døde allerede kl. 17:00.

**Tabell 5.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk i Ogna under vårbehandlinga den 21.04. 2001. Stasjon 1 var i referanseområdet og stasjon 4 i rotenonbehandlet område.

| Stasjon 1 (referanse)                           | Antall dyr i live kl: |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 09:00                 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 |
| <i>Baetis rhodani</i> , store                   | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Diura nanseni</i> , store                    | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Heptagenia dalecarlica/sulphurea</i> , store | 10                    | 10    | 10    | 10    | 9     | 9     | 9     |
| <i>Ephemerella aurivillii/mucronata</i> , store | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| Stasjon 4 (rotenbehandlet område)               |                       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Baetis rhodani</i> , store                   | 10                    | 10    | 9     | 4     | 0     | 0     | 0     |
| <i>Diura nanseni</i> , store                    | 10                    | 10    | 10    | 10    | 6     | 4     | 2     |
| <i>Heptagenia dalecarlica/sulphurea</i> , store | 10                    | 10    | 9     | 8     | 7     | 7     | 7     |
| <i>Ephemerella aurivillii/mucronata</i> , store | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |

### 5.2.2 Høstbehandlinga

Under burforsøket i Ogna ved stasjon 4 ble forsøksområdet tilført rotenon fra Støafoss der doseringstiden var på sju timer. I Figga (stasjon 3) var doseringstiden fire timer fra utslippet ved fiskesperrea.

På referansestasjonene var det ingen dødelighet hos undersøkte bunndyr verken i Ogna eller Figga (tabell 6 og 7). I rotenonbehandlet område i Ogna var derimot samtlige individer av tovingelarver av slekta *Dicronata*, døgnflueartene *Baetis rhodani* og *B. niger*, samt steinfluearten *Diura nanseni* døde da forsøket ble avsluttet (tabell 6). I Figga overlevde alle undersøkte arter forsøket bortsett fra ett av ti individer av steinflua *Taeniopteryx nebulosa* og fem av ti små individer av vårflua *Rhyacophila nubila* (tabell 7).

Døgnfluer av slekta *Ephemerella* hadde ingen dødelighet under forsøket. Heller ikke hos damsnegler, døgnfluer av slekten *Heptagenia* (store og små stadier) og arten *Ephemera danica* ble det observert noen dødelighet.



**Tabell 6.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk i Oгна under høstbehandlingen den 04.10. 2001. Stasjon 1 var i referanseområdet og stasjon 4 i rotenonbehandlet område.

| Stasjon 1 (referanse)                                  | Antall dyr i live kl: |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                        | 09:00                 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 |
| <i>Diura nanseni</i> , store                           | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>B. rhodani</i> , store                              | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| Tovinger, store ( <i>Dicronata</i> sp.)                | 5                     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| <i>Baetis niger</i> , store                            | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (2 store og 2 små) | 4                     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     |
| <i>Heptagenia sulphurea /dalecarica</i> , store        | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Ephemerella aurivillii</i> , store                  | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Ephemerella mucronata</i> , små                     | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| Damsnegl, store og små ( <i>Lymnaea peregra</i> )      | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <b>Stasjon 4 (rotenonbehandlet område)</b>             |                       |       |       |       |       |       |
| <i>Diura nanseni</i> , store                           | 10                    | 10    | 5     | 0     | 0     | 0     |
| <i>B. rhodani</i> , store                              | 10                    | 10    | 7     | 0     | 0     | 0     |
| Tovinger, store ( <i>Dicronata</i> sp.)                | 10                    | 9     | 8     | 0     | 0     | 0     |
| <i>Baetis niger</i> , store                            | 10                    | 10    | 10    | 9     | 7     | 0     |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> , store            | 10                    | 10    | 10    | 10    | 9     | 9     |
| <i>Heptagenia sulphurea /dalecarica</i> , store        | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Ephemerella aurivillii</i> , store                  | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Ephemerella mucronata</i> , små                     | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| Damsnegl, store og små ( <i>Lymnaea peregra</i> )      | 10                    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |

**Tabell 7.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk i Figga under høstbehandlingen den 05.10. 2001. Stasjon 1 var i referanseområdet og stasjon 3 i rotenonbehandlet område.

| Stasjon 1 (referanse)                      | Antall dyr i live kl: |       |       |       |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|                                            | 12:00                 | 14:00 | 16:00 | 18:00 |
| <i>Rhyacophila nubila</i> , små            | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Taeniopteryx nebulosa</i> , store       | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Ephemera danica</i> , store             | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Heptagenia sulphurea</i> , små          | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Rhyacophila nubila</i> , store          | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <b>Stasjon 3 (rotenonbehandlet område)</b> |                       |       |       |       |
| <i>Rhyacophila nubila</i> , små            | 10                    | 6     | 5     | 5     |
| <i>Taeniopteryx nebulosa</i> , store       | 10                    | 10    | 9     | 9     |
| <i>Ephemera danica</i> , store             | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Heptagenia sulphurea</i> , små          | 10                    | 10    | 10    | 10    |
| <i>Rhyacophila nubila</i> , store          | 10                    | 10    | 10    | 10    |



**Tabell 9.** Antall levende individer av bunndyr fra burforsøk i Figga fra hovedbehandlingen den 21.08. 2002. Stasjon 1 var i referanseområdet og stasjon 3 i rotenonbehandlet område.

| Stasjon 1 (referanse)                            | Antall dyr i live kl: |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                  | 9                     | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> , små        | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <i>Diura nanseni</i> , mellomstore               | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <i>Leuctra fusca</i> /sp., mellomstore           | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Fåbørstemark, 5 store/ 5 små                     | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <i>Ephemera danica</i> , 5 store/ 5 små          | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> , store      | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <i>Centroptilum luteolum</i> , store             | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Elvebiller, store ( <i>Elmis</i> sp. juv.)       | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Damsnegl, mellomstore ( <i>Lymnaea peregra</i> ) | 10                    | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

| Stasjon 3 (rotenonbehandlet område)              | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|--------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> , små        | 10 | 10 | 10 | 10 | 9  | 8  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Diura nanseni</i> , mellomstore               | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9  | 5  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Leuctra fusca</i> /sp., mellomstore           | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Fåbørstemark, 5 store/ 5 små                     | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 7  | 3  | 3  | 0  | 0  |
| <i>Ephemera danica</i> , 5 store/ 5 små          | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 7  | 7  | 4  | 2  | 2  |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> , store      | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9  | 8  | 5  | 5  | 4  |
| <i>Centroptilum luteolum</i> , store             | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  |
| Elvebiller, store ( <i>Elmis</i> sp. juv.)       | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Damsnegl, mellomstore ( <i>Lymnaea peregra</i> ) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

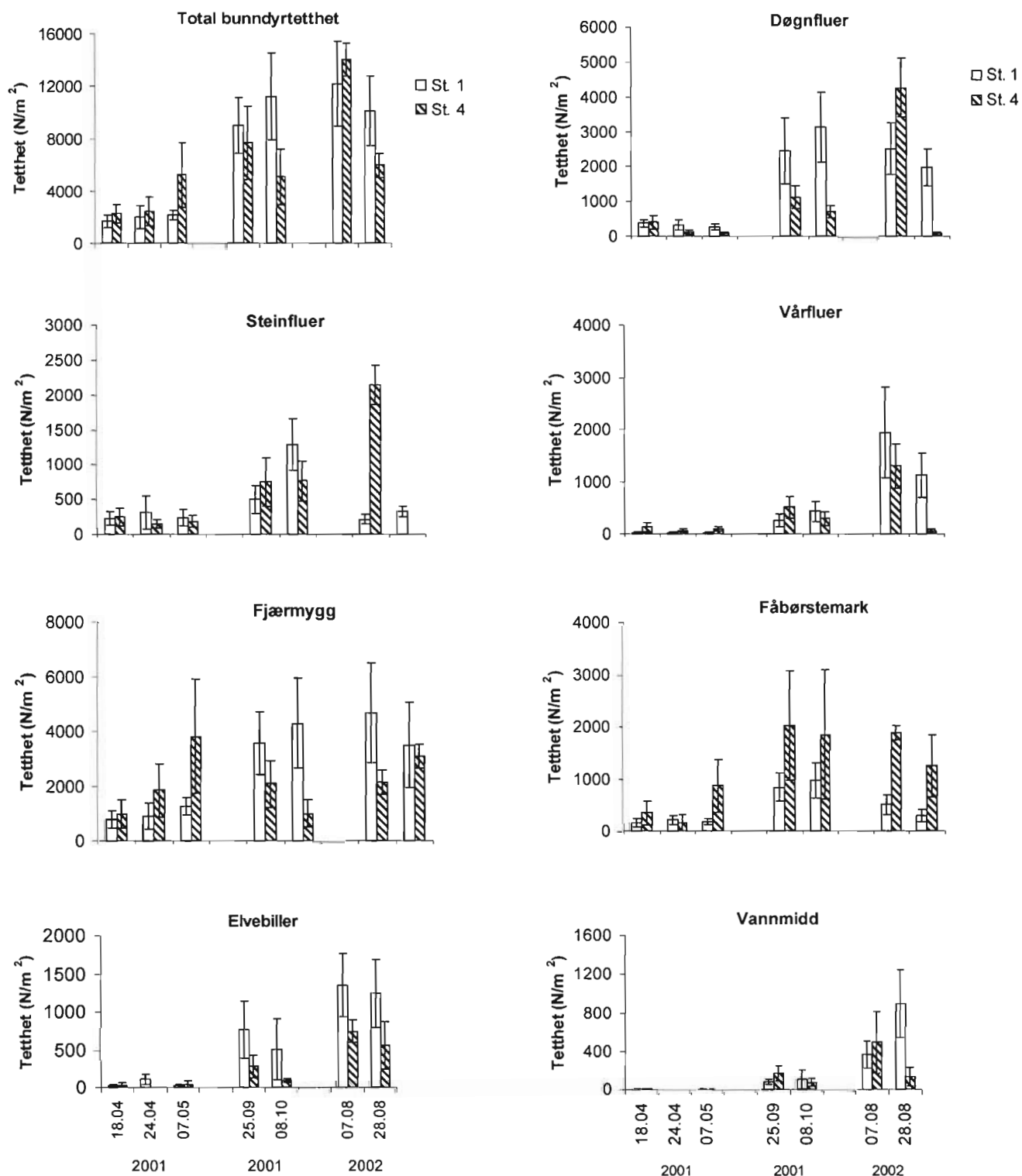
## 5.3 Kvantitative prøver

### 5.3.1 Hele bunndyrsamfunnet og grupper

Tettheten (antall individer per m<sup>2</sup>) av samtlige bunndyrtaxa sett under ett like før og like etter utslipp av rotenon varierte ved de ulike behandlingene (figur 6). I forbindelse med vårbehandlingen i 2001 var det små endringer i total tetthet rett før sammenlignet med rett etter behandlingen, både på referanseområdet og i rotenonbehandlet område. Både etter høst- og hovedbehandlingen var det en tydelig nedgang i total tetthet på stasjon 4 i rotenonbehandlet område. Nedgangen var størst etter hovedbehandlingen. På referansestasjonen var det imidlertid en økning etter høstbehandlingen og en nedgang etter hovedbehandlingen.

Det var store forskjeller i endringer i tetthet mellom de ulike bunndyrgruppene i dagene rett etter sammenlignet med rett før rotenonbehandlingene (figur 6). De gruppene som hadde størst nedgang i tetthet i behandlet område var døgnfluer, steinfluer, vårfluer og vannmidd. Reduksjonen var spesielt markert etter hovedbehandlingen og hos steinfluene ble det ikke funnet et eneste individ på stasjon 4 rett etter denne behandlingen, mot over 2000 individer/m<sup>2</sup> rett før. Andre grupper som fjærmygg, fåbørstemark og elvebiller hadde kun mindre endringer i tetthet både på referansestasjonen og stasjonen i behandlet område.

## Hele bunndyrsamfunnet og grupper

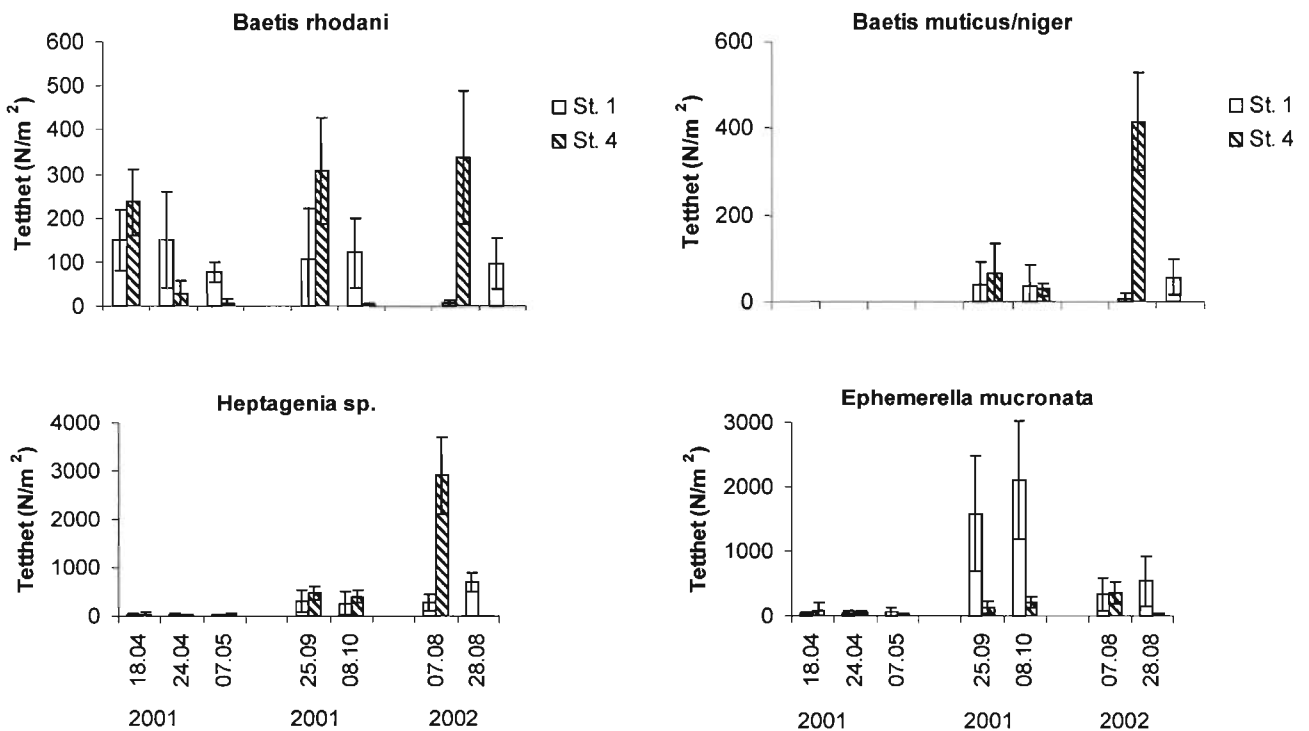


**Figur 6.** Tetthet (antall individer per m<sup>2</sup> ±SD) av hele bunndyrsamfunnet og et utvalg av grupper i Oгна på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) før og etter vår- og høstbehandlinga 2001, og hovedbehandlinga 2002.

### 5.3.2 Døgnfluer

Blant døgnfluene hadde *Baetis rhodani* en sterk nedgang i tetthet på stasjon 4 i rotenonbehandlet område rett etter samtlige tre behandlinger (figur 7). Hos de øvrige døgnflueartene var endringene i tetthet små etter både vår- og høstbehandlinga. En dag etter hovedbehandlinga var det kun en restfauna tilbake blant døgnfluene. Denne bestod av få individer av *Centroptilum luteolum*, *Heptagenia* sp., *Ephemerella mucronata*, *Caenis* sp. og Leptophlebiidae.

#### Døgnfluer

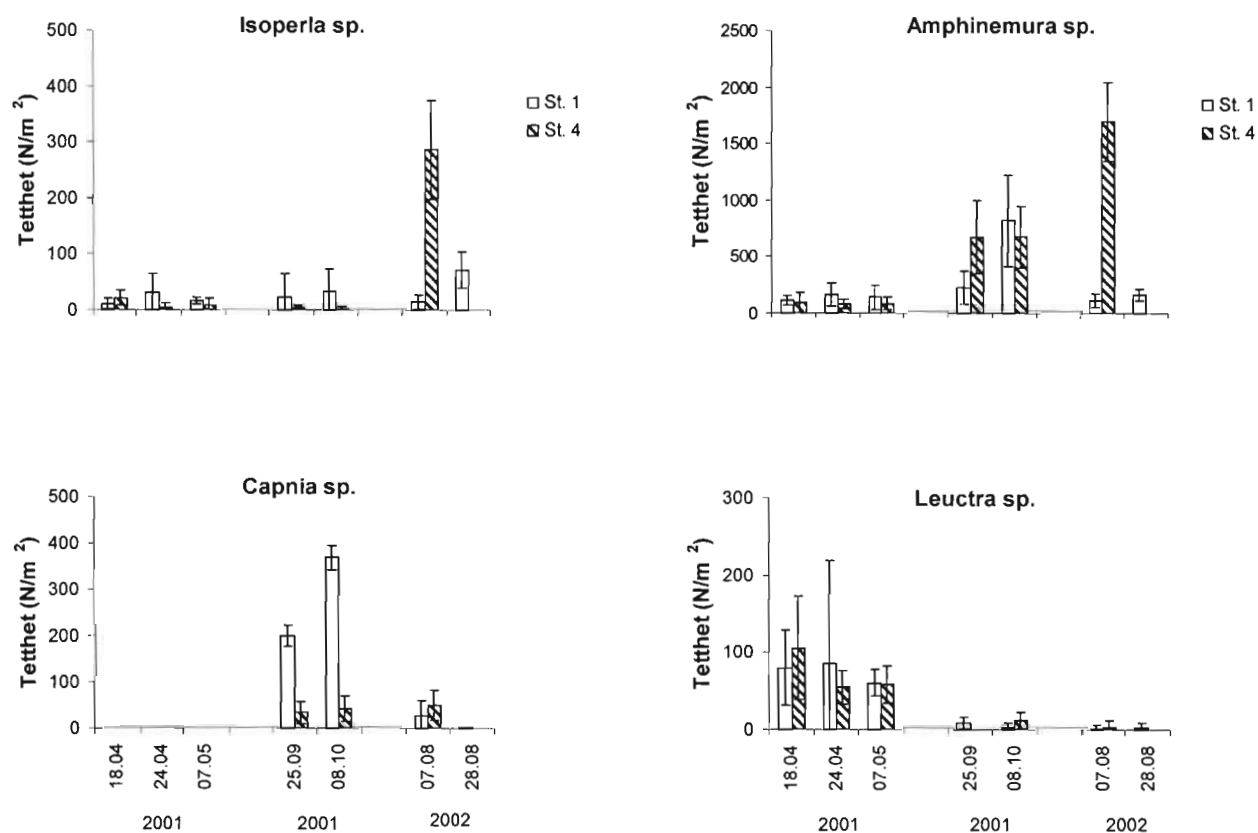


**Figur 7.** Tetthet (antall individer per m<sup>2</sup> ±SD) av et utvalg døgnfluer i Ognå på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) før og etter vår- og høstbehandlinga 2001, og hovedbehandlinga 2002.

### 5.3.3 Steinfluer

De ulike steinfluetaxa hadde kun mindre endringer i tetthet på stasjon 4 rett etter vår- og høstbehandlinga sammenlignet med rett før behandlingene (figur 8). Et unntak var *Leuctra* sp. som hadde en tydelig reduksjon i tetthet etter vårbehandlinga. Like før hovedbehandlinga hadde *Isoperla* sp. og *Amphinemura* sp. relativt høye tettheter på henholdsvis 290 og 1700 ind./ m<sup>2</sup>. Like etter hovedbehandlinga ble det imidlertid ikke registrert steinfluer på stasjon 4.

## Steinfluer

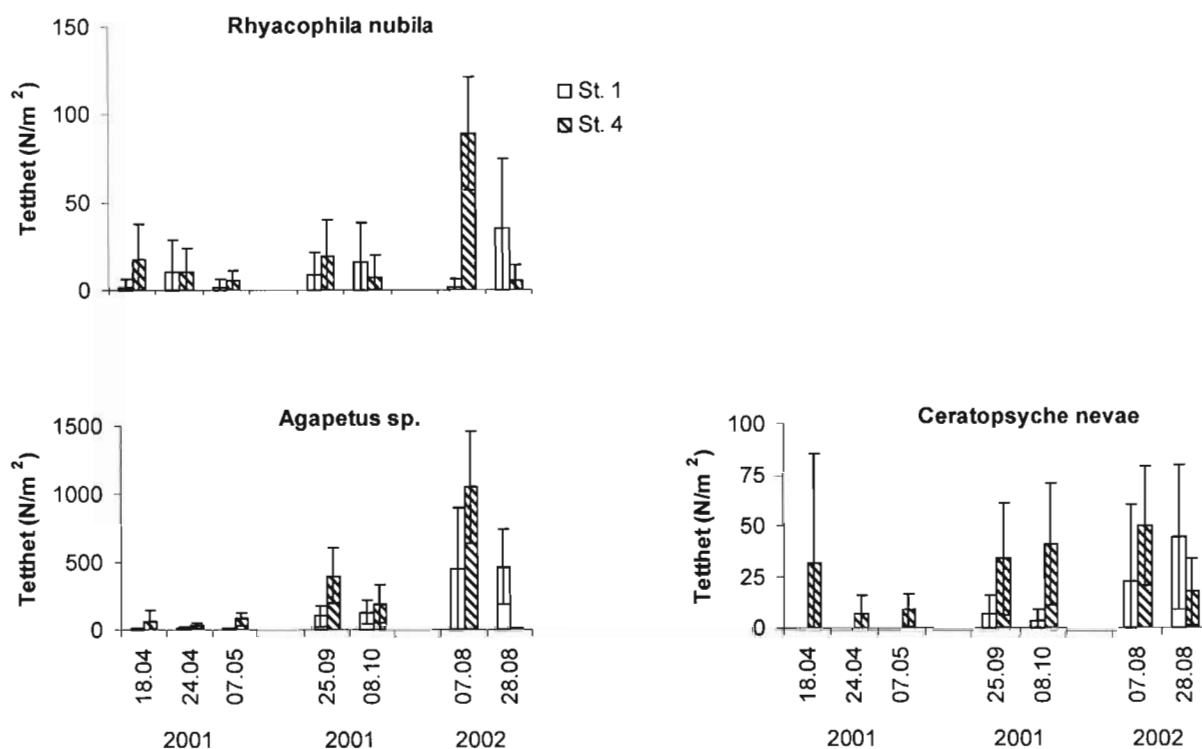


**Figur 8.** Tetthet (antall individer per  $m^2 \pm SD$ ) av et utvalg steinfluer i Oгна på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) før og etter vår- og høstbehandlinga 2001, og hovedbehandlinga 2002.

## 5.3.4 Vårfluer

Hos vårfluene ble det på stasjon 4 registrert en reduksjon i tetthet etter både vår-, høst- og hovedbehandlinga hos dominerende taxa som *Rhyacophila nubila* og *Agapetus sp.* (figur 9). *Ceratopsyche nevae* hadde imidlertid små endringer i tetthet rett etter høstbehandlinga. Etter hovedbehandlinga hadde samtlige vårfluer en reduksjon i tetthet. Enkelte hadde svært sterk reduksjon (som *R. nubila* og *Agapetus sp.*), mens andre som Leptoceridae, *Hydroptila sp.* og *Ceratopsyche nevae* hadde en mer moderat nedgang i tetthet.

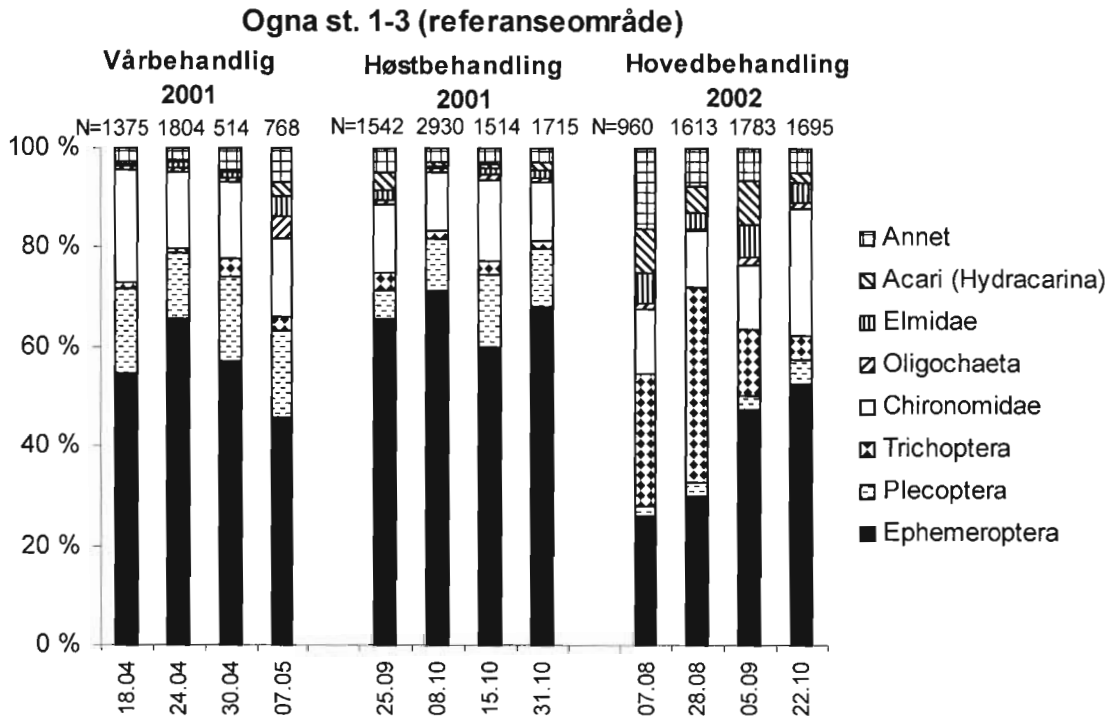
## Vårfluer



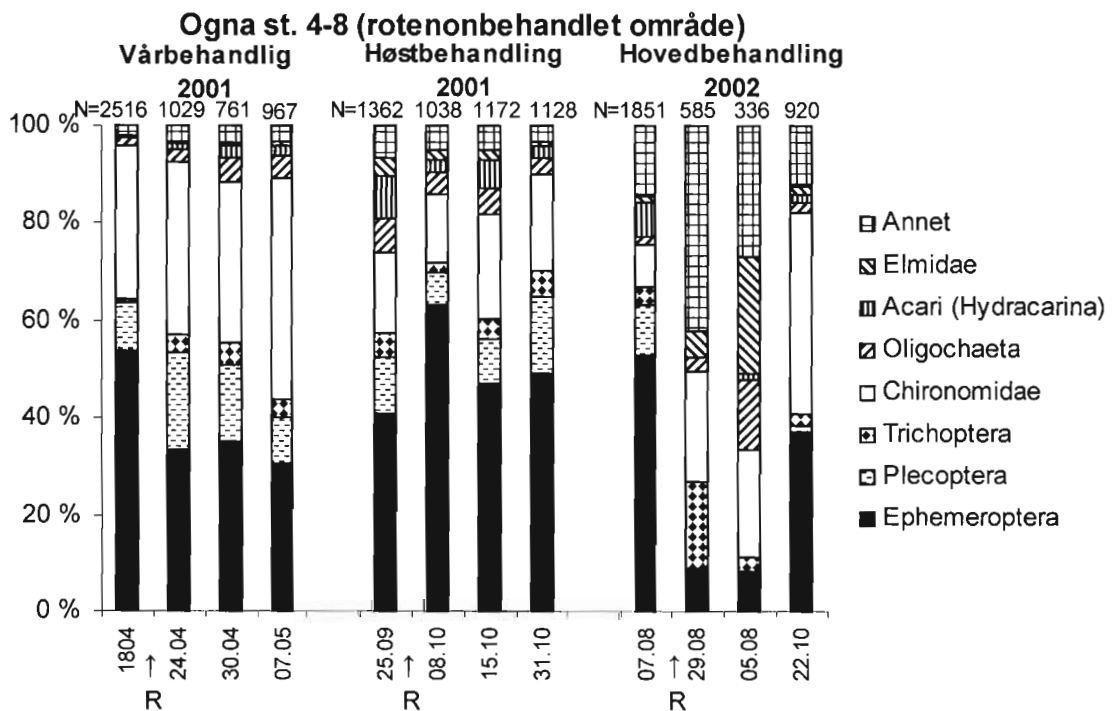
**Figur 9.** Tetthet (antall individer per m<sup>2</sup> ±SD) av et utvalg vårfluer i Oгна på stasjon 1 (referanse) og stasjon 4 (rotenonbehandlet område) før og etter vår- og høstbehandlinga 2001, og hovedbehandlinga 2002.

## 5.4 Kvalitative prøver

Faunasammensetningen på gruppenivå i referanseområdet viste små svingninger mellom prøvetakingstidspunktene omkring de tre rotenonbehandlingene (figur 10). Når det gjelder individantall var det imidlertid store forskjeller. I rotenonbehandlet område var faunasammensetningen relativt lik omkring vår- og høstbehandlinga (figur 11). På første innsamlingsdagen etter vårbehandlinga var imidlertid andelen døgnfluer redusert noe sammenlignet med rett før behandling. Ved høstbehandlinga ble det registret en økning av andelen døgnfluer rett før sammenlignet med rett etter behandling. Like etter hovedbehandlinga var det en kraftig nedgang i andelen av både døgn- og steinfluer og økning av fjærmygg, vårfluer, damsnegl og sviknott. Først to måneder etter hovedbehandlinga (22.10) så det ut til at faunasammensetningen begynte å nærme seg situasjonen på referanseområdet.

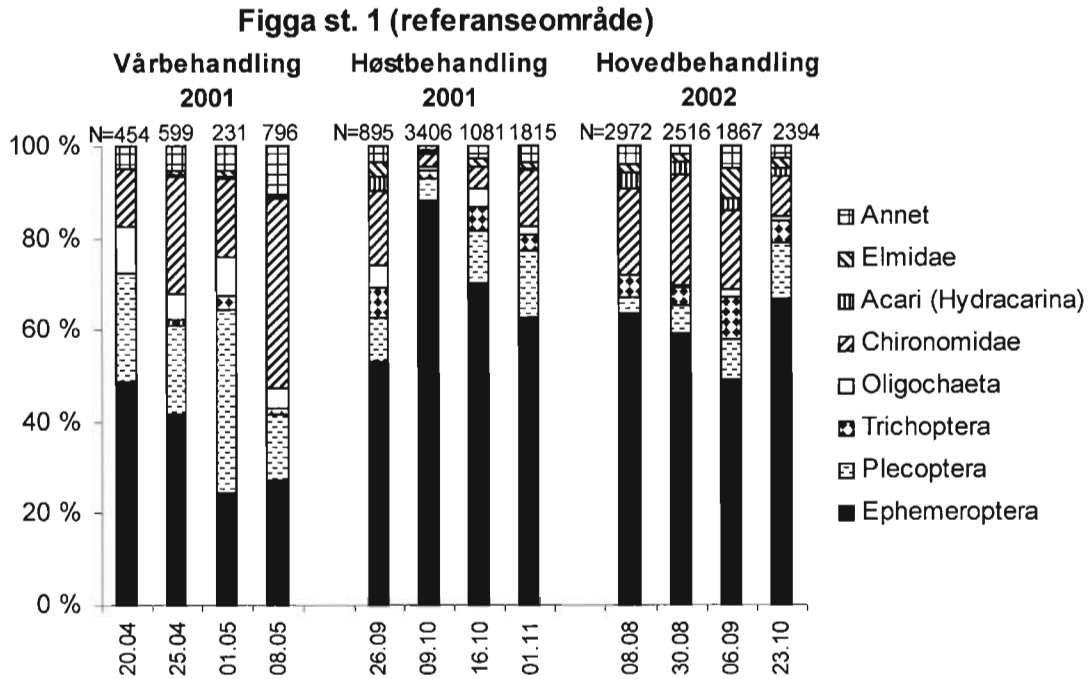


**Figur 10.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Ogna på referanseområdet før og etter vår- og høstbehandlinga i 2001 og hovedbehandlinga 2002.



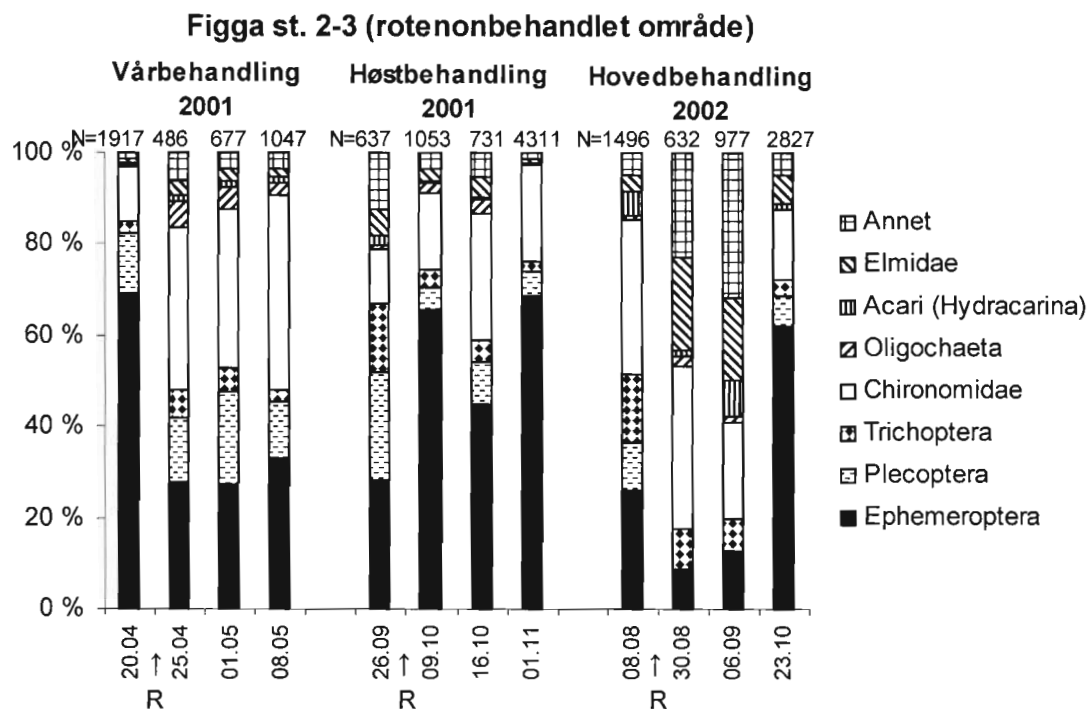
**Figur 11.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Ogna på rotenonbehandlet område før og etter vår- og høstbehandlinga i 2001 og hovedbehandlinga 2002.





**Figur 12.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Figga på stasjon 1 (referanseområdet) før og etter vår- og høstbehandlinga i 2001 og hovedbehandlinga 2002.

På referansestasjonen i Figga var det små forskjeller i faunasammensetningen på gruppenivå like før og like etter vår- og hovedbehandlinga, men det var en sterk økning i andelen døgnfluer like etter høstbehandlinga (figur 12). Faunasammensetningen i det rotenonbehandlede området hadde de klart største endringene like etter hovedbehandlinga (figur 13), med en kraftig reduksjon i andelen døgn- og seinfluer. De dominerende taxa en dag etter hovedbehandlinga var fjærmygg, elvebiller og damsnegler. Like etter høstbehandlinga ble andelen døgnfluer også redusert noe, mens den økte like etter høstbehandlinga. I Figga ble det funnet en nedgang i antall individer i rotenonbeholdet område på den første innsamlingsrunden etter behandlinga, sammenlignet med runden rett før behandling. Høstbehandlinga var imidlertid et unntak med en økning i denne perioden.



**Figur 13.** Prosentvis fordeling av bunndyrgrupper i Figga på rotenonbehandlet område før og etter vår- og høstbehandlinga i 2001 og hovedbehandlinga 2002.

## 5.5 Rødlisterarter og faunaen i brakkvannsområdet

Døgnflua *Baetis digitatus*, vårfluene *Ceratopsyche silfvenii* og *Beraeodes minutus* står på den norske rødlista (Direktoratet for naturforvaltning 1999) og ble registret med ett individ hver i rotenonbehandlet del av Oгна før hovedbehandlinga, men ikke gjenfunnet etter behandling. *B. digitatus* og *C. silfvenii* ble imidlertid funnet i høyere antall i den ovenforliggende ubehandlede delen av elva. Andre arter som må regnes som sjeldne, som steinflua *Xanthoperla apicalis* og vårflua *Brachycentrus subnubilus*, ble også registrert på referansestasjonene i Oгна.

Like etter høstbehandlinga ble det funnet både levende og døde individer av større krepsdyr i brakkvannssonen ved utløpet av Figga (tabell 10). De overlevende individene av *Mysidopsis didelphys* var store stadier, mens de døde individene var små stadier.

**Tabell 10.** Oversikt over antall levende og døde individer av større krepsdyr i utløpet av Figga (stasjon 4) den 05.10.01. Dyrene ble plukket ut fra roteprøve 1,5 time etter avsluttet rotenonbehandling (høstbehandlinga).

| Gruppe     | Art                         | Antall levende | Antall døde |
|------------|-----------------------------|----------------|-------------|
| Mysiidae   | <i>Mysidopsis didelphys</i> | 79             | 41          |
| Amphipoda  | <i>Gammarus dubeni</i>      | 4              | 8           |
| Eucyphidea | <i>Crangon crangon</i>      | -              | 3           |

## 6. DISKUSJON

### 6.1 Drivprøver

Under samtlige tre behandlinger skjedde det en hurtig og sterk økning av samlet driv i den berørte delen av elva, mens verdiene på referansestasjonen var jevne og lave. Et slikt katastrofedriv i forbindelse med rotenonutslipp er også registrert flere ganger tidligere (Dudgeon 1990, Arnekleiv *et al.* 2001, Gladsø & Raddum 2000). Under hovedbehandlingen var økningen i samlet driv imidlertid mye svakere enn ved vår- og høstbehandlingen. Dette kan skyldes de omfattende forbehandlingene av sidebekker som ble gjort i Ognå i dagene før behandling av elvas hovedløp. Giftvirkningen av rotenon øker med temperaturen (Andreasson 1963) og under hovedbehandlingen var vanntemperaturen svært høy (ca 20°C). Dette kan ha ført til at en stor del av bunndyrene var døde av rotenon allerede før selve hovedbehandlingen. En svak økning i drivmengde av rotenonfølsomme arter som for eksempel *Baetis rhodani*, samt relativt høye drivmengder på stasjon 4 tre dager før behandling av selve elvestrengen (20.08), understøtter denne antagelsen. Andelen døde dyr i drivet var høyt med 98,5% under høstbehandlingen og >99% under vår- og hovedbehandlingen. Ved forrige rotenonbehandling i Ognå i 1993 var anslagsvis 95-99% av bunndyrene i drivet døde (Arnekleiv 1997), mens i en undersøkelse fra Asia inneholdt mesteparten av drivet levende individer (Dudgeon 1990).

De ulike bunndyrtaxa responderte svært ulikt overfor rotenon. Arter innen døgnflueslekta *Baetis*, steinflueslektene *Isoperla*, *Capnia* og *Leuctra*, samt vårflua *Rhyacophila nubila* kom raskt inn i drivet etter utslipp av rotenon. Dette indikerer at disse bunndyrene var spesielt følsomme for rotenon. En del bunndyr som døgnflueslektene *Heptagenia* og *Ameletus*, steinflueslekta *Amphinemura*, samt vårflueslekta *Agapetus* kom noe senere inn i drivet og var derfor trolig mer tolerante overfor rotenon. (Vi har ikke greid å artsbestemme *Agapetus*, men det dreier seg høyst sannsynlig om arten *Agapetus ochripes*, som er eneste *Agapetus*-art registrert i Norge). Andre bunndyr som elvebiller og døgnflueslekta *Ephemerella* så ut til å være mindre påvirket av behandlingen.

Øvrige grupper som fjærmygg, vannmidd og knott hadde en klar økning i driv under behandlingen. Disse gruppene ble imidlertid ikke nærmere identifisert, men vi antar at det finnes forskjeller mht. rotenontoleranse mellom de ulike artene også innenfor disse gruppene.

Responsen fra de ulike artene og gruppene etter rotenonutslippet var stort sett i overensstemmelse med undersøkelsen fra forrige rotenonbehandling i Ognå (Arnekleiv 1997, Arnekleiv *et al.* 2001), men også fra undersøkelsene i Lærdalselva (Gladsø & Raddum 2000) og andre elver (Arnekleiv 1991), samt fra laboratorieundersøkelser (Engstrom-Heg *et al.* 1978). Et unntak var steinflueslekta *Capnia* som responderte noe raskere på rotenon enn først antatt. Det har imidlertid blitt påpekt at tidlige larvestadier er mer følsomme for rotenon enn senere stadier (Arnekleiv 1997, Arnekleiv *et al.* 2001, Gladsø & Raddum 2000), noe som kan være tilfelle med *Capnia*. Under høstbehandlingen i oktober da *Capnia* forekom i tidlige stadier, responderte det raskt og var ved siden av fjærmygg det mest tallrike taxa i drivet. Under vårbehandlingen i april og hovedbehandlingen i august forekom denne slekta i senere stadier og kun sporadisk i drivet. Tidlige stadier av andre bunndyr som *Ameletus*, *Isoperla*, *Amphinemura*, *Rhyacophila nubila* og *Agapetus* ble også registrert i store mengder i drivet under behandlingene.

## 6.2 Burforsøk

Habitat og adferd hos bunndyr kan variere mellom artene og mellom de ulike stadiene innen en art. Noen bunndyr vil oppholde seg oppå substratet og ofte svømme i de fri vannmassene, mens andre lever mer skjult nede i bunnen eller i vannvegetasjonen. Under en rotenonbehandling vil de ulike artene derfor eksponeres overfor rotenon i varierende grad. Det har blitt antydnet at dette kan være noe av årsaken til den artsspesifikke dødeligheten som observeres under rotenonbehandling (Arnekleiv 1997, Gladsø & Raddum 2000). Gjennom burforsøkene fikk vi eksponert ulike bunndyrtaxa og stadier for rotenon under like forhold.

Arter som *Ephemerella aurivillii* og *E. mucronata* som assosieres med mosebevakst elvebunn og *Ephemera danica* som lever delvis nedgravd i bunnssubstratet skulle man derfor anta var mindre eksponert for rotenon enn mer frittlevende bunndyr som for eksempel *Baetis*-artene. Under burforsøkene hadde imidlertid både *Ephemerella* og *Ephemera* mye lavere dødelighet enn *Baetis*, noe som indikerer at type habitat var av mindre betydning mht. dødelighet under behandling, i alle fall for disse artene.

Burforsøkene viste at store stadier av *Baetis rhodani*, store og ”mellomstore” *Diura nanseni*, ”mellomstore” *Leuctra fusca* sp, små *Polycentropus flavomaculatus* og store tovingelarver av slekta *Dicronata* hadde 100% dødelighet relativt tidlig i forsøkene og var derfor mest følsomme overfor rotenon. Andre taxa som store *Baetis niger*, små og store *Heptagenia* og små og store fåbørstemark hadde 100% dødelighet først mot slutten av forsøket. Dette indikerer at de var noe mindre følsomme overfor rotenon enn de førstnevnte artene. Innen enkelte taxa døde en del av individene etter hvert, mens andre overlevde forsøket. Dette gjaldt døgnfluene *Ephemera danica* (små individer), *Centroptilum luteolum* (store individer) og *Ephemerella aurivillii* (små individer) og steinflua *Taeniopteryx nebulosa* (store individer), samt vårfluene *Rhyacophila nubila* (små individer) og *Polycentropus flavomaculatus* (store individer). Dette kan tyde på at disse bunndyrene bare i en viss grad blir berørt etter eksponering for rotenon. Noen få bunndyr, som store *Ephemerella aurivillii*, store *E. mucronata*, store *Ephemera danica*, store *R. nubila*, larver og voksne av elvebiller (Elmidae) og damsnegl (*Lymnaea peregra*) i ulike stadier viste seg å ha 100% overlevelse ved de rotenonkonsentrasjonene som forekom i Ognå og Figga.

Det må imidlertid påpekes at giftvirkningen av rotenon, pga. høy vanntemperatur, var størst under hovedbehandlingen. Bunndyr som overlevde burforsøk under vår- eller høstbehandlingen hadde nødvendigvis ikke overlevd hovedbehandlingen. Dette kan illustreres med *Heptagenia* der syv av ti (store) individer overlevde burforsøket under vårbehandlingen, alle (både små og store) overlevde under høstbehandlingen, mens ingen av individene (store og små) overlevde burforsøkene under hovedbehandlingen. Hos store *Polycentropus flavomaculatus* var det en større andel som overlevde i burforsøk under høstbehandlingen enn under hovedbehandlingen. I tillegg ble dyrene under burforsøkene i Ognå eksponert for rotenon over en lengre periode enn i Figga, ved alle tre behandlinger.

Generelt viste burforsøkene at yngre stadier var mer sårbare overfor rotenon enn eldre stadier. Dette kom spesielt godt fram der ulike stadier av samme taxa ble testet i samme elv og under samme behandling, og dermed under like forhold. Dette gjaldt *H. dalecarlica/sulphurea*, *R. nubila*, *A. ladogensis* og *P. flavomaculatus*. Hos fåbørstemark var det imidlertid ingen forskjell i dødelighet mellom yngre og eldre stadier. Siden denne bunndyrgruppa ikke ble nærmere gjennomgått, kan dette være et utslag av artsforskjeller mht. rotenontoleranse. Hos små stadier av den rotenontolerante døgnfluearten *E. aurivillii* døde ett av ti individer under hovedbehandlingen, mens samtlige individer overlevde forsøket under høstbehandlingen. Store stadier ble imidlertid ikke testet under denne behandlingen, men forsøket indikerer at små stadier av denne arten kan bli berørt når konsentrasjonen av rotenon er høy.

### 6.3 Kvantitative og kvalitative prøver

Tettheten hos mange taxa var mye høyere i forkant av hovedbehandlninga sammenlignet med prøver tatt før og etter vår- og høstbehandlninga. Noe av dette kan skyldes at enkelte arter forekom i høye tettheter på dette tidspunktet, men hovedforklaringa var trolig den ekstremt lave vannføringen i elvene i tiden rundt hovedbehandlninga. Dette medførte sterkt redusert vanndekket areal, og dermed økt tetthet.

Den totale bunndyr tettheten så ut til å være like høy tre dager etter vårbehandlninga sammenlignet med situasjonen tre dager før behandling. Like i etterkant av høst- og hovedbehandlninga ble det registrert en nedgang i tetthet, der nedgangen ved hovedbehandlninga var størst. Dette til tross for at vi målte høyere rotenonkonsentrasjoner under vårbehandlninga enn under hovedbehandlninga. Størst tetthetsnedgang under hovedbehandlninga var likevel ikke overraskende fordi denne behandlninga var mer omfattende enn vår- og høstbehandlninga, slik at bunndyrene ble eksponert for rotenon over et mye lengre tidsrom. I tillegg var vanntemperaturen svært høy under hovedbehandlninga med ca. 20°C, noe som ga høyere giftvirkning av rotenon enn ved vår- og høstbehandlninga, der vanntemperaturen lå på henholdsvis ca. 4 °C og ca. 8 °C.

Etter vår- og høstbehandlninga var det først og fremst de mest rotenonfølsomme taxa som fikk redusert tetthet. Dette gjaldt i særlig grad døgnflua *Baetis rhodani*, noe også de kvalitative prøvene i Oгна viste. Like etter høstbehandlninga økte imidlertid andelen døgnfluer som gruppe i Oгна. *B. rhodani* ble riktignok også her nesten helt utradert, men ble mer enn oppveid av en økning i antall (og andel) av andre døgnfluer, spesielt *Ephemerella mucronata* og *Heptagenia* sp. Også i Figga økte andelen døgnfluer sterkt like etter høstbehandlninga, spesielt av *B. rhodani*. En sterk økning i andel (og antall) av denne svært rotenonsensitive arten like etter behandling tyder på at bunndyrfaunaen i liten grad ble berørt av høstbehandlninga i Figga. I Figga viste de kvalitative prøvene i tillegg at forekomsten av *Baetis muticus/niger* ble sterkt redusert etter vårbehandlninga. Steinflueslekta *Isoperla* sp. og vårfluene *Rhyacophila nubila* og *Agapetus* sp. ble registret med en mindre reduksjon i tetthet etter både vår- og høstbehandlninga. Bortsett fra *Agapetus* sp., som vi ikke har tidligere data på, har de nevnte bunndyrene også ved tidligere undersøkelser vist seg å være følsomme overfor rotenon (Arnekleiv 1991, 1997, Arnekleiv *et al.* 1997, Gladsø 2000).

De fleste registrerte taxa fikk redusert tetthet etter hovedbehandlninga. En dag etter behandling ble det ikke funnet steinfluer på den rotenonbehandlede strekningen i Oгна, verken i de kvantitative eller kvalitative prøvene. Dette til tross for at åtte steinfluetaxa var til stede like før behandlninga, i dels høye tettheter (*Amphinemura* sp. med 1700 ind./m<sup>2</sup> og *Isoperla* sp. med 290 ind./m<sup>2</sup>). *Amphinemura* har ved tidligere rotenonbehandlinger vist seg å være relativt tolerant overfor rotenon (Arnekleiv 1991, Gladsø & Raddum 2000), og hadde heller ingen endringer i tetthet etter vår- og høstbehandlninga i Oгна. Disse behandlingene var imidlertid ikke så omfattende som hovedbehandlninga i Oгна. Andre bunndyr med stor reduksjon i tetthet etter hovedbehandlninga var døgnfluene *B. rhodani*, *Heptagenia* sp., *H. sulphurea*, *E. mucronata* og vårflua *Agapetus* sp. Døgnfluer av slekta *Ephemerella* blir sett på som svært rotenontolerante (Engstrom-Heg *et al.* 1978, Arnekleiv *et al.* 2001). Det var derfor noe overraskende at *E. mucronata* fikk redusert tettheten fra 350 ind./m<sup>2</sup> like før til bare 20 ind./m<sup>2</sup> like etter hovedbehandlninga. Under hovedbehandlninga fantes denne arten imidlertid i tidlige stadier, og den langvarige hovedbehandlninga så ut til å ha virket negativt på *E. mucronata*. Burforsøkene indikerte at også tidlige stadier av *E. aurivillii* ble berørt under hovedbehandlninga.

Enkelte taxa som døgnfluene *Caenis* sp. og Leptophlebiidae, damsnegl (*Lymnaea peregra*), vårfluer fra familien Leptoceridae, samt elvebiller (Elmidae) hadde derimot små endringer i tetthet etter hovedbehandlingen. Dette gjaldt både kvalitative og kvantitative metoder i begge elvene. Både snegler og elvebiller er tidligere rapportert å være rotenontolerante (Arnekleiv *et al.* 1997, 2001, Gladsø 2000).

Vårflua *Ceratopsyche nevae* hadde små tetthetsendringer før sammenlignet med like i etterkant av alle tre behandlingene, og så ut til å bli lite påvirket av rotenon. Vårfluene *Hydropsyche pelucidula* og *H. siltalai* var til stede i rotenonbehandlet område i Figga dagen etter hovedbehandlingen. *Hydropsyche contubernalis* ble registrert periodevis på referanseområdet i Ogna, og kun en gang (like etter vårbehandling) i behandlet område. Alle de nevnte artene tilhører familien Hydropsychidae som hadde høy rotenontoleranse i laboratorieforsøk (Engstrom-Heg *et al.* 1978).

En del grupper ble ikke artsbestemte og vi kan derfor ikke si noe om rotenontoleransen hos de enkelte artene. Tettheten hos fåbørstemark og vannmidd ble redusert noe etter alle tre behandlingene. I likhet med flere andre behandlinger ble store mengder døde fåbørstemark registrert langs elvebreddene under behandlingene. Dette indikerer at en eller flere arter er sårbare for rotenon. Generelt har imidlertid både fåbørstemark og vannmidd vist seg å være relativt rotenontolerante (Arnekleiv *et al.* 1997, Mangum & Madrigal 1999, Gladsø & Raddum 2000). I Ogna fikk fjærmygg økt tetthet rett etter vår- og hovedbehandlingen, men en nedgang etter høstbehandlingen. Under høstbehandlingen kan det derfor ha vært rotenonfølsomme art(er) tilstede. Fjærmygg er imidlertid ansett å bli lite berørt av rotenonbehandlinger (Arnekleiv *et al.* 1997, Gladsø & Raddum 2000). Sviknott hadde små endringer i tetthet etter vår- og høstbehandlingen og en økning etter hovedbehandlingen. I Rauma så det også ut til at sviknott ble lite berørt av behandlingen (Arnekleiv *et al.* 1997). Knott og ubestemte tovinger hadde også små tetthetsendringer i forbindelse med vår- og høstbehandlingen, men ble ikke registrert i de kvantitative prøvene etter hovedbehandlingen. De ble imidlertid funnet i lave antall i de kvalitative prøvene. Det ser derfor ut til at den omfattende hovedbehandlingen har hatt negativ innvirkning også på disse gruppene.

I Ogna ble bunndyr som er tilknyttet stillestående/sakteflytende partier, som mudderflua *Sialis fuliginosa*, igla *Helobdella stagnalis*, voksne individer av buksvømmerne *Callicorixa wollastoni* og *Sigara semistriata*, vannkalven *Oreodytes sanmarkii*, og "palpebilla" *Hydraena gracilis*, periodevis registrert i lave antall. Samtlige arter ble imidlertid funnet like etter hovedbehandlingen, noe som indikerer at de ble lite påvirket av rotenon. Flere av de nevnte artene ånder atmosfærisk luft og er derfor lite utsatt under en rotenonbehandling, men også gjelleåndende bunndyr i stillestående vann har vist seg å være relativt rotenontolerante (Koksvik & Aagaard 1984, Arnekleiv *et al.* 1997, 2001).

I Figga ble damsnegl (*L. peregra*) registrert i mye høyere antall etter hovedbehandlingen enn like før behandling både på stasjon 2 og 3, mens den ble funnet i lave antall både før og etter behandlingen på referansestasjonen. *L. peregra* økte i antall også etter forrige rotenonbehandling av Figga (Arnekleiv 1997). Dette kan tyde på at denne rotenontolerante arten profitterer på en rotenonbehandling som forårsaker midlertidig fravær av store predatorer som fisk, samtidig som den trolig får mindre konkurranse om næringen. To måneder etter behandling ble det imidlertid registrert en nedgang i antall av denne arten.

Det ble tatt roteprøver i brakkvannssonen i Figga (stasjon 4) 1,5 time etter avsluttet høstbehandling, hvor større krepsdyr ble plukket ut. Det ble funnet både levende og døde dyr av *Mysidop-*

*sis didelphys* og *Gammarus dubeni*, samt noen få døde *Crangon crangon*. Blant *M. didelphys* var de levende individene store stadier, mens de døde individene var små stadier. Selv om materialet er spinkelt indikerer det at også arter tilknyttet elvemunninger kan bli negativt påvirket av rotenonbehandlinger. Større marine krepsdyr har også tidligere vist seg å bli negativt påvirket av rotenon i laboratorieforsøk (Næss *et al.* 1991).

Døgnflua *Baetis digitatus*, vårfluene *Ceratopsyche silfvenii* og *Beraeodes minutus* står på den norske rødlista (Direktoratet for naturforvaltning 1999) og ble registrert med ett individ hver i rotenonbehandlet del av Ogna før hovedbehandlingen, men ikke gjenfunnet etter behandling. Fravær av disse artene etter behandling kan skyldes tilfeldigheter under innsamling eller at de ble utryddet under hovedbehandlingen. *B. digitatus* og *C. silfvenii* ble imidlertid funnet i høyere antall i den ovenforliggende ubehandlede delen av elva. Dersom de ble utryddet fra den behandlede delen vil de sannsynligvis rekolonisere dette området gjennom driv. Andre arter som ikke står på rødlista, men som likevel må regnes som sjeldne, som steinflua *Xanthoperla apicalis* og vårflua *Brachycentrus subnubilus*, ble også registrert i Ogna. Steinflua ble ikke gjenfunnet i rotenonbehandlet del, men registrert i den ubehandlede delen. Vårflua ble kun funnet på referanseområdet.

De aller fleste taxa som ble registrert i rotenonbehandlet område i forkant av vår- og høstbehandlingen ble også gjenfunnet etter behandlingen. Kun enkelte bunndyr som *Pisidium* sp. og *Ephemera vulgata* i Ogna og *Capnia atra* i Figga ble ikke gjenfunnet etter vår- og høstbehandlingen. Det ble kun gjort enkeltfunn i svært lave mengder og fravær av disse artene kan ikke uten videre kobles mot rotenonbehandlingene.

To måneder etter hovedbehandlingen hadde faunaen begynt å ta seg opp igjen i rotenonbehandlet område i begge elvene med bl. a. økt andel døgnfluer. Likevel manglet det imidlertid ennå en god del taxa som ble funnet før behandlingen. Hovedbehandlingen var imidlertid spesielt kraftig og i motsetning til vår- og høstbehandlingen ble en stor del av bunndyrfaunaen slått ut. Den vil derfor bruke lengre tid på å reetablere seg enn etter de to første behandlingene. Ved behandling av hele vassdrag vil reetableringstiden generelt være lengre enn ved behandling av deler av vassdraget (Arnekleiv 1991). Etter rotenonbehandlingen av Strawberry River i USA, der hele vassdraget ble behandlet, manglet det fortsatt 19 bunndyrtaxa fem år etter behandlingen (Mangum & Madrigal 1999). I Ogna og Figga ble kun den nederste delen, som utgjør en liten del av vassdragene, behandlet. Vi antar derfor at reetableringen vil skje raskt både gjennom driv fra de store ubehandlede ovenforliggende områdene, og gjennom overlevende egg og individer som lå nedgravd i elvegrusen under behandlingen. En videre oppfølging med innsamling av bunndyr vil dokumentere utviklingen under reetableringen.

Den nye rotenonblandingen CFT-Legumin, som i Steinkjervassdraget og Figga ble brukt for første gang under rotenonbehandling, er tidligere testet i lab. på fisk og *G. salaris* (Mo 2000). Undersøkelser i Steinkjervassdraget under og etter behandlingene viste at konsentrasjonen av bl.a. rotenon ble raskt redusert både i vann og sedimenter, og i liten grad akkumulert i blåskjell (Bruås & Weideborg 2001, 2002). Vi har ingen indikasjoner som tyder på at CFT-Legumin har en annen innvirkning på bunndyr enn tidligere benyttede blandinger.

I tabell 11 er ulike taxa plassert i kategorier ut fra rotenontoleranse, vurdert særlig på grunnlag av drivprøver og/eller burforsøk. Innenfor slekter og familier kan det naturligvis finnes artsvariasjoner. Denne vurderingen må betraktes som grov, bl. a. fordi forskjellige taxa ble testet under ulike behandlinger med ulike rotenonkonsentrasjoner og temperaturforhold. Det kan også være forskjeller i rotenontoleranse mellom ulike taxa innen samme kategori. Eksempelvis var

små individer av *Heptagenia* litt mer sårbare enn store *Heptagenia*. De artene som er karakterisert som svært følsomme var de som hadde flest døde individer under burforsøkene under vår- og høstbehandlninga. De kom tidlig inn i drivprøvene med høye drivmengder som avtok raskt. De som er angitt som middels følsomme overlevde noen av individene burforsøkene under vår- og høstbehandlninga, men ikke nødvendigvis hovedbehandlninga. De kom senere inn i drivet med høye verdier og drivmengdene avtok senere enn de som var svært følsomme. Kategorien lite følsomme var de som ikke ble berørt i burforsøkene under vår- eller høstbehandlninga, og der en stor del av individene overlevde hovedbehandlninga. Noen taxa innen denne kategorien ble ikke testet i burforsøk, mens andre er vurdert på grunnlag av andre undersøkelser. Etter nærmere testing i burforsøk eller lab. vil trolig noen av disse overføres til kategorien "uberørte". Kategorien "uberørte" omfatter arter som ikke så ut til å bli negativt påvirket under noen av behandlingene, verken i burforsøk eller i drivprøver. Det betyr ikke at de tåler meget høye rotenonkonsentrasjoner, men at de synes å overleve rotenonbehandlinger med de konsentrasjoner og varigheter som normalt benyttes for å utrydde *G. Salaris* i norske vassdrag. I tillegg ble elvemusling (*Margaritifera margaritifera*), som tidligere er testet i lab. (Dolmen *et al.* 1995), ført til kategorien "uberørte".

**Tabell 11.** Gruppering av bunndyr med hensyn til rotenontoleranse, vurdert særlig på grunnlag av resultater fra drivprøver og/eller burforsøk.

| <b>Svært følsomme</b>                        | <b>Middels følsomme</b>                        | <b>Lite følsomme</b>                                  | <b>"Uberørte"</b>                        |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Baetis rhodani</i> , store                | <i>Ephemera danica</i> , store                 | <i>Centroptilum luteolum</i> ,<br>store               | <i>Lymnaea peregra</i> , små og<br>store |
| <i>B. niger</i> , store                      | <i>Heptagenia</i> sp., små                     | <i>Cloeon dipterum</i>                                | <i>Margaritifera</i>                     |
| <i>Diura nanseni</i> , store                 | <i>H. dalecarlica</i> , store                  | <i>Ephemerella aurivillii</i> , små<br>og store       | <i>margaritifera</i> , store             |
| <i>Isoperla</i> sp., små                     | <i>H. sulphurea</i> , store                    | <i>Ephemerella mucronata</i> ,<br>store               | <i>Elmis aenea</i> , ad.                 |
| <i>Brachyptera risi</i> , små                | <i>Taeniopteryx nebulosa</i> , store           | <i>Caenis</i> sp., små                                | <i>Elmis</i> sp., larvae                 |
| <i>Capnia</i> sp., små                       | <i>Amphinemura</i> sp., små                    | <i>Arctopsyche ladogensis</i> ,<br>store              | <i>Limnius volckmari</i> , ad.           |
| <i>Leuctra</i> sp., små                      | <i>Rhyacophila nubila</i> , store              |                                                       |                                          |
| <i>Rhyacophila nubila</i> , små              | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> ,<br>store |                                                       |                                          |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> ,<br>små | <i>Agapetus</i> sp., små                       |                                                       |                                          |
| <i>Dicronata</i> sp., store                  | <i>Arctopsyche ladogensis</i> , små            | Leptoceridae, små<br><i>Oreodytes sanmarkii</i> , ad. |                                          |

## 7. KONKLUSJONER

Både vår- høst- og hovedbehandlninga forårsaket et katastrofedriv av bunndyr, der de mest rotenonsensitive artene forekom i størst antall.

Burforsøkene indikerte at selv om arter under naturlige forhold har ulike habitat og ulik adferd, og derigjennom får noe ulike eksponering av rotenon, er dette av liten betydning for dødeligheten for de taxa som ble undersøkt her. Burforsøkene støtter antagelsen om at tidlige bunndyrstadier generelt er mer sårbare for rotenon enn senere stadier.

Vår- og høstbehandlninga førte til en midlertidig reduksjon av de mest rotenonsensitive bunndyrene, noe som særlig gjaldt døgnflua *Baetis rhodani*. Umiddelbart etter hovedbehandlninga var imidlertid store deler av bunndyrfaunaen utradert. Steinfluer ble ikke registrert i det



rotenonbehandlede området av Oгна dagen etter hovedbehandligna. Av døgnfluer og vårfluer var det kun få arter i lave antall tilbake både i Oгна og Figgja. Restfaunaen like etter hovedbehandligna ble dominert av fjærmygg og rotenontolerante bunndyr som damsnegl (*Lymnaea peregra*) og elvebiller (Elmidae).

Årsaken til den store forskjellen i effekt på bunndyrene mellom behandlingene var sannsynligvis at bunndyrene under hovedbehandligna ble utsatt for en mye lengre påvirkning av rotenon enn under de to første behandlingene. I tillegg var vanntemperaturen mye høyere (ca 20° C), noe som ga en høyere giftvirkning av rotenon enn under vår- og høstbehandligna, der vanntemperaturen var henholdsvis ca 4 °C og ca 8 °C .

Prøver tatt i brakkvannssonen viste at også større krepsdyr tilknyttet elvemunninger kan bli negativt berørt av rotenonbehandling.

Rekolonisering av bunndyr etter vår- og høstbehandligna gikk raskt. Kun få taxa registrert i lave antall før behandligna ble ikke gjenfunnet etter de to første behandlingene. Det er vanskelig å si om dette skyldes rotenonbehandling eller tilfeldigheter. Etter den siste prøvetakingsrunden, to måneder etter hovedbehandligna, manglet det imidlertid mange taxa som ble registrert før behandligna. Etter hovedbehandligna vil bunnfaunaen bruke lengre tid på å reetablere seg enn etter de to første behandlingene. Det er derfor ennå tidlig å si noe sikkert om effekten av tre påfølgende rotenonbehandling på bunnfaunaen. På bakgrunn av at en såvidt liten del av vassdragene ble behandlet, antar vil likevel at bunndyrfaunaen vil reetableres relativt raskt. Videre oppfølging med prøvetaking vil kunne gi svar på dette.

Tre rødelistearter, døgnflua *Baetis digitatus* og vårfluene *Ceratopsyche silfvenii* og *Beraeodes minutus*, ble registrert med ett individ hver i rotenonbehandlet del av Oгна før hovedbehandligna men ikke gjenfunnet etter behandling. De to førstnevnte artene ble imidlertid funnet i høyere antall i den ovenforliggende ubehandlede delen av elva. Dersom disse ble utryddet fra den behandlede delen av elva vil de sannsynligvis rekolonisere dette området gjennom driv.

Vi har ingen indikasjoner på at den nye rotenonblandinga (CFT-Legumin) som ble brukt under rotenonbehandligna hadde en annen effekt på bunndyr enn blandinger brukt ved tidligere behandling.

## 8. REFERANSELISTE

- Andreasson, S. 1963. Rotenonets inverkan på evertebrater i relation til vissa miljöfaktorer. Svensk Fiskeritidskrift. 72: 90-95.
- 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 Oгна og Figgja, Steinkjer kommune. Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 1997, 3: 1-28.
- Arnekleiv, J.V. & Bongard, T. 1990. Reetablering av bunndyr etter rotenonbehandling, s. 221-234. I: Vassdragsregulantenes Forening: Fiskesymposiet februar 1990. Presenterte foredrag.

- Arnekleiv, J.V., Dolmen, D., Aagaard, K., Bongard, T. & Hansen O. 1997. Rotenonbehandlings effekt på bunndyr i Rauma- og Hensvassdraget, Møre og Romsdal. Del 1. Kvalitative undersøkelser. Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 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.
- Binns, N.A. 1967. Effects of rotenone treatment on the fauna of the Green River, Wyoming. Fish. Res. Bull. 1: 1-114.
- Bruås, L. & Weideborg, M. 2001. Overvåking av rotenon og piperonylbutoksid under rotenonbehandling av Steinkjervassdraget, høsten 2001. Aquateam Rapport 01-061: 1-21.
- Bruås, L. & Weideborg, M. 2002. Overvåking av rotenon og piperonylbutoksid under rotenonbehandling av Steinkjervassdraget, høsten 2002. Aquateam Rapport 02-044: 1-26.
- Direktoratet for naturforvaltning. 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. DN-rapport 1999-3: 1-144.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2002. Tiltaksplan for arbeidet med bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i norske laksevassdrag. 18 s.
- Dolmen, D., Arnekleiv, J.V. & Haukebø, T. 1995. Rotenone Tolerance in the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*. Nordic J. Freshw. Res. 70: 21-30.
- Dudgeon, D. 1990. Benthic community structure and the effect of rotenone piscicide on invertebrate drift and standing stocks in two Papua New Guinea streams. Archive für Hydrobiologie 119: 35-53.
- Engstrom-Heg, R., Colesante, R.T., & Silco, E. 1978. Rotenone tolerances of stream-bottom insects. New York Fish Game Journal 25: 31-41.
- Gladsø, J.A. 2000. Effekter av rotenonbehandling på bunnfaunaen i Lærdalsvassdraget: En kvantitativ undersøkelse. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen. 53 s.
- Gladsø, J.A. & Raddum, G.G. 2000. Rotenonbehandling og effekter på bunnfaunaen i Lærdalselva. Kvalitative undersøkelser. Laboratoriet for ferskvannsökologi og innlandsfiske, Zoologisk museum, Universitetet i Bergen. Rapport nr. 113: 1-53.
- Hart, R. A., Brastrup, T., Kelner, D.E. & Davies, M. 2001. The freshwater mussel fauna (Bivalvia: Unionidae) of the Knife River, Minnesota, following a rotenone treatment. J. Freshw. Ecol. 16 (4): 487-492.
- 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.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617: 1-129.
- Koksvik, J.I. & Aagaard, K. 1984. Effects of rotenone on the benthic fauna of a small eutrophic lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 658-665.
- 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.
- Mo, T.A. 2000. Effekt av CFT-Legumin på laks, ørret, ørekyt og *Gyrodactylus salaris*. Rapport fra veterinærinstituttet. 1-16.
- Morrison, B.R.S. 1977. The Effects of Rotenone on the Invertebrate Fauna of Three Hill Streams in Scotland. Fish. Mgmt. 8: 128-139.
- Næss, T., Naas, K. E. & Samuelsen, O.B. 1991. Toxicity of Rotenone to some Potential Predators on Marine Fish Larvae – An Experimental study. Aquacult. Eng. 10: 149-159.

## 9. VEDLEGG

Vedleggstabell 1. Registrerte bunndyr i Ognå i 2001-02.

| Taxa                                               | Stasjon |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                                    | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <b>Nesledyr (Cnidaria)</b>                         |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Hydra sp.                                          | x       |   |   | x |   |   |   |   |   |
| <b>Flimmerormer (Turbellaria)</b>                  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                    |         |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <b>Rundormer (Nematoda)</b>                        |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                    | x       |   |   | x |   |   |   | x | x |
| <b>Muslinger (Bivalvia)</b>                        |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Margaritifera margaritifera</i> (L.)            | x       |   |   | x |   |   |   | x |   |
| <i>Pisidium</i> sp.                                | x       |   |   | x |   |   |   |   |   |
| <b>Snegler (Gastropoda)</b>                        |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Lymnaea peregra</i> (MÜLLER)                    | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| Planorbidae                                        |         |   |   | x |   |   |   |   |   |
| <i>Gyraulus acronicus</i> (FÉRUSSAC)               | x       |   |   |   |   |   | x |   |   |
| <b>Igler (Hirudinea)</b>                           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Helobdella stagnalis</i> (L.)                   |         |   |   |   |   |   | x | x | x |
| <b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>                  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                    | x       | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <b>Muslingkreps (Ostracoda)</b>                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                    | x       | x |   | x |   |   | x | x | x |
| <b>Amfipoder (Amphipoda)</b>                       |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Gammarus dubeni</i> LILJEBORG                   |         |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <i>Corophium volutator</i> (PALLAS)                |         |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <b>Eucyphidea</b>                                  |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Crangon crangon</i> (L.)                        |         |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <b>Isopoder (Isopoda)</b>                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Jaera albifrons</i> LEACH                       |         |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <b>Mysider (Mysidae)</b>                           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Mysis litoralis</i> (BANNER)                    |         |   |   |   |   |   |   |   | x |
| <b>Midd (Acari)</b>                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                    | x       | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>                   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Siphonurus</i> sp.                              | x       | x | x | x | x | x |   | x | x |
| <i>Ameletus inopinatus</i> EATON                   | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Parameletus</i> sp.                             | x       | x | x | x |   |   | x | x |   |
| <i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)              | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Baetis digitatus</i> BENGTTSSON                 | x       | x | x |   | x |   |   |   |   |
| <i>Baetis fuscatus</i> (L.) / <i>scambus</i> EATON | x       |   |   | x | x |   |   | x |   |
| <i>Baetis muticus</i> (L.)                         |         |   |   | x |   |   |   |   |   |
| <i>Baetis muticus</i> (L.) / <i>niger</i> (L.)     | x       | x | x | x | x |   | x | x |   |
| <i>Baetis niger</i> (L.)                           | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Baetis rhodani</i> (PICTET)                     | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Procloeon bifidum</i> (BENGTTSSON)              |         |   |   | x |   | x |   |   |   |
| <i>Heptagenia dalecarlica</i> BENGTTSSON           | x       | x | x | x | x |   | x | x |   |
| <i>Heptagenia fuscogrisea</i> (RETZIUS)            |         | x | x | x |   | x |   |   |   |
| <i>Heptagenia sulphurea</i> (MÜLLER)               | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Ephemerella aurivillii</i> (BENGTTSSON)         | x       | x | x | x | x |   | x | x |   |
| <i>Ephemerella ignita</i> (PODA)                   |         |   |   |   |   |   |   | x |   |
| <i>Ephemerella mucronata</i> (BENGTTSSON)          | x       | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Caenis</i> sp.                                  | x       | x |   | x | x | x | x | x |   |
| <i>Caenis horaria</i> (L.)                         |         |   | x |   |   |   |   |   |   |
| Leptophlebiidae                                    | x       | x | x | x |   | x | x | x |   |
| <i>Leptophlebia</i> sp.                            |         |   | x |   |   | x | x | x |   |
| <i>Leptophlebia marginata</i> (L.)                 | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Ephemera danica</i> MÜLLER                      | x       | x | x | x | x | x | x | x |   |
| <i>Ephemera vulgata</i> L.                         |         | x | x | x |   | x |   |   |   |





Vedleggstabell 2. Registrerte bunndyr i Figga i 2001-02.

| Taxa                                                | Stasjon |   |   |   |
|-----------------------------------------------------|---------|---|---|---|
|                                                     | 1       | 2 | 3 | 4 |
| <b>Flimmerormer (Turbellaria)</b>                   |         |   |   | x |
| <b>Rundormer (Nematoda)</b>                         | x       | x |   |   |
| <b>Muslinger (Bivalvia)</b>                         |         |   |   |   |
| Sphaeriidae                                         | x       | x |   |   |
| <b>Snegler (Gastropoda)</b>                         |         |   |   |   |
| <i>Lymnaea peregra</i> (MÜLLER)                     | x       | x | x | x |
| <i>Gyraulus acronicus</i> (FÉRUSSAC)                |         | x | x |   |
| <b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>                   | x       | x | x | x |
| <b>Muslingkreps (Ostracoda)</b>                     |         |   | x |   |
| <b>Amfipoder (Amphipoda)</b>                        |         |   |   |   |
| <i>Gammarus dubeni</i> LILJEBORG                    |         |   |   | x |
| <b>Eucyphidea</b>                                   |         |   |   |   |
| <i>Crangon crangon</i> (L.)                         |         |   |   | x |
| <b>Mysider (Mysidae)</b>                            |         |   |   |   |
| <i>Mysidopsis didlephys</i> (NORMAN)                |         |   |   | x |
| <b>Midd (Acari)</b>                                 | x       | x | x | x |
| <b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>                    |         |   |   |   |
| <i>Siphonurus</i> sp.                               |         |   | x |   |
| <i>Ameletus</i> sp.                                 |         |   | x |   |
| <i>Ameletus inopinatus</i> EATON                    |         | x | x |   |
| <i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)               | x       | x | x |   |
| <i>Baetis</i> sp.                                   | x       |   |   |   |
| <i>Baetis digitatus</i> BENGTTSSON                  | x       | x | x |   |
| <i>Baetis fuscatus</i> (L.) / <i>scambus</i> EATON  | x       | x | x | x |
| <i>Baetis muticus</i> (L.)                          | x       | x | x |   |
| <i>Baetis muticus</i> (L.) / <i>niger</i> (L.)      | x       | x | x | x |
| <i>Baetis niger</i> (L.)                            | x       | x | x |   |
| <i>Baetis rhodani</i> (PICTET)                      | x       | x | x | x |
| <i>Heptagenia</i> sp.                               | x       | x | x | x |
| <i>Heptagenia dalecarlica</i> BENGTTSSON            | x       | x | x |   |
| <i>Heptagenia sulphurea</i> (MÜLLER)                | x       | x | x | x |
| <i>Ephemerella</i> sp.                              | x       | x | x |   |
| <i>Ephemerella aurivillii</i> (BENGTTSSON)          | x       | x | x |   |
| <i>Ephemerella mucronata</i> (BENGTTSSON)           | x       | x | x | x |
| <i>Caenis</i> sp.                                   | x       | x |   |   |
| Leptophlebiidae                                     | x       | x | x |   |
| <i>Ephemera</i> sp.                                 | x       | x | x |   |
| <i>Ephemera danica</i> MÜLLER                       | x       | x | x |   |
| <b>Steinfluer (Plecoptera)</b>                      |         |   |   |   |
| <i>Diura bicaudata</i> (L.)                         |         |   | x |   |
| <i>Diura nanseni</i> (KEMPNY)                       | x       | x | x | x |
| <i>Isoperla</i> sp.                                 | x       | x | x |   |
| <i>Isoperla difformis</i> (KLAPÁLEK)                | x       | x | x | x |
| <i>Isoperla grammatica</i> (PODA)                   | x       | x | x |   |
| Chloroperlidae                                      | x       |   |   |   |
| <i>Siphonoperla burmeisteri</i> (PICTET)            |         | x | x |   |
| <i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)                   | x       | x | x |   |
| <i>Brachyptera risi</i> (MORTON)                    | x       | x | x |   |
| <i>Amphinemura</i> sp.                              | x       | x | x | x |
| <i>Amphinemura borealis</i> (MORTON)                |         | x | x |   |
| <i>Amphinemura standfussi</i> (RIS)                 | x       | x |   |   |
| <i>Nemoura</i> sp.                                  | x       |   | x | x |
| <i>Nemoura cinerea</i> (RETZIUS)                    |         |   | x |   |
| <i>Nemurella pictetii</i> KLAPÁLEK                  |         |   | x |   |
| <i>Protonemura meyeri</i> (PICTET)                  | x       | x | x |   |
| <i>Capnia</i> sp.                                   | x       | x | x | x |
| <i>Capnia atra</i> MORTON / <i>bifrons</i> (NEWMAN) | x       | x |   |   |
| <i>Capnia bifrons</i> (NEWMAN)                      |         | x |   |   |
| <i>Capnopsis schilleri</i> (ROSTOCK)                | x       | x | x | x |
| <i>Leuctra fusca</i> (L.)                           | x       | x | x |   |
| <i>Leuctra hippopus</i> KEMPNY                      | x       | x | x |   |

Vedleggstabell 2 (forts.)

| Taxa                                                     | Stasjon |   |   |   |
|----------------------------------------------------------|---------|---|---|---|
|                                                          | 1       | 2 | 3 | 4 |
| <b>Buksvømmere (Corixidae)</b>                           |         |   |   |   |
| <i>Callicorixa praeusta</i> (FIEBER)                     | x       |   | x |   |
| <b>Biller (Coleoptera)</b>                               |         |   |   |   |
| Dytiscidae                                               |         | x | x |   |
| <i>Oreodytes sanmarkii</i> (C.R. SAHLBERG)               | x       | x | x |   |
| <i>Hydraena gracilis</i> GERMAR                          | x       | x | x |   |
| Elmidae                                                  | x       | x | x | x |
| <i>Elmis aenea</i> (MÜLLER)                              | x       | x | x | x |
| <i>Limnius volckmari</i> (PANZER)                        | x       | x | x |   |
| <b>Vårfluer (Trichoptera)</b>                            |         |   |   |   |
| <i>Rhyacophila nubila</i> (ZETTERSTEDT)                  | x       | x | x | x |
| <i>Glossosoma</i> sp.                                    |         |   | x |   |
| <i>Agapetus</i> sp.                                      | x       | x | x | x |
| <i>Hydroptila</i> sp.                                    |         |   | x |   |
| Polycentropodidae                                        |         | x | x |   |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (PICTET)             | x       | x | x |   |
| Hydropsychidae                                           | x       |   | x |   |
| <i>Ceratopsyche</i> sp.                                  |         | x | x |   |
| <i>Ceratopsyche nevae</i> (KOLENATI)                     |         |   | x |   |
| <i>Hydropsyche pellucidula</i> (CURTIS)                  | x       | x | x |   |
| <i>Hydropsyche siltalai</i> DÖHLER                       | x       | x | x |   |
| Limnephilidae                                            | x       | x | x | x |
| <i>Halesus</i> sp.                                       | x       |   |   |   |
| <i>Potamophylax</i> sp.                                  | x       |   |   |   |
| <i>Potamophylax latipennis</i> (CURTIS)                  | x       | x | x |   |
| <i>Silo pallipes</i> (FABRICIUS)                         | x       | x | x |   |
| <i>Sericostoma personatum</i> (SPENCE in KIRBY & SPENCE) | x       | x | x |   |
| Leptoceridae                                             | x       | x | x |   |
| <b>Tovinger, ubestemte (Diptera)</b>                     | x       | x | x | x |
| <b>Stankelbein (Tipulidae)</b>                           | x       | x | x |   |
| <b>Sommerfuglmygg (Psychodidae)</b>                      | x       | x | x | x |
| <b>Knott (Simuliidae)</b>                                | x       | x | x | x |
| <b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>                           | x       | x | x | x |
| <b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b>                        | x       | x | x | x |





- 1974-1 Jensen, J.W. Fisket i Ringvatnene, Åbjøravassdraget. (LFI-19). 14 s.
- 2 Langeland, A. Virkninger på fiskebestand og næringsdyr av regulering og utrasing i Storvatnet i Rissa og Leksvik kommuner. (LFI-20). 20 s.
- 3 Heggberget, T.G. Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Åbjøravassdraget 1973. (LFI-23). 15 s.
- 4 Jensen, J.W. En hydrografisk og biologisk inventering i Åbjøravassdraget, Bindalen. 30 s.
- 5 Lundquist, P. Brukerbeskrivelse for EDB-program. Plankton 2, vertikalfordeling - pumpeprøver. 19 s.
- 6 Langeland, A. Gjødsling av naturlige innsjøer - en litteraturoversikt. (LFI-22). 16 s.
- 7 Holthe, T. Resipientundersøkelse av Trondheimsfjorden. Bunnundersøkelser; Preliminær rapport. 45 s.
- 8 Lundquist, P. & Holthe, T. Brukerveiledning til fire datamaskinprogrammer for kvantitative makrobenthosundersøkelser. 54 s.
- 9 Lande, E. Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden. Årsrapport 1972-1973.
- 10 Langeland, A. Ørretbestanden i Holden i Nord-Trøndelag etter 60 års regulering. (LFI-23). 21 s.
- 11 Koksvik, J.I. Fiskeribiologiske og hydrografiske undersøkelser i Nesjøen (Tydal) fjerde år etter oppdemningen. (LFI-24). 43 s.
- 12 Heggberget, T.G. Habitatvalg hos yngel av laks, *Salmo salar* L. og ørret, *Salmo trutta* L. 75 s.
- 13 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i Storvatnet, Åfjord kommune, før regulering.
- 14 Haukebø, T. En hydrografisk og biologisk inventering i Forravassdraget. 57 s.
- 15 Suul, J. Ornitologiske undersøkelser i Rusasetvatnet, Ørland kommune, Sør-Trøndelag. 32 s.
- 16 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i Frøyningsvassdraget, Namsskogan, 1974. (LFI-26). 23 s.
- 1975-1 Aagaard, K. En ferskvannsbilologisk undersøkelse i Norddalen og Stordalen, Åfjord. 39 s.
- 2 Jensen, J.W. & Holten, J. Flora og fauna i og omkring Rusasetvatn, Ørland. 30 s.
- 3 Sivertsen, B. Fiskeribiologiske undersøkelser i Huddingsvatn, Røyrvik, i 1974, etter to års gruvedrift ved vatnet. 22 s.
- 4 Heggberget, T.G. Produksjon og habitatvalg hos laks- og ørret yngel i Stjørdalselva og Forra 1971-1974. (LFI-27). 24 s.
- 5 Dolmen, D., Sæther, B. & Aagaard, K. Ferskvannsbilologiske undersøkelser av tjøenner og evjer langs elvene i Gauldalen og Orkdalen, Sør-Trøndelag. 46 s.
- 6 Lundquist, P. & Strømgren, T. Brukerveiledning til fire datamaskinprogrammer for kvantitative zooplanktonundersøkelser. 29 s.
- 7 Frøngen, O. & Røv, N. Faunistiske undersøkelser på Frøøyene i Sør-Trøndelag, 1974. 42 s.
- 8 Suul, J. Ornitologiske registreringer i Gaulosen, Melhus og Trondheim kommuner, Sør-Trøndelag. 43 s.
- 9 Moksnes, A. & Vie, G.E. Ornitologiske undersøkelser i reguleringsområdet for de planlagte Vefsna-verkene i 1974. 31 s.
- 10 Langeland, A., Kvittingen, K., Jensen, A., Reinertsen, H., Sivertsen, B. & Aagaard, K. Eksperiment med gjødsling av en naturlig innsjø. Del I. Forundersøkelser i eksperimentsjøen Langvatn og referansesjøen Målsjøen. (LFI-28). 65 s.
- 11 Suul, J. Ornitologiske registreringer i Vega kommune, Nordland. 54 s.
- 12 Langeland, A. Ørretbestandene i Øvre Orkla, Falningsjøen, Store Sverjesjøen og Grana sommeren 1975. (LFI-29). 30 s.
- 13 Jensen, A.J. Statistiske beregninger av kvantitativt zooplanktonmateriale. Datamaskinprogram med brukerveiledning. (LFI-30). 29 s.
- 14 Frøngen, O., Karlsen, S. & Røv, N. Observasjoner fra en kalvingsplass for tamrein. Silda i Vestfinnmark 1975. 41 s.
- 15 Jensen, J.W. Fisket i endel av elvene og vatnene som berøres av Eidfjord-Nord utbyggingen. 37 s.
- 16 Langeland, A. Virkninger på fiskeribiologiske forhold i Tunn-  
 sjøflyene etter 11 års regulering. (LFI-31). 27 s.
- 17 Karlsen, S. & Kvam, T. Undersøkelser omkring forholdet ørn-sau i Sanddøladalene, 1975. 17 s.
- 1976-1 Jensen, J.W. Fiskeribiologiske undersøkelser i Storvatn og Utsetelv, Tingvoll. 24 s.
- 2 Langeland, A., Jensen, A., & Reinertsen, H. Eksperiment med gjødsling av en naturlig innsjø. Del II. (LFI-32). 53 s.
- 3 Nygård, T., Thingstad, P.G., Karlsen, S., Krogstad, K. & Kvam, T. Ornitologiske undersøkelser i fjellområdet fra Vera til Sørlil, Nord-Trøndelag. 91 s.
- 4 Koksvik, J.I. Hydrografi og evertebratfauna i Vefsna-vassdraget 1974. 96 s.
- 5 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i Selbusjøen 1973-75. (LFI-33). 74 s.
- 6 Dolmen, D. Biologi og utbredelse hos *Triturus vulgaris* (L.), salamander, og *T. cristatus* (Laurenti), stor salamander, i Norge, med hovedvekt på Trøndelagsområdet. 164 s.
- 7 Langeland, A. Vurdering av fysisk/kjemiske og biologiske tilstander i Øvre Gaula, Nea og Selbusjøen. (LFI-34). 27 s.
- 8 Jensen, J.W. Hydrografi og ferskvannsbilologi i Vefsnavassdraget. Resultater fra 1973 og en oppsummering. 36 s.
- 9 Thingstad, P.G., Spjøtvoll, Ø. & Suul, J. Ornitologiske undersøkelser på Rinnleiret, Levanger og Verdalen kommuner, Nord-Trøndelag. 39 s.
- 10 Karlsen, S. Ornitologiske undersøkelser i Fossemvatnet, Steinkjer, Nord-Trøndelag, 1972-76. 28 s.
- 1977-1 Jensen, J.W. En hydrografisk og ferskvannsbilologisk undersøkelse i Grøvvassdraget 1974/75. 24 s.
- 2 Koksvik, J.I. Ferskvannsbilologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del 1. Stormdalen, Tespdalen og Bjøllådalene. 60 s.
- 3 Moksnes, A. Fuglefaunaen i Forraområdet i Nord-Trøndelag. Sluttrapport fra undersøkelsene 1970-72. 56 s.
- 4 Venstad, A. ORNITOLOGG. En beskrivelse av et programsystem for føredling og informasjonsuttrekking av materiale samlet inn med datalogger. 12 s.
- 5 Suul, J. Fuglefaunaen og en del våtmarker av ornitologisk betydning i fjellregionen, Sør-Trøndelag. 81 s.
- 6 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i Stuesjøen, Grønsjøen, Mosjøen og Tya sommeren 1976. (LFI-35). 30 s.
- 7 Solhjøm, F. & Holthe, T. BENTHFAUN. Brukerveiledning til seks datamaskinprogrammer for behandling av faunistiske data. 27 s.
- 8 Spjøtvold, Ø. Ornitologiske undersøkelser i Eidsbotn, Levangersundet og Alfnesfjæra, Levanger kommune, Nord-Trøndelag. 41 s.
- 9 Langeland, A., Jensen, A.J., Reinertsen, H. & Aagaard, K. Eksperiment med gjødsling av en naturlig innsjø. Del III. (LFI-36). 83 s.
- 10 Hindrum, R. & Rygh, O. Ornitologiske registreringer i Brekkvatnet og Eidsvatnet, Bjugn kommune, Sør-Trøndelag. 48 s.
- 11 Holthe, T., Lande, E., Langeland, A., Sakshaug, E. & Strømgren, T. Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden. Biologiske undersøkelser. Sammendrag og sluttrapporter. 228 s.
- 12 Slagsvold, T. Bird song activity in relation to breeding cycle, spring weather and environmental phenology - statistical data. 18 s.
- 13 Bernhoft-Osa, A. Noen minner om konservator Hans Thomas Lange Schaanning. 40 s.
- 14 Moksnes, A. & Vie, G.E. Ornitologiske undersøkelser i de deler av Saltfjell-/Svartisområdet som blir berørt av eventuell kraftutbygging. 78 s.
- 15 Krogstad, K., Frøngen, O. & Furunes, K.A. Ornitologiske undersøkelser i Leksdalsvatnet, Verdalen og Steinkjer kommuner, Nord-Trøndelag. 37 s.
- 16 Koksvik, J.I. Ferskvannsbilologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del II. Saltdalsvassdraget. 62 s.
- 17 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i Store og Lille

- Kvernfellvatn, Garbergelva ved Stråsjøen og Prestøyene sommeren 1975. (LFI-37). 12 s.
- 18 Koksvisk, J.I. & Dalen, T. Kobbelv- og Sørfjordvassdraget i Sørfold og Hamarøy kommuner. Foreløpig rapport fra ferskvannsbioologiske undersøkelser i 1977. 43 s.
- 1978-1 Ekker, Aa.T., Hindrum, R., Thingstad, P.G. & Vie, G.E. Observasjoner fra en kalvingsplass for tamrein. Kvaløya i Vestfinnmark 1976. 18 s.
- 2 Reinertsen, H. & Langeland, A. Vurdering av kjemiske og biologiske forhold i Neavassdraget. (LFI-41/39). 55 s.
- 3 Moksnes, A. & Ringen, S.E. Vurdering av ornitologiske verneverdier og skadevirkninger i forbindelse med planene om tilleggsreguleringer i Neavassdraget, Tydal kommune. 28 s.
- 4 Langeland, A. Bestemmelsestabell over norske Cyclopoidea Copepoda funnet i ferskvann (34 arter). 21 s.
- 5 Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del III. Vassdrag ved Svartisen. 57 s.
- 6 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Kobbelvområdet, Sørfold og Hamarøy kommuner. Kvantitative og kvalitative registreringer sommeren 1977. 62 s.
- 7 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i vatn i Sanddølavassdraget, Nord-Trøndelag, somrene 1976 og 1977. (LFI-40). 27 s.
- 8 Sivertsen, B. Fiskeribiologiske undersøkelser i Huddingsvatn, Røyrvik, 1974-1977. 25 s.
- 9 Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del IV. Beiarvassdraget. 66 s.
- 10 Dolmen, D. Norsk herpetologisk oversikt. 50 s.
- 11 Jensen, J.W. Hydrografi og evertebrater i tre vassdrag i Indre Visten. 23 s.
- 12 Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del V. Misværvassdraget. 43 s.
- 13 Baadsvik, K. & Bevanger, K. Botaniske og zoologiske undersøkelser i samband med planer om tilleggsregulering av Aursjøen; Lesja og Nesset kommuner i Oppland og Møre og Romsdal fylker. 44 s.
- 1979-1 Bevanger, K. & Frengen, O. Ornitologiske verneverdier i Ørland kommunes våtmarksområder, Sør-Trøndelag. 93 s.
- 2 Jensen, J.W. Plankton og bunndyr i Aursjømagasinet. 31 s.
- 3 Langeland, A. Fisket i Søvatnet, Hemne, Rindal og Orkdal kommuner, i 1978 11 år etter reguleringen. (LFI-41). 18 s.
- 4 Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Saltfjell-/Svartisområdet. Del VI. Oppsummering og vurderinger. 79 s.
- 5 Koksvisk, J.I. Kobbelvutbyggingen. Vurdering av virkninger på ferskvannsaunaen. 22 s.
- 6 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i Holvatn, Rødsjøvatn, Kringsvatn, Østre og Vestre Osavatn sommeren 1977. (LFI-42). 26 s.
- 7 Langeland, A. Fisket i Tunnsjøelva 15 år etter reguleringen. (LFI-43). 16 s.
- 8 Bevanger, K. Fuglefauna og ornitologiske verneverdier i Hellemoområdet, Tysfjord kommune, Nordland. 122 s.
- 9 Koksvisk, J.I. Hydrografi og ferskvannsbioologi i Eiteråga, Grane og Vefsn kommuner. 34 s.
- 10 Koksvisk, J.I. & Dalen, T. Hydrografi og ferskvannsbioologi i Krutvatn og Krutåga, Hattfjell dal kommune. 45 s.
- 11 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Krutågas nedslagsfelt, Hattfjell dal kommune, Nordland. Kvantitative og kvalitative undersøkelser sommeren 1978. 28 s.
- 1980-1 Langeland, A. Fiskeribiologiske undersøkelser i vassdrag i Mosvik og Leksvik kommuner i 1978 og 1979 (Meltingvatnet m.fl.). (LFI-44). 47 s.
- 2 Langeland, A. & Reinertsen, H. Resipientforholdene i Meltingvassdraget og Innerelva, Mosvik og Leksvik kommuner. (LFI-45). 16 s.
- 3 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Eiteråga, Grane og Vefsn kommuner, Nordland. Kvantitative og kvalitative undersøkelser sommeren 1978. 30 s.
- 4 Krogstad, K. Fuglefaunaen i Meltingenområdet, Mosvik og Leksvik kommuner. 49 s.
- 5 Holthe, T. & Stokland, Ø. Biologiske undersøkelser - Kristiansunds fastlandssamband. Bunndyrundersøkelser 1978-1979. 27 s.
- 6 Arnekleiv, J.V. & Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Stjørdalsvassdraget 1979. 82 s.
- 7 Langeland, A., Brabrand, Å., Saltveit, S.J., Styrvold, J.-O. & Raddum, G. Fremdriftsrapport. Betydningen av utsettinger og bestandsreguleringer for fiskeavkastningen i regulerte innsjøer. (LFI-46). 47 s.
- 8 Nøst, T. & Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Nesåvassdraget 1977-78. 52 s.
- 9 Langeland, A. & Koksvisk, J.I. Fiskeribiologiske og andre faunistiske undersøkelser i Grøvassdraget (bl.a. Svartsnyttvatn og Dalavatn) sommeren 1979. (LFI-47). 46 s.
- 10 Koksvisk, J.I. & Dalen, T. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Hellemoområdet, Tysfjord kommune. 57 s.
- 1981-1 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Gaulas nedbørfelt, Sør-Trøndelag og Hedmark. 156 s.
- 2 Nøst, T. & Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Sørlivassdraget 1979. 52 s.
- 3 Reinertsen, H. & Langeland, A. Kjemiske og biologiske forhold sommeren 1980 i Bjøra, Eida og Søråa i Nord-Trøndelag. (LFI-49). 22 s.
- 4 Koksvisk, J.I. & Haug, A. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Verdalsvassdraget 1979. 67 s.
- 5 Langeland, A. & Kirkvold, I. Fisket i Grønsjøen, Tydal 1978-1980. (LFI-50). 28 s.
- 6 Bevanger, K. & Vie, G. Fuglefaunaen i Sørlivassdraget, Lierne og Snåsa kommuner, Nord-Trøndelag. 65 s.
- 7 Bevanger, K. & Jordal, J.B. Fuglefaunaen i Drivas nedbørfelt, Oppland, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag fylker. 145 s.
- 8 Røv, N. Ornitologiske undersøkingar i vestre Grødalen, Sunddal kommune, sommaren 1979. 29 s.
- 9 Rygh, O. Ornitologiske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Åfjord kommune, Sør-Trøndelag. 57 s.
- 10 Nøst, T. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Drivavassdraget 1979-80. 77 s.
- 11 Reinertsen, H. & Langeland, A. Kjemiske og biologiske undersøkelser i Leksdalsvatn og Hoklingen, Nord-Trøndelag, sommeren 1980. (LFI-51). 32 s.
- 12 Nøst, T. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Todalsvassdraget, Nord-Møre 1980. 55 s.
- 13 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Istras nedbørfelt, Rauma kommune, Møre og Romsdal. 37 s.
- 14 Nøst, T. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Istravassdraget 1980. 48 s.
- 15 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Nesåas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. 51 s.
- 16 Bevanger, K., Gjershaug, J.O. & Ålbu, Ø. Fuglefaunaen i Todalsvassdragets nedbørfelt, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag fylker. 63 s.
- 17 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Ognas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. 58 s.
- 18 Bevanger, K. Fuglefaunaen i Skjækkras nedbørfelt, Nord-Trøndelag. 42 s.
- 19 Nøst, T. & Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Snåsavatnet 1980. 54 s.
- 20 Arnekleiv, J.V. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Lomsdalsvassdraget 1980-81. 69 s.
- 21 Bevanger, K., Rofstad, G. & Sandvik, J. Fuglefaunaen i Stjørdalsvassdragets nedbørfelt, Nord-Trøndelag. 88 s.
- 22 Bevanger, K. & Ålbu, Ø. Fuglefaunaen i Lomsdalsvassdraget, Nordland. 46 s.
- 23 Nøst, T. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Garbergelvas nedslagsfelt 1981. 44 s.
- 24 Koksvisk, J.I. & Nøst, T. Gaulavassdraget i Sør-Trøndelag og Hedmark fylker. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i forbindelse med midlertidig vern. 96 s.
- 25 Nøst, T. & Koksvisk, J.I. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Ognavassdraget 1980. 53 s.
- 26 Langeland, A. & Reinertsen, H. Phyto- og zooplankton-

- undersøkelser i Jonsvatnet 1977 og 1980. (LFI-52). 19 s.
- 1982-1 Bevanger, K. Ornitologiske observasjoner i Høylandsvassdraget, Nord-Trøndelag. 57 s.
- 2 Nøst, T. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser i Høylandsvassdraget 1981. 59 s.
- 3 Moksnes, A. Undersøkelser av fuglefaunaen og småviltbestanden i de områdene som blir berørt av planene om kraftutbygging i Garbergelva, Rotla og Torsbjørka. 91 s.
- 4 Langeland, A., Reinertsen, H. & Olsen, Y. Undersøkelser av vannkjemi, fyto- og zooplankton i Namsvatn, Vekteren, Limingen og Tunnsjøen i 1979, 1980 og 1981. (LFI-53). 25 s.
- 5 Haug, A. & Kvittingen, K. Kjemiske og biologiske undersøkelser i Hammervatnet, Nord-Trøndelag sommeren 1981. (LFI-54). 27 s.
- 6 Thingstad, P.G. & Nygård, T. Ornitologiske undersøkelser i Sanddøla- og Luruvasdragene. 112 s.
- 7 Thingstad, P.G. & Nygård, T. Småviltbiologiske undersøkelser i Sanddøla- og Luruvasdragene 1981 og 1982. 62 s.
- 8 Nøst, T. Hydrografi og ferskvannsevertebrater i Sanddøla/Luru-vassdragene 1981 i forbindelse med planlagt vannkraftutbygging. 86 s.
- 9 Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske undersøkelser i Sanddøla-/Luruvasdraget med konsekvensvurderinger av planlagt kraftutbygging. (LFI-55). 108 s.
- 10 Jordal, J.B. Ornitologiske undersøkingar i Meisalvasdraget og Grytneselva, Nesset kommune, i samband med planer om vidare kraftutbygging. 24 s.
- 11 Reinertsen, H., Olsen, Y., Nøst, T., Rueslåtten, H.G. & Skotvold, T. Resipientforhold i Sanddøla- og Luruvasdraget i Nordli, Grong og Snåsa kommune i Nord-Trøndelag. (LFI-56). 57 s.
- 1983-1 Nøst, T. & Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske og ferskvannsfanistiske undersøkelser i Meisalvasdraget 1982. (LFI-57). 25 s.
- 2 Nøst, T. Hydrografi og ferskvannsevertebrater i Raumavassdraget 1982. 74 s.
- 3 Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske undersøkelser i Lysvatnet, Åfjord kommune 1982. (LFI-58). 27 s.
- 4 Jensen, J.W. & Olsen, A.J. Fjærmygg (Chirono-midae) i oppdemte magasin. Et forprosjekt. 33 s.
- 5 Bevanger, K., Rofstad, G. & Ålbu, Ø. Vurdering av ornitologiske verneinteresser og konsekvenser for fuglelivet ved eventuell kraftutbygging i Rauma/Ulvåa. 97 s.
- 6 Thingstad, P.G. Småviltbiologiske undersøkelser i Raumavassdraget 1982 og 1983. 74 s.
- 7 Arnekleiv, J.V. & Koksvik, J.I. Fiskeribiologiske forhold, evertebratfauna og hydrografi i Ormsetområdet, Verran kommune, 1982-83. (LFI-59). 76 s.
- 8 Ålbu, Ø. Kraftlinjer og fugl. 60 s.
- 9 Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske undersøkelser i Børsjøen, Tynset kommune. (LFI-60). 27 s.
- 1984-1 Sandvik, J. & Thingstad, P.G. Midlertidig rapport om vannfuglpopulasjonene ved Nedre Nea, Selbu. 33 s.
- 2 Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. Fiskebestand og næringsforhold i Nidelva ovenfor lakseførende del. (LFI-61). 38 s.
- 3 Nøst, T. Hydrografi og ferskvannsevertebrater i Raumavassdraget i forbindelse med planlagt kraftutbygging. 36 s.
- 4 Nøst, T. Hydrografi og evertebrater i Indre Visten, Nordland fylke, 1982-83. 69 s.
- 5 Thingstad, P.G. Resultatene av de avbrutte småviltbiologiske undersøkelser i Indre Visten, Vevelstad. 28 s.
- 6 Ålbu, Ø. & Bevanger, K. Vurdering av ornitologiske verneinteresser og konsekvenser ved eventuell kraftutbygging i Indre Visten. 57 s.
- 7 Thingstad, P.G. Produksjonspotensialet. En indeks for produksjonssammenligninger av ulike fuglesamfunn. 27 s.
- 1985-1 Arnekleiv, J.V. & Koksvik, J.I. Fiskeribiologiske undersøkelser i Raumavassdraget med konsekvensvurderinger av planlagt vannkraftutbygging. (LFI-62). 68 s.
- 2 Strømgren, T. & Stokland, Ø. Hydrologiske og marinbiologiske undersøkelser i Visten juni 1983 - november 1983. 27 s.
- 3 Nøst, T. Hydrografi og ferskvannsevertebrater i øvre deler av Stjørdalsvassdraget i forbindelse med planlagt vannkraftutbygging. 52 s.
- 4 Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske undersøkelser i øvre deler av Stjørdalsvassdraget i forbindelse med planlagt vannkraftutbygging. (LFI-63). 87 s.
- 5 Koksvik, J.I. Ørretbestanden i Innerdalsvatnet, Tynset kommune, de tre første årene etter regulering. (LFI-64). 35 s.
- 1986-1 Arnekleiv, J.V. Ungfiskundersøkelser i øvre deler av Stjørdalsvassdraget i 1985. (LFI-65). 29 s.
- 2 Langeland, A., Koksvik, J.I. & Nydal, J. Reguleringer og utsetting av *Mysis relicta* i Selbusjøen - virkninger på zooplankton og fisk. (LFI-66). 72 s.
- 3 Arnekleiv, J.V. & Koksvik, J.I. Fisk, zooplankton og *Mysis relicta* i Bangsjøene 1983-1985. (LFI-67). 23 s.

#### VITENSKAPSMUSEET, RAPPORT ZOOLOGISK SERIE

- 1987-1 Jensen, J.W. Faunaen i Rusasetvatn etter at vanddybden ble redusert fra 1,3 til 0,3 m. 20 s.
- 2 Strømgren, T., Bremdal, S., Bongard, T. & Nielsen, M.V. Forsøksdrift med blåskjell i Fosen 1985-1986. 42 s.
- 3 Arnekleiv, J.V. & Nøst, T. Fiskeribiologiske undersøkelser i Homlavassdraget, Sør-Trøndelag, 1985 og 1986. (LFI-68). 32 s.
- 4 Koksvik, J.I. Studier av ørretbestanden i Innerdalsvatnet de fem første årene etter regulering. (LFI-69). 22 s.
- 1988-1 Bongard, T. & Arnekleiv, J.V. Ferskvannsekologiske undersøkelser og vurderinger av Sedalsvatnet, Møre og Romsdal 1987. (LFI-70). 25 s.
- 2 Cyvin, J. & Frafjord, K. Sylaneområdet - bruken og virkninger av bruken. 54 s.
- 3 Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. Zooplankton, *Mysis relicta* og fisk i Snåsavatn 1984-87. (LFI-71). 50 s.
- 4 Arnekleiv, J.V. & Nydal, J. Fiskeribiologiske undersøkelser i Nordelva-vassdraget, Sør-Trøndelag, med konsekvensvurdering av planlagt vannkraftutbygging. (LFI-73). 57 s.
- 5 Arnekleiv, J.V., Bongard, T. & Koksvik, J.I. Resipientforhold, vannkvalitet og ferskvannsinvertebrater i Nordelva-vassdraget, Fosen, Sør-Trøndelag. (LFI-74). 45 s.
- 1989-1 Haug, A. Phyto- og planktonundersøkelser i Granavatn, Nord-Trøndelag 1988. 18 s.
- 2 Bongard, T. & Koksvik, J.I. Lokal forurensning i Nidelva og en del tilløpsbekker vurdert på grunnlag av bunnfaunaen. (LFI-75). 20 s.
- 3 Dolmen, D. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser av 20 vassdrag i Møre og Romsdal 1988, Verneplan IV. (LFI-78). 105 s.
- 1990-1 Eggan, G. Lake i Selbusjøen. Ernæring og bestandsvariabler i 1988 og 1982/83. (LFI-76). 21 s.
- 2 Dolmen, D. & Arnekleiv, J.V. En zoologisk befarings av karstområder og grottesystemer i Grane og Rana kommuner, Nordland. (LFI-77). 43 s.
- 3 Olsvik, H., Kvifte, G. & Dolmen, D. Utbredelse og vernestatus for øyenstikkere på sør- og østlandet med hovedvekt på forurensnings- og jordbruksområdene. (LFI-79). 71 s.
- 4 Koksvik, J.I., Arnekleiv, J.V. & Winge, K. Undersøkelser av bunnfauna og fisk i forbindelse med kanalisering av Sokna ved Støren i Sør-Trøndelag. (LFI-80). 30 s.
- 5 Koksvik, J.I., Arnekleiv, J.V., Haug, A. & Jensen, J.W. Verneplan IV. Ferskvannsbioologiske undersøkelser og vurdering av 21 vassdrag i Nordland. 98 s.
- 6 Dolmen, D. Ferskvannsbioologiske og hydrografiske undersøkelser av Verneplan IV-vassdrag i Trøndelag 1989. (LFI-81). 72 s.
- 7 Bongard, T., Arnekleiv, J.V. & Solem, J.O. Bunndyr og fisk i Rolla før og etter regulering. I. Situasjonen før regulering. (LFI-82). 30 s.
- 1991-1 Johnsen, B.O., Koksvik, J.I., Jensen, A.J. & Håker, M. Alter-

- nativ produksjon av laksesmolt basert på yngelutsetting i elv. Bunnndyr og fisk i Litjvasselva, Vefsnvassdraget. 48 s.
- 2 Arnekleiv, J.V., Hellesnes, I., Jensen, A. & Lindstrøm, E.A. Vannkvalitet, begroing og bunndyr i Nea 1988 og 1989. Del I. Forholdene før regulering, uten Nedre Nea kraftverk. (LFI-83). 53 s.
- 3 Dolmen, D. & Strand, L.Å. Evjer og dammer langs Glomma (Hedmark) og Gaula (Sør-Trøndelag). En zoologisk undersøkelse over status og verneverdi, med hovedvekt på Tjønnområdet, Tynset. (LFI-84). 23 s.
- 4 Jensen, J.W. Fiskebestandene i Langvatn og Raudvassåga, et brepåvirket vannsystem. 19 s.
- 1992-1 Arnekleiv, J.V. Fiskebestanden i Nedre Nea 1987-90 og vurdering av skadevirkninger av Nedre Nea kraftverk. (LFI-85). 41 s.
- 1993-1 Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Jensen, J.W., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Winge, K. Stor-Glomfjordutbyggingen i Nordland: Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Beiarelva før utbygging (1989-92). 48 s.
- 2 Thingstad, P.G. Ornitologiske etterundersøkelser ved Ner-skogmagasinet, Rennebu kommune. Sammendrag av prosjektarbeidet 1989-92. 56 s.
- 3 Thingstad, P.G. Ornitologisk arts mangfold og verifisering av nøkkelfaktorer for fuglelivet i ulike skoghabitater innen Trondheim Bymark. 37 s.
- 4 Jensen, J.W. Fiskebestandene i Essand-Nesjø magasinene etter 22 år. 19 s.
- 1994-1 Koksvik, J.I. Økologisk tilstandsrapport med hovedvekt på relasjoner mellom plankton og røye i Leksdalsvatn 1993. 28 s.
- 2 Haug, A. & Arnekleiv, J.V. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Meltingvatnet, Nord-Trøndelag, fire og fem år etter regulering. (LFI-86). 31 s.
- 3 Thingstad, P.G. Konesjonsundersøkelser av fugler og pattedyr i forbindelse med planer om overføring av Nesåa til Tunnsjøen/Tunnsjødalen. 49 s.
- 4 Tømmeraas, P.J. Konsekvensundersøkelser på rovfugl og kråkefugl 1982-93 i forbindelse med kraftutbyggingen i Alta-Kautokeinovassdraget. 42 s.
- 5 Strand, L.Å. Amfibier i østre deler av Trøndelag. Beskrivelser av ynglebiotopene og utvalgelse av undervisningsdammer. (LFI-87). 39 s.
- 6 Dolmen, D. Biologiske undersøkelser av Tvedalen-området, Larvik: Ferskvannsfaua, amfibier og reptiler. (LFI-88). 29 s.
- 7 Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Hvidsted, N.A. & Jensen, A.J. Virkninger av Bratsbergreguleringen (Bratsberg kraftverk) på bunndyr og fisk i Nidelva, Trondheim (1982-1986). (LFI-89). 56 s.
- 8 Thingstad, P.G., Hokstad, S., Frengen, O. & Strømgren, T. Vannfugl og marin bunndyrfaua i Ramsarområdet på Tautra, Nord-Trøndelag. Konsekvenser av steinmoloen over Svaet. 41 s.
- 9 Bongard, T., Arnekleiv, J.V. & Solem, J.O. Bunndyr og fisk i Rotla før og etter regulering. II. Etter regulering. (LFI-90). 29 s.
- 1995-1 Arnekleiv, J.V. & Haug, A. Ferskvannsbiologiske forundersøkelser i Nesåavassdraget og Grøndalselva m.v., Nord-Trøndelag, i forbindelse med planlagt vannkraftutbygging. (LFI-91). 67 s.
- 2 Dolmen, D. Habitatvalg og forandringer av øyenstikkerfaunaen i et sørlandsområde, som følge av sur nedbør, landbruk og kalkning. (LFI-92). 86 s.
- 3 Koksvik, J.I. & Reinertsen, H. Planktonundersøkelser i Jonsvatnet i Trondheim. En oppsummering av utviklingen i perioden 1977-1994, med spesiell omtale av forholdene i 1994. 27 s.
- 4 Brodtkorb, E.M., Arnekleiv, J.V. & Haug, A. Fiskebiologiske undersøkelser i Tevla og Skurdalsvolddammen før regulering og de to første årene etter regulering. (LFI-93). 30 s.
- 5 Arnekleiv, J.V., Rønning, L., Johansen, S.W., Haug, A. & Bongard, T. Fiskebiologiske referanseundersøkelser i Stjørdalsvassdraget 1990-1994, i forbindelse med Meråkerutbyggingen. (LFI-94). 86 s.
- 6 Dolmen, D. (red.). Ferskvannslokaliteter og verneverdi. (LFI-95). 105 s.
- 1996-1 Dolmen, D. Invertebrat- og amfibiefauaen i dammer rundt Fjergen og i Teveldalen, Meråker. (LFI-96). 28 s.
- 2 Koksvik, J.I., Jensen, J.W., Berg, T. & Dalen, T. Fiskebestander og næringsgrunnlag i Vir'dnejavri og Ladnetjavri, Kautokeino kommune, 8 år etter regulering. 43 s.
- 3 Arnekleiv, J.V. & Haug, A. Fiskebiologiske undersøkelser i Holmvatnet og Rundtuvatnet, Rana kommune, Nordland, 1995. (LFI-97). 22 s.
- 4 Bolghaug, C. & Dolmen, D. Dammer og småtjern rundt Oslofjorden; fauna, flora og verneverdi. (LFI-98). 38 s.
- 5 Arnekleiv, J.V. & Haug, A. Økologisk tilstandsrapport for Gjevilvatnet 1986-89, med hovedvekt på plankton, mysis bunndyr og fisk. (LFI-99). 63 s.
- 6 Brodtkorb, E.M., Arnekleiv, J.V. & Haug, A. Fiskebestandene i Gjevilvatnet i 1995: Status og utvikling. (LFI-100). 25 s.
- 7 Haug, A. & Arnekleiv, J.V. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Isvatnet, Lille Isvatnet, Rundtuvatnet og Trolldalsvatnet, Rana kommune, Nordland. (LFI-101). 27 s.
- 1997-1 Haug, A. & Arnekleiv, J.V. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i øvre del av Åbjøravassdraget i 1995, 15 år etter regulering. (LFI-102). 43 s.
- 2 Thingstad, P.G. & Hokstad, S. Konsekvenser for vannfugl og marin bunndyrfaua av en eventuell bru og veifylling over Ramsarområdet i Kråkvågsvaet, Ørland kommune, Sør-Trøndelag. 50 s.
- 3 Arnekleiv, J.V. Korttidseffekt av rotenonbehandling på bunndyr i Ogna og Figga, Steinkjer kommune. (LFI-103). 29 s.
- 4 Dolmen, D. & Winge, K. Boasneglen (*Limax maximus*) og iberiasneglen (*Arion lucitanicus*) i Norge; utbredelse, spredning og skadevirkninger. (LFI-104). 24 s.
- 5 Arnekleiv, J.V. & Rønning, L. Effekter av grusgraving på ungfisk og bunndyr i Gaula, Sør-Trøndelag. (LFI-105). 37 s.
- 6 Dolmen, D. & Kleiven, E. Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge 1. (LFI-106). 27 s.
- 7 Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I. & Brodtkorb, E. Fiskebestandene i Nidelva ovenfor lakseførende del, 1984-85. (LFI-107). 31 s.
- 8 Arnekleiv, J.V., Dolmen, D., Aagaard, K., Bongard, T. & Hanssen, O. Rotenonbehandlingens effekt på bunndyr i Rauma- og Hensvassdraget, Møre & Romsdal. Del I: Kvalitative undersøkelser. (LFI-108). 48 s.
- 9 Thingstad, P.G. Bærekraftig skogforvaltning og biologisk mangfold innen boreal barskog. Ornitologisk delprosjekt i Trondheim Bymark 1996. 34 s.
- 10 Arnekleiv, J.V., Hellesnes, I., Lindstrøm, E.A. & Bongard, T. Vannkvalitet, begroing og bunndyr i Nea 1993-1995. Del II. Forholdene etter regulering. (LFI-109). 46 s.
- 1998-1 Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Telemetristudier over gytevandrende ørret fra Randsfjorden i Dokka/Etna, Oppland, 1997. (LFI-110). 31 s.
- 2 Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Registrerte gytelokaliteter for storørret i Gudbrandsdalslågen og Gausa med sideelver. (LFI-111). 28 s.
- 3 Koksvik, J. & Arnekleiv, J.V. Fiskebiologiske undersøkelser i Storvatnet, Rissa og Leksvik kommuner, Sør-Trøndelag. (LFI-112). 25 s.
1999. Ingen rapporter utgitt.
- 2000-1 Koksvik, J. Prøvefiske i Lille Jonsvatn, Trondheim kommune, 1999. 21 s.
- 2 Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Telemetristudier over gytevandrende storørret fra Randsfjorden og opp i Etna og Dokka, Oppland. Oppsummering av resultatene fra 1997 og 1998. (LFI-113). 25 s.
- 3 Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J. & Urke, H.A. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Del 1. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ungfisktettheter og smolt. (LFI-114). 91 s.
- 4 Koksvik, J.I. En undersøkelse av fisk, invertebrater og vannkvalitet i forbindelse med planlagt overføring av Finnkoisjøen

- til Nesjøen. 32 s.
- 5 Thingstad, P.G., Kutschera, F. & Smith, M. Ytre Vikna vindmøllepark. Konsekvenser for fugl og annet vilt. 42 s.
  - 6 Thingstad, P.G., Kutschera, F. & Smith, M. Hundhammerfjellet vindmøllepark. Konsekvenser for fugl og annet vilt. 23 s.
- 2001-1 Koksvik, J. & Arnekleiv, J.V. Fiskebiologiske undersøkelser i Fjergen sju år etter siste tilleggsregulering. (LFI-115). 27 s.
- 2002-1 Koksvik, J. Prøvefiske i Prestbuvatnet og Mjovatnet, Meldal kommune, 2001. (LFI-116). 34 s.
- 2 Arnekleiv, J.V., Rønning, L., Korsen, I. & Berg, O.K.: Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-2000. Del II. Rognutvikling, vekst og energetikk hos ungfisk, data om voksen fisk og fangst. (LFI-117). 50 s.
  - 3 Arnekleiv, J.V. & Koksvik, J.I. Leirfossene kraftverk – konsekvensutredninger for ferskvannsbiologi og fisk. (LFI-118). 60 s.
  - 4 Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Arnekleiv, J.V. & Flatberg, K.I. Leirfossene kraftverk – konsekvensutredninger for vannkvalitet, begroingsforhold, plankton og fiske. (LFI-119). 46 s.
  - 5 Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L. & Koksvik, J. Fisk, bunndyr og minstevannføring i elvene Tevla, Torsbjørka og Dalåa, Meråker kommune. (LFI 120). 90 s.
  - 6 Kjærstad, G., Arnekleiv, J.V., Koksvik, J. & Rønning, L. Grytendal kraftverk – fiskebiologiske undersøkelser. (LFI-121). 33 s.
  - 7 Arnekleiv, J.V., Koksvik, J., Koksvik, J.I. & Rønning, L. Miljøstatus med hovedvekt på vannkjemi, plankton og fisk i innsjøene Hoklingen og Movatnet, Nord-Trøndelag. (LFI-122). 39 s.
- 2003-1 Thingstad, P.G., Frengen, O., Hokstad, S. & Stokland, Ø. Tautra med Svæet naturreservat og fuglefredningsområder. Ornitologisk og marinbiologisk status før bruåpningen i veimoloen over Svæet. 67 s.
- 2003-2 Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. Effekter av rotenonbehandling på bunndyr i Ogna og Figga i 2001 og 2002. (LFI-123). 45 s.



## Rapportserien

«Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie» inneholder stoff fra de fagområdene som Vitenskapsmuseet representerer. Serien bringer i hovedsak stoff fra oppdragsprosjekter og andre undersøkelser og forskning utført ved Vitenskapsmuseet. Det tas også inn foredrag, utredninger o.l. som angår museets arbeidsfelt. Serien er ikke periodisk, og antall nummer pr. år varierer. Serien startet i 1974, og det finnes parallelle arkeologiske og botaniske serier fra Vitenskapsmuseet. Serien har tidligere skiftet navn: «K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser.» (1974-86), og fra 1987 «Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie».

## Til forfatterne

### Manuskripter

Manuskripter bør leveres som papirutskrift og som tekstfil på PC format, skrevet i Word Perfect eller Word. Vitenskapelige slekts- og artsnavn kursiveres. Manuskripter til rapportserien skal skrives på norsk, unntatt abstract (se nedenfor). Unntaksvis, og etter avtale med redaktøren, kan manuskripter på engelsk bli tatt inn i serien. Tekstfilen(e) skal inneholde en «brødtekst», dvs. med færrest mulig formateringskoder. Hovedoverskrifter skal skrives med store bokstaver, de øvrige overskrifter med små bokstaver. Manuskriptet skal omfatte:

1. Eget ark med manuskriptets tittel og forfatterens/forfatterens navn. Tittelen bør være kort og inneholde viktige henvisningsord.
2. Et referat på norsk på maksimum 200 ord. Referatet innledes med bibliografisk referanse og avsluttes med forfatterens/forfatterens navn og adresse(r). Dersom et hefte inneholder flere selvstendige bidrag/artikler, skal hvert av disse ha referat og abstract.
3. Et abstract på engelsk som er en oversettelse av det norske referatet.

### Manuskriptet bør for øvrig inneholde:

4. Et forord som ikke overstiger en trykkside. Forordet kan gi bakgrunnen for arbeidet det rapporteres fra, opplysninger om eventuell oppdragsgiver og prosjekt- og programtilknytning, økonomisk og annen støtte, institusjoner og enkeltpersoner som bør takkes osv.
5. En innledning som gjør rede for den faglige problemstillingen og arbeidsgangen i undersøkelsen.
6. En innholdsfortegnelse som viser stoffets inndeling i kapitler og underkapitler.
7. Et sammendrag av innholdet. Sammendraget bør ikke overstige 3 % av det øvrige manuskriptet. I spesielle tilfeller kan det i tillegg også tas med et «summary» på engelsk.
8. Tabeller og figurer leveres på separate ark og skrives i egne filer. I teksten henvises de til som «Tabell 1», «Figur 1» osv.

## Litteraturhenvisninger

En oversikt over litteratur som det er henvist til i manuskriptteksten samles bakerst i manuskriptet under overskriften «Litteratur». Henvisninger i teksten gis som Haftorn (1971), Arnekleiv & Haug (1996) eller, dersom det er flere enn to forfattere, som Sæther et al. (1981). Om det blir vist til flere arbeider, angis det som «som flere forfattere rapporterer (Haftorn 1971, Thingstad et al. 1995, Arnekleiv & Haug 1996,», dvs. forfatterne nevnes i kronologisk orden, uten komma mellom navn og årstall. Litteraturlisten ordnes i alfabetisk rekkefølge: det norske alfabetet følges: aa = å (utenom for nederlandske, finske og etniske navn), ö = ø osv. Flere arbeid av samme forfatter i samme år angis ved a, b, osv. (Elven 1978a, b). Ved lik alfabetisk prioritet går to forfattere foran tre eller flere («et al.»).

## Eksempler:

### Tidsskrift/serie

Slagsvold, T. 1977. Bird song activity in relation to breeding cycle, spring weather, and environmental phenology. – *Ornis Scand.* 8: 197-222.

Arnekleiv, J.V. & Haug, A. 1996. Fiskebiologiske undersøkelser i Holmvatnet og Rundtuvatnet, Rana kommune, Nordland, 1995. – *Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser.* 1996, 3: 1-22.

### Kapittel

Nilsson, S.G. & Ericson, L. 1992. Conservation of plants and animal populations in theory and practice. s. 71-112 i Hansson, L. (red.). *Ecological principles of nature conservation.* ( Elsevier Appl. Sci., London.

### Monografi/bok

Kjelsaas, M.B. 1995. Tilbud og valg av næringsdyr hos laksunger (*Salmo salar* L.) i Gaula. ( *Cand.scient.* oppgave i ferskvannøkologi. Universitetet i Trondheim, Zoologisk institutt, AVH. 32 s. Upubl.

Haftorn, S. 1971. *Norges Fugler.* ( Universitetsforlaget, Oslo. 862 s.

### Illustrasjoner

Figurer (i form av fotografier, tegninger osv.) leveres separat, på egne ark, dvs. de skal ikke inkluderes eller monteres i brødteksten. På papirutskriften av manuskriptet skal det i venstre marg angis hvor i teksten figurene ønskes plassert. Strekfigurer, kartutsnitt o.l. figurer skal være trykkeferdige fra forfatterens hånd. Skal rapporten inneholde fargebilder, bør originale lysbilder (dias) leveres med manuskriptet.

### Opplag

Rapporten trykkes vanligvis i et opplag på 200-400 eksemplarer.

---

## Utgiver

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)  
Vitenskapsmuseet  
7491 Trondheim  
Tlf. 73 59 22 80 • Fax 73 59 22 95

## Forsidebilder

Hovedbilde: Bekk ved Trolldalsvatnet med utsyn mot Høgtuvbreen, Nordland. Foto: Jo Vegar Arnekleiv

## Småbilder

Prøvefiske i Innerdalsvatnet, Sør-Trøndelag. Foto: Ján Ivar Koksvik  
Elektrofiske i Dalåa, Nord-Trøndelag. Foto: Jo Vegar Arnekleiv  
Ornitologen i felt. Foto: Per Gustav Thingstad



ISBN 82-7126-665-9  
ISSN 0802-0833