

DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKAB, MUSEET

# rappport

ZOOLOGISK SERIE 1983-4

Fjærmygg (Chironomidae)  
i oppdempte magasin.  
Et forprosjekt

John W. Jensen  
Anders J. Olsen



Universitetet i Trondheim



K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1983-4

FJÆRMYGG (CHIRONOMIDAE) I OPPDEMTE MATASIN.  
ET FORPROSJEKT

av

John W. Jensen  
Anders J. Olsen

Universitetet i Trondheim  
Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Muséet  
Trondheim, desember 1983

ISBN 82-7126-355-2

ISSN 0332-8538

## REFERAT

Jensen, J.W. og Olsen, A.J. 1983. Fjærmygg (Chironomidae) i oppdemte magasin. Et forprosjekt. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1983-4*: 1-33.

Et forprosjekt omkring metodikk for studier av bunndyr, spesielt fjærmygg, og enkelte miljøfaktorer i oppdemte magasin ble i alt vesentlig gjennomført sommeren 1983 i Granasjøen og Nesjøen. Temperaturmålinger i reguleringssonen pågår fortsatt.

Det knytter seg vanskeligheter til prøvetaking, og spesielt til utsortering av bunndyr fra de voluminøse og torvholdige substratprøvene i oppdemte magasin. Det går greit å ta prøver med vanlig redskap under LRV, mens prøver i reguleringssonen og på nylig oppdemt grunn vil kreve tyngre utstyr. For utsortering ble det funnet frem til to brukbare måter, én vann/olje-separering og én apparatur for vertikal utdriving i trakt med rist.

Forsøk med klekkefeller for fjærmygg viste at slike feller må være spesielt solide og henges opp nær bunnen for å fungere i store, vindeksponerte magasin.

Resultatene av grabbing og klekkefeller indikerer at tettheten av fjærmygglarver i Granasjøen var størst i den øverste delen av reguleringssonen.

Temperaturen på 4 og 11 m dyp i reguleringssonen i Granasjøen vil bli målt kontinuerlig vinteren 1983/84. Fjærmygglarver fra Granasjøen ble frosset ned i vann på  $-2$  og  $-4^{\circ}\text{C}$ , men overlevde ikke dette.

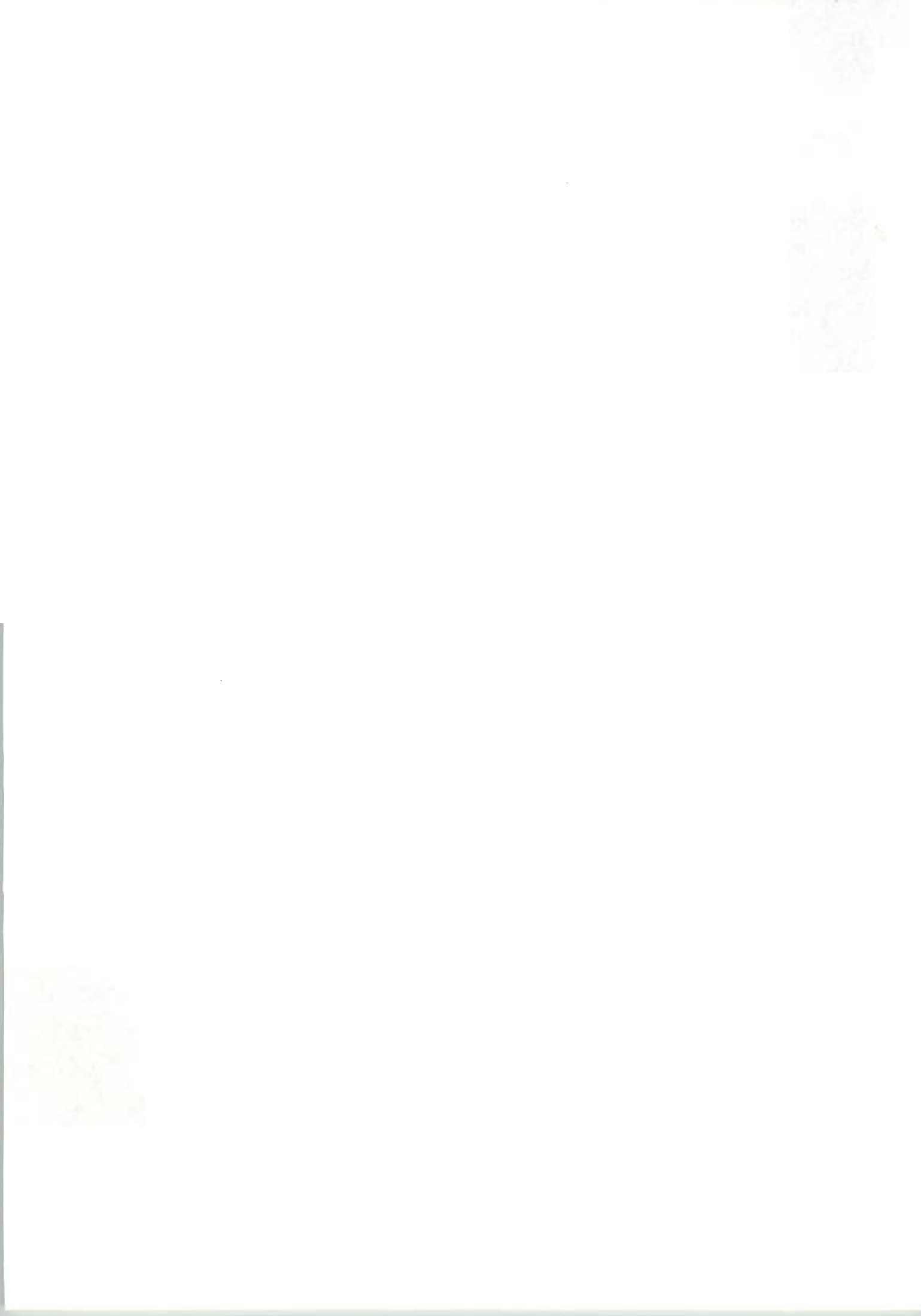
*John W. Jensen, Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab,  
Muséet, Zoologisk avdeling, N-7000 Trondheim.*

*Anders J. Olsen, Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab,  
Muséet, Zoologisk avdeling, N-7000 Trondheim.*



## INNHOOLD

REFERAT	
INNLEDNING .....	7
MAGASINENE DER FORSØKENE BLE UTFØRT .....	8
BUNNPRØVER I OPPDEMTE MAGASIN .....	8
UTSORTERING AV DYR FRA BUNNSUBSTRAT .....	9
Mekaniske separasjonsmetoder .....	10
Stimuli for dynamisk separering .....	13
Apparatur for dynamisk separering .....	17
FJÆRMYGGE I GRANASJØEN .....	25
FORSØK MED KLEKKEFELLER FOR FJÆRMYGGE .....	25
TEMPERATUR I REGULERINGSSONEN .....	28
FJÆRMYGGLARVERS TOLERANSE OVERFOR FROST .....	28
SAMMENDRAG .....	29
LITTERATUR .....	31





## INNLEDNING

Gjennom Det nasjonale kontaktutvalg for vassdragsreguleringer fremmet amanuensis John W. Jensen i desember 1982 et forslag til undersøkelser av fjærmygg i oppdemte magasin. Bakgrunnen er at det er påvist store mengder fjærmygg i slike system, og at de er grunnlag for en stor fiskeproduksjon. Fjærmygglarver og -pupper står f.eks. bak ca. halvparten av den store fiskeproduksjonen i Nesjøen i Tydal, der de fyller fiskemagene den første måneden etter isløsning (Jensen 1971, Haabesland 1973, Koksvik 1974, Jensen 1979a). Ved siden av meitemark fra oversvømt grunn var fjærmygg også de viktigste næringsdyr for ørret i Granasjøen i Rennebu de to første årene etter oppdemming, da fiskens vekst og fangstutbyttet var like stort som i Nesjøen. Store mengder fjærmygg er videre påvist etter oppdemming av Finnkojsjøen (Jensen 1973). I den østre delen av Aursjømagasinet, Gautsjøen, var det etter 5 m oppdemming og 30 års regulering fortsatt så mye fjærmygglarver at antall bunndyr var 5-6 og biomassen 3-4 ganger større enn i den opprinnelige Gautsjøen (Jensen 1979b, 1982).

Produksjonsgrunnlaget for disse fjærmygglarvene må vesentlig være den neddemte vegetasjonen. Etter noen år er det bare torv som er aktuelt. I de nevnte magasinene finnes torv i store mengder. Den vaskes ut og fordeles over hele bunnen.

Når en fisker i strandsonen etter isløsning er fiskemagene fylt med fjærmygglarver. Dersom larvene kun overvintrer på det areal som er vanddekt om vinteren, må de derfor forflytte seg like hurtig som vannet stiger. Det betyr også at tettheten av larver på dette arealet må være spesielt stor. Bunnprøver tatt om vinteren i en nedtappet Nesjø har ikke vist slike tettheter.

Jensen har derfor satt frem hypotesen om at fjærmygglarver overlever i den tørrlagte reguleringssonen om vinteren, og muligens også utover sommeren, spesielt på områder som er dekt av torv. Dersom dette er tilfelle, er ikke reguleringssonen et biologisk dødt område slik det generelt fremstilles, men vil på årsbasis ha en stor produksjon av næringsdyr for fisk. Prosjektforslaget gjaldt studier av fjærmygglarvers evne til å overleve i reguleringssonen og produksjon av fjærmygg i oppdemte magasin.

Det lyktes imidlertid kun å skaffe midler til et forprosjekt, som vesentlig har tatt for seg metodiske problem. Det knytter seg store

vanskeligheter til prøvetaking på bunnen av oppdemte sjøer, og spesielt til utsortering av dyr fra bunnssubstratet. Prøvene inneholder store mengder torv, og vanlig utsortering for hånd er både så tidkrevende og upålitelig at det er uaktuell metodikk.

Cand.real. Anders Olsen, som har bakgrunn i parallelle problemstillinger for jordbunnsfauna, har utført og rapportert forsøkene omkring metodikk for utdriving av bunndyr fra substratet.

Ola Jonassen, som utfører siviltjeneste ved vårt museum, har produsert og forbedret klekkefeller, og har hatt tilsyn med dem i felt.

NVE, Vassdragsdirektoratet stilte kr. 35.000 til disposisjon for forprosjektet. Zoologisk avdeling ved DKNVS Muséet har gjennom utstyr, vikarmidler og bilhold bidratt med et tilsvarende beløp. Trondheim elektrisitetsverk har stilt kvartér, båt og en feltassistent til disposisjon i Granasjøen og Nesjøen. Vi takker varmt for all bistand.

#### MAGASINENE DER FORSØKENE BLE UTFØRT

Den 6.9 km<sup>2</sup> Granasjøen i Rennebu er et helt ut kunstig magasin, dannet ved oppdemming av elva Grana. Den reguleres mellom kotene 610 og 650. Oppfyllingen startet i 1981, nådde kote 639 i 1982 og magasinet var fullt første gang 25.9.1983.

Nesjøen i Tydal er 39 km<sup>2</sup>, og også et helt kunstig magasin. HRV er på kote 729 og LRV på 706, men visse restriksjoner på tapping gjør at en sjelden har kommet vesentlig under kote 720. Fyllingen av Nesjøen startet i 1970, og den var så godt som full for første gang i oktober 1972. Essandsjøen går i ett med Nesjøen på vannstand over kote 722.4. Dette magasinet er 27 km<sup>2</sup>, og ble oppdemt 6.6 m omkring 1950 og har siden vært regulert mellom kote 722.4 og 729.

#### BUNNPRØVER I OPPDEMTE MAGASIN

Bunnssubstratet i oppdemte sjøer varierer fra nylig oversvømt mark til dype, myke sedimenter som er en blanding av silt og finfordelt torv.

Noen år etter oppdemming er det avsatt sedimenter under LRV.

Vanlige grabber til bruk i ferskvann, som de etter Ekman og van Veen, har vist seg å fungere godt. Problemet er den store fraksjonen av torvresten som gjenstår etter siling.

I reguleringssonen består substratet av utvasket berg og stein, grus-sandbanker og partier der det gjenstår torv. Grabber fungerer på grus-sand, men er meget problematiske på torvbunn der det ofte ligger igjen kvist som hindrer lukking av redskapen. Essandsjøen og Gautsjøen er eksempler på slike magasin.

Bunnen i Nesjøen er helt ut oversvømt mark. Overflaten av magasinet er stort og vindeksponeringen kraftig. Under kote 723 er det stort sett sedimenter eller løs bunn, slik at det går greit å hente opp prøver med lett grabb. Kvist i prøvene gjør at mange grabbtak mislykkes helt eller må vrakes.

I Granasjøen var det sommeren 1983 et tynt sedimentlag under LRV. Det bestod av fine slampartikler, antakelig fra anleggsarbeidet fordi tykkelsen økte mot demningen, og en del utvasket torv. Selve reguleringssonen består ennå av vanlig fastmark med død vegetasjon. Her skrapte de vanlige grabbene kun av noe vegetasjon, og var ubrukelige. Vi hadde forhåpninger til en 4.5 kg rørhenter med diameter 6.5 cm, men den slo ikke ned i jordsmonnet.

For å ta bunnprøver i reguleringssonen kreves det spesielt tung og solid redskap. Den må trenge ned i fastmark og skjære av små kvist. Slik redskap stod ikke til disposisjon for utprøving, men er beskrevet i litteratur (f.eks. Kajak 1971). Vi har størst tro på en tung rørhenter, eventuelt med styrefinner, slik at den kan senkes hurtig. Da det av hensyn til utsortering av dyr er fordelaktig med små substratprøver, bør en rørhenter med lokk også være mest egnet på løsbunn.

## UTSORTERING AV DYR FRA BUNNSUBSTRAT

Den vanligste metoden for å sortere dyr ut av bunns substratet er håndplukking ved hjelp av pinsett eller sugepipette, etter at prøven er silt i vann. Svømmende smådyr kan fraskilles ved å slå rikelig med vann over prøven, og filtrere dette gjennom en duk. Metoden krever minimalt med utstyr. Den er grei nok i fjellvann, der silresten ofte er liten og vesentlig består av små stein, grus og sand. I lavlandet og i myrsjøer

øker mengden av levende og døde planterester. Påliteligheten avtar og tidsforbruket kan øke til det håpløse. Metoden er også mest egnet for store eller bevegelige dyr. Den er videre avhengig av lys- og andre arbeidsforhold samt personlige egenskaper hos utøveren.

Det er med andre ord mange grunner til å søke etter raskere og mer pålitelige metoder. I oppdemte magasin der bunnprøvene inneholder store mengder torv er dette en betingelse. Silresten er for stor, lettbevegelig i vann og ugjennomsiktig for håndutplukking. Selv i små porsjoner er det vanskelig å finne dyrene.

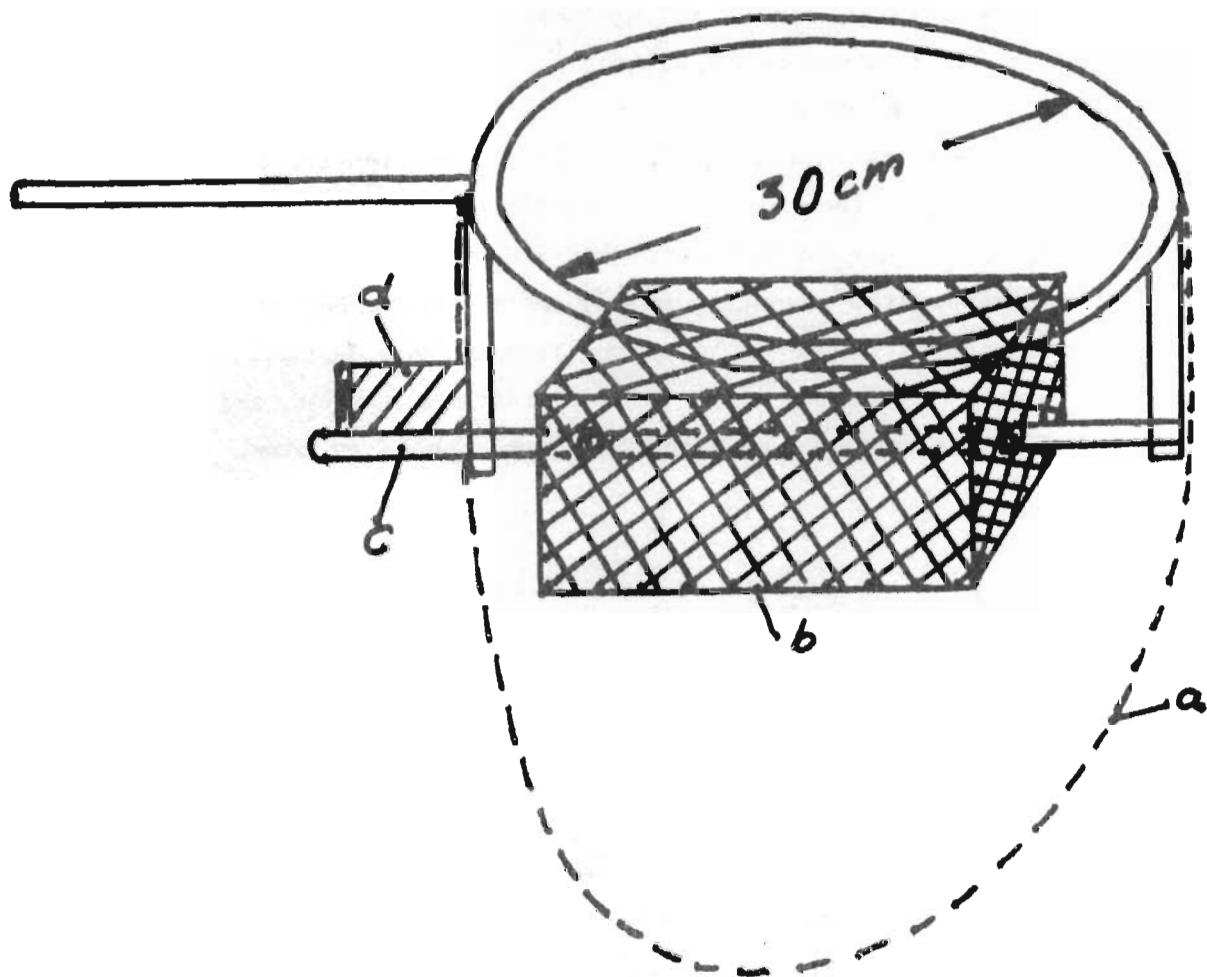
De metodene som anvendes for å skille organismer fra et substrat bygger på to ulike prinsipp. I dynamiske metoder stimuleres dyrene til å forlate substratet ved egen hjelp, i mekaniske benyttes separasjonsprosedyrer som siling, flotasjon, sentrifugering osv., se f.eks. Edmonson & Winberg (1971) og Southwood (1978). Begge prinsipp har kvaliteter av interesse for bunndyrundersøkelser, og ble anvendt i vårt arbeid for å utvikle enkle og effektive utdrivingsmetoder.

### Mekaniske separasjonsmetoder

#### Siling

Siling i vann er den vanligste separasjonsprosedyre ved bunndyrundersøkelser. Metoden er mest effektiv om dyrene har en annen størrelse enn partiklene i substratet, slik som tilfellet er for silt og leire. Normalt vil en fjerne en del, og ofte en stor del, av substratet i en sil som har så fine masker at den holder tilbake de dyrene en er interessert i. Dersom materialet vesentlig skal gi grunnlag for faunabeskrivelse og biomassebergninger, er en maskevidde på 0.5 mm ansett som egnet. Innsatsen øker enormt for å få ut mindre dyr samtidig som påliteligheten avtar, dersom arbeidet er basert på utsortering for hånd. Når en som i vårt tilfelle har produksjonsstudier som mål, må det også tas hensyn til de minste stadiene av dyrene.

Som et første ledd i enhver separasjonsteknikk forutsetter vi derfor en siling av substratet i en duk med maskevidde 0.2 mm. Det anbefales å ha silutstyr som kan anvendes i båt, slik at prøvene kan siles etter hvert som de tas opp. En vanlig håv med skaft og duk av maskevidde 0.2 mm



Figur 1. Håv for primær siling av substratprøver. a: nylonduk av maskevidde 0.2 mm, b: nettingkasse maskevidde 15 mm, c: rotasjonsakse for nettingkasse, d: drivverk for rottering av nettingkasse.

kan anbefales (Fig. 1). Kassen vil holde igjen lett vaskbare objekt som stein og større plantedeler. Dersom kassen kan roteres om en akse, øker effektiviteten av silingen som skjer ved å bevege håven opp og ned.

### Flotasjon

Separasjon ved flotasjon baseres på at bunndyr vil flyte og substratet synke i en væske av bestemt tetthet. Metoden ble første gang

tatt i bruk av Berlese (1921) på jordprøver. Den har vært benyttet av jordbruksforskere i ulike modifikasjoner, og i et visst omfang også av ferskvannsbiologer (Kajak et al. 1968).

Da de fleste bunndyrene har tetthet nær vannets, må flotasjonsvæsken ha noe større tetthet. Ulike saltløsninger, d.eks.  $\text{NaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  og  $\text{ZnSO}_4$ , sukker og hydrokarboner har vært brukt. Metoden virker utmerket når substratet vesentlig består av uorganisk materiale. Imidlertid har planterester ofte omlag samme tetthet som bunndyr, og vil da floterer sammen med disse. Slik viste direkte flotasjon seg uegnet på bunnssubstratet fra oppdemte magasin med stort innhold av torv.

#### Separasjon i vann/olje-blanding

I mer omfattende flotasjonsprosedyrer utnyttes spesielle egenskaper ved dyrenes overflate (kutikula) for å skille leddyr (arthropoder) inkludert insekter fra planterester. En benytter seg av at overflaten hos dyrene er lipofil (fettelskende) og hydrofob (vannavstøtende), mens planterester er hydrofile. Ristes leddyr og planterester sammen med vann og olje i et kar, vil overflaten hos dyrene bli fuktet med olje. Når blandingen deretter får stå dannes et system med to væskefaser, oljefasen med dyrene øverst, vannfasen med planterestene nederst. Eventuelle mineralpartikler synker til bunns.

Metoden ble først brukt på jordbunnsprøver i rent vann og benzen, etter at mineraljord først var fjernet ved flotasjon i magnesiumsulfat (Salt & Hollik 1944). En videreføring er å la den ene fasen stivne ved frysing eller tilsetning av stoffer, slik at fasene lett kan skilles og dyrene siles ut.

Vi forsøkte en metode beskrevet av Edwards & Heath (1963) og Edwards et al. (1970) på limniske arthropoder. Metoden er en kombinasjon av flotasjon og separasjon i vann/olje. Som vannfase ble brukt mettet zinksulfatløsning med tetthet 1.4, som oljefase enten en blanding av xylol og karbontetraklorid ( $\text{CCl}_4$ ) med tetthet 1.2 eller decahydrophalen og  $\text{CCl}_4$  med tetthet 1.2. Dyrene ble imidlertid i utstrakt grad hengende igjen i vannfasen eller interfasen. Dette må skyldes at kutikulaen hos limniske arthropoder har langt mindre lipofile egenskaper sammenlignet med landlevende arthropoder.

De samme erfaringene er gjort med fjærmygglarver. Problemet er tidligere delvis løst ved å koke prøver med dyrene under redusert trykk før separering, og å tilsette såpe i vannfasen for å minske vannets overflatespenning. Separasjon ble deretter gjort med xylol som oljefase. Vi hadde ikke tilgang på slikt utstyr for koking, men kokte prøver under vanlig atmosfærisk trykk og satte til såpe i vannfasen. Resultatene var lite vellykte, selv om en rekke oljer og oljeblandinger som benzen, xylol, white-spirit og blanding av hver av disse med  $\text{CCl}_4$  ble prøvd.

Vi fant imidlertid at materialet som hadde vært fiksert på 96% etanol lot seg separere med stort hell etter metoden til Edwards et al. (1970). Dette må bero på at alkohol øker kutikulaens lipofile egenskaper hos vannlevende arthropoder. Metoden synes særlig effektiv om det tilsettes såpe i vannfasen. I en test med 50 fjærmygglarver innpodet i ca. 0.2 l utvasket og torvholdig bunnssubstrat, ble 49 separert ut. Vannfasen var mettet zinksulfat tilsatt 2-3% såpe og oljefasen 1.1.1-triclorethan. Metoden synes meget lovende og bør utprøves i større omfang. Den kan være et viktig alternativ til dynamisk utdriving av levende dyr, da prøvene kan oppbevares i ubegrenset tid før separering. Dermed kan de bringes til laboratorium, slik at separering kan utføres under optimale betingelser.

Benzen og  $\text{CCl}_4$  antas å være akkumulerende miljøgifter og er forholdsvis kostbare. Imidlertid har ingen rene oljer stor nok tetthet for formålet. Ved utprøving fant vi at også andre hydrokarboner enn oljer kan ha den ønskede virkning. Både diklormetan (methylenklorid)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  med tetthet 1.33 og 1.1.1-triclorethan (metylkloroform, genkjen)  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$  med samme tetthet ga utmerkede resultat. Den siste er et vanlig fortynningsmiddel.

#### Stimuli for dynamisk separering

En dynamisk utdrivingsmetode stiller primært to krav til utstyr: et stimulus eller sett av stimuli som induserer en akselerert bevegelse hos de aktuelle organismene, og en apparatur der bevegelsen fører til utseparering av organismene. En effektiv dynamisk metode er lite arbeidskrevende. Dyrene fremkommer hele og rene, og de er velegnet for identifisering. Tiden fra prøven tas og til den må plasseres i apparaturen er begrenset. Metoden virker ofte selektiv med hensyn til art,

utviklingsstadier og kondisjon.

Slike metoder har siden århundreskiftet vært benyttet av jordbunnsforskere. Stimuliene har vært temperatur, fuktighet, lys, elektrisitet og kjemikalier, og kombinasjoner av disse. Som feller har en benyttet trakter, rister og kombinasjoner av slike. Southwood (1978) gir oversikt over utviklingen.

Dynamiske metoder har vært lite brukt for aquatisk fauna, men både Edmonson & Winberg (1971) og Southwood (1978) antyder mulighetene av å modifisere metoder benyttet for jordbunnsfauna. Ved å plassere prøver på en rist øverst i en vannfylt trakt med en varmekilde over, separerte O'Conner (1955, 1962) ut jordlevende Enchytraeidae (en gruppe fåbørstemark). Overgaard (1947-48) og Hadley (1971) brukte slik metodikk på hjuldyr (Rotifera) og larver av stankelbein (Tipulidae), og den er ifølge Southwood (1978) vanlig anvendt på rundormer (Nematoda). På samme prinsipp bygger "whitehead-tray" (Whitehead & Hemming 1965), og ulike varmtvannsekstraktorer (Milne et al. 1958), som eventuelt kan tvinge dyrene opp og inn i et sandlag (Nielsen 1953, Milne et al. 1958). Rene sandekstraktorer har vært benyttet for larver av sviknott (Ceratopogonidae) (Bidlingmayer 1957) og for en rekke bunnlevende ferskvannsdyr (Williams 1960a, b). Alle disse metodene krever tid, stor arbeidsinnsats og ofte tungt og kostbart utstyr.

Vi testet en del stimuli på enkeltdyr av følgende grupper: fjærmygglarver (Chironomidae), marflo (*Gammarus*), rekebarn (*Neomysis*), fåbørstemark (Oligochaeta) og i mindre omfang på midd (Hydracarina), damsnegler (Lymnaeidae) og larver av døgnfluer (Ephemeroptera) og vårfluer (Trichoptera). Primært ønsket vi å se om stimuliet induiserte bevegelse hos dyrene, og om denne var retningsbestemt i forhold til stimuliet og/eller gravitasjon. Forsøk ble derfor utført i plastbakker der dyrene kunne bevege seg fritt over bunnen, og parallelt med dyrene på små plater under vann for å se om de reagerte med positiv geotaxis, dvs. trakk seg nedover fra platen.

#### Ultralyd

Forsøksdyrene ble påvirket med ultralyd, men ingen adekvat bevegelse ble registrert.



### Lys

Forsøk med punktbelysning av enkeltindivider ga ingen registrerbar respons.

Det ble derfor laget en horisontal lysgradient i en plastbakk, ved å dekke størstedelen av bakken med et lystett lokk. Gjennom en spalte mellom lokk og kanten av bakken, i bakkens mørke del, ble det sendt inn lys.

Forsøksdyrene ble innledningsvis tilfeldig fordelt i bakken. Etter en halv time var det bare små endringer i fordelingen. Hovedsaken var en noe større konsentrasjon av fjærmygglarver i den lyse delen av bakken. Reaksjonen var likevel så liten eller så langsom at lys ble oppgitt som aktuelt stimuli.

### Varme

Varme er det tradisjonelle stimuli ved utdriving av dyr. Innledningsvis ble et reagensrør med kokende vann plassert inntil enkeltdyr av fjærmygglarver, rekebarn, marflo og fåbørstemark som oppholdt seg i vann av romtemperatur. Hos alle dyregruppene induserte temperaturpåvirkningen en umiddelbar økning av bevegelsene, men bare hos fåbørstemark syntes bevegelsene å være klart retningsbestemt bort fra varmekilden.

Fjærmygglarver, som er hovedobjekt for dette arbeidet, har tilsynelatende to bevegelsesformer, en krypende på underlaget og en form for svømming gjennom raske buktninger av kroppen. Den krypende er langsom, men kan sannsynligvis være retningsbestemt i forhold til gitte stimuli. Den buktende induseres lett gjennom ulike stimuli, men synes derimot ikke på noen måte retningsbestemt, hverken horisontalt eller vertikalt.

For å teste fjærmygglarvers reaksjon på temperaturforskjeller, ble en del plassert tilfeldig i en horisontal temperaturgradient. Denne ble laget i et vannfylt plexiglassrør, 30 cm langt og diameter 2 cm, ved å koble den ene enden av røret til vann av 5<sup>o</sup> og den andre til vann av 60<sup>o</sup>C. Resultatet var skuffende, fordi larvene nesten ikke beveget seg langs røret. Selv etter flere timer var de bare noen få cm fra utgangspunktet. Utdriving av fjærmygglarver i en temperaturgradient ble derfor oppgitt.

### Elektrisitet

Påførsel av elektrisk spenning til vann hvor det oppholdt seg bunndyr, medførte i nesten alle tilfeller en spontan muskulær respons. Responsen ser ut til å variere kraftig med en rekke faktorer, særlig strømkildens spenning, konsentrasjonen av elektrolytter i vannet, dyregruppe og størrelsen på dyret. Ellers er størrelsen og utformingen av elektrodene viktig, likeså om strømmen tilføres jevnt eller i pulser.

Innledningsvis ble dyrene påvirket med jevn likestrøm fra en strømkilde som kunne levere fra 0 til 70 V trinnløst. De avviklede endene av ledningene ble benyttet som elektroder. Forsøksdyrene befant seg i vann med ledningsevne 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Fåbørstemark viste en kraftig respons allerede ved få V. Andre dyregrupper krevde atskillig høyere spenning, og enkelte som vannmidd viste knapt noen respons selv ved 70 V. Generelt var nødvendig spenning omvendt proporsjonal med lengden av dyrene. Det viste seg dessuten at selv om reaksjonen hos de fleste dyregruppene artet seg som en økning av bevegelse, så avtok den forholdsvis raskt ved fortsatt påvirkning, ofte til et lavere nivå enn før strøm ble påsatt. Dette kunne arte seg som en "frysing" av bevegelsene.

Til videre forsøk ble det anvendt en Arimec Oscillator/Amplifier, type 254. Den leverer likespenning fra 0 til 800 V i trinnløs regulering, og strømstøt med en frekvens fra 30 til 30 000  $\text{s}^{-1}$ . Vi gjorde erfaringer som tyder på at den laveste pulsfrekvensen ga minst "frysing" av dyrenes bevegelse, og bare den ble siden benyttet.

Elektrisk likestrøm med f.eks. puls på 50  $\text{s}^{-1}$  og spenning 700-1000 volt lammer fisk i ferskvann. Da fisken samtidig søker mot anoden, er dette en effektiv fangstmetode. Vi hadde håpet at slik eller lignende elektrisk strøm skulle utvikle en tilsvarende horisontal bevegelse hos bunnlevende invertebrater, mot eller fra en av elektrodene eller i forhold til strømfeltet generelt. Dermed kunne dyrene tvinges ut av substrat plassert i én ende av et kar og ut i rent vann.

Under de forsøksbetingelsene som stod til disposisjon, ble det bare registrert ett tilfelle av klar retningsbestemt reaksjon. Dette gjaldt en vannkalvlarve (Dyticidae). Raske svømmere som rekebarn og marflo reagerte spontant med omfattende svømmeaktivitet. Aktiviteten avtok raskt med fortsatt strømpåvirkning, og bevegelsene var ikke retningsbestemt i horisontalplanet. Godt bevegelige dyr som vannmidd og larver av døgnfluer

og steinfluer reagerte på samme måte, men forflytningene var korte. Husbyggende vårfluellarver økte aktiviteten i liten grad ved lave spenninger, ved brå påvirkning trakk de inn i huset. Fåbørstemark reagerte på spenninger omkring 4-5 V med voldsomt sprellende bevegelser som ikke bringer dem i noen retning. Ble spenningen økt stivnet de etter hvert og døde.

Fjærmygglarver spesielt reagerte på forsiktig strømpåvirkning med økning av krypende bevegelse, mens retningen synes forholdsvis ubestemt av elektrodene. De krøp ikke langt og ved fortsatt påvirkning avtok bevegelsen til under upåvirket nivå. Ble spenningen brått økt over et visst nivå inntrådte buktende bevegelser, og dyrene syntes å trettes ut eller å passifiseres raskt. Den buktende bevegelsen foregikk dessuten hovedsakelig i vertikalplanet.

Punktformede elektroder viste seg å ha større virkning på dyr som var nær enn elektroder med større overflate.

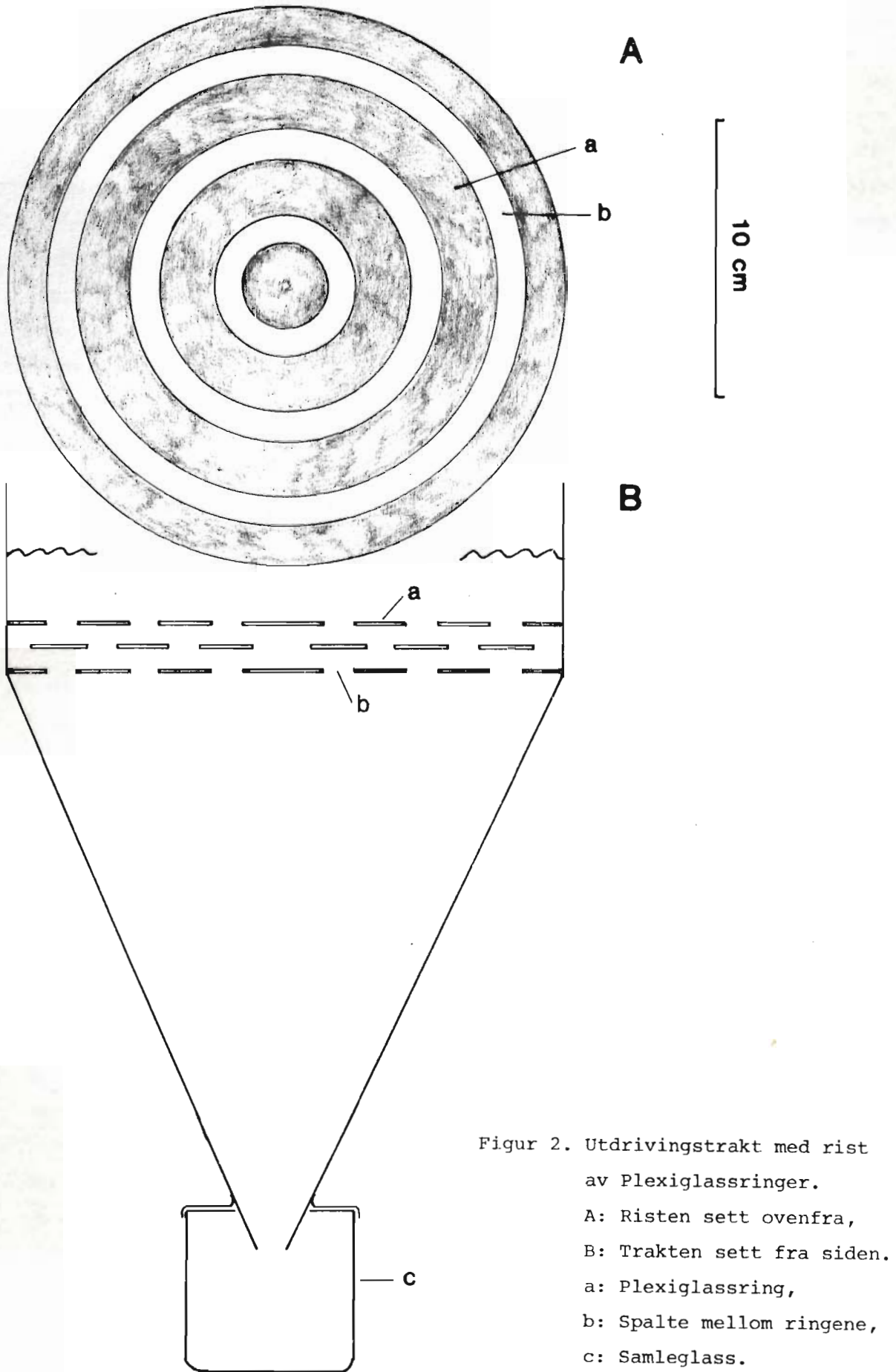
Elektrisk strøm er utvilsomt en meget effektiv stimulans for mange grupper av bunnlevende ferskvannsdyr. Under konstant påvirkning blir imidlertid dyrene utmattet eller inaktivisert på annen måte, før de eventuelt rekker å unnvike eller ordne seg i det elektriske feltet. Forsøkene bør føres videre med apparatur som kan variere pulsfrekvens, f.eks. i området 1 til 60 min<sup>-1</sup>, samtidig som pulslengden kan varieres.

#### Apparatur for dynamisk separering

Ingen av de prøvde stimuli var under de betingelser vi kontrollerte i stand til å indusere bevegelse hos dyrene med tilstrekkelig retningskonstans og varighet for en horisontal utdrivelse.

Det ble imidlertid observert at dyr plassert på et tilstrekkelig lite platå i vann, etter en tid med tilfeldige bevegelser kunne havne på kanten av platået, og derfra slippe seg nedover. Det ble derfor laget apparatur som i prinsippet er en Baermanntrakt (Southwood 1978), der risten etter idé fra Dietrich et al. (1959) er utformet av flere lag med ribber eller plater montert slik at de underste dekker åpningene mellom de øverste. Substratet med dyrene fordeles over risten, som må holde substratet igjen mens dyrene kan passere nedover i spaltene.

Vårt første apparat er vist på Fig. 2. Trakten har et øvre tverrmål på 20 cm og ganske bratte vegger. Den spisse enden stikker ned i



Figur 2. Utdrivingstrakt med rist av Plexiglassringer.  
A: Risten sett ovenfra,  
B: Trakten sett fra siden.  
a: Plexiglassring,  
b: Spalte mellom ringene,  
c: Samleglass.

et samleglass, der den samtidig virker som en ruse for å holde igjen svømmende dyr. Risten består av 3 lag ringer av plexiglass, 20 mm brede og 3 mm tykke. Spaltene er 10 cm brede. Avstanden mellom lagene i risten er 8 mm. Trakten ble fylt med vann til 4-5 cm over risten, og prøvene fordelt forsiktig utover risten.

De første prøvene ble utført med bunnmateriale fra Nidelva med stort innhold av moser og alger og en fauna vesentlig av marflo, rekebarn, fjærmygglarver, fåbørstemark og vannmidd. Risten holdt temmelig effektivt dette substratet tilbake. Dyr av alle de fem nevnte dyregruppene falt eller svømte nedover trakten til samleglasset, i overraskende stor grad. En del dyr ble igjen på risten, og dette varierte fra gruppe til gruppe.

Med varme som stimulus fra en 60 W lyspære ovenfor trakten, økte utdrivningen av fåbørstemark betydelig. Det har foreløpig ikke vært anledning til å utføre kontrollerte tester, men vi anslår at ca. 90% av fåbørstemark ble separert ut på denne måten i løpet av 2-3 timer. Med eller uten varmestimulus kan metoden sterkt anbefales for fåbørstemark. Det anses for umulig å ha fått ut en så stor del, og spesielt av de som bare var noen mm lange, av det planteholdige substratet ved håndplukking. Dessuten ville et slikt forsøk på håndplukking ha okkupert en person i mange timer. For de andre dyregruppene så varme ut til å ha liten betydning, og etter en tid døde de dyrene som lå igjen på grunn av den høge temperaturen.

Elektrisk likestrøm med 30 pulser  $s^{-1}$  og opptil 400 V ble forsøkt som stimulus, ved at to elektroder i form av brede biter av messingduk ble plassert i vannet på motsatte sider av trakten. Ledningsevnen ble økt ved å tilsette kalsiumkarbonat ( $CaCO_3$ ). Rekebarn, marflo og midd ragerte på elektrisitet med å trekke nedover i trakten. Delvis tilpasset de seg stimuliet og kunne svømme opp igjen. En del ble igjen oppå risten selv om strømstyrken ble økt til letalt nivå. På tross av disse problemene regner vi med å ha drevet ut 80-90% av disse dyrene ved denne prosedyren. Elektrisitet økte utdrivningen av fåbørstemark ubetydelig, og deres lave letale nivå på noen få volt er vanskelig å kombinere med stimulering av andre dyregrupper. Det er uklart hvordan elektrisitet påvirket utdrivningsgraden av fjærmygglarver, selv om bevegelsene forbigående økte. Derimot separerte apparaturen med eller uten elektrisitet effektivt ut røde *Chironomus*-arter som kryper aktivt, mens andre grupper av fjærmygglarver var vanskeligere og kunne f.eks. svømme mot overflaten ved

påvirkning. Spesielt vanskelig er små larver som holder til i alger.

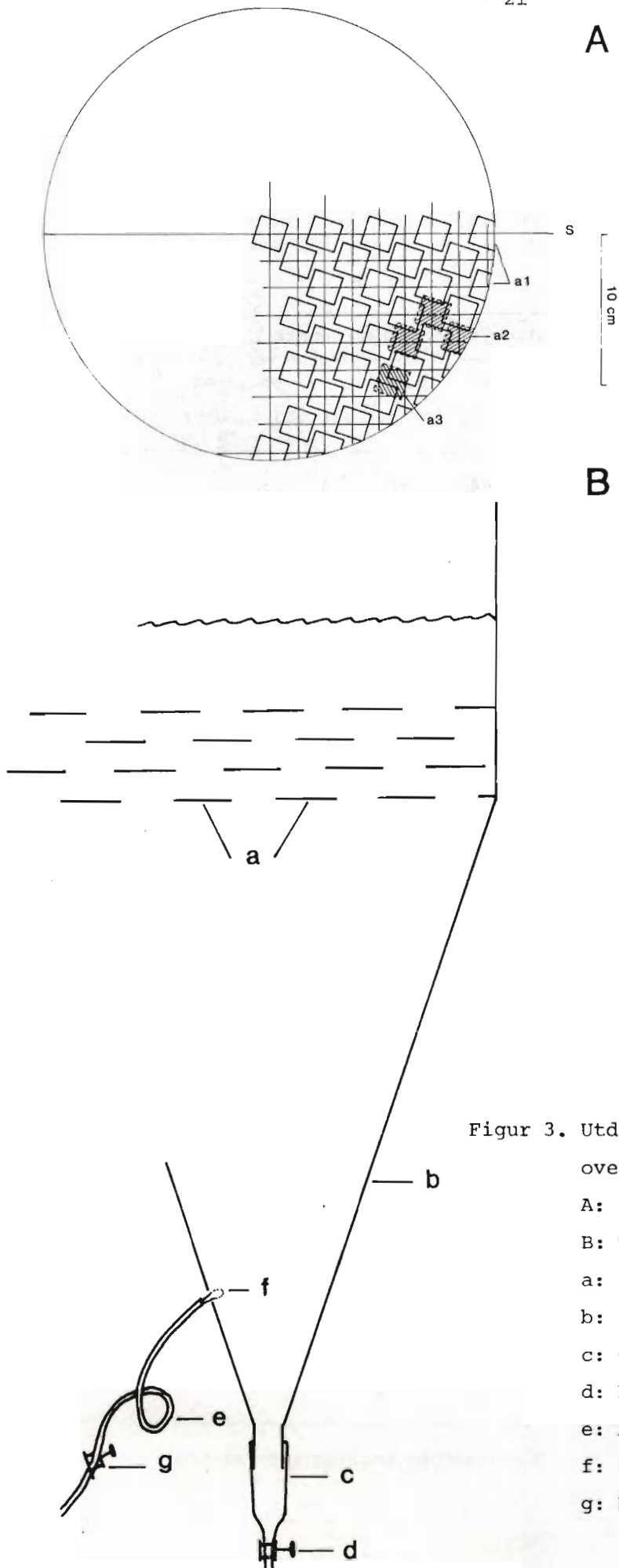
Larver av vårfluer, døgnfluer og steinfluer syntes å klenge til substratet og risten i større grad enn de øvrige dyregruppene, selv under påvirkning av varme eller elektrisitet. Som et alternativt stimulus ble vannstanden senket til under substratnivå. Spesielt døgnfluer reagerte på dette med å følge vannet nedover, og prosedyren er i varierende grad virksom for de fleste dyregruppene som ble testet. Variering av vannstanden kan ikke brukes om substratet er løst og lettflytende.

Det viste seg etter hvert at den apparaturen som er vist på Fig. 2 var i minste laget for de prøvestørrelsene en vanligvis har å gjøre med. Ringsystemet har også svakheter, først og fremst ved at dyrs bevegelse kan skje langs ringen. Dyr på ytterste ringen kan også vandre langs veggen av trakten.

Prinsipielt bør hvert "plata" ha så liten overflate som mulig og en slik form at avstanden frem til en kant er minst mulig uansett dyrets bevegelsesretning. Men systemet skal også holde tilbake substrat, og samtidig ha tilstrekkelig avstand mellom "plataene" for at dyrene lett kan passere.

Fig. 3 viser et system utbedret etter disse prinsippene. Det ble laget tre slike enheter for utprøving. Øvre diameter på trakten er økt til 30 cm, og ringene erstattet av et system av overlappende brikker av 1.0 mm tykk lexan, et klart polycarbonat. Hver brikke er 20 x 20 mm. Brikkene er montert i to lag på felles lameller. Normalt vil en bruke 4 nivå som på Fig. 3, men for lettflytende bunnssubstrat som det torvinfiltrerte fra demningssjøer kan en med fordel bruke 6 nivå. Brikkenes overflate dekker over halvparten av systemets totale overflate for hvert nivå. Deres orientering er slik at små dyr kan falle utfor langs hele brikkens kant, mens større dyr finner tilstrekkelig åpning ved å følge brikkens kant et lite stykke. Avstanden mellom nivåene er 10 mm. Vannstanden kan senkes ved hjelp av en slange, og trakten ender i en slange med klemme. Systemet ble spesielt laget for å drive fjærmygglarver ut av det spesielle substratet i demningssjøer. Arbeider en med dyr som er gode svømmere, bør det være et rusesystem som på Fig. 2.

Forsøk i det nye systemet ble gjort med materiale fra Nidelva som foran, men ingen direkte tester. En del av de problemene som knyttet seg til det første systemet synes eliminert, og utdrivingsgraden virket stor.



Figur 3. Utdrivingstrakt med rist av overlappende plastbrikker.

A: Risten sett ovenfra,  
B: Trakten sett fra siden.

- a: Lagene i risten,
- b: Selve trakten,
- c: Gummislange,
- d: Kran,
- e: Avtappingsslange,
- f: Sil,
- g: Kran.

Tabell 1. Utdriving av bunndyr fra substratprøver tatt i Granasjøen 4-6.10. 1983, i appatur vist på Fig. 3. Hver prøve dekker 0.02 m<sup>2</sup> og er tatt med van Veen-grabb

St.	Substrat-type	Dyp m	Prøve nr.	Fjærmygglarver			Fåbørstemark			Rundormer	
				Ant. utdr.	% Rest utdr.	%	Ant. utdr.	% Rest utdr.	%	Ant. utdr.	% Rest utdr.
1	Myr med grovt gras	8	1	100	19	84	53	4	93		
			2	39	6	87					
			3	47		100	1	1	50	1	100
2	Dyrket eng	4	1	74	3	96	2		100		
			2	31		100	3		100		
			3	14		100					
3	Mosegrodd eng	17-20	1							1	100
			2	1		100	27	1	96		
			3	2	1	66	3	1	75		
4	Skogbunn m/gras og mose	4	1	6		100	11	3	79	14	100
			2	18	1	95	10	2	83	6	100
			3	2		100	3		100	5	100
5	Fin-sedimenter	35-40	1		*		1	*			*
			2	1	*			*			*
			3	1	*		4	*			*
6	Fin-sedimenter m/planterester	37	1	5	**			**			**
			2		**			**			**
			3		**			**			**
7	Myr med mose	15	1	3		100	2	1	66		
			2	1		100	4		100	6	100
			3								

\* = Ikke kontrollert

\*\* = Substrattype umuliggjorde kontroll



Det nye systemet ble prøvd i felt på prøver fra Granasjøen med varierende bunnssubstrat. Resultatene fremgår av Tab. 1. Etter utdriving ble prøvene kontrollert for gjenværende dyr i godt lys. Dette var umulig for de torvholdige prøvene. Under utdriving ble vannstanden senket, men ingen andre stimuli benyttet. Utdrivingstiden var 1-2 timer. Utdrivingsgraden lå overveiende på rundt 80% både for fjærmygglarver og fåbørstemark, som er de dominerende bunndyrgrupper i magasin. At tettheten av dyr er liten på dyp over 35 m, bekreftes av grabbprøver tatt 3.6.1983 under LRV (se s. 25).

Den direkte effektiviteten av den samme apparaturen ble endelig testet på røde, ca. 12-14 mm lange fjærmygglarver fra Nidelva i torvholdig bunnssubstrat fra Granasjøen, dvs. på den dyregruppen og det substratet som dette forprosjektet var direkte rettet mot. Femti larver ble infiltrert i 0.2 l sterilisert bunnssubstrat. Senking av vannstand kan ikke benyttes på det lettflytende substratet, og det ble ikke benyttet stimuli. Prøven ble fordelt på risten og fikk stå en time. De utdrevne larvene ble tappet av, og resten av prøven omrørt i trakten, silt og plassert på risten i nok en time. Utdrivingen ble altså foretatt i 2 trinn. Ti slike parallelle ble utført (Tab. 2). Etter første trinn var gjennomsnittlig  $73.2 \pm 1.7\%$ , etter andre  $89.2 \pm 1.1\%$  av larvene ekstrahert.

Det betyr at vi har utviklet apparatur og metodikk som ekstraherer fjærmygglarver fra det torvholdige bunnssubstratet i demningssjøer med en akseptabel presisjon. Dermed har den vanskeligste delen av forprosjektet fått en positiv løsning. Under prøvetaking må en selvsagt gjennom tester kontrollere hvordan metodikken fungerer på ulike grupper og størrelser av larver. Det må forventes at utdrivingsgraden er mindre for små larver med mindre egenbevegelse, men det avgjørende er å tallfeste den.

Ytterligere forsøk med samme antall larver og substratmengde (Tab. 3) viser at utdrivingsgraden øker med tiden, at elektrisitet øker/akselererer utdrivingen, og at tilsetning av elektrolytter neppe har betydning. Det bør være store muligheter for at elektrisitet i en annen form eller kjemikalier kan utløse aktivitet som øker både tempoet og utdrivingsgraden. Generelt og særlig med tanke på arbeid i felt vil et aktivitetsstimulerende, eventuelt et nervepåvirkende stoff, være det beste.

Den apparatur og metodikk vi har utviklet bør være av stor verdi for de fleste studier av bunnfauna i vatn og elver. En prosedyre der vannsenking, forsiktig varmepåvirkning og elektrisitet følger hverandre

Tabell 2. Antall og prosent av røde fjærmygglarver drevet ut fra torvholdige fin-sedimenter fra Granasjøen i apparatur vist på Fig. 3. Hver test ble utført med 50 larver infiltrert i 0.2 liter sterilisert substrat, i 2 trinn à 1 time, uten stimuli

Test nr.	Etter 1. trinn		Etter 2. trinn	
	antall	%	antall	%
1	28	56	43	86
2	33	66	41	82
3	41	82	49	98
4	36	72	45	90
5	36	72	47	94
6	38	76	45	90
7	33	66	43	86
8	37	74	42	84
9	43	86	48	96
10	41	82	43	86
Middel	37	73	45	89

Tabell 3. Resultat av tester som i Tabell 2, i ett trinn med ulike prosedyrer

Test nr.	Prosedyre	Antall	%
1	2 timer, uten stimuli	30	60
2	16 timer, uten stimuli	43	86
3	30 min. uten + 30 min. med elekt. 20V	28	56
4	15 min. elektr. 40V + 15 min. 60V og CaCO <sub>3</sub>	14	28

som stimulus, vil drive ut en vesentlig del av de bevegelige dyrene. Mulighetene for å finne effektive kjemiske stimuli anses også som stor. Det gjenstår å teste effektiviteten av ulike prosedyrer på andre dyregrupper og substrattyper.

Fremstillingene av de limte ristene var meget tidkrevende. Rister bør støpes, og da gjerne med innlagte elektroder.

### FJÆRMYGG I GRANASJØEN

3. juni ble det tatt 16 grabbtak i Granasjøen spredt på det arealet som lå under kote 610 og som hadde vært dekt av vann i løpet av vinteren. På disse  $0.32 \text{ m}^2$  ble funnet kun én fjærmygglarve. En må tro at denne delen av magasinbunnen var så godt som fri for fjærmygglarver. 7-8.6. dominerte fjærmygglarver mageinnholdet hos ørret tatt i littoralsonen på kote 630-640 (Per I. Bergan pers. medd.). Dette må bety at det fantes betydelige kvanta av fjærmygglarver i den delen som ligger over LRV. At disse har overvintret under LRV, og deretter så massivt har vandret oppover er lite tenkelig. Situasjonen er en sterk indikasjon på at fjærmygglarver hadde overlevd vinteren i selve reguleringssonen.

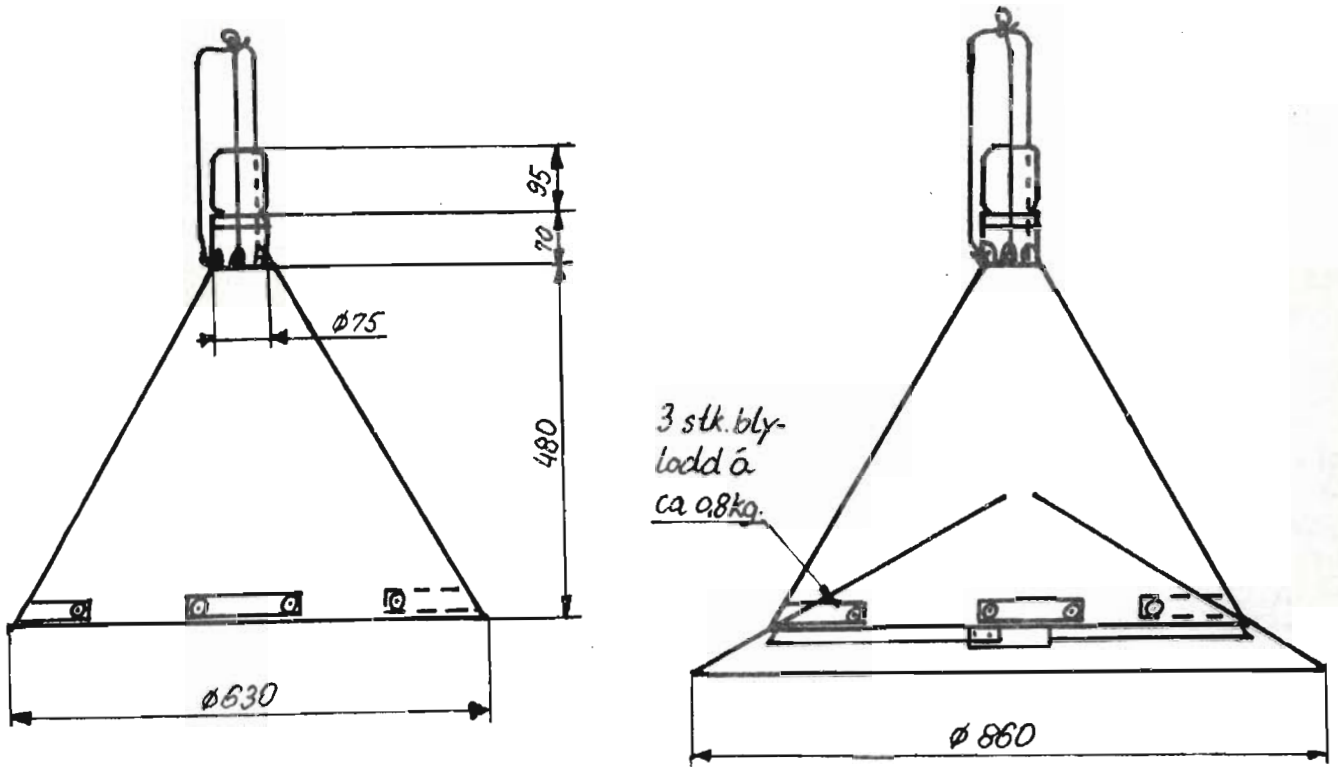
En slik vertikal fordeling underbygges sterkt av resultatene i Tab. 1. 4-6. oktober ble det påvist tettheter fra 100 til 5000 pr.  $\text{m}^2$  på dyp ned til 8 m, dvs. på det areal som ble oversvømt første gang i 1983. På større dyp var tetthetene bare 0 til 250 pr.  $\text{m}^2$ .

4. oktober ble det både i klekkefeller og planktonhåv tatt hundrevis av små planktonisk levende fjærmygglarver.

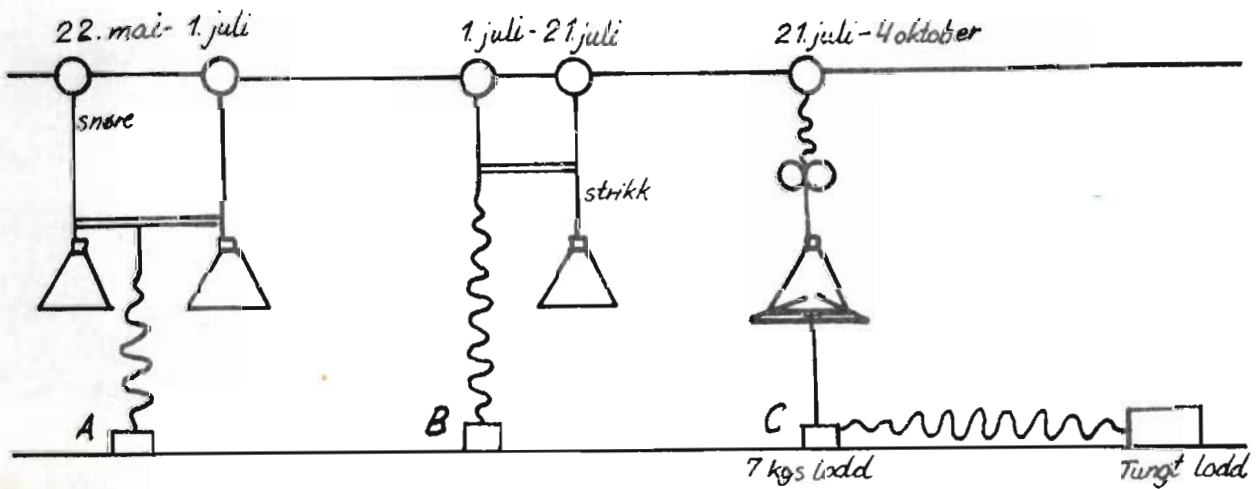
### FORSØK MED KLEKKEFELLER FOR FJÆRMYGG

Med disse forsøkene ønsket en å finne ut om det klekket ulike mengder av fjærmygg i ulike soner av et magasin. Spesielt ville en sammenligne areal som hadde vært vanndekt og tørrlagt i løpet av vinteren.

Tiden tillot bare å lage enkle, kjegleformede klekkefeller med skruglass på toppen (Fig. 4). Fellene ble laget av 1.0 mm tykk lexan som ble limt sammen. Hver felle dekte et areal på  $0.3 \text{ m}^2$ . Åpningen i glasset var 75 mm i tverrmål. Det ble montert på fellen halvfullt av luft.



Figur 4. Feller for klekkende insekter, mål i mm. Den til høyre har en indre kjegle og et nedre feste av 3 kryssende 1.5 x 24 mm aluminiumsskinner.



Figur 5. Opphengingssystem for klekkefeller brukt ulike deler av sommeren 1983.

Fangstprinsippet er at klekkende fjærmyggpupper stiger mot overflaten. De som kommer opp under en felle vil ledes opp i glasset og klekkes i luftblæren. Ved regelmessig tømning kan en få innsikt i hvilke mengder som klekkes pr. arealenhet utover sesongen.

Fellene ble i utgangspunktet hengt opp 2 og 2 i nylonsnøre 3 m under overflaten (Fig. 5). Dette fungerte ikke i det hele tatt, luftblærene og somme tider også glassene forsvant p.g.a. bølgegang. Nylontauene ble erstattet med 5 mm tykke gummistrikk, for å dempe svingningene. Dette hjalp en del, men fellene fungerte fortsatt langt fra tilfredsstillende. Fellene ble forbedret ved å lime en flatere kjegle med en åpning på 5 cm diameter inn i den første slik at fjærmygg som først hadde gått inn i fellen ytterst vanskelig kunne unnslippe. De ble også utstyrt med et feste i bunnen laget av 3 kryssende 1 mm brede skinner. Disse fellene ble enkeltvis forankret til bunnen i et 7 kg lodd og sikret med en line lengre enn avstanden mellom overflate og bunn til et ca. 20 kg lodd, slik at det var nødvendig bare å løfte det letteste loddet under tømning av fellene. Dette fellesystemet fanget en del fjærmygg og er sikkert effektivt. Fellen var imidlertid meget vanskelig å rengjøre på innsiden. Under tømning må den løftes opp av vannet med en betydelig vannlast, og fellene gikk etter hvert i stykker.

Fellene ble tømt og vasket ren for alger med ca. 7 dagers mellomrom.

To feller, hengt opp etter system B på Fig. 5, var i perioden 16.6.-14.7. utplassert i Nesjøen på hver av kotene 715, 717, 723, og 724. Vinteren 1982/83 var magasinet nedtappet til kote 722. Første del av perioden var det en intens fjærmyggklekking. Til tross for dette ble det bare fanget noen få fjærmygg nå og da, og helt tilfeldig. Utstyret var helt ubrukbart i den store bølgegangen.

I Granasjøen var 2 feller utplassert på hvert av følgende nivå: kote 607, 615, 625 og 635 fra 27.5. til 4.10., og fra 25.8. også på kote 645 over terreng som ble neddemt for første gang. I forsøksperioden steg vannstanden fra kote 640 til kote 650. Systemene A og B fungerte også her dårlig, mens C fanget en del fjærmygg. Det ble aldri observert klekkende eller svermende fjærmygg ved Granasjøen. Sommeren sett under ett var bruken av klekkefeller mislykket også for Granasjøen. Totalt antall fangede fjærmygg i perioden 21.7.-15.9. fordelte seg slik:

Kote 645	37
Kote 635	0
Kote 625	0
Kote 615	0
Kote 607	3

Resultatene bygger helt opp under grabb-materialet. Sommeren 1983 var det flest fjærmygglarver på de grunneste områdene i Granasjøen.

Gjennomføring av slike undersøkelser i store magasin vil kreve mer solid og praktisk utstyr. Vi mener feller beskrevet av Mundie (1971) vil holde mål. De er brukt med godt resultat i langt større magasin i Canada (Rosenberg et al. 1980).

#### TEMPERATUREN I REGULERINGSSONEN

Reguleringssonen er normalt mer eller mindre dekt av vann utover høsten og til årsskiftet, da nedtapping starter. Da vil magasinet være dekt av is med snø over. Dette dekket, med tilskudd fra etterfølgende snøfall, blir liggende som et isolerende lag over de arealene av magasinet som etter hvert tørrlegges. Temperaturen her vil derfor neppe gå langt under nullpunktet, og deler av reguleringssonen kan til og med tenkes å være frostfri.

For å innvinne informasjon om dette, ble en Grant temperaturskriver satt ut med 2 målepunkter på 4 og 2 på 11 m dyp i Granasjøen, som da var full. Temperaturen vil bli fulgt i løpet av vinteren, og en kan samtidig se hvordan lufttemperaturen innvirker. Det er naturlig at målingene følges året rundt. Etter isløsning er det naturlig å flytte utstyret til et mer brådypt sted, slik at en kan få ut målepunkter videre nedover i reguleringssonen.

#### FJÆRMYGGLARVERS TOLERANSE OVERFOR FROST

Mange ferskvannsdyr, også insekter, kan tåle temperaturer under 0°C for en periode (Olsson 1981, Solem 1983). Det er ikke urimelig å tro at også enkelte arter av fjærmygglarver som lever i magasin tåler dette. Det vil i så fall øke mulighetene for slike til å overleve vinteren i en

tørrelagt reguleringszone. For å teste dette, ble 5 porsjoner av ulike fjærmygglarver fra Granasjøen innefrosset i vann på  $-2^{\circ}\text{C}$  og 5 porsjoner på  $-4^{\circ}\text{C}$ . Hensikten var å tine opp prøver utover vinteren for å se i hvilken grad fjærmygglarvene tolererer frost.

2.12.83 ble en porsjon fra hver prøve tint opp, men dyrene var døde. Resten av prøvene ble tint opp. Samtlige dyr var døde, og forsøket negativt.

Ifølge Olsson (1981) vil imidlertid så godt som alle dyr som fryses i rent vann dø. Det er nødvendig å ha med en del substrat i prøven. På denne måten fikk Olsson også fjærmygglarver fra elveprøver tatt i Nord-Sverige til å overleve ved  $-4^{\circ}\text{C}$ . Forsøkene med fjærmygglarver fra Granasjøen bør gjentas under tilsvarende betingelser.

## SAMMENDRAG

Et forprosjekt for foreslåtte studier omkring fjærmygglarvers evne til å overleve i reguleringssonen og deres produksjon i oppdemte magasin ble i alt vesentlig utført sommeren 1983. Måling av temperatur i reguleringssonen løper fortsatt.

Om metodiske vanskeligheter med det spesielle, torvholdige substratet i demningssjøer, har en følgende konklusjoner:

1. Under LRV og ellers der det skjer sedimentasjon i demningssjøer kan vanlige grabber brukes. I reguleringssonen og spesielt på nylig oversvømt grunn kreves tyngre grabber eller rørhentere, utstyr som en ikke hadde til disposisjon for utprøving.

2. Utsortering av fjærmygg fra de voluminøse, torvholdige bunnprøvene i oppdemte sjøer krever spesiell metodikk, vanlig håndplukking er umulig. To brukbare metoder ble utviklet og beskrives. En metode er separasjon i magnesiumsulfat/hydrokarbon-blanding, den andre vertikale utdriving i trakt med en spesiell rist. Den siste bør kunne forbedres gjennom stimuli som øker dyrenes aktivitetsnivå. Metodene har store, generelle aspekter for en rekke bunnlevende dyregrupper.

3. Ordinære, kjegleformede klekkekfeller holdt ikke mål i Granasjøen eller Nesjøen. Slike studier vil kreve de mest solide feller som fins beskrevet i litteraturen.

Når det gjelder fjærmyggfaunaens fordeling i oppdemte magasin og

deres livsmiljø her, kan følgende rapporteres:

4. Arealet under LRV kote 610 i Granasjøen var omlag fritt for fjærmygglarver etter isløsning 3.6.1983. Til samme tid utgjorde fjærmygglarver den største andel av mageinnholdet hos ørret tatt på kote 630-640. Både grabbprøver og klekkefeller viser at det utover sommeren var flest fjærmygglarver øverst i reguleringssonen, på det areal mellom kote 640 og 650 som ble satt under vann i 1983.

5. For å teste fjærmygglarvers toleranse overfor nedfrysing ble porsjoner av larver frosset ned i vann på  $-2^{\circ}$  og  $-4^{\circ}\text{C}$  den 7.10.83. Ingen dyr var i live 2.12.83 da de første porsjonene ble tint opp. I følge litteraturen er det en betingelse i slike forsøk at dyrene fryses inne i substratprøver.

6. Temperaturer i reguleringssonen på 4 og 11 m under HRV i Granasjøen, som var full ved forsøkets start, vil bli målt kontinuerlig vinteren 1983-84.

Gjennom forprosjektet har en utviklet metodikk som gjør hovedprosjektet mulig. Det har også underbygget hypotesen som hovedprosjektet bygger på: Fjærmygglarver overlever i den tørrlagte reguleringssonen om vinteren, noe som igjen betyr at reguleringssonen i demningssjøer er produktiv hele året, og at dette forklarer deres store fiskeproduksjon.



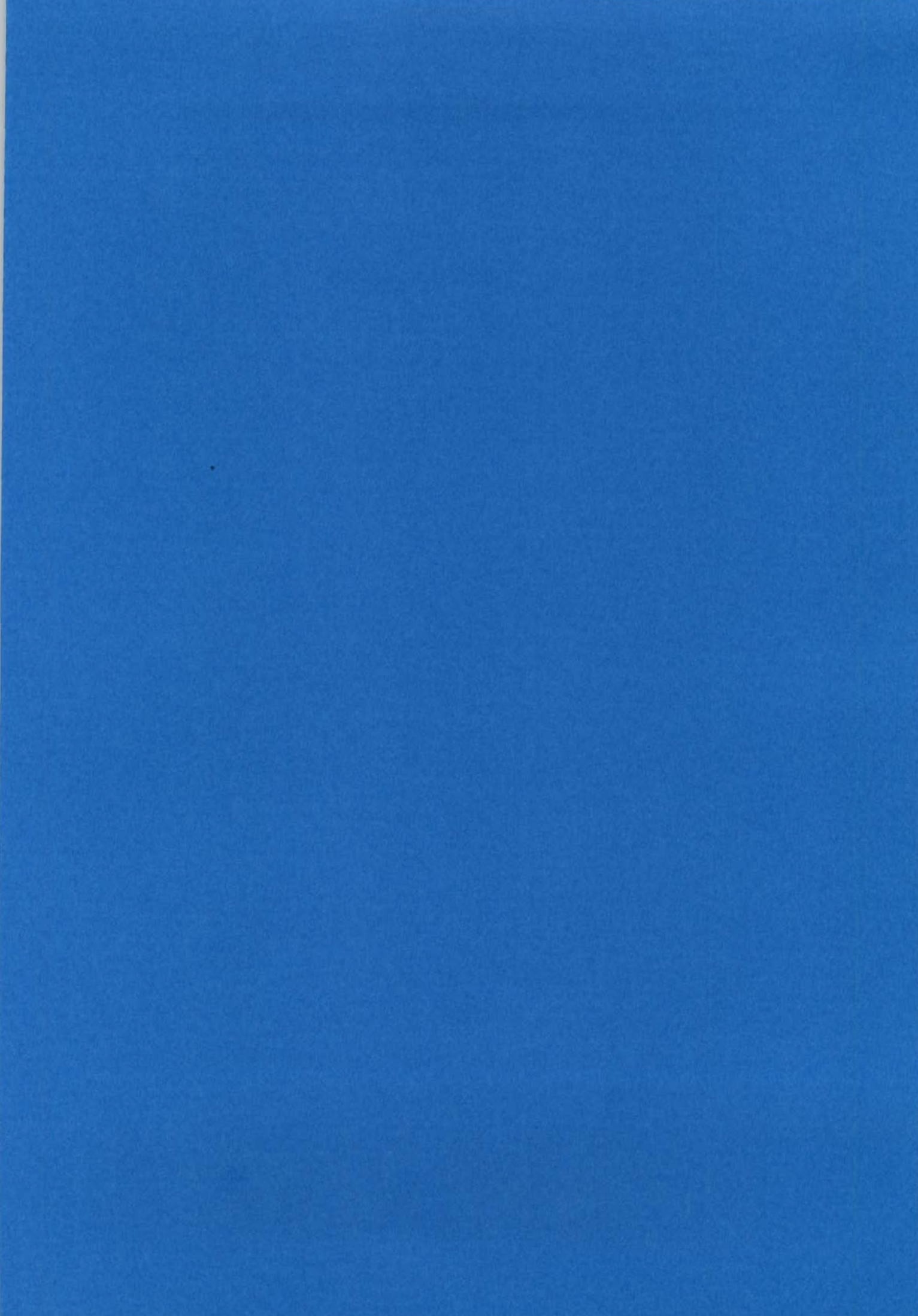
## LITTERATUR

- Berlese, A. 1921. Mezzo per separare gli artropodi raccoltili collettore Berlese de la terra caduti con essi. *Redia* 14: 211-214.
- Bidlingmayer, W.L. 1957. Studies on *Culicoides furens* (Poey) at Vero Beach. *Mosq. News* 17: 292-294.
- Dietrich, E.J., Schlinger, E.I. and Van den Bosch, R. 1959. A new method for sampling arthropods using a suction collecting machine and modified Berlese funnel separator. *J. econ. Ent.* 52: 1085-1091.
- Edmondson, W.T. and Winberg, G.G. 1971 (red.). *A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters*. IBP Handbook No 17: 74-80. Blackwell Scientific publications, Oxford and Edinburgh.
- Edwards, C.A. and Heath, G.W. 1962. An improved method for extracting arthropods from soil. *Rep. Rothamsted exp. Stn.* 1962: 159.
- Edwards, C.A., Whiting, A.E. and Heath, G.W. 1970. A mechanized washing method for separation of invertebrates from soil. *Pedobiologia* 10: 141-148.
- Haabesland, K. 1973. Fiskeribiologiske og hydrografiske undersøkelser i Nesjø, Tydal, andre og tredje år etter oppdemningen. *Lab. ferskvannøkologi og innlandsfiske, DKNVS, Muséet, Rapp.* 18: 1-51.
- Hadley, M. 1971. Aspects of the larval ecology and population dynamics of *Nioloophilus ater* Meigen (Diptera: Tipulidae) on Pennine Moorland. *J. Anim. Ecol.* 40: 445-466.
- Jensen, J.W. 1971. Hydrografiske og fiskeribiologiske undersøkelser i Nesjø (Tydal) første år etter oppdemningen. *Lab. ferskvannøkologi og innlandsfiske, DKNVS, Muséet, Rapp.* 5: 1-23.
- 1973. Fiskeribiologiske undersøkelser i Gammelvoldsjø og Finnkojsjø 1971. *Ibid* 15: 1-29.
- 1979a. Fisken og fisket etter oppdemninger i Nea. - I Gunnerød, T. & Mellquist, R. (red.): *Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasin og lakseelver*. NVE/DVF-symposium: 85-91.
- 1979b. Plankton og bunndyr i Aursjømagasinet. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser.* 1979-2: 1-35.
- 1982. A check on the invertebrates of a Norwegian hydroelectric

- reservoir and their bearing upon fish production. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm* 60: 39-50.
- Kajak, Z. 1971. Benthos of standing water. - In Edmondson, W.T. & Winberg, G.G.: *A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters*. IBP Handbook No 17: 25-65. Blackwell scientific publications, Oxford and Edinburgh.
- , Dusagne, K. and Prejs, A. 1968. Application of the flotation technique to assessment of absolute numbers of benthos. *Ekologia Polska* 16: 607-620.
- Koksvik, J.I. 1974. Fiskeribiologiske og hydrografiske undersøkelser i Nesjøen (Tydal) fjerde år etter oppdemningen. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser.* 1974-11: 1-47.
- Milne, A., Coggins, R.E. and Laughlin, R. 1958. The determination of numbers of leatherjackets in sample turves. *J. Anim. Ecol.* 27: 125-145.
- Mundie, J.H. 1971. Techniques for sampling emerging aquatic insects. - In Edmondson, W.T. & Winberg, G.G.: *A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters*. IBP Handbook No 17: 80-93. Blackwell scientific publications, Oxford and Edinburgh.
- Nielsen, C. Overgaard. 1952-53. Studies on Enchytraeidae 1. A technique for extracting Enchytraeidae from soil samples. *Oikos* 4: 187-196.
- O'Connor, F.B. 1955. Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil. *Nature* 175: 815-817.
- 1962. The extraction of Enchytraeidae from soil. - In Murphy, P.W. (ed.): *Progress in Soil Zoology*: 279-285. Butterworths, London.
- Olsson, T.I. 1981. Overwintering of benthic macroinvertebrates in ice and frozen sediment in a North Swedish river. *Holarctic ecology* 4: 161-166.
- Overgaard, C. 1947-48. An apparatus for quantitative extraction of nematodes and rotifers from soil and moss. *Natura jutl.* 1: 271-278.
- Rosenberg, D.M., Wiens, A.P. and Bilyj, B. 1980. Sampling emerging Chironomids (Diptera) with submerged funnel traps in a new Northern Canadian reservoir, Southern Indian Lake, Manitoba. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 927-936.

- Salt, G. and Hollick, F.S.J. 1944. Studies of wireworm populations.  
1. A census of wireworms in parture. *Ann. appl. Biol.* 31: 53-64.
- Solem, J.O. 1983. Temporary pools in the Dovre mountain, Norway and their fauna of Trichoptera. *Acta Entomol. Fennica* 42: 82-85.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods*. 524 pp. Chapman and Hall, London.
- Whitehead, A.G. and Hemming, J.R. 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. *Ann. appl. Biol.* 55: 25-38.
- Williams, R.W. 1960a. A new and simple method for the isolation of fresh water invertebrates from soil samples. *Ecology* 41: 573-574.
- 1960b. Quantitative studies on populations of biting midge larvae in saturated soil from two types of Michigan bogs (Diptera: Ceratopogonidae). *J. Parasit.* 46: 565-566.





ISBN 82-7126-355-2

ISSN 0332-8538