

Eutrofieringsprosjektet i Gjersjøen

Av Åge Brabrand, Bjørn Faafeng og Jens Petter Nilssen

Åge Brabrand er ansatt på Laboratorium for ferskvann-økologi og innlandsfiske, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo.

Bjørn Faafeng er ansatt på Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo.

Jens Petter Nilssen er ansatt på Zoologisk Institutt, Universitet i Oslo.

*Innlegg holdt i Norsk Vannforening
7. oktober 1980.*

Innledning

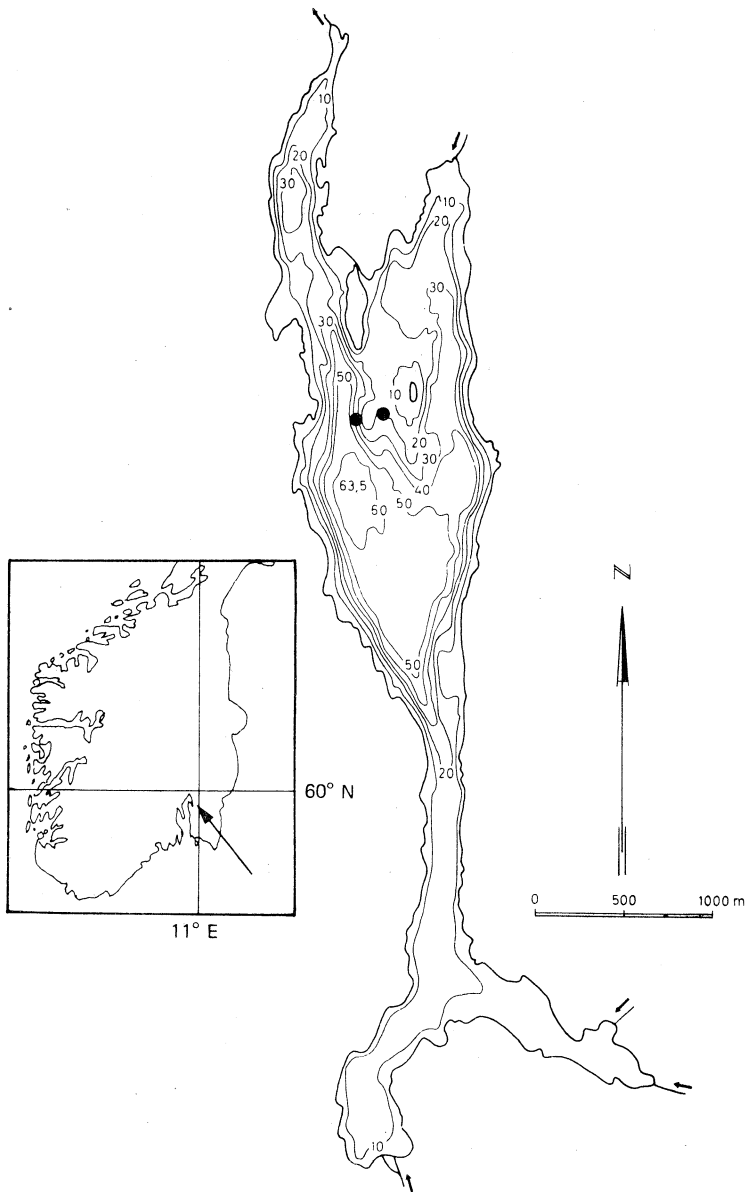
Vannforeningen arrangerte 7. oktober 1980 et møte om «Kontrollert fiske som eutrofieringsbegrensende tiltak». Det ble der gitt en orientering om forskningsprosjektene som pågår i Haugatjern i Sør-Trøndelag, i Årungen/Holstadvann og Gjersjøen i Akershus fylke. Orienterende artikler om de to førstnevnte prosjekter ble presentert i VANN nr. 4 1980, (Borgstrøm et al. 1980, Langeland 1980). I den følgende artikkel vil det bli gitt en oversikt over forskningsprosjektet i Gjersjøen med hovedvekt på praktisk bruk av innhegninger (se Brabrand et al. 1980). Prosjektet er en del av Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråds (NTNF) eutrofieringsprosjekt med finansiell støtte også fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Områdebeskrivelse, målsetting og metoder

Hovedarbeidet foregår i Gjersjøen (ca. 15 km sør for Oslo), en 2,7 km² stor innsjø med maksimalt dyp på 63 m (Fig. 1).

Innsjøen har vært undersøkt av NIVA siden 1958 og har i løpet av denne tiden vist en klar utvikling fra å være næringsfattig i 1950-årene til meget næringsrik fram til 1971. Dette år ble Nordre Follo kloakkrenseanlegg tatt i bruk. Reduserte kloakktilførsler av fosfor førte til en viss bedring av innsjøen i årene fram til 1974, men innsjøen er fortsatt preget av høy konsentrasjon av planktonalger. Siden 1970 har algesamfunnet vært dominert av en rødbrun variant av blågrønnalgen *Oscillatoria agardii*. I sommerhalvåret finnes den i høyest konsentrasjon i området rundt sprangsjuktet, mens den ellers i året viser en mer jevn vertikal utbredelse.

Det har også skjedd markerte endringer i zooplanktonsamfunnet i løpet av de siste 20 år, uten at dette skal kommenteres nærmere her (se Faafeng & Nilssen 1981). I dag domineres zooplanktonsamfunnet av rotatorier og copepoder (viktigste arter er *Cyclops scutifer*, *Thermocyclops oithonoides* og *Mesocyclops leuckarti*). De viktigste cladocerer er representert ved *Bosmina longirostris*, *B. longispina* og *Daphnia longiremis*.



Figur 1. Dybdekart av Gjøresjøen. Plassering av innhengningene er avmerket (●).

I innsjøen finnes mort, abbor, brasme, gjedde, sørv og ål, med mort som dominerende art. Prøvefiske med flytegarn viser at det vesentlig er mort og abbor og ofte gjedde som beveger seg i de frie vannmasser, mens sørv og brasme viser en mer littoral utbredelse.

Innsjøen er en av de best undersøkte eutrofe innsjøer i landet. I slike dype, eutrofierte innsjøer på Østlandet kommer ofte forskjellige brukerinteresser i konflikt (resipient for avløpsvann, drikkevannskilde, bading og fiske). Behovet for tiltak er også ofte stort i slike innsjøer (Mjøsa, Vansjø, Halden-vassdraget m.fl.). Et av siktemålene for NTNFS eutrofieringsprosjekt er derfor å studere metoder som ved å kontrollere de biologiske faktorer i innsjøen, kan gjenopprette tilfredsstillende forhold for forskjellige brukerinteresser. Det må imidlertid presiseres at de biologiske metoder som kan tenkes anvendt, ikke skal erstatte de tradisjonelle metoder (fosforfjerning), men brukes som et supplement hvor en søker en trofisk struktur av zooplankton som til en gitt fosformengde i vannmassene gir kontrollert algebiomasse.

Hovedinnsatsen i Gjersjøprosjektet har hittil vært lagt på å klarlegge fiskens beiteeffekt, på zooplankton og hvordan dette virker inn på fytoplanktonsamfunnet. I dette arbeidet har vi benyttet oss av pelagiske innhegninger, dvs. innhegningene ble plassert i innsjøens pelagiske del uten kontakt med bunnen — dette for å utelukke effektene av fiskens næringsopp-tak i sedimentene.

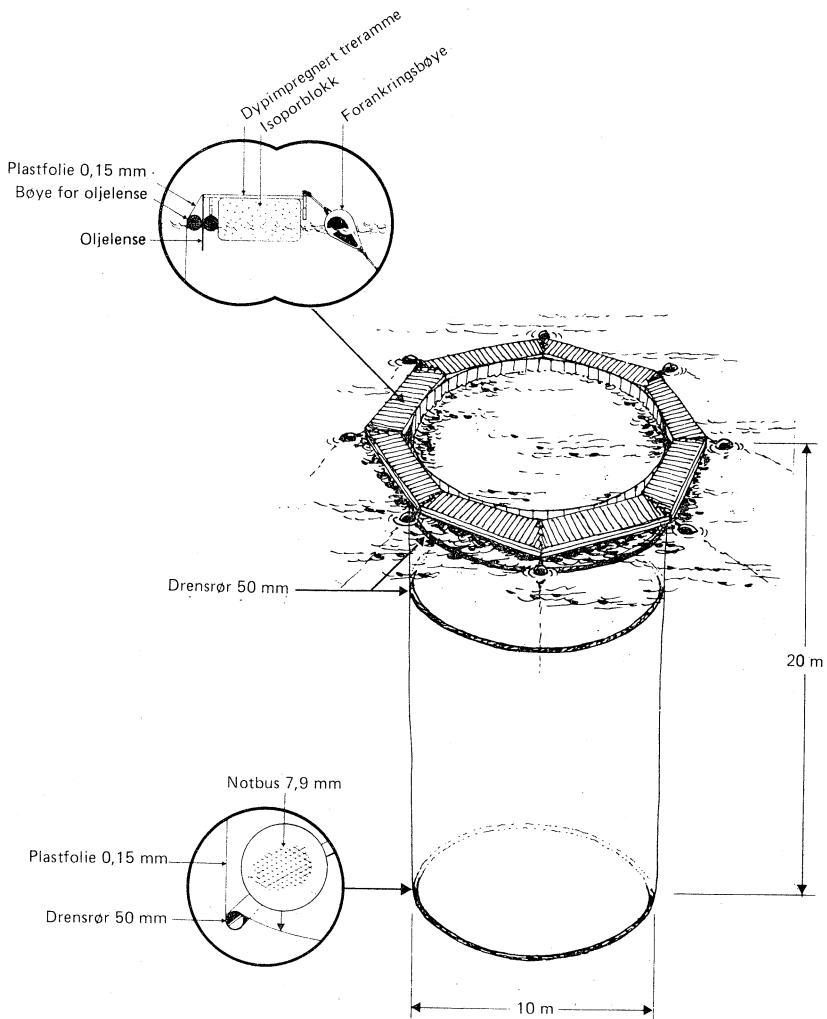
To innhegninger ble montert sommeren 1979, og høstperioden ble benyttet til metodisk utprøving av utstyret. Den ene innhegningen ble holdt fisketom, mens den andre ble tilsatt fisk som til-

svarte et antall på 12.000 fisk pr. ha. Etter erfaringene fra denne perioden ble to forbedrede innhegninger plassert ut i mai 1980, med ukentlig prøvetaking fra mai til november. Da innhegningene allerede i 1979 viste seg funksjonelle og senere i modifiserte utgaver er benyttet i Haug-tjern og Holstadvann, skal det gis en kort beskrivelse av deres konstruksjon.

Veggene i de sylinderformede innhegningene er laget av 0,15 mm polyetylen-folie, som henger fra en oljelense i overflaten ned til 12 m i dyp i 1979, forlenget til 20 m i 1980. Diameteren er 10 m, og bunnen i sylindern av notbus med maskevidde 7,9 mm (Fig. 2). På grunn av termisk sjikting er det i det meste av produksjonssesongen et «innestengt» vannvolum over termoklinen, med minimal vannutveksling med selve innsjøen. To identiske innhegninger er montert. I 1980 ble det satt ut mort tilsvarende ca. 80.000 fisk/ha. i den ene innhegningen, hovedsakelig 1+, mens den andre var uten fisk. Innhegningene ble i 1980 avstivet med sekskantete flytebrygger som ble brukt til arbeidsplattformer og samtidig virket som bølgebrytere ved kraftig vind. Innhegningene ble ankret opp over henholdsvis 25 m og 30 m's dyp i Gjersjøens sentrale basseng (Fig. 1).

Hydrografiske forhold

Et ankepunkt mot bruken av innhegninger har vært at omrøringen av vannmassene blir så sterkt redusert i forhold til i innsjøen, at dette skulle kunne påvirke f.eks. planktonets fordeling i vannmassene. For å sammenlikne de termiske forholdene i og utenfor innhegningene foretok vi målinger av korttidsvariasjoner i temperatur på forskjellige dyp. Temperaturen ble målt med en termistorkjede

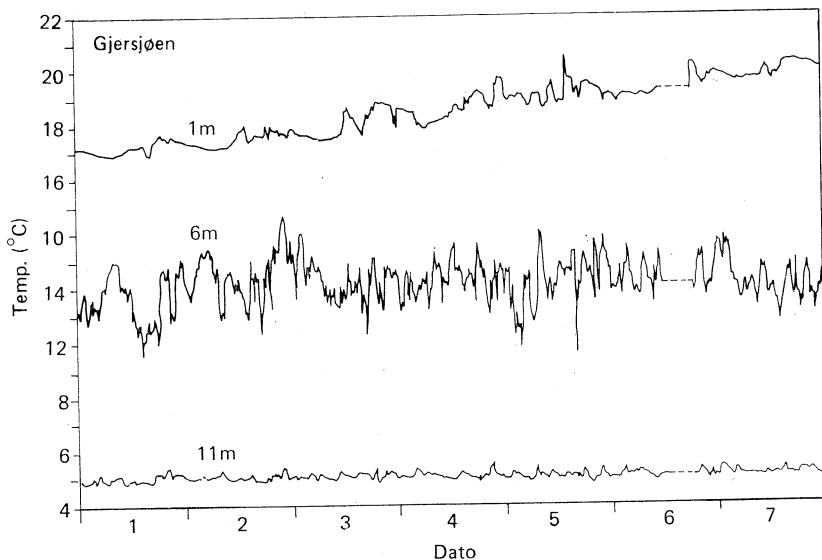


Figur 2. Detaljtegning av en innhegning.

hvert tiende minutt på 1, 6, 11 og 16 m's dyp.

Resultatet fra målingene inne i en innhegning er vist i Fig. 3. Av spesiell interesse er de kraftige vindinduserte temperatursvingningene (indre bølger) i ter-

moklinområdet (ca. 11 m's dyp). Målingene inne i og utenfor innhegningene viser stor overensstemmelse. Vinden vil også forårsake horisontal vannbevegelse like over termoklinen (mot vindretningen), noe som også er bekreftet ved



Figur 3. Temperaturmålinger på 1, 6 og 11 meters dyp inne i innhegningen 1.—7. juli 1980. Målinger hvert 10. minutt.

strømmålere i 1980. Data-materialet er for tiden under bearbeidelse, spesielt med tanke på å studere fosfor-transport fra littorale områder som følge av frigjøring av fosfor fra sedimentet ved høy pH (i produksjonssesongen opp til pH 10,3) og av fiskens næringsopptak i littoralsonen.

Resultater og diskusjon fra de biologiske undersøkelser

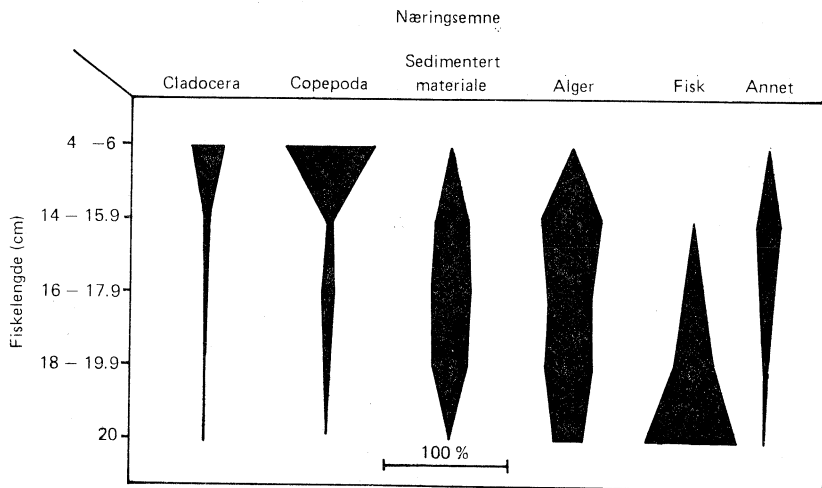
Forsøket som ble utført høsten 1979 ga ingen signifikante forskjeller mellom innhegningene i vannkjemi, fytoplankton eller zooplankton. Likheter med forholdene i selve innsjøen var også stor. Årsaken til mangel på respons ved redusert predasjonspress fra fisk i denne perioden ser ut til å ligge i at forsøket ble startet i den stabile sensommerperioden med

sterk dominans av *O. agardii*. Zooplanktonsamfunnet var på denne tid dominert av copepoder, men også rotatorier var mengdemessig viktige. Cladocerene, de viktigste beiterne, fantes i svært lite antall. Av disse gruppene er det rotatoriene som reagerer raskest ved svingninger i miljøet på grunn av sin korte generasjonstid. Copepodene reagerer sent, siden de ofte har livssykluser på opptil flere år. Stort sett observerte vi de samme suksesjonsmønstre både for rotatorier og copepoder i innhegningen uten fisk, med fisk og i selve Gjersjøen. Perioden før høstsirkulasjonen var også så kort (ca. 3 uker), at dette vanskeliggjorde oppbygging av isolerte zooplanktonsamfunn i innhegningene.

Forsøket i 1980, som startet umiddelbart etter isløsning, viste at zooplankton-samfunnet hovedsakelig er strukturert av fiskepredasjon, da det utover sommeren 1980 ble observert en meget klar forskjell med hensyn til zooplankton mellom de to innhegningene.

Det er imidlertid ennå ikke klart fra våre forsøk om et økt krepsdyrsamfunn (Cladocera og Copepoda) utgjør noen vesentlig beiteeffekt på nettopp de blågrønnalgene som her er aktuelle, vesentlig *Oscillatoria agardii*, eller om detrius og bakte-

rier samt mindre alger er det viktigste næringsgrunnlaget. Videre arbeid på dette felt pågår. Det er imidlertid klart at fiskebestanden, i første rekke mort, deltar meget aktivt i stoffomsetningen i produksjonssjiktet og ikke bare ved direkte predasjon på zooplankton. Mageprøver av mort (september-november) viser at fisk lengre enn 12,5 cm hovedsakelig ernærer seg av sedimentert materiale (bunnsлам) og alger (vesentlig den bentiske grønnalgen *Cladophora glomerata*) (Fig. 4). Dette gjelder fisk tatt ute



Figur 4. Næringsopptak hos ulike lengdegrupper av mort i Gjerdsjøen høsten 1979.

i de frie vannmasser, noe som viser at det kan være betydelige vandringer av fisk mellom littorale områder og de frie vannmasser. At slike raske forflytninger ut til de frie vannmasser om natten forekommer, er også bekreftet ved ekkoloddregistreringer. Fiskebestanden kan derved gjennom sitt næringsopptak og døgnvandring transportere fosfor ut til de frie vannmasser. Pågående forsøk viser at

ca. 90% av fosforet som frigis fra mort via nyrer og tarm, er direkte tilgjengelig for algevekst. Denne effekten kan bidra til høyere konsentrasjon av fytoplankton enn det en finner i innsjøer med tilsvarende ytre fosforbelastning, noe som også er bekreftet ved sammenlikning mellom Gjerdsjøen og flere andre innsjøer (OECD-NORDFORSK 1980).

Som planktonspisende art med store

muligheter for opptak av annen næring, vil stort opprettholde et predasjonspress vesentlig på cladocerer, noe som vil kunne resultere i et copepode-dominert krepsdyrsamfunn. Med økt forekomst av cyclopoide copepoder (rovformer) vil herbivore Cladocera ytterligere bli utsatt for selektiv predasjon særlig på ungstadiene. Våre forsøk viser at redusert fiskepredasjon i frie vannmasser i denne typen innsjøer kan føre til stor økning av cyclopoide copepoder.

Øvrig forskningsaktivitet

Det skal til slutt gis en summarisk oversikt over oppgaver som er under arbeid i dette prosjektet. Dette er oppgaver som alle inngår i prosjektets generelle målsetting og som vi mener må belyses før en eventuell bruk av biologiske metoder tas i praktisk bruk for kontroll av algeoppblomstringer.

A. Fosfortransporterende mekanismer

- pH-avhengig fosforlekkasje fra littorale sedimenter.
- Indre bølger og horisontal vannbevegelse i termoklinen.
- Frigjøring av fosfor fra zooplankton og fisk (via nyrer og tarm).
- Døgnvandring hos fisk, kvantifisering av fiskebestander med ekkolodd.

B. Næringskjedeforsøk

- Små innhegninger (7 m³) for beiteforsøk på *Oscillatoria* fra ulike zooplanktonsamfunn, manipulering med næringssalter og predasjon fra småmørt (< 10 cm).
- Måling av forskjellige zooplanktonarters assimillasjon av *Oscillatoria* ved menkeforsøk.
- Oppløsing, isolering og eksperimentelle studier av *Oscillatoria*-spisende organismer. Tre (to ciliater, en flaggellat) er observert, hvorav én ciliat er i kultur.
- Regional undersøkelse av lokaliteter med ulik fosforbelastning og ulikt predasjonspress fra fisk. Stratifiserte innsjøer med store diatoméer, som kan tenkes å være en overgangsfase mot *Oscillatoria*-innsjøer, gis spesiell oppmerksomhet.
- Undersøkelse av vertebrat (fisk) og ulike invertebrate predatorers påvirkning på cladocer-samfunnet i eutrofe innsjøer.
- Planlagt utført i 1981: Innhegninger med bunnkontakt i Gjersjøen. Forsøket som en metodikk sjekk mot de innhegningsforsøk som hittil er utført i Holstadvann, Haugatjern (begge med bunnkontakt) og Gjersjøen (uten bunnkontakt).

LITTERATUR

- Borgström, R., J. A. Eie, T. Andersen og O. K. Skogheim, 1980. Kontrollert utfisking — en metode til å bedre vannkvaliteten i Årungen? *Vann* 15 (4): 349—345.
- Brabrand, Å., B. Faafeng og J. P. Nilssen, 1980. Biologisk kontroll av algeoppblomstringer — Fagrapport 1979, 74 s.
- Faafeng, B. og J. P. Nilssen, 1981. A twenty-year study of eutrophication in a deep, soft-water lake. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 21.: 380—392.
- OECD-NORDFORSK, 1980. Monitoring of Inland Waters-OECD Eutrophication Programme, The Nordic Project. *NORDFORSK publ. 2*, 207 s.
- Langeland, A., 1980. Trondheimsprosjektet. *Vann* 15 (4): 355.