

# Settefiskoppdrett i frie vannmasser

Av Jens Chr. Holm

Jens Chr. Holm er student ved Institutt for fiskeribiologi/  
Norges Fiskerihøgskole.

*Foredrag på møte i Norsk Vannforening  
24. februar 1981.*

## INNLEDNING

Denne orienteringen kommer til å konsentrere seg om et prosjekt, NFFR I 701.42, SETTEFISKOPPDRETT I VASSDRAG, og om de erfaringer man har gjort i forbindelse med dette.

Prosjektet er satt igang av Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Avdeling for Akvakultur, og hovedansvarshavende er Forskningsjef Dag Møller.

Innledningsvis må det presiseres at de to første driftsår (1979 og 1980) vesentlig er brukt til fiskeribiologiske problemstillinger, og at man først i år vil være i stand til å få gjennomført tilfredsstillende vannkjemiske undersøkelser.

Således vil man idag langtifra kunne presentere et svar på hvilke vannhygieniske konsekvenser settefiskoppdrett i frie vannmasser vil kunne få.

Min oppgave idag er derfor å presentere de linjer man jobber etter, de økonomiske beregninger vi har gjort oss, levrer ikke hvil om at dette er lovende.

De resultater som vi har kommet til indikerer at vi har kommet fram til en mulig utvikling i smoltoppdrett som kan gjennomføres i så stor målestokk at metoden kan konkurrere ut tradisjonell oppdrett av smolt.

Dette av tre hovedårsaker:

1. Lavere produksjonsomkostninger pr. smolt.
2. Smolten er kvalitativt bedre hva kondisjon, slitasje og sykdom angår.
3. Vi antar at smolten også egner seg bedre til utsetting da den er produsert i mer naturlige betingelser enn smolt som er produsert i kar.

Forsøkene har vært gjennomført i Kvernvatnet N, Austevoll kommune i Hordaland. I 1980 ble Zoologisk Museum i Bergen med i arbeidet.

Selve prosjektarbeidet kan karakteriseres som en totrinnsrakett.

1. Etablere et settefiskanlegg i ferskvann med flytemærer hvor man bruker konvensjonelt fôr. Regnbueaure og laks ble benyttet for å skaffe et bredest mulig erfaringsgrunnlag raskest mulig. Det ble i anleggsfasen lagt vekt på å bygge opp et funksjonelt anlegg billigst mulig.
2. Etter at produksjonen med kunstig fôr er etablert, igangsettes forsøk med bruk av levende fôr, da først og fremst zooplankton. En håper å kunne manipulere med strøm og fiskebestander på en slik måte at mest mulig av fôrspill og ekskresjonsprodukter blir resirkulert i form av levende fôr.

Det endelige siktemålet med prosjektet er å få til en alternativ produksjonsmåte for laksemolt. Hovedtanken er at mest mulig av produksjonsprosessene, fra inkubering av befruktet rogn fram til og med overføring til saltvann, med fordel kan tillempes naturgitte forhold på en slik måte at driften blir mer rasjonell og regningssvarende enn i et vanlig kommersielt anlegg med tilsvarende produksjon.

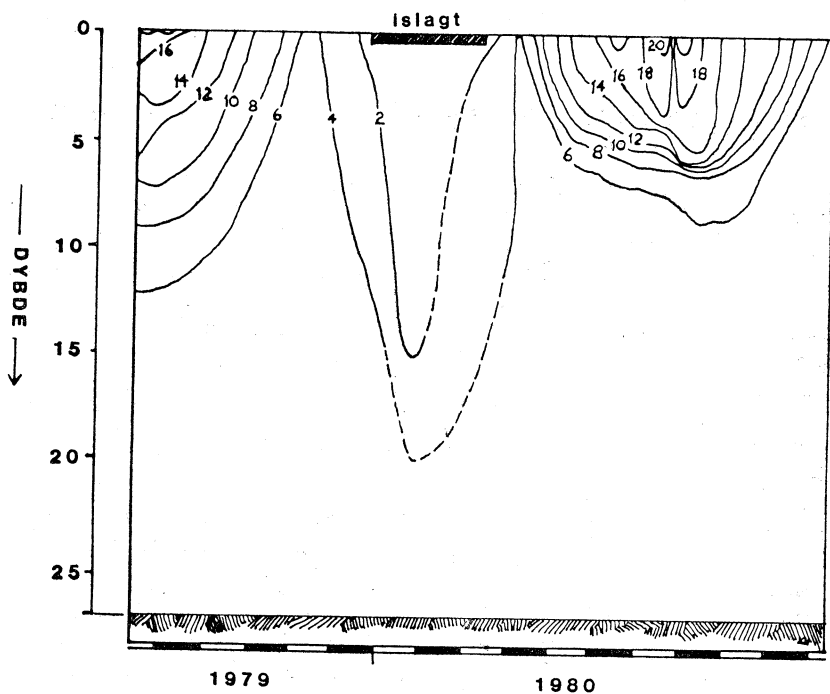
Med metoden, som er prøvd gjennomført i Kvernavatnet, håper en å kunne utnytte fiskens naturlige adferd istedenfor å manipulere med den.

## BESKRIVELSE AV VANNET

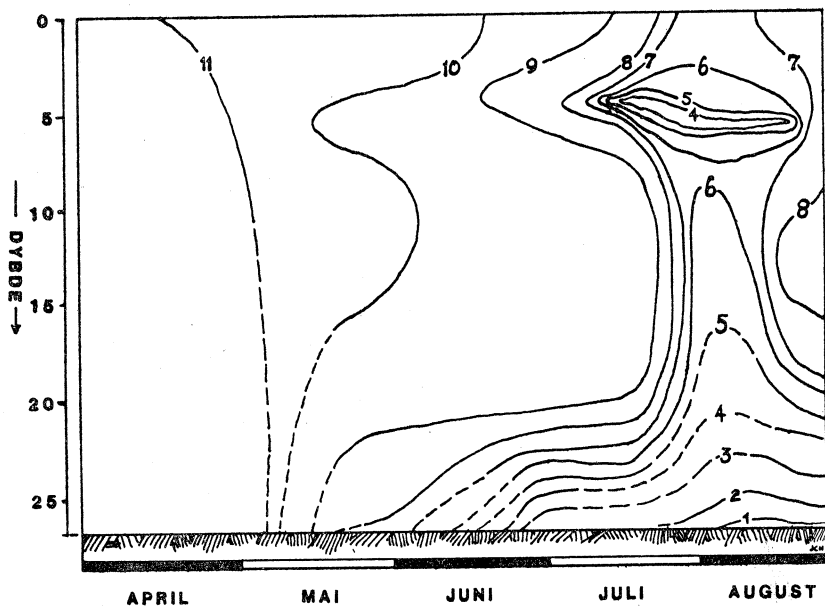
Kvernavatnet ligger 3 meter over havflaten, er vel 980 meter på det lengste og største bredde er rundt 300 meter. Arealet er 125 dekar og nedslagsfeltet antas å ligge i størrelsesorden 1000 dekar.

Ved utløpet finner vi en gammel kvern (derav navnet) som forøvrig er fredet, samt en demning. Dette er vannets eneste utløp som idag ikke er forsérbart for annet enn ål og smolt under utvandring. Bekken ut er ca. 40 meter lang.

Inn i vannet renner 3 mindre og tildels meget variable bekker. En av de minste av disse fører til et mindre vann på 10 dekar. Alle innløpsbekkene har en pH



eFigur 1. Isotermdiagram Kvernavatn. (Holm, Thorsen og Møller 1981).



Figur 2. Isopletdiagram for oppløst oksygen, PPM. Kvernvatn 1980. (Holm, Thorsen og Møller 1981).

som gjennomsnittlig er en hel enhet under vannets. Vinterstid har Kvernvatnet en pH på 6,5, mens man på soldager sommerstid har vært oppe i ekstremverdier rundt 8,8. Normalt ligger pH og pendler mellom 8 og 7.

Overflatetemperaturen varierte som vist på fig. 2. Vinteren 1979 la det seg is på vannet som ble liggende til månedsskiftet mars—april 1980. I vannets hovedbasseng er det tatt temperaturmålinger i alle vannlag — og vannets temperaturutvikling framstilles av figur 1.

En bør legge merke til at de høye temperaturer som måles enkelte perioder om sommeren — ikke stikker særlig langt ned. Dette har betydning for å unngå temperaturdød hos laks som har en letthaltemperatur på ca. 23°C. Dette kommer jeg forøvrig tilbake til.

Oksygenoversikten for sommermånedene forteller om forholdsvis stor bestand av zooplankton i øvre vannlag. (figur 2). På grunn av høy turbiditet, siktedypet ligger normalt rundt 2 meter, vil primærproduksjonen foregå i de aller øverste vannlag. Lave oksygenverdier ved bunnen skyldes antagelig lagdeling kombinert med nedbrytning av organisk materiale, deriblandt også forrester fra anlegget.

Det er ikke foretatt målinger hittil som kartlegger den eutrofieringseffekten fisken og føringen av denne fører til.

For å antyde størrelsesorden i person-ekvivalenter (PE) kan vi benytte oss av målingene i Kalverudelva på Biri og Øksna Bruk ved Figgjo. (Bergheim, 1977), (Bergheim og Selmer-Olsen, 1978).

Tabell 1. *Belastning av vassdrag ved fiskeoppdrett. Nederste del angir belastningen av 1 kg utføret tørrpellets pr. dag.*

*Omarbeidet fra Bergheim og Selmer-Olsen, (1978) og Bergheim (1977).*

	PE (Nitrogen) Pr. tonn fisk	PE (Fosfor) Pr. tonn fisk	PE Total belastning	Fisk i anlegget (kg)	Formengde pr. dag (Kg)
Kalverudelva	9,5	3,5	3—8,5	900	6
Øksna Bruk (Juni 77)	26,7	10	1900—2670	100.000	700
Øksna Bruk (Sept. 77)	67	10	1400—5000	75.000	1.200

	PE (Fosfor) kg før pr. dag	PE (Nitrogen) kg før pr. dag
Kalverudelva	1,4	0,5
Øksna Bruk i juni	3,8	2,7
Øksna Bruk i sept.	4,2	1,2

I Kvernvatnet ble det i løpet av 4 måneder sommeren 1980 utført 5,9 tonn tørrfor. Det var da anslagsvis 4 tonn fisk i anlegget på det meste. Daglig tørrforrasjon lå på 50 kg. Imidlertid må en anta at fisken fikk tilført endel zooplankton via en kunstig oppsatt strøm, slik at den totale formengden lå litt høyere.

Tørrforrasjonen tilsvarende en forurensing på 25—135 PE på fosforbasis, utifra verdiene fra Biri og Øksna Bruk. (Tilsvarende verdier for nitrogenbasis er 70—210 PE.)

Det er imidlertid grunn til å tro at belastningen i Kvernvatnet ligger i den lavere delen av anslaget.

### BESKRIVELSE AV ANLEGGET

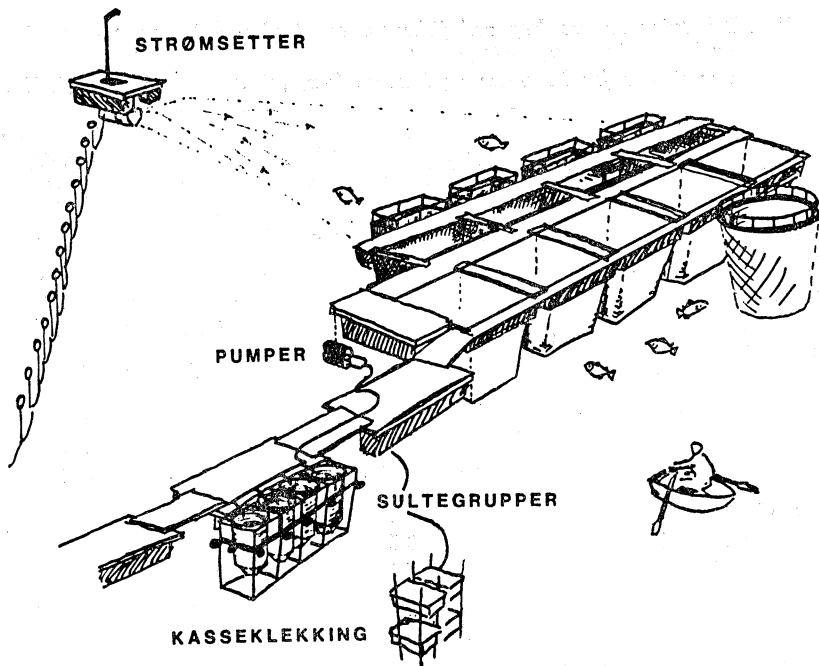
En oversiktsskisse av anlegget er gitt i figur 3. Anlegget består i første rekke av 5 stk. mærer med et volum på 48 m<sup>3</sup>.

Disse mærene er utskiftbare i likhet med de andre mærene i anlegget. En forsøker alltid å bruke størst mulig maskevidde for å sikre god gjennomstrømning og minimal begroing.

Foran disse ligger 4 stk. rektangulære mærer som i første rekke er beregnet på den minste laksen. Volumet av disse ligger på ca. 20 m<sup>3</sup>.

Spesielt sistnevnte 4 mærer ligger i en relativt kraftig strøm som lages av en strømsetter fra FLYGT PUMPER A/S. Denne strømmen varierer noe i hastighet, og er justerbar. Vannstrømmen fører med seg plankton, og vi har konstatert at laksen er i stand til å utnytte denne resusen langt bedre enn regnbueauren.

I denne vannstrømmen blir det tidsvis lagt mindre forsøksmærer for å undersøke vekst og næringsvalg hos laks som ikke får annet enn drivende organismer.



Figur 3. Oversikt over produksjons- og forsøksanlegget i Kvernavatn.

I forbindelse med anlegget har en også poser for å kjøre sultegrupper med filtrert vann, samt klekking i kasser plassert i stativ i vannet. Ved utløpet er det under bygging en permanent utgangsfelle. Dessuten legges det ut en permanent hevert for transport av fisk til saltvann.

Ute i sjøen prøver en å få til en enkel og mest mulig naturlig tilvenning til sjøvann.

#### ERFARINGER FRA DRIFTEN

Figur 4 viser vekstkurven for regnbueaure i Kvernavatnet. Tilsvarende vekstkurve for laksen er vist på fig. 5.

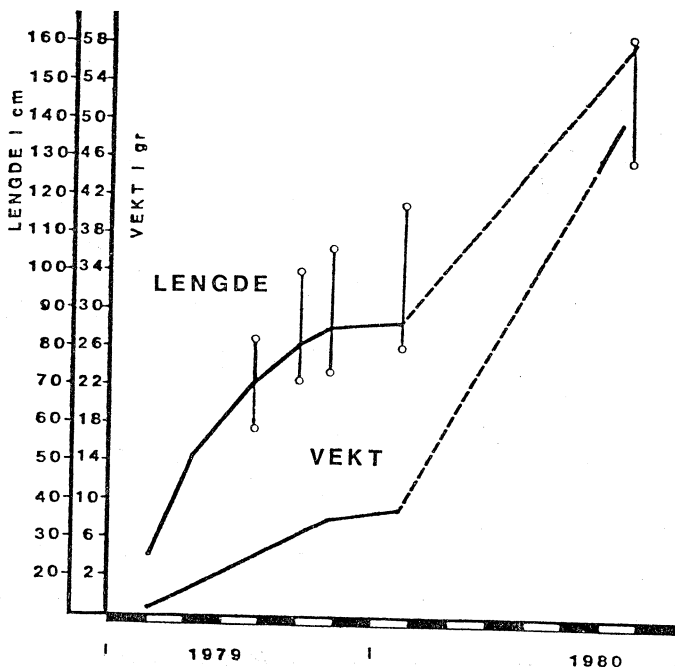
De stiplede delene av kurvene gir ikke et riktig bilde hverken av lengdetilvekst

eller vektøkning. For lengdetilvekstens vedkommende skulle kurven her hatt en mer eksponert form. Tilveksten i gram er antagelig negativ i de første månedene av 1980, fortrinnsvis for laksens vedkommende, noe som skyldes islegging i lakse-  
nøtene og således manglende føring.

De to salmonideartenes forskjellige etologi ble tydelig demonstrert denne vinteren. På tross av opptil 30 cm istykkelse i vannet, var regnbueaurens aktivitet så stor at overflaten i nøtene var isfrie.

Laksen derimot står tradisjonelt ned mot bunnen av notposene, og aktiviteten avtar med synkende vanntemperatur. Således frøs lakse-  
nøtene igjen vinteren 1979/80. Dette hindret føring og tilsyn.

Laksen la seg ned på selve notbunnen.



Figur 4. Vekstkurve for regnbueaure i Kvernvatn. (Holm, Thorsen og Møller 1981).

Den fikk finneråte på bukfinnene, som senere slo inn i bukhalen. Dette resulterte i betydelig dødelighet (ca. 7,5%) ved kontroll i april.

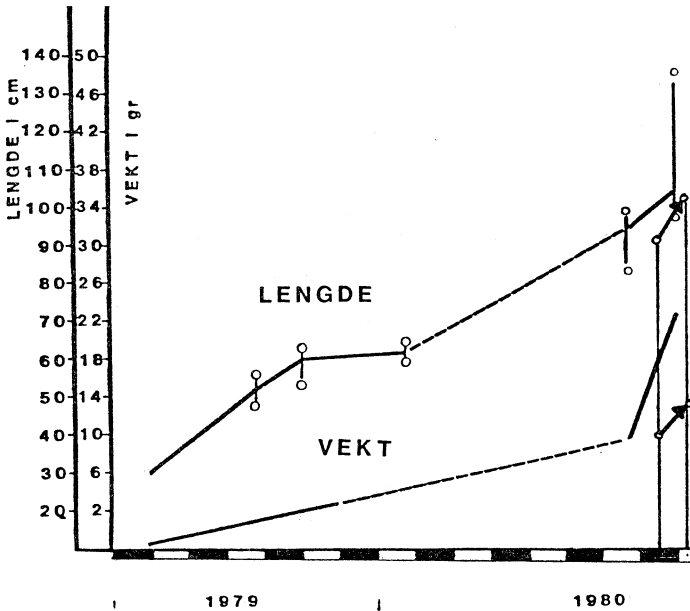
Vinteren 79-80 var det ikke installert strømsetter ved anlegget. Vi har denne vinteren strømsetteren i drift. Dette, kombinert med en mild vinter har ført til langt mer tilfredsstillende driftsresultater for laksens vedkommende.

Regnbueauren fikk finneråte på rygg- og sidefinner senere på våren. Dette kan skyldes for tette konsentrasjoner av fisk i nøtene. Angrepet ble stoppet ved hjelp av formalinbehandling.

Av laks var det pr. 16.10.80 produsert ca. 30 000 stk. med en lengde på

12 cm eller mer. Denne forventes å bli sjøklar i løpet av 1981, og er således å betegne som toårig smolt. Det er ikke produsert nevneverdig ettårig laksesmolt i anlegget, men det er mulig at vinterdrift med strømsetter vil kunne føre til at en viss del av smolten kan tas ut som ettåring.

Fra begynnelsen av juni og til midten av september ble det ført ut av anlegget totalt ca. 70 000 regnbueaure av sjøklar størrelse. De første transportene ble foretatt i plastposer med vann, is og oksygen. Denne formen for transport førte imidlertid til en uforholdsmessig stor arbeidsinnsats pr. transportert fisk. Stress samt at fisken ble overført til akvarier istedenfor



Figur 5. Vekstkurve for laks i Kvernvatn. Svarte piler markerer vekst i preliminært forsøk med levende zooplankton som fôr.

nøter som den var vant til, førte tidvis til en del dødelighet.

For å minske påkjenningen og utgiftene pr. transportert fisk, forsøkte en nye framgangsmåter. Transportmetoden en kom fram til var å benytte en flyttbar mær i selve vannet, heverttransport og en akklimatiseringsmær ute i saltvann. Denne fungerte slik at saltholdigheten kunne justeres. Sistnevnte er nærmere beskrevet i Norsk Fiskeoppdrett nr. 6 1980 av undertegnede i artikkelen «Rørtransport av settefisk.»

Situasjonen ble i en periode fra slutten av juli karakterisert som kritisk. Temperaturen steg da over 21°C i anlegget, sam-

tidig som at oksygenkonsentrasjonen var på et lite tilfredsstillende nivå. All fóring ble derfor stoppet, og ved hjelp av strømsetteren fikk en beveget vann med temperatur 10°C opp til overflaten. Dette resulterte i at temperaturen inne i nøtene sank med ca. 2°C.

I løpet av dette året har vi støtt på problemer som tydeligvis er meget relevante for denne typen anlegg, både når det gjelder islegging, høye temperaturer og spørsmål av mer praktisk art. Selv om vi sikkert ikke har støtt på alle de problemer som kan tenkes å forekomme i slike anlegg, sitter man etterhvert inne med mange viktige erfaringer ved denne produksjonsmåten.

## NYE PROBLEMSTILLINGER

Som det innledningsvis ble antydnet, drives prosjektet med den målsetning at en skal søke å øke produksjonen av nyttbar bioenergi ved primært å stimulere og utnytte naturens egne iboende muligheter.

Hittil har prosjektet konsentrert seg om produksjonsfasen fra ferdig startfóret yngel fram til fisk av sjóklar størrelse. Man har også forsókt å ta fatt på å finne en tilfredsstillende metode for overføring og tilvenning til sjó.

For driften av prosjektet i framtiden háper en å kunne perfektionere metodene for de livsstadier vi allerede har arbeidet med, samtidig som vi vil søke etter nye og enklere metoder for klekking og startfóring av laksefisk. Klekke- og startfóringforsókene vil dels bli utfórt i Kvernvatn og dels i laboratoriet på Havforskningsinstituttet.

I forbindelse med dette vil en prøve å undersøke om naturlig startfóret yngel klekkt i substrat i Kvernvatnet egner seg bedre for utsetting enn tradisjonelt klekkt yngel startfóret med tørrfó. Klekkingen vil kreve et relativt omfattende vannkjemisk analyseprogram.

En vil videre konsentrere seg om fóring av parr med levende zooplankton som tildeles med en kunstig vannstróm. Sålendes kombinerer man elvens strómmende miljø med de stillestående vannmassers gode planktontilbud. Preliminære forsók (fig. 5) har vist at laks fra 5—12 cm er istand til å vokse forbausende bra på zooplankton servert med kunstig vannstróm. Ved å holde fisken i mærer unngår en at populære zooplanktonarter blir nedbeitet.

En vil i første rekke gi zooplankton som eneste fóremne. For oppdretteren vil vel en kombinasjonsfóring være det mest

interessante. Slik kombinasjonsfóring finner i praksis sted i Kvernvatnet idag.

Den eutrofieringen som fisk og fórsplille representerer bør i størst mulig grad prøvd bli tilbakefórt til fisken i form av levende fór. Dette skulle være en god målsetning både utifra vannhygieniske og oppdrettókonomiske hensyn.

Fór nyttår ble det merket større mengder parr. Grupper av denne vil bli sluppet på ulike tidspunkt. Mer laks vil bli merket siden, og en vil ut i fra dette få et bilde på hva ulike slipp- og merketidspunkt har å si for utvandring og dødelighet før utvandring. Fisken vil som smolt bli fanget i felle i utgangsbekken. En vil kunne registrere vårens vekst og smoltens næringsvalg under utvandring.

I arbeidet med naturlig oppdrett av laks er dette en viktig fase. Transport av smolt fra ferskvann er en farefull geskjefst; smolten tåler svært lite. Å få laksen til å gå ut i sjóen på egen hánd hvor den så oppsamles burde være den enkleste, beste og billigste máten å gjøre dette på.

Vi har allerede i 1980-sesongen konstatert utvandring av smolt som er róm som yngel. Da tok fisken seg ut blant annet gjennom en kvernrenne. Ved skikkelig tilrettelegging av utlópets strómforhold og god flom til rett tid, skulle naturlig utvandring være en god metode.

Disse tre første problemstillinger er tildelet studenter ved Institutt for Fiskeribiologi, Norges Fiskerihóyskole som hovedfagsoppgaver. Zoologisk Museum ved Universitetet i Bergen har 4 hovedfagstudenter samt en ansatt, Arne Fjellheim, på mer ókologisk rettede problemstillinger.

I og med at man skal arbeide med zooplankton som naturlig fór, er det viktig



å skaffe seg en oversikt over denne ressursen.

Det er ikke bare laksen som nyttiggjør seg zooplankton. Stingsilden kan bli en brysom konkurrent, som i seg selv kan gi et betydelig beitepress på planktonet.

En god del fisk har rømt fra anlegget — og spesielt den anseelige regnbueaurebestanden vil en prøve å estimere størrelse og næringsvalg for.

Vi vet at en del stor regnbueaure opptrer som renovasjonsarbeidere under anlegget. Denne fisken har hatt en langt bedre vekst enn fisken i anlegget!

Også ålen ventes å nyttiggjøre seg endel førespille. Allerede ifjor var det to studenter igang med undersøkelser som nå er under bearbeiding. Disse vil gi svar på populasjonsstruktur, næringsvalg og vandremønster.

Disse siste momentene understreker det som har vært prosjektets filosofi — nemlig å utnytte naturens muligheter. I det ligger også å høste alt man sår — ikke bare å skumme fløten som tradisjonelt oppdrett i realiteten gjør. Det er folk som drikker skummet melk også.

#### LITTERATUR

- Bergheim, A. (1977) «Forurensninger fra fiskeoppdrettsanlegg i ferskvann — En generell oversikt.» *DVF - Fiskeforskningen*.
- Bergheim, A. & Selmer-Olsen, A. R. (1978) «River pollution from a large trout farm in Norway». *Aquaculture*, 14; 267—270.
- Holm, J. C. (1980) «Rørtransport av settefisk». *Norsk Fiskeoppdrett*, 6; 8—9.
- Holm, J. C., Thorsen, J. & Møller, D. (1981) «Settefiskoppdrett i vassdrag». *Årsrapport* — NEFR I 701.42.