

# Lukkede anlegg. Muligheter for bruk av teknologi for optimal drift og reduserte avløpsmengder

Av Torjan Bodvin

Torjan Bodvin er seniorforsker ved Agderforskning avd. teknologi.

*Innlegg på seminar i Norsk Vannforening 22. oktober 1992.*

Havbruk har i de siste årene ofte blitt brukt av opinionen som et skjellsord i miljøsammenheng. Ord som antibiotika, genetisk forurensning, nuvan, formalin, spillfor, nærings saltutslipp brukes i langt større grad enn distriktrettet næringsutvikling, opprettholdelse av bosetting, ren produksjon i et rent miljø etc. Hvorfor er det blitt sånn? Hvordan har vi i løpet av 5 år klart å redusere en nasjonal suksess til en regional bigeskjeft som færrest mulig ønsker å ha noe forhold til?

Bakgrunnen for dette er både en sterk økende miljøbevissthet blant folk som næringen i liten grad har tatt hensyn til, økonomiske nedgangstider der havbruk er blitt en av de sentrale sydebukkene for bankenes enorme tap, samt en sterk uro innen næringen som følge av overproduksjon og manglende lønnsomhet.

Hva skal så til for å snu denne negative trenden? Vi tror det vil være viktig å vise omverdenen en konkret visjon om fremtidens havbruksnæring som en miljøvennlig og dokumentert produksjon basert på prosesser der tilførselen av fremmedstoffer holdes på et minimum eller fjernes helt og der en

samtidig tar vare på avfallsprodukter i form av organisk stoff og næringssalter og bruker disse som råstoff for andre produkter. Målet må være at vannet i størst mulig grad skal fungere som en katalytt som slippes ut av anlegget upåvirket av den prosessen det har gått igjennom.

Vi har innledningsvis pekt på havbruksnæringens påvirkning på omverdenen. Det er imidlertid et faktum at hovedparten av det som benyttes av kjemikalier innen næringen, er knyttet til omverdenens påvirkning på havbruk. Som eksempel kan nevnes Nuvan/ peroksyd (lakselus), notimpregnering (begroing) og formalin (parasitter). Dessuten er det helt klart at sykdom og dermed medikamentforbruk også i mange tilfeller initsieres av smittepress fra det eksterne miljø. Det synes derfor å være både i oppdretters og miljøets interesse at produksjonsprosessen i størst mulig grad kan styres/kontrolleres.

I Norge har man i de senere år arbeidet mye med marin akvakultur i lukkede produksjonsanlegg. Dette har både vært i forbindelse med oppdrett av laks og marine fiskearter med gjennomstrømmingssystemer på land og i sjø (Tvinnereim et al 1992) samt oppdrett i landbaserte resirkulasjonsanlegg. Noe

av hensikten med dette har vært å kunne redusere utslipp av organisk materiale og næringssalter ved hjelp av bedre kontrol samt rensing av avløpsvannet. Det sistnevnte har imidlertid i vesentlig grad vært knyttet til uttak av partikulært materiale (direkte mekanisk filtrering). I forbindelse med resirkulasjonsanlegg har man også benyttet biofiltre basert på mikroorganismer for å fjerne nitrogen. Slammet fra denne prosessen har i hovedsak blitt deponert, men vil nok i rimelig nær fremtid anvendes som et jordforbedringsmiddel.

### Optimalisering av drift

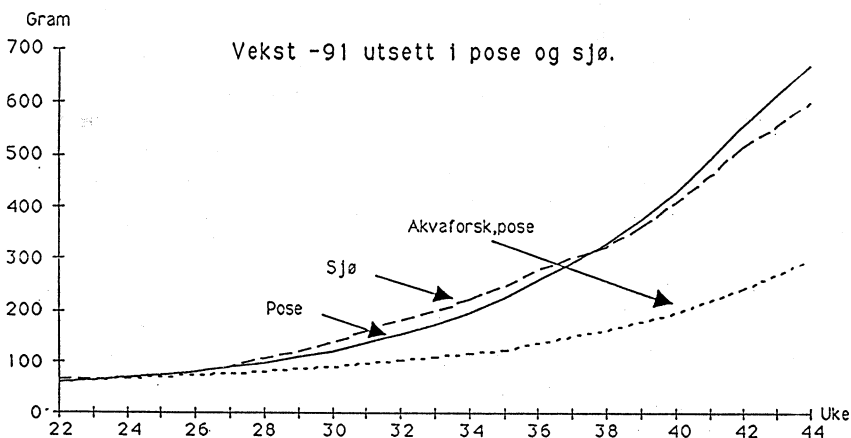
I 1988 startet Agderforskning med basis i et utspill fra den lokale oppdrettsnæringen i Flekkefjord opp et forprosjekt som skulle vurdere hvilken type teknologi man skulle satse på for å unngå problemet med giftalgeoppblomstringer. Resultatet av dette var at oppdretterne bygde opp et fullskala flyt-

ende, lukket oppdrettsanlegg samt at det ble startet opp et 2-årig NTNFProsjekt med tittel «Driftsoptimalisering av flytende, lukkede oppdrettsanlegg». Dette ble gjennomført i samarbeid med de lokale oppdrettere, utstysprodusenter og SINTEF (NHL-SINTEF og Marintek). Prosjektet ble avsluttet i februar 1992 (Skaar, A. & Bodvin, T. 1992), men anlegget er fulgt opp videre fram til dags dato.

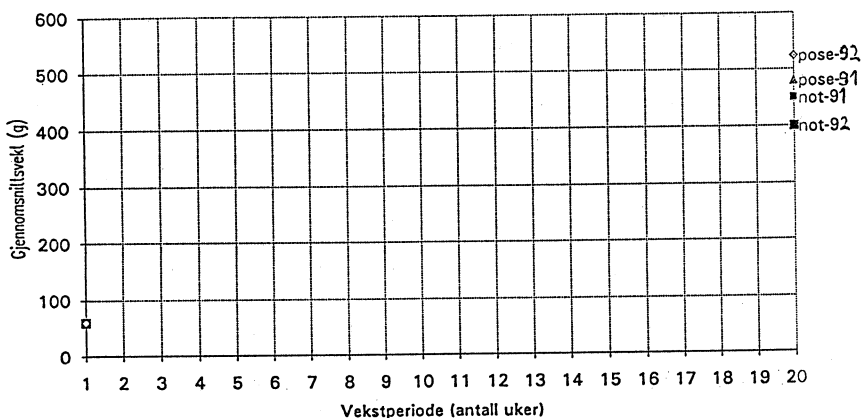
Resultatene fra dette prosjektet viser at det ved hjelp av denne type teknologi er mulig å fjerne bruk av noen kjemikalier helt samt redusere bruken av andre vesentlig, samtidig som man opprettholder en kommersielt lønnsom drift. Erfaringer fra det flytende, lukkede anlegget i Flekkefjord danner basis for de resultater vi her vil legge frem.

### Vekstutvikling

En av hovedhensiktene med de lukkede anleggene er å unngå forhold som alger, lus, varmt/underkjølt vann etc.



Figur 1a. Vekst -92 utsett i pose, sjø og beregnet vekst i pose etter akvaforskstab. i perioden 1.7—1.11.-91.



Figur 1b. Vekstdata for smolt for 1991 og 1992-utsett.

Vanninntaket plasseres derfor godt under sprangskiktet (50—90 m dyp). Imidlertid fører dette til en helt annen vanntemperatur enn i det åpne anlegget med lavere temperatur på senvåren, sommer og tidlig høst og høyere senhøstes, gjennom vinteren og tidlig på våren. Det har derfor vært av vesentlig betydning å finne ut hvordan tilveksten utvikler seg, spesielt fra smoltutsett til høstparten når de 2 temperaturkurver krysses. Resultatene fra 1991 og 1992 utsett gir et ganske entydig svar (fig. 1a og 1b). Som det her fremgår, finner vi en langt raskere vekst enn en teoretisk skulle forvente ut fra Akvaforsk-tabellen for fisk i det lukkede anlegget. Fisk i referansegruppen har hatt en utvikling som forventet.

### Forutnyttelse

Samtidig finner vi at forutnyttelsen også har vært langt bedre i det lukkede anlegget. Dette er for såvidt forventet da god tilvekst og god forutnyttelse ofte er to sider av samme sak. Årsaken til dette synes å være en stabilisering av

miljøforholdene i systemet slik at det blir mer predikterbart. Dermed synes en større del av energiinntaket å kunne utnyttes til vekst.

### Størrelsesspredning

Et annet forhold som også påvirker veksteffektivitet og dermed også forutnyttelse er størrelsesfordelingen i populasjonen. I et åpent anlegg vil det ofte over noe tid etablere seg et hierarki i populasjonen med grupper av fisk som dominerer over andre, enten ved hjelp av størrelse og/eller aggressivitet. Resultater så langt fra de lukkede systemene tyder på at dette fenomenet ikke oppstår i disse enhetene. Spredningen øker ikke i posen over en periode på 4 mnd mens vi finner en betydelig økning i referansegruppen i det åpne anlegget. Årsaken til dette kan være flere forhold, men det mest nærliggende er at forpartiklene er i lengere kontakt med fisk i et lukket system samtidig som et stabilt strømsystem reduserer den aggressive adferden.

## **Intertransport**

Intertransport har vært et av de største problemene i forbindelse med drift av flytende, lukkede systemer. I Flekkefjord-prosjektet er det imidlertid utviklet et system basert på en kombinasjon av tetthetsforskjeller og mammutpumpeprinsippet. Det har en kapasitet på 2—300 kg/min og krever maksimum 2 mann. Systemet er svært enkelt å styre da bare mindre forandringer i luftmengde og/eller vanntilførsel bestemmer om det går fisk eller ikke.

## **Reduserte avløpsmengder**

Som resultat av den gode forutnyttelsen vil utslipp av forurensninger fra et lukket anlegg være mindre pr. kg fisk produsert enn i et tilsvarende åpent anlegg. Dessuten gir det lukkede anlegget muligheter for å ta vare på og behandle forurensninger. I denne sammenheng har NHL-SINTEF utviklet systemer, både for landbaserte og flytende, lukkede systemer, som utnytter delstrømmer for å oppkonsentrere forurensninger. I tillegg gir lukkede systemer muligheter til å redusere bruk av endel kjemiske stoff som er i bruk i næringen.

## **Fjerning av lakselusproblematikk**

Lakselus har etter hvert blitt et stadig større problem, både p.g.a. kjemikaliebruken, men også fordi behandlingen i seg selv kan ha en negativ effekt på fiskens tilvekst. Man synes å få en reduksjon i tilvekst, sannsynligvis både som funksjon av stress og som et resultat av sulting før behandling. I lukkede anlegg med dypvannsinntak synes dette problemet å være fjernet.

## **Antigromidler**

Et annet vesentlig element i forurensningssammenheng i forbindelse med oppdrett har vært bruk av antigromidler til impregnering av nøter. Det har spesielt vært bruk av kobberholdig stoffer det har vært fokusert på. I de flytende lukkede anleggene har dette til nå ikke vært noe stort problem. Påvekstorganismene har enten vært svært lette å fjerne mekanisk eller forekommet i et svært lite antall. Et unntak i denne sammenheng er begroing av monokulturer av sukkertare i perioden mai-juni, et problem vi prøver å løse vha mekaniske metoder tilpasset sukkertarens produksjonssyklus.

## **Oksygenering**

I forbindelse med oppdrett i lukkede systemer, viser det seg at det er helt nødvendig med kunstig tilførsel av oksygen. I dypvannet på de mest aktuelle lokalitetene langs norskekysten (beskyttede B-lokaliteter/C-lokaliteter), finner vi ofte svært lave oksygenverdier. Ofte vil det også forekomme spor av H<sub>2</sub>S, noe som har en sterkt negativ effekt på fisken. Det vil derfor ofte være snakk om en form for 3-trinns systemer ved oksygenering ved at man først tilfører de mengder som kan kalles bakgrunnsverdi (oksygenmengde i avløpsvannet, ofte satt til 7 ppm), deretter oksygen til en naturlig gassbalanse (100% metning dvs 9—10 ppm) for så tilslutt å tilføre en overmetning av oksygen til fisken har den nødvendige oksygenmengden tilgjengelig. De to første trinnene gjennomføres i en operasjon. Med et fullt utbygget oksygeneringssystem vil man også kunne redusere vannforbruket betraktelig. Reduserte vannmengder vil igjen gjøre eventuelle rens tiltak rimeligere, noe som er av vesentlig betydning.

## Konklusjon

Gjennom media får man inntrykk av at oppdrettsnæringen har utviklet seg til «en av de største forurensningskildene fra menneskeskapt virksomhet» som enkelte har valgt å karakterisere den. I virkeligheten faller dette og andre liknende utsagn på sin egen urimelighet da dette jo tross alt dreier seg om en produksjon som biologisk sett er avhengig av et stabilt og godt miljø. At det imidlertid finnes ekstremtilfeller i denne næringen som fortjener denne slags benevelser, synes høyst sannsynlig. Jeg er heller ikke i tvil om at fremtidens oppdrettsnæring i langt sterkere grad

enn i dag, må basere seg på produksjonsprosesser der bruk av fremmedstoffer er unntaket og ikke regelen, og der spillfor er et fremmedord enten man snakker om lukkede anlegg på land eller sjø eller åpne systemer. Det vil derfor være avgjørende at næringen selv etablerer en forståelse for at et økologisk system i ubalanse først skaper problemer for næringen selv og dens lønnsomhet før det har noen praktisk effekt for andre. Et uttrykk som kan brukes i en slik sammenheng er «å skite i eget reir», noe hverken oppdrettsnæringen eller naturen er tjent med.

## Referanser:

Skaar, A. & Bodvin, T. (1992): Driftoptimalisering av flytende, lukkede oppdrettsanlegg. Sluttrapport NTNH-prosjekt HB 1901 26090. 44 sider.

Tvinnereim, K. (ed) (1992). Temautgave - lukkede produksjonsanlegg. Norsk Fiskeoppdrett.

## CHK utfører oppdrag innenfor områdene:

- Vann
- Avløp
- Renovasjon
- Prosessteknikk
- Energiteknikk
- Byggeteknikk
- Geoprosjektering



SIVILINGENIØR

**CARL-H KNUDSEN A/S**  
RÅDGIVENDE INGENIØRER MNIF MRIF

Drammen — Fagernes — Stjørdal — Sundsvall