



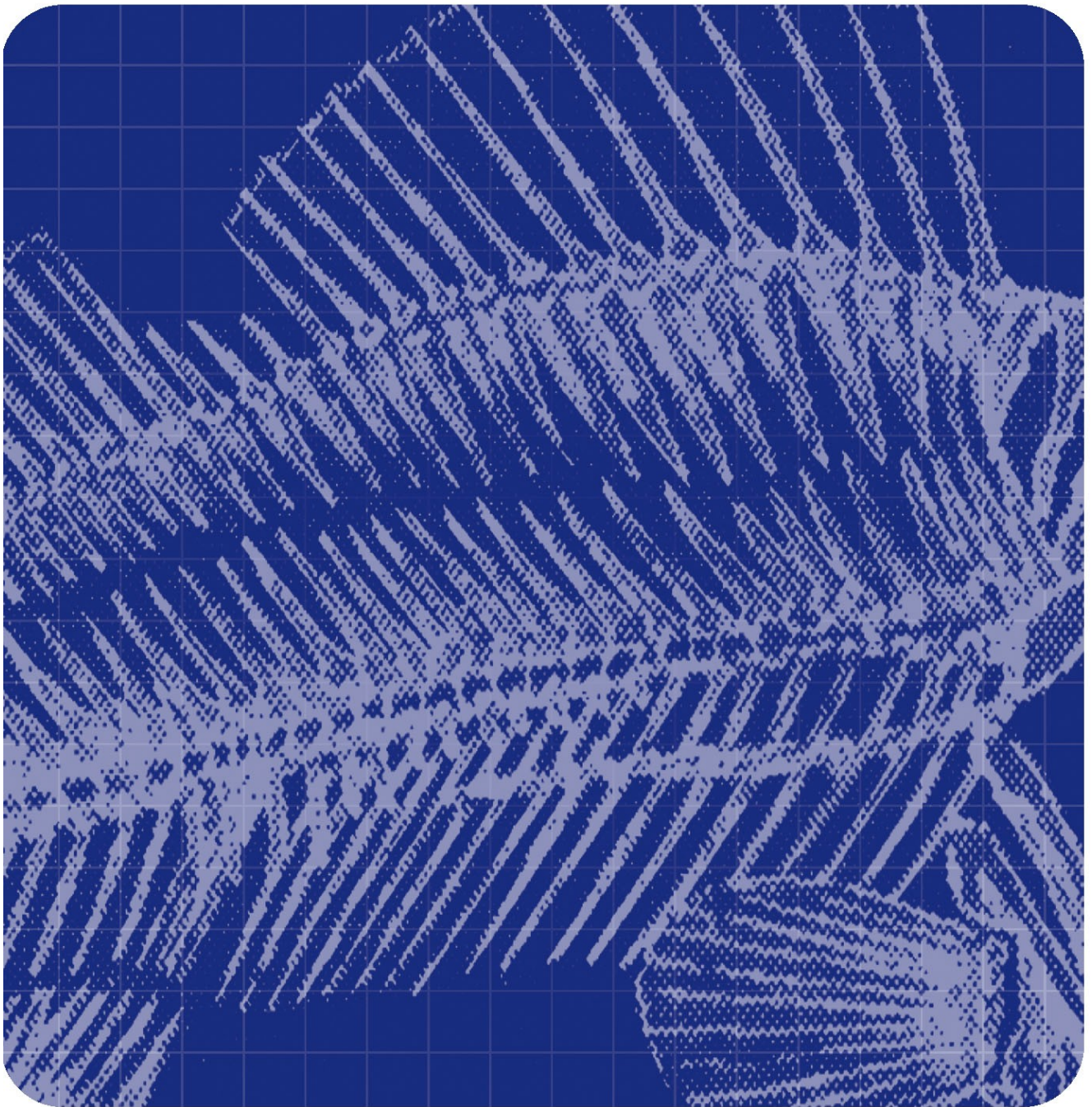
# Fiskeriforskning

RAPPORT 5/2000 • Utgitt mars 2000

## Settefiskproduksjon av marin fisk

- fokus på gasser i vann

Hans Kristian Strand





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforskningens arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
- aktuelle oppdrettsarter
- bioteknologiske produkter
- teknologiske løsninger
- konkurransedyktige foretak

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av Fiskeriforskning.

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

# RAPPORT

Tilgjengelighet:

Åpen

Rapportnr:

5/2000

ISBN-nr:

82-7251-442-7

Tittel:

**Settefiskproduksjon av marin fisk****- fokus på gasser i vann**

Dato:

6. mars 2000

Antall sider og bilag:

10

Forfatter(e):

Hans Kristian Strand

Forskningsjef:

Atle Mortensen

Senter:

Havbruk

Prosjektnr.:

6280

Oppdragsgiver:

Landsdelsutvalget

Oppdragsgivers ref.:

012/09012

3 stikkord:

Settefisk, svømmeblære, overmetning

Sammendrag:

Oppvarming av vann fører til gassovermetning. Det er godt dokumentert at slik overmetning kan resultere i sykdom og dødelighet hos fisk i oppdrett. Det er etter hvert rettet fokus mot skadelige effekter av selv liten grad av gassovermetning. Overmetning i dette området vil ikke føre til akutt dødelighet, men kan bidra til utvikling av sykdom. I prosjektperioden er det utviklet en degasser som kan benyttes til å regulere nivået av gasser i vannet til ønsket nivå, og ikke bare ned mot området 101-103 %, slik som konvensjonelle luftere. Dette kan fjerne faren for sykdomsutbrudd som følge av gassmetninger i området mellom det ufarlige og det dødelige. Degasseren har lav høyde, og sparer derfor oppdretteren for pumpekostnader i forhold til kolonnellignende strukturer. I tillegg er den driftssikker og enkel å rengjøre og vedlikeholde.

Den grunne lengdestrømsrennen har vist svært gode kvaliteter under oppdrett av kveite og steinbit. Et fleksibelt settefiskanlegg vil også måtte kunne produsere pelagiske arter, som for eksempel torsk. Ved oppdrett av torsk i grunne lengdestrømsrenner har imidlertid en varierende andel av fiskene store problemer med å regulere gassinnholdet i svømmeblæra, og som et resultat av dette forholdet, blir en betydelig andel av fisken svømmende med buken i været. Det har vært alminnelig antatt at dette forholdet var forårsaket av svak overmetning av nitrogen i vannet, som igjen har sin årsak i at konvensjonelle luftere ikke lufter vannet slik at det er helt i balanse med trykket i omgivelsene. Alternativt har en antatt at svømmeblæreproblemer være forårsaket av stress som følge av den lave vannstanden. Den nyutviklede degasseren har gjort det mulig å teste disse antakelsene. Til vår overraskelse kunne vi konstatere at hverken overmetning av gasser, eller stress synes å være hovedårsak til de nevnte problemer hos torsk. Det ble satt i gang en omfattende forsøksserie for å finne årsaken til problemet, men uten at vi kom helt i mål. I rapporten tillater vi oss likevel å spekulere i hva som kan være årsaken til svømmeblæreproblemer hos ungtorsk.

## **FORORD**

Dette prosjektet er finansiert av Landsdelsutvalget for Nord-Norge og Nord-Trøndelag. I tillegg til bygging, uttesting og forsøksvirksomheten som er beskrevet i rapporten, har finansieringen muliggjort gjennomføring av den praktiske delen av hovedfaget til student Alexander Solbakken. Han har stått på ukedager så vel som helger i en lang og til dels kald og våt forsøksperiode. Hans hovedfagsarbeide vil utdype alle de nyanser som må utelates i en rapport av denne typen. Teknikerne ved stasjonen, Wiggo Myhre, Oddvar Haugland og Svein Guttorm Hansen har bygget prototypen av degasseren. De bidro aktivt under planlegging og gjennomføring, og kom med forslag til forbedringer av deler og materialvalg. Bjørn Carlsen har stilt opp ved veiinger i alle typer vær tre måneder til ende. Lofilab A/S leverte fisken som ble benyttet i forsøket.

## INNHOLD

1	BAKGRUNN.....	1
2	UTVIKLINGSARBEIDET .....	4
3	DEGASSEREN .....	5
4	TORSK .....	7
5	SPEKULASJON.....	9
6	REFERANSER.....	10

# 1 BAKGRUNN

Kveitenæringen i Norge sliter med å ta skikkelig av. På tross av økende yngelproduksjon er matfiskprodusentene nølende i sin satsning. Dette skyldes delvis den høye yngelprisen, men har også sin årsak i at det foreløpig ikke er etablert en fullgod utsettingsstrategi. Mens yngelprodusentene ønsker å selge fisken ut av anlegget om høsten som ferdig tørrfôrtilvent fisk ved 5 til 20 g, er det ønskelig for matfiskprodusentene å sette fisk i sjøen om våren, ved en vekt på rundt 200-400 g. Med den strategien vil fisken være stor nok til å tåle overgang til merd, og i tillegg vil fisken settes ut på stigende temperatur, og derved kunne utnytte sitt vekstpotensiale. Dagens organisering av kveiteoppdrett i yngel- og matfiskprodusenter ser altså ut til å mangle et ledd. Dette betyr at enten yngel- eller matfiskprodusentene må utvide sitt repertoar, eller så må en ny aktør, nemlig settefiskprodusenter, på banen. Settefisk vil representere en relativt stor biomasse, og det vil derfor være ønskelig med flere aktører spredt langs kysten for å redusere transportbehovet.

Om høsten vil altså en tørrfôrtilvent kveiteyngel fra en nordnorsk oppdretter være i området 5-50 g. Dette er en for liten størrelse til å settes ut i merder i sjøen, som er den mest vanlige produksjonsmetode. I tillegg har så små fisk høy optimaltemperatur for vekst, og vil ikke vokse, eller vokse svært lite i de kaldeste vintermånedene. Kan man i den kalde årstiden tilby kveiteyngelen oppvarmet vann, slik at den kan opprettholde en god vekstrate, vil man påfølgende vår kunne sette ut 200-500 g yngel på stigende temperatur.

Oppfôring av yngel gjennom vinteren krever tilgang på oppvarmet vann. Bruk av varmpumpe og varmevekslere bidrar til å redusere kostnadene til oppvarming. Oksygenering av vannet vil ytterligere redusere kostnadene, hovedsakelig gjennom:

- god utnytting av det oppvarmede vannet (det brukes mange ganger)
- mulighet for å holde fisk ved høyere tettheter, eller produsere mer fisk per arealenheter
- bedre utnyttelsen av pumpekapasiteten. Selv ved en moderat oppkysygenering av vannet, vil en bare pumpe en tredjedel av den mengden vann som er nødvendig uten oksygenering.

I forbindelse med oppvarming av vann til fiskeoppdrett, er det en del problemer som må løses dersom en skal unngå sykdom og dødelighet. Fordi kaldt vann løser større mengder gasser enn varmt vann, vil kaldt vann når det varmes opp, bli overmettet. Overskuddet av gasser felles etter hvert ut som bobler på overflaten, slik det kan observeres i et glass vann som blir stående på kjøkkenbenken. Dersom boblene felles ut inne i fiskens blodkarsystemer vil dette ha dramatiske konsekvenser, analogt med det som finner sted når dykkere stiger for raskt opp til overflaten. Oppvarmet vann må derfor få fjernet sitt gassoverskudd, en prosess betegnet som "degassing". Nøyaktig måling av gassovermetning krever kalibrert utstyr, men verre er det at en ofte ikke kjenner toleranseverdiene for de artene man arbeider med. Kroniske tap av lakseyngel har vært registrert i anlegg der totaltrykket i vannet har variert mellom 101-103% (Westers *et al.*, 1991). I nevnte tilfelle var overmetningen synlig som mikrobobler i det fine kapillærnett i gjellene. Tilstanden førte til nekroser i det omkringliggende vevet. Sannsynligvis vil en gassovermetningsgrad på for eksempel 102 % i inntaksvannet lettere medføre utfelling av bobler på fisk som svømmer i overflaten eller ligger i en lengdestrømsrenne med vannstand to cm, enn på fisk som ligger på bunnen av et én meter dypt kar. Dersom det ikke er overmetning av nitrogen i vannet, vil det ikke skape problemer

med moderat overmetning av oksygen, selv om det medfører totalovermetning (summen av nitrogen, oksygen og edelgasser) som ligger over 100%. Årsaken til dette er at den biologiske aktiviteten i fisken medfører at denne er undermettet med oksygen. Når vannet har en svak overmetning med nitrogen, vil den skadelige effekten sannsynligvis forverres dersom også oksygen er overmettet, slik at totalmetningen øker. Gassovertmetning i anlegg kan ha sin årsak i en rekke forhold, de vanligste er:

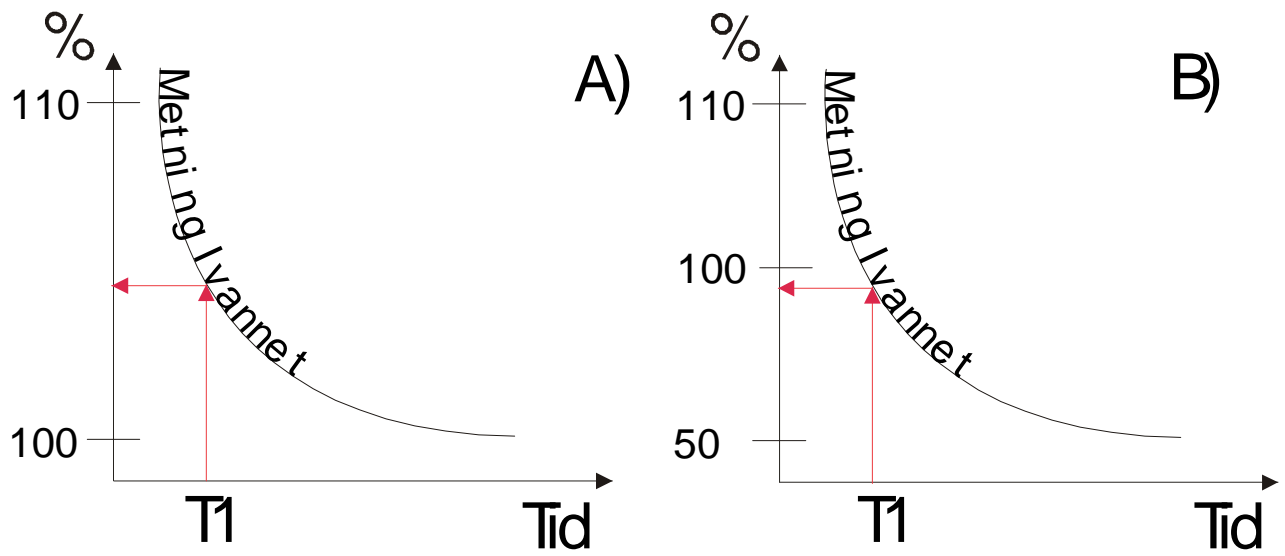
- pumper som suger falsk luft
- mikrobobler i vannet som settes under trykk i rørsystemene
- blanding av varmt og kaldt vann
- oppvarming av vann

I tillegg kan årsaken være blanding av varmt og kaldt vann i sjøen. Overmetning av oksygen kan forårsakes av fotosyntetiserende aktivitet hos alger i tillegg til forholdene som medfører overmetning av nitrogen.

En vanlig måte å lufte vannet på har vært kolonneluftere, der en løfter vannet for deretter å knuse det mot et materiale med størst mulig overflate der gassutveksling kan finne sted. Det er mulig å dimensjonere slike luftere til å levere vann med metning ned mot 101 %, men etter en tids drift vil de fungere dårligere, og vannet vil kunne utgjøre en fare for fisken.

En alternativ metode er å avgasse vannet i en vakuum-degasser. Prinsippet bygger på at gassutvekslingen finner sted i en atmosfære med redusert trykk. Utvekslingen av gasser vil i et slikt system være ekstremt mye mer effektivt, og en kan enkelt redusere metningen av nitrogen (og oksygen) til for eksempel 90%. Oppsummert kan fordelene listes opp i følgende punkter:

- nitrogen reduseres til et absolutt sikkert nivå
- det er bare nødvendig å behandle en delstrøm av vannet, som deretter kan blandes inn i hovedstrømmen, selv om denne er overmettet i utgangspunktet, eller holder en annen temperatur.
- systemet ligger til rette for enkel oksygenering
- kolonnehøyden kan reduseres med påfølgende besparelser i pumpekostnader.
- prosessen går langt raskere enn i en kolonnelufter.



Figur 1. Gassmetning i vannet i en typisk kolonneluft (A) sammenlignet med en vakuumlufte (B). Merk at ved samme tid T1 vil vannet i kolonneluftene fremdeles være overmettet, mens vannet i vakuumlufte er undermettet, i forhold til luften utenfor de respektive lufte.



## 2 UTVIKLINGSARBEIDET

Målsettingen i prosjektet var å utvikle en vakuum-degasser som var:

- Lavest mulig
- Effektiv
- Driftssikker
- Lett å rengjøre
- Tilrettelagt for oksygenering

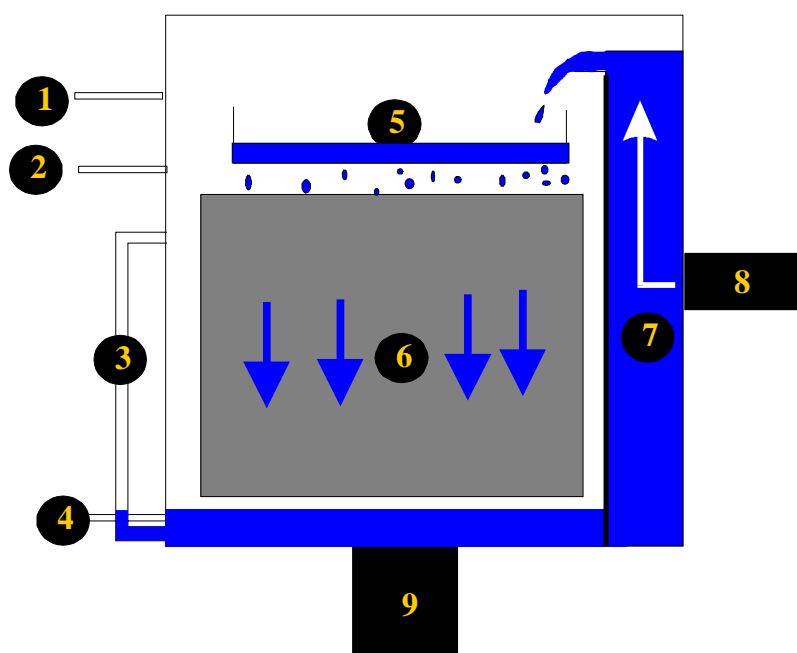
I tillegg ønsket vi å kartlegge hvilke faktorer som medfører svikt i evnen til å regulere gassinnholdet i svømmeblæra hos torsk i grunne lengdestrømsrenner.

### 3 DEGASSEREN

Degasserboksen ble produsert av sorte pH-plater med en tykkelse på 20 mm. Unntaket er en 10 mm plate som avgrensner inntakskammer (Figur 2). Dør-platen og fronten er forsterket med vinkeljern. Boksen forsegles ved at det ligger en pakning mellom de to vinkeljernene som tetter når døren ansluttes med vingemuttere. Degasseren vil bli plassert ved Troms Marin Yngel eller ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Der vil den etter nærmere avtale være fritt tilgjengelig for de som ønsker å studere den nærmere. Det er liten tvil om at det bør kunne støpes rimeligere konstruksjoner i et annet materiale. I det følgende tas det derfor bare med noen faktorer som er av viktighet for at en slik konstruksjon skal kunne virke optimalt (tall i parentes viser til tilsvarende tall i figur 2):

- a) Inntakskammeret (2): Inntakskammeret er en viktig konstruksjon hvis funksjon er å mate inntaksvannet på en mest mulig skånsom måte inn på fordelerplaten. Dersom vannet spyles ned på fordelerplaten vil det spres ujevnt over fordelerplaten, og dette reduserer effekten betydelig.
- b) Fordelerplaten (5): Fordelerplaten skal, som navnet antyder, fordele vannet jevnest mulig utover biolegemene. Den kan virke ubetydelig, men er i virkeligheten av største betydning for effekten til degasseren. Vannstanden i fordelerplaten skal være av en viss høyde for å gi best mulig innmating av vannet til bioblokken. Både antall hull og hulldiameter er av betydning for optimal drift, og disse beregnes ut i fra hvor mye vann det er meningen at lufteren skal behandle. Man må passe på at hullene i fordelerplaten ikke slimes igjen eller tilstoppes av fremmedlegemer i inntaksvannet. Fordelerplaten i vår lufter er utformet som en skuffe, som kan skiftes ut med et enkelt håndgrep, for eksempel samtidig som man skifter ut bioblokken. Det skal være minst 10 cm fri høyde mellom fordelerplaten og bioblokken.
- c) Biolegemer (6): Best og raskest utveksling av gasser mellom vannet og atmosfæren i degasseren finner sted når det er størst mulig kontaktflate mellom vannet og atmosfæren. Til dette formålet benytter man ulike former for biolegemer. Dette navnet benyttes fordi de i utgangspunktet er konstruert for å gi størst mulig overflate ( $100-300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) for bakteriell vekst i biologiske filtre. Såkalte bioblokker har vist seg svært effektive til luftere. De består av sammensveisede rør med indre diameter på 2-5 cm. Hvert enkelt rør består av korder med ruglete overflate. Når man heller vann på et rør som ligger horisontalt, vil vannet delvis spre seg over røroverflaten, og delvis renne gjennom til neste rør, der det samme gjentar seg. Den hule strukturen medfører at det er kort avstand mellom vannfilm og atmosfære. Konstruksjonen gjør det også enklere å skifte ut atmosfæren i boksen mer fullstendig enn ved bruk av vanlige løse biolegemer. Bioblokkene bør skiftes ut og vaskes med jevne mellomrom for å forhindre at slimdannelse reduserer effekten. Størrelsen på en bio-blokk er omtrent 60X60X60 cm.

- d) Vakuumsug (1). Dersom boksen er helt forseglet og utløpsrøret (9) har en viss lengde og diameter, vil vannets tyngdekraft lage vakuum inne i boksen. Dette vil kunne være tilstrekkelig til å lufte vannet til litt under 100%. Det vanlige er imidlertid å koble en vakuumsuger til boksen. I våre forsøk brukte vi en såkalt venturi-injector. Det er ganske enkelt et rør som på grunn av en innsnevring på midten produserer et vakuumsug når vann passerer. Disse konstruksjonene er rimelige og driftssikre. Vi har vurdert det som en fordel at de kan drives med en delstrøm av vannet fra hovedpumpa, slik at man minimaliserer faren for driftsstans. Vanligvis benytter en likevel sugedelen på en blower for å lage ønsket vakuum. De er relativt driftssikre og har stor kapasitet. Benytter man blower, bør lufteren ha en ventil tilkoblet slik at en kan regulere undertrykket i boksen.

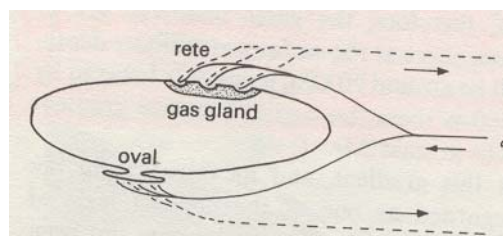


Figur 2. Skisse av vakuum-degasseren som ble bygget ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Figuren viser gjennomgangsnippel for vakuumsug (1), gjennomgangsnippel for trykkmåler(2), vannstandsmåler av gjennomsiktig glass (3), gjennomgangsnippel for introduksjon av oksygen via diffusor (4). Diffusoren kan enten ligge på gulvet i degasseren eller henge ned i utløpsrøret (9), fordelerplate (5), bioblokk (6), inntakskammer (7), vann inn (8) og vann ut (9).

## 4 TORSK

Oppdrett av torsk har potensiale til å bli en ny komet innen norsk havbruk. Bruk av riktig teknologi vil være av betydning for lønnsomheten. Den grunne lengdestrømsrennen har vist seg svært effektiv ved oppdrett av arter som kveite, piggvar og steinbit. Ved riktig drift er systemet selvrensende, og svært arealeffektivt, ettersom det egner seg til stabling i reoler. Under produksjon av torsk viser det seg at vi får problemer etter overføring til grunne lengdestrømsrenner. Kort tid etter overføring til renna vil en varierende andel av fiskene miste balansen, og bli svømmende med buken i været. Denne tilstanden er ikke reversibel, og selv om fiskene som er rammet av denne tilstanden i korte perioder kan snu seg for å spise, vil de etter en tid tape vekt og dø (Tveit 1994). Vår erfaring er at problemet er størst for de minste fiskestørrelsene (1-10 g), og mindre for større fisk (ca 50-100 g). Kanskje er problemet ikke-eksisterende for større fisk, men det vil uansett ikke være så interessant for settefiskprodusenter. Problemet skyldes en ukontrollert oppfylling av svømmeblæren til fisken, slik at gassinnholdet blir for stort i forhold til fiskens egenvekt.

De viktigste gassene i vann er nitrogen og oksygen, og det trykket hvert enkelt gass utøver i en blanding av flere gasser betegnes som gassenes partialtrykk. Gassen i svømmeblæra består hovedsakelig av nitrogen og oksygen, som transporteres fra vannet via blods systemet. Den viktigste gassen til regulering av trykket i blæra er oksygen. For at blæra skal kunne fylles med luft, må gasstrykket inne i blæra være større enn trykket i vannet, og det må derfor finne sted en utskillelse av gass mot en gradient. Det høres enkelt ut, og prinsipielt blir det da også omtrent som å blåse opp en ballong. I praksis er det likevel slik at de systemene som gjør det mulig å produsere trykk-gass på denne måten, er blant høydepunktene innen biologisk ingeniørkunst. Noe skjematisk kan man si at gassen forlater blodet og går inn i blæren i gasskjertelen (gas gland i Fig. 3), mens systemet som skaper tilstrekkelig trykk til å blåse opp blæren, kalles rete mirabile. I rete mirabile ligger blodårene som fører oksygenrikt blod *til* blæren tett inntil blodårene som transporterer oksygenfattig blod *fra* blæren. Det foregår kompliserte biokjemiske prosesser i både rete mirabile og gasskjertelen, men de viktigste relaterer seg til regulering av pH, eller surhetsgrad, og såkalt utsalting av oksygen. pH påvirker blodets bæreevne for oksygen, mens utsalting vil si at væske med høyt saltinnhold lettere avgir gasser enn væske med lavt innhold av salter. Det er enklere å forstå hvordan svømmeblæra tappes for oksygen. For å få det til trenger fisken bare å la blodet komme i kontakt med svømmeblærevæggen, så vil gassen strømme av seg selv på grunn av trykkforskjellen. Dette foregår i ovalen (Figur 3), og innbuktningen som er vist kontrolleres av en muskel, slik at blodet ikke vil komme i kontakt med gasset i svømmeblæra når denne er strammet.



Figur 3. Prinsippskisse av svømmeblære med reguleringssystemer. Pilretning mot venstre og opptrukket linje indikerer transport av oksygenert blod, mens piler mot høyre og stiplede linjer indikerer transport av blod mot hjertet, og deretter "lufting" i gjellesystemet. Se tekst for forklaringer.

Det er rimelig å tenke seg at gassblandinger i vannet kan påvirke fyllingen av gass i svømmeblæra, når disse ikke er i balanse. Det er også rimelig å tenke seg at ulike typer stress kan påvirke de samme reguleringsystemene, ikke minst siden melkesyre inngår i den normale reguleringen, og også produseres når fisk stresses fysisk.

I forsøkene testet vi følgende fire gassmetningsregimer:

- a) Vannet er overmettet med oksygen og normalmettet med nitrogen, totalmetning 105 %.
- b) Vannet er overmettet med oksygen og undermettet med nitrogen, totalmetning 105 %
- c) Vannet er overmettet med nitrogen og normalmettet med oksygen, totalmetning 105%
- d) Vannet er normalmettet med oksygen og normalmettet med nitrogen, totalmetning 100 %

Regime d) representerer en såkalt kontrollgruppe. Forsøkene ble utført i lengdestrømsrenner med 7 cm vannstand og temperatur rundt 10 °C. Fisken veide ved oppstart rundt 15 g i snitt. Tre grupper av fisk (replikater) fikk samme behandling.

Det ble også satt opp såkalte stressgrupper. I første periode ble fiskene stresset med at blinkende strobe-lys, som var plassert to cm over overflaten, ble satt på i ett minutt fire ganger i løpet av natta. I andre runde ble fisken stresset ved at den ble jaget med håv i ett minutt fire ganger daglig. I alle forsøksenheter var forekomsten av fisk med svømmeblære-problemer omtrent lik (10-20%), og med omtrent samme utviklingsforløp (i løpet av omtrent én uke).

Vi klarte ikke å påvise noen klar sammenheng mellom moderate grader av gassovermetning og problemer med å regulere svømmeblæren.

Vi gikk deretter videre for å undersøke om det var andre typer stress som kunne forårsake svømmeblæreproblemer. Det er rimelig å tenke seg at fisk som er vant til å leve i kar med høy vannstand, blir stresset som en direkte følge av overføringen til lav vannstand, en tilstand vi betegnet som "overføringsstress". For å undersøke denne hypotesen tok vi en gruppe fisk som hadde klart seg i grunne lengdestrømsrenner i fire uker uten å utvikle svømmeblæreproblemer. Disse fiskene regnet vi som akklimerte. Vi sammenlignet med en gruppe fisk som ble overført direkte fra kar med 1 m vannstand til samme regime som de akklimerte fiskene. Igjen så vi samme utviklingen i begge gruppene. Vi testet også om fisk som hadde klart seg bra ved 7 cm, reagerte forskjellig på at vannstanden ble holdt ved 7 cm, eller ble endret til 4 eller 10 cm. Igjen så vi at alle gruppene utviklet fisk med svømmeblæreproblemer i løpet av en måned, selv om det var mer uttalt hos fisk med 4 cm vannstand. I siste runde undersøkte vi om selve tilstedeværelsen av andre fisker var nok til å utvikle svømmeblæreproblemer hos den underlegne fisken. For å undersøke dette ble femten torsk holdt enkeltvis i kammer, og sammenlignet med grupper av 15 fisk som gikk i samme kammer. Det var på dette tidspunkt sent på året og lav temperatur i vannet. Det kan ha vært årsaken til at få fisker fikk så store problemer at de tippet helt rundt. En god del fisk hadde likevel så mye luft i svømmeblæra at de svømte med ryggen over vann. De få fiskene som tippet helt rundt ble observert i kamrene med femten fisk, men frekvensen var lav. Det ble observert individer med ryggen over vann også i kamrene med fisk som svømte enkeltvis.

Vi klarte ikke å påvise en klar sammenheng mellom noen form for stress og problemer med regulering av svømmeblæren.

## 5 SPEKULASJON

For at framskritt skal finne sted er det nesten like viktig å kvitte seg med feilaktige oppfatninger, som å produsere ny viten. Ettersom vi på bakgrunn av omfattende forsøksvirksomhet har måtte legge til side våre favoritthypoteser, har dette banet veien for alternative forklaringsmodeller. Vi har ikke hatt mulighet til å teste disse nye hypotesene, men tar dem med for å vise at man ikke nødvendigvis skal avskrive den grunne lengdestrømsrennen som oppdrettssystem for torsk, på bakgrunn av en serie resultater vi ikke helt kan forklare. I vår alternative forklaringsmodell ser vi for oss at problemet ikke skyldes dybden som sådan, men heller avstanden til overflaten. Det er mulig at de fiskene som over lengre tid befinner seg i kontakt med overflatefilmen påvirkes av gassene som fins i lufta. Selv om partialtrykket av for eksempel oksygen er det samme i lufta og i vannet, vil mengden oksygen per liter være veldig forskjellig. Mens én liter luft inneholder omtrent 0,2 liter oksygen, vil én liter vann inneholde omtrent 0,01 liter av den samme gassen. Vi skal ikke se bort i fra at gasser kan trenge gjennom huden og inn i blodbanen på fisk som er i kontakt med overflatefilmen, og at dette igjen kan gi falske signaler til de systemene som regulerer fylling og tapping av gasser i svømmeblæra. Dersom blodet som transporterer gass bort i fra svømmeblæra inneholder mer oksygen enn "forventet", vil dette kanskje alarmere kontrollsystemene, som på sin side øker innfyllingen eller reduserer avtappingen av gasser fra blæra. Dersom man antar at fiskene fordeler seg slik at det er maksimal avstand mellom individene, vil noen individer benytte plasser i umiddelbar nærhet av overflata. Det er muligens disse fiskene som får problemer. Dersom man fjerner disse fiskene vil nye individer rekruttere til de "ledige" plassene. Det kan i så tilfelle forklare at vi fikk utvikling av nye fisker med svømmeblæreproblemer, selv om vi fjernet alle som ikke hadde klart seg i løpet av fire uker. I et kar med en vannstand på 1 meter eller mer, kan fisk som merker at de har for stor oppdrift, svømme ned mot bunnen, og på den måten få minsket volumet i blæra.

Den ovenforstående hypotesen kan enkelt testes ved å legg et gjennomsiktig lokk (glassplate) over vannflaten for på den måten å hindre kontakt med overflatefilmen. Fôringen kan foregå gjennom et rør. Det må opprettes en kontrollgruppe der overflatefilmen ikke dekkes med lokk. Det bør være tre gjentak (replikater) for hver behandling.

En annen mulig forklaring er at små, ikke ferdig utviklede fisker, er avhengige av å kunne finjustere volumet i blæra ved å svømme nedover. Det at en stor andel av fisken klarer seg utmerket i grunne lengdestrømsrenner, uten å ha tilgang på en slik reguleringsmetode, svekker denne forklaringen. Dersom den likevel er riktig, må man sannsynligvis gå bort fra bruken av grunne lengdestrømsrenner til torsk. Alternativt kan man forsøke å avle videre på individer som ser ut til å klare seg godt. Den tilstanden vi i dette prosjektet har beskrevet som svømmeblæreproblemer, er av andre forfattere beskrevet som svømmeblærestress-syndrom (SBSS) (Kolbeinshavn og Wallace, 1985). Betegnelsen viser at man tillegger stress en viktig rolle i utviklingen av sykdomsbildet, og forsøkene til Kolbeinshavn og Wallace med røye demonstrerte klart at fisk som ble holdt ved lav vannstand hadde betydelig høyere innslag av svømmeblæreproblemer, enn fisk som ble holdt ved noe høyere vannstand. Etter gjennomføringen av våre egne forsøk, holder vi likevel muligheten åpen for at det er kontakten med overflatefilmen som sådan, og ikke stressreaksjonen forårsaket av lav vannstand, som er den egentlige årsaken til problemet.

## 6 REFERANSER

- Kolbeinshavn, A. og Wallace, J.C. 1985 Observations on swim bladder stress syndrome in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), induced by inadequate water depth. *Aquaculture* **46**: 259-261.
- Tvedt, H. 1994 Egnetheten av lengdestrømsrennen som oppdrettsenhet for torskeyngel (*Gadus morhua* L.) med vekt på vekst, overlevelse, kannibalisme, atferdsmønster og hygieniske forhold . Cand. Scient. Oppgave ved NFH, UiTø, 111s
- Westers, H. Boersen, G. og Bennett, V. 1991 Design and operation of sealed coloums to remove nitrogen and add oxygen. *American Fisheries Society Symposium* **10**: 445-449.



# Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:  
Muninbakken 9-13  
Postboks 6122  
N-9291 Tromsø  
Telefon: 77 62 90 00  
Telefaks: 77 62 91 00  
E-post: [post@fiskeriforskning.no](mailto:post@fiskeriforskning.no)

Avdelingskontor Bergen:  
Kjerreidviken 16  
N-5141 Fyllingsdalen  
Telefon: 55 50 12 00  
Telefaks: 55 50 12 99  
E-post: [office@fiskeriforskning.no](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

ISBN 82-7251-442-7  
ISSN 0806-6221