

Forbedret CO₂-avdriving i settefiskproduksjon

Effektiv avdriving av CO₂ gir et meget stort potensiale for økt produksjonskapasitet i settefiskproduksjon. Det har avgjørende betydning at teknologien har høy renseeffekt. Samtidig er det også meget viktig at teknologien har stabil og forutsigbar effekt for å kunne utnytte dette potensialet.

Asbjørn Bergheim, IRIS

Yngve Ulgenes, BioFarmSystems AS
yngve.ulgenes@biofarmsystems.no

Med utgangspunkt i anlegg som bruker oksygentilsetting kombinert med CO₂-avdriving, har vi foretatt en vurdering av hvor stort potensialet er ved bruk av denne vannbehandlingsstrategien. Med andre ord: Hvor lavt vannforbruk kan oppnås på en forsvarlig måte med slike løsninger?

Kjennskap til begrensende vannparametere er nødvendig for å kunne beregne vannbehovet. Oksygen er den først begrensende faktoren ved redusert vannforbruk. Dette løses enkelt ved å tilføre ren oksygen til vannet, og vi kan si at i dag er denne faktoren mulig å styre nesten uansett hvor lavt vannforbruket er.

Ved ytterligere redusert vannforbruk vil CO₂ bli den begrensende faktor, og dagens forskrifter setter en grense på 15 mg/L for å kunne drive oppdrett av settefisk på en forsvarlig måte. Reduseres vannforbruket ytterligere ved å fjerne CO₂, vil neste begrensende vannparameter bli ammonium. Her settes en veiledende grense på 2 mg/L som primært skal forhindre at andelen ammoniakk (NH₃-gass) skal overstige 10 mikrogram pr. liter.

Vannkvaliteten i de aller fleste norske settefiskanlegg er slik at hvis det er 15 mg CO₂ pr liter vann i fiskekarene, vil andelen ammoniakk være så lav at man må langt over 2 mg ammonium pr. liter for å nå opp i betenkelige verdier for ammoniakk. Dette skyldes at vannet som benyttes, gjennomgående har lavt kalkinnhold og dermed synker gjerne pH til omkring 6,0 ved stigende CO₂-konsentrasjon i karene. Ved dette pH-nivået vil dannelsen av ammoniakk være svært lav og altså ufarlig for fisken.

Våre vurderinger er gjort ut fra følgende forutsetninger:

Anlegget har tilstrekkelig oksygeneringskapasitet

Anlegget har nok luftkapasitet til alltid å kunne holde CO₂-konsentrasjonen under maksimalgrensen på 15 mg/L

Tabell 1. Beregnet vannbehov ved varierende effekt av utstyr for fjerning av karbondioksid. Forutsetninger: 12 °C, maks. 15 mg CO₂/L

Vekt fisk, g	O ₂ -forbruk, mg/kg/min	Vannbehov, L/min/kg		
		0 %*	50 %*	80 %*
1	7,7	0,65	0,33	0,13
10	5,0	0,40	0,20	0,08
50	3,6	0,30	0,15	0,06
100	3,2	0,25	0,13	0,05

*: hhv. 0 %, 50 % og 80 % fjerning av CO₂

Tabell 2. Verdier for nødvendig totalt og spesifikt vannforbruk samt oppholdstid i et kar på 500 m³ med 400 000 laks på 50 gram ved ulike renseeffekter i CO₂-luftere. Betingelser er ellers beskrevet i teksten.

Forbruk av nytt vann L/min	Gjenbruk via lufting L/min	Teoretisk oppholdstid Min	Renseeffekt for CO ₂ %	Spesifikt vannforbruk L/min/kg	CO ₂ -konsentrasjon mg/L ^{*)}
3800	6000	51	40	0,19	15,0
2500	6000	59	60	0,13	14,8
1250	6000	69	80	0,06	14,9

*) Basert på RQ=0,9 som medfører at fisken skiller ut ca. 4,5 mg CO₂/min/kg

Tabell 1 gir en generell oversikt over sammenhengen mellom CO₂-reduksjon og redusert vannbehov ved 12 °C og ulike fiskestørrelser (1 - 100 gram). Tabellen viser at effekten til CO₂-avdrivinga er helt avgjørende for vannbehovet og dermed produksjonskapasiteten i dagens settefiskanlegg.

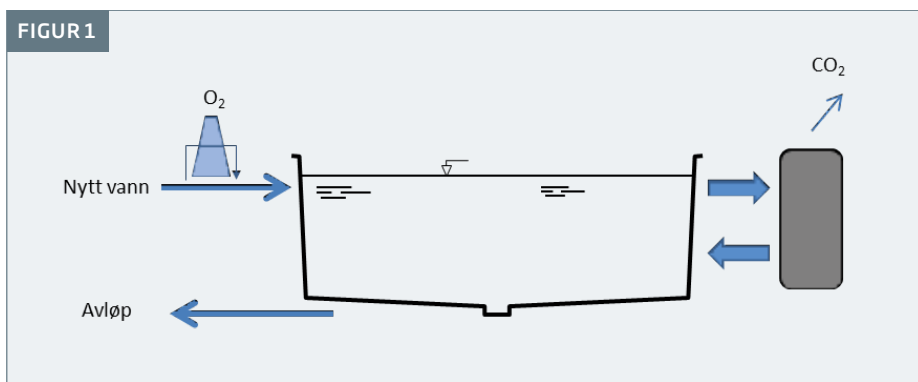
Basert på gitte forutsetninger har vi et system som er gitt i Figur 1. Vannet i et oppdrettskar tilføres tilstrekkelig oksygen for å opprettholde oksygenivået, og vann gjenbrukes ved å la det gå via en CO₂-lufter før det føres tilbake til karet. I tillegg til god vannkvalitet er det også en forutsetning at den totale gjennomstrømmingen i karet (= nytt vann + gjenbrukt vann) gir en oppholdstid på 45 – 60 minutter. Dette gir god selvrensing mht. fjerning av partikler (spillfôr + ekskrementer).

Med utgangspunkt i et kar på 500 m³ - et mellomstort kar - har vi beregnet nødvendig vannforbruk dersom det holder 400 000 laks med snittvekt 50 g og en tetthet på 40 kg/m³ ved 12 °C. Størst belastning i anlegget er gjerne forbundet med høy fisketetthet og høy temperatur, slik at det eksempelet vi trekker fram her kan sies å være fullt ut realistisk.

Tabell 2 viser et sammendrag av beregnede verdier for minimalt vannforbruk på karnivå som funksjon av CO₂-lufterens renseeffekt. Som allerede påpekt vil høy renseeffekt i CO₂-luftere være viktig for å komme ned i vannforbruk. Regneeksempelet viser imidlertid at høy renseeffekt for CO₂ er viktigere enn man intuitivt skulle tro. Med 80 % renseeffekt for CO₂ er det spesifikke vannbehovet nede i 0,06 L/min/kg (1250 L/min pr. kar) og gir kun tredjeparten av det vannforbruket var hvis renseeffekten for CO₂ lå på 40 % (3800 L/min pr. kar). I en situasjon med sterkt begrenset vanntilgang til anlegget vil dette kunne gi en stor forskjell i muligheten for å kunne drive forsvarlig og med god vannkvalitet for fisken.

Vi kan også vinkle dette en annen vei: Hvis man kan doble renseeffekten for CO₂, kan man øke biomassen mye og samtidig kunne ha gode forhold for fisken – m.a.o. oppnå en betydelig kapasitetsøkning i anlegget. Hvis man i regneeksempelet i tabellen ovenfor hadde økt renseeffekten fra 40 til 80 % og samtidig brukt 3800 L/min nytt vann, ville det være mulig å øke antallet fisk i karet med ca. 160 000 – dvs. 40 % økning i fiskemengden – og fortsatt

FIGUR 1

Skisse av oppdrettskar med oksygentilsetting og gjenbruk av vann via CO₂-lufte.

være godt innenfor kravene satt i gjeldende forskrifter.

Investering i effektiv CO₂-fjerning er m. a. o. meget lønnsomt. Men det er da svært viktig at CO₂-fjerningen er forutsigbar og effektiv hele tiden. Det er de viktigste forutsetningene for å kunne utnytte CO₂-fjerning maksimalt.

Metode for effektiv CO₂-fjerning

Det er etter hvert tatt i bruk mange metoder for å luften ut CO₂. Vi skal ikke komme nærmere inn på beskrivelser av de ulike metodene, men bare gi en kort omtale av rislelufting med motstrøms lufting. Dette er den mest effektive metoden for å fjerne CO₂ og virker i prinsippet som følger: Lufteren er bygget som en rislekolonne der vannet som skal luftes, føres inn på toppen og fordeles over et luftemedium. Dette mediet kan bestå av ulike materialer – oftest plast – og oppgaven til mediet er å finfor-

dele vannstrålene som renner («risler») nedover i mediet. Selve luftemediet har ikke annen oppgave enn å «splitte» vannet og dermed skape stor overflate mellom luft og vann. Fra undersiden av luftemediet tilføres luft som strømmer oppover gjennom luftemediet i kolonnen – altså motsatt vei av den veien vannet renner. Dette luftepriippet kalles motstrøms CO₂-avdriving (counter current CO₂-stripping). Det er to viktige egenskaper med denne luftingen som gjør den effektiv:

Luftingen skjer ved nær atmosfæretrykk i hele kolonnen

Forholdet mellom luftmengde og vannmengde kan styres

Ved å kunne bestemme mengde luft som passerer gjennom kolonnen, kan man også bestemme hvor mye CO₂ som fjernes. Det er ønskelig å føre 5 – 10 ganger så mye luft som vann gjennom luftemediet for å oppnå effektiv CO₂-avdriving. Siden luftprosessen foregår uten overtrykk, vil det også oppnås best mulig likevekt for andre gasser (f.eks. oksygen og nitrogen) i vannet ved atmosfærisk trykk.

I stedet for å blåse inn luft i kolonnen, kan man også «trekke» luften gjennom med undertrykk. Dette krever normalt noe dyrere installasjoner enn bruk av vifter som blåser inn luften, siden maskiner som opererer ved undertrykk er mer utsatt for vannråper som kommer via luftstrømmen (aerosoler, etc.). Ved bruk av et svakt undertrykk i luftkolonnen kan man i tillegg til god CO₂-avdriving også oppnå litt nitrogen-avdriving slik at nitrogentrykket etter lufting er under likevekt ved atmosfæretrykk. Selv om lufteren drives med svakt undertrykk, vil det være behov for store mengder luft i forhold til vann (> 5:1) for å oppnå effektiv reduksjon av CO₂.

Begroingsproblemer

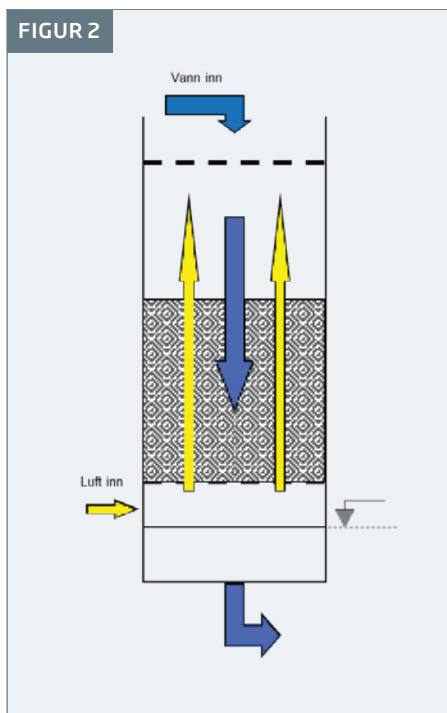
Det store problemet med risleluftere – og som vi tror alle oppdrettere har opplevd – er at organisk forurensing i vann som

skal luftes, forårsaker begroing (bakterie-/soppvekst) på luftemediet. Ved temperaturer over 10 °C tettes derfor luftemediet fort igjen, og etter kort tid vil fordelingen av vann i lufteren bli meget dårlig. Dette skjer i en periode da man har størst behov for høy luftekapasitet – nemlig ved høy temperatur og rask vekst. Resultatet er at produksjonskapasiteten i anlegget reduseres når en trenger den som mest, og manuell rengjøring må til. Dette krever ekstra arbeidsinnsats, og er i tillegg en lite trivelig jobb.

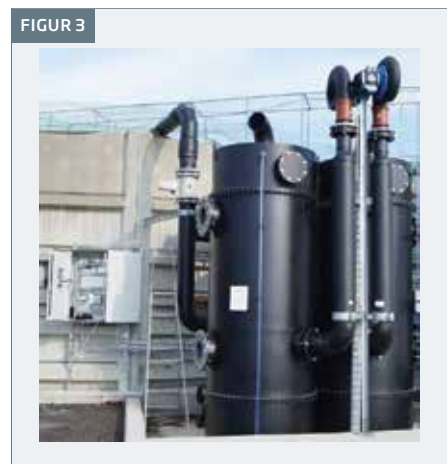
Nyutviklet lufter med innebygget patentert rensesystem

I en nyutviklet lufter for CO₂-fjerning er det konstruert et innebygget og automatisk rensesystem som sørger for at luftemediet – det som «splitter» vannet – holder seg rent hele tiden. I et dokumentasjonsprosjekt er systemet satt opp slik at luftemediet vaskes hver dag. På denne måten sørger man for at lufterens maksimale kapasitet opprettholdes. Renseeffekten for CO₂ etter 1,5 måned ved 12 – 14 °C var 70 – 80 % ved 10 mg CO₂ pr. L i karet. Driftserfaring gjennom nesten 6 måneder gjør at vi nå kan hevde at lufteren vil kunne oppnå ca. 70 – 80 % renseseffekt til enhver tid. Den viktigste nyheten med denne lufteren er at den har stabil effekt siden den holdes kontinuerlig ren uten at det kreves ekstra arbeid å rengjøre den – det gjør seg selv! ■

FIGUR 2

Illustrasjon av motstrøms CO₂-avdriving.

FIGUR 3



GasBuster. Nyutviklet CO₂-lufter med automatisk vaskesystem. Systemet markedsføres av Alvestad Marin AS.