

# Avgjørende med effektiv oksygentilsetting i basseng og lukka merder i forbindelse med nødsituasjoner

Moderne anlegg på land drives med høy fisketetthet og lågt vannforbruk. Slike produktive systemer er helt avhengig av kontinuerlig tilførsel av oksygen for å holde en stabil og gunstig oksygenkonsentrasjon som sikrer god tilvekst og velferd for fisken. Det samme gjelder ved produksjon av laks og ørret i lukka sjømerder der vannet pumpes opp fra dypere vannsjikt og tilsettes oksygen.

Asbjørn Bergheim,  
Forskningsleder i Bio Marine  
asbjorn@oxyvision.com

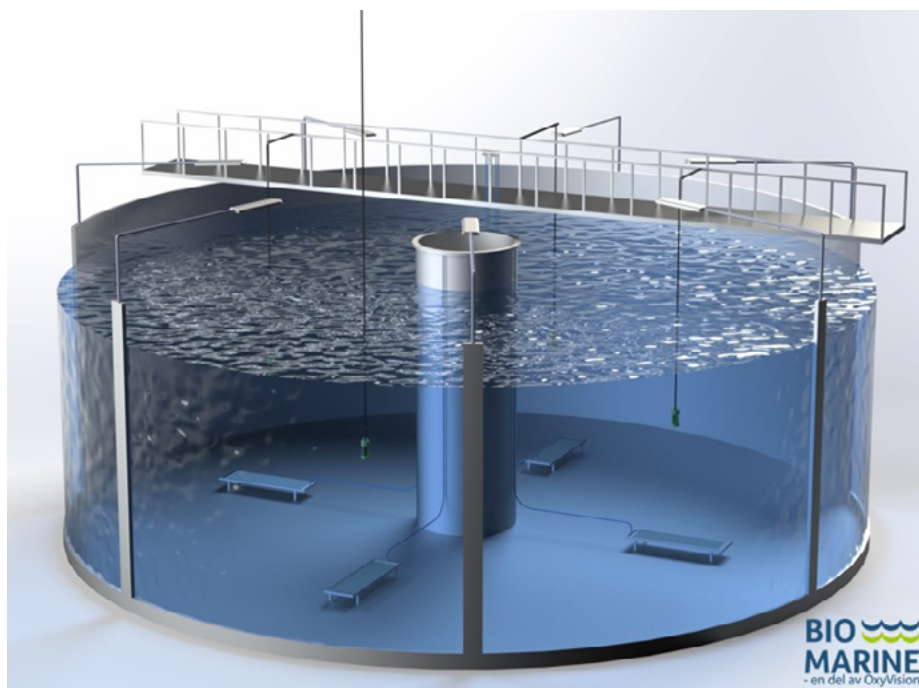


Asbjørn Bergheim er forskningsleder i Bio Marine. Foto: Bio Marine

I slike systemer skjer vanligvis oksygentilsettingen direkte i inntaksvannet som blir pumpet inn i karene. En strømstans vil derfor kunne få alvorlige konsekvenser for oksygentilførselen hvis det tar tid før strømtilførselen blir gjenopprettet. I noen tilfeller er det - av ulike årsaker - erfart at nødstrømsaggregatet ikke har koblet inn ved strømstans. Det vil da være behov for hurtig tilførsel av oksygen som innløses i vannet uavhengig av tilgang på elektrisk strøm.

## Root-effekten

Samtidig som den vanlige oksygentilførselen stopper opp som følge av strømstans vil det også skje gradvis opphoping av karbonidioksid (CO<sub>2</sub>) i karet da vannet ikke skiftes ut og luftes. For hvert mg oksygen fisken forbruker vil det produseres 1,1 – 1,2 mg CO<sub>2</sub>. Unormalt høye CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i vannet bidrar til at fiskens evne til å utnytte tilgjengelig oksygen avtar (såkalt Root-effekt).



BIO  
MARINE  
- en del av OxyVision

Skulle den regulære oksygentilførselen svikte vil det kunne oppstå kritiske oksygensvikt bare etter 15-20 minutter, med risiko for dødelighet. Når det gjelder CO<sub>2</sub>-oppbygging i vannet ved strømstans, er tidsrommet før store skadevirkninger oppstår mer usikkert, da det foreligger lite kunnskap om dette.

## Tida svært knapp mtp. ekstra oksygen

Ved en fisketetthet på 40 kg per m<sup>3</sup> og 12°C vanntemperatur er oksygenivået redusert til ugunstig og mot kritisk nivå, dvs. til under 5 mg/l, mindre enn én time etter at nødsituasjonen oppsto, forutsatt normalt oksygenforbruk hos settefisk på 20 – 50 g. Imidlertid vil en brå stopp i vann- og oksygentilførsel kunne medføre alvorlig stress hos fisken som igjen vil kunne føre til flere ganger høyere oksygenforbruk. Derfor er tida svært knapp for å tilføre ekstra oksygen for å unngå dødelighet når krisesituasjoner oppstår og derfor kan kritiske oksygenivå oppstå i karene allerede etter mindre enn 15 minutter ved høy tetthet med stresset fisk.

Dette er skissert i **figur 1** som viser oksygen- og CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i et kar med settefisk når nødoksygeneringen uteblir. Ved rutinemessige oksygenforbruk uten stress vil altså ugunstig / kritisk oksygenivå (< 5 mg/l) oppstå etter ca. 40 minutter (**figur 1, øverst**), mens høgt stress vil kunne medføre en tilsvarende reduksjon i løpet av 15 minutter og total oksygensvikt etter 25 minutter (**figur 1, nederst**). CO<sub>2</sub>-nivået i vannet vil fortsette å stige så lenge fisken er i live og den teoretiske kurva (stress-stoffskifte) viser den forventede økningen hvis karet igjen tilføres oksygen tidsnok (**se figur 2**). Det er forenklet forutsatt konstant stoffskifte hos fisken, dvs. at konsentrasjonene av oksygen og CO<sub>2</sub> avtar / øker lineært. Beregningene bygger på forutsetninger angitt i **tabell 1**.

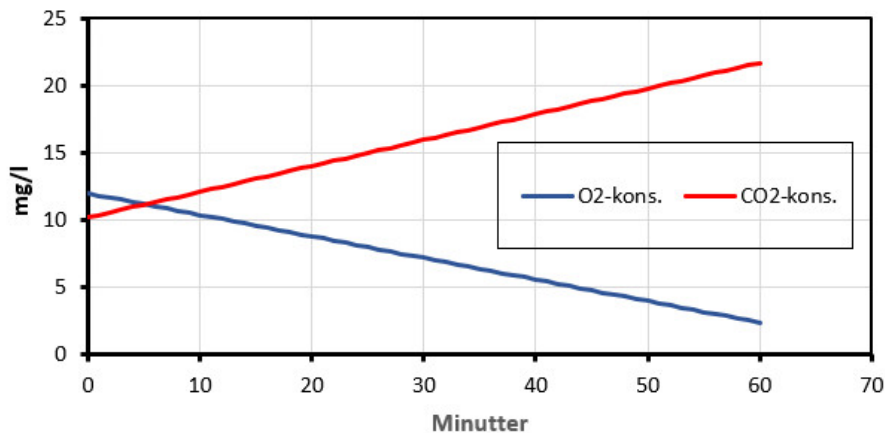
**Figur 2** illustrerer en situasjon der oksygentilførselen kommer i drift igjen etter 15 minutter slik at lågeste oksygenivå i løpet av nødsituasjonen er ca. 5 mg/l. Det er altså forutsatt at konsentrasjonen av oksygen stiger tilbake til utgangsnivået, 12 mg/l, etter få minutter.

## Oksygen blir kritisk før CO<sub>2</sub>

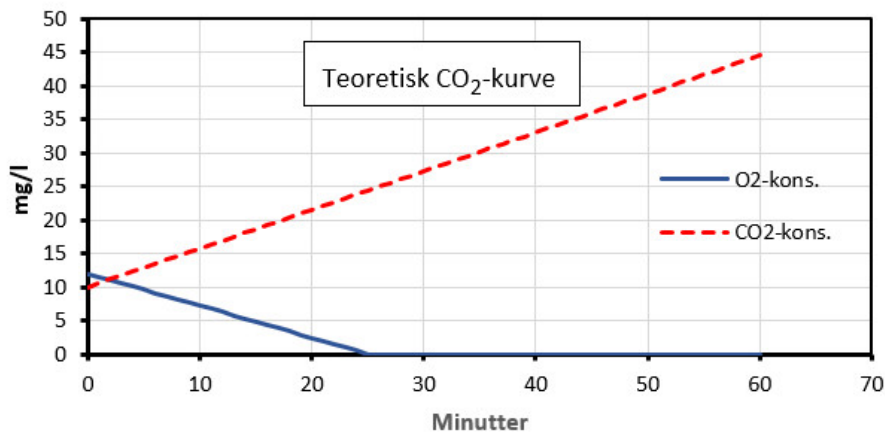
Under de nevnte forutsetningene tolererer altså fisken 15-20 minutter uten oksygentilførsel før det oppstår kritisk oksygensvikt med risiko for skadeeffekter og økt dødelighet. Når det gjelder CO<sub>2</sub>-opphoping i vannet ved strømstans, er tidsrommet før store skadevirkninger oppstår mer usikkert. Ved

langtidspåvirkning anbefales ikke CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over 10-15 mg/l, men skadeeffekter av høyere nivå over kort tid, f.eks. ved over 50 mg/l, foreligger det lite kunnskap om. Uansett vil fisken overleve

### Konsentrasjon av O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> ved normalt stoffskifte

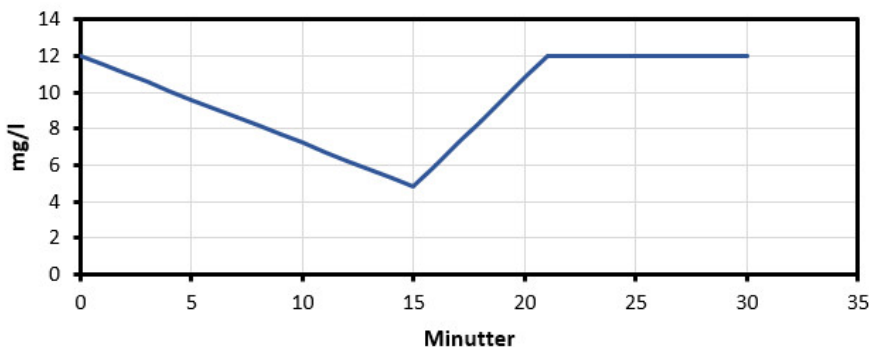


### Konsentrasjon av O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> ved stress-stoffskifte



**Figur 1:** Konsentrasjoner av oksygen og karbondioksid i kar med settefisk i løpet av første timen etter strømstans uten tilsetning av oksygen, hhv. ved forutsatt normalt stoffskifte (øverst) og ved høgt stressnivå (nederst). Forutsetninger for beregning i tekst.

### Konsentrasjon av O<sub>2</sub> ved oksygentilsetning etter 15 min (stress-stoffskifte)



**Figur 2:** Konsentrasjon av oksygen i kar med settefisk gjennom 30 minutter etter strømstans ved tilsetning av oksygen etter 15 minutter. Forutsetninger i tekst (stress-stoffskifte).

### Beregningene i figurene bygger på følgende forutsetninger:

Temperatur:	12 °C
O <sub>2</sub> -konsentrasjon ved start:	12 mg/l (ca. 90 % av metning)
CO <sub>2</sub> -konsentrasjon ved start:	10 mg/l
Fiskestørrelse:	20 – 50 g
Fisketetthet:	40 kg/m <sup>3</sup>
Oksygenforbruk:	-
Rutineforbruk:	4 mg O <sub>2</sub> /kg fisk/min
Stressforbruk:	12 « (3-doblet forbruk)
Respirasjonskoeffisient:	0,9
CO <sub>2</sub> -produksjon:	1,2 mg CO <sub>2</sub> /mg O <sub>2</sub> forbruk

lenger uten utlufting av CO<sub>2</sub> enn ved manglende oksygentilførsel. Likevel bør en være klar over at problemer med CO<sub>2</sub> kan oppstå ved bruk av nødoksygen uten at vannet i karet skiftes ut etter 1-2 timer.

#### Trykkbasert oksygen anbefales

For å oppnå maksimal sikkerhet mot farlig oksygenvikt ved strømstans anbefales derfor bruk av trykkbasert tilførsel av oksygen fra egen oksygentank til diffusorer i karene. Tiført oksygen vil

da innløses i vannet i karet uavhengig av strømtilførsel. Ulike diffusorer har varierende virkningsgrad og det er viktig å anvende diffusorsystemer med høy innløsningsgrad og tilstrekkelig kapasitet for å holde oksygenivået i karene på ønsket nivå.

- På en annen side anbefaler vi bruk av generator-oksygen i daglige driften, da kiloprisen for dette oksygenet vil ha en vesentlig lavere kostnad avslutter Bergheim •

## Essensielt med gode systemer for nødoksygen i RAS

For RAS-leverandøren Nofitech er nødoksygensystemer en viktig del av systemet. Teknisk leder i Nofitech, Geir Løvik har jobbet med å sikre tilførsel av oksygen og fjerning av CO<sub>2</sub> understreker det som artikkelen viser.

- Det er viktig med gode nødoksygensystemer hvis det oppstår en kritisk situasjon med stans i vanntilførsel. Asbjørn Bergheim i Bio Marine sine utregninger viser hvor raskt en kritisk situasjon kan oppstå, sier Løvik. For å oppnå maksimal sikkerhet mot farlig oksygenvikt ved strømstans anbefaler han derfor bruk av trykkbasert tilførsel av nødoksygenet.

- Tilført oksygen vil da innløses i vannet i karet uavhengig av strømtilførsel. Ulike diffusorer har varierende virkningsgrad og det er viktig å anvende diffusorsystemer med høy innløsningsgrad og tilstrekkelig kapasitet for å holde oksygenivået i karene på ønsket nivå, sier Løvik i Nofitech •



Teknisk leder i Nofitech, Geir Løvik. Foto: Nofitech