

«Høy-gjenbruk» uten biofilter – et alternativ til RAS?

I denne artikkelen vil vi se nærmere på hvordan vannbehovet sterkt kan reduseres i et «nesten RAS» konsept vi har valgt å kalle for «høy-gjenbruk» uten biofilter. Her er effektiv CO₂- og partikkelfjerning satt i førerretet, samtidig som vi støtter oss på forskning og toner ned problematikken rundt akkumulering av ammoniakkforbindelser.

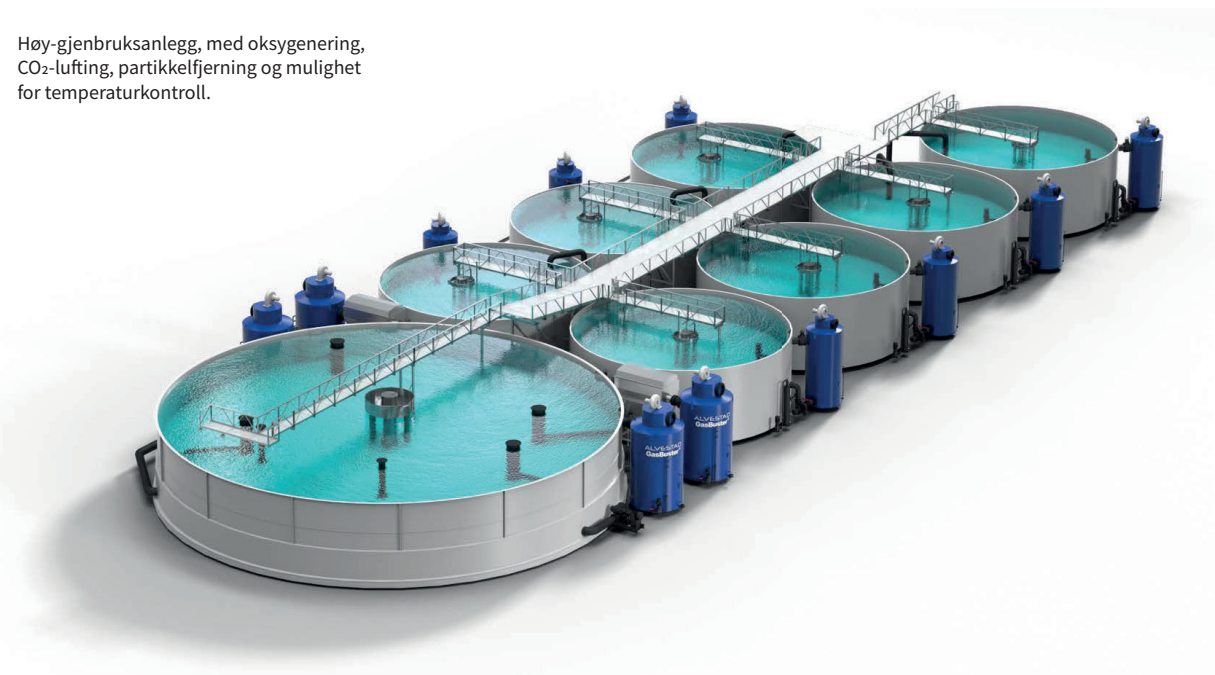
Henrik Grundvig* og Runar Alvestad, begge Alvestad Marin AS; og Yngve Ulgenes, Scale AquaCulture AS
henrik@alvestadmarin.com

Det er for tiden stor interesse for landbasert oppdrett, og mange vurderer å bygge nye anlegg. Som følge av nye tekniske krav er det også en rekke etablerte anlegg som planlegger oppgraderinger i nær fremtid. Om en ikke har ubegrenset tilgang på vann, vil det være naturlig å vurdere løsninger som gir mulighet til økt produksjonskapasitet og bedre utnyttelse av vannkilden som et ledd av oppgraderingen.

Dagens landanlegg

I dag er det grovt sett tre typer anlegg som benyttes i Norge; gjennomstrømning med O₂-tilsetning, gjenbruk med CO₂-fjerning, og resirkulering med RAS-teknologi. Forskjellene mellom RAS og de andre to anleggsformene er store på mange måter, blant annet når det gjelder design, teknisk kompleksitet, og mulighet til styre prosesser i anlegget.

Høy-gjenbruksanlegg, med oksygenering, CO₂-lufting, partikkelfjerning og mulighet for temperaturkontroll.



Mulighetene RAS gir til å kontrollere vannkvalitet, styre temperatur, samt å holde stabile miljøforhold blir ofte trukket frem som gode argumenter for valg av denne teknologien. På en annen side er RAS-anlegg teknisk komplekse og har arealkrevende vannbehandlingssystemer. Det er godt dokumentert at både gjennomstrømming og gjenbruk kan produsere settefisk av svært god kvalitet. Bakdelen med disse anleggene kan være at det er vanskelig og energikrevende å styre temperaturen, eller at et stort spesifikt vannforbruk begrenser kapasitetsutnyttelsen.

I et gjenbruksanlegg er det vanlig at 50 – 70 % av vannet gjenbrukes, men dette avhenger i stor grad av CO₂-lufterens effektivitet. I et RAS-anlegg kan over 99 % av vannet resirkuleres mot at det benyttes en rekke vannbehandlingstrinn, blant annet for fjerning av partikler og fjerning av ammoniakk.

Det er et stort sprang å gå over til RAS fra gjennomstrømming eller gjenbruk. Vi utforsker derfor her muligheten for hvor langt man egentlig kan komme med gjenbruk uten biofiltrering.

«Høy-gjenbruk»

I det følgende begir vi oss ut på et lite eksperiment hvor vi med hjelp av få men robuste systemer kan klare en gjenbruksgrad på hele 90 – 95 %.

Kort oppsummert benyttes følgende vannbehandlingssystemer:

- Oksygentilsetning
- CO₂-fjerning med stabil høy effekt over tid
- Partikkelfjerning
- Temperaturstyring / energianlegg

Vannbehandlingen kan være felles for flere kar, eller den gjøres på karnivå.

CO₂ – største hindring

Forutsatt at oksygenering benyttes, slik at oksygen er til stede i rikelige mengder, vil karbondioksid (CO₂) være den største begrensende faktoren. Fiskens CO₂ – produksjon er noenlunde konstant i forhold til oksygenforbruket. Om laksen



Eksempel på oppsett for høy-gjenbruk, med stor kapasitet på effektiv CO₂-lufting og filter for partikkelfjerning før luftettrinnet.

utsettes for en svakt forhøyet CO₂-konsentrasjon, er ikke dette nødvendigvis skadelig, men det vil medføre redusert tilvekst over tid. Ofte benyttes 15 mg/l CO₂ som en øvre grense ved dimensjonering av landanlegg. Likevel tyder forskning på at det kan være lønnsomt å senke CO₂-grensen til et enda lavere nivå, gjerne under 10 – 12 mg/l. Forsøk gjort i regi av CtrlAQUA har vist at laks (postsmolt) som holdes i kar med lave CO₂-konsentrasjoner har en betydelig forbedret tilvekst. Det er verdt å merke seg at denne positive utviklingen i tilvekst ser ut til å fortsette også etter at fisken er overført til sjøfasen (Mota et al., 2019). Med andre ord vil en oppvekst i et karmiljø på land med lite CO₂ også gi en hurtigere avkastning i merden.

Når man planlegger økt kapasitet i anlegget med bruk av CO₂-lufting, har det avgjørende betydning at teknologien virker like effektivt hele tiden. Hvis renseeffekten avtar som følge av begroing ved f.eks. høy temperatur, vil man miste kapasitet når man trenger den mest. Alvestad Marin har utviklet en CO₂-lifter med høyeste dokumenterte effekt på opptil 80 % (Bergheim et al., 2013; 2014). Denne har et innebygd automatisk vaskesystem som sørger for at lufteren alltid er like effektiv og egner seg derfor godt i gjenbruksystem.

Ammoniakkforbindelser – trolig ikke et problem

Fisken vil også skille ut ammoniakkforbindelser (TAN), hvor en liten del vil foreligge som toksisk

ammoniakk og hvor resten vil være i den lite giftige ammonium-formen. I et RAS-anlegg, hvor vannutskiftningen er meget lav, vil ammoniakkforbindelsene oppkonsentreres. Derfor benyttes det i resirkuleringsanlegg store biofiltere hvor TAN omdannes til relativt harmløse forbindelser.

I Mattilsynets retningslinje for behandling av akvakultursøknader var det tidligere oppgitt en anbefalt grense for TAN på 2 mg/l. Dette tallet var kun ment å være veiledende og var ikke et absolutt krav. I den nyeste utgaven av veilederen fra 2019 er heller ikke denne anbefaling lenger å finne. Likevel benyttes fortsatt denne verdien ofte ved dimensjonering av RAS-anlegg.

Som nevnt består TAN av to komponenter, ammoniakk (NH₃) og ammonium (NH₄⁺). Det finnes en likevekt mellom disse forbindelsene som er styrt av flere faktorer, blant annet pH, hvor toksisiteten reduseres ved avtagende pH. I praksis betyr det at selv om den totale mengden TAN forblir den samme, vil andelen som foreligger som giftig ammoniakk sterkt avhenge av pH-nivået.

Basert på ny kunnskap om temaet kan vi hevde at den gamle anbefalingen i beste fall er konservativ, og at vi har mye større handlingsrom. For det første vil det i et settefiskanlegg som driftes på normale premisser, aldri kunne bli høy nok pH til at konsentrasjonen av ammoniakk når et farlig nivå, selv ikke ved TAN-verdier på f.eks. 5 – 10 mg/l (se beregninger i Tabell 1). Videre har forskning utført ved Nofima Sunndalsøra vist at laks uten problem kan

Tabell 1: Estimert vannkvalitet ved gjenbruk av vann. Det er forutsatt et totalt karvolum på 1000 m³ (ett eller flere kar), fisketetthet 50 kg/m³, gjennomsnittsvikt 100 g, temperaturer 14 °C og et spesifikt O₂-konsum 4,6 mg/kg*min for denne aktive laksen.

	Gjennomstrømning	Gjenbruk*	Høy-gjenbruk**	Høy-gjenbruk** (satt på spissen)
Tilført nytt vann	20 000 l/min	6 000 l/min	2 500 l/min	1 250 l/min
Luftet vann (effekt = 70 %)	-	17 500 l/min	22 500 l/min	25 000 l/min
Resirkuleringsgrad	0 %	75 %	90 %	95 %
Spesifikt vannforbruk	0,400 l/min*kg	0,120 l/min*kg	0,050 l/min*kg	0,025 l/min*kg
TAN	0,6 mg/l	2,0 mg/l	4,9 mg/l	9,8 mg/l
CO ₂	Maksimalt 15 mg CO ₂ /l			
Redusert vannforbruk	-	70,0 %	87,5 %	93,8 %

*Forutsetter effektiv CO₂-lufting

**Forutsetter effektiv CO₂-lufting og mekanisk sil / partikkelfjerning

håndtere langt høyere konsentrasjoner av ammoniakkforbindelser enn tidligere antatt (Kolarevic et al., 2013). Derfor mener vi at det er forsvarlig å overstige den tidligere anbefalte verdien på 2 mg/l, gitt at fiskevelferden er godt ivaretatt og at andre viktige vannparametere holdes innenfor aksepterte grenseverdier for det livsstadiet fisken befinner seg i.

Dette åpner for at en kan gjenbruke vannet i stor grad og allikevel se bort fra biofiltrering. Vår påstand er da at suspendert stoff er den begrensende faktoren fremfor høye TAN verdier. Hindret man da møter etter at CO₂ er håndtert, blir akkumuleringen av partikler i vannet.

Partikkelfjerning – viktig ved lavt vannforbruk

En kan tenke seg at sammensetningen av partikler i høy-gjenbruk vil skille seg endel fra det en finner i RAS, trolig ved at partiklene er grovere. I et RAS-anlegg vil det være en del finpartikulært materiale som i hovedsak er avskallet biofilm fra biofilteret. Slike finpartikler gjør vannet mindre gjennomsiktig (mer turbid). I tillegg vil det i et RAS-anlegg bli mer brunfarget vann som skyldes humuslignende stoffer. Slike effekter vil ikke være til stede i høy-gjenbruk. Samtidig vil man i liten grad oppleve at vannet farges brunt som følge av vannbehandlingen. Siden opphoping av partikler kan være et problem, må det settes sterkt fokus på

partikkelbehandling i høy-gjenbruk, blant annet for å ivareta gjellehelsen.

Vår erfaring tilsier at når det spesifikke vannforbruket reduseres til under 0,1 l/min per kg fisk, så bør det benyttes mikrosil som fjerner grovpartikler. Om vannet gjenbrukes i stor grad, kan det også være aktuelt å supplere med mindre behandlingstrinn for finpartikulært stoff. Uansett er det viktig å minne om at overføring i denne type anlegg må unngås.

Hvor langt kan strikken tøyes?

Vi har i Tabell 1 utarbeidet flere scenarier for å sammenlikne vannforbruk og vannkvalitet ved forskjellige grader av gjenbruk. For enkelthets skyld er det benyttet runde tall i eksemplet, og grensen for maksimalt tillatt CO₂-konsentrasjon er satt til 15 mg/l.

Tillater vi et trygt nivå av TAN på f.eks. 5 – 10 mg/l, så kan man betraktelig redusere forbruket av nytt vann. Poenget er at selv ved høy TAN (10 mg/l) så vil den giftige ammoniakkandelen bare være rundt 8 mikrogram per liter ved pH 6,5 og 14 °C. Ofte vil pH faktisk være lavere enn dette, og da minsker den giftige andelen tilsvarende.

I realiteten reduseres vannforbruket med opptil 93,8 % ved å bevege seg fra et tradisjonelt gjennomstrømningsanlegg

til et høy-gjenbruksanlegg (Tabell 1). Eller med andre ord så kan 18 750 l/min frigis til andre formål, hvor stikkord kan være å produsere større eller mer fisk.

Lavt vannforbruk muliggjør temperaturkontroll

Mange anlegg har liten eller ingen tilvekst i den kalde årstiden. Ved å løfte temperaturen kun noen få grader, så vil tilveksten kunne forbedres betraktelig. Et sentralt argument for lavt vannforbruk om vinteren er at vannet da kan varmes opp på en fornuftig energimessig måte, f.eks. ved å gjenvinne energien i avløpsvannet, veksle mot varmere sjøvann og deretter justere temperaturen med varmepumpe. Et redusert vannforbruk vil også gjøre det både enklere og rimeligere å eventuelt behandle inntaksvann eller avløpsvann.

Avslutningsvis påpekes det at vannkvaliteten i et slikt anlegg med lite vannutskiftning kontinuerlig må overvåkes for å tilfredsstille myndighetskrav. Aktuelle parametere utover O₂ og temperatur vil da være CO₂, TAN, pH, og totalgasstrykk, for å nevne de viktigste •

Referanser

Vennligst kontakt artikkelforfatterne for fullstendige referanser til henviste publikasjoner.