

Resirkulering - framtidens oppdrettsmetode for alle settefiskprodusenter?

Yngve Ulgenes, SINTEF Vann og miljø, Trondheim og Arne Kittelsen, AKVAFORSK Sunndalsøra

Ordet resirkulering har tidligere hatt en meget dårlig klang i norsk oppdrettsnæring. Denne holdningen ser nå nå ut til å snu helt om. Flere av næringens egne aktører uttaler i dag at resirkulering er noe som må tas i bruk i stor skala også i Norge. Oppdrettere som bruker resirkulering til produksjon av smolt, har de siste årene gjort gode erfaringer med metoden. Disse hevder at de i framtiden vil bygge ut betydelig mer kapasitet basert på resirkulering.

Etter vår mening kan vi nå stå foran en liten revolusjon mht hvordan smolt/settefisk produseres i en framtidig norsk laksenæring!

Det er ca 25 år siden resirkulering var vanlig brukt i norsk settefiskproduksjon. I begynnelsen av 1980-årene var 2 årig smolt vanlig. For å kunne produsere 1 årig sjøklar smolt, måtte man startfôre yngelen tidlig på året i oppvarmet vann, og dermed ble resirkulering benyttet for å spare energi til oppvarming. Med datidens tildels dårlige teknologi og begrenset kunnskap om temaet, var det ikke rart at erfaringene med bruk av resirkulering var høyst blandet og i noen tilfeller fatalt dårlige! Når så varmepumpen kom, ble denne tatt i bruk til oppvarming av vann til startfôring, og alle resirkuleringsanlegg tatt ut av bruk.

Når resirkulering i dag igjen er aktuelt, er dette delvis motivert av at lakseproduksjonen øker kraftig i takt med økt etterspørsel, og settefiskanleggene har begrenset vanntilgang for smoltproduksjon. Prognoser for framtidig smoltproduksjon viser at vi om ca 15 år kanskje må produsere i størrelsesorden 400 - 500 millioner smolt årlig. I dag kan dette virke som vill fantasi, men med erfaring fra oppdrettsnæringens historie, kan vi hevde at prognosen er realistisk. Skeptikerne mente på slutten av 1980-årene at markedet for laks ikke ville ta unna særlig mer enn 100 tusen tonn! I dag nærmer vi oss 700 tusen tonn produsert pr år bare i Norge.

En produksjon av 3 - 4 ganger så mye smolt som i dag, vil medføre en enorm økning i vannforbruk til dette formålet dersom man skal bruke gjennomstrømming slik det er vanlig nå. Ved å ta i bruk forenklet resirkulering kan man begrense vannforbruket til ca 5% av det man har i gjennomstrømming, og på denne måten øke produksjonskapasiteten enormt. Hvis denne strategien anvendes på en betydelig andel av de anleggene som er i drift, vil et framtidig produksjonsmål kunne nås uten å øke vannforbruket over dagens.

Hvordan virker et resirkuleringsanlegg?

Det finnes svært mange måter å bygge et resirkuleringsanlegg på. Vi skal i denne sammenhengen ikke komme nærmere inn på de tekniske løsningene som er i bruk eller kan brukes, men se litt på prinsippene for resirkulering.



Foto: Reidun Lilleholt

En kortfattet definisjon av resirkulering kan være som følger:

”Resirkulering er en eller annen form for gjenbruk av vann i et oppdrettsanlegg. Gjenbrukt vann gjennomgår ett eller flere trinn av vannbehandling som fører til at vannkvaliteten i oppdrettssystemet er innenfor fiskens behov for normal vekst og utvikling.”

Den typen resirkulering vi omtaler her inkluderer biologisk rensing (biofilter) som en del av vannbehandlingen.

Det vanligste argumentet for å ta i bruk resirkulering i Norge har vært reduksjon av det spesifikke vannforbruket (L/min*kg) ved produksjon av fisk, for dermed å oppnå mer produksjonskapasitet og/eller utnyttelse av små vannkilder. Lavest mulig spesifikt vannforbruk i et gjennomstrømningsanlegg der det brukes oksygen og luftere som vannsparende tiltak, er beregnet i tabell 1. Disse verdiene tar utgangspunkt i at det er et gitt forhold mellom oksygenforbruk og utskillelse av ammonium ($\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$) og CO_2 . Dagens settefiskforskrift krever maksimum 15 mg CO_2 /L og 2 mg ammonium/L i vann for settefisk av laks og ørret. Antatt oksygenbehov hos laks i ferskvann er hentet fra Gjedrem, 1992 ”Fiskeoppdrett med framtid”.

Tabell 1.

Beregnet omtrentlig spesifikt minimalt vannbehov (L/min*kg) hos laks i ferskvann med oksygenering og lufting. Det forutsettes at CO_2 - konsentrasjonen er maksimalt 15 mg/L og at ammonium-konsentrasjonen er maksimum 2 mg/L.

	Temperatur (°C)					
	4	6	8	10	12	14
Vekt (g)						
1	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21	0,24
5	0,06	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17
10	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15
50	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11
100	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10

Tallene i denne tabellen viser at man vanskelig kan komme lavere i vannforbruk enn ca 0,1 L/min*kg med bruk av oksygenering og lufting i et gjennomstrømningsanlegg. Unntaket er når det er lave temperaturer og relativt stor fisk.

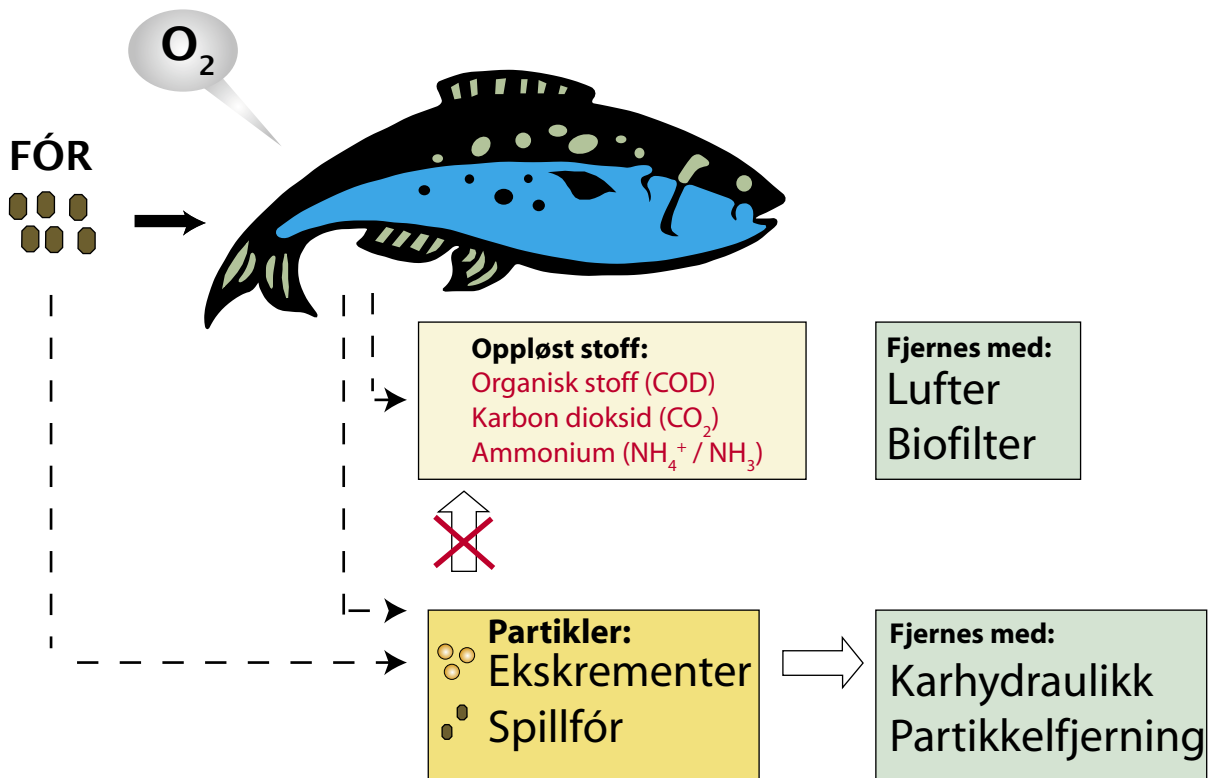
Vi må også gjøre oppmerksom på at dagens avlsmateriale har høyere veksthastighet enn det fiskematerialet som var grunnlaget for angitt oksygenforbruk i 1992. Høyere veksthastighet gir høyere spesifikt oksygenforbruk, og dermed også økt spesifikt vannbehov. Mange av de lufterne som brukes i anleggene i dag, er dessuten lite effektive, og det er vanskelig å komme ned i 15 mg CO_2 pr liter slik forskriften krever.

Reelt minimum vannbehov vil i praksis derfor ligge over det som er angitt i tabell 1. Forenklet kan vi hevde at i de fleste settefiskanlegg i dag vil et minimalt spesifikt vannbehov ligge i området 0,1 - 0,2 L/min*kg hvis man bruker oksygenering og lufting som vannsparende tiltak. Undersøkelser (f eks VK-undersøkelsene) viser også at svært mange av dagens settefiskanlegg har et spesifikt vannforbruk på dette nivået. I praksis betyr dette at hvis disse anleggene skal øke produksjonen, må de ta i bruk resirkulering hvis ikke mer vann er tilgjengelig på lokaliteten.

For å illustrere hvilke vannbehandlingstrinn som er nødvendig i et resirkuleringsanlegg, kan dette vises ved hvordan vannkvaliteten påvirkes av produksjonen i et kar. I denne sammenheng forutsetter vi at det er fôret som er årsaken til endringer i vannkvalitet (figur 1). Dette kan vi kortfattet beskrive slik:

- Produksjon betyr tilvekst, og for dette må fisken tilføres fôr. Den må også tilføres oksygen for å kunne omsette dette fôret til vekst, og for å opprettholde normale kroppsfunksjoner (vedlikehold).
- Ved å spise fôr, frigjør fisken partikler (ekskremer) som er i partikkelform. Disse synker til bunns, og vil oppføre seg som partikler en stund. Uspist fôr vil også synke til bunns og opptre som partikler.
- Fra fiskens stoffskifte vil vannet bli tilført karbondioksyd (CO_2) og ammonium ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$). Dette er oppløste stoffer som fordeles i hele vannvolumet i karet.

Figur 1.
Illustrasjon av hvordan fôret påvirker vannkvaliteten.



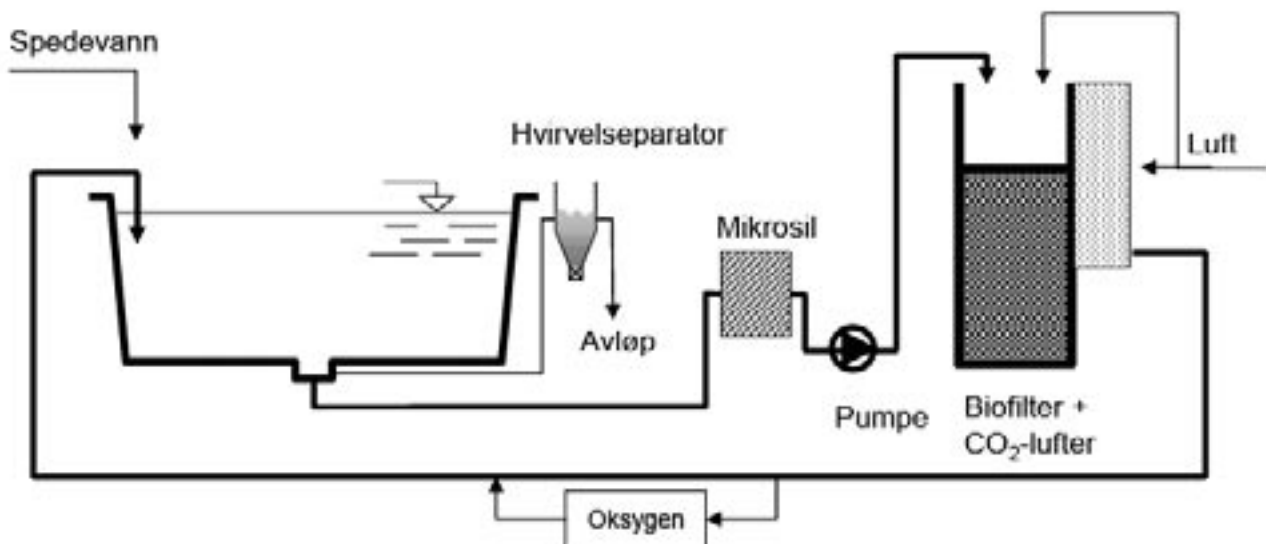
Figur 1 illustrerer i prinsippet også hvilke vannbehandlingstiltak som må til i et resirkuleringsanlegg.

Som illustrasjon på et enkelt resirkuleringsanlegg, har vi vist en skjematisk figur av det såkalte BIOFISH-karet (Figur 2). Dette er et karinternt resirkuleringsanlegg der hvert oppdrettskar har egen tilførsel av nytt vann og egen interne vannbehandling.

Dette systemet har delt avløp der partikler (ekskremer og fôrspill) som synker til bunns, raskt fjernes fra karet via et partikkelavløp. Rask fjerning av partikler fra systemet er kanskje den aller viktigste delen av vannbehandling i et resirkuleringsanlegg!

Figur 2.

Skjematisk illustrasjon av resirkuleringskar med vannbehandling



Partikkelavløpet fra karet er forbundet med en utvendig hvirvelseseparator der partiklene samles opp og kan observeres. På denne måten kan man ha full kontroll med mengden spillfôr, og dermed regulere fôring etter fiskens behov. Systemet tilføres like mye nytt vann (spødevann) som det som går ut med partikkelavløpet.

Vanlig vannforbruk i BIOFISH gir utskiftning av vannet i systemet ca 1 gang pr døgn. Dette vannforbruket er omtrent 5 - 10 % sammenlignet med minimalt vannforbruk ved kun lufting og oksygenering.

Resirkulert vann tas ut fra et tårnsluk i karet og går gjennom en mikrosil før det pumpes til et biofilter som står utenfor selve oppdrettskaret. Her tilføres vannet luft for fjerning av CO₂ og tilføring av oksygen. I biofilteret brytes oppløst organisk stoff ned til CO₂ og ammonium omdannes til nitrat (nitrifikasjon). Begge type prosesser skjer ved hjelp av bakterier som vokser i biofilteret. Hele hensikten til et biofilter er at det skal vokse bakterier (biofilm) på den store overflaten i denne enheten. På denne måten blir bakteriene værende i systemet og utfører en renseprosess. Ett av produktene fra nitrifikasjonen er syre; dvs at vannets pH går ned. I et resirkuleringsystem må man derfor tilføre et alkaliseringsmiddel (f. eks. kalk) for å opprettholde pH over ca 6,5.

Etter biofilteret er det en luffer som skal redusere CO₂ til lavest mulig konsentrasjon før vannet går tilbake til karet.

Resirkulert vann som passerer biofilteret der det tilføres mye luft, vil holde 90 - 95 % metning med oksygen. Dette er som regel for lite til å holde en høy fisketetthet, og man bør tilføre noe ekstra oksygen for å øke bæreevnen i systemet.

Ved flere resirkuleringsanlegg benyttes det desinfeksjon av resirkulert vann i form av UV eller ozon.

I forenklete resirkuleringsystemer som brukes i temperaturområdet 6 - 15 °C, er normalt slik vannbehandling unødvendig.