

Oppsummering av Ryfish sin produksjon av postsmolt i FishGlobe 3,5k #1 og #2

Bakgrunn

I forbindelse med Nova Sea sin utviklingskonsesjon er det avgjørende å bygge videre på erfaringene fra FishGlobe-teknologien. RyFish har i perioden november 2019 til november 2024 drevet postsmoltproduksjon i FishGlobe 3,5K (heretter kalt FG 3.5K) under forskningskonsesjon, og deretter til dagsdato med leid MTB fra Grieg Seafood. Gjennom disse årene har RyFish og FishGlobe hatt hovedfokus på å utvikle driftsrutiner og videreutvikle teknologiske løsninger som sikrer god fiskevelferd. Denne rapporten oppsummerer produksjonsresultater, identifiserte utfordringer og de tiltak som er iverksatt for å ivareta fiskevelferden.

Produksjonerfaringer

Det er hittil produsert ca. 4,8 millioner postsmolt fordelt på 20 grupper og 12 generasjoner i FG 3,5K.

Tabell 1 Variasjon i ulike produksjonstall på postsmolt produksjonen i Fishglobe 3.5K

Produksjonstall (KPI)	Min til maks
Innvekt (g)	115g – 480g
Utvekt (g)	500g – 2500g
VF3	2.08 – 4.46
bFCR	0.98 – 1.22
Tetthet ved hovedlevering (kg/m ³)	35 – 65 kg/m ³

Fisken som er satt inn i FG 3,5K har hatt en startvekt på mellom 115 og 480 gram, og ved levering har vekten variert fra 500 til 2500 gram. Denne variasjonen i fiskestørrelser har vært en bevisst strategi for å innhente erfaring fra ulike produksjonsscenarier. Antall fisk i produksjonsgruppene tilsvarer kapasiteten globene er designet for under ordinær kommersiell drift.

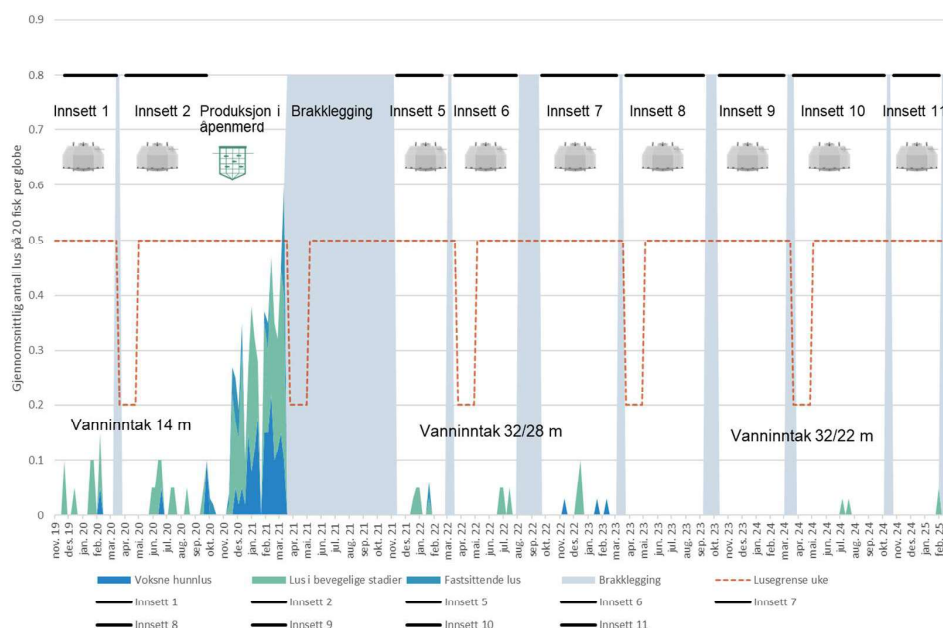
Produksjonen har foregått på lokalitetene Oanes og Kilaneset, begge med kjente utfordringer knyttet til vannkvalitet og lus. Driftserfaringene fra RyFish på disse lokalitetene vurderes derfor som særlig relevante også for andre brukere av teknologien.

De tekniske løsningene i FG 3,5K – herunder rømmingssikring, system for håndtering av dødfisk og partikler, føringssystem, vanngjennomstrømning, oksygenering, belysning og leveringsmetode – har vist seg å fungere tilfredsstillende for de ulike fiskestørrelsene som er produsert. Erfaringene viser likevel at systemene må driftes og justeres løpende i takt med fiskens størrelse.



System	Erfaring
Dødfisk og partikkel system	<p>For å unngå at levende fisk følger med dødfisken, eller blir sittende fast i partikkelristen, må airlift justeres i forhold til fiskestørrelsen for å optimalisere sugestyrken til vannet.</p> <p>For å unngå og eventuelt ha mulighet til å løse ansamlinger av partikler eller dødfisk er det spyleringer i bunn av globene som skaper en ekstra vannstrøm inn mot senter. Vanntrykket i spyleringen kan reguleres.</p>
Vannutskifting og vannstrøm	For å fjerne partikler effektivt, og samtidig gi en vannstrøm som sikrer optimal svømmehastighet, må vannutskiftingen (liter/time) tilpasses den aktuelle fiskestørrelsen.
Føringssystem	I FG 3,5K #2 måtte systemet bygges om for å fungere optimalt med pellets over 5 mm. Denne erfaringen er tatt hensyn til i designet av FG 30K.
Belysning	<p>Det ble ikke registrert utfordringer med kjønnsmodning i FG 3,5K, og det er heller ikke rapportert om unormale nivåer ved slakt.</p> <p>Når fisketettheten øker, er det imidlertid nødvendig å justere lysstyrken for å sikre tilstrekkelig lys i føringssonen og for å opprettholde god oversikt over fiskemassen, ettersom fisken selv skygger for lyset. Det lagt til rette for å øke mengden lys med ekstra nedsenkede lamper.</p>
Okygenering	<p>På lokalitet Oanessjø førte utskifting av bunnvann inne i Lysefjorden enkelte ganger til lav oksygenmetning i inntaksvannet (~50%), samtidig med høy biomasse i globene. Begrensningen lå i kapasiteten til O₂-tanken på land. Ved å justere trykket i tanken og legge til en ekstra O₂-slange til globene ble likevel ønsket oksygennivå opprettholdt. I etterkant ble det etablert en permanent løsning for transport av oksygen fra landtanken til globene.</p> <p>For FG 30K er det planlagt oksygenproduksjon om bord, og anlegget er dimensjonert for å håndtere perioder med lavt oksygeninnhold i inntaksvannet.</p>
Levering	Metoden for levering av fisk har fungert godt, uavhengig av fiskestørrelse eller total biomasse.

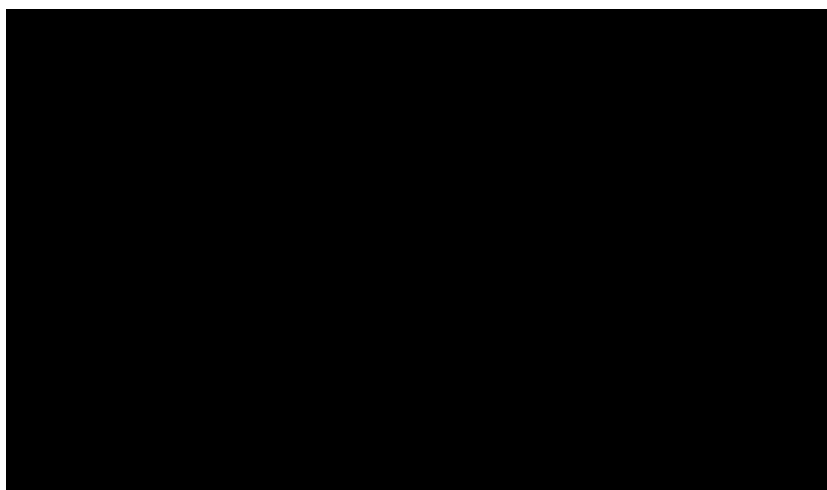
I løpet av produksjonen har det verken vært tilfeller av rømming eller behov for avlusing. Som vist i figur 1 har samtlige lusetellinger ved lokalitet Oanessjø ligget godt under behandlingsgrensen for lakselus.



Figur 1 Viser oversikt over ukentlig talt luse på lokalitet Oanes fra nov 2019 til feb 2025

Fiskevelferd

Gjennom produksjonen hos RyFish er det registrert en positiv utvikling på flere sentrale parametere for fiskevelferd. Den totale dødeligheten har variert mellom de ulike produksjonsgruppene, men den overordnede trenden viser en tydelig reduksjon over tid (som vist i figur 2). Årsakene til dødelighet har vært forskjellige mellom gruppene, noe som understreker betydningen av kontinuerlig overvåking og tilpassede tiltak.



Figur 2 Viser utviklingen i total dødelighet i de ulike fiskegruppene produsert hos RyFish

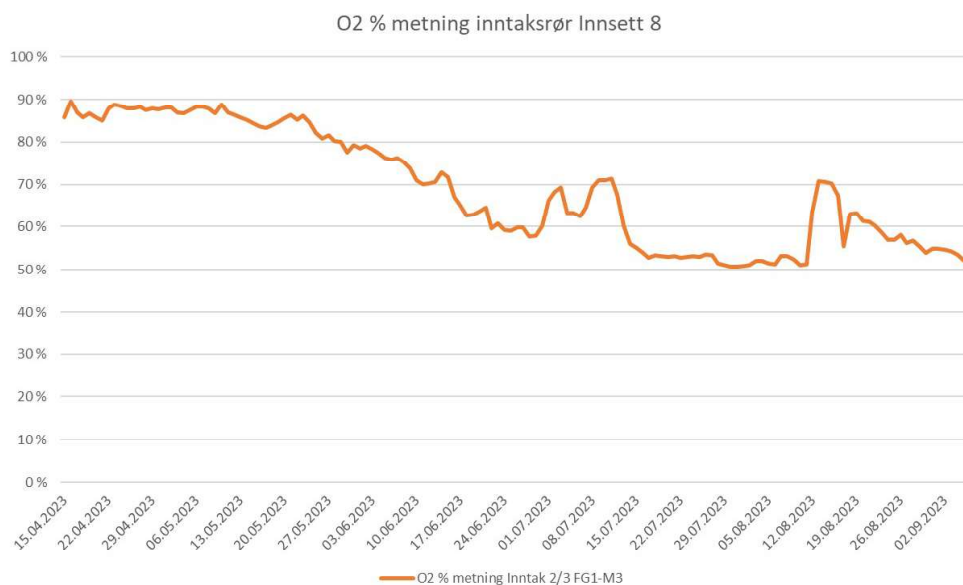
I produksjonsgruppene fra 2021 og frem til innføringen av den nye varianten av Moritella-vaksinen i 2023, oppsto det utfordringer med sår på fisken. Da vaksinen ble tilgjengelig, tok RyFish samtidig i bruk skinnhelsefôr.



Kombinasjonen av disse tiltakene har gitt gode resultater. Det er derfor etablert som rutine at all smolt som settes inn i globen, skal være vaksinert med vaksine mot sår bakterier.

Utfordring	Overvåking	Tiltak
Sår	Kontinuerlig oppfølging enten ved ukentlige vurderinger eller via kamera for å dokumentere status i gruppen.	Benytte kun vaksinert smolt, fjerne svimere, bruke skinnhelsefôr, justere vanninntaksdybden for å oppnå høyere temperatur og eller lavere salinitet, øke vanngjennomstrømningen samt benytte dellevering eller tidligere levering ved behov.

RyFish sine to FG 3,5K-glober har vært i drift på lokalitetene Oanessjø og Kilaneset. Begge lokalitetene har kjente utfordringer med vannkvalitet. Oanessjø ligger rett innenfor den ytterste av to terskler i utløpet av den 42 km lange Lysefjorden, som har en maksimal dybde på 456 meter. Den ytterste terskelen er rundt 20 meter dyp. I perioder med bunnvannsutskifting i fjorden er det registrert lav oksygenmetning i vannet, ned mot ~50 %. Figur 3 viser et eksempel på dette.



Figur 3 Oksygen metning i råvann før tilsetting av oksygen i tanken.

Det har i disse periodene også vært mistanke om at andre substanser i råvannet kan ha påvirket fisken. Dette har imidlertid ikke latt seg bekrefte med tilgjengelige sensorer og analyser. For å styrke overvåkingen er det etablert standardprosedyrer (SOP-er) for daglig prøvetaking av vann og ekstra prøver ved mistanke om alger eller maneter som kan påvirke fiskevelferden.

I produksjonsgruppe 6 oppsto det mistanke om nitrogenovermetning i inntaksvannet. På tidspunktet manglet RyFish nødvendig kompetanse og sensorteknologi for å dokumentere dette. I etterkant er det derfor installert



sensorer for kontinuerlig måling av både totalgass- og nitrogengassmetning. Det er i tillegg utarbeidet SOP-er for håndtering dersom forhøyede verdier registreres.

Vannkvalitets utfordringer	Overvåking	Tiltak
Gassovermetning	Kontinuerlig måling av totalgass og nitrogennivå.	<ul style="list-style-type: none"> Tilføre eller øke oksygen i diffusorlanger for å oppnå strippeeffekt av nitrogen. Vurdere balansen mellom vanngjennomstrømning, strippeeffekt og oksygentilførsel.
Lavt O ₂ i råvann	Kartlegging av variasjoner i vannkvalitet før lokalitetsvalg. Måling av O ₂ -innhold på ulike inntaksdyp.	<ul style="list-style-type: none"> Dimensjonere O₂-anlegg med hensyn til variasjoner i sjøvannet Endre vanninntaksdybde til lag med høyere oksygen redusere eller stoppe føring benytte dellevering for å redusere biomassen.
Alger / Maneter i råvann	Utstyr og prosedyrer for vannprøvetaking og analyser av råvann på ulike dyp.	<ul style="list-style-type: none"> Endre vanninntaksdybde Justere vanngjennomstrømning ut fra forholdene i råvannet og i globen.

I enkelte produksjonsgrupper har det vært utfordringer knyttet til gjellehelse, særlig i grupper som settes inn i globene om våren og leveres på høsten. De fleste tilfellene har vært relatert til AGD. I løpet av de siste to årene har det imidlertid også oppstått problemer med både aktiv- og totalgjelleskår uten at AGD er blitt påvist gjennom PCR eller histologi av gjellelev. For postsmolt er det avgjørende å opprettholde god gjellehelse, og det er derfor ved flere anledninger gjennomført ferskvannsbehandling. Disse behandlingene har gitt gode resultater.

Utfordringer	Overvåking	Tiltak
Gjellehelse	Ukentlig vurdering av aktiv- og totalgjelleskår, med PCR-analyser og histologi i risikoperioder	<ul style="list-style-type: none"> Optimal drift av partikkelfjerning økt vanngjennomstrømning bruk av gjellehelsefôr ferskvannsbehandling høyere O₂-settpunkt i vannet.
AGD	Ukentlig vurdering av aktiv- og totalgjelleskår, med PCR-analyser og histologi i risikoperioder	<ul style="list-style-type: none"> Redusere salinitet (<28 ‰) og temperatur (<10 °C) ved å endre vanninntak bruke gjellehelsefôr ta inn filtrert overflatevann for å lage et brakkevannslag på toppen av tanken



		<ul style="list-style-type: none">• gjennomføre ferskvannsbehandling• heve O₂-settpunkt.
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

For fiskegruppene som ble satt inn i globene fra høsten 2021, er det gjennomført jevnlig analyse av kortisol i feces. Kortisolnivå i feces brukes som en indikator på stress hos fisken. Prøvene er tatt enten månedlig eller ukentlig, og resultatene viser at grupper med høy total dødelighet også har hatt forhøyede kortisolnivåer gjennom produksjonen. Metoden har imidlertid en svakhet, ettersom den ikke gir kontinuerlig informasjon om fiskens stressnivå. Kontinuerlig stressovervåking ville sannsynligvis gi verdifull innsikt i hva fisken reagerer på, samt fungert som en tidlig indikator på negativ utvikling i fiskevelferden.

Utfordringer	Overvåking	Tiltak
Stress	Kortisol i feces eller annen metode for å følge stressnivå	<ul style="list-style-type: none">• Sørge for stabile miljøforhold – jevn temperatur, stabilt oksygeninnivå og vannstrøm.• Unngå lysblink, brå endringer i drift, samt støy eller vibrasjoner.

Erfaringene fra de 20 postsmoltgruppene RyFish har produsert viser at produksjonsresultatene i stor grad avhenger av smoltkvaliteten. Enkelte grupper har hatt dårlig gjellehelse ved innsett, noe som har påvirket utviklingen både i globen og senere i åpne merder. To grupper ble i tillegg rammet av IPN, som resulterte i høy andel taperfisk, økt bFCR og høy dødelighet. Grupper som har hatt utfordringer allerede på settefiskanlegget, har som regel videreført disse problemene i globen. God smoltkvalitet er derfor avgjørende for å sikre god fiskevelferd i den videre produksjonen.

Oppsummering

Erfaringene fra produksjonen i FishGlobe 3,5K viser at teknologien gir stabile og forutsigbare rammer for oppdrett av postsmolt. Gjennom 20 produksjonsgrupper er det opparbeidet verdifull kunnskap om både tekniske løsninger, driftsrutiner og biologiske forhold. Tiltak knyttet til blant annet vannkvalitet, gjellehelse, sårproblematikk og stress har blitt utviklet, testet og implementert, og har vist seg effektive i praksis.

Disse erfaringene har bidratt til å optimalisere systemene for føring, partikkel- og dødfiskhåndtering, oksygenering, lyssetting og leveringsmetoder. Samtidig er det etablert rutiner for overvåking og håndtering av kritiske forhold som sikrer robust drift også under krevende miljøforhold.

Samlet sett har FishGlobe 3,5K levert gode produksjonsresultater og fiskevelferdsparametere. Erfaringene danner et solid grunnlag for oppskalering til FishGlobe 30K, og bekrefter at nødvendige tiltak og kontrollrutiner er på plass for å ivareta fiskevelferden i større skala.