

Hvordan arbeider næringen med biosikkerhet i RAS?

Fra tid til annen blir det påvist smittestoff og sykdom i settefisk- og postsmoltanlegg med resirkulerende akvakultursystemer (RAS). I slike tilfeller må det gjennomføres tiltak for å eliminere smittestoffet og hindre spredning. I RAS kan ønsket om å bevare et modent biofilter mellom fiskegrupper påvirke biosikkerhetsarbeidet og kanskje skape nye utfordringer. Kartlegging av dagens biosikkerhetspraksiser er derfor viktig for å identifisere tiltak og strategier som kan være effektive, både nå og i fremtiden.

Sondre Veberg Larsen (Akvaplan-niva), Brit Tørud (Veterinærinstituttet), Ole-Kristian Hess-Erga (NIVA), Kamilla Furseth (NIVA) og Sonal Patel (Veterinærinstituttet)
Sonal.Jayesh.Patel@vetinst.no

God fiskehelse og fravær av sykdom er en forutsetning for bærekraftig produksjon av fisk. Alle oppdrettsanlegg har prosedyrer og utfører tiltak for å redusere risikoen for introduksjon og etablering av smittestoff (agens) og spredning av sykdom. Summen av denne innsatsen kalles biosikkerhetsarbeid. Hvordan dette arbeidet planlegges og gjennomføres, omtales ofte som en biosikkerhetsstrategi. En slik strategi er ofte utarbeidet for et bestemt anlegg og tilpasset de gjeldende driftsrutinene for anlegget (Se **tekstboks «Forklaring av begreper»**). Betydningen av forhold som bidrar til etablering og overlevelse av sykdomsframkallende mikroorganismer i RAS anlegg er lite studert. Slik kunnskap er vesentlig for å kunne optimalisere biosikkerhetsarbeidet og eventuelt iverksette strengere biosikkerhetstiltak. I RAS benyttes ulike biosikkerhetsstrategier mellom fiskegrupper/innlegg, men hvordan arbeidet utføres og effekten av disse strategiene, er altså mangelfullt dokumentert. I BRAS prosjektet ble det innhentet informasjon ved gjennomføring av intervjuer om biosikkerhetsarbeidet på åtte settefiskanlegg med RAS (Se **tekstboks "Fremgangsmåte"**).

Stor variasjon mellom RAS anleggene

De åtte settefiskanleggene som deltok i undersøkelsen varierte i antall år i drift, størrelse, teknologi og produksjonsstrategi. Årlig produksjon på anleggene varierte fra ca. 650 til 4800 tonn og var fordelt på tre til syv rogninnlegg per år (**Tabell 1**). Informasjonen om produksjon og pausetid mellom rogninnleggene som ble innhentet, indikerer lengre pausetid og

kanskje større handlingsrom hos anlegg med færre innlegg per år.

Representerer UV en stengt dør eller et forheng?

De som ble intervjuet rettet mye oppmerksomhet på inntaksvannet og usikkerhet rundt smittefare ved mangelfull desinfisering. Alle anleggene som var med i undersøkelsen har strengere krav til behandling av inntaksvannet enn det som beskrives i forskrift om desinfeksjon av vann, akvakultur. Enkelte anlegg brukte ti ganger høyere UV-dose ved behandling av sjøvann enn minimumskravet (25 mJ/cm²) (Veileder 3, på vetinst.no, som er knyttet til forskrift om desinfeksjon vann, akvakultur). Det var også variasjon i om UV-lampene var satt opp i serie eller parallelt, om det ble benyttet supplerende partikkelfjerning som membranfiltrering eller benyttet ozon. Partikler og at deres skjerming (skyggeeffekt) kan redusere effekten av UV ble nevnt som usikkerhetsmoment. Det knyttet seg også usikkerhet til driftssikkerheten ved slike tekniske systemer, eksempelvis ved strømbrydd. Selv om ingen av de som vi intervjuet var helt trygge på inntaksvannet på anlegget sitt, så opplevde de som kun bruker ferskvann at dette var tryggest. Dette ble blant annet illustrert ved følgende utsagn fra et av intervjuene:

"UV på sjøvann fungerer mer som et forheng enn ei dør."

Basert på intervjuene virker næringen å ha noe urealistiske forventninger til hva UV-behandling kan bidra med. Desinfeksjon er ikke det samme som

en sterilisering og derfor vil ikke alle mikroorganismer bli inaktivert ved UV-behandling av vannet. I tillegg finnes det lite informasjon om hvilke UV-doser som er tilstrekkelig ved kommersielle forhold, hvor partikkelkonsentrasjonen i vannet jo vil variere.

Flere av respondentene nevnte prosessen rundt inntak av rogn som et risikomoment. Selv om det tas stikkprøver av rognen så gir dette ikke noen garanti for at rognen er smittefri.

Smitteskiller og færre kar per RAS kan styrke biosikkerheten

God anleggsutforming med mulighet for fysiske barrierer mellom avdelingene og ulike smittesoner er nødvendig for biosikkerhetsarbeidet og ansees som viktig for å redusere sannsynligheten for smittespredning i anlegg. Dette gjelder ikke bare barrierer for fisk, men også systemer for vann, luft og varme for å redusere muligheten for kontaminering av andre avdelinger, rom og fiskegrupper. Enkelte anlegg har parallelle avdelinger som kan driftes som samme sone eller skilles ved behov. Det ble også nevnt at færre kar per RAS, eventuelt parallelle avdelinger kan bidra til å styrke biosikkerheten, samtidig som det kan gi andre driftsfordeler. Ved smittepåvisning eller sykdomsutbrudd kan avdelinger lettere isoleres og dermed forhindre at sykdom sprer seg til de øvrige fiskegruppene.

Er anleggene designet for vask og biosikkerhetstiltak?

Hygienisk design innebærer at alle overflater skal være tilgjengelige og vaskbare, samt at anlegget skal kunne tømmes helt for vann. Noen av respondentene i vår studie var tilfredse med utformingen av anlegget og tilkomsten til deler av vannbehandlingen, mens andre kommenterte at dette ikke var tilfelle på deres anlegg. Spesielt eldre RAS er ofte ikke designet med tanke på biosikkerhet og vask, og utbedring av slike gamle anlegg kan være vanskelig. Rørsystemer og biofilter ble spesifikt nevnt som områder der det generelt sett er vanskelig å komme til. Tre av anleggene oppga tilkomst til CO₂-lufte som spesielt utfordrende (Figur 1). Noen anlegg har ettermontert luker for lettere tilkomst og overflatebehandlet betong med akryl, polyetylen etc. for å forenkle renhold.

Tabell 1: Årlig produksjon, størrelse på hvert innlegg, antall innlegg per år og gjennomsnittlig pausetid mellom innlegg på de åtte anleggene.

Anlegg	Produksjon (tonn)/år	Størrelse på innlegg (mill. stk.)	Antall innlegg (stk./år)	Pausetid mellom innlegg	Kommentar
1	2 000	4	3	2-3 uker	
2	950	1,8	4	5-10 dager	
3	1 000	1,5-1,8	3	2-6 uker	
4	1 200-1 800	1-2,5	4	1-4 uker	
5	1 995	1,5-2,5	7	2 uker	To anlegg for klekkeri, SF og yngel
6	1 200	1,6-2,0	4	2 uker	
7	4 800	2,5-3,3	6	1-3 dager	
8	650	1,9	3	2-3 uker	



Figur 1: Tilkost til lufte for CO₂ kan være utfordrende.

Om BRAS prosjektet

Biosikkerhet i RAS (resirkulerende akvakultursystemer) (BRAS), finansiert av FHF #901792 pågår i perioden 2023-2025.

Hovedmål er å styrke biosikkerheten i RAS-anlegg med kunnskap om patogene mikroorganismers følsomhet mot ulike biosikkerhetsstrategier og overlevelse i RAS.

Samarbeidspartnere er: Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Veterinærinstituttet (VI), Akvaplan-niva, Universitetet i Bergen (UiB), Marineholmen RASLab, PatoGen, Pure Salmon Technology, Nofitech, VESO Aqua og næringsaktørene Osland Settefisk, Salmar Settefisk, Erko Settefisk, Helgeland Smolt, Grieg Seafood ASA, Lerøy Aurora, Salangfisk og Mowi ASA.

Denne artikkelen gir et innblikk i dagens kunnskap og erfaringer, samt hvordan gjeldende biosikkerhetsstrategier praktiseres i næringen. Hele rapporten "Praktisk biosikkerhetsarbeid i resirkulerende akvakultursystemer (RAS)" og mer informasjon om prosjektet er tilgjengelig i FHF's prosjektbase: <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901792/>

Vitenskapet

Fremgangsmåte

Informasjonen baserer seg på dokumentasjon fra åtte forskjellige settefiskanlegg med RAS teknologi og dybdeintervju med en representant (respondent) fra hvert anlegg. Det ble fokusert på fire hovedtema: 1. Regelverk og krav. 2. Anleggsutforming og produksjon. 3. Biosikkerhetstiltak og strategier. 4. Agens og sykdom.

Artikkelen oppsummerer ytringer og meninger fra respondentene, konkrete anbefalinger og råd vil bli presentert når prosjektet avsluttes.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle næringsaktørene som har deltatt i denne kunnskaps- og erfaringskartleggingen.

Forklaring av begreper

Biosikkerhet

Summen av alt arbeid med formål å begrense risiko for innføring, utvikling, og spredning av agens og sykdom til, i og fra fiskegrupper i et anlegg eller sone.

Biosikkerhetstiltak

Driftsmessige og fysiske tiltak som utføres praktisk med intensjon om å styrke biosikkerheten.

Biosikkerhetsstrategi

Et anlegg sine planer og gjennomføring av disse, basert på utforming og driftsrutiner, for å ivareta biosikkerhet.

Brakklegging

Perioden hvor et oppdrettssystem står helt uten fisk, heller ikke rørfisk.

Fisk på avveie

Fisk som er å finne i andre deler av vannbehandlingen enn i fiskekaret. Også kalt rørfisk.

Nullstille biofilter

Samlebetegnelse for metoder som har til hensikt å inaktivere alle mikroorganismer i et biofilter.

Pausetid

Tid hvor det ikke produseres fisk på en avdeling.

Produksjonsintensitet

Mål på hvor mye fisk som produseres per tidsenhet eller volum, f.eks. kg fisk/m³/dag.

Vannbehandling

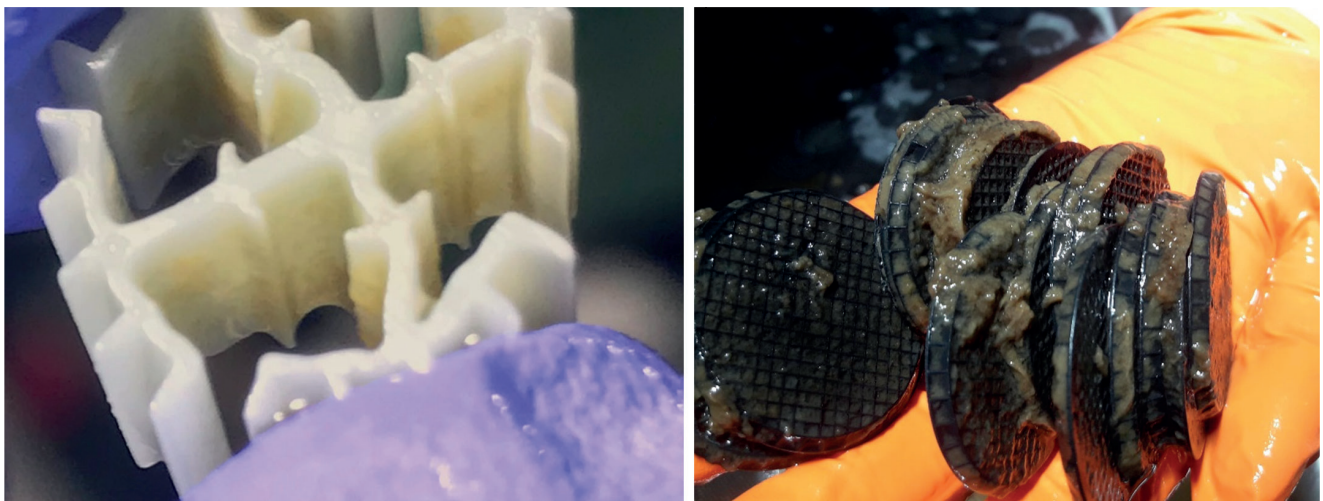
Samlebetegnelse for alle installasjoner/utstyr/prosesser som modifierer vannet i RAS, deriblant systemer for partikkelfjerning, nitrifikasjon i biofilter, utlufting av CO₂, oksygenering, pumping, desinfisering m.m.

Vann og fisk på avveie

Noen anlegg har avdelinger med felles avløpsrør til fiskefelle og slambehandling. I minst ett tilfelle mistenkes det at vannet kan «slå tilbake» i avdelingene, på grunn av underdimensjonerte avløpsrør eller høyt tidevann. Gjennom dette reduseres smitteskiller mellom avdelinger. En av respondentene nevnte spesifikt dette med utfordringer med å ivareta biosikkerheten dersom det skjer tilbakeslag av avløpsvann. Personell på alle anleggene som vi snakket med har observert eller hatt mistanke om fisk på avveie. Det har blitt oppdaget fisk i avløpsrør fra karet, og før trommefilter, og fisk i selve trommefilteret, i biofilter, i pumpeump og i fiskefelle. Dette fører til redusert fiskevelferd, uklare smitteskiller mellom fiskegrupper og redusert effekt av biosikkerhetsarbeidet. Dette er en stor utfordring som blant annet bør løses av leverandørene av slike anlegg.

Produksjonsplaner og produksjonsintensitet

Produksjonsintensiteten er avhengig av antall rogninnlegg. I denne undersøkelsen var det anlegg som hadde tre innlegg i året, mens det som hadde flest hadde sju. Økende antall innlegg per år fører ofte til kortere pausetid i hver avdeling, bortsett fra i klekkeriet som ofte vil stå tomt over en lengre periode. Pausetiden kan variere mellom avdelingene og varer alt fra 1-3 dager til 6 uker. Pausetiden kunne brukes som en slags «brakkleggingsperiode», men dette forutsetter at avdelingene står helt tomme for fisk. Brakklegging ble nevnt



Figur 2: Bofilter og biofilm. Til venstre et biogeme med biofilm under normal drift. Til høyre biogemer med mye biofilm og mulig heterotrof bakterievekst.

av flere, som et mulig biosikkerhetstiltak i seg selv. Inntrykket fra intervjuene er at produksjonsmessige prinsipper som "all fisk inn - all fisk ut" og "en produksjonsretning", følges av de fleste ved flytting mellom avdelinger og når fisk flyttes ut av anlegget. Det kan imidlertid forekomme episoder med unntak fra disse prinsippene.

Delte meninger om biofilterets rolle i biosikkerhetssammenheng

Erfaringene blant deltagerne var at det kunne ta 1-2 år før biofilteret var modent og robust, noe som ble ansett som en forutsetning for god og stabil vannkvalitet (Figur 2). Det var også et felles syn når det gjaldt risikoen for oppvekst av heterotrofe bakterier ved brå endringer av driften. Sitatene under viser tydelig at det var forskjellige oppfatninger av biofilterets evne til å uskadeliggjøre smittestoffer: fra troen på at et biofilter som var modent og tatt godt vare på skulle ha egenskaper som tok knekken på sykdomsframkallende organismer, til den som hadde opplevd at biofilteret antagelig skjulte et virus som førte til sykdom ved flytting:

Sitat: "Hvis du har er et sterkt og stabilt biofilter, så tror jeg at det tar seg av forandringer i vannet selv. Det er dette som skjer i magene våre og i naturen ellers, men likevel så skjer det ting underveis. Vår oppgave er å holde det så stabilt som mulig, både med tanke på føring, alkalinitet og ved å lage så stabile forhold som mulig så vil biofilteret hjelpe oss langt på vei med å holde biosikkerheten i forhold til det som kommer inn".

Men en annen nevnte at:

"Mange mener at man aldri skal ta ned et godt biofilter, men ved andre utfordringer så må man jo det. Selv om biofilteret fungerer godt, så ser man med en gang at når man flytter fisk inn på avdelingen så får man påvist sykdom, PRV i dette tilfellet, og da må man gjøre grep. Dette er veldig krevende."

Det var også enighet om at vi fortsatt mangler kunnskap om flere forhold.

Agens i RAS påvirker drift og produksjon

De fleste anleggene overvåker agens på en eller annen måte. Noen gjennomfører

Tabell 2: Agens og sykdomshistorikk ved anleggene de siste 5 årene og status ved intervjuetidspunktet. Under "kommentar" er det beskrevet hva anlegget jobber spesielt med når det gjelder agens eller sykdom.

Anlegg	Siste 5 år	Ved intervjuet	Kommentar
1	ILAV-HPR0, og PRV og HSMB	PRV	Jobber med PRV
2	ILAV-HPR0, <i>Saprolegnia</i>	ILAV-HPR0	
3	IPN	IPN	Fått inn ny variant IPNV
4	IPN	Ingen	Tok inn yngel, IPN kun i et kar i 2021
5	PRV og HSMB, ILAV-HPR0, <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Spironucleus salmonicida</i>	PRV og HSMB	ILAV-HPR0 husstamme. Tester mikrobiom med Pharmaq Analytiq sin NGS.
6	ILAV-HPR0	ILAV-HPR0	
7	<i>Yersinia</i> , ILAV-HPR0, <i>Costia</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Tenacibaculum</i>	<i>Tenacibaculum</i> , <i>Flavobacterium</i> , ILAV-HPR0	Ingen aktive sykdomsutfordringer bortsett fra halefinneråte der det er funnet <i>Tenacibaculum</i> og <i>Flavobacterium</i>
8	ILAV-HPR0, ILAV-HPR-del og ILA, <i>Vibrio sp.</i> , <i>Ps. fluorescens</i> , <i>A. hydrophila</i>	<i>Ps. Fluorescens</i>	<i>Ps. fluorescens</i> typisk 1-2 uker etter flytting i smoltavdeling (yngel)

dette systematisk hvor det sjekkes for spesifikke agens med oppfølging på karnivå. De fleste gjennomfører overvåking kun ved krav fra myndighetene, og om helsesjekk av veterinær avdekker behovet. Tabell 2 viser hvilke agens som har vært påvist og hvilke sykdomstilfeller som har rammet anleggene de siste årene. Seks av åtte anlegg har fått påvist ILAV-HPR0 i løpet av de siste 5 årene, men kun to av disse hadde påvisning ved intervjuetidspunktet. Alle respondentene svarte at påvisning av agens og sykdom påvirket driften, men at både type agens, og utbredelse i anlegget hadde betydning for håndtering av situasjonen.

Det var variasjon i påvisning av agens og sykdom mellom ulike avdelinger på de åtte anleggene. Ingen av anleggene hadde fått påvist agens i klekkeriet. Påvisningene av agens kom først i startfôringsfasen og senere i produksjonen. Det var også

Tabell 3: Tiltak for å opprettholde biosikkerhet i en normalsituasjon. Tallene i kolonne for "Tiltak" kategoriserer tiltaket etter nivå: 1. Bare tømme kar for fisk. 2. Vask og desinfeksjon av kar. 3. Vask og desinfeksjon av kar og deler av vannbehandlingen. 4. Full nedvask inkludert nullstilling av biofilter.

Anlegg	Tiltak mellom innlegg	Beskrivelse	Kommentar
1	3	Mekanisk vask med og uten desinfeksjon av kar. Sirkulerte lut (pH>12) gjennom avløpsrør 24-48 t.	Fokus gjentakende sykdom
2	2	Mest mekanisk vask av kar. Med og uten desinfeksjon	Evt. tiltak som kan fungere mot ILAV-HPRO
3	2 og 3	Karvask mellom hvert innlegg og annenhver gang med tiltaksnivå 3. Rørvask + vannbehandling + bedøvelse i bioreaktor.	Fokus rørfisk. Ny variant IPNV.
4	1	Spyling av deler av vannbehandling og kar. I større avdelinger (14 + 16 m kar) ble bare øverste randen av karet vasket, og vann var igjen i avløpsrør.	Bruker nesten ikke kjemikalier
5	2 og 3	Vask og desinfeksjon av kar. Tidvis mer av vannbehandlingen.	Veldig tro på mer tid til tiltak (3) mellom innlegg, pausetid (mot ILAV-HPRO) og stabile biofilter
6	2 og 3	Vask og desinfeksjon av kar. Tidvis mer av vannbehandlingen.	Avhengig av å flytte vann pga. temperatur/gjenbrukete vann
7	1 og 2	Tiltak 1 i RAS (stor fisk). Bare vask og spyling. Tiltak 2 på gjennomstrømningsavdelinger.	Veldig høy produksjonsintensitet. Troen på stabile biofilter. ILAV-HPRO "kommer og går".
8	3	Karvask + avdelingsvask + rørvaske+ tørking av CO ₂ lufter + vask trommelfilter og pumpeump.	Kompetanse ut i fra revisjonsvask og tiltak for å bekjempe gjentakende sykdom. Bruker ozon aktivt. Tror på brakklegging mot ILAV-HPRO.

respondenter som viste til utbrudd av sykdom etter håndteringsoperasjoner, f.eks. etter flytting eller vaksinerings.

Inntrykket fra intervjuene var at dersom PRV først kommer inn i et anlegg så vil viruset lett spre seg og etablere seg. Ifølge respondentene så ser det også ut til at viruset følger med til neste avdeling ved flytting av fisk, og blir liggende igjen i avdelingen som fiskegruppen har blitt flyttet fra.

Det praktiseres forskjellige biosikkerhetstiltak

For å undersøke hvordan anleggene jobbet med biosikkerhetstiltak og strategier, ble respondentene bedt om å ta stilling til undernevnte inndelingen av tiltaksnivå, eller beskrive egen praksis dersom den ikke lot seg plassere i en av følgende kategoriene:

1. Bare tømme kar for fisk
 2. Vask og desinfeksjon av kar
 3. Vask og desinfeksjon av kar + deler av vannbehandling
 4. Full nedvasking inkludert nullstilling av biofilter
- Andre tiltak/ operasjoner?

Tabell 3 viser at tiltakene varierte mellom anleggene, fra de som kun tømmer kar og avdeling for fisk og eventuelt gjør lettere mekanisk vask, til de som gjør mer inngripende tiltak, også for store deler av vannbehandlingen. Type agens og sykdomsstatusen er ofte med i vurderingen når tiltaksnivået skal bestemmes. Flere av respondentene hadde et ønske om å gjøre mer som eksempelvis gjennomføring av tiltak i større deler av vannbehandlingen.

Slike tiltak kan innebære rørvaske, vask av sumper og lufter. Flere av respondentene nevnte tilgjengelig tid mellom innlegg som en begrensende faktor for gjennomføring av slike tiltak.

Gjennomføring av utvidede tiltak som krever mye tid og ressurser forutsetter god planlegging, forberedelse og samarbeid mellom de ansatte på anlegget. Samtidig ble det opplyst at slike tiltak er positive også fordi de representerer en mulighet for teknisk ettersyn, fjerning av akkumulert slam, utbedringer av utstyr o.l.

Tabell 4: Årsak, metoder og effekt ved nullstilling av biofilteret. Vellykket defineres som *ikke påvist agens* i etterkant av nullstillingen. Forkortelse: i.a. - *ikke aktuelt*.

Anlegg	Nullstilt biofilter	Beskrivelse	Årsak	Vellykket	Gjenbrukt eller byttet biologemer
1	Ja	Forsøkt å sanere biofilter ved bruk av lut, pH>12 to ganger. Ikke vellykket.	PRV og HSMB	Nei	Gjenbrukt
2	Nei	-	-	-	-
3	Ja	Gjennomført 2x nullstilling av biofilter. Behandling med lut pH>12 og syre pH<4.	IPN	Ja, men påvist ny stamme igjen	Gjenbrukt og byttet
4	Ja	Brukte LOZ (natriumhypokloritt)	H ₂ S hendelse ("føre var")	i.a.	Gjenbrukt
5	Nei	-	-	-	-
6	Ja	Ja, med lut + O ₃	ILAV-HPRO	Nei	Gjenbrukt
7	Nei	-	-	-	-
8	Ja	Sanering ved "prøving og feiling" og så i flere omganger. Benyttet kjemikalier, O ₃ , lut og klor.	ILAV-HPRdel ifølge krav fra Mattilsynet	Ja	Gjenbrukt og byttet

Kyst24Jobb

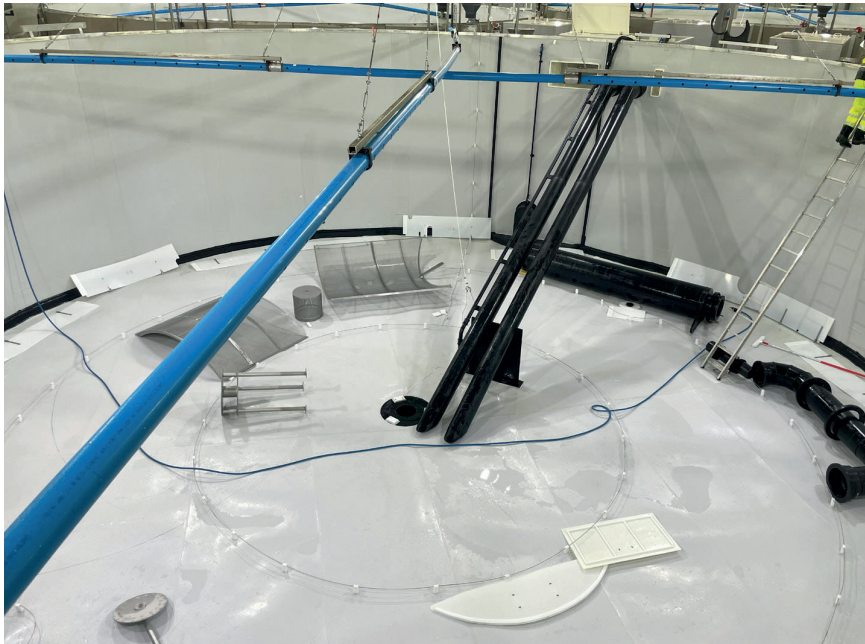
Din nye jobbportal til kystnæringen



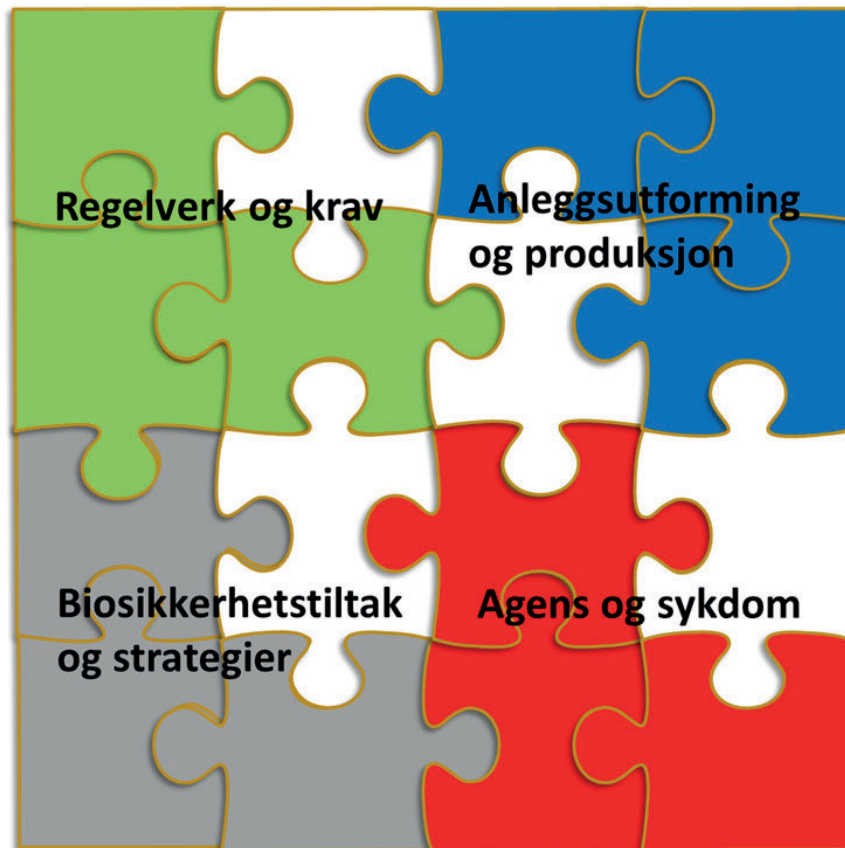
140.000

unike visninger
pr. måned.

www.kyst24jobb.no



Figur 3: Demontering av utstyr for tilkomst og vask alle plasser er avgjørende for å oppnå effekt ved nullstilling og sanering.



Figur 4 : Puslebrikkene illustrerer hva som kan utgjøre et anlegg sitt totale arbeid med biosikkerhet, også kalt biosikkerhetsstrategi. Åpne felter innenfor hvert tema representerer kunnskapsmangel per i dag.

Nullstilling av biofilter er utfordrende

Fem av de åtte anleggene hadde av ulike grunner forsøkt å nullstille biofilteret. Metodene som ble anvendt varierte, men den generelle erfaringen var at sanering eller nullstilling av biofilter er utfordrende (Tabell 4). Metoder som har blitt benyttet er pH-behandling (med lut og syre), vask og kjemisk desinfeksjon og ozonering samt kombinasjoner av disse. Inntrykket er at metodene fremdeles bærer preg av "prøving og feiling". Tilbakemeldingene fra de som har nullstilt eller sanert biofilteret var at det er svært viktig å nå alle «kriker og kroker», og som enkelte har gjort, demontert alle deler ned til hver minste skrue (Figur 3). Det var enighet om at krav om nullstilling må være kunnskapsbasert fordi inngrepet kan få store produksjons- og fiskevelferdsmessige konsekvenser.

Intervjuene avdekket store kunnskapshull

Det ble pekt på manglende kunnskap om flere forhold knyttet til biosikkerhet i RAS. Flere av deltagerne som ble intervjuet savnet kunnskap om hva som påvirker forskjellige agens sin evne til å eventuelt etablere og overleve i RAS. En kompleks produksjon og usikkerhet om smitteveier bidrar til at det er ekstra utfordrende å arbeide med biosikkerhet i slike anlegg. Det mangler også metoder eller protokoller som er effektive i arbeidet med å bli kvitt ett eller flere agens i RAS. Rutinemessig bruker mange brakklegging og det ble nevnt som en viktig strategi, men det er behov for kunnskap om effekt ift. ulike agens. Et innspill var at det ikke foreligger noe formelt krav om undersøkelse av biofilteret og at dette kanskje hemmer den kollektive kunnskapsbyggingen blant RAS aktørene.

Erfaringskartleggingen har vist retning for hvilke strategier og tiltak som skal undersøkes videre i prosjektet, både gjennom kontrollerte forsøk og feltstudier.

Vi konkluderer med at biosikkerhet i RAS kan betraktes som et puslespill (Figur 4), der vi per i dag mangler flere brikker for å forstå hele bildet. Forhåpentligvis vil pågående og fremtidige prosjekter bidra til å tette noen av kunnskapshullene •