

**Slutrapport for Journalnummer: GOA-UDV-23-0027**

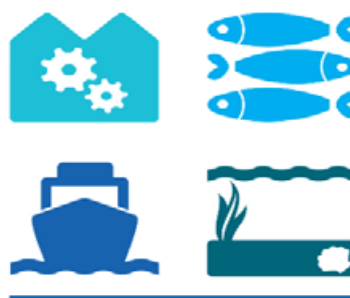
**Industriel anvendelse af ozonteknologier på danske  
fiskeopdrætsanlæg [BIZON]**

Hambly, Adam Cristopher; Polke-Pedersen, Lasse; Heldbo, Jesper



**Den Europæiske Union  
Den Europæiske Hav- og Fiskerifond**

**HAV & FISK**



Deliberately left without text.

# Industriel anvendelse af ozonteknologier på danske fiskeopdrætsanlæg [BIZON]

Hambly, Adam Cristopher<sup>1</sup>; Polke-Pedersen, Lasse<sup>2</sup>; Heldbo, Jesper<sup>2</sup>

1: DTU Sustain, Technical University of Denmark,  
Department of Environmental and Resource Engineering, Kongens Lyngby.



2: OxyGuard International A/S, Farum.



1	PROFIL.....	4
2	PROJEKTBEKRIVELSE .....	4
2.1	STAMDATA.....	4
2.2	PROJEKTBEKRIVELSE JVF. GÆLDENDE TILSAGN .....	4
2.3	AKTIVITETERNE I PROJEKTET .....	5
2.4	FORVENTET EFFEKT .....	6
3	DET FAKTISKE FORLØB AF PROJEKTET .....	6
3.1	BESKRIV HVORDAN PROJEKTET ER GENNEMFØRT:.....	6
3.2	BESKRIV ÆNDRINGER, DER BLEV FORETAGET UNDERVEJS: .....	15
3.3	EFFEKTER AF PROJEKTET (BÅDE OPNÅEDE OG FORVENTEDE).....	15
3.4	ANSØGERS EVALUERING AF PROJEKTET .....	19
4	FORMIDLINGSAKTIVITETER OG SKILTNING .....	20
4.1	OVERHOLDELSE AF FORPLIGTELSE TIL SKILTNING JVF. GÆLDENDE TILSAGN .....	20
4.2	REALISERING AF FORPLIGTELSE TIL AT SYNLIGGØRE TILSKUD (SKILTE).....	20
4.3	FORMIDLINGSAKTIVITETER JVF. GÆLDENDE TILSAGN .....	20
4.4	GENNEMFØRTE FORMIDLINGSAKTIVITETER .....	21
4.5	YDERLIGERE PLANLAGTE AKTIVITETER, DER SIKRER UDBREDELSEN AF RESULTATERNE AF PROJEKTET ...	22
5	UDARBEJDET DOKUMENTATION .....	22
5.1	ER DER VEDLAGT DOKUMENTATION FOR DET AFSLUTTEDE PROJEKT .....	22
5.2	VEDHÆFT FILER .....	22
6	STATISTIK .....	22
6.1	ANSØGERDATA .....	22
6.2	OMRÅDE: .....	23
6.3	PROJEKTETS KOMMUNE: .....	23
6.4	SÆRLIGE FORMÅL .....	23
6.5	RESULTATINDIKATOR .....	23
7	ERKLÆRING.....	24

## 1 PROFIL

Journal nummer:	GOA-UDV-23-0027
Ansøgers virksomhedsnavn:	Danmarks Tekniske Universitet
CVR:	30060946
Kontaktperson:	Adam Hambly
Telefonnummer:	53700391

## 2 PROJEKTBEKRIVELSE

### 2.1 STAMDATA

**OBS:** Oplysninger fra ansøgningen kan blive offentliggjort, herunder, men ikke afgrænset til, projektitel, formål, forventet effekt og resultater.

#### 2.1.1 PROJEKTETS TITEL:

INDUSTRIEL ANVENDELSE AT OZONTEKNOLOGIER PÅ DANSKE FISKEOPDRÆT

#### 2.1.2 JOURNALNUMMER:

GOA-UDV-23-0027

#### 2.1.3 STØTTEMODTAGERS NAVN

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET

#### 2.1.4 STØTTEMODTAGERS CVR

30060946

### 2.2 PROJEKTBEKRIVELSE JVF. GÆLDENDE TILSAGN

**OBS:** Du har i nedenstående felter angivet: formål, aktiviteter, projektets forventede effekter samt hvilke områder projektet omfatter.

Projekt er et **afprøvnings- og pilotprojekt** med følgende formål:

At bidrage til den grønne omstilling af akvakulturen gennem afprøvning og videreudvikling af nyudviklet teknologi til fjernelse af afsmags-stoffer (geosmin, MIBS) i fisk samt at genanvende vandstrømme, ilt og næringstoffer mere optimalt, så miljø- og klimaeffektiviteten forbedres. Teknologien er allerede pilottestet i mindre målestok, men nærværende projekt giver mulighed for at afprøve og tilpasse teknologien i fuld skala under kommercielle forhold.

Projektet har 4 hovedformål:

1. at dokumentere ozon som vandrensning på eksisterende ferskvandsanlæg til fjernelse af afsmagsstoffer i fiskekød uden brug af "udvanding" *purging*
2. at videreudvikle det allerede etablerede system mod mindre energiforbrug, hvilket vil medføre at produktet bliver mere miljøvenligt og økonomisk fordelagtigt gennem en digitaliseret styring/optimering, samt optimere et fiskeanlægs anvendelse af delstrømme af vand og ilt,
3. at øge fiske velfærd og generel vandkvalitet gennem behandlingen, samt at dokumentere dette; og
4. at udarbejde en videnskabelig udredning af de processer vores system virker gennem for at skabe sikkerhed og troværdighed omkring produktet samt udbrede vores viden til gavn for sektoren generelt, samt at udarbejde en klima- og miljøvurdering af anvendelse af teknologien på kommercielle anlæg.

Recirkuleret fiskeopdræt oplever forskellige udfordringer med vandkvaliteten, og derfor er anlæg til vandrensning en nødvendig del af denne type anlæg, hvilket kan medføre et væsentligt energiforbrug. Af denne grund er det væsentligt at kunne optimere og forbedre rensningsteknologierne, såfremt vi skal efterleve de opsatte mål i akvakulturstrategien (REF).

En af de store udfordringer i recirkulerede anlæg er afsmags-problematikken af stofferne Geosmin og MIBS. Geosmin fremkommer naturligt i vand fra bl.a. fiskeopdræt, det ophobes i fiskenes fedtvæv som kan få en "muddersmag" og denne smag kan normalt fjernes ved udvanding/udferskning (Eng. purging), hvilket normalt finder sted inden fiskene leveres videre til forarbejdning/processing. Her sætter man fiskene i rent vand i 5-14 dage for at "skylle den grimme smag ud". I denne periode fodres de ikke, hvilket kan medføre et vægttab på op til 5%, som svarer til 5 % på revenue. Udover et økonomisk tab mht. konsum-biomasse ved afvanding, er der også omkostninger til rent vand, samt etablering af ekstra produktionsled mm.

Omkostningerne for purging (fjernelse af afsmag) i fiskekød er ikke officielt opgjort, men det udgør en væsentlig økonomisk udgift (eller tab) for industrien samt en miljø- og klimabelastning. Såfremt afvanding kan erstattes af en mere omkostnings-, miljø-, og klimaeffektiv metode vil økonomi, miljø, klima og ydermere fiskevelfærd kunne forbedres.

Det centrale i vores løsning er at vi behandler vandet med ozon i en skimmer i et halvautomatisk feedback-system hvor produktionen af Ozon styres af indholdet af ozonkoncentrationen i vandet. Ozonen virker på den måde at den giver en kraftig oxidation, der både nedbryder organisk stof, smagsstoffer, dræber bakterier og vira, men også nedbryder humusstoffer i vandet. Slutproduktet fra nedbrydningen af Ozon er ren ilt og derfor er der potentielle afledte fordele i form af øget aktivitet i biofiltrene, der derved aflastes, samt en iltning af vandet der også er hensigtsmæssigt for en god vandkvalitet.

### 2.3 AKTIVITETERNE I PROJEKTET

Vi har meget lovende resultater fra tidligere forsøg, men vi mangler at teste det i fuld skala. Hertil mangler vi at lave en endelig vurdering af den optimale Injiceringsmetode og så mangler vi den videnskabelige underbygning der kan sikre en troværdig antagelse på markedet. I BIZON skal vi bringe dette system til fuld skala. For den detaljerede tidsangivelse henviser vi til vores GANTT-diagram (BILAG 4). Vores system vil vi derfor teste på to deltagende akvakulturanlæg. Vi laver tre forsøgsrækker hvert sted hvor vi opsamler den viden vi har brug for om Injiceringsmetode. I det første forsøg injicerer vi ozonen i en Iltkegle, i det andet forsøg injicerer vi i en skimmer og i det sidste forsøg injicerer vi i en vacuum airlift (en slags skimmer). Her er fokus på effektiviteten af ozoneringen og strømforbruget som vi ønsker at nedbringe væsentligt.

De fysiske forsøg og udviklingen af både system, den digitale platform og styringsalgoritmerne udvikles af deltager virksomhed OxyGuard. Vi har to deltagende akvakulturvirksomheder hvor disse forsøg skal foretages. DTU-sustain vil stå for prøvetagning, analyser og den videnskabelige dokumentation af systemet samt beskrive de sikkerhedsmæssige forhold der vil være. Vi har en procesvirksomhed tilknyttet der vil vurdere kvaliteten af konsumproduktet og vi har tilknyttet en dyrelæge der løbene vil lave vurderinger af dyrevelfærd som følge af vandbehandlingen af desinficeringen af vandet. Til sidst har vi tilknyttet en ekstern konsulent med bred og langvarig forankring i værdikæden til at stå for kommunikationsopgaver der inkluderer et whitepaper om hvordan ozon bruges mest effektivt i akvakulturer. Herved har vi 6 led i værdikæden med i projektet.

Projektet er delt i 5 arbejdsplaner som kan ses i (bilag 5) inklusive deliverables og milestones. Den specifikke tidsplan kan ses i vores GANTT-diagram (bilag 4).

## 2.4 FORVENTET EFFEKT

Vores projekt vil have betydning for både klimaudledning og miljøbelastning. Miljøbelastningen skal ses som en forbedret produktion med lavere dødelighed (på estimeret 3%) der vil føre til større produktion for samme brug af ressourcer. Den største klimaeffekt vil være at ses på den forventede reduktion i energiforbrug. Vi estimerer at vores produkter vil kunne medføre en energibesparelse på 5% svarende til 1.312.080 kWh samlet for de 28 middelstore recirkuleringsanlæg vi har i dk (bilag 6). Dette kan med grov tabelværdi omregnes til CO<sub>2</sub>. Her regner vi med energinets tabelværdi (1) der siger at der går 142 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter på en kWh svarende til 139 gram. Det giver en samlet effekt på 186.32 ton CO<sub>2</sub>. Vi forventer også at der vil være positive miljøeffekter ved den omfattende og kemikaliefrie desinficering af vandet. Her fjernes vira og andre patogener effektivt og derfor vil der være brug for langt mindre kemisk vandbehandling og et mindre behov for at vaccinere. Hertil er der den meget væsentligt besparelse af rent vand og iltning af dette, man vil spare hvis purging overflødiggøres som beskrevet i vores projektbeskrivelse

## 3 DET FAKTISKE FORLØB AF PROJEKTET

### 3.1 BESKRIV HVORDAN PROJEKTET ER GENNEMFØRT:

Projektet er struktureret i arbejdsplaner, som beskrevet i ansøgningen. Efter godkendt projekttændring omhandlende ændring i den rent praktiske/geografiske afvikling af projektarbejdet (se 3.2) faldt opgaver oprindeligt planlagt til udførelse på Abildvad dambrug bort, men blev i stedet udført på Nørre Vium Dambrug.

Arbejdsplan 1 beskriver de administrative opgaver som er blevet varetaget i hele projektperioden.

#### 3.1.1 FORSØG I 2024

De øvrige arbejdsplaner blev naturligt successivt igangsat efter projektets reelle start i januar 2024 med fokus på installation af forsøgs- og måleudstyr, indkøring og justering af samme samt monitorering af produceret ozonmængde og koncentration af samme. I foråret 2024 blev de første fuldskala opstillinger etableret på Nørre Vium Dambrug – et moderne model 3 RAS-anlæg med fire parallelle raceways, hver med en volumen på ca. 1.200 m<sup>3</sup>. To af de fire raceways (bassin 1 og 2) blev udstyret med ozonbehandling, mens de to øvrige fungerede som ubehandlede referencer. Ved enden af raceway 1 og 2 opstillede man to 10-fods containere med alt nødvendigt udstyr: ozongeneratorer (Gaia Ozone WG120, Water ApS), kølesystemer (HRS024-AF-20, SMC), nitrogenforstærkningskompressorer (A200.25, Flairmo), tilbagestrømningssikring til vand (Water ApS), kontrol- og overvågningssystem (Pacific, OxyGuard), VAL-kontrolpanel (Coldep), pumpens softstarter og frekvensomformer (CUE 3x380-500V, 7,5 kW, Grundfos) samt køle-fryseskab til opbevaring af prøver forud for analyser. I alt blev ca. 2.500 m datakabler trukket (beskyttet i nedgravede rør og fæstnet langs raceways) for at forbinde et netværk af sensorer til Pacific-enhederne. Der blev installeret sensorer for bl.a. ilt, pH, temperatur, CO<sub>2</sub>, redox og opløst ozon i vandet, strategisk placeret flere steder i hvert raceway (før og efter biofilter, før og efter ozonbehandling m.v.). Sensorerne var integreret i det digitale Pacific/Cobália-system, så ozonproduktionen kunne monitoreres og styres automatisk i realtid. Alle systemer blev drevet via dambrugets strømnet, og der blev nedgravet og installeret rør mellem hver raceway samt fra raceway 2 til anlæggets kompressorhus (2x 32 A forsyninger blev her installeret til hver container), og installationen forløb uden større problemer udover det omfattende kabelarbejde (se foto nedenfor).



Der nedgraves drænrør for at kunne forbinde datakabler til Pacific placeret i container 1.



”Stripsede” data-kabler.



Skimmer (Ratz 950, CM-AQUA, TECHNOLOGIES ApS) monteret på raceway 2.



Vakuüm Air Lift (VAL 900, Coldep)



OxyGuard Pacific anlæg på kontrol-raceways.



Gaia Ozon Generator WG120, Water ApS.



Stærkstrøms- og datakabler er ført gennem nedgravet rør for at sikre at daglig trafik på dambruget ikke beskadiger disse.



OxyGuard Pacific databehandlings-anlæg i container 1 og 2



**Forsøgsopstilling ved Nr. Vium Dambrug. Raceways 1–4 med containere (blå firkant) samt placering af VAL og skimmere (mindre hvide cirkler uden nummerering). Hver raceway har fire punkter, hvor der er installeret sensorer (efter biofilter/start af fisketank (A), slutning af fisketank/før tromlefilter (B), efter tromlefilter/før biofilter (C), efter biofilter/før fisketank (D)). O<sub>2</sub>- og CO<sub>2</sub>- og pH-sensorer blev installeret på hver lokalitet. O<sub>3</sub>- og REDOX-sensorer blev desuden installeret efter ozonbehandling i raceway 1 og 2 (lokalitet C, dvs. punkt 1C og 2C).**

Ozonanlægget blev taget i brug i foråret 2024. På raceway 1 installerede vi en vacuum air lift (VAL 900 fra Coldep) – et søjleformet apparat, der kan fungere som en kombineret protein-skimmer og degasser. VAL'en havde en designkapacitet på ca. 90 m<sup>3</sup>/h i degasser-tilstand (ca. 60 m<sup>3</sup>/h ved skimming). På raceway 2 installerede man en traditionel proteinskimmer (Ratz 950, CM Aqua), som fungerer ved at fine luftbobler trækkes gennem vandet og danner skum af organisk materiale. Begge apparater blev forbundet til ozongeneratorerne, så ozon-gas kunne injiceres direkte i vandstrømmen inde i reaktionskamrene. Herved skete der en kraftig oxidation af vandets indhold, mens skummende affaldsstoffer blev fjernet fra vandsøjlen i skimmerens skumkop og ledt videre til anlæggets egne slamtanke som samler det bagskyllede vand fra deres tromlefiltre, der kører døgnet rundt. Raceways 3 og 4 kørte uændret uden ozon og tjente som kontrol for sammenligning. Ved raceway 3 og 4 blev der installeret skabe med Pacific-systemer til dataindsamling fra de installerede sensorer. Fire Pacific-systemer blev tilsluttet en router for at uploade data til et cloudbaseret styringssystem kaldet Cobália (OxyGuard) som muliggør fjern-aflæsning og data-lagring.

Forsøget i 2024 forløb fra juni til september, hvor man kontinuerligt målte på vandkvaliteten i både behandlede og ubehandlede bassiner. Der blev løbende udtaget vandprøver før og efter ozonbehandling i de respektive systemer for at analysere parametre som turbiditet (grumsethed), organisk stof (f.eks. total organisk kulstof og fluorescerende opløst organisk materiale), næringsstoffer (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), geosmin samt bakterieindhold. Samtidig blev fiskenes trivsel overvåget af en tilknyttet fiske dyrlæge – bl.a. holdt man øje med fiskevækst, dødelighed og eventuelle tegn på ozonskader på gæller eller hud, således at ozondoseringen kunne justeres ved mindste tegn på stress. Denne omfattende monitoring muliggjorde et

automatisk feedback-system, hvor sensorerne via OxyGuard Pacific løbende kunne regulere ozongeneratorens output for at ramme den ønskede restkoncentration af ozon i vandet. På den måde muliggjorde det korrekt dosis ozon tilført efter behov, uden risiko for overdosis eller unødigt brug af energi. Under hele forsøgsperioden nåede det organiske indhold af vandet ikke ned på et niveau der ville medføre overdosering (jævnfør Bizon 2024 forsøgsprotokol).

Gennem 2024 stødte projektgruppen på flere udfordringer, som affødte justeringer undervejs. For det første viste vandkvaliteten i Nørre Vium Dambrug sig at variere langt mere end forventet. Selvom planen oprindeligt var at skifte til et andet dambrug i 2025 for at afprøve ozon under *andre* vandkvaliteter, indså man, at de naturlige udsving på Nørre Vium faktisk spændte fra meget klart til meget organisk belastet vand inden for samme sæson. Så store variationer over tid vanskeliggjorde tolkningen af forsøgsdata – ændringer i ozonbassinerne kunne lige så vel skyldes skift i kildevandet som selve ozonbehandlingen. Projektgruppen besluttede derfor at ændre strategi: I stedet for ét langt uafbrudt forsøg, begyndte man at opdele testperioden i kortere kampagner med intensiv prøvetagning, så resultaterne fra perioder med ensartet vandkvalitet kunne sammenlignes. Denne ændring medførte, at man nåede alle milepæle for 2024, om end med en del data fra mellempåse, der måtte bruges til at tolke pga. uens rammebetingelser. Af samme grund ansøgte man om (og fik) tilladelse til at fortsætte projektets andet år på Nørre Vium frem for at flytte til et nyt anlæg – kontinuitet blev vurderet vigtigere end geografisk spændvidde for at opnå videnskabeligt valide resultater.

En anden udfordring var af mere teknisk art og knyttede sig særligt til VAL-enheden. Den komplekse VACUUM AirLift krævede finjustering for at fungere optimalt. Under drift i 2024 blev det observeret, at VAL'en (i degasser-tilstand) genererede et meget tykt skumlag, som akkumulerede på toppen af biofilteret i raceway 1. I teorien burde skummet og de tilknyttede urenheder have forladt systemet via anlæggets normale afløb (tromlefilter/sludge), men i praksis samlede det sig i biofilterets overflade. Dette indikerede, at VAL-teknologien mangler en integreret mekanisme til at bortskaffe skummet (i degassing mode) – en praktisk begrænsning ved denne metode, som krævede manuel intervention (f.eks. skylning af biofilter). Proteinskimmeren på raceway 2 havde ikke samme problem, da dens design netop skummer affaldsstoffer ud i en opsamlingskop. VAL'ens materiale og konstruktion skulle desuden kunne tåle ozonens korrosive natur; i løbet af forsøget opstod behov for at udskifte eller rengøre visse dele, hvilket understregede, at materialevalg er kritisk i et ozonsystem (ozon kan bl.a. nedbryde visse plasttyper og pakninger). Samlet set viste VAL-forsøget, at teknologien kan virke, men er kompleks at drive i praksis sammenlignet med den mere enkle skimmer-løsning.

En generel begrænsning ved forsøgsprotokollen 2024, som også blev tydelig, er at fuldskala raceways rummer store vandvolumener (ca. 1.200 m<sup>3</sup>), hvilket gør det vanskeligt at opnå en øjeblikkelig fuldrensning af hele vandmassen. Ozonbehandlingen blev her udført på en delstrøm (typisk 60-90 m<sup>3</sup>/time gennem en reaktor), så effekten på hele bassinet indfandt sig gradvist over tid snarere end momentant. En anden stor udfordring viste sig også at være at der bliver pumpet store mængder vand mellem raceway (kontrol og forsøgs bassinerne), når fisk skal sorteres i størrelser (grades), flyttes rundt, ved modtagelse af sættefisk eller andre aktiviteter. Dette har derfor været med til at "udvande" vores samlede effekt på de behandlede raceways. I projektet planlagde man i 2025 at kvantificere dette gennem massebalance-beregninger – dvs. måle nøje hvor meget organisk stof, geosmin m.v. der blev fjernet pr. tidsenhed samt per vandenhed i forhold til den samlede belastning – frem for blot at se på øjeblikbilleder af hele bassinet. Herved kunne man bedre bedømme, hvor stor en del af det totale vandflow der skal behandles for at opnå en given effekt i et driftende anlæg.

### 3.1.2 FORSØG I 2025

Med erfaringerne fra 2024 gik projektet ind i et intensiveret forsøgsår 2 på Nørre Vium. Man videreudviklede forsøgsopsætningen for at øge effektiviteten og løse nogle af de problemer, der var opstået. I 2025 afprøvede man derfor ozoninløsning under tryk og i serie-kombination. På raceway 1 testede man først VAL-systemet i den tilstand man ud fra 2024 forsøgende bedst egnede sig til fjernelse af afsmagsstoffer (stadig som degasser, men med justerede parametre) og gik siden over til at injicere ozon via en rustfri stål iltkegle (iltkegle = konisk trykreaktor) der blev installeret. Denne kegle havde en kapacitet på ~90 m<sup>3</sup>/h ved 1,5 bars tryk og blev koblet til ozongeneratoren. Formålet med at bruge en iltkegle var at udnytte, at vand under tryk kan indeholde mere ozon end ved atmosfærisk tryk.

På raceway 2 kørte man indledningsvis videre med skimmer-opstillingen fra 2024, men introducerede dernæst en kombineret opstilling af kegle + skimmer (seriekombineret). Her blev ozon først opløst under tryk i vandet via iltkeglen, hvorefter det ozonbehandlede vand blev ledt direkte ind i proteinskimmeren. Tanken var, at keglen under tryk skulle sikre maksimal opløsning og initial reaktion af ozon, mens skimmeren derefter fjernede det dannede skum/partikler og eventuelle rester af ozon (som også sås dannet i VAL-degassing). Denne serieforbindelse af to enheder adresserede således VAL'ens skumproblem ved, at skimmeren opsamlede skummet, og gav samtidig længere kontaktid mellem ozon og vand i to trin. Kombinationen viste sig hurtigt lovende i praksis - operatørerne bemærkede klart vand og effektiv skumdannelse/-fjernelse med denne løsning.

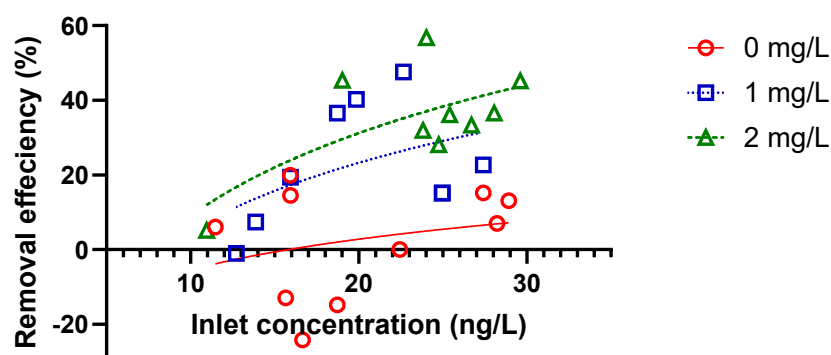
Forsøgene i 2025 blev designet som kortere *intensive* testkampagner, hvor man fokuserede på specifikke faktorer, bl.a. ozondoseringens størrelse og behandlingstidspunkt i forhold til fodring. Fire videnskabelige hypoteser blev formuleret på forhånd for at strukturere afprøvningen:

- *Hypotese 1:* Kombinationssystemet *kegle + skimmer* er den mest effektive løsning til fjernelse af organisk stof og desinfektion af vandet (dvs. reduktion af bakterier).
- *Hypotese 2:* VAL (i degasser-tilstand) er den mest effektive løsning til fjernelse af off-flavour stoffer (geosmin og 2-MIB).
- *Hypotese 3:* En højere ozondosis vil øge renseseffekten for hver af de testede behandlingsenheder.
- *Hypotese 4:* Tidspunktet for ozonbehandlingen i forhold til fodring (f.eks. før vs. efter fodring) vil påvirke behandlingens effektivitet.

Disse hypoteser dækkede de centrale spørgsmål om teknologiens ydeevne. Gennem en række eksperimenter i september 2025 blev alle fire hypoteser testet – og i vid udstrækning bekræftet af resultaterne. Især pegede data på, at kombinationen af kegle + skimmer var yderst effektiv, som antaget i hypotese 1. Denne serieopstilling viste sig at give den mest komplette rensning: For det første blev fjernelsen af off-flavour (jordsmag) forbedret markant. Ved sammenlignelige geosmin-niveauer i indløbsvandet formåede kegle+skimmer-opstillingen at fjerne *mere* geosmin end nogen af enkelt-enhederne – faktisk indikerede resultaterne, at kombinationen var den mest effektive til afsmagsstof-fjernelse, tæt fulgt af VAL, mens skimmer alene lå lidt under og kegle (alene) lå i bunden. Dette resultat var interessant, da det delvist modsagde hypotese 2 (som forudsagde VAL som bedst til geosminfjernelse): VAL gjorde det godt, men overgås af den nye kombination, hvilket demonstrerer synergien i at bruge ozon under tryk efterfulgt af skumfraktionering. Til gengæld, var VAL'en, til trods for den mere kompliserede og usikre teknologi, mere energi effektiv, da den blev drevet af en vacuum pumpe som var mere energi effektiv. Samlet set var energiforbruget for VAL- (degassing) opstillingen 5,12 kW, imod raceway 2 opstillingen (skimmer og kegle + serieforbundet opstilling) der var op 9,12 kW, alt inkluderet.

Desuden bekræftede forsøgene, at en øget ozondosering gav højere fjernelsesgrader for både bakterier, organisk stof og geosmin (jævnfør manuskript; *Ozonated Off-flavor Removal in Freshwater Aquaculture* samt nedenstående figur), om end med aftagende gevinst ved meget høje doser (på et vist punkt nås et mætningsniveau). Disse fund underbygger hypotese 3 og er vigtige for at kunne dimensionere fremtidige anlæg optimalt – man skal dosere nok ozon til at opnå effekt, men undgå spild. Med hensyn til timing (hypotese 4) observerede man også nogle forskelle: generelt var vandbehandlingen mest effektiv, når belastningen i vandet var stabil. For eksempel indikerede BactiQuant-målinger, at lige efter fodring, hvor vandet indeholder mange opløste næringsstoffer og partikler, kunne ozonens relative effektivitet være lidt lavere, mens behandling *før* fodring eller i rolige perioder fjernede en større andel af det tilstedeværende organisk stof og bakterier. Dette antyder, at det kan være smart at synkronisere ozonbehandlingen med driftsrutinerne (f.eks. intensivere ozondoseringen om natten eller i perioder uden fodring), så man får mest mulig effekt pr. energiforbrug. Overordnet set gav 2025-forsøgene værdifuld indsigt i, hvordan systemet kan optimeres under industri-relavante driftsforhold.

### Skimmer: geosmin removal efficiency (%) vs geosmin inlet concentration (ng/L)



**Logaritmisk regression af skimmeren geosmin fjernelses effektivitet (%) i vekslende geosmin koncentrationer på indløbet (ng/L). Regressionslinjer er opdelt i de forskellige ozon doser tilsat; 0, 1 og 2 mg/L.**

Hovedresultater og effektvurdering: BIZON-projektet fik gennem 2024-25 kvantificeret effekten af ozonbehandling i ferskvands-RAS under kommercielle forhold. Trods variationer og udfordringer demonstrerede forsøgene tydeligt flere positive resultater:

- Fjernelse af smagsstoffer: Geosmin-indholdet i de behandlede bassiner blev målbart reduceret. Over en 7-ugers periode i 2024 lå geosminniveauet i ozonbassinerne 21–39% lavere end i de ubehandlede kontrolbassiner. Dette er en væsentlig nedgang, der indikerer, at ozon med succes nedbrød eller fjernede en stor del af det geosmin, der ellers ophobes i vandet. Tilsvarende forventes 2-MIB (et andet afsmagsstof) at blive nedbrudt af ozon, selvom dets lave koncentration gjorde det sværere at kvantificere. At opnå cirka en tredjedels reduktion af geosmin udelukkende ved vandbehandling er *meget lovende* med henblik på at undgå muddersmag i fisken. I 2025 blev der ved masse-balance forsøgende (mål mellem indgang og udgang for ozon reaktionskammeret) målt at der fjernes 34% geosmin ved at tilsætte ozon til en skimmer. Hvis der tilsættes samme ozonmængde til en kegle i stedet for direkte ind i skimmeren, og leder udgangsvandet fra keglen over i en skimmer og dermed serieforbinder de to teknologier, så fjernes der 74% geosmin. Altså får vi en fordobling af geosmin renselsesmængden, hvis der serieforbinder de to teknologier. Uden ozon fjernes der kun 10-20% geosmin, afhængigt af teknologien.
- Fjernelse af organisk stof: Ozonbehandlingen forbedrede generelt vandets klarhed og reducerede indholdet af opløst organisk materiale betydeligt. I skimmer-bassinet så man f.eks., at vandet havde

lavere turbiditet og lavere total organisk kulstof end kontrolbassinerne gennem store dele af forsøget. Operatørerne bemærkede også, at vandfarven blev lysere (mindre "te-farvet"), hvilket stemmer overens med, at ozon oxiderer humusstoffer. I den populærvidevidenskabelige artikel om projektet opsummeres der om *kegle+skimmer*-opsætningen således: "*når produktionsvandet og affaldsstofferne i skummet fra fiskebassinerne får tilført ozon under højt tryk, så er vandrensningen væsentligt mere effektiv end andre metoder.*" Med andre ord fik man bekræftet, at ozon i reaktor (især under tryk) fjerner betydelige mængder organisk stof, både ved at oxidere opløste stoffer og ved at forbedre skumfraktioneringens evne til at udskille partikler. Data fra fluorescerende opløst organisk stof (FDOM) analyser i 2025 viste en markant nedgang i flere typer organiske forbindelser efter ozonbehandling, hvilket underbygger denne konklusion. Effekten var mest udtalt i *kegle+skimmer*-opsætningen, som opnåede højeste fjernelseseffektivitet for de fleste FDOM-komponenter, mens skimmer alene og VAL lå lidt under.

- Reduktion af bakterier og patogener: Et af de mest bemærkelsesværdige resultater var ozonbehandlingens desinficerende effekt. Ved hjælp af BactiQuant®-målinger (som kvantificerer samlet bakterieaktivitet) kunne man se, at vandet fra ozonbassinerne indeholdt langt færre bakterier end vandet fra kontrolbassinerne. I 2024-forsøget opnåede skimmer-løsningen en gennemsnitlig *98,1% reduktion* af bakterieindholdet, mens VAL-løsningen gav ca. *80,7% reduktion* sammenlignet med udgangsniveauet. Disse tal viser, at skimmeren med ozon næsten eliminerede bakterier i vandet (over 1 log enheds reduktion), og selv den lidt mindre stabile VAL fjernede størstedelen af bakterierne. Resultatet harmonerer med de >90% reduktioner, som blev indikeret i de indledende test. Det betyder i praksis, at ozon *effektivt dræber eller inaktiverer mikroorganismer* i vandet – herunder potentielt sygdomsbakterier og virus. Dette er en gevinst for fiskevelfærd og sundhed, da renere vand mindsker infektionspresset på fiskene. Projektet viste også, at selvom formålet ikke var total sterilisering (biofiltret har brug for nogle bakterier intakte), så kunne ozonbehandlingen holdes på et niveau, der sænker det samlede bakteretryk uden at skade biofiltret nævneværdigt. I ozoneksponerede bassiner var der således færre problemer med f.eks. Saprolegnia (vandformskimmel) eller andre opportunistiske patogener, som ofte trives ved høj organisk belastning. Disse observationer var dog gjort af anlæggets egne driftsansvarlige fiskemestre og ikke kvalitativ data som kunne bruges til statistik.
- Ilt-forhold og øvrige vandparametre: En sideeffekt ved ozonbehandlingen er, at ozon-molekylet hurtigt omdannes til ilt efter at have reageret. Dette blev udnyttet positivt i systemet. Man registrerede, at iltmætningen steg en smule i vandet efter ozonreaktorerne, hvilket giver et ekstra ilttilskud til især biofilteret der i alle opstillinger var lige efter ozonbehandlingen. Også redox-potentialet i vandet blev målbart højere i ozonbassinerne (et tegn på mere oxiderende, rent vand). Nitritniveauer blev generelt holdt lave; bortset fra den nævnte kortvarige stigning i raceway 1 (VAL) så man ingen vedvarende ophobning af hverken nitrit eller ammonium pga. ozon – tværtimod kan bedre fjernelse af organisk stof afhjælpe nitritproblemer over tid ved at lette biofilterets arbejde. Samlet set forbedrede ozonbehandlingen vandkvaliteten på flere fronter samtidig: klarere vand, færre bakterier, lavere indhold af uønskede smags- og affaldsstoffer, samt et iltboost.

### 3.1.2.1 Energiforbrug og teknologiens modenhed

Et vigtigt aspekt ved Bizon-projektet var at evaluere ozonteknologiens praktiske gennemførlighed – herunder energiokonomien og robustheden i drift. Ozonproduktion kræver energi til bl.a. kompressor(er) for luft/ilt, selve højspændings-ozongeneratoren og cirkulationspumper til vandet. I projektet blev

energiforbruget nøje monitoreret, og styringsalgoritmerne blev optimeret for at minimere unødigt forbrug. Som nævnt muliggjorde Pacific/Cobália-systemet en automatisk regulering, hvor ozondoseringen kunne øges eller sænkes afhængigt af vandets aktuelle ozonindhold (målt med OxyGuard's online ozonsensor). Dette feedback-system forhindrede både overdosering og spild af ozon/energi. Eksempelvis kunne systemet automatisk slukke for ozontilførslen, når tromlefilteret rensede vandet (hvor ozon ellers ville reagere med helt frisk, rent vand til ingen nytte), og skrue op igen i perioder med høj organisk belastning.

Driftsdata indikerede, at ozonbehandlingen naturligvis tilførte et ekstra elforbrug på anlægget, men at dette ikke var uforholdsmæssigt stort i forhold til de eksisterende pumper og beluftningssystemer. Ozongeneratorerne (Gaia) er modulære og energieffektive, da de producerer ozon med relativt høj koncentration (8–15% vægt) ved hjælp af ren ilt som feedgas. I projektet blev ilten leveret via anlæggets egen iltforsyning. Den største enkeltforbruger var cirkulationspumpen til kegle-reaktorerne og skimmer-reaktorerne (7,5 kW pumpe), men denne kørte ikke altid på fuld hastighed (kunne reguleres ved frekvensomformer). Ved at sammenholde energiinput med renseseffekt kunne projektet estimere, at man i en fuldskala-implementering vil kunne fjerne off-flavour for et *energitillæg på få procent* af et anlægs samlede forbrug – og at dette delvis opvejes af forbedret biofilterdrift og sparet arbejde ved purging (se nedenfor). Allerede i ansøgningsfasen blev det skønnet, at digital optimering af ozonsystemet kunne reducere energiforbruget til vandbehandling med ~5% på landsplan, og projektet har ikke givet anledning til at nedjustere dette potentiale.

Der ud over blev der også fundet signifikante korrelationer mellem diverse FDOM komponenter og geosmin indholdet i vandet. Ozon mængden burde blive styret ud fra den egentlige organiske mængde i vandet, i stedet for de konventionelle ozon doseringer ud fra foder mængder (Jævnfør vedhæftet dokument; *FDOM som styringsparameter for ozonbehandling i RAS til kontrol af geosmin*). Sådant en sensor vil blive videre udviklet på baggrund af projektets resultater.

Robusthed og driftserfaringer: Over de to år udviklede teknologien sig fra at være ny-afprøvet til at være en driftsstabil og robust løsning. Startvanskeligheder som det omtalte skumproblem, sensorkalibreringer, fintuning af skumdannelse og nogle få alarm-stop (f.eks. hvis ozonsensoren registrerede restozon over sætpunkterne) blev håndteret gennem løbende justeringer. Ingen alvorlige driftsforstyrrelser indtraf – fx var der ingen tilfælde af fiskedød direkte relateret til ozonbehandling. Fiskevelværdien i ozonbassinerne forblev høj; ved slutbesigtigelser fandt dyrlægen ingen tegn på irritation eller skader på gæller, og tilvækstraterne var på niveau med eller bedre end kontrollernes. Dette vidner om, at systemet kan køre sikkert, når det er korrekt dimensioneret. Et vigtigt robusthedselement var netop den hurtige sensor-feedback: Skulle noget uforudset ske (f.eks. hvis biofiltret pludselig ikke omsætter ozon hurtigt nok), reagerer systemet proaktivt ved at lukke ned for generatoren, så fiskene beskyttes. I praksis virkede biofilteret også som en enorm buffer, da den er af typen fixed-bed biofilter og huser enorme mængder organisk materiale som har et stort oxidationspotentiale for ozonen. Der ud over har OxyGuard A/S også på baggrund af projektet, udviklet en styring der sikrer sig at under trykfald på gaslinjen vil forbindelse mellem ozon indløsningspunkt (fx kegle) og ozongenerator. Dette sikrer at vandet ikke løber tilbage ind i ozongeneratoren hvis der skulle være systemnedbrud på anlægget.

Der blev høstet meget læring om materialer og vedligehold: Ozon kræver ozon-resistente materialer (teflon, rustfrit stål, m.m.). I 2024 oplevede man eksempelvis, at nogle standard PVC-fittings blev sprøde på VAL'en og måtte udskiftes med ozonresistente alternativer. I 2025-valget af rustfri stålkegler og -rør gav til gengæld en robust installation, der nemt modstod det aggressive miljø. Rengøring af skimmer og reaktor skulle udføres jævnligt (ozon danner oxide-aflejringer, især fra vandets høje jernindhold), men dette indgik i den normale vedligeholdelsesrutine og krævede ikke nedlukning af anlægget. Samlet set vurderes ozonteknologien nu at have en modenhed, hvor den kan integreres i kommercielle opdræt med fornuftig

driftssikkerhed. BIZON-projektet har netop vist, at systemet fungerer i fuld skala, og at det kan håndtere variable real-world forhold (temperaturudsving, varierende organisk belastning, osv.) over længere tid uden performance-tab, når først det er korrekt indreguleret.

At teknologien er rykket tættere på praktisk anvendelse, afspejles også i interessen fra branchen. Projektets industripartner OxyGuard A/S har på baggrund af de gode resultater besluttet selv at tilbyde komplette ozonløsninger. De arbejder nu på en "plug-and-play" containerløsning, der nemt kan kobles til et recirkulationsanlæg. Ligeledes har flere opdrættere og RAS-leverandører meldt interesse for at implementere ozonbaseret off-flavour fjernelse. Dette vidner om en vis tillid til, at teknologien er både moden og robust nok til at gøre en reel forskel i industrien fremover, samt inden fra større industrier så som spildevand, da denne rensningsmodel også huser enorme potentialer fra spildevandsanlæg.

Fiskevelfærd og praktisk værdi for industrien: Udover de målte effekter på vand og fisk har BIZON kastet lys over, *hvad* disse forbedringer kan betyde i et større perspektiv. Først og fremmest adresserer teknologien et afgørende kvalitetsproblem: muddersmag i fiskeprodukter. Ved at fjerne en stor del af geosmin og 2-MIB fra produktionsvandet mindskes ophobningen af disse stoffer i fiskenes fedtvæv markant. Det betyder, at man kan undgå eller reducere behovet for purging ("udvanding" af fisk i rent vand før slagtning). I dag er purging standardprocedure for landbaserede ørred- og lakseopdræt, typisk 5–14 dage uden fodring i rent vand for at fisken kan skille sig af med bismag. Denne proces er dyr og tidskrævende – fiskene taber op mod 5% vægt (og dermed 5% af omsætningen) under sulteperioden, og opdrætteren skal holde dem yderligere to uger i anlægget uden tilvækst. Samtidig kræver det store mængder ferskvand og energi at køre purging-tankene. Hvis ozonbehandling kan eliminere muddersmag allerede i produktionsbassinerne, vil fiskene potentielt kunne slagtets direkte fra disse uden udvanding. Det sparer vand og energi og øger velfærden for fiskene, som undgår stress og sult. En sidegevinst for producenten er også, at de tanke og plads, som i dag bruges til purging, i stedet kan bruges til egentlig produktion – dvs. der kan produceres flere fisk på samme anlægskapacitet. I et erhvervsøkonomisk lys kan dette øge rentabiliteten betydeligt, samtidig med at miljøbelastningen fra vandforbrug og spildevand reduceres.

For fiskenes helbred og velfærd har projektet også interessante implikationer. Renere vand med mindre organisk stof og færre bakterier betyder et sundere miljø – man kan forvente lavere sygdomspres og dermed lavere dødelighed. Et opsigtsvækkende perspektiv, som projektets deltagere fremhæver, er at *geosmin og 2-MIB i sig selv kan påvirke fiskenes fysiologi negativt*. Forskning indikerer, at disse stoffer hæmmer fiskens immunforsvar, hvilket gør dem mere modtagelige for infektioner. Ved at fjerne geosmin/2-MIB fra vandet øges fiskenes modstandskraft således indirekte, og det kan betyde, at behovet for sygdomsbehandling (f.eks. antibiotikaholdigt foder eller badning i kemikalier som formalin) falder. I BIZON-forsøget blev dette perspektiv underbygget af, at ozonfiskene generelt klarede sig mindst lige så godt eller bedre end kontrolfiskene gennem forløbet – der var fx *lavere dødelighed* i ozonbassinerne over en periode med naturligt forekommende sygdomspres, om end der skal forsigtighed til ved tolkning af enkeltstående hændelser. Producenten kan under alle omstændigheder se en potentiel gevinst: sundere fisk vokser bedre og har en højere kvalitet, og mindre medicinforbrug gør produktionen mere bæredygtig og accepteret af forbrugerne.

Alt i alt har projektet vist, at intelligent ozonbehandling kan være en game-changer for landbaseret akvakultur. Det adresserer et konkret problem (off-flavor) og giver flere afledte forbedringer i vandkvalitet og drift. Teknologien er nu testet i fuld skala og fundet effektiv. Der resterer naturligvis videre arbejde med at integrere løsningen optimalt i forskellige anlægstyper og sikre, at *cost-benefit* er fordelagtig i enhver situation. Men med BIZON-projektets resultater i ryggen – herunder <74% lavere geosmin (under én gennemstrømning), høj fjernelse af organisk stof og næsten 98% bakteriereduktion ved de bedste

opsætninger – er der stor tro på, at ozonteknologien kan bidrage til mere bæredygtig, fiskevenlig og lønsom akvakultur fremover.

### 3.2 BESKRIV ÆNDRINGER, DER BLEV FORETAGET UNDERVEJS:

- I. Efter modtagelse af tilsagnsskrivelse (31-08-2023) stod det klart, at Fiskeristyrelsen havde sat projektets startdato til samme dato. Med henvisning til Gant-diagram og beskrivelse af arbejdsplaner, indeholdt i ansøgningsmaterialet, bad vi om, at få projektets reelle start-dato til at være 08-01-2024 og, at afslutnings dato tilsvarende rykkes 4 måneder. Styrelsen afviste denne mulighed med argumentationen, at systemet ikke kunne håndtere en sådan ændring når først projektet var oprettet. Styrelsen fremhævede dog, at det kunne være muligt at anmode om forlængelse udover den registrerede afslutningsdato.
- II. På grund af en regnefejl anmodede vi (08-11-2023) om en ændring af overhead i projektets favør (37.985 DKK). Styrelsen meddelte (11-11-2023), at det er korrekt, at der er lavet en fejl i beregningen inden vi indsendte ansøgningen, men tilsagn kan ikke opskrives efter indsendelse.
- III. Københavns Universitet ved Professor Kurt Buchmand søgte sammen med OxyGuard i foråret 2024 Innovationsstyrelsen om godkendelse og fondsmidler til et Erhvervsforsker stipendium for Lasse Polke-Pedersen. Titlen på studiet er *Optimering af fiskesundhed og kvalitet i recirkuleret akvakultur (OFIRA)* og tilsagn blev opnået 1. juli 2024. Det faldt naturligt at knytte Lasse til projekt BIZON og tilknytte Adam Hambly som med-vejleder. Fra OxyGuard er vejleder Aikaterini Spiliotopoulou.
- IV. 25-03-2025 anmodede projektgruppen om en ændring i den rent praktiske/geografiske afvikling af projektarbejdet: I projektansøgningen havde vi angivet en plan om at udføre forsøg på to forskellige dambrug for at afprøve vandbehandlinger i 2024, henholdsvis 2025, på dambrug med væsentlig forskellig vandkvalitet og driftsform. Gennem det første år af projektet, på Nørre Vium dambrug, har vi observeret langt mere variation i vandkvaliteten over foråret og sommeren, end der oprindeligt var forventet at have i kvalitetsforskel mellem de to planlagte dambrug.  
For at forsøgsresultater kan fortolkes når vandkvaliteten ændres så hurtigt, vurderede projektgruppen det nødvendigt, at opdele en del af forsøgene i kortere kampagner med mere intensive målinger. Ved anvendelse af den strategi er alle projektets milepæle afsluttet i 2024, men med en del spildte forsøg på vejen.  
Projektgruppen og projektets styregruppe vurderede at projektet ville få de fleste videnskabeligt valide resultater ved at fortsætte det andet projekt-år på Nørre Vium Dambrug og bygge videre på opsamling af resultater baseret på analyser på forskellige vandkvaliteter i løbet af projekt-år 2.  
Med andre ord ønskede projektparterne at fortsætte arbejdet på Nørre Vium Dambrug i 2025 og ønskede Fiskeristyrelsens accept af denne ændring i projektplanen.  
Styrelsen meddelte accept af ændringen den 11. juni 2025.

### 3.3 EFFEKTER AF PROJEKTET (BÅDE OPNÅEDE OG FORVENTEDE)

Recirkulerede fiskeopdrætsanlæg (RAS) står over for udfordringer med vandkvalitet og smag i fisk. Når fisk opdrættes tæt, ophobes de naturlige stoffer som geosmin og 2-MIB i fiskenes fedtvæv og giver en uønsket "muddersmag". Normalt løses dette ved udvanding – fiskene flyttes til rent vand i 5–14 dage uden fodring for at "skylle" muddersmagen ud. Udvalning koster tid, rent vand og op mod 5% væggtab hos fisken (svarende til ~5% tab i omsætning). Samtidig kræver recirkulationsanlæg energi til pumper og filtrering, og der anvendes kemikalier som f.eks. formalin og for at holde vandet frit for sygdomme. Der vil altså være gode effekter ved at kunne undgå bismag – både kvalitetsmæssigt, økonomisk og

fiskevelfærdsmæssigt. Desuden vil fiskeopdrætteren kunne udnytte anlægget i den tid hvor det i dagens situation afventer, at fisk til 'rensning' optager plads.

Ozon har i en årrække været anvendt ved vandbehandling i saltvands fiskeopdræt mens ozonbehandling af ferskvand har været anset som problematisk og ineffektivt. Baseret på erfaringer fra tidligere har projektets partnere fundet, at vandkvaliteten i danske dambrug er af en beskaffenhed med højt organisk indhold – altså et godt grundlag for at anvende ozon som vandrensings parameter. Tidligere indsatser med brug af ozon til vandrensning i ferskvands fiskeopdrætsanlæg, f.eks. i projektet Lanozo (støttet af Fiskeristyrelsen og EU/EHFF, publiceret 2021: <https://orbit.dtu.dk/en/projects/launch-of-ozone-application-in-freshwater-fish-farms-lanozo-39595/>) og ProBiOzon (støttet af Fiskeristyrelsen og EU/EMFF, journal no. 33111-I-21-076. <https://orbit.dtu.dk/en/activities/probiozon-improved-water-quality-by-means-of-protein-skimming-bio/>), har bygget på "erfarings-tal" med tilsætning af 10-25 gram ozon per kilo foder tildelt.

I virkeligheden vil dosering efter sådanne simple og statiske regler forventeligt ikke afspejle den dynamik der er i et fiskeopdrætsanlæg, hvor vandkvaliteten dagligt vil svinge i relation til f.eks. fodring, ændringer i fisketæthed/biomasse og udskiftning/blanding/tilførsel af vand fra andre dele af anlægget eller frisk vand fra boringer/vandløb. I projekt Bizon var det derfor ønskeligt kontinuerligt at kunne justere den aktuelle mængde ozon, der tilsættes i forhold til vandets kvalitet. Derfor blev ozon-indholdet monitoreret flere steder i systemet i realtid med feedback til ozonproduktionen, så der automatisk doseres i præcise doser efter behov på de tidspunkter, hvor der er brug for det. Monitoreringen og doseringen sker gennem måleudstyr og algoritmer, som vi selv har udviklet hen ad vejen.

Det er bl.a. på denne baggrund at Bizon projektet valgte at afprøve en række teknologier, hvor man behandler ferskvandet med ozon (O<sub>3</sub>) og løfter oxideret organisk materiale ud af vandet (skimmer og VAL). Det primære formål har dog været at fjerne/reducere smagsstofferne geosmin og 2-MIB i vandet, men det høje indhold af forholdsvis let nedbrydeligt organisk materiale kræver altså en første indsats af ozonen. Alternativt kan andre rensemetoder – f.eks. moderne tromlefiltere – varetage det første rens-trin vil og derved reducere omkostningerne til produktion af ozon.

I 2024 var det projektets intension at rense alt vand i raceways, hvor der dagligt blev udfodret ca. 500 kg per raceway, hver på (1.200 m<sup>3</sup>). Vi ozonerede med ca. 76 g ozon per time, så i alt 76\*24 = 1824 g ozon /dag, svarende til en ozon dosis på 3,6 g ozon per kilo foder. Altså dosis der ligger langt under de 10 – 25 gram/kilo foder, der aktuelt bliver brugt i industrien.

Hvis vi i dag skulle planlægge introduktion af ozon som vandbehandling ville vi nok anbefale 5 gram/kilo tildelt foder – blot for en sikkerheds skyld – og vel vidende at en mere effektiv mekanisk rensning forud for ozon-tilsætning vil være en både effektiv og lønsom investering – ikke mindst på moderne recirkulerede anlæg, hvor man iterativt får reduceret den organiske belastning. I praksis vil en indkøringsperiode medvirke til at få den nødvendige viden om det aktuelle behov for ozon-tilsætning på det aktuelle dambrug på basis af døgn- og sæson svingninger.

Efter få minutter omdannes ozon til almindelig ilt igen, hvilket faktisk øger iltindholdet i vandet som en positiv sideeffekt. Dette kan aflaste biofilteret og generelt gavne vandkvaliteten i anlægget. Teknologien er i projektet udbygget med et automatisk feedback-system, hvor sensorer måler ozonindholdet i vandet og justerer ozon-generatoren, således der altid doseres korrekt mængde. På den måde sikrer man effektiv rensning uden at bruge unødigt energi eller risikere for høj ozonkoncentration.

Da vandtemperaturen i anlægget nåede ca. 10oC i foråret 2024 blev der installeret ozonanlæg på Nørre Vium Dambrug, som er et moderne recirkuleret type 3 ferskvands ørredopdræt. Her blev to af fire parallelle bassiner (raceways) forsynet med ozonbehandling, mens de to andre bassiner kørte uden ozon og tjente som kontrol. Man afprøvede forskellige metoder til infusion af ozon i vandet: (1) via en proteinskimmer (et apparat der danner fine luftbobler som 'fanger' partikler i vandet og løfter partikler

ud af vandsøjlen, se foto herover), og (2) via en Vakuum Air Lift (VAL, en form for degasser, se foto herover). Begge fungerer som reaktionskamre, hvor ozonen kan binde sig til urenheder i vandet. Under forsøgene blev der løbende målt på vandkvaliteten – bl.a. turbidity (grumsethed), indhold af organisk stof, næringsstoffer (nitrit, nitrat m.m.), koncentrationen af geosmin samt bakteriemængde. Foruden projektdeltagerne overvågede også en dyrlæge fiskenes trivsel (tilvækst, dødelighed og mulige skader på gæller og skind som følge af overdosering af ozon) for at sammenligne ozon-bassinerne med de ubehandlede bassiner.

Samtidigt undersøgte hvilken teknologi der var mest effektiv til fjernelse af organisk materiale - herunder nedbrud af geosmin og reduktion af bakteriemængde, og energieffektiv i praksis. OxyGuard International (projektspartner) har udviklet selve anlægget, den digitale platform og styrings-algoritmerne, og udfører prøvetagning. Hos DTU varetages analyser og sikring af videnskabelig dokumentation.

Hverdagen på dambruget medfører, at der dagligt udskiftes/tilføres/blandes vand i de 4 raceways, f.eks. ved sortering og flytning af fisk, ved tilførsel af 'sættefisk' fra andre dambrug og ved høstning af slagtemodne fisk og endelig også frisk vand fra anlæggets borer. Da hver raceway rummer 1.200 m<sup>3</sup> og de anvendte teknologier har kapacitet mellem 60 og 90 m<sup>3</sup>/time går der altså næsten et døgn før dette volumen er blevet ozon behandlet ved passage af vandrensings-teknologierne. Hertil kommer, at en, ukendt, mængde af vandet, i løbet af en produktionsdag kan være udskiftet med vand med en helt anden komposition, f.eks. indeholdende sygdomsagens, parasitter, medicin- og kemikalierester.

Til trods for dette var de første resultater lovende. Ozonbehandlingen opnåede en tydelig reduktion af muddersmag (geosmin) i vandet. Gennem en 7-ugers testperiode lå den gennemsnitlige geosminkoncentration i de ozonbehandlede raceway 1 og 2, 21–39% lavere end i de ubehandlede kontrolbassiner raceway 3 og 4. Dette indikerer, at vandet løbende renses for de jordagtige smagsstoffer, så fisken ikke ophober dem i samme grad som normalt – en forudsætning for at kunne undgå/reducere udvanding før slagting. Samtidig viste ozonbassinerne tegn på forbedret vandkvalitet generelt. Ozonens stærke oxidation fjernede en del af det opløste organiske materiale (herunder mikroskopiske humus- og proteinrester) og reducerede bakterieindholdet i vandet. Vandet blev altså mere hygiejnisk, hvilket kan ses som en form for løbende desinfektion af recirkulationsvandet.

Det er også vigtigt at dokumentere, at fiskene i de behandlede bassiner trivedes under ozonforsøget – Dyrlægen registrerede ingen negative effekter i form af gælleproblemer eller akut forhøjet dødelighed som følge af overdosering med ozon. Dette tages og så som bevis på, at styringen af ozon-doseringen har fungeret som forventet.

Kan disse positive forhold tages som indicier for fiskenes velfærd? Det ville selvfølgelig være positivt, hvis der kunne påvises en tydelig forbedret velfærd i projektperioden, men det er desværre utroligt svært at definere og måle velfærd. Der foregår en hel masse på området, og vi er sikre på, at vi kommer til at arbejde meget mere med velfærd, kommende definitioner, protokoller og tilhørende lovgivning fremover. For at kunne dokumentere velfærdsmæssige gevinster ved en given behandling, så er det første skridt jo netop at definere, kvantificere og standardisere parametre der må indgå i beskrivelse/vurdering af fiskenes velfærd.

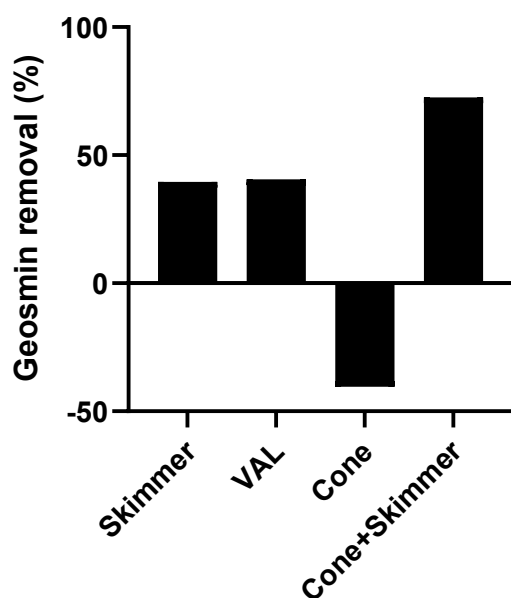
Netop manglende definitioner og protokoller er måske en del af baggrunden for dyrlægens bemærkning: *Det er utroligt svært at sammenligne data fra år til år.*

Selvom manglende protokoller ikke gør os i stand til at dokumentere forbedret velfærd hos fiskene, kan vi dog dokumentere at fiskene har fået renere vandkvalitet med færre sygdomsfremkaldende organismer.

Foreløbige resultater fra projektets andet år viser sig at bekræfte og bygge videre på 2024-resultaterne. I september 2025 udførte projektet en udvidet test, hvor fire forskellige ozon-reaktorkonfigurationer blev sammenlignet (iltkegle, skimmer, vakuum-air-lift samt sammenkobling skimmer og iltkegle). Her så man en klar dosis-effekt sammenhæng: højere ozondosering gav mere effektiv vandbehandling. For alle de afprøvede teknologier gjaldt det, at en højere dosering af ozon medførte større fjernelse af organisk stof (målt som FDOM – Fluorescensmåling af opløst organisk materiale) og bedre reduktion af bakterieindholdet (målt som BactiQuant). Også fjernelsen af geosmin fulgte dette mønster i de fleste reaktortyper – særligt i skimmeren og VAL-enheden blev der fjernet markant mere geosmin, når ozondosen blev øget.

En interessant observation var, at kombinationsløsningen med iltkegle efterfulgt af skimmer ser ud til at være den mest effektive til at fjerne geosmin i vandet (målt ved sammenlignelige geosmin-niveauer), mens vakuum air lift kom ind som næstmest effektiv. Disse nyeste resultater er endnu under bearbejdning (statistiske tests m.m.), men de giver værdifuld viden om, hvordan ozonteknologien kan optimeres (3.1.2).

### Normalized geosmin removal at 2 mg O<sub>3</sub>/L 26 ng/L geosmin



**Normaliseret fjernelsesgrad (%) af geosmin når ozon dosis er 2 mg/L og geosmin er 26 ng/L.  
Gennemsnit; Skimmer=39.57%, VAL=40.57%, Kegle=-40.4%, Kegle+Skimmer=72.58%.**

Overordnet set har BIZON-forsøgene i 2024–25 vist, at ozon reducerer indholdet af uønskede stoffer i opdrætsvandet betydeligt, om end med lidt variation fra uge til uge afhængig af driftsforhold. Det understreger vigtigheden af at finjustere styringen af ozondoseringen og løbende overvåge vandkvaliteten – noget projektet netop adresserer via sit sensor- og algoritmesystem.

#### 3.3.1 MILJØ- OG ANDRE PERSPEKTIVER

Udover at forbedre fiskekvalitet og velfærd rummer ozon-teknologien store miljø- og klimagevinster. Ved at fjerne behovet for udvanding og optimere recirkulationsprocessen forventes lavere ressourceforbrug på flere fronter:

##### 3.3.1.1 ENERGI OG CO<sub>2</sub>:

Ozonanlægget styres digitalt, så det kun kører efter behov, hvilket sparer strøm. Ifølge beregninger kan teknologien reducere energiforbruget på et recirkulationsanlæg med ca. 5%. For alle danske RAS-farme under ét svarer det til ca. 1,3 mio. kWh sparet om året – omtrent 186 tons CO<sub>2</sub> mindre udledning ifølge projektets estimater. Et lavere energiforbrug gør ikke blot driften billigere, men mindsker også klimaaftrykket markant.

### 3.3.1.2 FISKE VELFÆRD:

Vand og kemi: Når muddersmag fjernes direkte i produktionsanlægget, kan man springe udvanding over. Det sparer store mængder rent ferskvand (som ellers bruges til at skylle fiskene) og eliminerer det produktionsled, hvor fiskene slet ikke spiser i op til to uger. Det betyder igen, at fisken undgår vægttab og stress forbundet med udvanding. Samtidig fungerer ozon som et kraftigt desinfektionsmiddel i vandet, helt uden brug af kemikalier. Teknologien dræber effektivt bakterier, vira og parasitter i vandkredsløbet, hvilket reducerer behovet for kemiske behandlingsmidler (fx formalin) og medicin. Sundere vand giver sundere fisk – projektet forventer fx en lavere dødelighed (omkring 3% forbedring) takket være den bedre vandkvalitet. Færre sygdomsudbrud kan også begrænse behovet for vacciner og antibiotika i produktionen. Alt i alt peger BIZON på, at ozonrensning kan gøre fiskeopdræt både mere miljøvenligt og mere skånsomt for fiskene.

### 3.3.1.3 FISKE SUNDHED, GEOSMIN OG IMMUNFORSVAR:

I mellemtiden er der gennem projekt OFIRA (Lasse Polke-Pedersen industriel Ph.D.) gennemført forsøg på KU, hvor studiet som det første viser at geosmin og MIB-mængden i vand direkte forringer fisks immunrespons. Titlen på artiklen er ***Geosmin and 2-methylisoborneol exposure affects immune-related gene expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)***, udgivet i den videnskabelige journal Aquatic Toxicology (<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2025.107646>). Dette har derved understøttet vigtigheden af geosmin/MIB-fjernelsen, da den direkte påviser at stofferne også påvirker fiskenes velfærd negativt, og ikke kun er en kvalitetsforringelse af fiskekød.

## 3.4 ANSØGERS EVALUERING AF PROJEKTET

Til trods for diverse udfordringer, JF. punkt 3.1 – 3.3 – arbejdet er udført på at kommercielt anlæg hvor der har været en almindelig drift, hvilket kan give nogle udfordringer i forhold til sammenlignelighed mellem raceways, da de daglige nødvendige aktiviteter har påvirket vores forsøg i 2024. I 2025 fik vi korrigeret forsøgsopsætningen, og fik godkendt at blive på anlægget I Nørre Vium af Fiskeristyrelsen, hvor disse resultater viste sig at imødekomme vores initiale akademiske/industrielle spørgsmål og hypoteser.

Bizon-projektet har samlet set været et værdifuldt samarbejde mellem projektpartnerne, hvor både praktisk erfaring og forskningsbaseret viden er blevet kombineret. Partnerne har haft mulighed for at teste og demonstrere nye teknologier og metoder under realistiske driftsforhold, hvilket har styrket projektets relevans for branchen. Samarbejdet har generelt fungeret godt, og der har været en åben dialog omkring både udfordringer og løsninger undervejs i projektet. Flere partnere fremhæver, at projektet har bidraget til ny viden om drift, vandkvalitet og teknologiske løsninger i akvakultur. Fiske anlæggets medarbejdere Niels Wittus og Narcis Nechita har været imødekommende og samarbejdsvillige, til trods for de gener projektet måtte medføre for deres daglige virke.

Samtidig har projektet givet mulighed for at opbygge stærkere netværk mellem virksomheder, rådgivere og forskningsinstitutioner. Enkelte tekniske og praktiske udfordringer har været en naturlig del af arbejdet, men disse har også givet værdifulde erfaringer. Resultaterne vurderes at have potentiale for anvendelse i den videre udvikling af sektoren. Projektet har dermed bidraget til både innovation og videndeling. Samlet set ser partnerne Bizon-projektet som et vigtigt skridt i retning af mere effektive og bæredygtige

produktionssystemer. Erfaringerne fra projektet vil kunne danne grundlag for fremtidige samarbejder og udviklingsprojekter.

## 4 FORMIDLINGSAKTIVITETER OG SKILTNING

### 4.1 OVERHOLDELSE AF FORPLIGTELSE TIL SKILTNING JVF. GÆLDENDE TILSAGN

Materiale, der i projektperioden har været distribueret om projektaktiviteter, har været forsynet med oplysninger om medvirkende parter og institutioner der har støttet projektet finansielt.

Ved "åbent hus-arrangementer" har skiltning tydeligt beskrevet hvem der er involveret i projektarbejdet og hvem der har støttet projektarbejdet økonomisk.



Skiltning på de to containere på dambruget

Ved opslag på LinkedIn fremgår det tilsvarende: *The BIZON project is a collaboration between DTU Sustain, Danforel, and OxyGuard International, supported by the Danish Fishery Agency (Fiskeristyrelsen) with the European maritime, fisheries and aquaculture fund (EMFAF).*

Tilsvarende vil kommende populærvidenskabelige også nævne medvirkende og støttegivere. Tilsvarende vil populærvidenskabelige også nævne medvirkende og støttegivere.

### 4.2 REALISERING AF FORPLIGTELSE TIL AT SYNLIGGØRE TILSKUD (SKILTE)

Danske dambrugere og andre interesserede har modtaget direkte invitation til informationsmøde på Nørre Vium Dambrug 27. juni 2024 (kopi af invitation findes vedlagt).

I alle tilfælde har projektet fulgt instrukser om skiltning der angiver hvem der medvirker og hvem der har finansieret projektet – se evt. foto herover.

### 4.3 FORMIDLINGSAKTIVITETER JVF. GÆLDENDE TILSAGN

#### 4.3.1 DIGITAL VIDENSPREDNING:

- Udover de ovenfor nævnte informationsaktiviteter har OxyGuard under projektperioden offentliggjort informationer på LinkedIn ([www.linkedin.com/posts/aquaculture-ras-waterquality-ugcPost-7341414308163063808-az8S?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop&rcm=ACoAAADQL6QBFWMZx0C16QoWigVgQfJ3dqkdwI](https://www.linkedin.com/posts/aquaculture-ras-waterquality-ugcPost-7341414308163063808-az8S?utm_source=share&utm_medium=member_desktop&rcm=ACoAAADQL6QBFWMZx0C16QoWigVgQfJ3dqkdwI)),
- [The BIZON Project: Innovating Aquaculture with Ozone Technology OxyGuard®](#)) på OxyGuards hjemmeside

#### 4.3.2 ANALOG VIDENSPREDNING:

- I projektperioden har der løbende været "åbent hus" for besøg af interesserede dambrugere.

#### 4.3.3 INTERNE RAPPORTER

- Bizon 2024 report final. Pdf
- Bizon 2025 report.pdf

#### 4.3.4 POPULÆRVIDENSKABELIGE RAPPORTER

- "Ozon er en hidsig luftart". Offentliggøres i [www.videnskab.dk](http://www.videnskab.dk) og i omarbejdet engelsk version på [www.sciencenordic.com/](http://www.sciencenordic.com/)
- Mere teknisk artikel under udarbejdelse, påtænkt offentliggørelse i [www.landbasedaq.com/](http://www.landbasedaq.com/) samt Dansk Akvakulturs nyhedsbrev.

#### 4.3.5 VIDENSKABELIGE ARTIKLER

- FDOM som styringsparameter for ozonbehandling i RAS til kontrol af geosmin (påtænkes offentliggjort på engelsk i et Peer reviewed magasin)
  - Bizon post-experiment sampling: Daily Variation Baseline Study Protocol (2025) bliver slået sammen med ovenstående.
- Ozonated Off-flavor Removal in Freshwater Aquaculture, (Sendes til tidsskriftet Aquaculture Engineering eller tidsskriftet Water Research)

### 4.4 GENNEMFØRTE FORMIDLINGSAKTIVITETER

Perspektivet for fremtiden er, at flere fiskeopdræt i Danmark (og internationalt) kan tage ozonteknologien til sig. BIZON-projektet demonstrerer, at man med innovativ teknologi kan løse et gammelt problem (muddersmag) og samtidigt løfte miljøprofilen for fiskeproduktionen. Det kan bane vej for mere bæredygtig, effektiv og konkurrencedygtig akvakultur – hvor forbrugerne får friske, velsmagende fisk uden ekstra ventetid, og producenterne sparer både tid, penge og klimaressourcer.

Foruden formidlingsaktiviteter allerede omtalt i afsnit 4.3 ovenfor (se billeder herunder), har OxyGuard derfor ambitioner om at samle konkrete anbefalinger til branchen i "**Guidelines for using Ozone in Fish Farming**".

Vejledningen er tænkt målrettet "first movers i fiskeopdræts branchen" og vil bygge på al tilgængelig viden og erfaring med at arbejde med optimal ozonering til vandrensning, beskrive bedste praksis for ozon-dosering, sikkerhed, vedligehold og integration i forskelligartede opdrætstyper.

Dette materiale vil også blive anvendt ved konferencer og som salgsmateriale til brug på nationale og internationale udstillinger.

Sidstnævnte ligger naturligvis uden for projektets rammer, men fremhæves her for tydeliggørelse af betydningen af de mange gode resultater som projekt Bizon har medført for OxyGuard.



Formidling ved åbent hus-arrangement med danske opdrættere og vidensinstitutioner.

#### 4.5 YDERLIGERE PLANLAGTE AKTIVITETER, DER SIKRER UDBREDELSEN AF RESULTATERNE AF PROJEKTET

- Nyt geosmin sensor projekt (FDOM) – på baggrund af resultater fra projektet er der indgået et samarbejde mellem OxyGuard, DTU Sustain, og KU, om at udvikle sådan en ny sensor.
- OxyGuard Ozon systemer; på baggrund af resultater fra projektet er der nu indgået aftale internt om at OxyGuard selv skal udvikle/producere ozon systemer – altså en plug-and-play løsning (container).
- På baggrund af projektets resultater er andre ferskvandopdrættere fra industrien nu interesseret i sådan en ozon løsning til geosmin fjernelse der er udviklet fra dette projekt. Ligeledes har der også været stor interesse fra spildevandssektoren, i samme løsning – og vi er nu gået videre med et videreudviklings samarbejde med et spildevands anlæg.
- Resultaterne fra projektet vil blive præsenteres på en række konferencer/messer indenfor det næste år, herunder World Aquaculture 2026 (poster) i Singapore samt European Aquaculture 2026 (mundtlig præsentation) i Ljubljana.

## 5 UDARBEJDET DOKUMENTATION

### 5.1 ER DER VEDLAGT DOKUMENTATION FOR DET AFSLUTTEDE PROJEKT

Ja.

### 5.2 VEDHÆFT FILER

- 1) Bizon Slutrapport (m. figurer): denne rapport.
- 2) Bizon Intro (Meeting Slides)
- 3) Bizon Experimental Setup (Meeting Slides)
- 4) INVITATION PROJEKTPRÆSENTATION 27-06-2024
- 5) Bizon 2024 Internal Report Final
- 6) Bizon 2025 Internal Report
- 7) FDOM som styringsparameter for ozonbehandling i RAS til kontrol af geosmin
- 8) Ozon under tryk i landbaseret akvakultur forbedrer vandkvalitet og dyrevelfærd væsentligt
- 9) Ozonated Off-flavor Removal in Freshwater Aquaculture

## 6 STATISTIK

### 6.1 ANSØGERDATA

**OBS: Denne sektion indeholder oplysninger Fiskeristyrelsen benytter til EU-rapportering. Se vejledning for definitioner**

6.1.1 ANSØGERVIRKSOMHEDENS TYPE:  
forskningscenter eller universitet

6.1.2 PROJEKTETS ELLER VIRKSOMHEDENS SEKTOR:  
akvakultur

6.1.3 ANSØGERS KØN:  
ikke relevant

6.1.4 ANTAL PERSONER, DER DELTAGER DIREKTE I PROJEKTET:

16

6.1.5 ANTAL SAMARBEJDSPARTNERE (EXCL. ANSØGER):

2

6.1.6 PRIMÆR PARTNER – NAVN:

OxyGuard International A/S

6.1.7 PRIMÆR PARTNER – CVR:

13184488

6.2 OMRÅDE:

6.3 PROJEKTETS KOMMUNE:

Ringkøbing-Skjern

6.4 SÆRLIGE FORMÅL

6.4.1 ER PROJEKTET RELEVANT FOR GENNEMFØRELSE AF LANDINGSFORPLIGTELSEN:

Nej

6.4.1.1 ER PROJEKTET RELEVANT FOR KYSTFISKERI MED FARTØJER UNDER 12 METER SOM IKKE ANVENDER TRUKNE REDSKABER:

Nej

6.4.2 ER PROJEKTET RELATERET TIL KLIMAFORANDRINGER:

Ja

6.4.3 ER PROJEKTET RELATERET TIL LIGESTILLING MELLEM KØN:

Nej

6.4.4 ER PROJEKTET RELATERET TIL INDSATS MOD DISKRIMINATION:

Nej

6.4.5 ER PROJEKTET RELATERET TIL HANDICAPPEDES RETTIGHEDER:

Nej

6.5 RESULTATINDIKATORER

6.5.1 RI10: ANTAL TILTAG, DER BIDRAGER TIL EN GOD MILJØTILSTAND, HERUNDER NATURGENOPRETNING, BEVARELSE, BESKYTTELSE AF ØKOSYSTEMER, BIODIVERSITET, DYRESUNDHED OG VELFÆRD \*

4 Tiltag:

1. Implementering og test af ozonbehandling i raceways.
2. Etablering af udvidet vandkvalitetsmonitorering.

3. Optimering af vandbehandlingsprocesser i produktionen.
4. Dokumentation af effekter på vandkvalitet og fiskesundhed.

#### 6.5.2 RI14: MULIGGJORTE INNOVATIONER (ANTAL NYE PRODUKTER, TJENESTEYDELSER, PROCESSER, FORRETNINGSMODELLER ELLER METODER) \*

5 Innovationer:

1. Sammenkobling af skimmer og iltkegle
2. Muliggørelse af geosmin sensor baseret på FDOM
3. Muliggørelse af ozon doserings sensor baseret på FDOM
4. Udviklet back-flow protection system (ikke vand tilbage i ozon generator)
5. Udvikling af samlet turn-key ozon systems- løsning (container løsning)

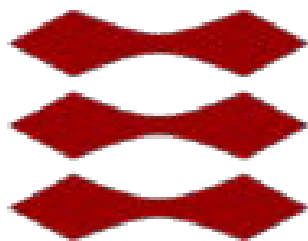
## 7 ERKLÆRING

**Ansøger bekræfter:**

1	At Landbrugs- og Fiskeristyrelsen må undersøge om min ansøgning kan antages	JA
2	At Landbrugs- og Fiskeristyrelsen i overensstemmelse med persondatalovens regler kan indhente oplysninger hos andre offentlige myndigheder med henblik på samkøring og sammenstilling af oplysningerne	JA
3	At jeg er indforstået med, at kontrolmyndighederne kan foretage den fysiske kontrol og den efterfølgende regnskabskontrol	JA
4	At der ikke tidligere er modtaget og ikke senere vil blive søgt anden offentligt tilskud til medfinansiering af udgifter anmeldt i denne udbetalingsanmodning	JA
5	At jeg er bekendt med reglerne for ordningen	JA
6	At ansøger overholder Den Europæiske Unions charter om grundlæggende rettigheder	JA
7	At ansøger sikrer webtilgængelighed for personer med handicap	JA
8	At ansøger sikrer ligestilling mellem mænd og kvinder	JA
9	At ansøger tager passende skridt for at undgå forskelsbehandling på grund af køn, race eller etnisk oprindelse, religion, tro, handicap, alder eller seksuel orientering	JA
10	At ansøger sikrer, at projektet er i overensstemmelse med fremme af bæredygtig udvikling som fastsat i artikel 11 i TEUF under hensyntagen til FN's verdensmål for bæredygtig udvikling, Parisaftalen (2015) og princippet om ikke at gøre væsentlig skade	JA
11	At ansøger understøtter, at relevante ansatte hos ansøger sikres overenskomstlignende vilkår	JA
12	Jeg erklærer på tro og love, at de afgivne oplysninger ovenfor er korrekte, og at jeg ikke har fortiet oplysninger af betydning for ansøgningens afgørelse. Oplysningerne afgives under strafansvar, jf. straffelovens § 161	JA
	<b>Bruger, på vegne af ansøger:</b>	<b>Adam Hambly</b>

# OxyGuard®

DTU



**DANFOREL**  
**DANTROUT**



**SIMON B. MADSEN**  
DYRLÆGE



Den Europæiske Union  
Den Europæiske Hav- og Fiskerifond

**HAV & FISK**

