



AquaOptima AS
Sjøgangen 4,
7010 Trondheim
Norway
Tel: +47 73 56 11 30
www.aquaoptima.com

Vikingbase

Bakgrunnsinformasjon for et
post-smoltanlegg med
resirkuleringsteknologi
(RAS)

AQUAOPTIMA



Bakgrunnsinformasjon for leveranser av et RAS - anlegg for produksjon av post-smolt

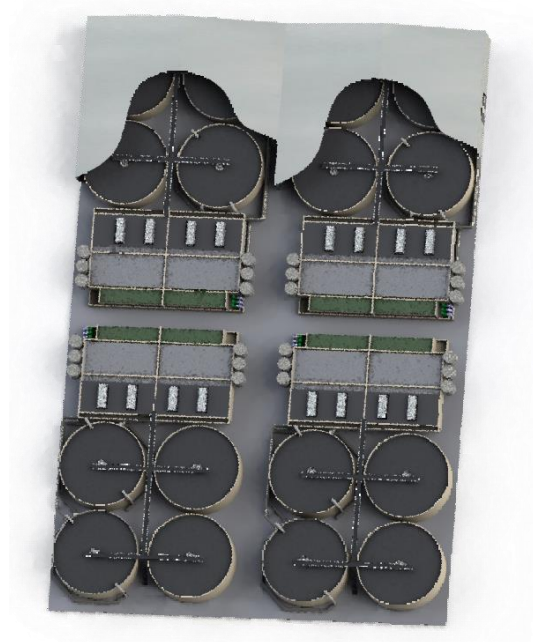
Dette dokumentet beskriver design og prosessbeskrivelse på et RAS-anlegg for en årlig produksjon av 6,4 millioner 750 grams postsmolt.

Innledning

AquaOptima sitt system for landbasert oppdrett er industrialisert, kommersialisert og markedsført over hele verden av AquaOptima, som har vært en RAS leverandør siden 1993. Teknologien er miljøvennlig, der både miljø for fisken selv inne i tankene og omgivelsene er i fokus. AquaOptima har konstruert og levert RAS-anlegg for en lang rekke arter til mer enn 20 land rundt i verden, for både ferskvanns -og sjøvannsarter og for varmtvanns -og kaldtvannsarter. De ansatte i AquaOptima har erfaring med både design og drift av atlantisk laks, samt forskning og utvikling.

Dette dokumentet er basert på systemdesign og beregninger gjort av AquaOptima, og bør behandles konfidensielt overfor andre leverandører, og ikke gis til tredjepart uten tillatelse fra AquaOptima AS.

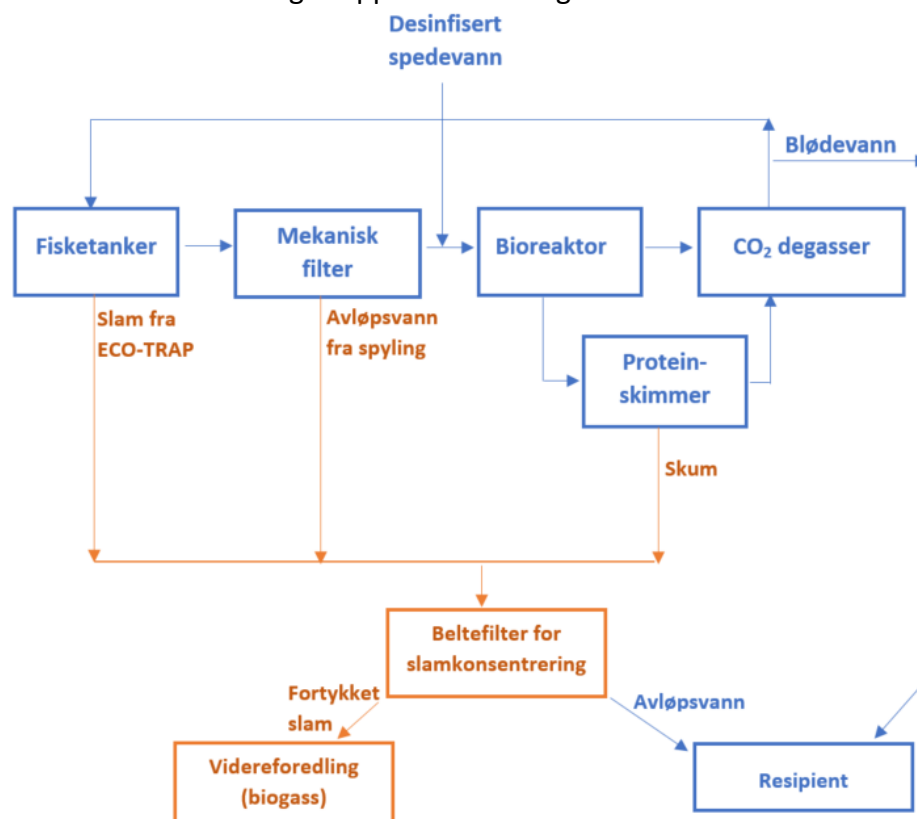
Dette dokumentet beskriver et system for oppdrett av Atlantisk laks fra innsett av 50 grams smolt til produksjon opp til 750 gram post-smolt. Prospektet er dimensjonert ut fra en produksjon av 200.000 fisk (750 g) per kar x 4 kar x 4 moduler, med to innsett per år. Totalt blir dette 6,4 millioner fisk per år, eller en total biomasse per år på 4800 tonn. Hver modul kan maksimalt føres med 7200 kg/d. Anlegget inkluderer system for slamkonsentrering, og desinfisering av inntaksvann/spedevann og rensing av avløpsvann (gjennom beltefilter).



Figur 1. Skisse av anlegget

Prosessbeskrivelse

Post-smoltanlegget skal være et landbasert oppdrettsanlegg som baserer seg på resirkulering av vann (RAS), og det gjør behovet for tilførselsvann/spedevann lavt sammenlignet med andre løsninger. For å oppnå god vekst for fisken må avfallsproduktene fra fisken i det resirkulerte vannet fjernes. Systemet til AquaOptima er derfor basert på flere produkter som kontrollerer vannkvaliteten i tankene, og optimaliserer bruken av essensielle faktorer som vann, oksygen, energi og fôr. Faste stoffer i vannet generert fra fôrrester og avføring fjernes ved hjelp av mekaniske filtre, bioreaktor med flere kammer omdanner ammoniakk til nitrat, karbondioksid fjernes og pH-verdien justeres før vannet overmettes med oksygen og deretter resirkuleres til fisketankene. I tillegg vil en delstrøm kontinuerlig gå gjennom skimmere med ozontilsetning (lav dose) for finpolering av vannet. Prosessen inkluderer også oppkonsentrering av slam. Et forenklet blokkdiagram er vist i figur 2.



Figur 2: Forenklet blokkdiagram av prosessen.

Spedevannet fra sjø skal sikres med UV og filter. Spedevannet fra ferskvannskilde har drikkevannskvalitet (dokument som viser kvaliteten oversendes). Mengden total spedevann (ferskvann og sjøvann) vil avhenge av løpende biomasse i anlegget, men tilsettes ihht å holde NO₃ under 150 mg/l. Maksimalt vil behovet for spedevann bli 88 m³/t per modul.

AquaOptima velger normalt ikke å bruke UV internt i RAS. Dette på grunn av at den K-selekterte bakteriekulturen i biofilteret opptre probiotisk og bidrar til å hindre r-selekterte bakterier, for eksempel *Vibrio*, til å etablere seg.

Vannbehandlingsstegene

Partikkelfjerning og omdanning av ammoniakk

De faste stoffene (fôrrester og avføring) fjernes fra vannet i flere steg:

Først synker de største partiklene ned til bunnen i fisketanken og separeres ut i utløpet fra tanken ved hjelp av et partikkelfellesystem, ECO-Trap. En ECO-Trap separerer ut opp til 95% av de sedimenterbare partiklene i vannet, og er en løsning utviklet av AquaOptima. Slammet fra ECO-Trap ledes til slamkonsentrering (beltefilter).

Vannet går så fra tankene til et mekanisk filter (trommelfilter) med en filterduk på 60 micron som fjerner ca. 50 % av de mindre partiklene. Avløpsvannet fra mekanisk filter ledes til videre slamkonsentrering (beltefilter).

Etter at mesteparten av de faste partiklene er fjernet går vannet videre til bioreaktoren (moving bed bioreactor = MBBR) som omdanner ammoniakk til nitrat via nitritt. Maksimalt nivå er satt til 2 mg/TAN (summen av $\text{NH}_3\text{-N}$ (nitrogen i ammoniakk-gass) og $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (nitrogen i ammonium-ion), som tilsvarer 3 $\mu\text{g NH}_3\text{-N/L}$ (pH 6.8/12°C/0 ppt. salinitet). Ammoniakk dannes under stoffskiftet til fisken og er giftig for fisken i høye konsentrasjoner. Bioreaktoren inneholder biomedie som er små spesiallagde plastbiter med stor overflate. På biomedie vokser bakterier som omdanner ammoniakk til nitrat.

Omtrent 20% av vannet fra bioreaktoren går innom en proteinskimmer. Ved proteinskimming tilsettes ozon, og komplekse organiske forbindelser og de minste partiklene fjernes fra vannet sammen med skummet som dannes. Skummet ledes til slamkonsentrering (beltefilter). Resultatet er renere vann med forbedret farge, turbiditet og lukt.

CO₂ – fjerning

Vannet fra proteinskimmer og resten av vannet fra bioreaktoren går til en degasser som fjerner karbondioksid, for å oppnå tilfredsstillende nivå i fiskekarene. I degasseren renner vannet nedover fra toppen av et rislefilter, mens luft strømmer oppover og trekker med seg karbondioksid fra vannet. Mengden luft som brukes er ca. 6 ganger vannmengden som resirkuleres.

Handtering av slam og avløpsvann (blødevann fra anlegget og vann etter slamkonsentrering)

Slammet fra ECO-Trap, spylevannet fra trommelfilteret og skummet fra proteinskimmeren føres til slamkonsentrering. Slammet fraktes til biogassanlegget på Skogn. Blødevannet fra anlegget og vannet etter slamkonsentreringen slippes ut i resipienten. Se under for en mer detaljert karakterisering av avløpsvannet og blødevannet.

Tankutforming og anleggsdesign

Tankene er oktagonale og er laget av betong med et lag av polyuretan på innsiden. Dette konseptet har lang levetid. ECO-TRAP er et effektivt system for partikkelseparering og selv-rengjøring i tankene, og er inkludert i vekstavdelingene. Dette systemet har også en innretning for å fjerne død-fisk fra bunnen av tanken uten bruk av nett. Denne teknologien og produktene er detaljert beskrevet på nettsiden: www.aquaoptima.com.

Anlegget er designet i separate avdelinger for å skille fisk for å unngå potensiell spredning av sykdommer. Det anbefales at hver avdeling er utstyrt med eget utstyr for håndtering av fisk og at dette ikke brukes rundt om på andre avdelinger.

Oppsummering av teknologien

Vannbehandlingen i resirkuleringen består av:

- Partikkelfeller (ECO-TRAP) som fjerner sedimenterbare partikler (fôrrester og avføring) i tankene
- Mekanisk filter som fjerner suspendert stoff (partikler som ikke sedimenterer)
- Biologiske filter (bioreaktorer) med lufting for omdanning av giftig ammoniakk til nitrat via nitritt
- Luftetårn/av-gassere for fjerning av CO₂ og N₂
- Proteinskimmere med ozon for stabilisering av vannkvaliteten og finpolering av vannet

Ozon produseres fra oksygen lokalt i generatorer.

Kontroll og overvåkning av vannkvaliteten

Den viktigste parameteren å kontrollere er oksygennivået i tankene. Hver tank er derfor utstyrt med to O₂ sensorer som kontinuerlig måler nivået, inkludert alarm når nivåene blir for høye eller lave. Oksygen tilsettes til hver tank ved automatisk regulering basert på signal fra sensorene i hver tank.

For å kontrollere nitrifikasjonsprosessen i biofiltrene må pH måles jevnlig, samt ammonium, nitritt og nitrat. Det må også måles nivået av CO₂. For å stabilisere pH må det tilsettes en buffer (f.eks. NaOH) til sumpen etter biofiltrene. Dette blir gjort automatisk basert på pH-målingene. Hvert vannbehandlingssystem har også kontinuerlig måling av temperatur.



Alle signal fra fôringsautomatene, oksygensensorene, vannnivåbryterne, pumpene etc. er koblet til en PLC som er lokalisert i et kontrollrom. PLC'en har software for dataregistrering og trendanalyse (SCADA).

Alarmer kan både ses og høres, og overføres til telefonalarmer som ringer opp forprogrammerte mobiltelefoner eller fasttelefoner. Det må installeres en nødgenerator.

Oppsummering nøkkeltall

RAS-anlegget består av fire moduler med fire tanker per modul. Fisken settes inn ved 50 g, og får stå i samme tank til den er 750 g post-smolt. Den blir da flyttet til sjø for siste på-vekst i åpen merd.

I følge produksjonsplanen kan det settes inn fisk to ganger per år i dette anlegget. Årlig produksjon blir derfor $2 \times 200.000 \text{ fisk} \times 4 \text{ tanker} \times 4 \text{ moduler} \times 750 \text{ g} = 4800 \text{ tonn}$. Hver modul (4) har et oppdrettsvolum på ca. 6900 m^3 . Tilførsel av nytt vann til systemet er nødvendig for å opprettholde vannkvaliteten, og maksimalt behov for spede vann for hver modul er $88 \text{ m}^3/\text{h}$. Vannmengden som resirkuleres i hver modul er $11840 \text{ m}^3/\text{h}$. Anlegget er dimensjonert ut fra maksimum fisketetthet på 87 kg/m^3 og biomasse på 600 tonn per modul (når den har nådd 750 g), ved en fôringsprosent på henholdsvis 1,2%.

Karakterisering av blødevann og avløpsvann

Blødevannet fra RAS

Med blødevann menes overløpet fra vannbehandlingssumpen. Kvantiteten er den samme som inntaksvannet/spedevannet (maks $88 \text{ m}^3/\text{t}$ per modul), og kvaliteten på vannet er den samme som i fisketankene:

O ₂	Nær metning og > 80%
pH	7.0 – 7.5
BOD ₅	< 4 mg O/L
COD	< 25 mg O/L
Total Suspended Stoff (TSS)	10 mg/L
Total ortho-fosfat-P	< 1 mg/L
Total Ammoniakk Nitrogen (TAN)	< 1.5 – 2 mg/L
Ammoniakk	< 0.02 mg/L
Nitritt-N	< 0.1 mg/L
Nitrat-N	< 100 mg/L
CO ₂	< 15 mg/L

Avløpsvann fra mekanisk filter (spylevannet) som går til slamkonsentrering i beltefilter (ca. 50% av mengden spedevann)

TSS	1000 – 5000 mg/L
BOD (BOD ₅)	500 – 5500 mg/L

Avløpsvannet etter slamkonsentrering i beltefilter (ca. 45% av mengde spedevann)

pH	7 – 7.5
TSS (mg/L)	170 – 180
BOD ₅ (mg/L)	100 – 180 mg O/L
COD (mg/L)	Ca. 250 g/m ³
Total P	Ca. 500 g/m ³
Total N	Ca. 950 g/m ³

Beltefilteret kan konsentrere slammet til 5 – 25 % total dry matter (TDM) avhengig av videre bruk av slammet.

Slammengde (TDM = 7-8 %)

Slammengden, med TDM = 7-8 %, er omtrent to ganger så mye som utfôret mengde, dvs. en fôring på 7,200 kg/dag vil gi omtrent 14,400 m³/d slam med en TDM på 7-8%. Slammet leveres til biogassanlegg.