

SalMar Farming AS

Marine Donut

Måleprogram produksjonssyklus 2
Sluttrapport målkriterie 8.1

Rev.	Dato	Bakgrunn for utgivelse	Laget av	Kontrollert av	Godkjent av
0	06.01.2026	Sluttrapport måleprogram for FDir	JS/EA	SH	BM

Revisjon 0; 06.01.2026

Innhold

1	Sammendrag	2
2	Innledning.....	4
3	Forkortelser og definisjoner	5
4	Vannkvalitet og miljøbaserte parametere.....	6
4.1	Formål.....	6
4.2	Vannkvalitet – målinger av vannkvalitetsparametere	6
4.3	Vannstrøm i fiskevolum – erfaringer fra drift	13
5	Erfaringer drift	16
5.1	Formål.....	16
5.2	Mottak av fisk.....	16
5.3	Opptak av dødfisk	17
5.4	Fôring	18
5.5	Trenging av fisk.....	19
6	Fiskehelse, adferd og velferd	21
6.1	Formål.....	21
6.2	Fylling av svømmeblære	21
6.3	Helseovervåkning	23
6.4	Velferdsscore og rapportering.....	24
6.5	Overvåkning av gjellehelse	25
6.6	Verktøy for å måle stress	26
6.7	Biosikkerhet.....	27
7	Produksjonsdata	28
7.1	Formål.....	28
7.2	Program.....	28
7.3	Resultater	28
8	Produktkvalitet.....	31
8.1	Formål.....	31
8.2	Resultater	31
9	Data og kommunikasjon	31
10	Tekniske prestasjoner	32
11	Referanser.....	33

1 Sammendrag

Denne rapporten oppsummerer måleprogrammet som er gjennomført i forbindelse med andre produksjonssyklus i Marine Donut (MD). Måleprogrammet er gjennomført for å kunne evaluere merdteknologien, og er en del av målkriteriene definert i Fiskeridirektoratets tilsagn om utviklingstillatelser.

Hensikten med måleprogrammet er å fremskaffe data for å kunne evaluere hvordan Marine Donut presterer under produksjon med hensyn til drift, miljøparametere, tilvekst, fiskevelferd og teknisk ytelse. Måleprogram «*Marine Donut: Måleprogram 7.1 for dokumentering av resultater fra driftsfase – versjon 2*» /3/ beskriver hvilke målinger som skal gjennomføres for hver produksjonssyklus.

Denne sluttrapporten oppsummer erfaringer og målinger som er gjennomført i forbindelse med måleprogram for produksjonssyklus 2. Måleprogrammet er i all hovedsak gjennomført i henhold til plan, men det er enkelte mindre avvik fra programmet. Disse er kommentert under hvert enkelt kapittel. Oppbygningen av rapporten følger måleprogrammet /3/, og gir en oppsummering av hver enkelt del av programmet.

- **Vannkvalitet og miljøbaserte parameter:** Kapittel 4 omhandler vannkvalitet og miljøbaserte parametere og beskriver overvåkning av vannkvaliteten i Marine Donut. Vannkvalitetsparametere som oksygeninnhold, turbiditet, pH, salinitet, temperatur og algeinnhold er registrert daglig i samsvar med programmet. Målingene viser at vannkvaliteten har vært god gjennom hele produksjonen.
- **Erfaringer drift:** Driftserfaringer med Marine Donut fra produksjonssyklus 2, fra 4/5-25 til 6/7-25 beskrives i kapittel 5. Det er gjennomført 2 vellykkede mottak av totalt 185 196 laks i denne produksjonen.

Vannstrøm og dødfiskopptak: Vannstrømhastigheten langs bunn av fiskevolumet er for lav til å oppnå 100% transport av dødfisk til dødfiskfellene. ROV er derfor benyttet i tillegg, for å sikre at dødfisk ikke blir liggende på utløpsrister/bunn.

Fôring: Fôring i MD både oppleves og er annerledes enn i en konvensjonell merd. Det er krevende med kameraovervåkning pga. stor fisketetthet. En kan se aktivitet i form av fôropptak via kamera, men stoppsignal er vanskelig å definere.

Trenging/lossing: Trenging/lossing ble utført i samsvar med revidert prosedyre for fiskelevering. Prosedyre revidert for å redusere vekt på enheten i hevet posisjon pga. strukturelle utfordringer.

- **Fiskehelse, adferd og velferd:** Kapittel 6 omhandler oppfølging av fiskehelse, adferd og velferd i Marine Donut. Det beskriver overvåkning av fiskehelse gjennom regelmessige kontroller og velferdsscoringer.

Velferdsparemetere som finneslitasje, katarakt og øyeskade er registrert ukentlig. Gjellehelse er overvåket, og det har blitt utført gjelleprøver for å avdekke eventuelle sykdommer. Kortisolnivåer fra fecesprøver er tatt før og etter flytting av fisk. Disse indikerer at fisken er i en god tilstand – uten større stresspåvirkende faktorer i Marine Donut.

Adferd, som svømmeaktivitet og tiltvinkel er dokumentert via Aquabyte. I tillegg er overflateaktivitet filmet for dokumentasjon av luftsnapping. Observasjoner av fiskens adferd (luftsnapping, svømmehastighet og tiltvinkel) indikerer at laksen har tilstrekkelig tilgang til å fylle svømmeblæren i Marine Donut.

- **Produksjonsdata:** Kapittel 7 omhandler produksjonsdata som registreres for å kunne dokumentere om Marine Donut fungerer som forventet, samt identifisere eventuelle problemer som kan påvirke fiskehelse og velferd.
- **Produktkvalitet:** Slakteresultat er omhandlet i kapittel 8. Det er slaktet totalt 183 018 stk. fisk med en snittvekt på 4285 gram. Superiorandelen var på 90,90 %.
- **Data og dokumentasjon:** Data og kommunikasjonssystemet fungerer og lagrer data som planlagt.
- **Tekniske prestasjoner:** Fullskala målinger av vannstrømhastighet i oppdrettsvolumet er gjennomført i samsvar med måleprogram. Fullskalamålinger av hydrodynamisk trykk på mantel, globale bevegelser, og krefter i forankringslinene er avsluttet. Resultat fra fullskalamålingene vs. analysene som er gjennomført er publisert i egne sluttrapporter.

2 Innledning

Marine Donut er en lukket HDPE merd utviklet av Bluegreen AS. Merdkonseptet er tildelt en utviklingstillatelse gjennom Fiskeridirektoratet sin ordning med utviklingstillatelser. SalMar Farming AS eier og drifter merden på lokalitet 12844 Seterneset i Molde kommune.

I henhold til tilsagn fra Fiskeridirektoratet skal det gjennomføres to produksjonssykluser i fullskala versjonen av Marine Donut. For hver produksjonssyklus skal resultater i driftsfasen dokumenteres gjennom et måleprogram godkjent av Fiskeridirektoratet. Måleprogram «*Marine Donut: Måleprogram 7.1 for dokumentering av resultater fra driftsfase – versjon 2*» beskriver hvilke målinger og parametere (miljø-, fiskehelse/-velferd, tilvekst og teknisk ytelse etc.) som skal innsamles og bearbeides for hver produksjonssyklus.

I henhold til målkriterie 8.1 i tilsagnsbrevet skal det for hver produksjonssyklus leveres en midtveisrapport og en sluttrapport ved endt syklus. Midtveisrapport er ikke laget for produksjonssyklus 2 i og med at produksjonen måttet avsluttes etter kun 10 uker produksjon pga. tekniske problemer med konstruksjonen. Denne sluttrapporten oppsummerer produksjonssyklus 2 i Marine Donut med hensyn til drift og biologiske resultater.

I produksjonssyklus 2 er det overført totalt 185 196 laks til Marine Donut. Laks med snittvekt på 3002 g ble overført fra lokalitet Lybergsvika.

Før innsett i Marine Donut ble fisken avluset ved bruk av thermolicer

Produksjonssyklus 2 ble avsluttet ved at Marine Donut ble tømt for fisk 6/7-25.

Produksjonssyklusen ble noe forkortet på grunn av strukturelle utfordringer på merden. Disse utfordringene vil bli nærmere omhandlet i sluttrapporten for prosjektet.

3 Forkortelser og definisjoner

CFD	Computational Fluid Dynamics
HMI	Human-machine interface (grensesnitt for menneske-maskin-interaksjon)
kl/s	Svømmehastighet, kroppslengde per. sekund
MD	Marine Donut
NTU	Turbiditet
PD	Pancreas disease
TDS	Totalt oppløst stoff
TGP	Totalgass
TSS	Totalt suspendert stoff
ST	Indikator på tilvekst, ST 100 er gjennomsnittlig tilvekst på tilsvarende fisk basert på tidligere resultater. (SalMar tilvekst. Gjennomsnittlig tilvekst hos sammenlignbar fisk siste 5 år, hensyntatt temperatur)

4 Vannkvalitet og miljøbaserte parametere

4.1 Formål

Marine Donut er satt opp med en omfattende instrumenteringspakke for overvåking av vannkvalitet. Målingene vil gi oss et godt svar på merden sin tekniske ytelse og dets evne til å gi fisken et godt vannmiljø.

4.2 Vannkvalitet – målinger av vannkvalitetsparametere

Marine Donut er designet for en vannutskiftningstid på < 60 min. Vann tas inn via 6 vanninntak på 35 m dyp. Hvert vanninntak er utstyrt med pumpe, Bernoulli-filter, UV-filter og oksygeninnløser for å sikre rent og oksygenrikt vann inn i merden. Innløpspumpene (6 stk.) har en pumpekapasitet på totalt ca. 24 000 m³/t. Frisk vann slippes inn i fiskevolumet via 6 åpninger i ytre mantel, se Figur 1 (oransje sirkel).



Figur 1 Venstre bilde: Fiskevolum; inn- og utløpsrør. Høyre bilde: Strømsettertårn med 2 stk. Xylem miksere

Når vannet kommer inn i fiskevolumet settes det i rotasjon av fire strømmiksere (Xylem S4430) fordelt på to pumpetårn plassert 180° fra hverandre, se Figur 1. Vannrotasjonen skal i tillegg til å sikre god innblanding av frisk vann, føre slam og dødfisk til henholdsvis slamfellene og dødfiskfellene.

Brukt vann ledes ut av fiskevolumet via seks utløp i indre mantel, se Figur 1 (rød sirkel) til felles senteravløp, hvor vannet slippes ut på ca. 18 m dyp.

Vannkvaliteten overvåkes av instrumentpakken som er levert med merden. Målinger av følgende vannkvalitetsparametere er logget kontinuerlig med merdens instrumentering under hele produksjonsperioden.

- O₂
- Turbiditet (NTU)
- pH
- Salinitet
- CO₂
- Temperatur, sjø
- Alger (klorofyll A)

I tillegg er det gjennomført ukentlige målinger av;

- Totalgass (TGP)
- Totalt suspendert stoff (TSS) (Vannprøver analyser av laboratorium)

Oksygenmålinger

Settpunktet for oksygen ble satt til 90% metning før innsett av fisk, styresystemet justerer da oksygentilsettingen automatisk for å holde 90% metning i fiskevolumet. Systemet fungerte bra under produksjonssyklus 1, og det har fungert godt under denne produksjonssyklusen. Systemet har holdt jevne nivåer gjennom hele produksjonen med lite avvik, se Figur 2. Gjennomsnittlig oksygennivå i produksjonssyklus 2 har vært 91,5%.

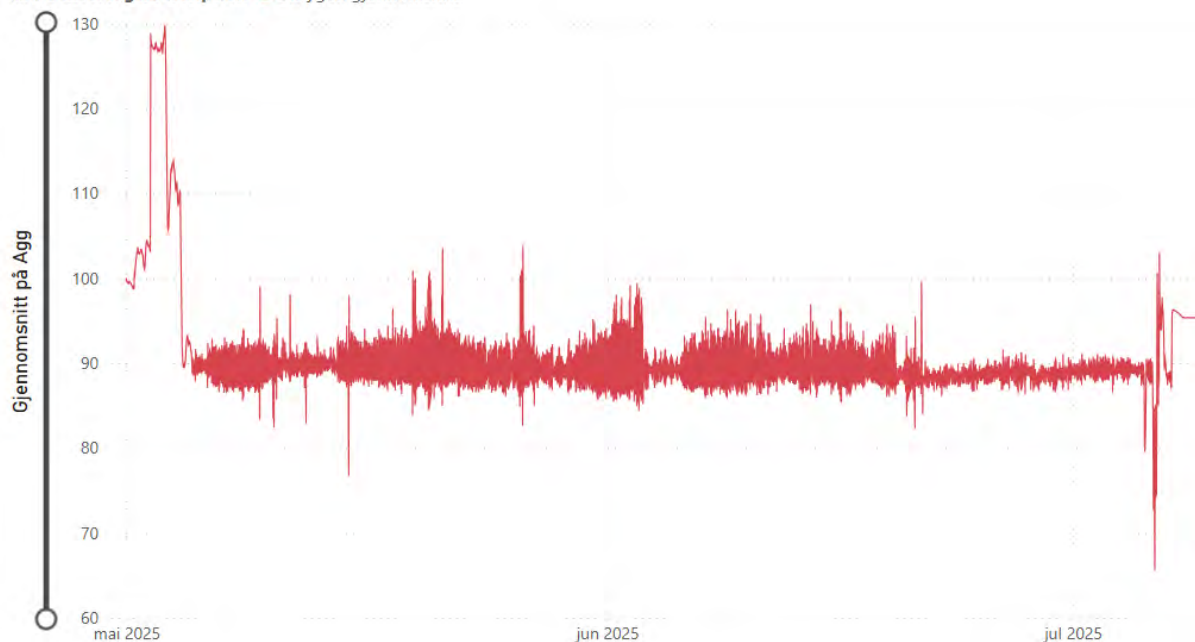
Fôringen har under produksjonssyklus 2 vært høyere over tid enn ved første produksjonssyklus. Fra slutten av mai til slutten av juni ble det fôret rundt 5 tonn pr dag. Dette har ikke gitt utslag på oksygennivåene i merden.

Det har vært noen utfordringer med inntakspumpene i denne produksjonssyklusen også, uten at det har gitt utfordringer med tanke på oksygennivåene.

Innblandingen av nytt vann i Marine Donut, er som rapportert i forrige sluttrapport /5/, svært god. Dette sammen med et velfungerende system for oksygentilsetting gir stabilt og forutsigbart miljø for fisken.

Gjennomsnitt på Agg av Timestamp og abb SensorTags.Description

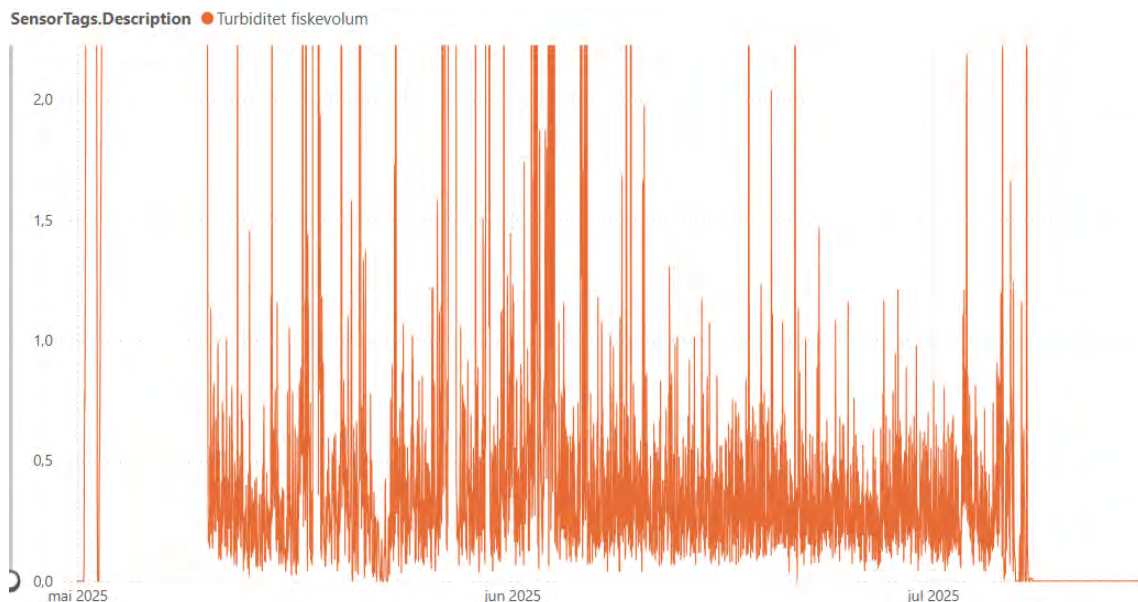
abb SensorTags.Description ● Oksygen gjennomsnitt



Figur 2 Oksygennivåer i MD produksjonssyklus 2 – snittverdi 91,5%

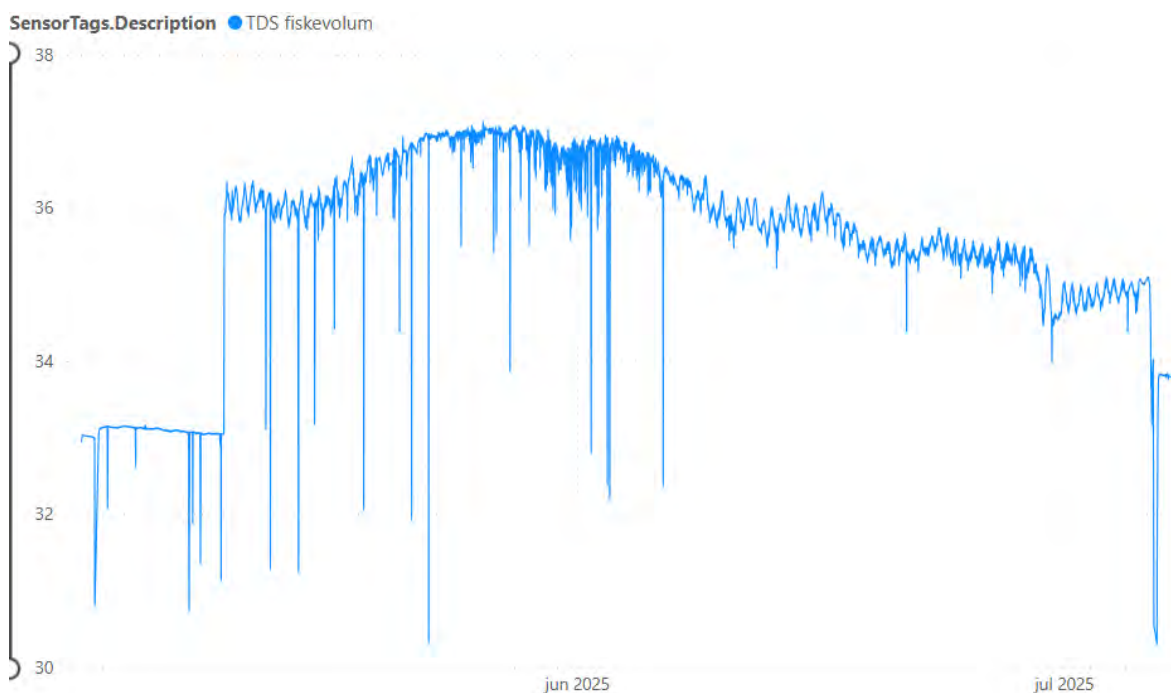
Målinger av turbiditet (NTU), totalt suspendert stoff (TSS) og totalt oppløst stoff (TDS)

Resultat av målinger av turbiditet (NTU), totalt suspendert stoff (TSS) og totalt oppløst stoff (TDS) i fiskevolumet i Marine Donut under produksjonssyklus 2 er vist i Figur 3 til Figur 5.



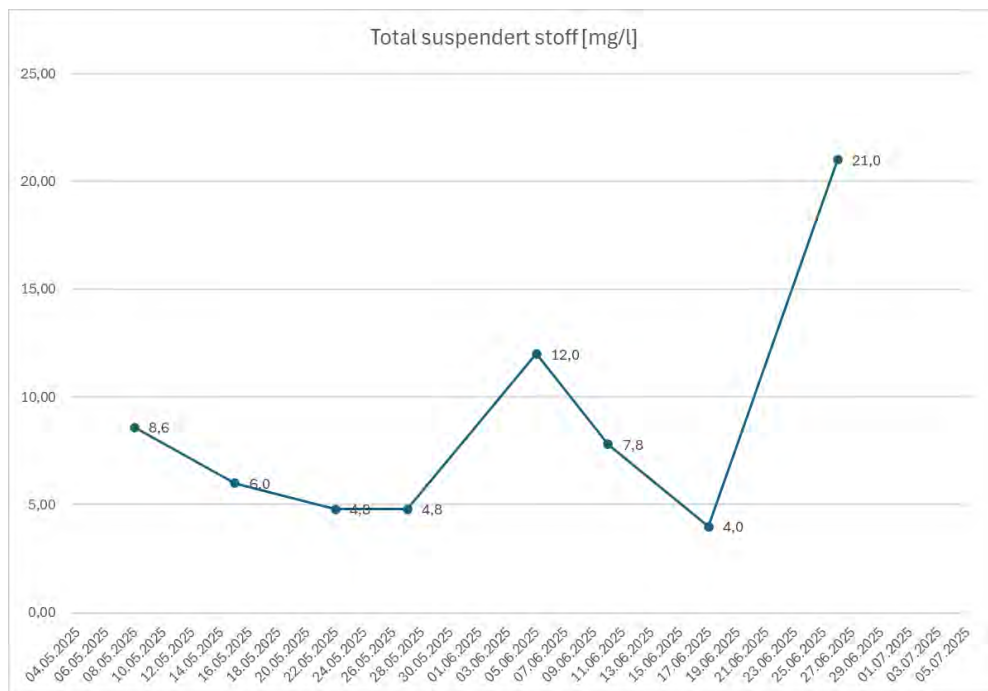
Figur 3 Turbiditet (NTU) i Marine Donut, produksjonssyklus 2

Turbiditet er et mål på uklarheten av vannet som er basert på lysspredningen i prøven. Både partikler og farge på vannet blir registrert som turbiditet. Turbiditeten i produksjonssyklus 2 kan vurderes som svært lavt, mellom 0 og 0,5 NTU. Kortvarige avvik/peaks i måledataene skyldes trolig partikler som har påvirket en enkelt måling, f.eks. avføring. En økt turbiditet kan være en indikator for forekomsten av alger.



Figur 4 Totalt oppløst stoff (TDS) [g/L] i Marine Donut, produksjonssyklus 2

TDS er et mål på total oppløst stoff, som inkluderer oppløste salter i sjøvann. TDS følger samme trenden som salinitet, se Figur 9, og dermed har TDS målt under produksjonssyklus 2 opprinnelse fra løste salter.

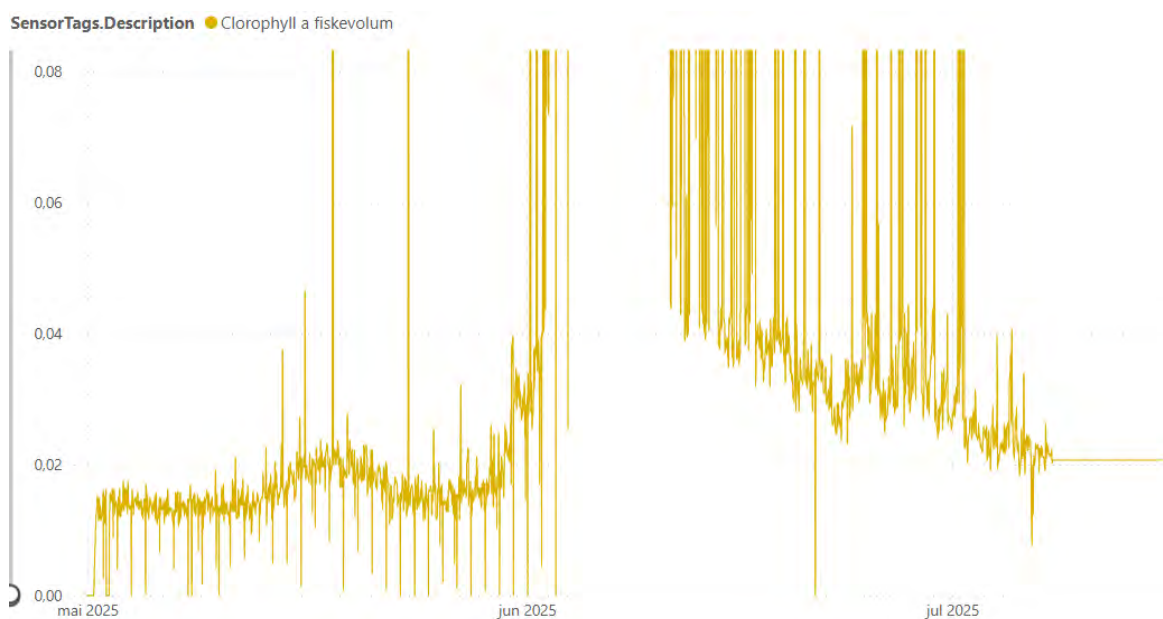


Figur 5 Totalt suspendert stoff (TSS) [mg/L] i Marine Donut, produksjonssyklus 2

TSS verdier målt under produksjonssyklus 2 kan antas til å være akseptabel og indikerer bra funksjonalitet av slamfeller. Prøven tatt på 25/06 virker til å være et avvik relatert til prøven som var analysert. Det kan være utfordrende å ta en representativ prøve siden en små mengde organisk materiale kan slå ut på TSS analysen.

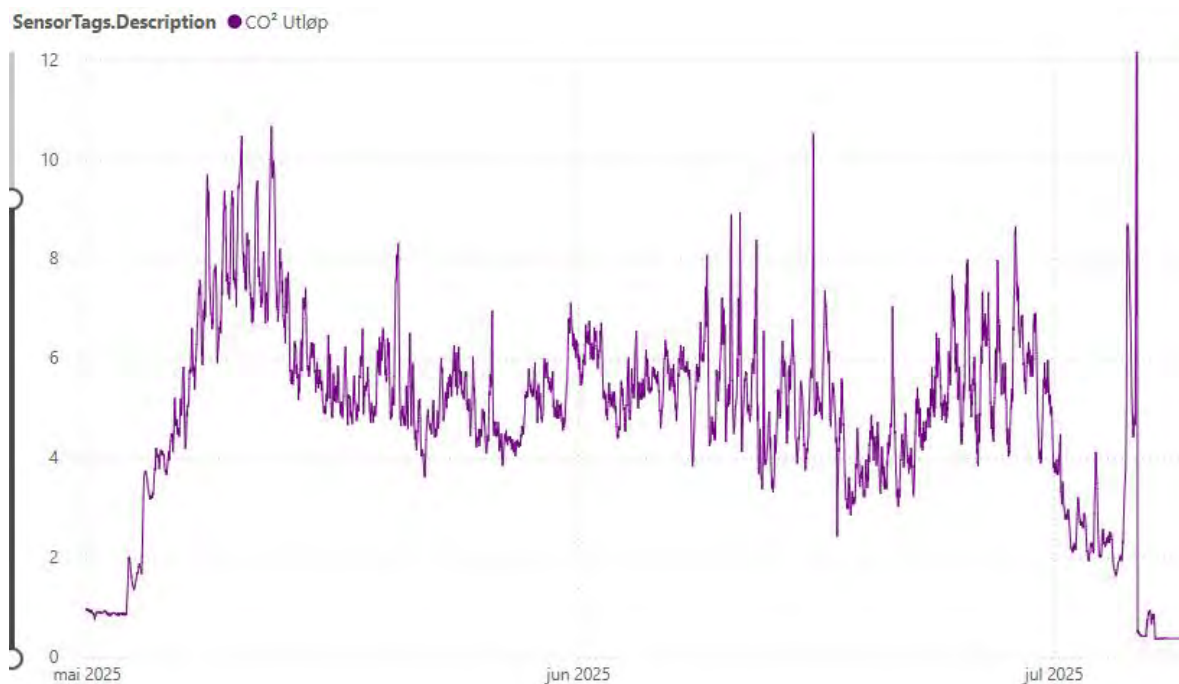
Målinger av alger (klorofyll A), CO₂, nitrogen, pH, salinitet og temperatur

Resultater fra målingene som er utført med Troll sensorerne i fiskevolumet på Marine Donut under produksjonssyklus 2 er vist i Figur 6 til Figur 11.



Figur 6 Klorofyll a [celler/L] i Marine Donut, produksjonssyklus 2

Det er utfordrende å trekke noe fornuftig konklusjon ut av målingene på klorofyll A. Det vi ser er økningen i klorofyll A samfaller med en liten økning i turbiditet i juni. Noe som både tyder på en økning i algebiomasse i driftsvannet.



Figur 7 CO₂ [mg/L] i Marine Donut, produksjonssyklus 2

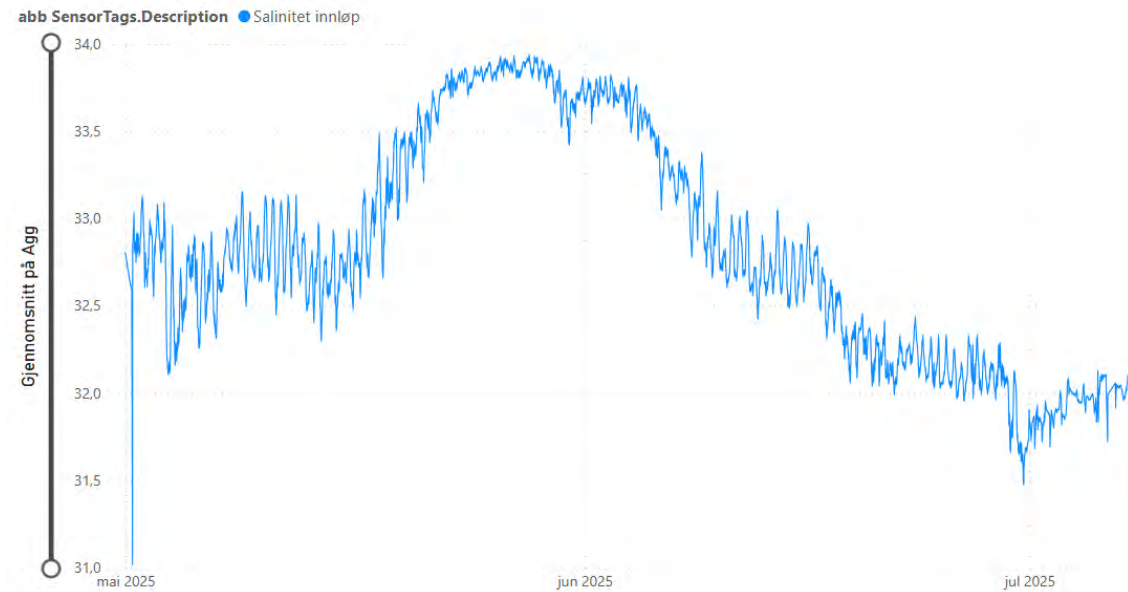
CO₂ verdier målt i produksjonssyklus 2 har vært akseptabel. Forskning viser redusert tilvekst av fisk som er eksponert for høyere CO₂ konsentrasjoner. I settefisk håndteres en grenseverdi på 12 mg CO₂/L, men redusert tilvekst oppstår allerede ved lavere konsentrasjoner. CO₂ produksjonen øker ved økt fôrmengde.



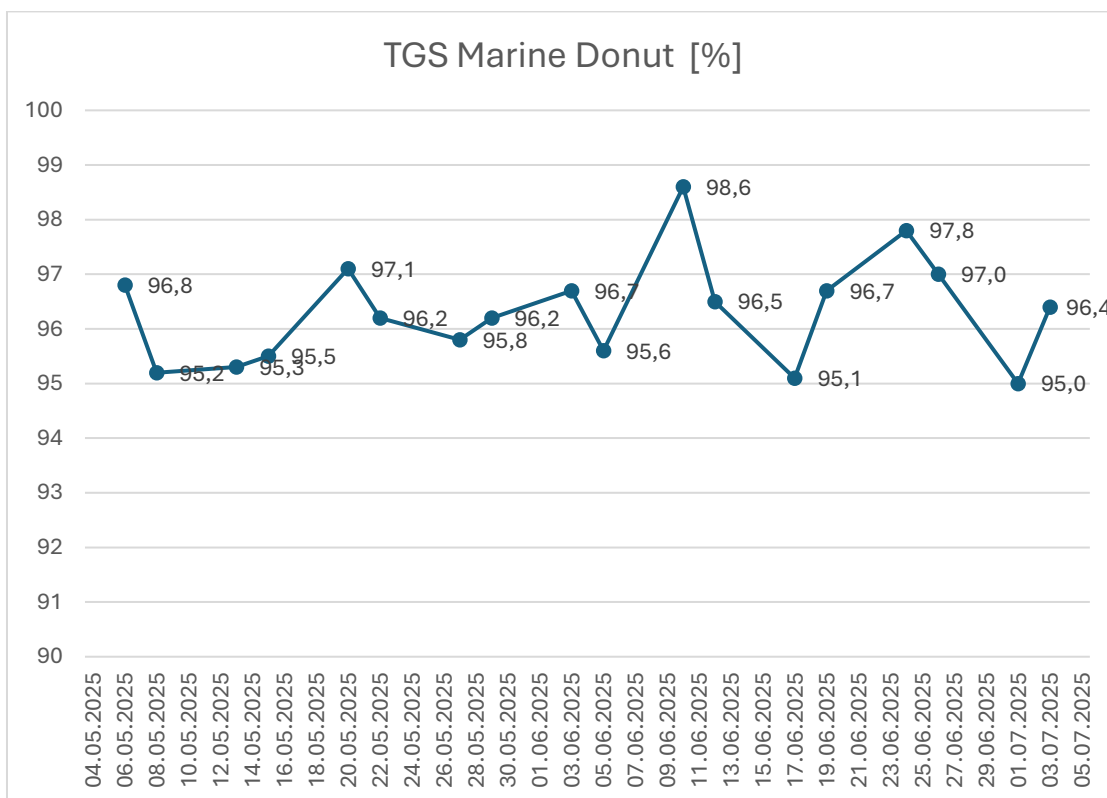
Figur 8 pH i Marine Donut, produksjonssyklus 2

pH har vært litt lavere enn forventet i perioden mai til starten av juni. Sjøvann fra Trondheimsfjorden (32-33 ppt salinitet) har en pH av 7,8 – 7,9. En høyere salinitet resulterer i en høyere pH. CO₂ senker pH-en, opptrer som en syre i vann, og dermed er det ikke uforventet at pH vil være litt lavere i fiskevolumet enn i inntaksvannet.

Målingene i starten av mai er feil, pH opp i 9 i sjøvann uten tilsetning av buffer er umulig. Dette skyldes sannsynligvis for dårlig vannutskifting rundt sensoren. Sensoren ble derfor flyttet fra opprinnelig føringsrør for sensor til hovedavløpet i senter av merd, hvor vannutskiftingen er høy. Etter at sensoren ble flyttet har målingene vært som forventet.

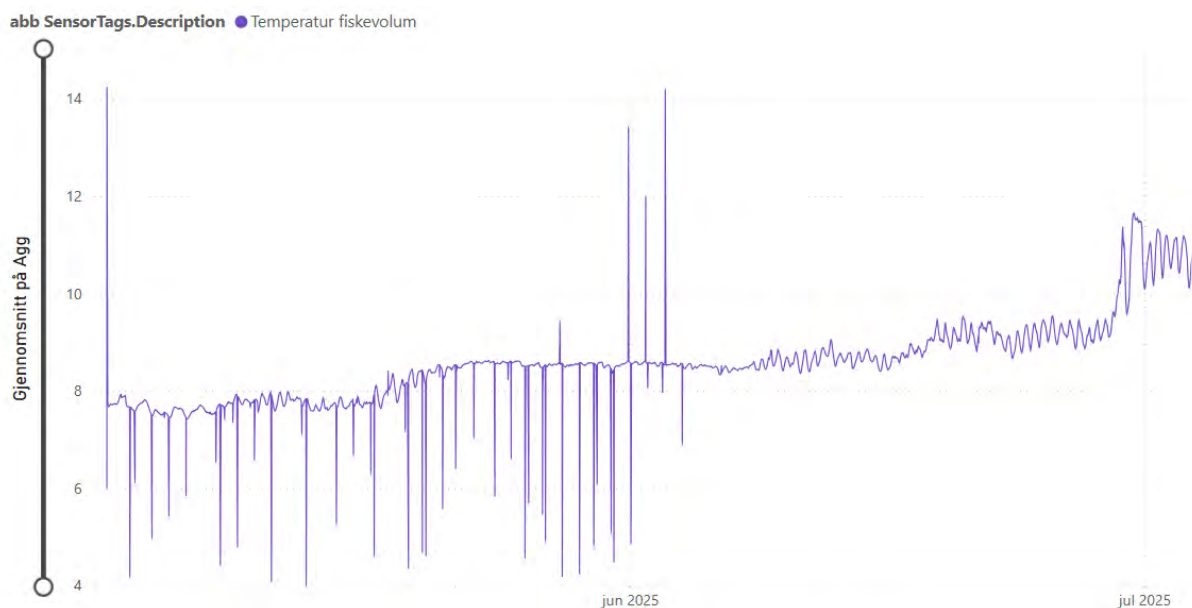


Figur 9 Salinitet [ppt] i Marine Donut, produksjonssyklus 2



Figur 10 Totalgass (TGS) [%] Marine Donut, produksjonssyklus 2

TGP (Total gass trykk) har vært bra under produksjonssyklus 2. Det er ønskelig med en TGP på $\leq 100\%$. Gassovermetning ($\geq 100\%$ TGP) kan resulterer i bobledanning i vev og gassbubblesyke (dykkersyke) i det verste tilfelle.



Figur 11 Temperatur [C] i Marine Donut, produksjonssyklus 2

4.3 Vannstrøm i fiskevolum – erfaringer fra drift

Instrumentering

Instrumentpakken for måling av vannkvalitetsparametere har fungert bra.

Vi har hatt noen utfordringer med turbiditetsmålingene pga. feil kalibrering og desimalinnstilling i HMI systemet. Vi har for innført gode kalibreringsrutiner for å redusere disse utfordringene, og desimalinnstillinger i HMI systemet har blitt rettet opp i.

Vi erfarer imidlertid at enhetene trenger noe vedlikehold. Sensorene har integrert vaskesystem. Motor til vaskesystem av sensoren måtte byttes. Vi observerte også at sensorene hadde blitt tilholdssted for spøkelseskreps, og dette er en mulig årsak for blokkering av vaskefunksjonen. Det ble vanskelig å oppnå rotasjon på den lille børsten pga. spøkelseskrepsene.

Innstillinger av pumper og strømsettere

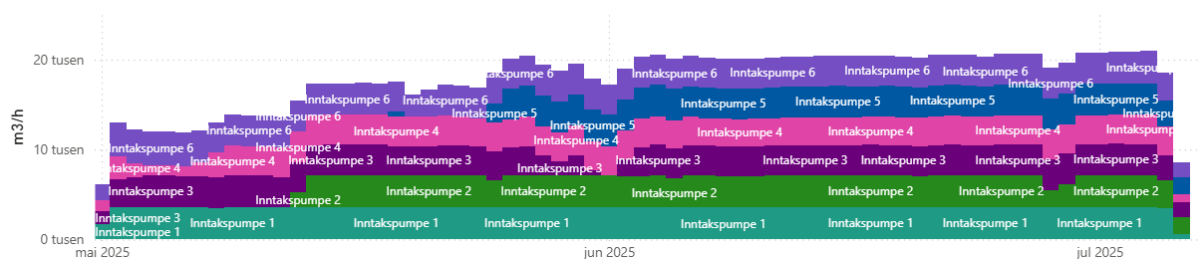
Vi erfarte i produksjonssyklus 1 at vannmengde inn i fiskevolum og hastighet til strømsettere har innvirkning på funksjonaliteten til dødfisktransporten, partikkelmengde i vannet og vannets evne til å flytte pellets med strømmen.

For produksjonssyklus 2 var fire av seks innløppspumper i drift ved mottak av fisk, se Figur 12. To av pumpene var til reparasjon ved oppstart produksjon, og disse ble installert og satt i drift etter at reparasjonene var utført. Alle pumpene ble kjørt på 100% og strømsetterne på 120% fra mottak av fisk.

Til sammenligning var innstillingene på 60% både for strømsettere og innløppspumper ved mottak av fisk produksjonssyklus 1.

Vanninntak

abb SensorTags.Description ● Inntakspumpe 1 ● Inntakspumpe 2 ● Inntakspumpe 3 ● Inntakspumpe 4 ● Inntakspumpe 5 ● Inntakspumpe 6



Figur 12 Kjøring av inntakspumper produksjonssyklus 2

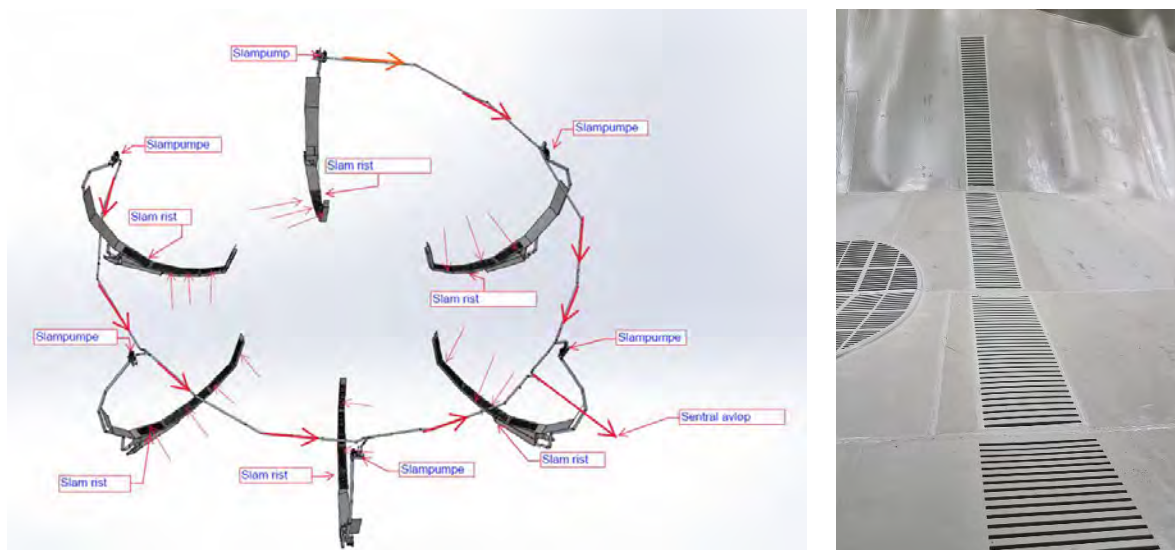
Fiskevolumets utforming

Produksjonssyklus 1 /5/ viste at utformingen av fiskevolumet i MD (smultring fasong), kombinert med en vannutskiftning på ca. 24 000 m³/t og en roterende vannstrøm satt opp av propellmiksere, ga veldig god miksing av vannet.

Produksjonssyklus 2 bekrefter erfaringene fra produksjonssyklus 1. Oksygennivået i fiskevolumet har vært jevnt høyt (snittverdi 91,5%) under hele produksjonssyklus 2. Dette viser at innblandingen av friskt vann i MD fungerer godt.

Uttak av slam

Uttak av slam er viktig for å sikre god vannkvalitet i fiskevolumet. MD er arrangert med 6 stk. slamfeller fordelt langs indre mantel (60° mellom hver), se Figur 13.



Figur 13 Slamfeller. Venstre: Slamsystem. Høyre: Slamfelle i indre mantel.

Hver slamfelle er arrangert med slampumpe som leverer slam til felles ringledning, klar for videre slambehandling.

Slampumpene er kjørt under hele produksjonen, systemet er stabilt og har fungert godt i produsjonssyklus 1 og 2.

Det er testet ulike sykler for uttak av slam:

- Syklisk drift, tømning av en og en slamfelle.
- Syklisk drift, tømning av to slamfeller samtidig.
- Kontinuerlig drift på alle pumpene.

Vi erfarer best effekt på slamoppsamlingen når vi kjører en og en slampumpe om gangen (syklisk kjøring). Årsaken til det er trolig at det blir mindre mottrykk i ringledningen, dermed så klarer pumpen å skape et større sug i slamfellen.

Det gjennomføres daglige rutiner for å sikre at slam som sedimenterer ikke bygger seg opp som bunnfall i slamfellene. Alle slamfellene har lufttilførsel for å skape sirkulasjon og omrøring for å løse opp slammet. 4 av slamfellene er også tilkoblet tømme-pumpene som brukes til å tømme fiskevolumet, dette er pumper som har mye større sug enn slampumpene. Daglig rutine er å kjøre tømme-pumpene en kort periode i de 4 slamfellene og kjøre luft for sirkulering i de to siste. Denne rutinen har gjort at vi ikke har erfart tetting av noen slamfeller i merden.

Produksjonssyklus 2 bekrefter erfaringer gjort i produksjonssyklus 1. Ved droneinspeksjoner langs slamfellen ser vi tydelig at den nederste delen av slamfellentrekker inn slam og forrester, dette avtar jo høyere opp på veggen vi kommer. Det er vanskelig å si om effekten på den øvre delen av slamfellen er dårlig, eller om det bare er vanskeligere å observere effekten. Det som er helt sikkert er at mengden slam som legger seg på bunnen er større enn den som «sklir» etter veggen, dvs. at effektivt sug i bunnen er det viktigste.

Det er vanskelig å kvantifisere med sikkerhet hvor stor andel av slam og fôrrester som fanges i slamfella. Det kommer opp noe slam og fôr sammen med dødfisken og vi observerer slam som kommer ut avløpet. Dette er ikke uventet siden mengden vann som går ut gjennom slamsystemet er bare en brøkdel av vannmengden som går ut i avløpet.

De erfaringene som er gjort gjennom to produksjonssykluser viser at slamoppsamlingen fungerer godt og som tiltenkt. De driftsmessige tiltakene med å skape sirkulasjon nede i fellen med luft eller økt sug med tømmebumpene er riktig og viktig. Totalt sett er dette et fungerende system.

5 Erfaringer drift

5.1 Formål

Driften av Marine Donut vil kreve nye metoder for å løse operasjonelle oppgaver. Erfaringene som SalMar gjør seg gjennom drift vil brukes til å revidere/utvikle operasjonelle prosedyrer for sikker drift, og vil bli omhandlet i sluttrapport etter hver generasjon.

5.2 Mottak av fisk

For produksjonssyklus 2 ble fiskegruppen flyttet fra lokalitet Lybergsvika til Marine Donut 4. mai 2025. Fiskegruppen ble avlusert med thermolicer rett i forkant av flyttingen.

Det er gjennomført ett mottak av fisk i MD i produksjonssyklus 2, Tabell 1.

Tabell 1 Innsett av fisk produksjonssyklus 2

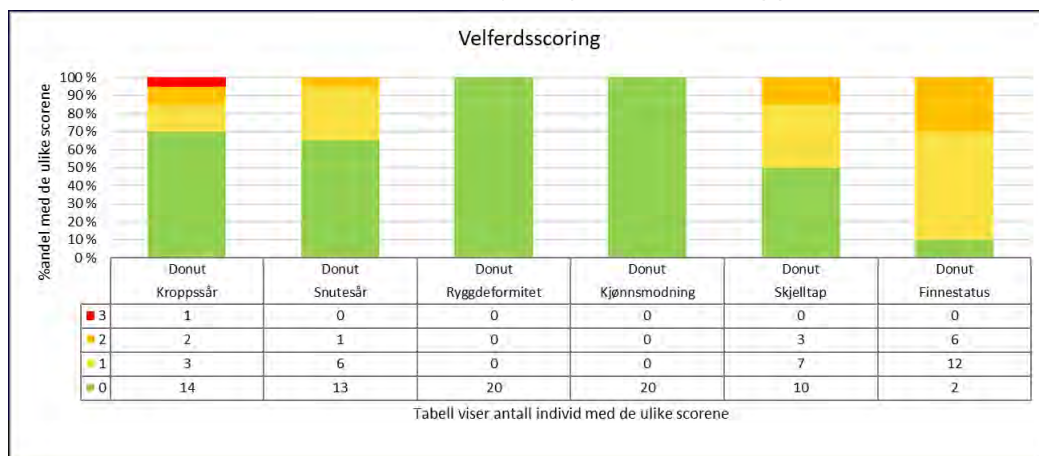
Dato	Antall	Snittvekt [g]	Biomasse [kg]
04.05.2025	185 196	3002	556 113

Fiskemottaket ble gjennomført uten problemer eller avvik. Vår erfaring er at mottak av fisk har fungert effektivt, trygt og uten fiskevelferdsmessige utfordringer.

Under mottak av fisk er det gjennomført både visuelle observasjoner fra lukeåpning og videoovervåking i vannvolumet hvor fisken kommer ut av losseslange.

Videoovervåking fungerer fortsatt bra ved mottak, men visuell observasjon er i tillegg nødvendig for å ha full oversikt. Kameraovervåking fungerer bedre jo lavere tetthet, da mye fisk i MD reduserer sikt. Vi har ikke registrert at fisk har truffet bunn eller skott ved lossing fra brønnbåt.

Velferdsscoreing av 20 fisk, se Figur 14, ved helsebesøk med fiskehelsepersonell fra Åkerblå to dager etter mottak, viste at fisken hadde noen lyter etter tidligere håndtering, men at fisken var i godt hold og ga et relativt godt inntrykk. Det var størst forekomst av finneslitasje (1,2 i snitt) og noe innslag av risttap (0,65 i snitt), snutesår (0,4 i snitt) og kroppssår (0,5 i snitt). Det ble ikke observert ryggdeformiteter eller kjønnsmodning.



Figur 14 Oppsummering fra velferdsscore etter mottak produksjonssyklus 2 - Åkerblå

5.3 Opptak av dødfisk

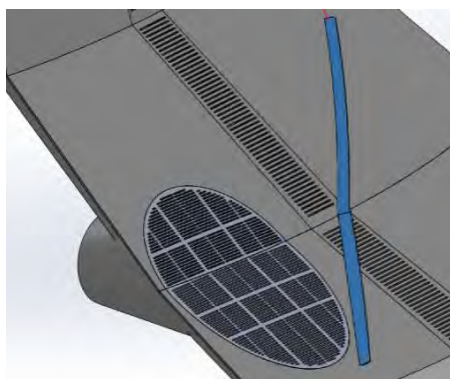
Det er to dødfiskfeller i Marine Donut, disse fellene er nedfeldte kasser i bunnen av merden. Fisk som dør synker mot bunnen og blir ved hjelp av vannstrømmen transportert til nærmeste dødfiskfelle.

Fisken som havner i dødfiskfellene blir pumpet opp til dekk ved hjelp av mammutpumpe prinsippet.

Det ble erfart på første produksjonssyklus at bunnstrømmen ikke var sterk nok til at all dødfisk havnet i fellene. Senking av strømsettere ble et av tiltakene som ble gjennomført for å forbedre transporten av dødfisk /2/. Dette tiltaket forbedret transporten av den dødfisken som havner på bunnen, og det er i produksjonssyklus 2 ikke observert dødfisk som blir liggende stille på bunn av merden.

Dødfisk som legger seg på utløpsristene er fortsatt en utfordring som vi må jobbe med. Denne fisken blir «fanget» av suget til utløpene og blir liggende på risten. Det er blitt brukt ROV for å dytte denne fisken av utløpsristen og ned mot bunnen, når fisken havner på bunnen blir den transportert til nærmeste dødfiskfelle av vannstrømmen.

Før neste innsett vil det bli montert en ledelist på skrå i forkant av utløpet, se Figur 15. Hensikten med denne er å lede dødfisk, som sklir langs veggen, nedover og bort fra utløpet. Målet er å redusere tilfeller hvor dødfisk legger seg på utløpsristene.



Figur 15 Illustrasjon ledelist i forkant av utløp

5.4 Fôring

Marine Donut er utrustet med 6 utfôringspunkt (60° mellom hvert punkt) bestående av dagtank tilkoblet Betten fôrskrue i lukeåpning på dekk. Dette gir en god fordeling av fôret i merden og et godt utgangspunkt for at all fisk skal få tak i fôr.

Fôring i MD både oppleves og er annerledes enn en konvensjonell not. Fisketettheten er høyere og dette fører bla annet til at kamerabildet viser et mindre volum, samt at fisketettheten hindrer noe av lyset å trenge gjennom til kameraet. Bruk av kamera oppleves mer krevende og ikke et tilfredsstillende verktøy for overvåking av fôropptak.

Under produksjonssyklus 2 ble både overflateaktivitet og aktivitet i fiskevolum overvåket med kamera. En kan tydelig se aktivitet i form av fôropptak via kamera, men stoppsignal er vanskelig å definere.

Fôringsstrategi

Strategien for fôring under produksjonssyklus 2 var i hovedsak lik strategien for produksjonssyklus 1. Det ble ikke gjennomført mange endringer i strategien i løpet av driftssyklusen. De endringene som ble gjennomført var mer en optimalisering av valgt strategi.

- Fôrsententer er ansvarlig for fôring.
- Fôringen gjøres med foringstabell som utgangspunkt, og det settes et utfôringsmål for dagen. Utfôringsmål settes i samråd med lokalitet og målet korrigeres for hver dag basert på følgende observasjoner:
 - Pellet som kommer opp via dødfiskfeller
 - Aktivitet i fôringsluker, både direkte observasjoner på lokalitet og ved hjelp av kameraet.
 - I produksjonssyklus 2 ble det foret 2 måltider for dag. 4 timer formiddag og 3 timer ettermiddag, med pause mellom måltidene på 3 timer.
- I strategimøte før nytt utsett av fisk ble det fokusert på noen forbedringspunkter fra forrige utsett. Tettere samarbeid mellom fôrsenter og lokalitet for å sette utfôringsmål.
- Mer aktiv overvåking fra lokalitet, direkte observasjoner, kamera i fôringsluker og ved hjelp av ROV-overvåking.
- Lokalitet gir beskjed til fôrsenter hvis aktiviteten er for lav og fôring må stoppes/redueres.

Etter optimalisering er fôringen så nøyaktig som det er mulig å gjennomføre med dagens strategi og overvåking. Svakheten med dagens løsning er at «oppløsningen» på overvåkingen ikke blir god nok. Det er ikke mulig å avdekke en god eller dårlig fôringsdag tidlig nok til å justere fôringen optimalt. For å få dette til er vi nødt til å ha et annet kameraoppsett eller alternativ overvåking. Her var det diskutert konkrete tiltak som vi var klare til å iverksette, men dette ble satt på vent på grunn av framskyndet tømning av enheten.

Biologiske resultater fôring

Tabell 2 Biologiske resultater produksjonssyklus 2

Inngående beholdning			Produksjon			
Antall	Snittvekt [g]	Biomasse [kg]	Fôring [kg]	Død antall	FCR ø	FCR b
185146	3002	556 113	249584	3086	1,20	1,13

Resultatene på fôrfaktor for den perioden fisken stod i Marine Donut er middels bra. Det er mulig å produsere fisk med lavere fôrfaktor i denne perioden. Utfordringene med å kontrollere fôring på en god måte gjenspeiler seg trolig i dette resultatet.

5.5 Trenging av fisk

Metoden for trenging av fisk er særegen for MD. Fisken trenges ved at merden heves ved å tømme ballastkammer og vannmengden i fiskevolumet reduseres. Uttak av fisk skjer via 2 stk. 20' losseslanger tilkoblet fisketappekum i bunn av merden, se Figur 16.



Figur 16 Venstre: Fisketappekum i bunn av merd. Høyre: 2 stk. losseslanger tilkoblet fisketappekum

Ved aktiv ballastering krenges merden mot fisketappekummen og målet er at merden skal tømmes for fisk uten aktive tiltak nede i fiskevolumet. Under produksjonssyklus 1 erfarte vi at en del fisk ble fanget i dødfiskfellen etter endt lossing – totalt 50 fisk var igjen i fiskevolumet.

Trenging/lossing ble i produksjonssyklus 2 utført i henhold til revidert prosedyre for fiskelevering. Prosedyren ble revidert for å redusere vekt på enheten i hevet posisjon. Vektreduksjon var nødvendig for å ivareta strukturell integritet til MD i hevet posisjon, og det ble gjort flere tiltak for å redusere vekt under heving av MD. Dette blir nærmere omhandlet i sluttrapporten for prosjektet.

I den reviderte prosedyren for trenging/lossing kjøres innløpsvannet gjennom by-pass systemet i stedet for via hovedtilførselsrørene. I og med at uttak for by-pass rørene er plassert lavt på inntaksrørene, reduseres vekt av innløpsvannet under trenging/lossing med ca. 108 tonn (18 tonn pr innløp).

En konsekvens av å benytte by-pass rørene i stedet for hovedtilførselsrørene er at enhetens in-line oksygeninnløser ikke kan benyttes. Enhetens nødoksygeneringssystem (Sub50 innløserere) og en nanoboble innløser (Freya) ble i stedet benyttet direkte i oppdrettsvolumet under

trengte/losse operasjonen. Disse tiltakene gjorde at vi kunne trengte fisken trygt mht. å sikre tilstrekkelig mengde oksygen innløst i vannet under operasjonen.

En annen konsekvens av å bruke by-pass systemet er at det blir mindre vannmengde inn i enheten. By-pass er montert på 4 av totalt 6 innløpsrør, og dimensjonen på bypass-røret er mindre eller hovedrøret. Dette har både positive og negative effekter. Det positive er at heveprosessen går raskere pga. redusert tilførsel av vann.

Den negative effekten er at mengde oksygen fra tilført sjøvannet blir mindre, samt at det blir mindre vann til uttransport av avfallsstoffer fra fisken, som f.eks. CO₂.

Fisken var sultet iht. prosedyre før trenging slik at produksjonen av avfallsstoff var på et minimum. Vannkvaliteten var god under hele operasjonene på tross av lavere utskiftningstid. Vi logget kontinuerlig både CO₂ og oksygen nivåer under hele prosessen. Målingene viser verdier som er forenelig med god fiskevelferd.

Prosedyren ble videre endret for å sikre uttak av all fisk fra fiskevolumet under lossing, dvs. unngå å fange fisk i dødfiskfellen, som er plassert 180 grader i forhold til uttakskummen. I sluttfasen av lossingen i produksjonssyklus 2, ble en ROV kjørt i dødfiskfellen for å skremme fisken. Erfaring med dette var svært god – ingen fisk igjen i fiskevolumet etter endt lossing.

6 Fiskehelse, adferd og velferd

6.1 Formål

Som ved ordinær drift vil det bli registrert en rekke parameter som skal overvåke fiskehelse og velferd. Hensikten med denne delen av programmet er å overvåke fiskens helse og velferd gjennom produksjonen, hvor kartleggingen vil gi et godt svar på merdens ytelse for å sikre gode biologiske prestasjoner.

6.2 Fylling av svømmeblære

For å kontrollere svømmeblærefylling ble følgende parametere kartlagt i henhold til måleprogram.

- Fisk som snapper luft i lukene (analyse av film)
- Svømmehastighet (Aquabyte)
- Tiltvinkel (Aquabyte)

Filming av luftsnapping ble utført i henhold til måleprogram.

Svømmehastighet og tiltvinkel ble kartlagt ved å filme fisken ved hjelp av Aquabyte kamera som vi senket ned i fiskevolumet.



Figur 17 Svømmehastighet i Marine Donut, produksjonssyklus 2

Som Figur 17 viser er det observert lite endringer i svømmehastigheten gjennom driftssyklusen, maksimal svømmehastighet var 0,18 kl/s og minimal var 0,04 kl/s. Svømmehastigheten er stabil og endrer seg svært lite gjennom syklusen. Dette samsvarer godt med dataene fra første produksjonssyklus. Verdiene kan ikke settes direkte opp mot hverandre siden det er to ulike målemetoder, men dataene fra første syklus viste også svært lite endringer gjennom produksjonen. Resultatene tilsier at det ikke er unormal svømmehastighet forårsaket av mangel på fylling av svømmeblære.

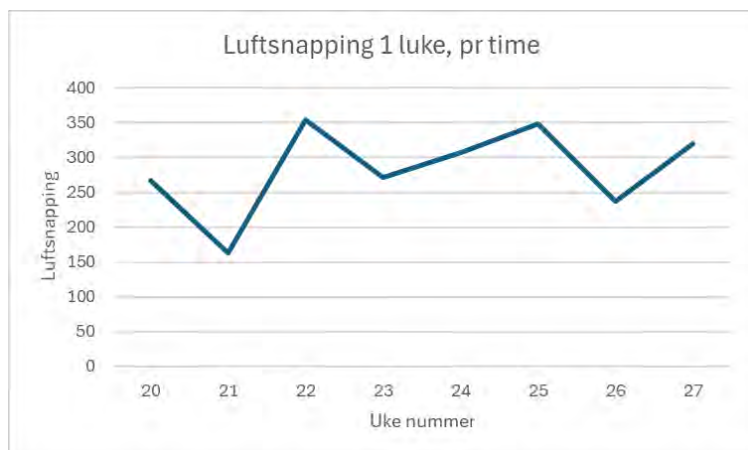
Fiskens tiltvinkel, se Figur 18, viser også at det fisken har god nok tilgang til luft, dataene samsvarer godt med tidligere observasjoner.



Figur 18 Tiltvinkel til fisk, produksjonssyklus 2

Filming av luftsnapping:

Kamera i fôrlukene ble brukt til å registrere luftsnapping. Det ble en gang pr uke gjennomført 60 min. videoopptak i to luker. Denne videoen er gjennomgått for å registrere hvor mange fisk som snapper luft i løpet av en halv time.



Figur 19 Registrert luftsnapping 1 luke/time

Figur 19 viser at tallene forholdsvis jevne hver uke. Tallene hver uke er snittet av videoopptak av en times film i to luker, totalt er det analysert 14 timer med film. Fisken har ingen utfordringer med å finne lukene og ta til seg den luften som der er behov for. Hvis vi antar på bakgrunn av registreringene at det på snitt er 200 fisk/time som snapper luft i en luke, vil det i 14 luker til sammen være 2800 fisk som snapper luft på en time. Dette tilsvarer at hver fisk i gjennomsnitt fyller fiskeblæren hvert 3. døgn.

6.3 Helseovervåkning

Helseovervåkning er gjennomført av Åkerblå.

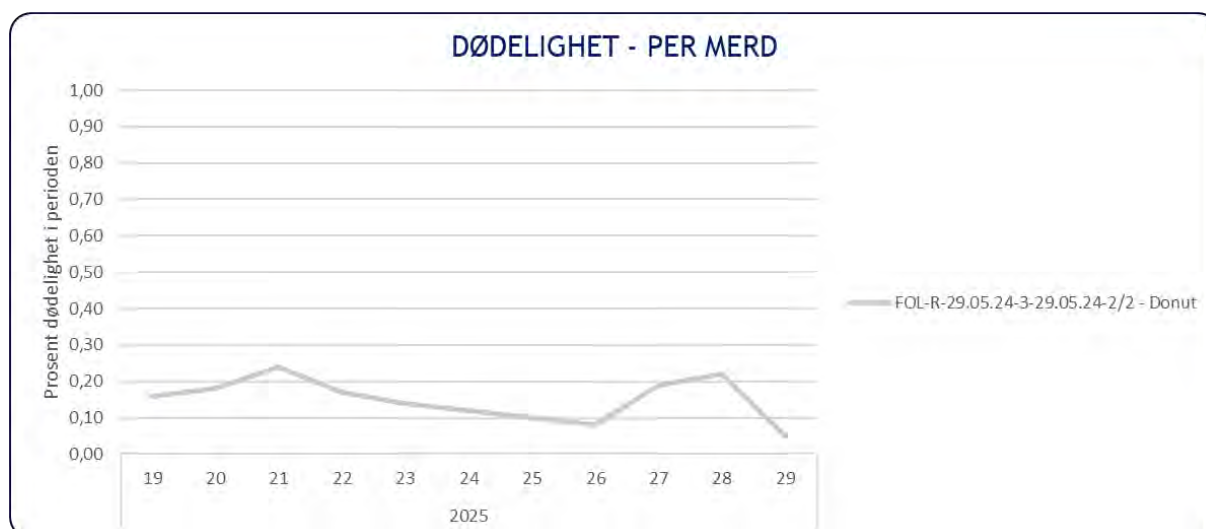
Ved helsebesøk 6. mai ble helsestatus vurdert å være generelt god med god appetitt og lav dødelighet, se Figur 20. Fisken ga et normalt inntrykk ved inspeksjon, men det ble registrert noen slitasjeskader på fisken fra tidligere håndteringer. Gjellene var stort sett røde og fine, enkeltfisk med svake forandringer. Innsendte histologiprøver fra besøket viste sparsomme til moderate forandringer på gjellene.

Ved neste helsebesøk, 2. juni, ble helse- og velferdsstatus også vurdert som generelt god med god appetitt og normal atferd. Dødeligheten hadde variert fra moderat til forøket hvor årsaken til dødelighet ble vurdert å skyldes sår etter tidligere håndteringer. Enkeltfisk viste tegn til sirkulasjonssvikt.

Ved velferdsscoreing ble det observert nye sår/hudblødninger på enkeltfisk (røde områder i hud med skjellommeødem). Histologisk undersøkelse av hudforandringer viste tap av ytre hudlag, med betennelse og nekroser, blødninger og fibrindannelse. Ingen agens ble observert, og forandringene ga mistanke om vannbårent skadelig materialer (f.eks. nesledyr). Bakterieprøver var svak positiv med blandingsvekst og ble ikke sendt inn til videre undersøkelse.

Gjellene var fortsatt stort sett røde og fine, enkeltfisk hadde svake forandringer med økt slim på gjeller. Histologiske undersøkelser antydte at forandringene skyldtes vannbårent materiale om nesledyr. Ellers fremstod gjellene i hovedsak sparsomme til moderat påkjente.

Siden fiskegruppen skulle bli sendt til slakt i begynnelsen av juli ble helsebesøk i juli erstattet med en skriftlig helseoppdatering som ble skrevet ut ifra samtale med driftsleder og tall fra FishTalk. Helsestatus hadde vært stabil med normal atferd, god appetitt og nedgående dødelighet, foruten en svak økning i dødelighet i uke 27. Det ble observert sårheling både på bilder og ved lusetelling, og det ble ikke lenger observert hudforandringer som tidligere hadde blitt registrert (røde områder i hud med skjellommeødem).



Figur 20 Dødelighet produksjonssyklus 2. Grafen viser ukentlig dødelighet for fiskegruppe FOL-R-29.05.24-3-29.05.24-2/2 f.o.m uke 19 t.o.m uke 29, 2025. Fiskegruppen ble flyttet til Marine Donut fra lokalitet Lybergsvika i slutten av uke 18. Fiskegruppen ble flyttet til åpen merd i slutten av uke 27 og sendt til slakt ila uke 29.

6.4 Velferdsscore og rapportering

Fisk har manuelt blitt velferdsscoret ukentlig i forbindelse med lusetelling, i tillegg er det samlet inn data fra Aquabite.

Resultater fra gjennomførte velferdsscoringer er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Velferdsscore produksjonssyklus 2; Tabellen viser snitt av 20 fisk hvor 0 er laveste score og 3 er høyeste score.
*Scoring gjennomført med fiskehelsepersonell fra Åkerblå.

Uke	Snutesår	Sår	Kjønnsmodning	Finneslitasje	Deformitet
19*	0,4	0,5	0	1,2	0
20	0,3	0,5	0	0,75	0
21	0,15	0,55	0	0,4	0
22	0,25	0,55	0	0,85	0
23*	0,6	0,5	0	1,05	0
24	0,3	0,2	0,1	0,65	0
25	0,45	0,65	0	0,3	0
26	0,7	0,1	0	1,2	0,10
27	0,25	0,65	0	0,7	0

Velferdsscoringen viser at det var et innslag av kroppssår, finneslitasje og snutesår da fisken kom til Donuten, og innslaget har holdt seg relativt stabilt gjennom ukene fiskegruppene var i den lukkede enheten. Kun sporadiske fisk med tegn til kjønnsmodning og deformiteter registrert.

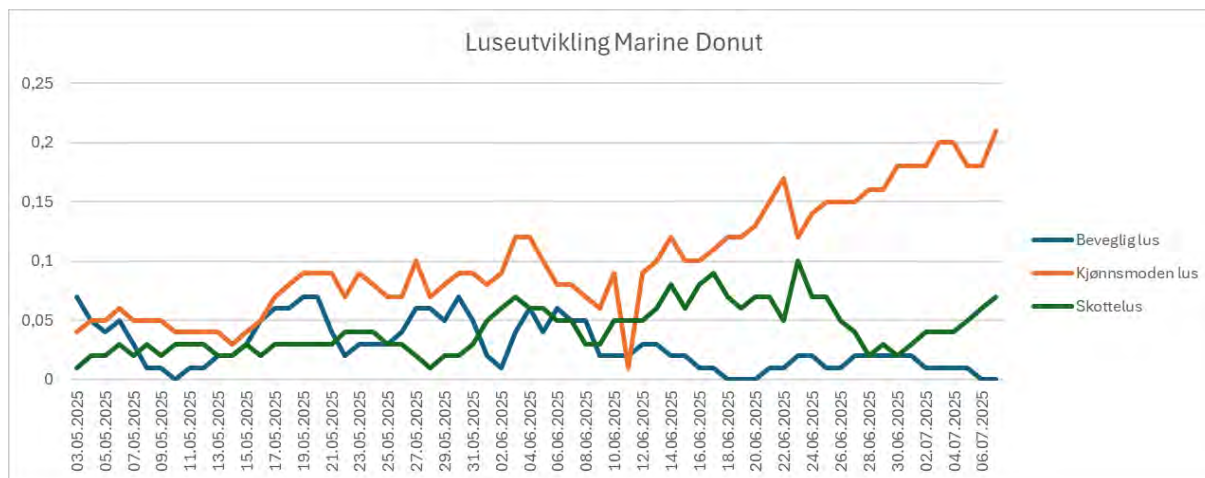
I uke 23 ble det registrert en ny type hudforandring, scoret til 0,5 i snitt, med skjellommeødem og blødning i hud. Histologisk undersøkelse viste tap av ytre hudlag, med betennelse og nekroser, blødninger og fibrindannelse. Ingen agens ble observert, og forandringene ga mistanke om vannbårent skadelig materialer (f.eks. nesledyr). Ved helseoppdatering i uke 27 ble det meldt at man ikke lenger observerte disse hudforandringene.

Luseutviklingen i Donut

Fisken som ble flyttet til Donuten hadde vært gjennom en thermolicer-behandling før flytting og hadde generelt lite lus med seg. Trenden på luseutviklingen var lik som forrige produksjonssyklus. En gradvis økning av kjønnsmoden hunnlus, og en gradvis reduksjon av bevegelig lus. Trendene gir et godt signal på at det ikke kommer inn luselarver i inntaksvannet og at det er ingen internsmitte i fiskevolumet. Hadde fisken stått lengre i merden ville etter hvert også tallene på kjønnsmoden lus begynt å gå ned.

Det er noe variasjoner på grafene i Figur 21. Årsaken til dette er at tallene er tatt ut på dagnivå. Det har vært brukt velferdskamera fra Aquabyte for lusetelling i Marine Donut.

Det har ikke blitt gjennomført lusebehandlinger mens fisken har stått i Marine Donut.



Figur 21 Grafen viser luseutviklingen på dagnivå i Marine Donut f.o.m 3. mai t.o.m 6 juli. Produksjonssyklus 2

6.5 Overvåkning av gjellehelse

Gjellescore er utført av Åkerblå.

Gjellehelse ved mottak ble vurdert som generelt god. Det var fin farge på gjellene, enkeltfisk med svake makroskopiske forandringer. Total gjellescore ble scoret til 0,25 ved helsebesøk 6. mai. Gjelleprøver sendt til histologisk undersøkelse fra samme dag viste hovedsakelig frittstående lameller, men sparsomme til moderate forandringer i form av betennelse og karskader. Det var ikke tegn til kjente sykdommer.

Ved neste helsebesøk, 2 juni, var gjellene fortsatt stort sett røde og fine. Enkeltfisk hadde svake forandringer med økt slim på gjeller, og det var en liten økning i total gjellescore som ble scoret til 0,85 ved besøket. Gjelleprøver sendt til histologisk undersøkelse fra samme dag påviste brankitt hos ett individ, og undersøkelser antydte at forandringene skyldtes vannbårent materiale som maneter eller nesledyr. Ellers fremstod gjellene i hovedsak sparsomme til moderat påkjente hvor hovedfunn var moderat forøkt antall slimceller som indikerer uspesifikk irritasjon av gjellevevet.

10 gjelleprøver tatt ut av anlegget 3. juli ble sendt til histologisk undersøkelse, og prøvene påviste brankitt hos ett individ og uspesifikk gjelleirritasjon hos ett individ. Gjellene ble vurdert fra sparsomt til moderat påkjente. Det var uspesifikke forandringer og funnene mistenkes å skyldes vannbårent skadelig materiale (maneter, alger).

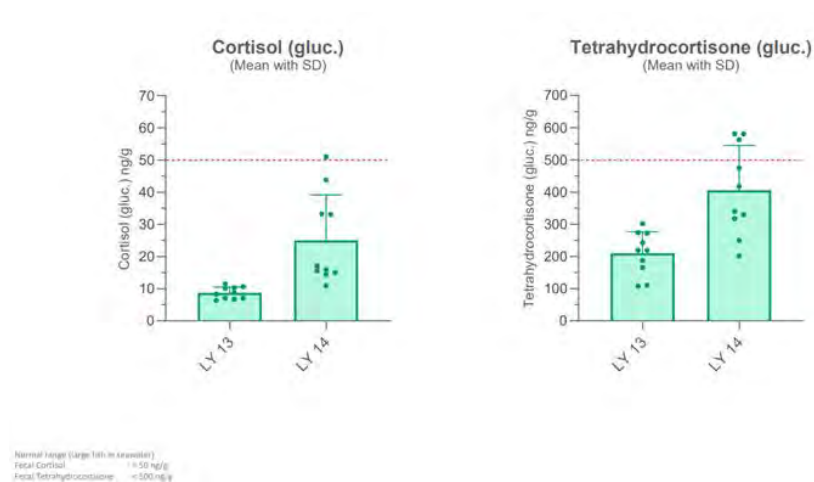
Det var en liten økning av total gjellescore mens fisken stod i Donut, men de histologiske funnene på gjellene fremstod som relativt like for alle tre prøveuttak. Funnene var uspesifikke, uten tegn til kjente gjellesykdommer, og forandringene mistenkes å skyldes vannbårent materiale.

6.6 Verktøy for å måle stress

Fecesprøver, for analyse av stress, er gjennomført før flytting av fisk fra Lybergsvika og fra fisk i Marine Donut.

Fra Lybergsvika før flytting

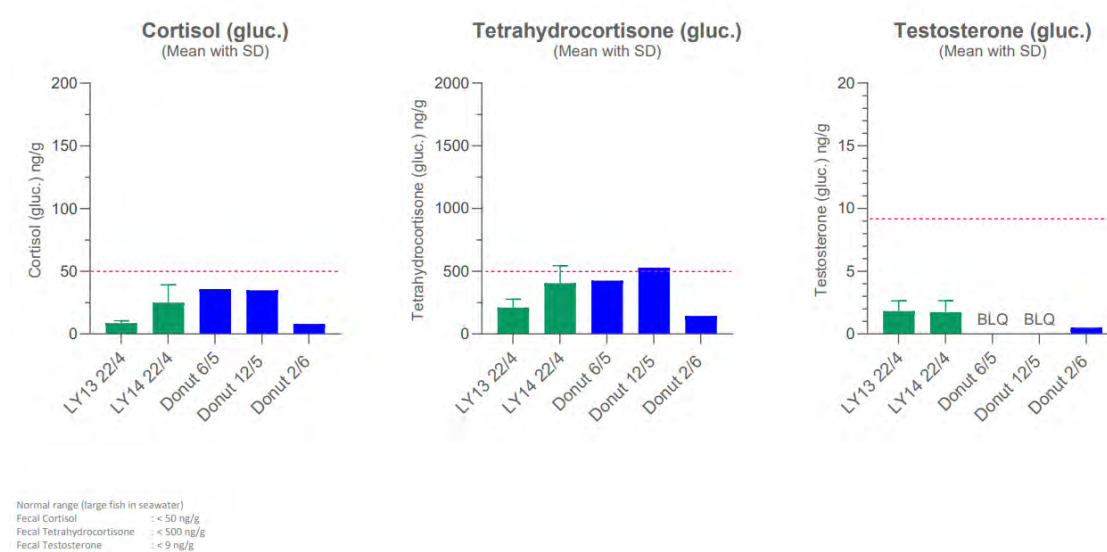
- Resultat fra 20 prøvetatte fisk på lokalitet Lybergsvika 22. april 2025 viste jevnt over lavt stressnivå, se Figur 22.



Figur 22 Kortisol- og testosteronnivåer fra uttak før flytting fra Lybergsvika

Fra Donut etter flytting

- Lave nivåer av kortisol både 2 dager og 1 uke etter flytting og svært lavt 2. juni.
- Nivå av tetrahydrocortisone svakt over normal verdi 1 uke etter flytting, men nivået var nede på et lavt nivå igjen 2. juni.
- Testosteron ble detektert i Donut 2. juni, men kun svært lave verdier som ikke tilsier tegn til kjønnsmodning.



Figur 23 Kortisol- og testosteronnivåer fra uttak i MD, produksjonssyklus 2

Stresshormoner målt i forkant og etterkant av flytting, og i produksjonsperioden er som forventet. Fra et svært lavt nivå på Lybergsvika før flytting, en økning i forbindelse med flytteoperasjon og i perioden etter fisken er kommet i Marine Donut - før den har akklimatisert og normalisert seg, se Figur 23. Før den igjen har et stressnivå tilsvarende som den hadde på Lybergsvika. Det er en god indikasjon på fisken er i en god tilstand – uten større stresspåvirkende faktorer i Marine Donut.

6.7 Biosikkerhet

Det ble ikke påvist alvorlig smittsom sykdom hos fiskegruppen. Fisken ble månedlig screenet for PD før og etter den ble flyttet fra lokalitet Lybergsvika til Donuten. I tillegg ble 10 individer undersøkt for ILAV før flytting.

Før slakt ble fiskegruppen, i tillegg til SAV, undersøkt for ILAV.

- 22.04.2025 (før flytting): 70 hjerteprøver undersøkt for SAV, 10 hjerte- og 9 nyreprøver undersøkt for ILAV: negativt.
- 06.05.2025: 20 hjerteprøver undersøkt for SAV: negativt.
- 02.06.2025: 20 hjerteprøver undersøkt for SAV: negativt.
- 26.06.2025 (før slakt): 20 hjerteprøver undersøkt for ILAV og SAV: negativt.

Resultater prøvetaking UV – effekt

UV-anlegg har til hensikt å forbedre vannkvalitet på inntaksvannet og redusere mengde virus, bakterier og parasitter som fisken i tanken eksponeres for – og vil da være med å forebygge mulig sykdom ved reduksjon av patogen. UV-anlegget til MD har ikke kapasitet eller var å forvente å sterilisere vannet, og det har heller ingen hensikt. Resultater fra UV-prøver tatt i løpet av produksjonssyklus 1 er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Oversikt over UV-prøver, produksjonssyklus 2

Dato	Prøve punkt	Vibrio spp.	Reduksjonsgrad vibrio	Kommentar:
10.06.2025	UV1	690	72,40	Vibrio spp. Flere punkter med redusert reduksjonsgrad.
10.06.2025	UV2	20	99,20	
10.06.2025	UV3	530	78,80	
10.06.2025	UV4	180	92,80	
10.06.2025	UV5	7	99,72	
10.06.2025	UV6	100	96,00	
10.06.2025	Før UV	2500		
03.07.2025	UV1	58	96,78	Vibrio spp. God reduksjon med unntak av UV2.
03.07.2025	UV2	180	90,00	
03.07.2025	UV3	6	99,67	
03.07.2025	UV4	2	99,89	
03.07.2025	UV5	3	99,83	
03.07.2025	UV6	5	99,72	
03.07.2025	Før UV	1800		

Resultater fra UV-prøver, se Tabell 4, 10.06.25: Lav ytelse ved punkt UV1 og UV3 og usikkert hvorfor punktene leverer så markant lavere. Det kan være forårsaket av mye turbiditet eller mye organisk materialet, men må også ses opp mot rutiner for vedlikehold i form av rutiner.

Ved måling som er gjennomført 03.07.25 er det jevnere og en bedre reduksjon av vibrio spp., med unntak av punkt UV2. Vi mistenker at avvik i prøvene for UV1 og UV3 i juni 2025 og UV2 juli 2025 skyldes kontaminering av prøvene i forbindelse med prøveuttak.

7 Produksjonsdata

7.1 Formål

En rekke produksjonsparameter kartlegges tilsvarende det som gjøres ved konvensjonell drift. Hensikten er å dokumentere at systemet fungerer i henhold til intensjon og avdekke eventuelle systemfeil som kan påvirke biologiske prestasjoner, fiskehelse eller fiskevelferd.

7.2 Program

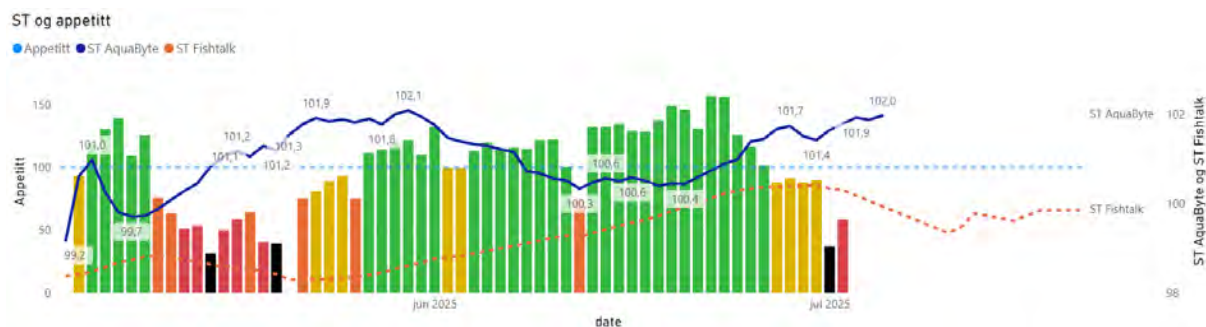
Følgende produksjonsdata registreres i henhold til program:

- Antall fisk
- Tilvekst
- Utfôring
- Biomassekontroll og tetthet
- Belysning
- Vannmengde
- Effekt UV
- Slaktet antall

Produksjonsdata lagres i FishTalk i henhold til standard prosedyre. Kunstig belysning står på kontinuerlig. Vannmengde og effekt UV lagres i skyløsning.

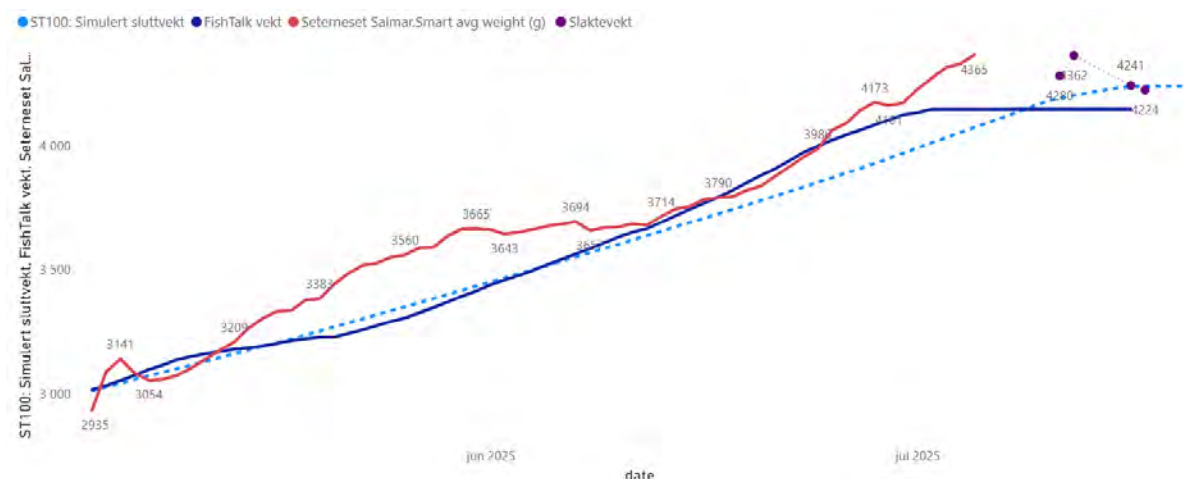
7.3 Resultater

Det ble gjennomført totalt 2 innsett med fisk i MD i andre produksjonssyklus. Den totale produksjonen for produksjonssyklus 2 endte på 236 207 kg, snittvekstsøkning på 1,273 kg med en økonomisk utgående fôrfaktor på 1,20.



Figur 24 Oversikt over appetitt og tilvekst gjennom produksjonssyklus 2

Utfôringen i produksjonssyklus 2 var i store perioder veldig bra, se Figur 24. I mai var det en periode med noe lavere utfôring og tilvekst. Det var to årsaker til det, det var en periode hvor det var to pumper som var ute av drift. I tillegg ble det redusert på fôringen i forbindelse med den strukturelle skaden på merden. Det var vurdert å avslutte produksjonen umiddelbart, men produksjonen fortsatte til alle nødvendige tiltak for en trygg tømning av merden var gjennomført.



Figur 25 Reell tilvekst sammenlignet mot forventet tilvekst produksjonssyklus 2

Veksten på fisken i perioden var god, se Figur 25, til tross for perioden i mai med lavere utfôring. Slaktevekten endte på 4276 gram, dette er i godt samsvar med SalMar sin vekstmodell.

Generelt om produksjon i Marine Donut

SalMar og BlueGreen har gjennom erfaringer fra funksjonstester, testinnsett av fisk (mai 24), produksjonssyklus 1 og produksjonssyklus 2 gjennomført endringer som gjør at merden fungerer godt. Merden har en utforming på fiskevolumet, som gjør at innblanding av nytt vann gir en jevn vannkvalitet i hele volumet. Dette gir et godt grunnlag for produksjon av fisk.

Endringer som er gjennomført er hovedsakelig for å løse merdens «praktiske» funksjoner. Det er gjennomført endringer på oppsettet til strømsettere for å forbedre transport av dødfisk og slam. Strømsetterne er senket lengre ned i fiskevolumet for å øke bunnstrømmen. Som nevnt i rapporten blir det også montert ledelist før neste innsett for å forhindre og redusere problemstillingen med dødfisk på avløpsrister.

I drift gjøres det lite endringer på inntakspumper og strømsettere. Inntakspumpene går på 100% og strømsettere går på 120%. Dette oppsettet gir et godt miljø for fisken og merden løser de «praktiske» funksjonene godt.

Styresystemet for merden fungerer godt, det gir den nødvendige innsikten for å vite at fisken har det bra i merden og at vannkvaliteten er som forventet. Tilgangen til data fungerer godt i hverdagen og eksport av data fungerer bra med tanke på sammenstilling med produksjonsdata og analyser i etterkant.

Heving og senking av merden i forbindelse med vedlikehold og levering av fisk har fungert som tiltenkt. Merdene er nå tømt for fisk 3 ganger og vi har ikke opplevd noen hendelser som har utfordret fiskevelferden ved tømning. Prosedyrer er endret og oppdatert basert på de erfaringene vi har gjort oss. I all hovedsak er det, som tidligere nevnt, gjort endringer med tanke på å redusere belastinger på struktur ved levering.

Det mest utfordrende er fôringen og dette er en problemstilling som det må jobbes med før neste utsett. Det er behov for å få for å få bedre «oppløsning» på nødvendige endringer i fôringsintensitet og mengde fôr pr dag. Pr i dag er ikke denne utfordringen løst, men det kommer til å jobbes med ut over våren 26.

8 Produktkvalitet

8.1 Formål

Sikre at produktkvalitet på fisken som produseres i Marine Donut ivaretas.

8.2 Resultater

Marine Donut ble tømt for fisk i 6. juli 2025. Slakteresultater er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Slakteresultater Marine Donut - produksjonssyklus 2

Slakte resultater			Kvalitet		
Slaktet ant	Snittvekt [kg]	Biomasse [kg]	Superior [%]	Prod 1 [%]	Vrak [%]
183 018	4,285	784 172	90,90	7,70	1,4

Resultatene avviker lite sammenlignet med tilsvarende fisk som ble slaktet på Lybergsvika. Tilsvarende fiskegruppe på Lybergsvika hadde en Superiorandel på 93,3%.

Det er i all hovedsak slaktevekt som er det største avviket, årsaken til det er at vi måtte avslutte produksjonen i Marine Donut ca 3 uker før estimert slaktetidspunkt.

Det er ikke noe i resultatet som tilsier at produksjon i Marine Donut påvirker produktkvalitet negativt.

9 Data og kommunikasjon

Data fra sensorer lastes (push) fra ABB til et API hos SalMar og lagres i SalMars datavarehus. På grunn av utfordringer i datavarehuset, er data aggregert til 10-minutters intervall for å holde datamengde nede. Data er så eksportert til Excel for analyse, og til dels videre til Power BI for presentasjon/distribusjon.

Datainnsamling på lokalitet og overføring til SalMars API har fungert godt.

Jobben med ny dataplattform pågår fortsatt, der tidsseriedata med høyere oppløsning kan håndteres bedre. Det vil da settes opp datastrøm med høyere oppløsning og mer strømlinjeformet rapportering. I datavarehuset kan data fra MD settes sammen med biologiske data fra Fishtalk, kameradata fra Aquabyte og data fra andre kilder på en mer automatisert måte enn hva som gjøres i dag.

Det er laget en Power BI rapport som sammenstiller data fra flere kilder, Fishtalk, ABB-kontrollsystem og velferdskamera fra Akvabyte. Denne rapporten gir oss mulighet til å sette produksjonsdata, tekniske data og velferdsdata sammen for å finne korrelasjoner som fremover kan gi oss en merverdi. Pr i dag gir denne rapporten mest med tanke på analyser i etterkant, i det daglige er det fortsatt styresystemet som gir grunnlag for avgjørelser som tas i produksjonen. Over tid vil denne type rapporter gi oss en læring som vil føre til endringer i oppsett gjennom produksjonen.

10 Tekniske prestasjoner

Teknisk måleprogram for kartlegging av vannstrømhastigheter i Marine Donut er gjennomført i henhold til måleprogram. Resultater fra fullskalamålingene vs. CFD-analysene er presentert i egen rapport /6/.

Fullskala målinger av vanntrykk på mantelen (innvending og utvendig), laster i haneføtter og globale bevegelser til Marine Donut, samt registrering av bølgehøyder, -retning og strøm på lokaliteten er avsluttet. Sammenligning mellom hydrodynamisk analyse og fullskalamålinger av hydrodynamisk trykk på mantel og globale bevegelser er presenter i et eget memo /7/.

Sammenligning mellom forankringsanalyse og fullskalamålinger av laster i haneføtter er publisert i et eget memo /8/.

11 Referanser

- /1/ Rapport 2879-12-23N Seterneset, «Strømmålingsforsøk desember 2023, Marine Donut, Seterneset, Molde kommune», datert 15.01.2024.
- /2/ Memo nr. Ranold-2023-1578 «Samsvarsvurdering intern strømning Marine Donut», Rev 01 datert 10. juli 2024.
- /3/ Måleprogram; «Marine Donut: Måleprogram 7.1 for dokumentering av resultater fra driftsfase – versjon 2»
- /4/ Marine Donut Måleprogram produksjonssyklus 1 – midtveisrapport målekriterie 8.1 Rev. 0, datert 08.10.2024.
- /5/ Marine Donut Måleprogram produksjonssyklus 1 – Sluttrapport målekriterie 8.1 Rev. 0, datert 07.08.2025.
- /6/ Ranold Rapport nr. Ranold-2023-1578-00 «Intern vannstrøm i Marine Donut – sammenligning mellom CFD analyser og fullskalamålinger», Rev. 00, datert 4. september 2025.
- /7/ Ranold Memo nr. Ranold-2023-1578 «Samsvarsvurdering hydrodynamisk analyse Marine Donut», Rev 01, datert 30. november 2025.
- /8/ Scale AQ Teknisk Notat «Seterneset – Marine Donut – Sammenligning av fullskalamålinger mot analysemetodikk», Rev. 2.0, datert 23.12.2025.