

SalMar Farming AS

# Marine Donut

Måleprogram produksjonssyklus 1  
Midtveisrapport målkriterie 8.1

Rev.	Dato	Bakgrunn for utgivelse	Laget av	Kontrollert av	Godkjent av
0	08.10.2024	Statusrapport til Fiskeridirektoratet	SH	JS/EL	BM

Revisjon 0; 08.10.2024

## Innhold

1	Sammendrag .....	3
2	Innledning.....	4
3	Forkortelser og definisjoner .....	5
4	Vannkvalitet og miljøbaserte parameter .....	6
4.1	Formål.....	6
4.2	Foreløpige resultater .....	6
4.3	Erfaringer/kommentarer .....	7
5	Erfaringer drift .....	8
5.1	Formål.....	8
5.2	Mottak av fisk.....	8
5.3	Opptak av dødfisk .....	9
5.4	Fôring .....	10
5.5	Prøveuttak av fisk for overvåkning .....	10
5.6	Trenging av fisk.....	11
5.7	Kameraovervåkning i vannvolum.....	11
6	Fiskehelse, adferd og velferd .....	11
6.1	Formål.....	11
6.2	Fylling av svømmeblære .....	11
6.3	Helseovervåkning .....	11
6.4	Velferdsscore og rapportering.....	12
6.5	Overvåkning av gjellehelse .....	13
6.6	Verktøy for å måle stress .....	14
6.7	Biosikkerhet.....	15
7	Produksjonsdata .....	16
7.1	Formål.....	16
7.2	Program.....	16
8	Produktkvalitet .....	16
8.1	Formål.....	16
8.2	Program.....	16
9	Data og kommunikasjon .....	16
10	Tekniske prestasjoner .....	17
10.1	Pumpefunksjon.....	17
10.1.1	Formål .....	17
10.1.2	Program .....	17
10.1.3	Foreløpige resultater / erfaringer .....	18

10.2	Fullskalamålinger av merdrespons .....	23
10.2.1	Formål .....	23
10.2.2	Program .....	23
10.2.3	Foreløpige resultater / erfaringer .....	23
11	Referanser .....	26

# 1 Sammendrag

Denne rapporten oppsummerer status for måleprogrammet som gjennomføres i forbindelse med første produksjonssyklus i Marine Donut. Måleprogrammet gjennomføres 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 skal gjennomføres for hver produksjonssyklus.

Midtveisrapporten oppsummerer hva som er gjort så langt i programmet. Enkelte deler av programmet er godt i gang, mens andre deler av programmet har av naturlige grunner ikke startet ennå, f.eks. evaluering av slaktkvalitet. Analyser, evaluering og vurdering av funn, samt sammenstilling av måledata mot produksjonsdata vil bli omhandlet i sluttrapporten.

Måleprogrammet har kommet godt i gang, 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 midtveisstatus for hver enkelt del av programmet.

- **Vannkvalitet og miljøbaserte parameter:** Kapittel 4 omhandler vannkvalitet og miljøbaserte parametere og beskriver overvåkingen av vannkvaliteten i Marine Donut. Vannkvalitetsparametere som oksygennivå, turbiditet, pH, salinitet, temperatur og algeinnhold registreres daglig i samsvar med programmet. Dataene lagres i en skyløsning for videre evaluering i sluttrapporten.

**Erfaringer drift:** Driftserfaringer med Marine Donut beskrives i kapittel 5. Det har blitt gjennomført fire vellykkede mottak av fisk uten fiskevelferdsproblemer. Vi har begrenset driftserfaring med biologisk produksjon i Marine Donut, men så langt ser det bra ut. Ved idriftsetting av ny teknologi forventes det justeringer av både prosedyrer og utstyr. Noen tekniske endringer er gjennomført på blant annet dødfisksystem og førsystem, som følge av driftserfaringer.

- **Fiskehelse, adferd og velferd:** Kapittel 6 omhandler oppfølging av fiskehelse, adferd og velferd i Marine Donut. Det beskriver overvåking av fiskehelse gjennom regelmessige kontroller og velferdsscoringer. Utbrudd av Pankreassykdom (PD) er påvist i fiskegruppen, men dødeligheten er foreløpig lav.

Velferdsparametere som finneslitasje, katarakt og øyeskade blir registrert ukentlig. Gjellehelse overvåkes, og det har blitt utført gjelleprøver for å avdekke eventuelle sykdommer. Kortisolnivåer fra fecesprøver viser ingen tegn til stress.

- **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. Data som antall fisk, tilvekst, utføring,

biomassekontroll, tetthet, vannmengde, og UV-effekt registres og lagres i FishTalk / skyløsning i henhold til måleprogram. Produksjonsdataene vil bli analysert etter slakt og presentert i sluttrapporten for produksjonen.

- **Produktkvalitet:** Slakting fra merd er ikke påbegynt ennå. Dette vil bli grundig dekket i sluttrapporten for måleprogrammet.
- **Data og dokumentasjon:** Data og kommunikasjonssystemet fungerer og lagrer data som planlagt. Evaluering av data vil bli gjennomført i forbindelse med sluttrapportering.
- **Tekniske prestasjoner:** Kapittel 10 gir en kort status for måleprogram for tekniske prestasjoner. Målinger av strømhastigheter i Marine Donut, uten fisk, med hhv. 60% og 100% thrust på strømsetterne ble gjennomført i desember 2023. Målingene viste avvik mellom beregnede (CFD) og målte verdier, der CFD-modellen overpredikerte hastighetene i systemet med mer enn 50%.

Fullskalamålinger av merdrespons skal gjennomføres med formål å verifisere de numeriske analysene. Måleprogrammet dekker tre områder: hydrodynamisk trykk, globale bevegelser, og krefter i forankringslinene. Sensorer for måling av innvendig og utvendig hydrodynamisk trykk, samt sensorer for måling av global respons (GPS og IMU) ble montert 4 september 2024. Lastceller for krefter i forankringslinene er bestilt og vil bli montert i løpet av oktober/november 2024. Målinger av merdrespons skal etter planen pågå i ett år. Resultatene vil sammenholdt med de numeriske analysene og presentert i en egen rapport.

## 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. Denne rapporten gir en oversikt over status for måleprogrammet midtveis i første produksjonssyklus i MD.

Første fisk ble overført til MD i forbindelse med et mottak av 15 000 fisk 4/5-24, for testing av mottak, fôring, vannmiljø og levering av fisk. Denne testen er ikke en del av det offisielle måleprogrammet, men ble gjennomført for utprøving av kritiske MD funksjoner med få fisk og lav risiko. Fisken ble holdt i MD i ca. 3 uker før den ble levert for slakt. Utprøvingen av MD var vellykket, og merden ble etter uttesting klargjort for oppstart av måleprogrammet.

I måleprogram 1 er det overført totalt 195 000 laks til MD, fordelt på tre mottak, hhv. 10/7-24, 10/8-24 og 13/8-24. Laks med snittvekt på ca. 3 kg (første mottak) og ca. 4 kg (siste mottak) ble overført fra lokalitet 27215 Myrane, Vestnes kommune.

Før innsett i MD ble fisken avluset ved bruk av hydrolicer.

### 3 Forkortelser og definisjoner

CFD	Computational Fluid Dynamics
HMI	Human-machine interface (grensesnitt for menneske-maskin-interaksjon)
MD	Marine Donut
NTU	Turbiditet
PD	Pancreas disease
TGP	Totalgass
TTS	Totalt suspendert stoff

## 4 Vannkvalitet og miljøbaserte parameter

### 4.1 Formål

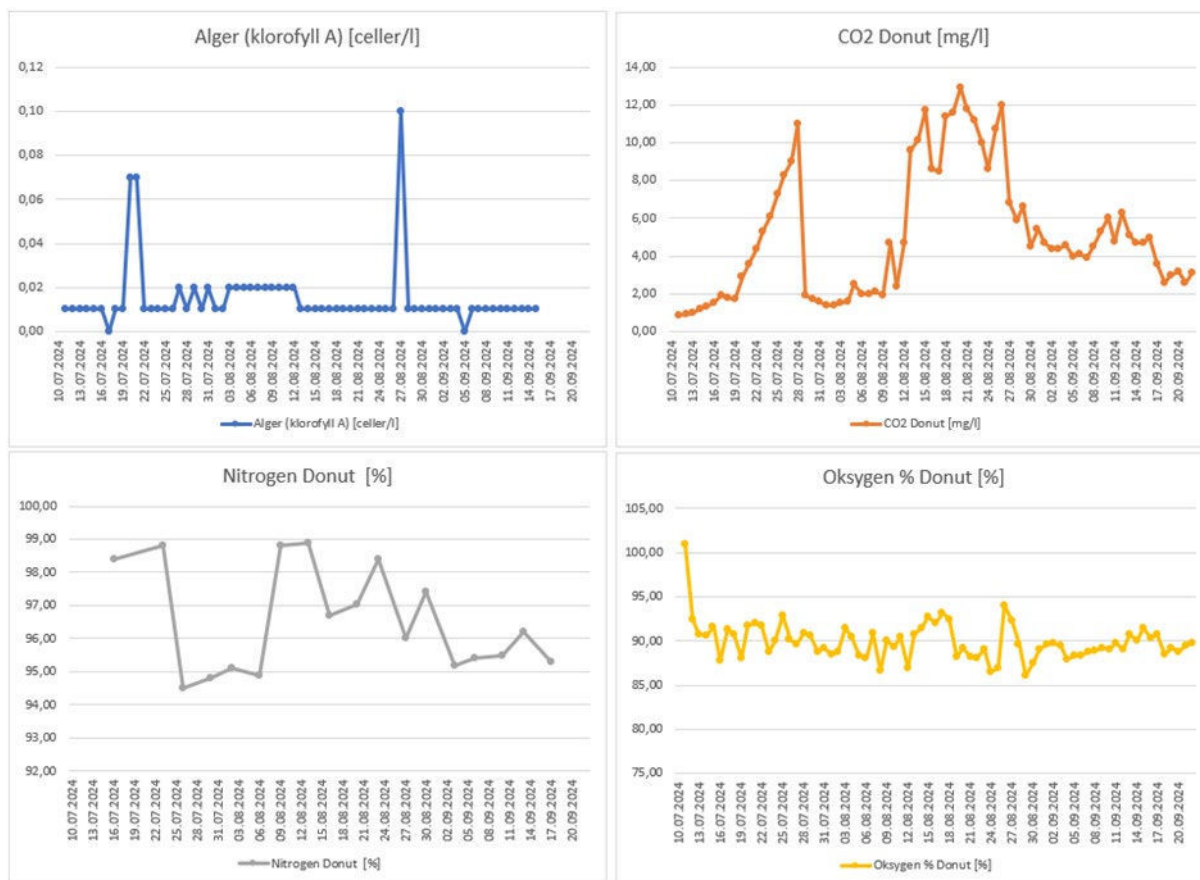
Marine Donut er satt opp med en omfattende instrumenteringspakke for overvåking av vannkvalitet. Målingene vil gi oss et godt svar på merden sin tekniske ytelse og dets evne til å gi fisken et godt vannmiljø.

### 4.2 Foreløpige resultater

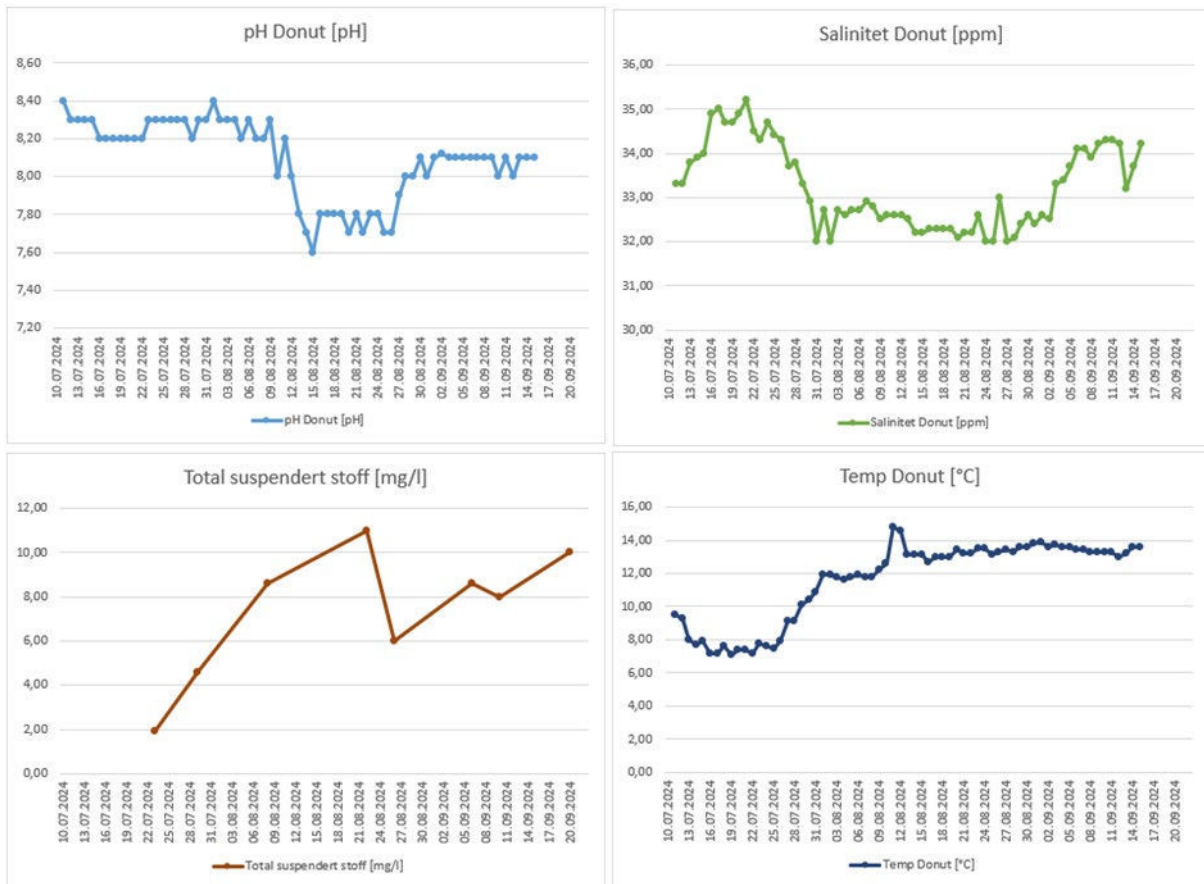
Vannkvaliteten overvåkes av instrumentpakken som er levert med merden. Målinger av følgende vannkvalitetsparametere er gjennomført daglig med merdens instrumentering siden 10/7-24.

- O2
- Turbiditet (NTU) og totalt suspendert stoff (TTS).
- pH
- Salinitet
- CO2
- Temperatur, sjø
- Alger (klorofyll A)

Eksempel på måledata fra ovennevnte vannkvalitetsparametere er vist i Figur 1 og Figur 2.



Figur 1 Vannkvalitetsparametere (klorofyll, CO2, Nitrogen og Oksygen) i Marine Donut, 10/7 – 20/9-2024



Figur 2 Vannkvalitetsparametere (pH, salinitet, TSS og temperatur) i Marine Donut, 10/7 – 20/9-2024

Når det gjelder måling av turbiditet (NTU) og totalt suspendert stoff (TTS), så har vi hatt avvik pga. feilkalibrering og feil skalering i HMI program.

I tillegg er det gjennomført ukentlige målinger av;

- Totalgass (TGP)
- Turbiditet (NTU) og totalt suspendert stoff (TTS) (Vannprøver)

Resultatene fra disse målingen vil bli nærmere beskrevet i sluttrapporten.

### 4.3 Erfaringer/kommentarer

Instrumentpakken for måling av vannkvalitetsparametere har i hovedsak fungert bra.

Vi har imidlertid slitt med å få ut korrekte turbiditetstall. Dette skyldes både at utstyret har vært kalibrert på feil måte og at desimalinnstillingen i HMI system har vært feil. Det jobbes med å løse problemet og vi forventer snart løsning.

Erfaringer med selve sensorene som er brukt (Troll) er god, men vi har i senere tid opplevd kommunikasjonsproblemer mellom PC og Trollsensoren.



Datafangst fungerer som forventet og måledata lagres i skyløsning (linea). Formatet er kompatibelt med Power BI og evaluering av måledataene vil bli presentert i sluttrapporten.

## 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

Det er gjennomført totalt fire mottak av fisk i MD. Brønnbåtene som er benyttet er tilpasset levering til MD ved å forlenge losseslangene, se Figur 3. Total lengde på losseslangene er ca. 18 meter.

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



Figur 3 Mottak av fisk Marine Donut

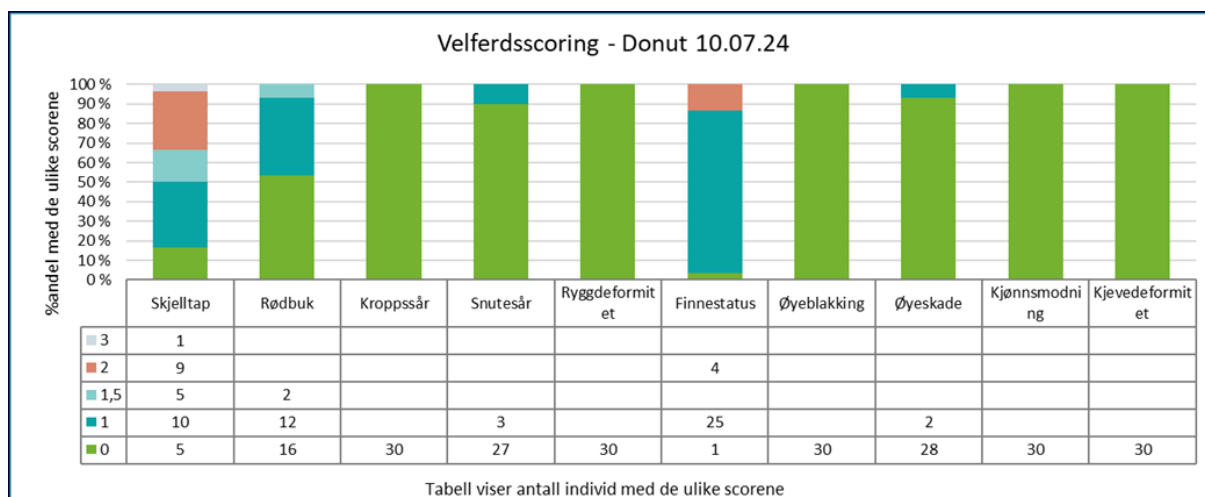
Under mottak av fisk er det gjennomført både visuelle observasjoner fra lukeåpning og videoovervåking i vannvolumet hvor fisken kommer ut av losseslangene.

Vi ser at videoovervåking fungerer 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.

I etterkant av mottak er det gjennomført velferdsscore. Velferdsscore av 30 fisk fra MD få timer etter mottak ble gjennomført av Åkerblå. Fisken framstod rolig i enheten, og førsteintrykket var

godt. Det var størst forekomst av risttap (1,28 i snitt) og finneslitasje (1,1 i snitt). Det var også innslag av rødbruk og enkeltfisk hadde snutesår og øyeskade. Fiskegruppen ble avluset med hydrolicer få dager før besøket, og funnen relateres til dette.

Det ble ikke funnet kroppssår, ryggdeformiteter, øyeblikking, kjønnsmodning eller kjevedeformiteter ved velferdsscoren. En kort oppsummering fra velferdsscore, gjennomført av Åkerblå etter mottak, er vist i Figur 4.



Figur 4 Oppsummering fra velferdsscore etter mottak - Åkerblå

### 5.3 Opptak av dødfisk

Dødfisksystemet er et essensielt system hvor vi allerede har gjort oss noen erfaringer. En forutsetning for at dødfisksystemet skal fungere er at dødfisk transporteres til fiskfellene (2 stk.). Dødfisk skal transporteres til fiskefellene med vannstrømmen i MD og vannhastigheten er derfor en viktig parameter. Vannstrømmålinger som vi har gjennomført, se kapittel 10, viser at den tangentielle vannhastigheten er betydelig lavere enn beregnet (CFD analyser).

Tiltak er iverksatt ved å øke hastigheten på strømsetterne til maksimal trust, samt å senke strømsetterne dypere ned i oppdrettsvolumet. Disse tiltakene har forbedret transport av dødfisk.

Vi kan fremdeles ved droneinspeksjoner se at enkelte dødfisk kan suge sag fast til utløpsrist før de når dødfiskfellene. Disse få fiskene skubbes løs med ROV, slik at de blir tatt med strømmen til dødfiskfellene.

Fra fiskefellene fjernes dødfisk ved hjelp av en mammutpumpe. Dødfiskfellen er utrustet med spyledyser for å flytte dødfisk til lift-up åpning. Rett etter utsett så klarte vi ikke å suge opp all dødfisk fra fiskefellene. Det ble derfor gjennomført tiltak som besto i å øke vanntrykket til spyledysene, samt endre retningen på dysene som spylar fisk mot lift-up åpning. Dette ble utført etter funksjonstesten, som ble gjennomført før måleprogrammet startet.

Etter nevnte tiltak ser vi, både ved kontroll med rov, og på kamera som er montert over dødfiskfellene, at dødfiskopptaket fungerer fint.

Ved høy biomasse har vi utfordringer med å se ned i dødfiskfellene via det fastmonterte kameraet. Årsaken til dette er at fisk plasserer seg mellom kamera og felle, slik at skygge skapes. Fiskefellene kontrolleres med ROV å avhjelpe dette.

## 5.4 Fôring

Fôring på MD skjer via 6 stk. fôrautomater med hver sin fôrsilo. Vi har opplevd tekniske utfordringer med automatisk fylling av automatene. Dette pga. svikt i nivåsensor i fôrsiloen på fôrautomatene på MD. Nivåsensorene ble ødelagt som følge av statisk elektrisitet i fôrsiloene. Det har derfor i perioder vært nødvendig med manuell fylling av fôrautomatene.

Nivåsensorene er skiftet til en modell med jording og etter det har både automatikken og fôringen fungert som forventet.

Fisken i MD har fått PD og dette har påvirket fôringsstrategi. Daglig utfôring, tilvekst og fôrfaktor vil bli analysert og oppsummert i sluttrapporten når vi har tilgang til slaktedata.

## 5.5 Prøveuttak av fisk for overvåkning

Prøveuttak gjøres ved at en prøvetakingshåv henges i kranen på arbeidsbåt. Vi bruker kran til å senke håv ned i oppdrettsvolumet. Etter at det har kommet tilstrekkelig med fisk i håven, løftes den opp til overflaten. Fisken tas videre med håndholdt håv for videre prøvetaking og kontroll.

Vi har anskaffet en egen prøvetakingshåv som er tilpasset MD, se Figur 5. Størrelse på håv er tilpasset størrelsen på lukene hvor uttak skjer.



Figur 5 Prøvetakingshåv

Det ble valgt grov dimensjon på metallrammen for å øke vekten på håven. Dette for å hindre at håven blir tatt av vannstrømmen i MD.

Denne metodikken fungerer bra i periodene der fisken har normal appetitt. Ved klinisk PD tilstand står fisken dypere i oppdrettsvolumet, samt søker fôr i begrenset grad, noe som vanskeliggjør prøveuttak.

Observasjoner ved prøveuttak indikerer at vi får tatt ut et normalutvalg. Ut fra våre erfaringer så har vi ikke hatt behov for å endre prøveuttaksmetode.

## 5.6 Trenging av fisk

Trenging og uttak av fisk ved høy biomasse er ikke gjennomført ennå. Dette vil bli rapportert i sluttrapporten når vi har erfaring fra trenging av stor biomasse i MD.

## 5.7 Kameraovervåkning i vannvolum

De fastmonterte kameraene fungerer i hovedsak godt, men det er noen forbedringspunkter. Vi ser at mer vidvinkel kan være ønskelig enkelte steder. Videre erfarer vi at det burde være lettere tilgang til kameraene for rengjøring og vedlikehold.

I tillegg har vi hatt litt utfordringer med to kamera som ramler ut grunnet IP adressering.

Vi har ikke endret på kameraoppsett utover IP adresser, samt erstattet to som var blitt ødelagt.

# 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

Filming av luftsnapping er utført i henhold til måleprogram. Film lagres på ekstern harddisk og vil bli evaluert med hensyn til antall fisk som bryter overflaten.

Vi har i tillegg filmet fisk under vann med GoPro kamera. Kamera er montert på en brakett med lengdestav og stav til kontroll av henholdsvis svømmehastighet og tiltvinkel. Filmene lagres på ekstern harddisk og vil bli analysert med hensyn til fiskens svømmehastighet og tiltvinkel.

Resultater fra disse evalueringen vil bli presentert i sluttrapporten.

Vi observerer at mange fisk bryter vannoverflata og har så langt ingen indikasjoner på at fisk ikke får fylt svømmeblæren.

## 6.3 Helseovervåkning

Helseovervåkning er gjennomført av Åkerblå.

Etter at den første delen av fiskegruppen ble flyttet til Marine Donut 10. juli har det blitt gjennomført 3 helsebesøk på Seterneset. Ved helsebesøket 10. juli ble helsestatus vurdert å være god. Fisken stimet rolig og fint i enheten og var interessert i fôret. Det ble observert enkelte

svimere med håndteringsskader relatert til avlusing med hydrolicer få dager før flyttingen. Gjellene så fine ut, men begynte lett å blø ved berøring. Innsendte histologi-prøver fra besøket viste kun sparsomme forandringer på gjeller, og det ble ikke sett tegn til kjente gjelleagens.

Ved neste helsebesøk, 27. august, ble det påvist Pankreassykdom (heretter kalt PD) med PCR. PD er en alvorlig virussykdom som påvirker både helsestatus og fiskevelferden. Dødeligheten var lav, men appetitten var på vei ned. Fisken stod rolig i enheten, enkeltfisk ble observert hoppende. Det ble observert noe mer gjelleforandringer, i form av bleke/nekrotiske gjelletupper, hos normalfisken som ble prøvetatt ifm. målprogram, enn ved forrige besøk. Det ble påvist sparsom vekst av *Aliivibrio logei* fra hudstryk av en normalfisk med begynnende hudforandringer. Bakterien er en opportunist som vanligvis ikke gir sykdom alene, men som kan gi sykdom dersom det er skader i hud eller fisken er svekket. Det var ingen bakterievekst fra nyre, som tilsier at det ikke er en systemisk infeksjon.

Ved helsebesøk 13. september, ble helsestatus vurdert som nedsatt pga. PD-utbrudd. Dødeligheten var fortsatt på et lavt nivå, men det var dårlig appetitt. Fisken stimet rolig i enheten. Ct-verdier på innsendte PCR-prøver indikerte en økning i mengden PD-virus ved dette besøket sammenlignet med besøket i august.

Til tross for at fiskegruppene ble screenet godt for PD før flytting, mistenkes det at fiskegruppen var smittet allerede før flytting og tok med seg sykdommen fra lokalitet Myrane. Det har vært lav dødelighet i Marine Donut hele tiden mens fiskegruppen har vært i enheten.

## 6.4 Velferdsscore og rapportering

Fisken ble velferdsscoret samme dag som mottak, 10. juli med Åkerblå. Deretter har lokaliteten selv velferdsscoret 20 fisk ukentlig i forbindelse med lusetelling.

Velferdsindikatorer som er scoret er katarakt, sår, kjønnsmodning, øyeskade, finneslitasje, kjevedeformiteter og skjelettdeformiteter. Utvikling av velferdsindikatorer oppsummeres i sluttrapport.

Resultater fra foreløpig gjennomførte velferdsscoringer er vist i Tabell 1.

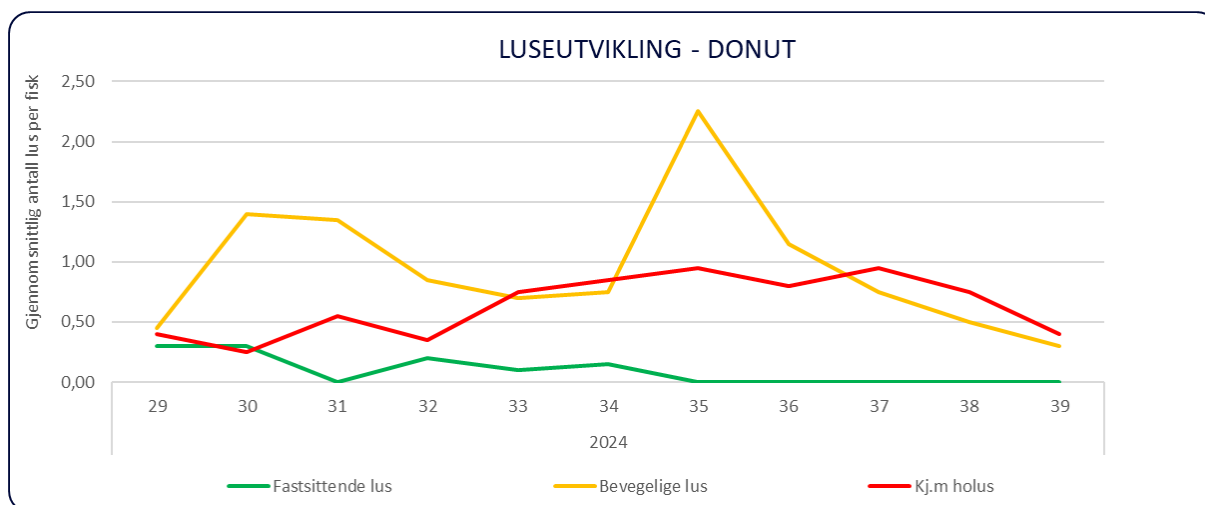
Tabell 1 Velferdsscore

Dato	Katarakt	Sår	Kjønnsmodning	Øyeskade	Finneslitasje	Deformitet; kjeve	Deformitet; skjelett
10.07.2024	0	0,1	0	0,067	1,1	0	0
16.07.2024	0,05	0	0	0	0,45	0	0
22.07.2024	0	0	0	0	0,05	0	0
29.07.2024	0	0	0	0	0,65	0	0
05.08.2024	0	0,15	0	0	0,1	0	0
12.08.2024	0	0	0	0,05	0,55	0	0
19.08.2024	0,1	0	0	0,05	0,75	0	0
26.08.2024	0	0,25	0	0	0,8	0	0
02.09.2024	0,05	0,35	0	0	0,7	0,05	0
09.09.2024	0,05	0,3	0	0,1	0,8	0	0
16.09.2024	0	0,1	0	0	0,4	0	0
23.09.2024	0	0,2	0,2	0	0,45	0	0,05

### Luseutviklingen i Donut:

Fisken som først ble flyttet til Donuten hadde vært gjennom en hydrolicer-behandling få dager før flytting, men hadde fortsatt en del lus på seg. Det ses en økning av spesielt bevegelige lus i uke 30, men deretter ses en gradvis nedgang av bevegelige lus fram til resten av fiskegruppen ble flyttet inn i Donuten i uke 32/33, se Figur 6.

Fisken som ble satt inn 10. og 12. august hadde også nylig vært gjennom en hydrolicer-behandling, men det var fortsatt mye lus på fisken. Det registreres en påfølgende økning av bevegelige lus i uke 35, men f.o.m uke 36 ses en tydelig nedgang av bevegelige lus. Det var en jevn økning av kjønnsmoden hunnlus t.o.m uke 37, men deretter ses en jevn nedgang f.o.m uke 38. Det har blitt registrert svært lite fastsittende lus.



Figur 6 Grafen viser luseutviklingen i Donut f.o.m uke 29 t.o.m uke 39. Det har ikke blitt gjennomført lusebehandlinger mens fisken har stått i Donuten.

## 6.5 Overvåking av gjellehelse

Gjellescore er utført av Åkerblå.

Gjellehelse ved mottak 10. juli: Gjellene så fine ut med fin farge, men begynte lett å blø ved berøring. Innsendte histologi-prøver fra besøket viste kun sparsomme forandringer på gjeller, og det ble ikke sett tegn til kjente gjelleagens. Det ble ikke screenet for gjelleagens.

Ved de to neste besøkene, 27.08 og 13.09, ble det observert noe mer gjelleforandringer i form av bleke/nekrotiske gjelletupper. Totalscore av 5 fisk 13. september var 1,6. På dette tidspunktet hadde resten av fiskegruppen blitt flyttet til Donuten, og hadde blant annet vært gjennom enda en hydrolicer-behandling. Ved helsebesøk på Myrane 2. august var det funn av samme typen forandringer (cellenekrose på mindre områder på en til få gjellebuer) og totalscore ble også scoret til 1,6 for fiskegruppen.

Det har ikke blitt observert tegn til aktiv AGD. Det har blitt tatt ut månedlige gjelleprøver (histologi og PCR) i forbindelse med helsebesøkene som er lagret hos fiskehelsepersonell. Det er planlagt nytt prøveuttak av gjeller før slakt som vil bli sendt til analyse hos Patogen.

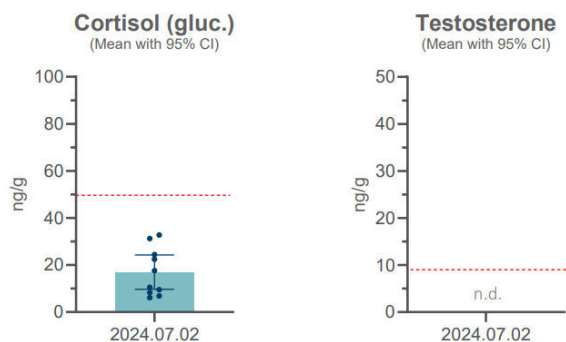


## 6.6 Verktøy for å måle stress

Fecesprøver, for analyse av stress, er gjennomført før flytting av fisk fra Myrane og fra fisk i MD.

### Fra Myrane før flytting:

Resultat fra 10 prøvetatte fisk på lokalitet Myrane 2. juli 2024 viste ingen tegn til stress. Fine lave kortisol-nivåer i alle 10 fiskene, se Figur 7. Sjekket også testosteron, og her lå alle prøvene under deteksjonsgrensen. Altså ingen tegn til kjønnsmodning.

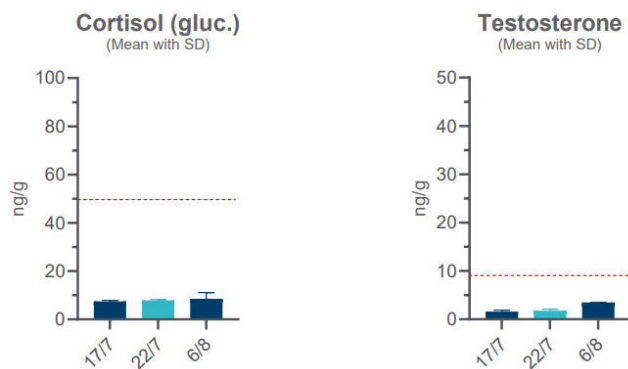


Figur 7 Kortisol- og testosteronnivåer fra uttak før flytting fra Myrane

### Fra Donut etter flytting. 17.07, 22.07 og 06.08.

Svært lave nivåer av kortisol på alle 3 uttaksdatoer og ingen tegn til stress, se Figur 8.

Testosteron ble detektert, men nivåene var svært lave. Altså heller ingen tegn til kjønnsmodning.



Figur 8 Kortisol- og testosteronnivåer fra uttak i MD

## 6.7 Biosikkerhet

Fisken ble screenet for PD før den ble flyttet fra lokalitet Myrane til Donuten. Det er likevel ikke mistanke om at fisken har blitt smittet med PD etter at den ble flyttet til Donut, men at fiskegruppen var smittet allerede før flytting og tok med seg sykdommen fra lokalitet Myrane.

01.07.2024: 80 fisk ble screenet for PD før flytting av fisk fra lokalitet Myrane til Donut. Samtlige prøver var negative.

10.07.2024: 20 fisk fra Neptune (lokalitet Seterneset) ble screenet for PD. Samtlige prøver var negative.

31.07.2024: 60 fisk ble screenet for PD før flytting av fisk fra lokalitet Myrane til Donut. Samtlige prøver var negative. Ytterligere 20 prøver ble analysert 02.08.2024 ved lokalitet Myrane, og alle prøver var negative.

27.08.2024: 20/20 prøver fra Seterneset positive for SAV, hvorav 10 av prøvene ble tatt fra Donut.

13.09.2024: 20/20 prøver fra Seterneset positive for SAV, hvorav 10 av prøvene ble tatt fra Donut



## 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. Registrerte produksjonsdata vil bli analysert og presentert i sluttrapporten når vi har slaktedata.

## 8 Produktkvalitet

### 8.1 Formål

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

### 8.2 Program

Denne delen av programmet vil gi eksakt informasjon om antall fisk slaktet, snittvekt, andel av fisk som er klassifisert som Superior, totalt innslag av Prod A og Prod B fisk, årsaker til nedklassing og kvalitetskontroll.

Dette vil bli inkludert i sluttrapporten for produksjonssyklus 1.

## 9 Data og kommunikasjon

System fungerer, data lagres som planlagt. Ikke tatt i bruk til rapportering enda.

## 10 Tekniske prestasjoner

### 10.1 Pumpefunksjon

#### 10.1.1 Formål

Marine Donut er designet for å opprettholde god vannkvalitet under hele produksjonssyklusen. Marine Donut er utstyrt med kontinuerlig måling av vannhastigheter og vannstrøm i merden for å optimalisere vekstforholdene til fisken. Disse parameterne må måles og dokumenteres for å validere CFD-analyser.

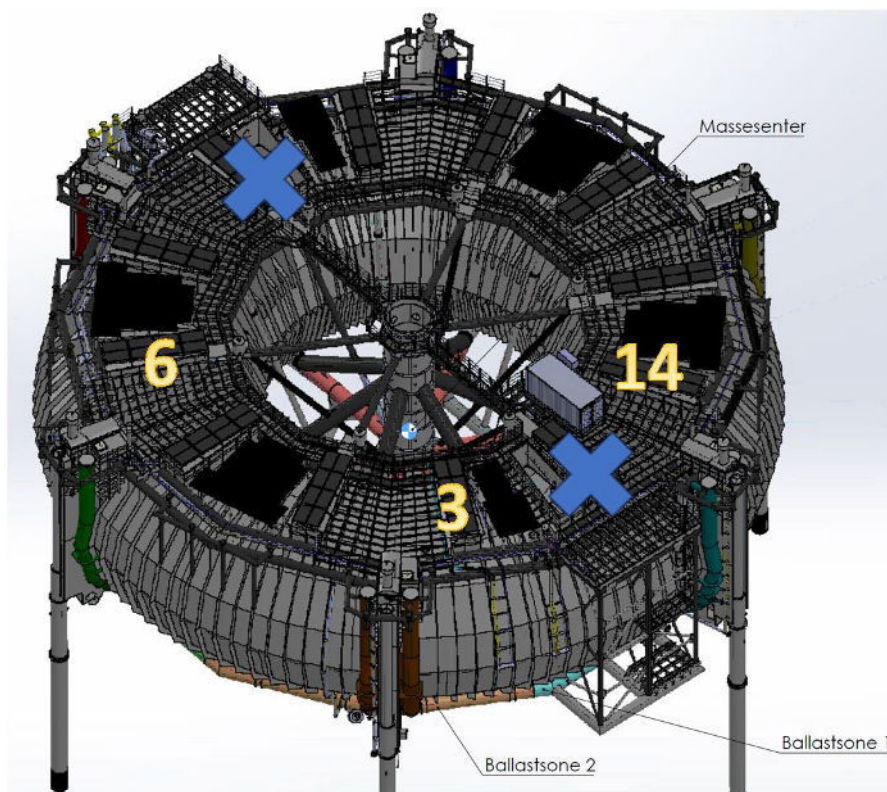
Erfaringer så langt fra drift viser at vi mest trolig ikke har full pumpekapasitet på innløpspumper. Endelig konklusjon kommer i sluttrapport.

#### 10.1.2 Program

Det skal gjennomføres et måleprogram for karlegging av strømhastigheter i Marine Donut.

Første måleperiode gjennomføres under funksjonstestprogrammet, uten fisk i merden. Det skal måles strømhastigheter, med vektormålere i tre ulike førkasser, se Figur 9. Det legges opp til måling i flere dybder i vannvolumet. Målingene skal gjennomføres ved 60% og 100% trust på strømsetterne.

Påfølgende målinger gjennomføres etter samme metode, rett etter utsett av fisk, og ved maksimal biomasse. Totalt 3 måleperioder.



Figur 9 Målepunkter intern vannstrøm /2/

### 10.1.3 Foreløpige resultater / erfaringer

Første del av vannstrømmålingene ble gjennomført av Aqua Kompetanse før innsett av fisk. Målingene ble utført for to ulike truster innstillinger på Xylem mikserne;

- 60% strømsetterkapasitet – 13. desember 2023
- 100% strømsetterkapasitet – 14. desember 2023

Det ble foretatt målinger på totalt 27 ulike måleposisjoner. Disse er fordelt på 9 ulike måleposisjoner i luke nummer 3, 6 og 14 i tråd med anleggets nummerering, se Figur 9.

- Luke 3: lokalisert like nedstrøms strømsettertårnet ved kontrollkontaineren (markert med blått kryss i Figur 9)
- Luke 6: lokalisert midtveis mellom de to strømsettertårnene
- Luke 14: lokalisert like oppstrøms strømsettertårnet ved kontrollkontaineren (markert med blått kryss i Figur 9)

I hver av de tre lukene ble tre hastighetsmålere montert på en stang som ble festet i lukekarmen. Målerne er produsert av Nortek AS; med typebetegnelse Vector-300 m, se Figur 10.

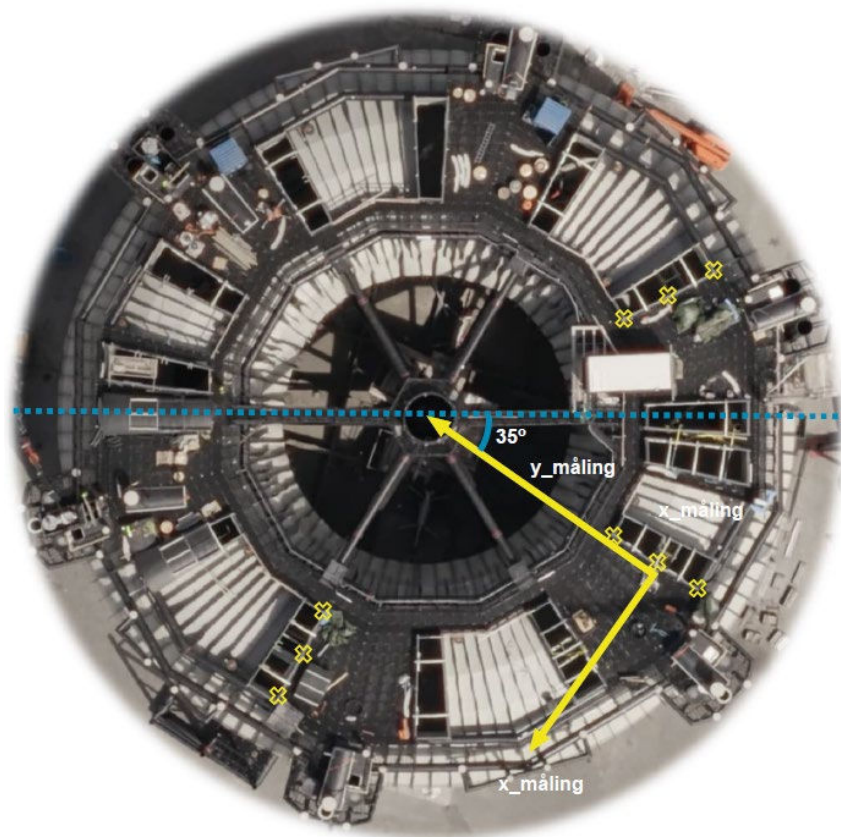


Figur 10 Hastighetsmåler fra Nortek; Vector – 300 m /2/

Hastighetsmålerne ble montert på tre dyp ved tre horisontale posisjoner (langs lukekarmen tilnærmet radielt fra senter av MD).

Rådata fra målingene utført av Aqua Kompetanse er dokumentert i rapport «*Strømmålingsforsøk desember 2023, Marine Donut, Seterneset, Molde kommune*», datert 15.01.2024 /1/.

Ranold AS har gjennomført en samsvarsvurdering mellom hastighetsmålingene gjennomført i Marine Donut desember 2023 og beregnede verdier fra CFD. Samsvarsvurderingene er dokumentert i Memo «*Samsvarsvurdering intern strømning Marine Donut*», Rev 01 datert 10. juli 2024 /2/.



Figur 11 Koordinatsystem - målinger, Luke 3 /2/

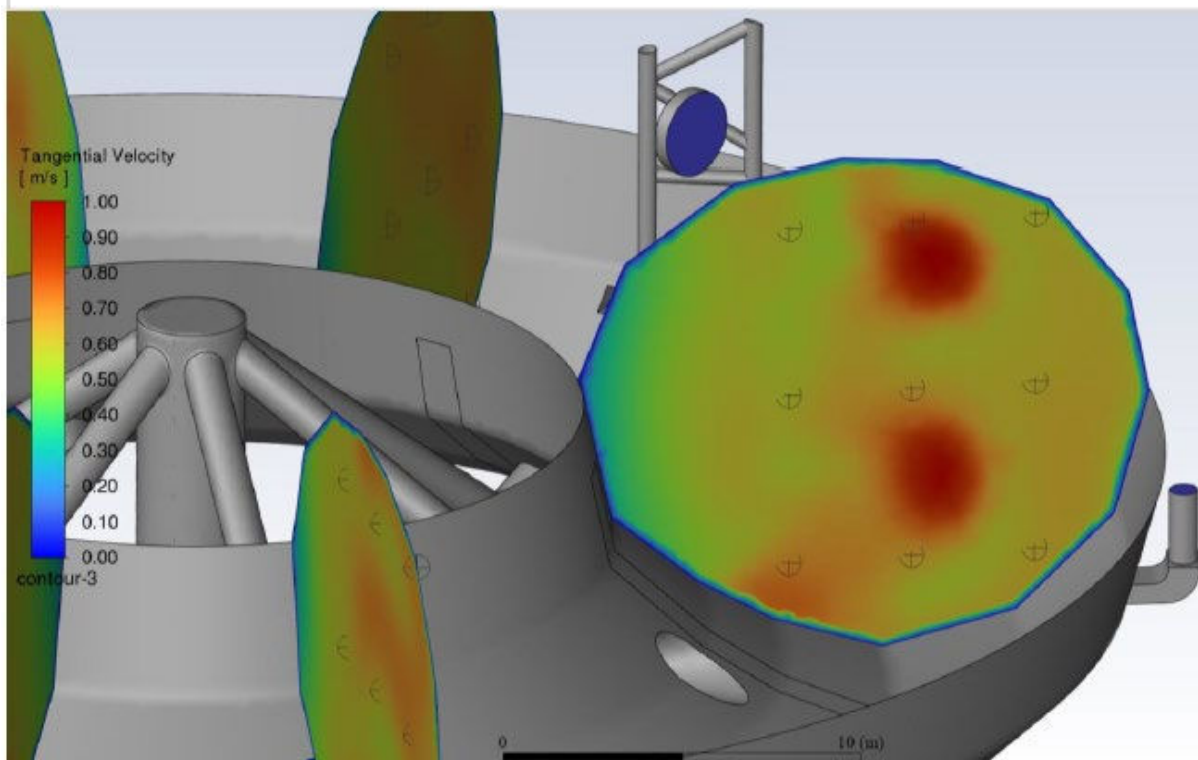
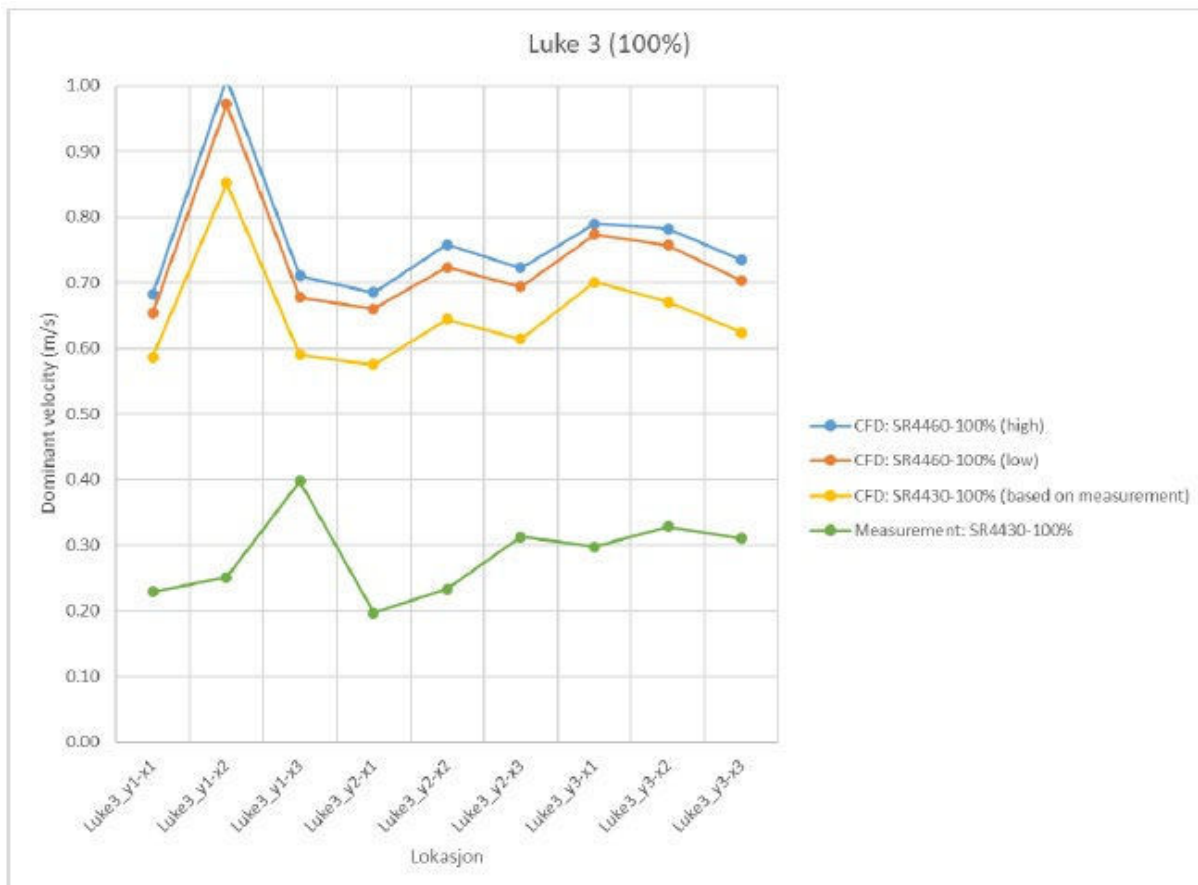
Fullskalamålingene viser til dels betydelige avvik fra beregnede hastigheter, hvor CFD overpredikerer de målte verdiene for «hovedhastigheten» for omrøring i Marine Donut, dvs. x-hastigheten, se Figur 11.

I forbindelse med samsvarsvurderingen av måledata mot eksisterende CFD-modell ble det avdekket signifikante forskjeller mellom modellert og bygget/drifet merd. CFD-beregningen er derfor oppdatert basert på de avvikene som ble funnet.

Konturplot fra oppdaterte CFD-beregningene for 100% strømsettereffekt, for luke 3, 6 og 14, er vist i Figur 12, Figur 13 og Figur 14. Konturplottene viser at det er lokalt store hastighetsforskjeller i de tre planene som er ment å representere plasseringen av hastighetsmålerne. Det er til dels store lokale variasjoner i vannhastigheten (x-retning) i et tverrsnitt pga. vannstrålene som strømsetterne lager.

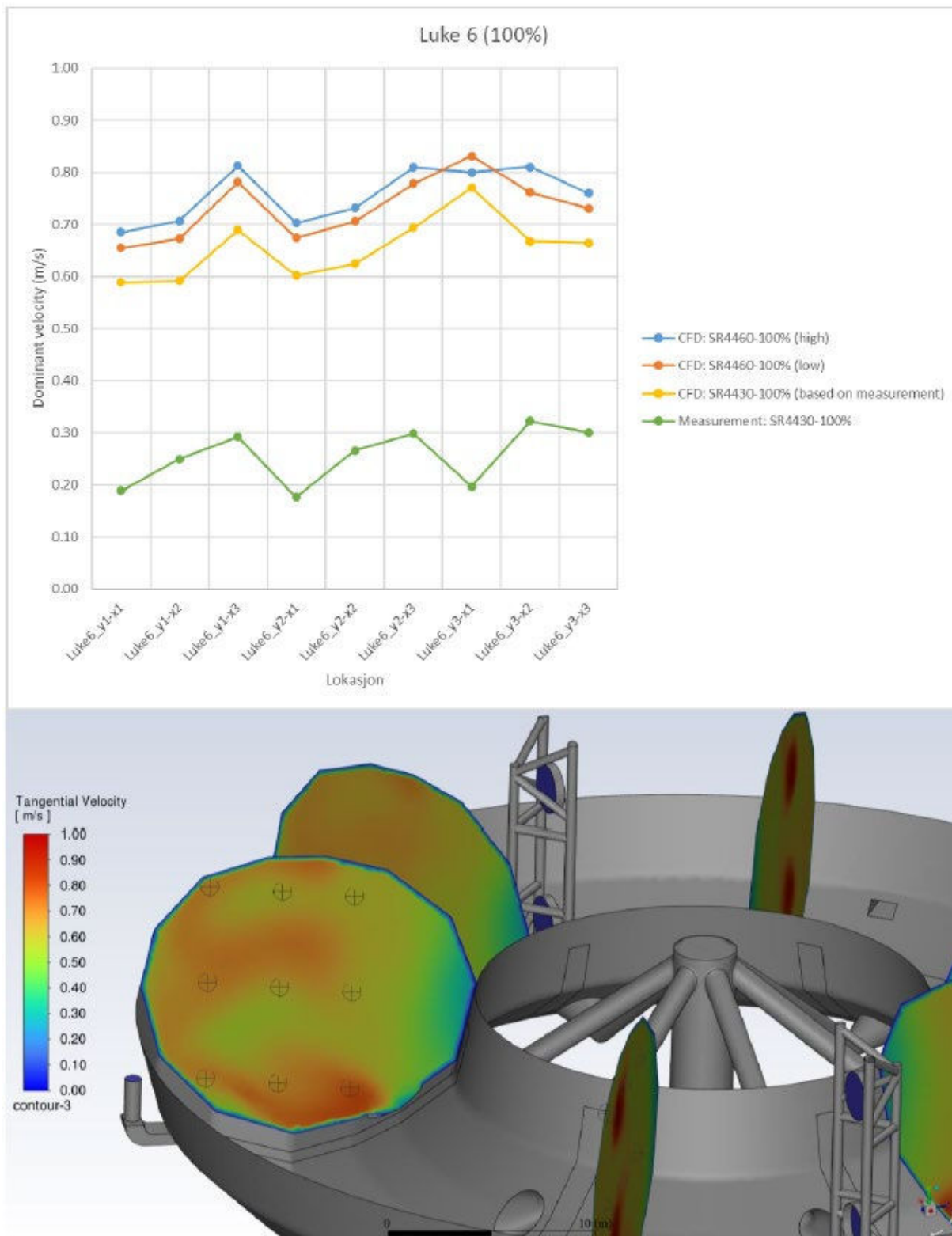
Gjennomsnittlig hastighet (x-retning) for vannvolumet sier imidlertid noe om den totale vannforflytningen i systemet. Gjennomsnittlig beregnet hastighet for vannvolumet inni mantelen er derfor sammenlignet med gjennomsnitt for målingene for hhv. 60% og 100% strømsettereffekt. Resultatene for 100% er vist i Figur 12, Figur 13 og Figur 14, hvor gul kurve (CFD:SR4430-100%) gjelder for strømsetterne som er installert i Marine Donut.

CFD analysene overpredikerer målt gjennomsnittlig sirkulær hastighet (grønn kurve) med mer enn 50%. Tilsvarende avvik gjelder også for målingene med 60% effekt på strømsetterne.

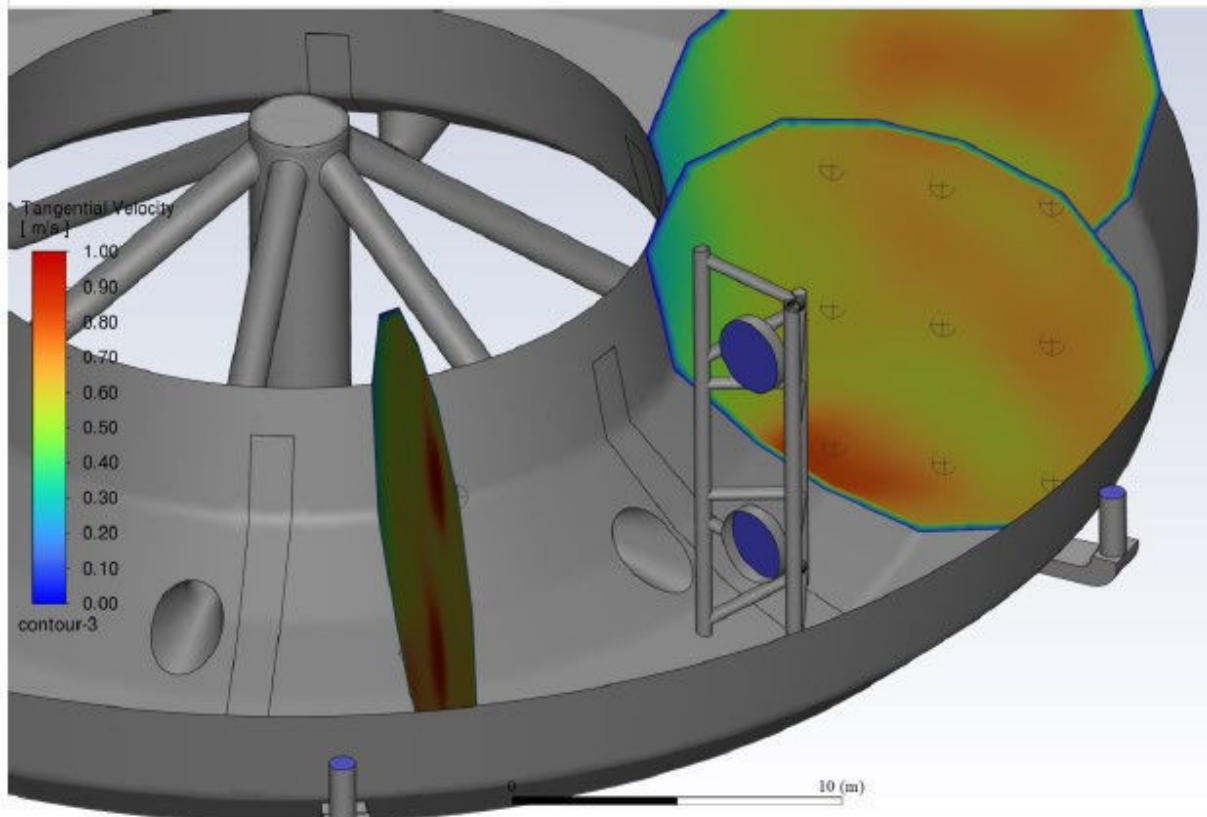
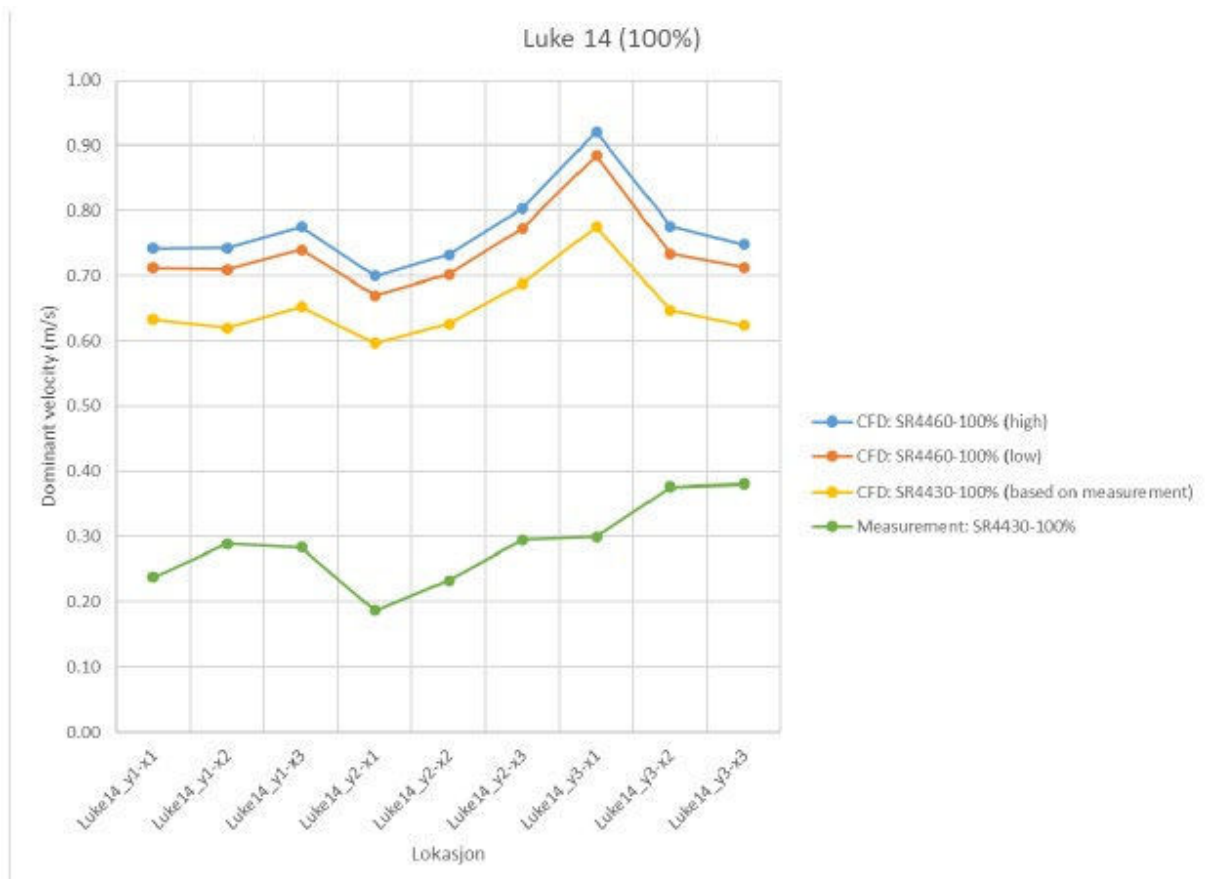


Figur 12 Luke 3 (100%) - dominerende hastighet; CFD vs. måling /2/





Figur 13 Luke 6 (100%) - dominerende hastighet; CFD vs. måling /2/



Figur 14 Luke 14 (100%) - dominerende hastighet; CFD vs. målinger /2/Neste måleserie vil bli gjennomført når all fisk til produksjonssyklus 1 er overført til Marine Donut.

## 10.2 Fullskalamålinger av merdrespons

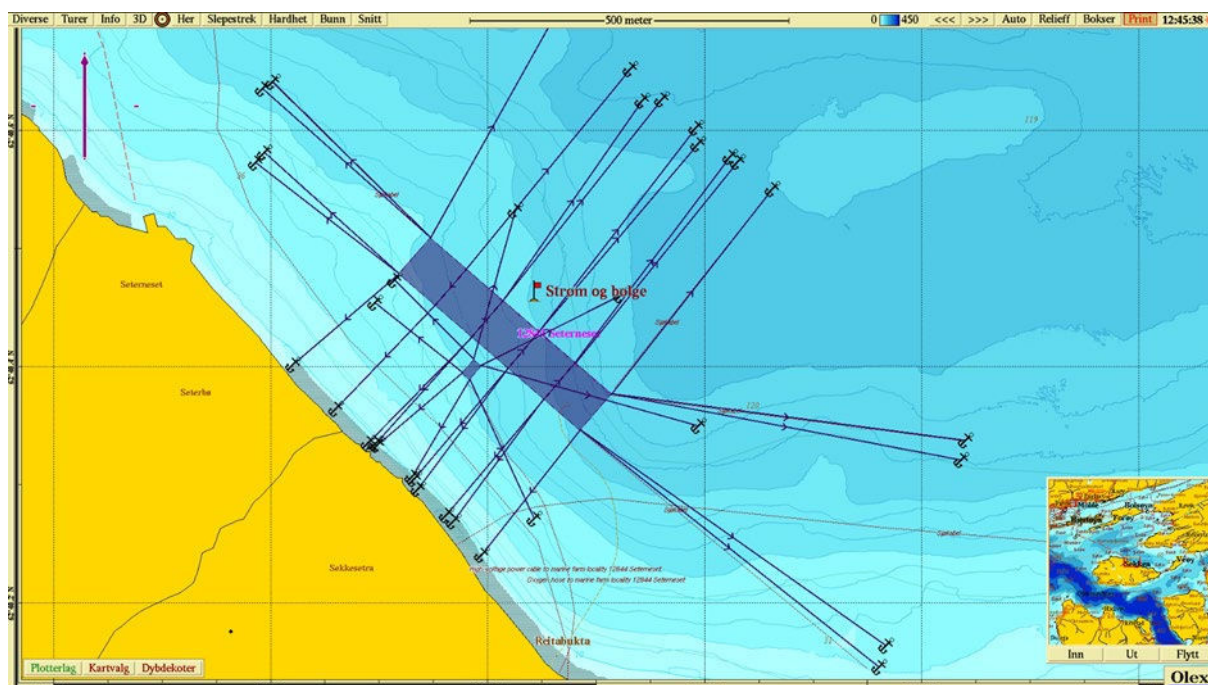
### 10.2.1 Formål

Verifisere at fullskala merdrespons er innenfor det som er forventet, basert på utførte numeriske analyser og modellforsøk.

Fullskalamålingene skal gjennomføres i løpet av vintersesongen (nov – mars), når en forventer at de største bølgehøydene vil opptre på lokaliteten.

### 10.2.2 Program

Bølgeomåler, type Nortek signatur 500 ble montert på lokaliteten 06.05.24 for å registrere innkommende bølger. Måleren logger følgende parametere; bølgehøyde, bølgeperiode og retning, og er lokalisert som vist på Figur 15.



Figur 15 Plassering av strøm og bølgeomåler på lokalitet Seterneset.

Registrert bølgedata skal benyttes i forbindelse med evaluering av merdrespons.

Måleprogrammet for fullskalamålinger på Marine Donut består av tre delprogrammer, dvs. måling av hydrodynamisk trykk på konstruksjonen (utvendig og innvendig), måling av globale bevegelser og krefter i forankringslinjer.

### 10.2.3 Foreløpige resultater / erfaringer

Avtale er inngått med Sintef Ocean om gjennomføring av fullskalamålinger på Marine Donut.

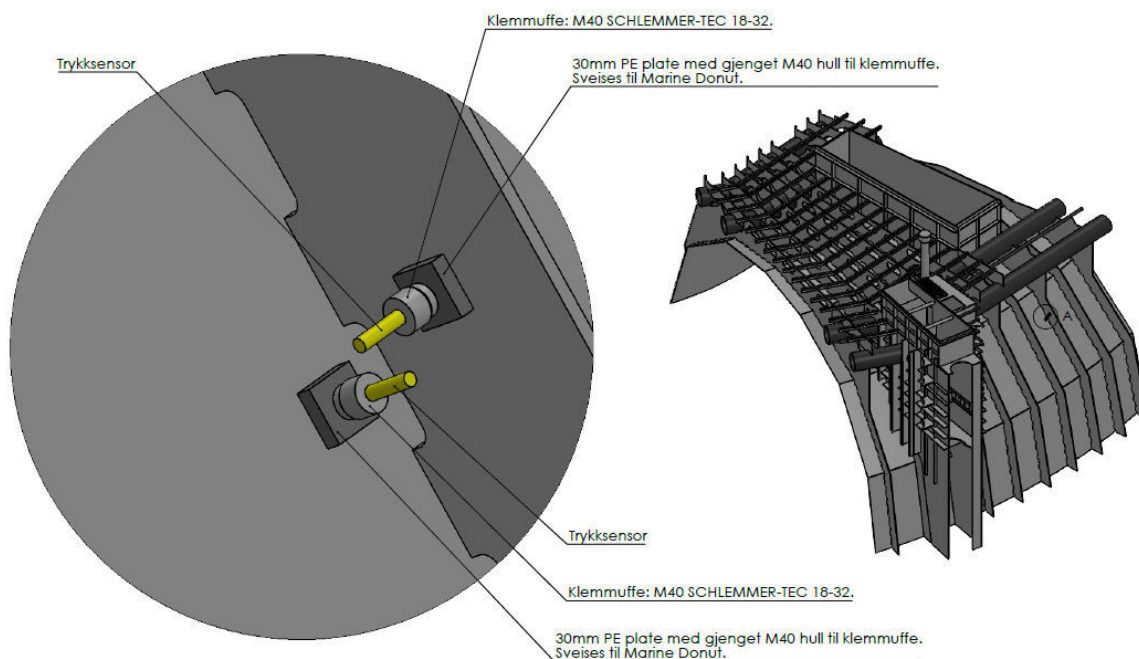
Siden høsten 2023 har Sintef Ocean jobbet med å finne trykksensorer som kan benyttes i fullskalaforsøk til å registrere utvendig og innvendig hydrodynamisk trykk i Marine Donut. Det har



vist seg å være utfordrende å finne trykksensorer som har ønsket oppløsning, samtidig som at de skal kunne benyttes i fullskala forsøk.

Sintef Ocean har spesiallaget en trykkesensor, som er testet i havbassenget med bølger. Testingen i havbassenget viste at sensorene målte trykk fra bølger med god nok respons og nøyaktighet. Basert på resultatene fra testing i havbassenget, har vi valgt å gå videre med denne sensortypen for fullskalamålinger på Marine Donut.

Sintef Ocean har laget tre trykksensorer tilpasset montering på Marine Donut for uttesting. Sensorene ble montert 4/9-24 og er plassert som vist på Figur 16.



Figur 16 Tegninger som viser hvordan trykksensorene er montert.

Trykksensorene er i drift og målinger blir registrert og lagret for senere prosessering. Målingene vil bli sammenholdt med bølgemålingene etter at Marine Donut'en har vært gjennom et par høststormer. Trykkmålingene er av eksperimentell karakter, men hvis trykksensorene gir ønsket målenøyaktighet i fullskala, vil vi vurdere å utvide måleprogrammet med flere målepunkter med trykksensorer.

Sensorer for måling av global respons ble montert på Marine Donut samtidig med trykksensorene. En GPS og to stk. IMU'er er montert på Marien Donut, som vist på Figur 17.



Figur 17 Flyfoto av Marine Donut med plassering av GPS og IMU'er

Hensikten med GPS'en er å måle saktevarierende global bevegelse til Marine Donut i rammen, mens IMU'ene skal måle translasjon, rotasjon og akselerasjon på to steder på Marine Donut. Både GPS og IMU'ene har registrert data siden 5/8-24

Sintef Ocean følger opp at fullskalamålingen registreres som planlagt.

Fullskalamålinger av krefter i haneføttene er ikke startet ennå pga. lang leveringstid for lastsjaklene. Lastsjaklene er bestilt og skal etter planen leveres i løpet av oktober 2024. Planen er å installere disse så snart de er tilgjengelig for oss.

Bølgemålingene, sammen med fullskalamålingen, vil bli benyttet til å validere resultatene fra hydroanalysen. Resultater fra fullskalamålingene og validering av resultatene vil bli presentert i en egen rapport når fullskala måleperioden er avsluttet, dvs. i løpet av 2025.

## 11 Referanser

/1/	<i>Rapport 2879-12-23N Seterneset, «Strømmålingsforsøk desember 2023, Marine Donut, Seterneset, Molde kommune», datert 15.01.2024.</i>
/2/	<i>Memo nr. Ranold-2023-1578 «Samsvarsvurdering intern strømning Marine Donut», Rev 01 datert 10. juli 2024.</i>
/3/	<i>Måleprogram; «Marine Donut: Måleprogram 7.1 for dokumentering av resultater fra driftsfase – versjon 2»</i>