

Bluegreen solutions for a sustainable future

Bluegreen | Flesland 10.12.25
Miljøteknologiordningen – Oppdrett av laks uten lakselus



Bluegreen



26. November 2015 - Mowi møte i Bergen (Marine Harvest)





Sintef test - Skala modell 1:10





Bluegreen Group/SalMar – Marine Donut utviklingskonsesjoner



First Marine Donut is currently in operation by



Successful harvest of first commercial cycle
executed in H2 2024, and second full operational
cycle to be harvested in H1 2025





IPR Marine Donut



Product certificate
Certificate no: SNB001/1004

This certificate confirms that:

Product:	Marine Donut
Product type:	Marine Donut closed containment fishfarm
Clear description of the product:	Closed containment fishfarm in polyethylene volume 22000m ³
Order no.:	1004
Serial number:	SNB001/1004
Year of production:	2023
Month of production:	11/2023
Associated user manual:	Marine Donut R1 SNB001/1004
Producer:	Bluegreen Fusion AS Adalstrand 201 3962 Saphelle Company No:526128736
Holder of product certification certificate:	Bluegreen Fusion AS Adalstrand 201 3962 Saphelle Company No:526128736
Volume:	22000m ³
Internal Height:	17.51 meter
distance from platform to load mark:	0.1meter

Satisfies requirements for strength and safety of breeding facilities in accordance with NSM415:2009/NSM415:2021, reliability class II.

Permitted environmental loads:

Significant wave height, H _s :	2 meter
Current speed, V _c :	2.5Kt
Wave frequency:	3.6-6.7s

Criteria for validity

Use and maintenance are carried out in accordance with the requirements in the user manual and NSM415:2009/NSM415:2021. Dimensioning service life: 20 years

Lifetime is defined in the associated user manual and applies from the year of manufacture.

Loads from other main components and accessories must not exceed limit values set in the user manual (NYTEX). The product must have the capacity to withstand the following loads during the designed service life

Condition	Marine Donut	W ₁	W ₂	W ₃	Wind
1. Submerged operation	2.0m	3.6-6.7	1.5	10	10
2. Towing	1.0m	3.6-6.7	1.5	15	15
3. Half-raised	1.0m	3.6-6.7	1.5	15	15
4. Fish delivery	1.0m	3.6-6.7	1.5	15	15
5. Maintenance position	1.0m	3.6-6.7	1.5	20	20

Area for snow & ice:

- Fixed hatch: 14.8 m² x 1.1 m - 207.2 m²
- Engine room: 9.4m² x 1.1 m - 96.4 m²
- Railing 220m x 0.1m - 22.0 m²
- Solar cells: 1.85m² x 1.1 m - 203.5m²
- Ice area: 800m²
- Mass of ice: 200x200mm 40m³

weight of ice: 40m³x840kg/m³ = 33600kg

Moving capability

Approved documents the product is certified according to

NS 9415:2009/NS 9415:2021
NYTEX/NYTEX23

The certificate is issued by: Bluegreen Fusion AS
Date: 27/11 - 23
Signature: [Signature]
VP Closed containment systems

The product certification certificate of the supplier is issued by: [Signature]

The manufacturer has proven that the certified product and production satisfy NSM415:2009/NSM415:2021, and relevant requirements in NYTEX / NYTEX23. The manufacturer is subject to annual inspection. Product certificate can only be issued with a valid product certification certificate.

Produktsertifiseringsbevis
Produktsertifiseringsnummer: PR114

Innehaver av produktsertifiseringsbeviset:
Bluegreen Fusion AS
Adalstrand 201, 3962 SAPHELLE
Org.no: 926 128 736

Organisasjonen er sertifisert for levering/produksjon av følgende hovedkomponent(er) etter NS 9415:2021:

Løst lønsmengde

Sertifiseringsen er gyldig frem til: 26.06.2028
Sertifiseringskontrollert registreringsskjema:
Sertifisering er første gang innvilget: 26.06.2023

Organisasjonen er kunnet å tilfredsstille kravene til sertifisering som inneholder av produktet jf. NYTEX23 17 og NS 9415:2021. Sertifiseringskontrollert produksjon som er angitt i dette dokumentet vil være gyldig så lenge som det ikke er angitt i dette dokumentet. Følgende informasjon er angitt i vedlegget: PR114 - Sertifiseringsbeviset

Namn og adresse til produsent og leverandør, samt liste over underliggende dokumenter er inkludert i sertifiseringsbeviset.

Organisasjonen er selv ansvarlig for kvaliteten på leverte produkter.

26.06.2023
Date

[Signature]
Aspektuarius AS

Aspektuarius AS
Org.no: 926 128 736

Registreringsen 17
2023 i Trondheim, Norge

Tel: +47 73 52 17 43
www.aspektuarius.no

Registreringsbevis for patent

Patentnummer: 340712

Inventor: Bluegreen Fusion AS
Patent holder: Bluegreen Fusion AS
Applicant: Bluegreen Fusion AS
Inventor: Bluegreen Fusion AS

Erklæring: Erklæring om at den oppnevnte oppfinneren er oppnevnt i henhold til patentloven og at den oppnevnte oppfinneren er oppnevnt i henhold til patentloven.

Dated 12 May 2023

Certificate of Grant of Patent

Patent Number: 340712

Proprietor(s): Bluegreen Fusion AS

Inventor(s): Bluegreen Fusion AS

This is to certify that, in accordance with the Patent Act 2007:

A Patent has been granted to the proprietor(s) for an invention entitled: "Wing shaped fish farming system" disclosed in an application filed 24 November 2016.

Dated 12 May 2023

The attention of the Proprietor is drawn to the important notice on the Intellectual Property Office website.

REPUBLIC OF CHINA (Taiwan) PATENT

Patent Number: 340712

Proprietor(s): Bluegreen Fusion AS

Inventor(s): Bluegreen Fusion AS

This is to certify that, in accordance with the Patent Act 2007:

A Patent has been granted to the proprietor(s) for an invention entitled: "Wing shaped fish farming system" disclosed in an application filed 24 November 2016.

Dated 12 May 2023

Canada - Certificate of Patent Grant

Patent Number: 340712

Proprietor(s): Bluegreen Fusion AS

Inventor(s): Bluegreen Fusion AS

This is to certify that, in accordance with the Patent Act 2007:

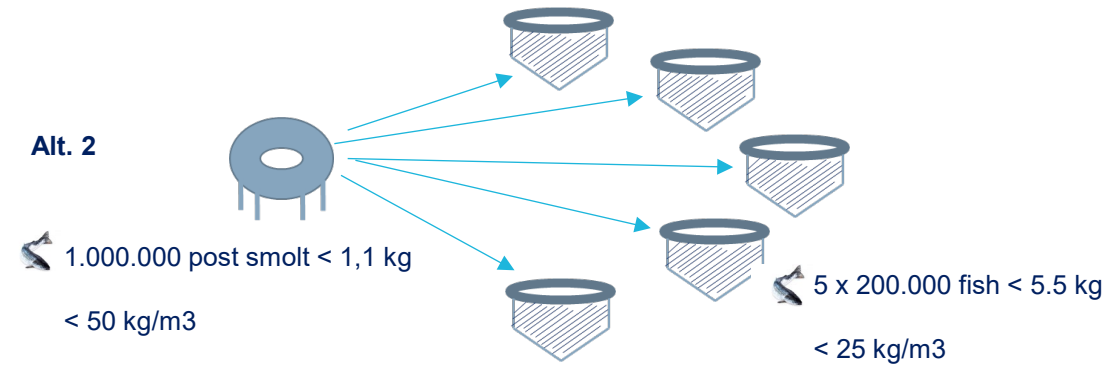
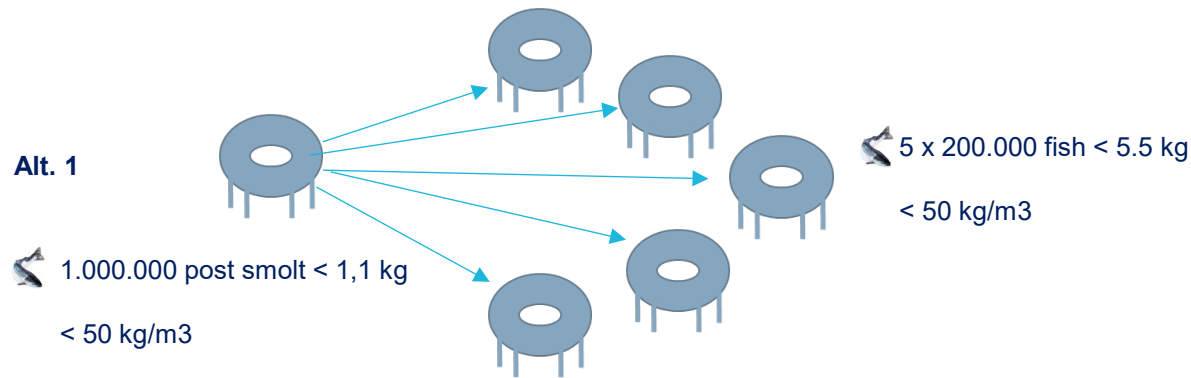
A Patent has been granted to the proprietor(s) for an invention entitled: "Wing shaped fish farming system" disclosed in an application filed 24 November 2016.

Dated 12 May 2023



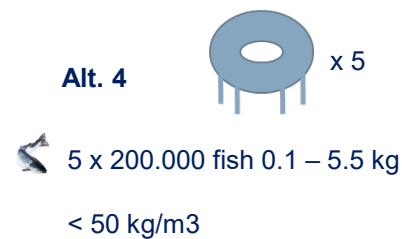


Alternative Production Strategies and Optimal Capacities

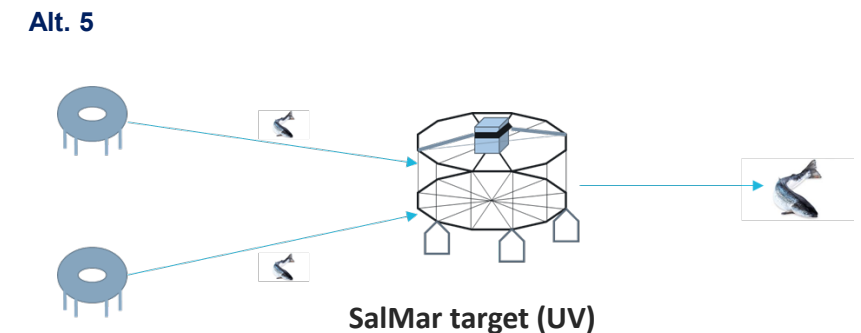


1st Marine Donut cycle according to developm. Licences: 2,5 – 5 kg

2,5 kWh/kg fish w/ UV filtration of intake water.
0,7 kWh/kg without UV filtration



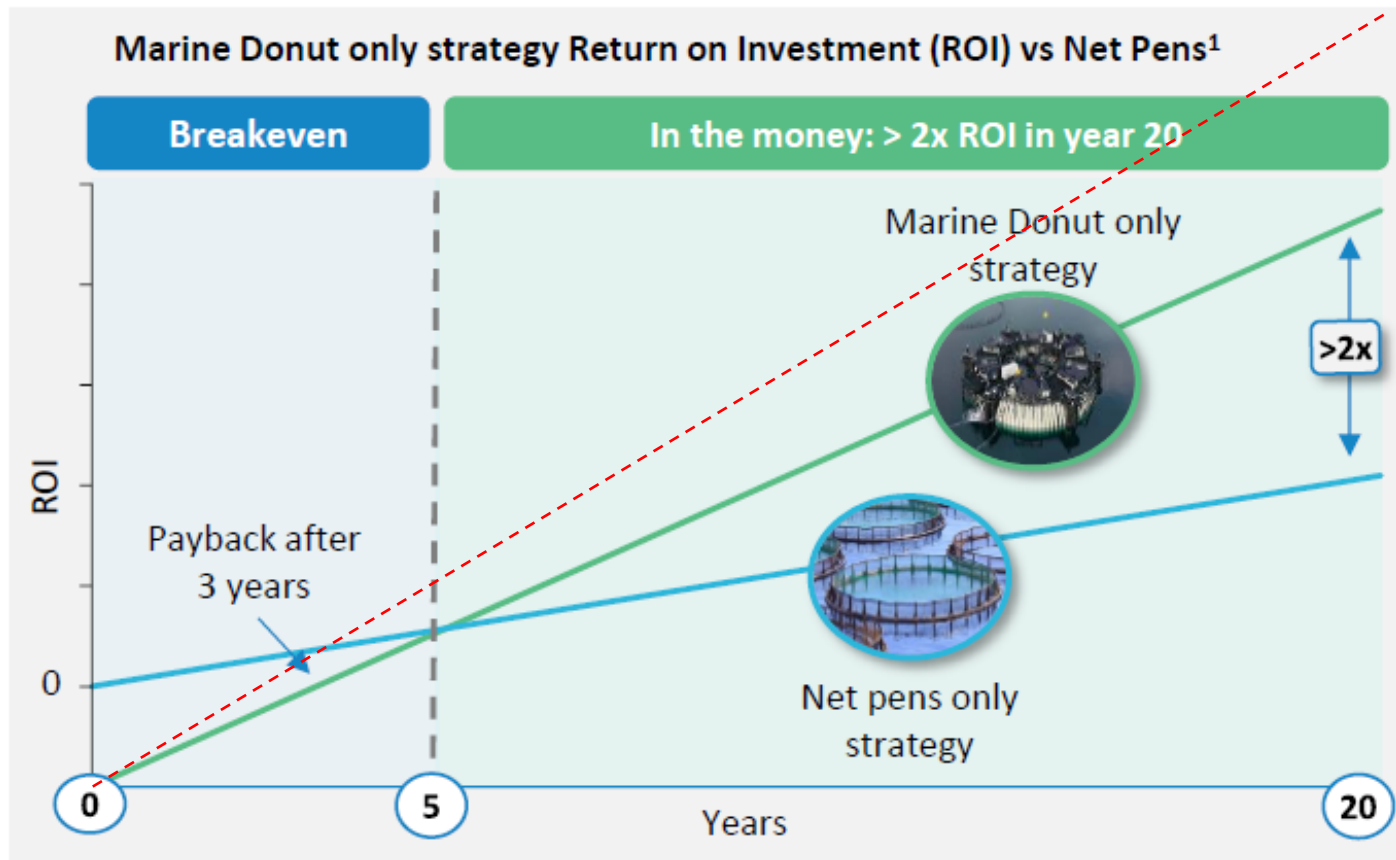
Possible, but inefficient





Marine Donut Return On Investment (ROI)

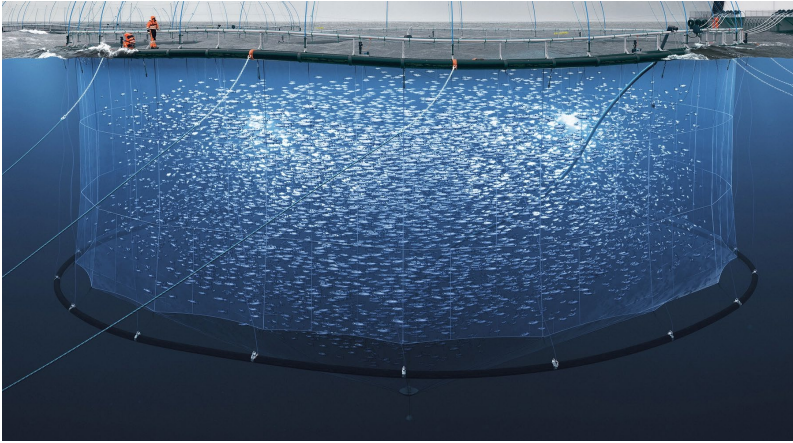
The Marine Donut delivers superior long-term profitability for the farmer ...







Ny Havbruksmelding tilrettelegger for politiske incentiver



Nærings- og
fiskeridepartementet

Fiskeri- og havministeren legger frem
regjeringens havbruksmelding i Bergen
10. april

7.4.2025 17:00:12 CEST | [Nærings- og fiskeridepartementet](#) |
Presseinvitasjon

Del



Fiskeri- og havminister Marianne Sivertsen Næss legger frem
havbruksmeldingen i Bergen torsdag 10. april.

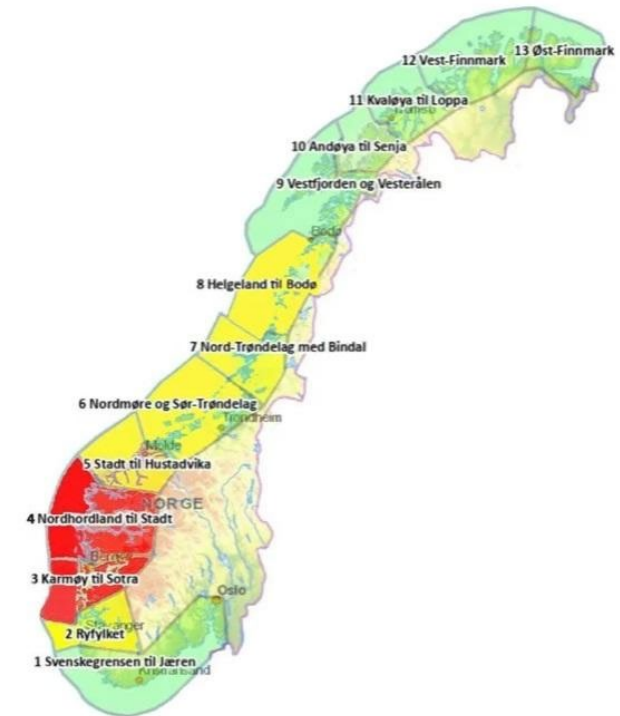


Fiskeri- og havminister Marianne Sivertsen Næss (Ap). Foto: NFD

Nytt høringsforslag vil premiere lukket teknologi

Nyheter av redaksjonen - 20 desember 2024

Forslaget innebærer at oppdrettere som har fått
nedjustert kapasitet etter trafikklyssystemet, likevel kan
bruke denne kapasiteten i anlegg med
nullutslippsteknologi.



Ny fargelegging i trafikklyssystemet for havbruk. Foto: NFD



Political incentives for closed containment aquaculture systems

Environmental flexibility scheme in red Production areas:

- There has been a 9% reduction in PO 3 and 13% in PO4. Total drawdown 21,664 tonnes.
- If we are to put a value on this, the table on the right can provide some references on how much can be defended by investments to recover the lost before any other savings.
- The minimum price for licenses in the last auction was NOK 170 per kg of MAB, and such a valuation indicates that the overall decline has "robbed" the breeders in PO 3 and 4 of NOK 3.7bn.
- If we assume a HOG/MAB factor of 1.7x, then the drawdown would amount to approx. 37,000t harvesting volume.
- This could correspond to about 80 – 100 Donuts if we were to take the entire volume into Donuts

Produksjonsområde: <i>Production area</i>	2024 vs 2019	
	Kapasitet (MTB) <i>Capacity tons</i>	Endring <i>Change</i>
Område 1: Svenskegrensen til Jæren	2 427	↑ 12 %
Område 2: Ryfylke	960	→ 2 %
Område 3: Karmøy til Sotra	-8 276	↓ -9 %
Område 4: Nordhordland til Stadt	-13 388	↓ -13 %
Område 5: Stadt til Hustadvika	1 016	→ 2 %
Område 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	17 433	↑ 14 %
Område 7: Nord-Trøndelag med Bindal	1 549	→ 3 %
Område 8: Helgeland til Bodø	13 276	↑ 18 %
Område 9: Vestfjorden og Vesterålen	11 438	↑ 14 %
Område 10: Andøya til Senja	3 739	→ 6 %
Område 11: Kvaløy til Loppa	6 900	↑ 14 %
Område 12: Vest-Finnmark	10 221	↑ 12 %
Område 13: Øst-Finnmark	1 220	→ 7 %

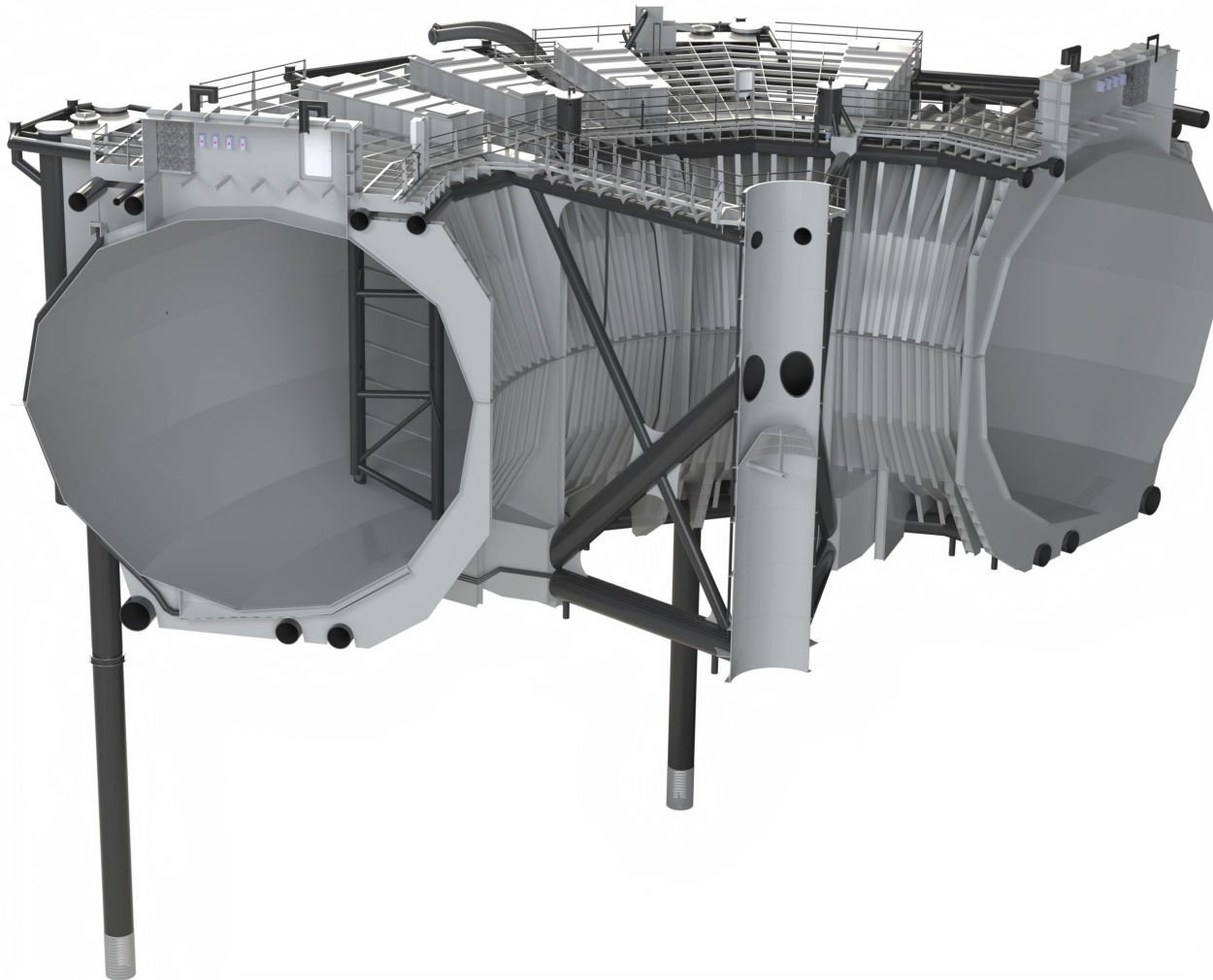
NOK per kg MAB NOKm per std konsesjon	Verdi NOKm at				
	100	170	192	250	256
PO3	-828	-1 407	-1 591	-2 069	-2 122
PO4	-1 339	-2 276	-2 575	-3 347	-3 433
Sum	-2 166	-3 683	-4 166	-5 416	-5 555

Design og
Ytelseskrav OK iht
Havbruksmeldinges
§15 forskrift



Bluegreen

§15 Bokstav, a. Minimum en tett barriere mot naturlig vanngjenomstrømmning



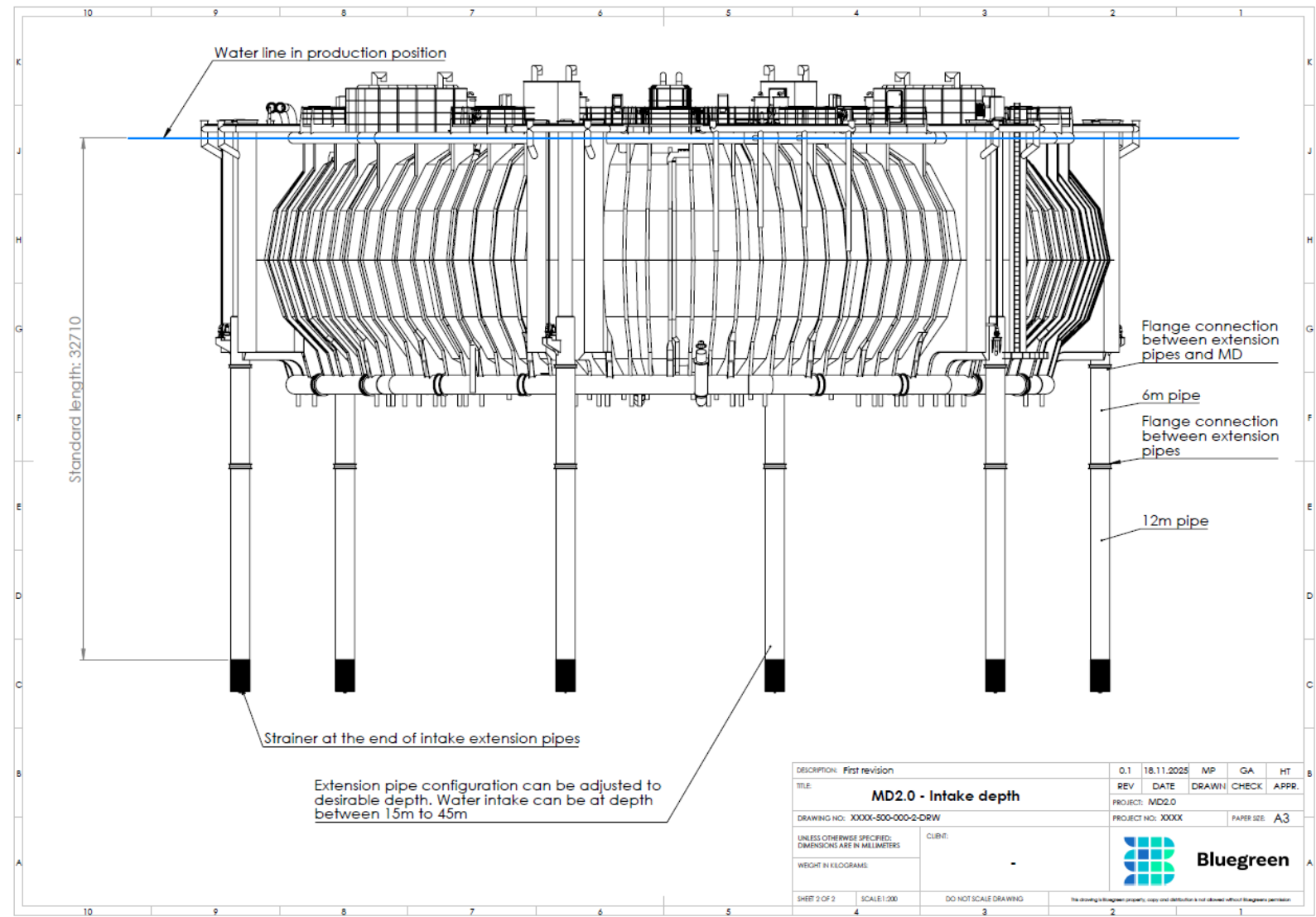


§15 Bokstav b: Inntak av vann skal gjøres på en måte som forhindrer inntak av egg og frittsvømmende stadier av lakselus.

Veiledning til bokstav

b: Eksempel på løsning kan være inntak av vann fra dyp der egg og frittsvømmende stadier av lakselus ikke forekommer. Dyp der egg og frittsvømmende stadier av lakselus befinner seg avhenger av lokalitetsspesifikke forhold.

Marine Donut har mulighet for tilpassing av inntaksrør fra 15-45m, og evt. UV.



§15 Bokstav c: Produksjonsenheten skal være utformet slik at slam og fôrrester kan samles opp.

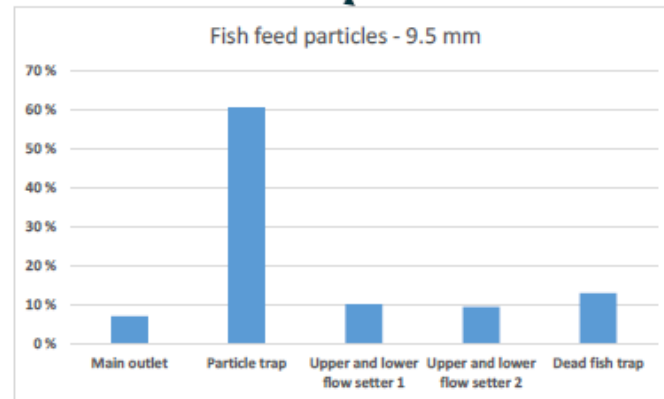


- Due to a better overview, only about 500 of the particles are plotted in the figure to the right.

Fish feed particles – 9.5 mm

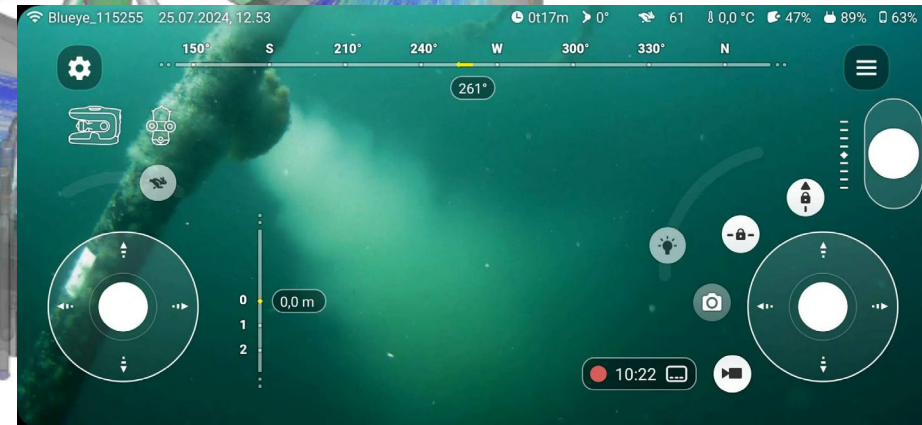
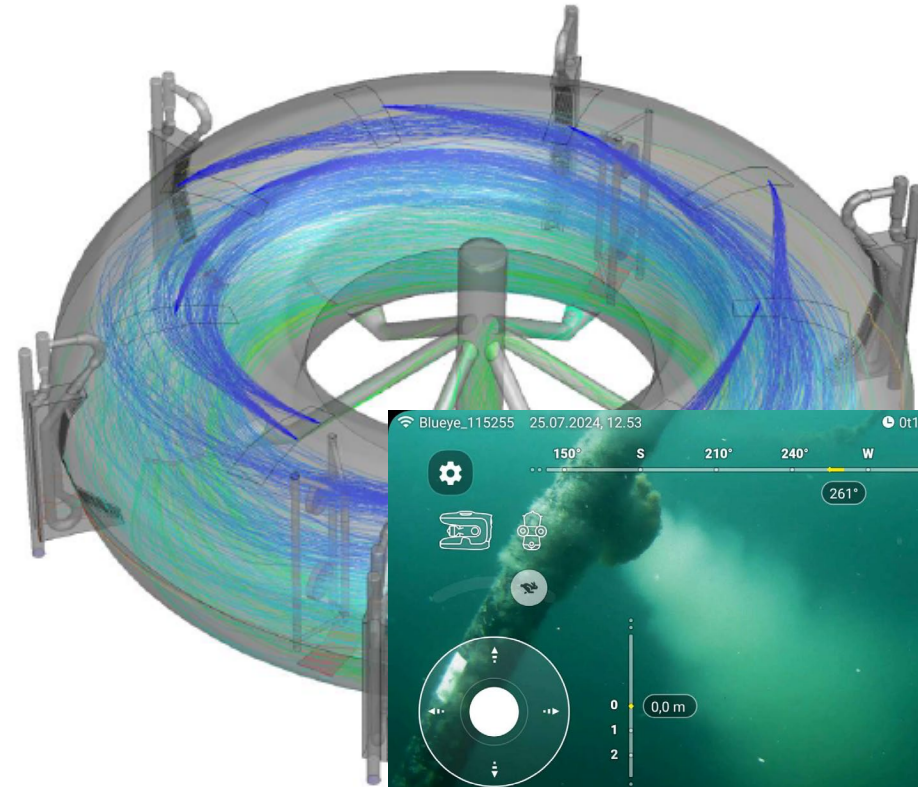
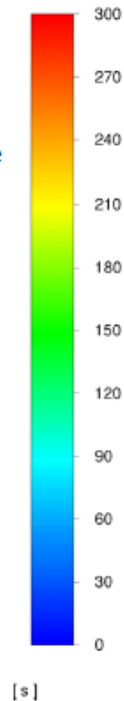
- The table below shows the simulation results from Fluent. It shows where each of the particles is «escaping», the amount, and residence times.

Location	Number particles	Min (s)	Max (s)	Average (s)	Std Dev (s)
Escaped - Zone 11	3158	1.151e+02	1.267e+03	1.615e+02	3.888e+01
Escaped - Zone 13	31813	8.365e+01	2.061e+04	1.762e+02	3.524e+02
Escaped - Zone 60	5307	9.647e+00	5.231e+02	4.458e+01	3.340e+01
Escaped - Zone 61	4919	1.486e+01	8.173e+02	4.817e+01	3.498e+01
Escaped - Zone 109	6772	7.886e+01	2.018e+04	1.880e+02	7.201e+02



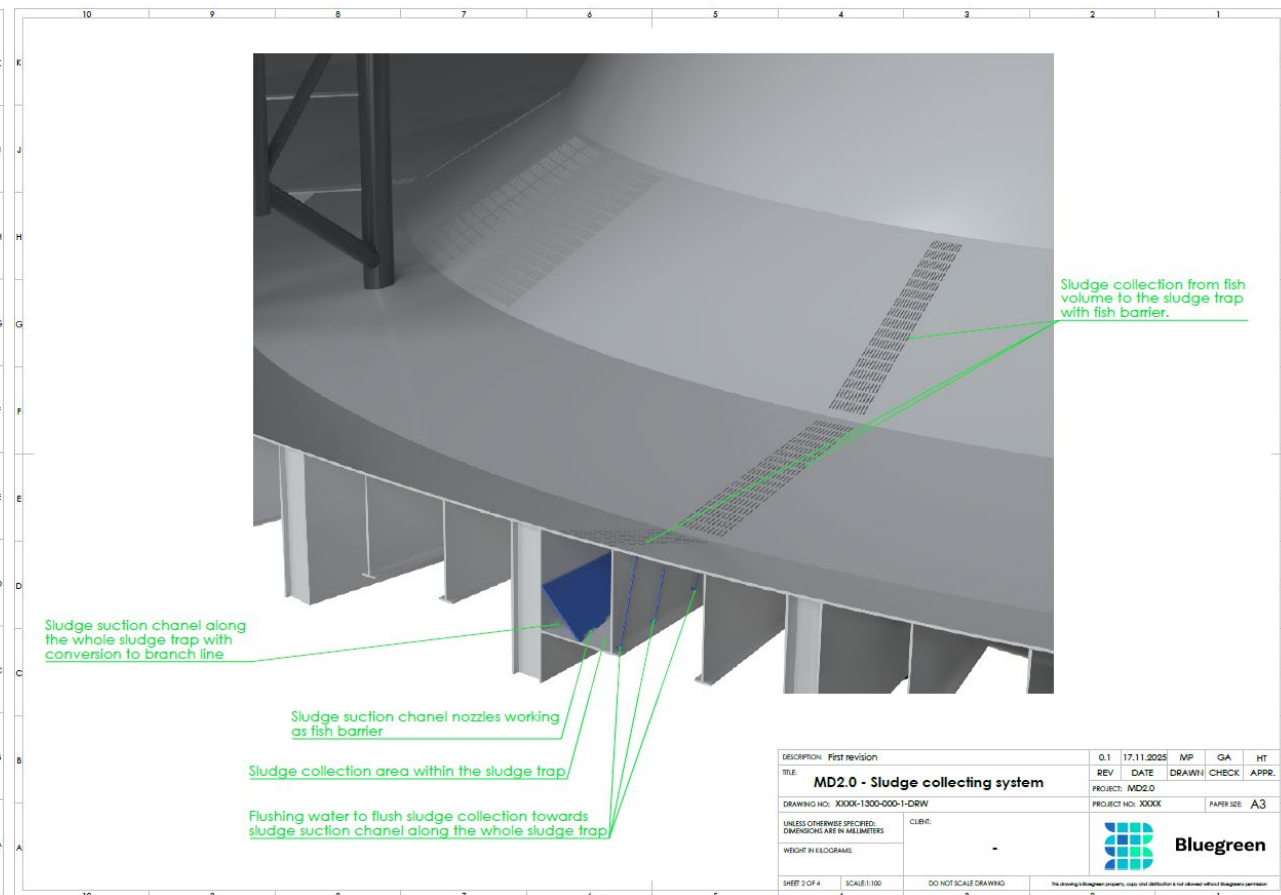
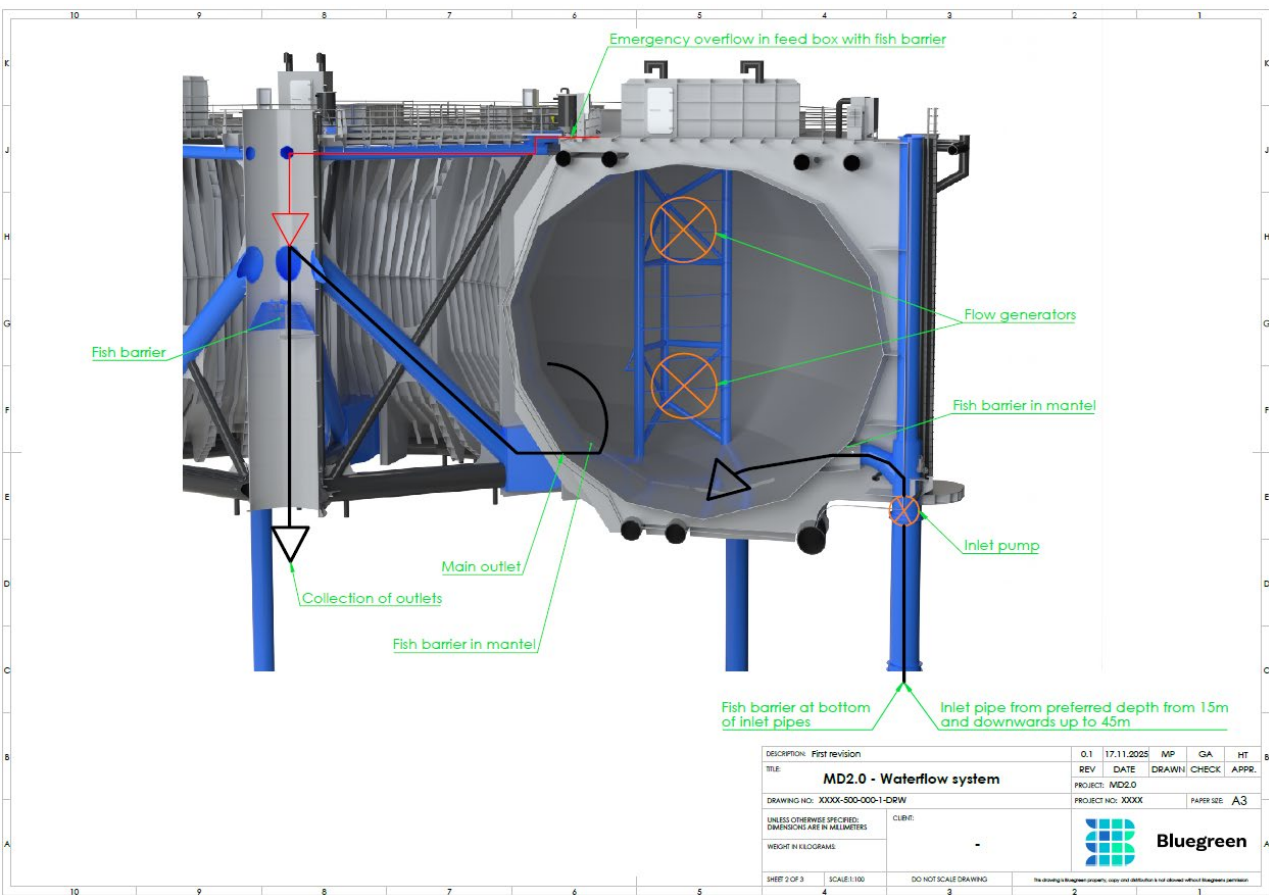
- About 7% of the particles are leaving through the **main outlet**, with an average residence time of **162 sec**.
- About 61% of the particles are leaving the donut through the **particle traps**, with an average residence time of **177 sec**.
- About 20% of the particles are stopped in the **four flow setters**, with an average residence time of **48 sec**.
- About 13% of the particles are leaving the donut through the **dead fish trap**, with an average residence time of **188 sec**.

Colored by residence time – 9.5 mm fish feed particles



Slam konsentrasjon 0.35kg/m³

§15 Bokstav d: Produksjonseenheter der innhegningen består av et stivt skrog må ha dobbel sikring mot rømming rundt inntak, avløp og andre åpninger i skroget.





Marine Donut





Load off and local transportation





Installation into mooring system at final destination





Marine Donut



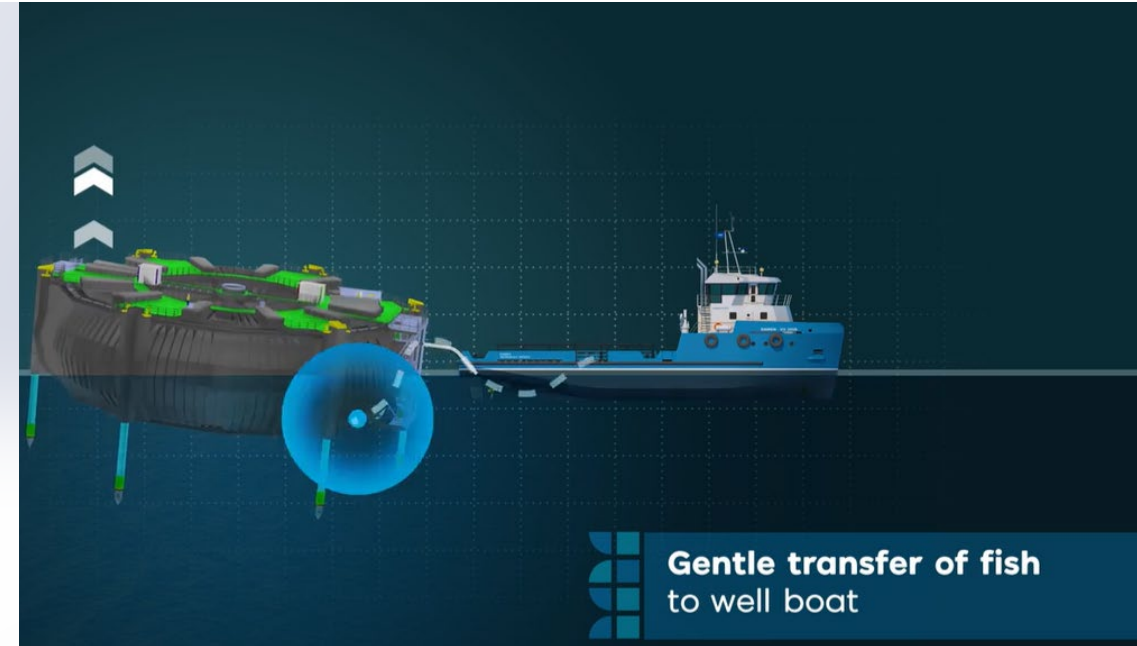
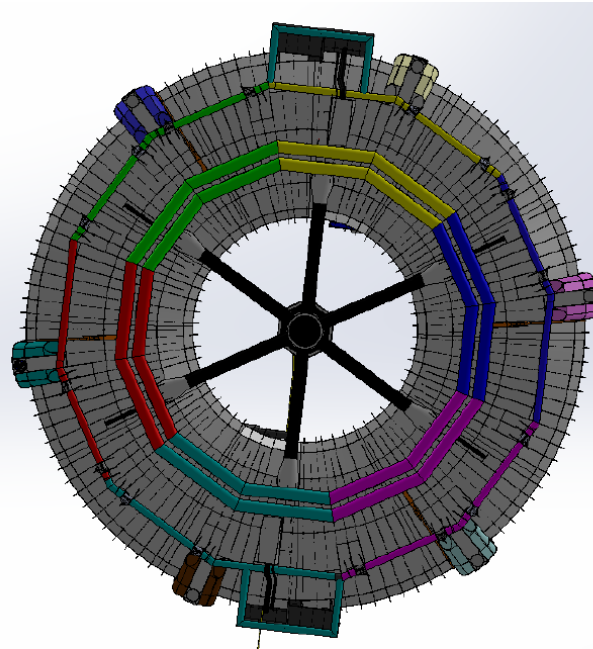
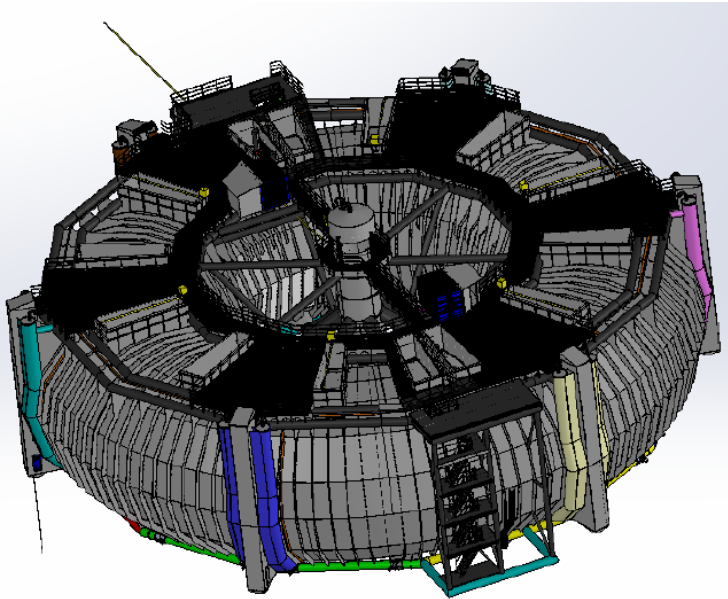


Sharon fra Bluegreen BC på besøk





Six ballast zones for elevating, submersing and trimming the structure





Very Successful Fish Delivery x 3





Superior Quality Salmon Fall 2024



Resultater av
2. innsett
i MD 1.0



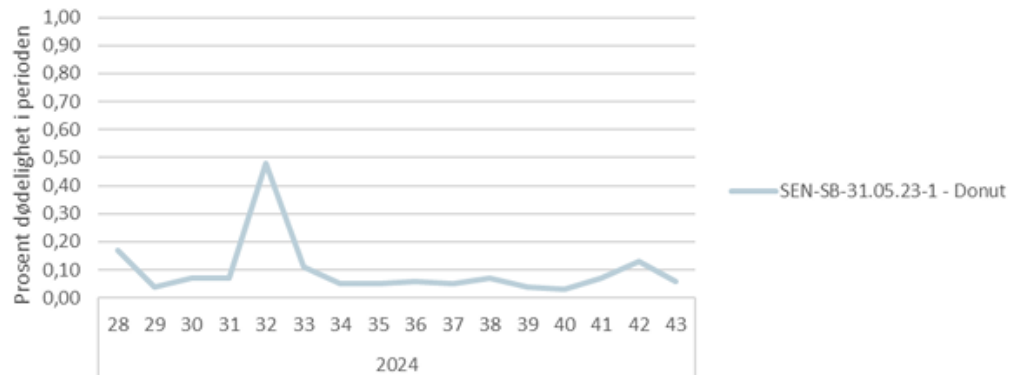
Bluegreen



Dødelighet

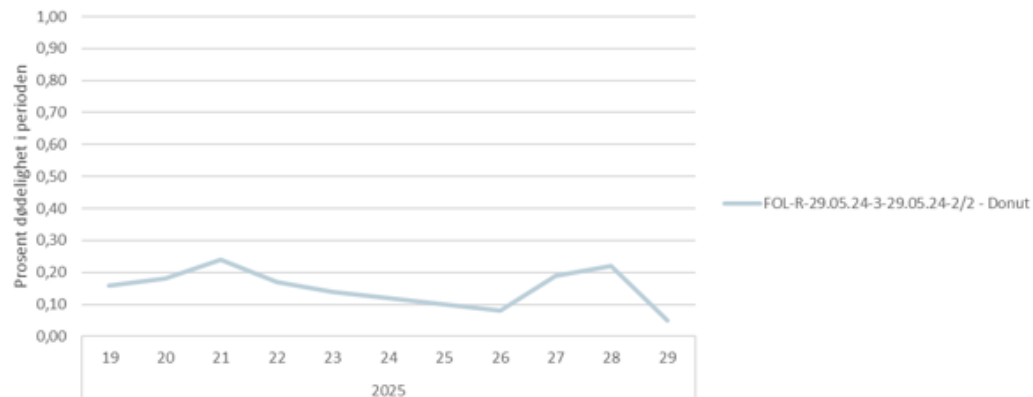
Produksjonssyklus 1

DØDELIGHET - SEN-SB-31.05.23-1



Produksjonssyklus 2

DØDELIGHET - PER MERD



Produksjonssyklus 1:

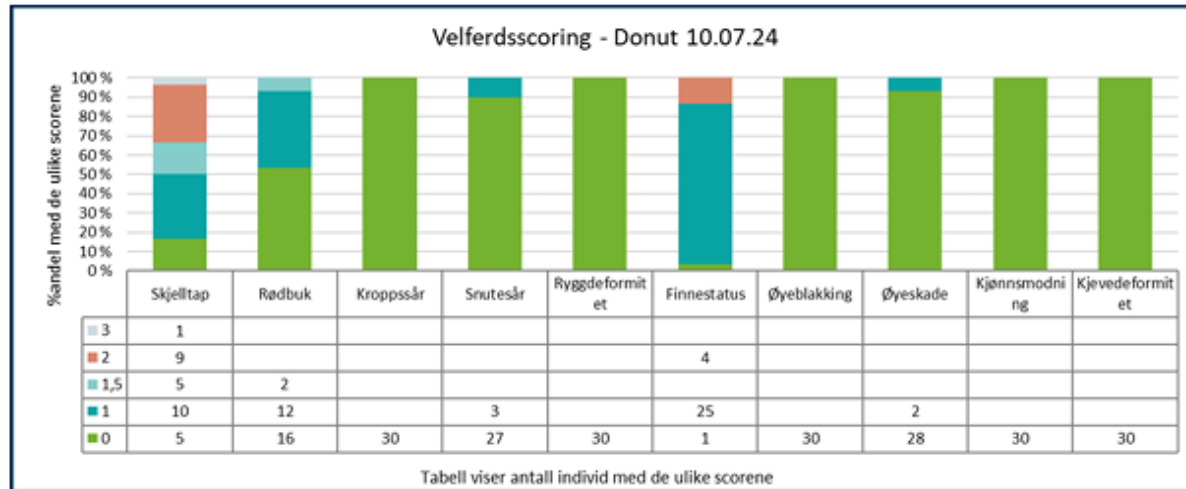
- Dødeligheten ligger i snitt på rundt 0,1-0,2% per uke med en liten topp på 0,5% i uke 32 som stabiliseres allerede i uke 33. Dødelighetstoppen i uke 32 skyldes avlusing med hydrolicer på lokalitet Myrane, før resten av fiskegruppen ble flyttet til Donuten.
- I uke 37 ble helsestatus vurdert som lav på grunn av PD-utbrudd, men dødeligheten holdt seg likevel på et lavt nivå. Utbruddet av PD var som følge av allerede infisert fisk før innsett.
- Innen uke 41 var helsestatus vurdert som akseptabel til god av Åkerblå.

Produksjonssyklus 2:

- Dødeligheten hadde også her et gjennomsnitt på kun 0,1–0,2 % per uke, og det var ingen uker med dødelighet over 0,25%. Dette klassifiseres som svært lavt.

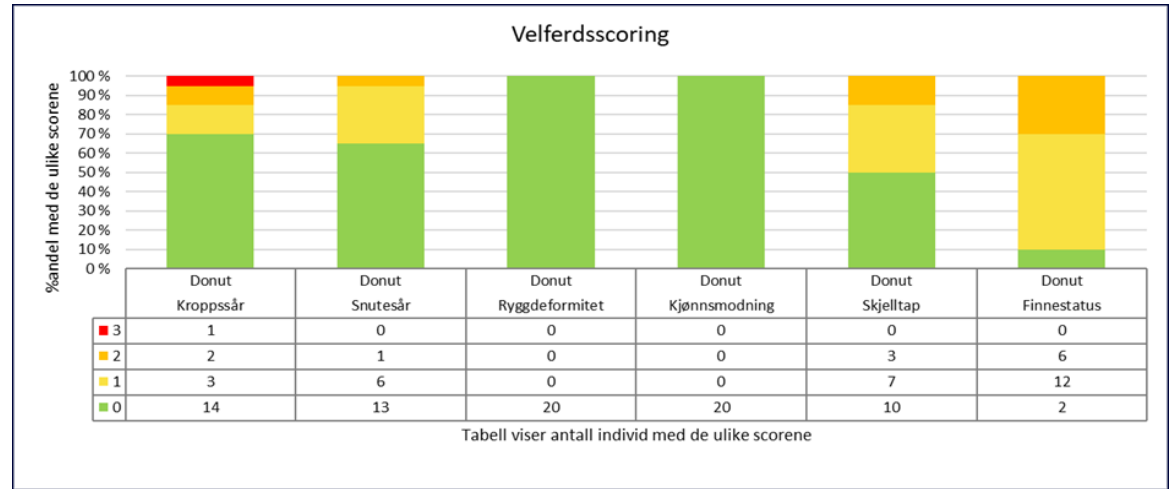


Velferdsscoring utført rett etter innsett i Marine Donut.



Produksjonssyklus 1

- Ingen ryggdeformitet eller tegn til kjønnsmodning ble observert i noen av produksjonssyklusene, noe som indikerer optimale vekstforhold og god fiskevelferd.
- Innsett 2 viste en noe økt forekomst av kroppssår og snutesår, sannsynligvis som følge av avlusning før innsett. Forekomstene er imidlertid fortsatt lave og innenfor akseptable grenser.
- Lettere finneskader ble observert i begge produksjonssyklusene, men nivåene vurderes som akseptable. Mest sannsynlig som følge av avlusning før innsett.
- Konklusjon: Enkelte skader kan være knyttet til lus og/eller tidligere avlusning. Ellers fremstår fisken som frisk, med god helse og høy biologisk stabilitet i begge produksjonssyklusene.



Produksjonssyklus 2



Stress og kjønnsmodning

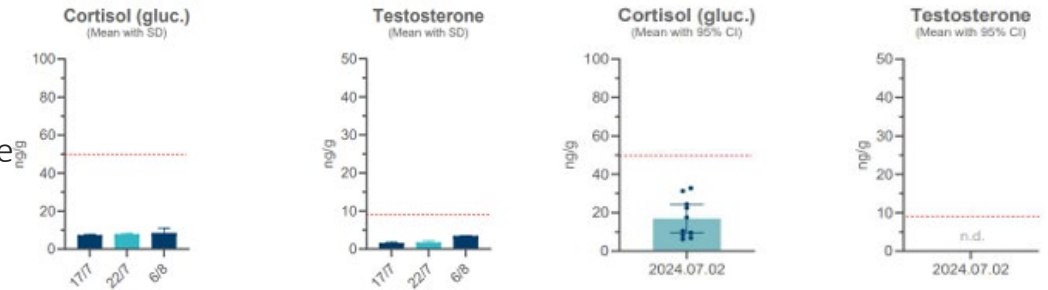
Produksjonssyklus 1:

- Målingene av kortisol viser verdier rundt 10 ng/g, og testosteron er godt under deteksjonsgrensen. Det er altså ingen tegn til verken stress eller kjønnsmodning.
- De to grafene til høyre viser data fra referansemerden i åpen merd i Myrane. Målingene er gjort rett før flytting av fisk og viser noe høyere stressnivåer enn i Marine Donut.

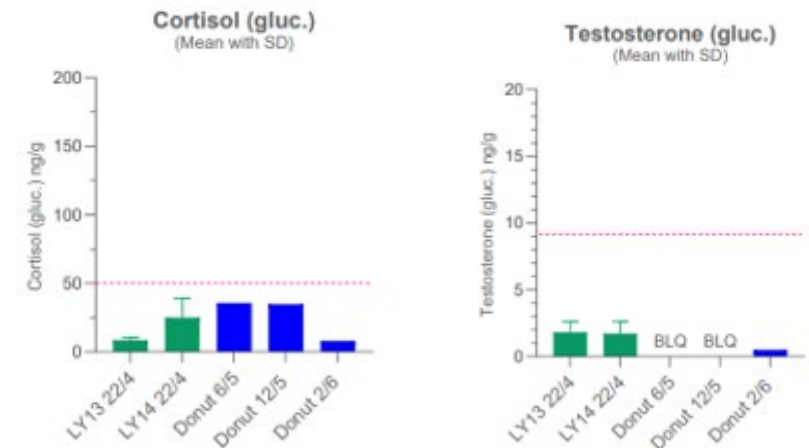
Produksjonssyklus 2:

- Resultatene viser målinger fra dagen etter innsett av fisk i Donut og en uke etter innsett.
- Noe høyere kortisolnivåer ble registrert etter én uke med fisk i Donut, noe som kan tyde på at fisken opplevde en viss grad av stress rett etter innsett. Resultatene vurderes likevel som lave.
- To måneder etter innsett er stressnivåene svært lave, lavere enn i produksjonssyklus 1.
- De grønne søylene representerer referansemerden i Lybergvika og viser stressnivåer fra åpen merd.
- Testosteron ble detektert 2. juli i produksjonssyklus 2, men kun i svært lave verdier som ikke indikerer kjønnsmodning.
- Det jobbes i dag med å få målinger basert på tidligere stressmålinger, live oppdateringer og AI.

Produksjonssyklus 1



Produksjonssyklus 2





Lus

- Svært gode resultater i begge produksjonssyklusene uten behov for lusebehandling mens fisken har stått i Marine Donut.

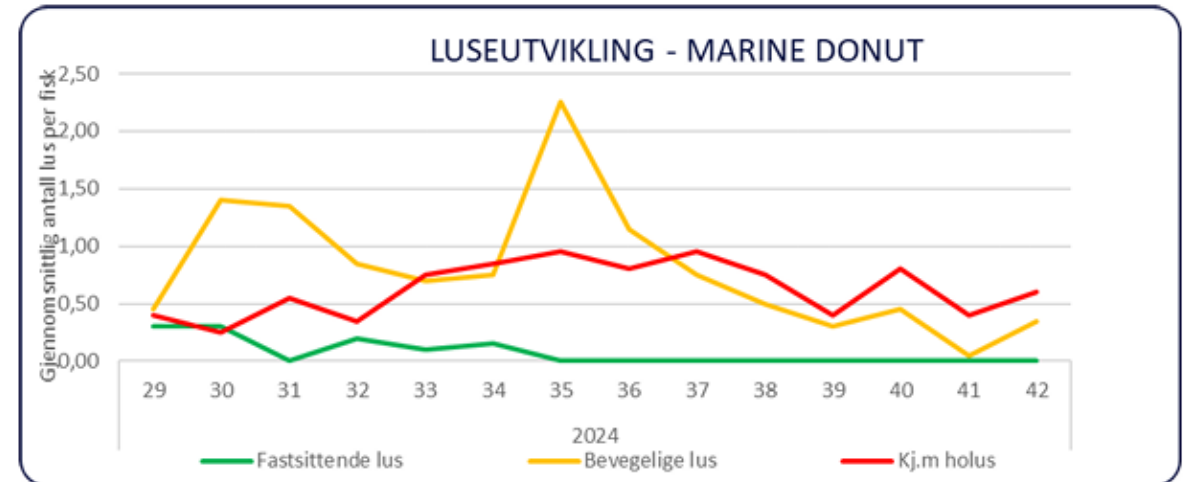
Produksjonssyklus 1:

- Økning av spesielt bevegelige lus i uke 30, deretter gradvis nedgang frem til resten av fiskegruppen ble satt inn i Marine Donut i uke 32/33.
- Økningen skyldtes at fisken hadde lus før den ble satt inn i Donut.

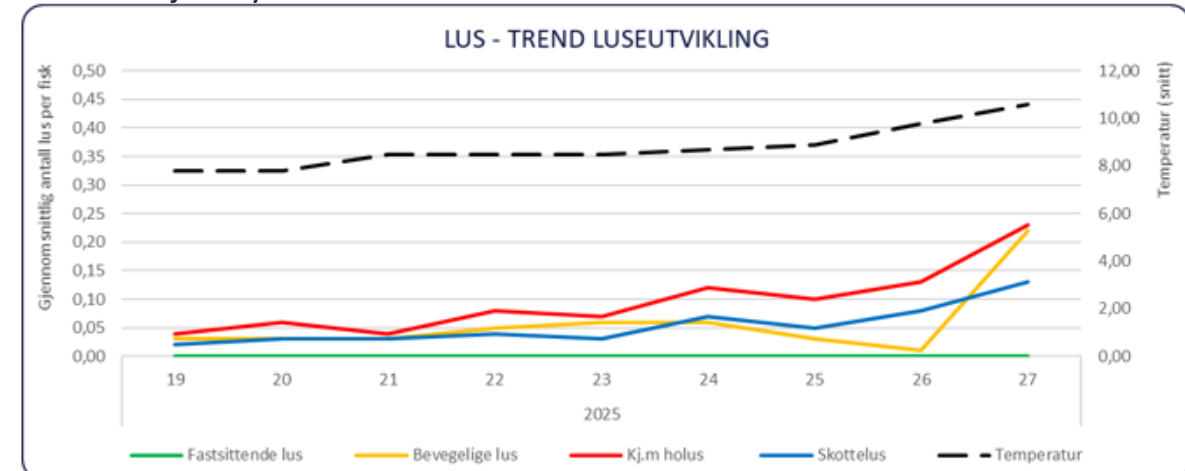
Produksjonssyklus 2:

- Resultatene viser et vesentlig lavere antall lus per fisk sammenlignet med syklus 1.
- Ingen fastsittende lus ble registrert i Marine Donut.
- En svak økning av bevegelige lus t.o.m. uke 23, etterfulgt av nedgang frem til uke 26.
- Mindre økning i kjønnsmodne hunnlus, bevegelige lus og skottelus i uke 27, trolig på grunn av temperaturøkning – nivåene er fortsatt svært lave (<0,25 lus per fisk).

Produksjonssyklus 1



Produksjonssyklus 2





Oksygen

- Settpunktet for oksygen ble satt til 90% metning før innsett av fisk.

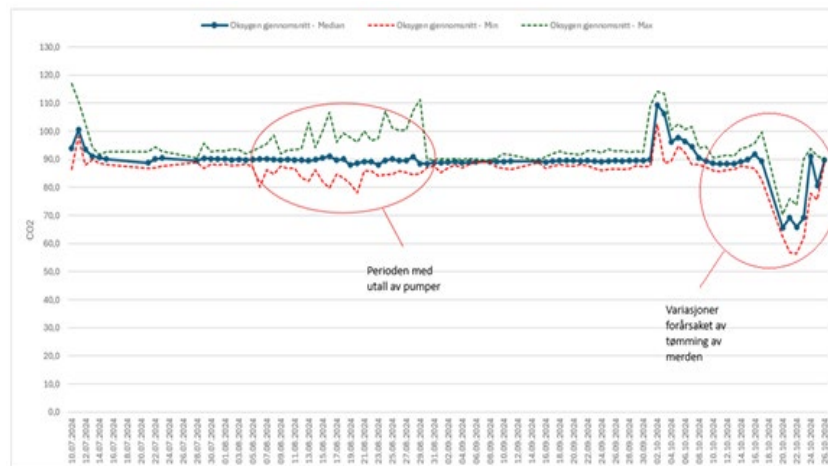
Produksjonssyklus 1:

- Det var noe variasjon i oksygennivået på grunn av driftsstans i tre inntakspumper. Årsaken var et kabelbrudd som følge av en installasjonsfeil. Problemet ble imidlertid raskt løst.
- Redusert antall tilsetningspunkter for oksygen førte til midlertidige svingninger i oksygennivået. Dette viser at Marine Donut har evne til å levere god vannkvalitet selv med sterkt redusert vannutbytte.

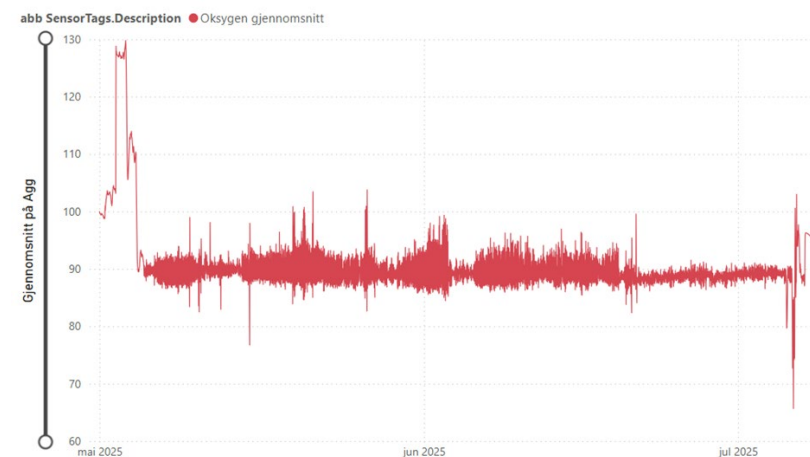
Produksjonssyklus 2:

- Fôringen har vært høyere over tid enn i produksjonssyklus 1, men dette har ikke påvirket oksygennivåene.
- Oksygennivået var mer stabilt gjennom hele perioden, som gir stabilt og forutsigbart miljø for fisken.

Produksjonssyklus 1



Produksjonssyklus 2





Temperatur

- Stabile temperaturer er viktig for å unngå stress og sykdom hos fisken.

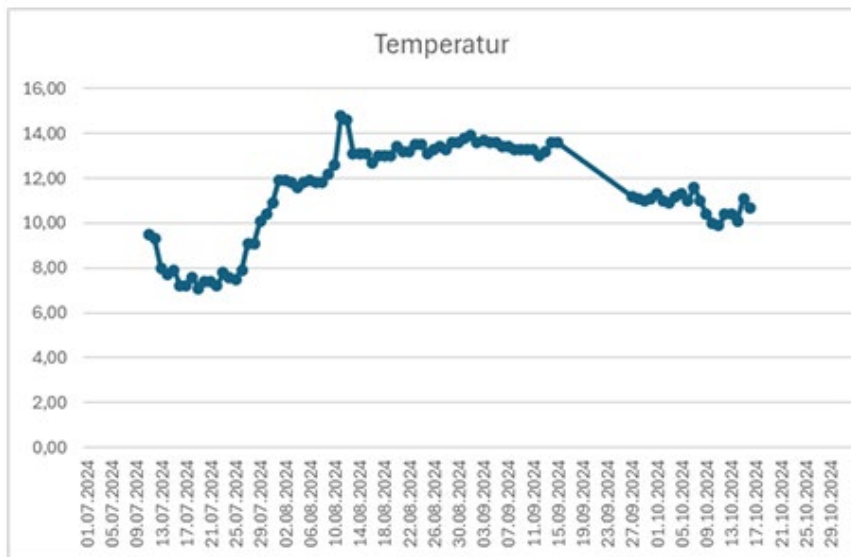
Produksjonssyklus 1:

- Temperaturen synker mot slutten av produksjonen som følge av naturlige sesongvariasjoner.

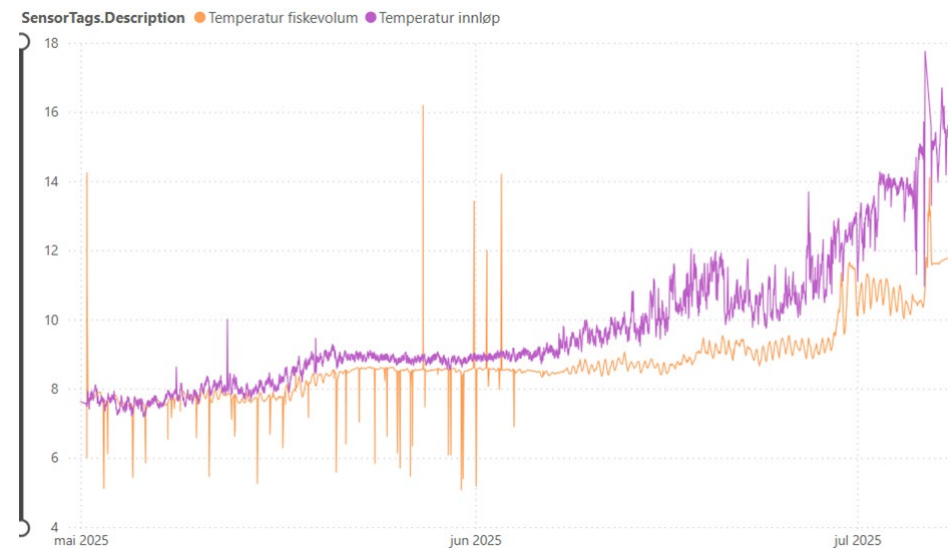
Produksjonssyklus 2:

Temperaturen holder seg generelt mer stabil og noe lavere i første halvdel av produksjonssyklus 2.

- Temperaturen øker mot slutten, også som følge av naturlige sesongvariasjoner.



Produksjonssyklus 1



Produksjonssyklus 2



Oppsummering produksjonssyklus 1 & 2



- Lavere dødelighet: Kun ca. 0,1 - 0,2% i produksjonssyklus 1 og produksjonssyklus 2
- Fiskevelferd: Generelt likt nivå i begge produksjonssyklusene. Noe kroppssår og finneskader skyldes avlusning fra før fisken ble satt in i Marine Donut.
- Mer stabile nivåer av salinitet, oksygen, pH og temperatur i produksjonssyklus 2 sammenliknet med produksjonssyklus 1 – minsker stressnivået for fisken og bidrar til bedre fiskehelse.
- Ingen luseproblematikk
- Redusert stress: Særlig etter ca. 2 måneder i Marine Donut var cortisolnivået på rundt 10ng/g - Cortisolnivåer over 50ng/g kategoriseres som stresset fisk.
- Ingen tegn til kjønnsmodning i verken produksjonssyklus 1 eller 2.
- Konklusjon: Produksjonssyklus 2 demonstrerer forbedret biologisk stabilitet sammenliknet med produksjonssyklus 1. Dette gir optimal fiskevelferd og forutsigbar drift, som gir høyere lønnsomhet og tryggere produksjon.



Største læring
fra prosjektet



Bluegreen



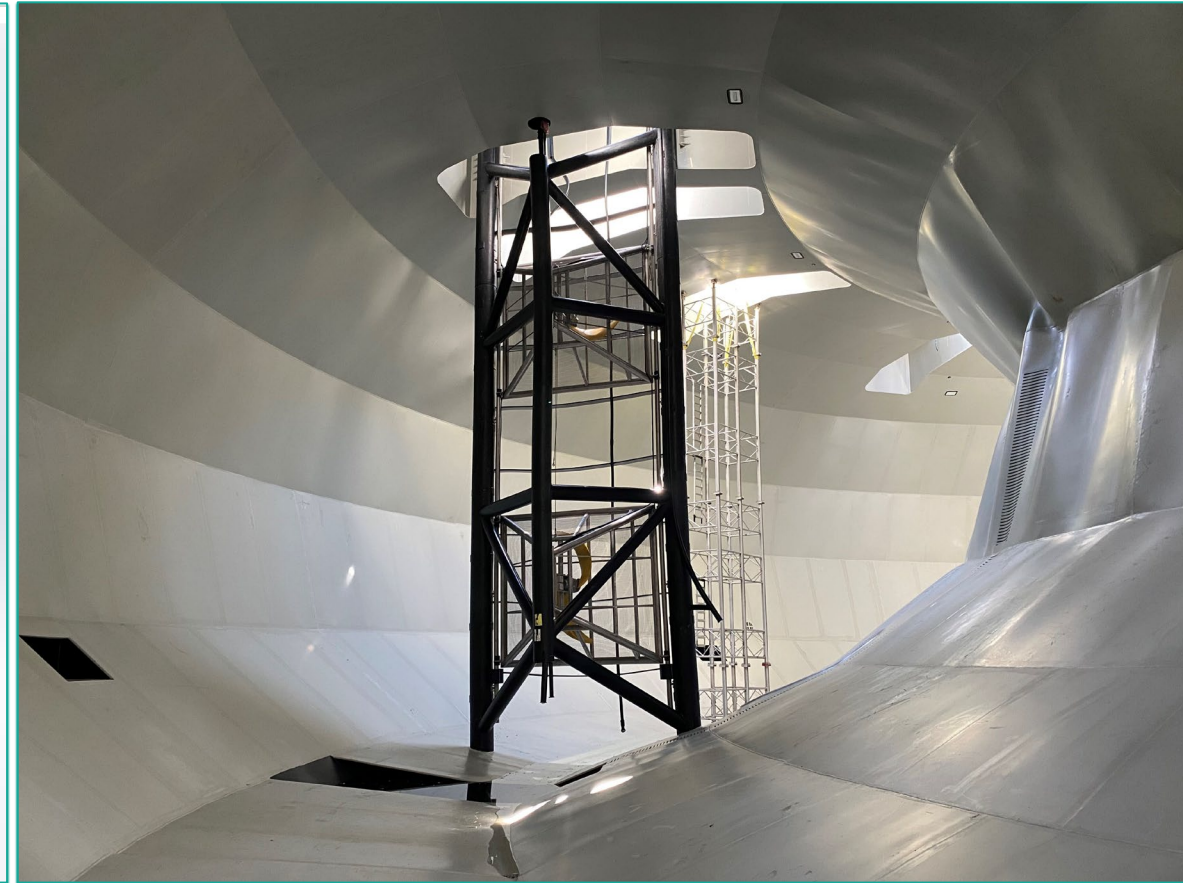
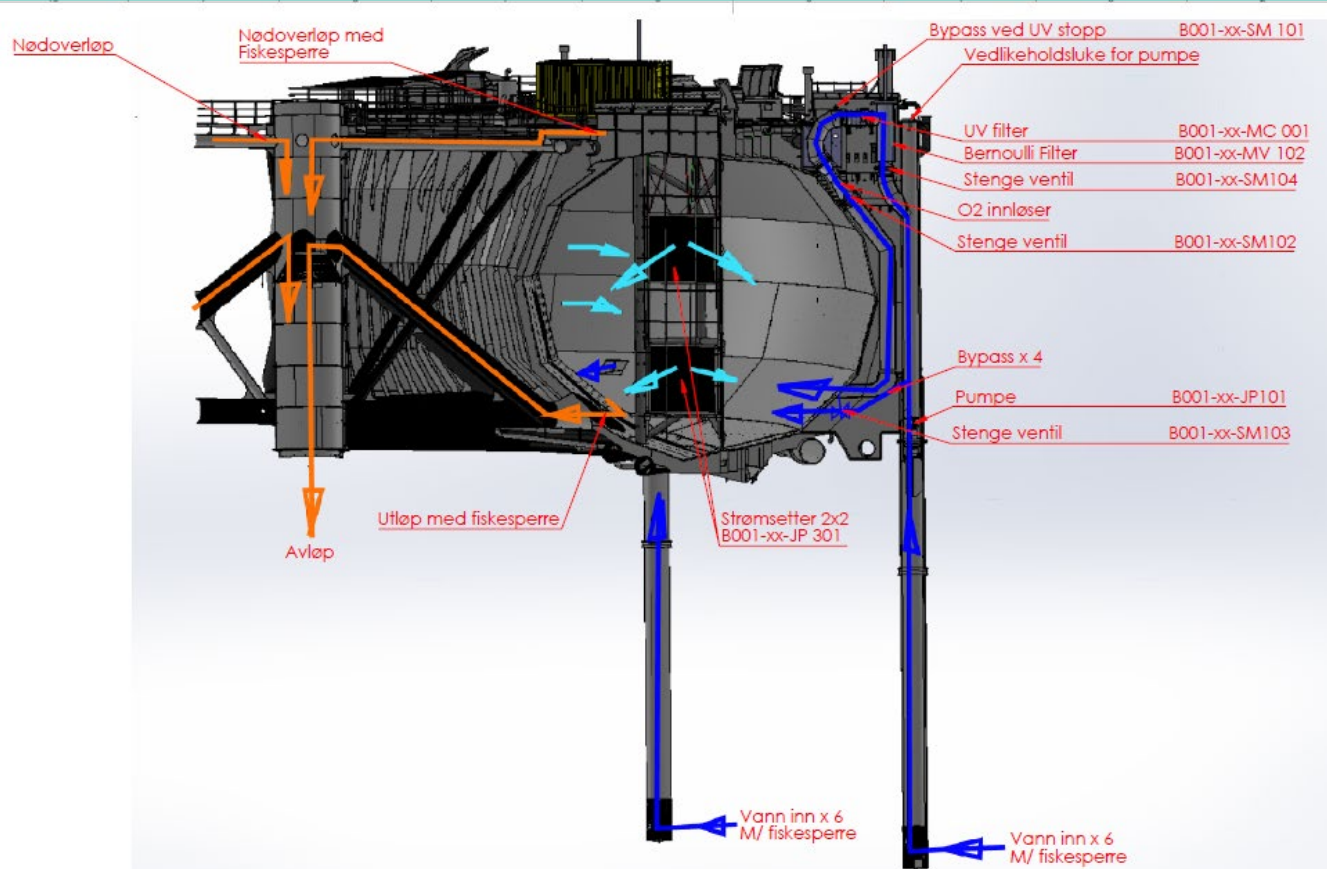
Avvik 1: Opprinnelige lokale deformasjoner/buklinger



- De oransje ellipsene viser avvik ifm områder for lokal bukling ifm bygging- og installasjonsfasen

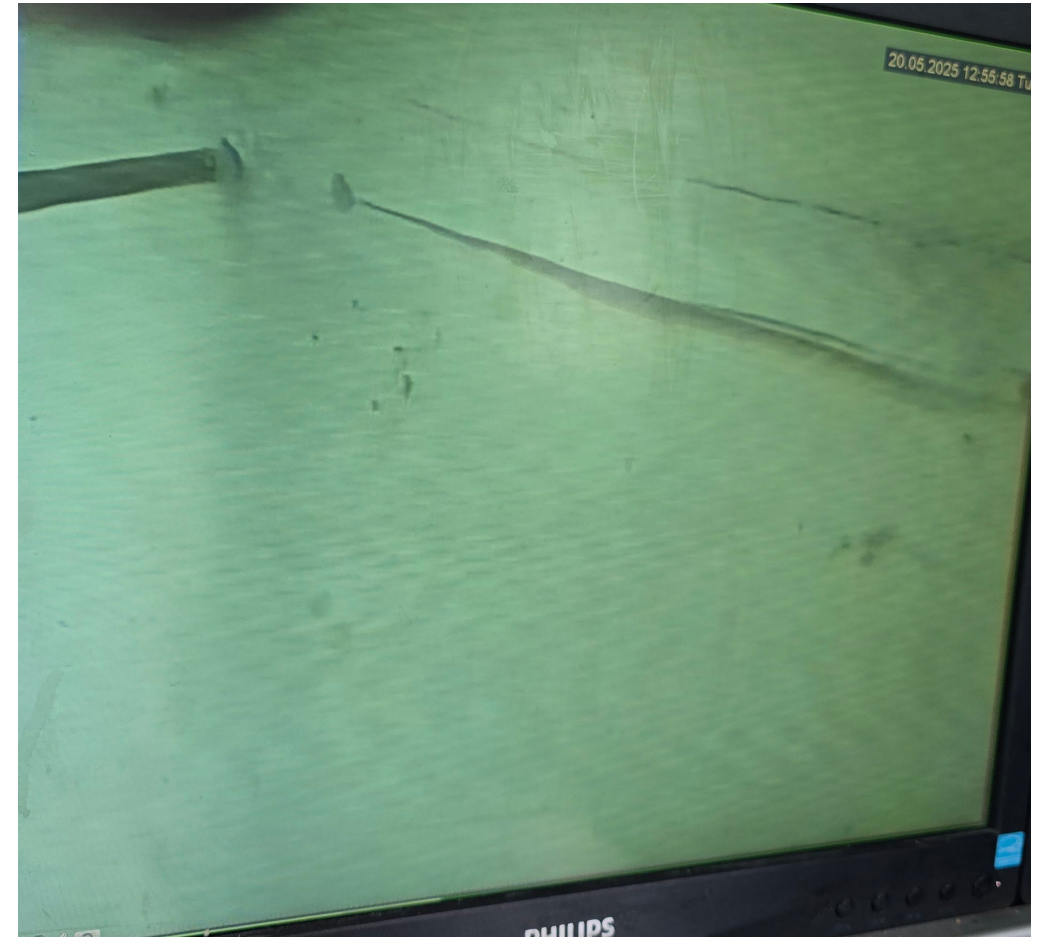
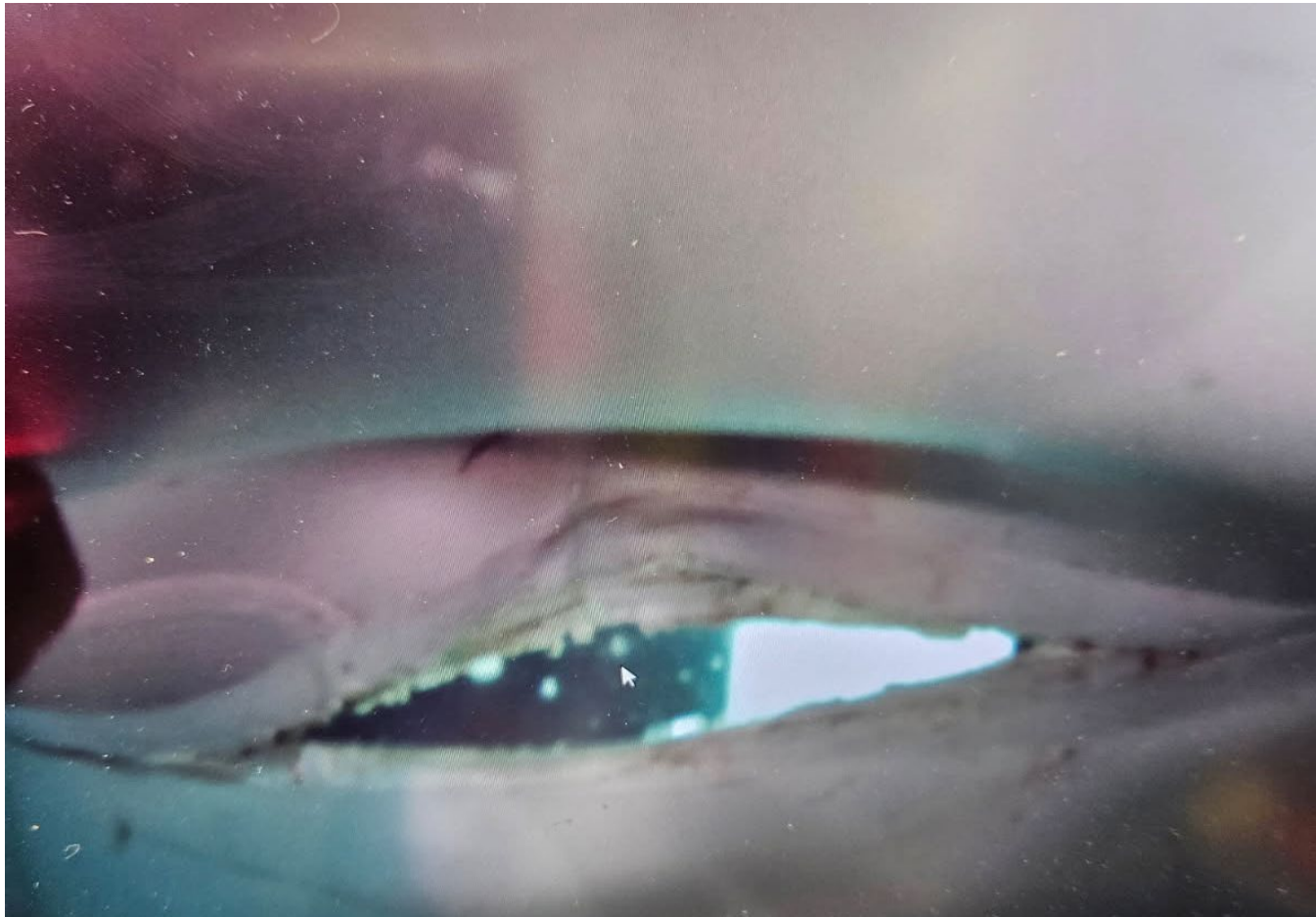


Water flow – cross section



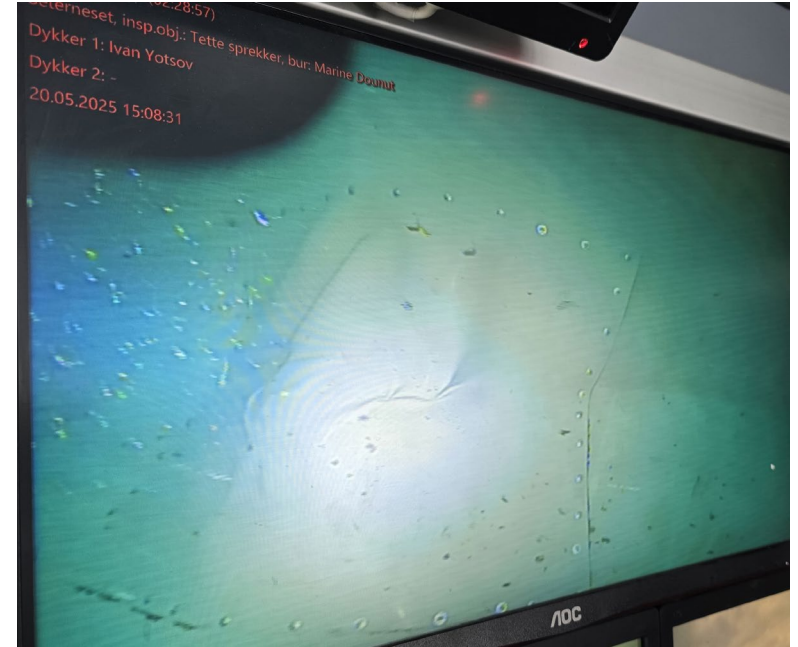
4,5 cm sprekk i bukling etter relaksasjon

Boring av hull i ender for å hindre utvikling





Tiltak 1: Reparasjon av sprekke ved PE plate og utvendig not



Spenninger i midtlinje før tiltak

1.3 Material

HDPE har ikke-lineære materialegenskaper. E-modulen påvirkes av tid, temperatur og påkjenning. Til sammenligning påvirkes stål hovedsakelig av temperatur, forutsatt elastisk område. Dette gjør HDPE krevende å modellere og simulere korrekt. E-modul nedenfor er benyttet i analysene.

Table 1: Material data

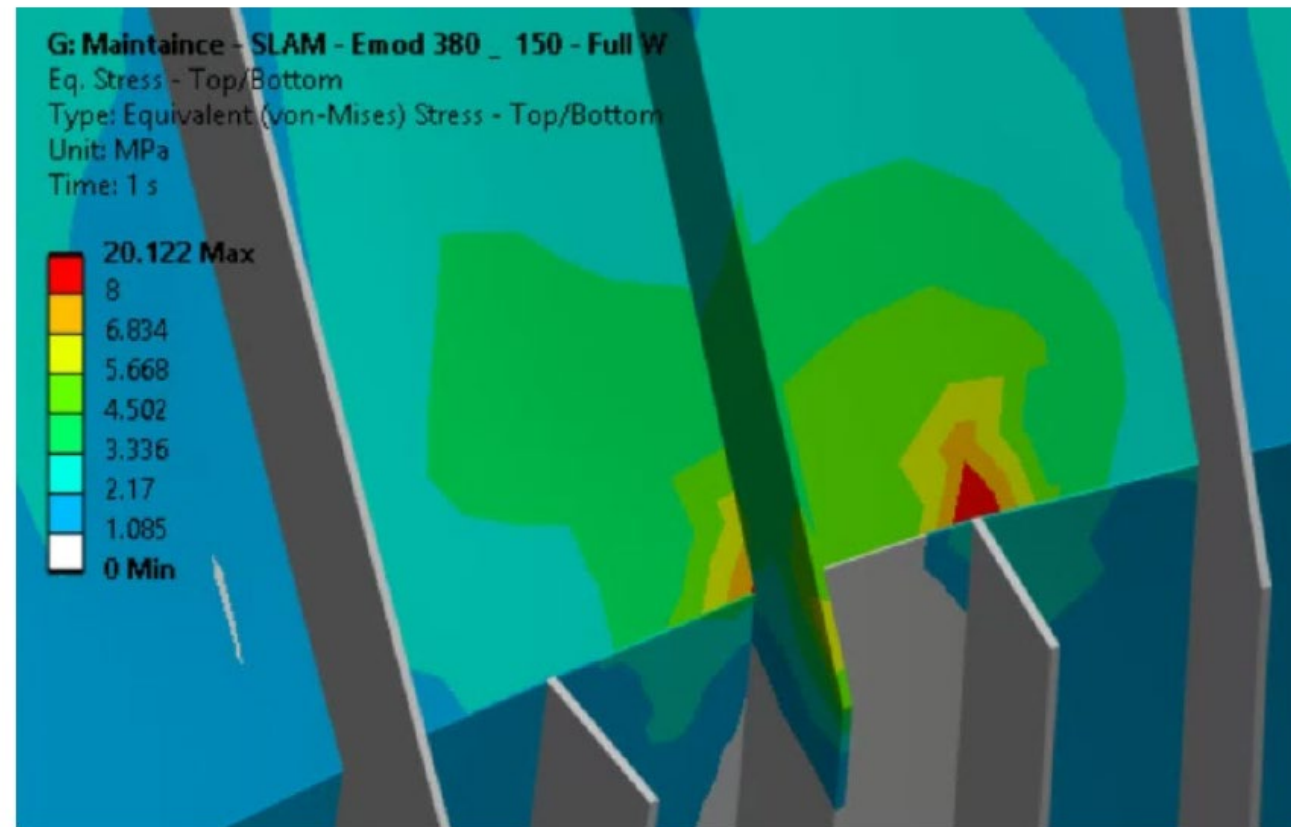
Material	E-modul [MPa]	Tillatt spenning [MPa]
PE100 (48 timer)	380	8

Table 5: PE100 - Allowable stress [MPa] ULS

Material	Load Factor	Material Factor	Yield stress [MPa]	Allowable Von Mises stress [MPa]	Duration of load	Minimum required yield strength [MPa]	Allowable Von Mises stress [MPa]	Modulus of elasticity [MPa]
PE100	1.15	1.25	25.00	17.39	24 hours	13.00	9.04	1100
					1 year	11.50	8.00	
					10 years	10.50	7.30	
					50 years	10.00	6.96	

Årsak til hendelse SalMar:

- Dekklast ekstrauststyr
- Vekt av Vannflow over UV
- E-modul, Tid og temperatur



Figur 1: Analyse 1 – spenninger med slamfelle

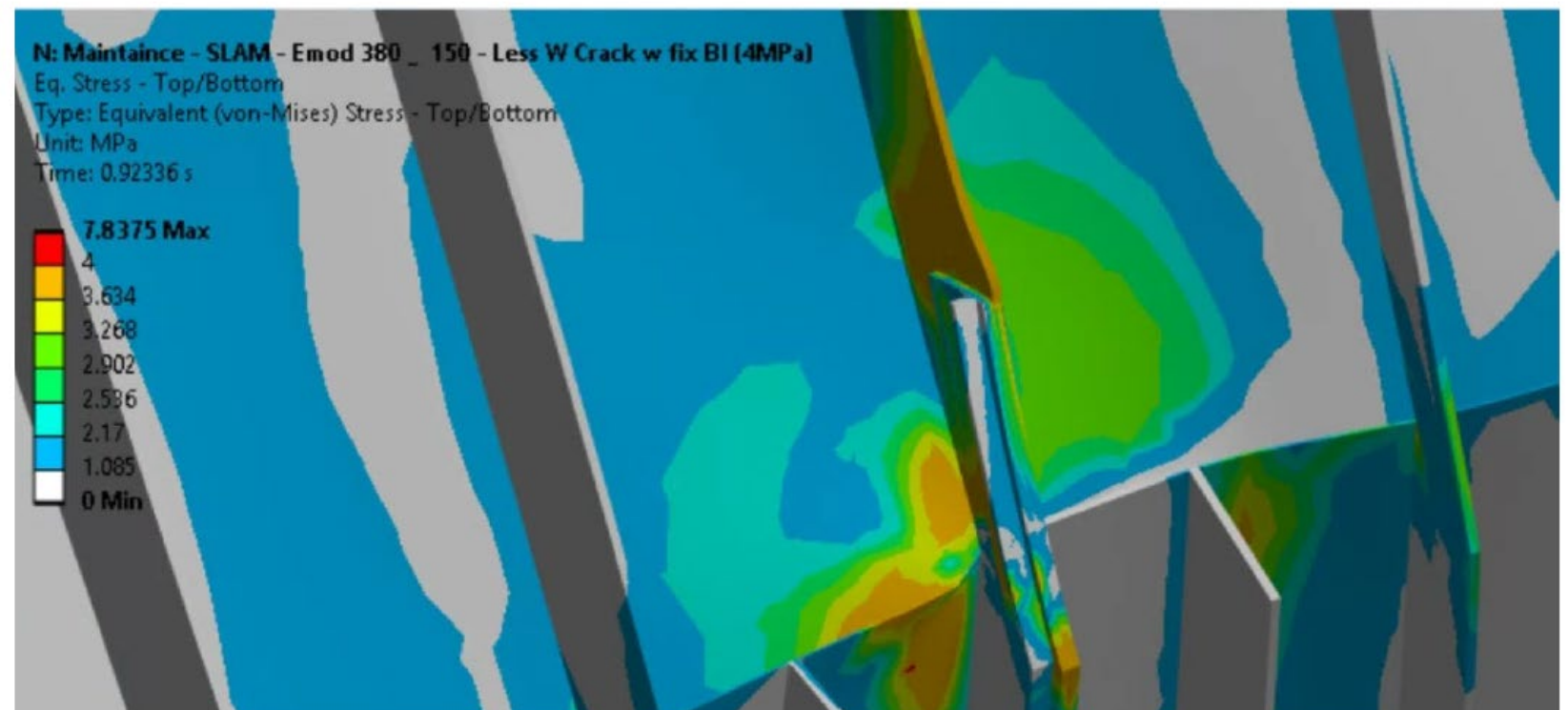
Spenninger i midtlinje etter avstivningstiltak

1.3 Material

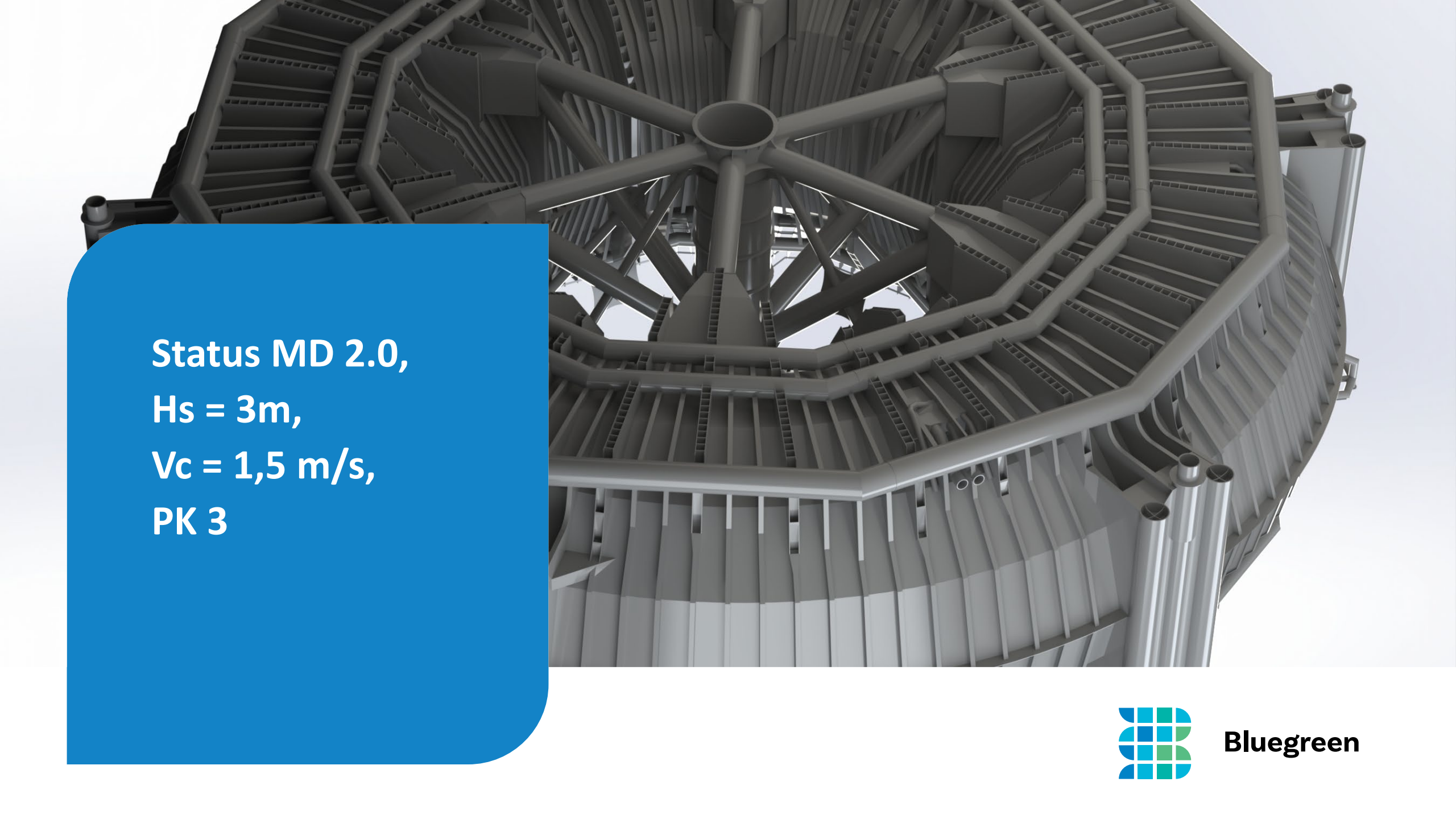
HDPE har ikke-lineære materialegenskaper. E-modulen påvirkes av tid, temperatur og påkjenning. Til sammenligning påvirkes stål hovedsakelig av temperatur, forutsatt elastisk område. Dette gjør HDPE krevende å modellere og simulere korrekt. E-modul nedenfor er benyttet i analysene.

Table 1: Material data

Material	E-modul [MPa]	Tillatt spenning [MPa]
PE100 (48 timer)	380	8



Figur 10: Analyse 7 – bi-lineær materialmodell med flytspenning på 4MPa



Status MD 2.0,
 $H_s = 3\text{m}$,
 $V_c = 1,5\text{ m/s}$,
PK 3

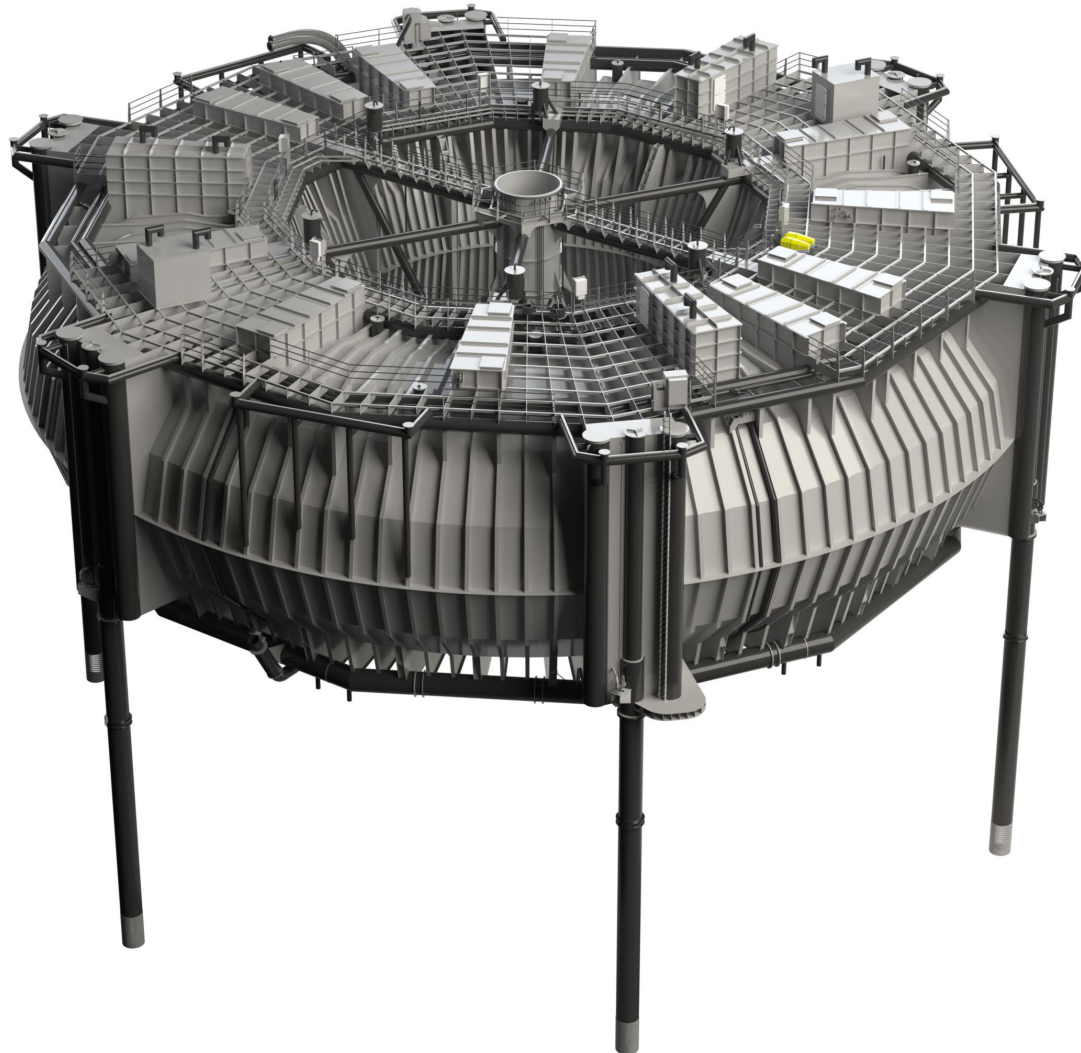


Bluegreen

MD versjon 2.0 er utbedret med forsterkning av midt linjer og twin walls forsterkninger av spant. Bildet viser Marine Donut versjon 1.0



MD versjon 2.0 er utbedret med forsterkning av midt linjer og twin walls forsterkninger av spant.





Marine Donut 2.0 overside og underside

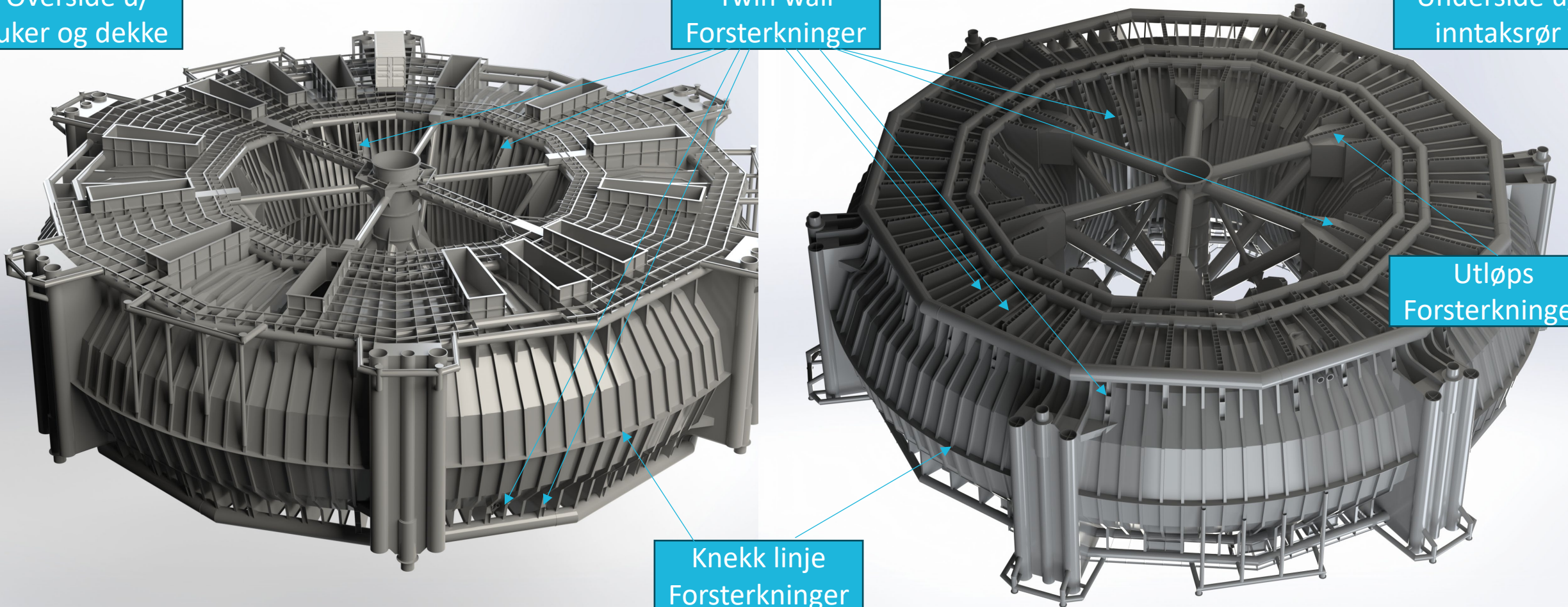
Overside u/
luker og dekke

Twin wall
Forsterkninger

Underside u/
inntaksrør

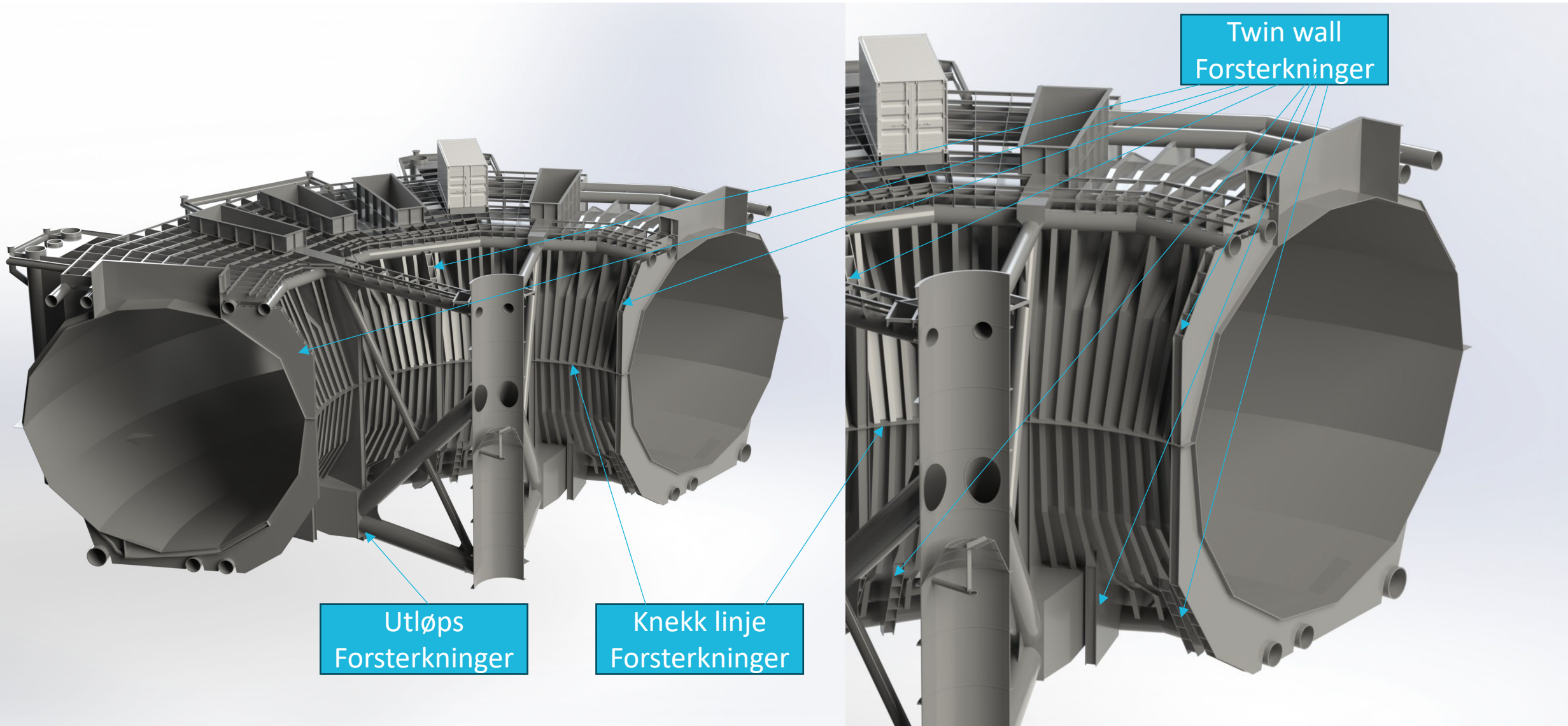
Utløps
Forsterkninger

Knekk linje
Forsterkninger





Marine Donut 2.0 segment og snitt





Konklusjon: Fisken storrives i anlegget og presterer meget godt



An aerial photograph showing a large, circular offshore oil platform with a central hub and radial spokes, surrounded by solar panels. A white supply ship with blue accents is docked at the platform. The water is dark, and a yellow buoy is visible in the lower right.

Bluegreen Group

Nils-Johan Tufte

+4748304835

nils@bluegreenvisions.com



Bluegreen