

# Notat

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Fra:</b> Next Seafood  | <b>Dato:</b> 01.09.2022 |
| <b>Til:</b> Fiskeridirektoratet<br>Kyst- og havbruksavdelingen  |                         |
| <b>Sak:</b> Utviklingskonsesjon – rapportering i henhold til målekriteriene 2.1 og 2.3<br><b>VERSJON: OFFENTLIG</b> |                         |

**Fra Fiskeridirektoratets tilsagnsbrev av 03.01.2020 med referanse 17/10977 har vi:**

*Målkriterium 2.1 Overføring av kunnskap fra forskningstillatelse til utviklingskonsesjoner. Kunnskap som er opparbeidet gjennom utviklingen av prototypen (FishGLOBE V5, fullskala postsmoltanlegg utviklet gjennom forskningstillatelse) skal benyttes som input til designarbeidet. I tillegg skal det gjennomføres tester for å dokumentere design og funksjon av prototypen gjennom datafangst/målinger under testperiode og normal drift. Videre skal det være satt inn av fisk i prototypen før designfrys av FishGLOBE V6.*

*Målkriterium 2.3 Endringer i konseptet. Eventuelle endringer i konseptet fra beskrivelsen i tilsagnet skal begrunnes og dokumenteres.*

Dette tekniske notatet skal rapportere på disse målekriteriene.

## **Samlet rapportering på Målkriterium 2.1 og 2.3**

Angående Målkriterium 2.3 Endring i konseptet, så er det er bare mindre endringer i konseptet fra omsøkt til nå. Det som er endret er knyttet til erfaringer og kunnskapsoppbygging i forbindelse med uttesting i FoU konsesjonen. Det er derfor en samlet rapport for begge disse målkriteriene i dette notatet.

## **Forskningstillatelse og rapportering**

I 2021 rapporteringen til Fiskeridirektoratet på FOU konsesjonen, er resultater fra FoU og uttesting presentert. Under er hovedkonklusjonene vist med **blå skrift**. For ytterlige informasjon så vises til innsendt rapport.

Hovedkonklusjonen fra 2021 rapporten er at FishGLOBE jobber seg steg for steg videre for å teste, dokumentere og videreutvikle FishGLOBE teknologien til å bli den oppdrettsløsning som er best for oppdrett av postsmolt. Flere av aktivitetene det rapporteres for i 2021 vil fortsette videre i 2022 og i hele konsesjonsperioden.

## **Utviklingskonsesjon og rapportering**

Hovedprosjektet definert i FoU konsesjonen består av 3 delprosjekter og i rapporteringsperioden har det vært 7 ulike aktiviteter knyttet til disse. **Konsekvens/valg av løsning for 30K designet er spesifisert etter hver konklusjon.** Det er altså benyttet oppsettet i 2022 rapporten på forskningstillatelsen til å rapportere på Målkriterium 2.1 og 2.3.

Til informasjon så brukes det nå andre benevnelser for de ulike størrelsene på globene. FishGLOBE V5 som benyttes i FoU konsesjonen kalles nå FishGLOBE 3.5K, eller 3.5K. Den første benevnes #1 og den andre benevnes #2. FishGLOBE V6 kalles nå for FishGLOBE 30K eller 30K.

Konklusjonene for 30K er vist med bold tekst under hver aktivitet.

## **Delprosjekt 1: Utvikle protokoll som gir effektiv produksjon av postsmolt med god tilvekst, fiskehelse og høy overlevelse.**

### **DP1.1, Testing av oksygeneringsløsninger:**

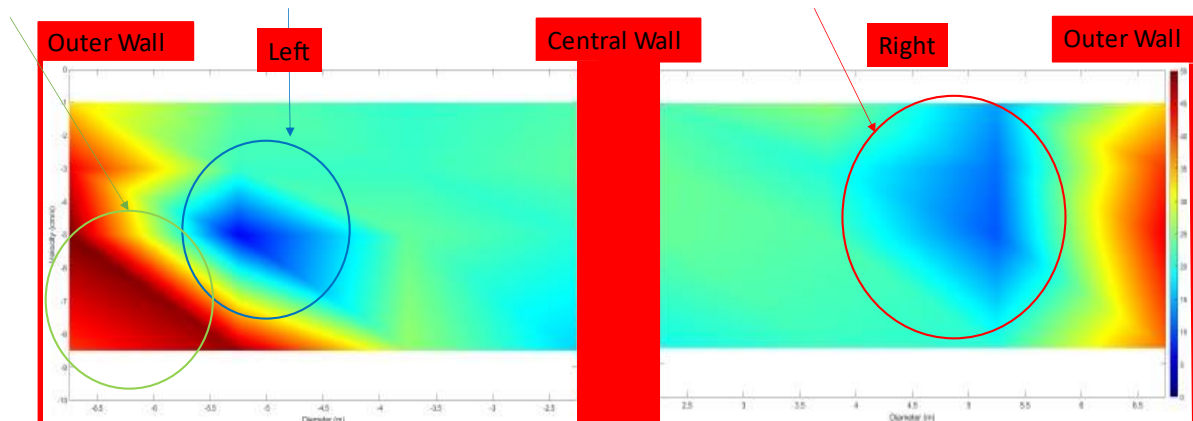
Konklusjon, *De oksygeneringsløsningene som FishGLOBE ønsker å fokusere på og videre dokumenter effekten av er identifisert. De valgte metodene er slanger, **LØSNING-A og LØSNING-B.***

Uttestingen av de dyrere løsningene (Løsning-A og Løsning-B), som skulle gi mer effektiv oksygeninnblanding blir fullført i 2022, men de foreløpige erfaringene tilsier at en for 30K skal gå for den rimelige løsningen med slanger. Dette fordi når vi har så dyp tank så kommer nødkyngenslangene så dypt (20m), at trykket (2 bar) her gir så god innblanding at forbedret effekt med dyrere løsninger ikke er kostnadssvarende, samt at disse dyre løsningene også har pumper som må være i drift. Ekstra ting som må gå, utgjør også en fare for driftsstans. Slangene kan tette seg ved at de blir fylt med sjøvann når de ikke er i bruk. Vi har løst det problemet med å automatisk tilsette litt oksygen inn i slangene, slik at de alltid er gassfylte. En holder oppe et mottrykk slik at lite vann trenger inn i slangene. Slangene har vist seg å være driftssikre og stabile, men selve slangene har noe kort holdbarhet/levetid. **Vi vil derfor gå for slanger med høyere kvalitet for 30K.**

Vi har i FoU konsesjonen testet ut en billigere variant enn Løsning-A og Løsning-B som gir bedre innløsning. Denne løsningen (Løsning-C) var vi veldig fornøyde med, men selve pumpen havarerte etter kort tid (12-18 mnd) ved kontinuerlig drift. Leverandøren har nå endelig funnet feilen på pumpa, vi hadde fått noen med feil på vår installasjon. Vi tester nå disse på ny, med sikte på å ha noen av disse i drift i 30K. Løsning-C hadde vi på 3.5K integrert i pumpecasingen, men på 30K vil vi ha disse løse/separate fra pumpe casingen. **Løsning-C heises ned i samme pumperør og vil henge rett over pumpa som før, men ikke integrert i casingen.**

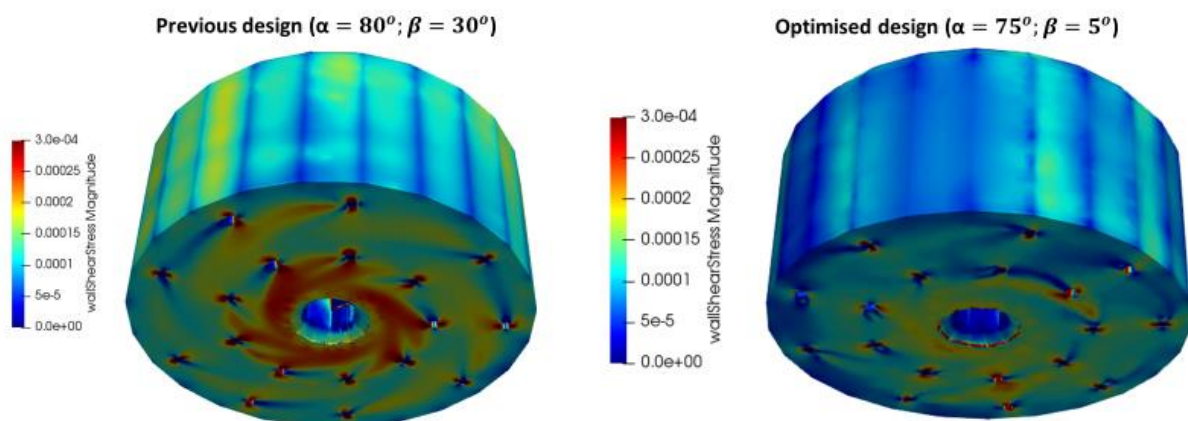
DP1.2, Strømningsbilde i Globe #2 (3.5K): Konklusjon, På grunn av videreutviklingen av 3.5 K designet må det gjøres nye analyser av strømningsbildet. Verifiseringen av strømningsbildet skal gjøres i 2022, men visuelle observasjoner av strømningsbildet støtter at tiltak / nye designløsninger også fungerer i praksis.

Det er i 2022 gjort målinger av strømningsbildet i Globe #2 for å verifisere strømningsbildet i forhold til CFT analysene. Se vedlegg1. Målingene viste noe høyere hastighet langs ytterveggen enn det CFT analysene indikerte.



Figuren viser målt strømningshastighet i 3.5K#2. Det er større strømningshastighet ved ytterveggene (rødt).

For å sikre god og homogen innblanding av nytt vann, er det økt til 18 pumperør i 30K. Der rørene er fordelt i to sirkler med 9 rør i hver sirkel. Den innerste sirkelen er midt i det innerste vannvolumet. Den ytterste sirkelen er midt i det ytterste vannvolumet. Det er 12 av rørene som skal ha pumper, de andre 6 har funksjon som å stive av konstruksjonen mm. For å ytterligere å redusere vannhastigheten ytterst, ble det kjørt nye CFT analyser på 30K for å finne optimal retning på dysene slik at det blir jevnere strømhastighet i hele globen. Vedlegg 2 viser CFT analyser med gammel og ny retning på dysene. Mer av kraften blir nå fordelt til å øke vannhastigheten innover. **30K vil bli bygget med pumperør med de nye dyseretningene.**



Figuren viser ny retning på dysene til høyre. Det viser at det er mye mindre trykk på ytterveggen med nytt design.

### **DP1.3, Evaluering av FishGLOBE teknologien i forhold til lakselus belastning:**

*Konklusjon, Basert på en analyse av luseregistreringer fra historiske utsett, nabo lokaliteter til Kilaneset og Innsett i Globe #1 kan det konkluderes med at FishGLOBE teknologien kan være en god løsning for å redusere lakselus påslaget på laks produsert på belastede lokaliteter.*

**30K er designet til å ha vanninntak på over 20 meter.** Det er i tråd med erfaringen fra drift på FoU konsesjonen.

### **Delprosjekt 2: Evaluere og eventuelt videreutvikle FishGLOBE som behandlingsted mot lakselus og AGD**

#### **DP2.1, Uttesting av FishGLOBE teknologien som sted for ferskvannsbehandling**

*Konklusjon, FishGLOBE teknologien er vist å fungerer teknisk som sted for ferskvanns behandling, men videre testing er nødvendig for å konkludere i henhold til biologiske parametere og praktiske utfordringer som ferskvannstilførsel.*

FishGLOBE 30K er basert på samme design og er klargjort for å kunne ta i bruk erfaringer og kunnskap fra drift av FoU konsesjonen. Det arbeides nå med en filterløsning for overflatevann. At en kan ta inn brakkvann som er filtrert for lakselus- og blåskjell-larver etc, og behandle fisken i tanken med dette. Overflatevann med lav saltholdighet har i FoU konsesjonen vist seg å fungere mot AGD, men den tekniske løsningen på første test var uten filter, og brakte med seg så mye annet inn i tanken. **Dersom en får til dette på 3.5K i FoU konsesjonen så kan dette implementeres også på 30K senere ved et «plug&play» konsept.**

#### **(Bilder og informasjon er tatt ut av offentlig dokument for å beskytte forretningskritisk informasjon)**

På FishGLOBE 3.5K#1 var det også horisontale rør mellom de vertikale pumperørene. Dette for å muliggjøre å resirkulere brukt vann, ved å lede vann fra avløpet bort til innløpspumpene. Enten i de horisontale rørene under globen eller de horisontale rørene under tekniske dekk. Erfaringene fra globe#1 var at det var vanskelig å gjennomføre i praksis, og at det samler seg organisk materiale etc i de horisontale rørene som gir fare for å utvikle H<sub>2</sub>S gass. H<sub>2</sub>S er dødelig for fisk, og dannes når relativt små mengder organisk materiale står i ro. Dette et problem spesielt når en resirkulerer sjøvann, siden sjøvann inneholder mye sulfat. Siden disse horisontale rørene under bunnen er vanskelig tilgjengelig for inspeksjon på at det ikke utgjør noen helsefare for fisken, så har **en valgt å gå bort fra denne løsningen i 30K ved gjenbruk av vann med horisontale rør.**

Ved å luften vannet inne i sentrum og lede dette vannet i de horisontale rørene under dekk, og ned i pumperørene slik som opprinnelig tenkt, så kan en risikere å dra med seg luft ned og inn til fisken. Da vil da bli problemer med totalgassmetning og nitrogengassmetning. Grensen for akutt nitrogengassovermetning er 110%, men dødelighet og skader kan forekomme ned mot 102-103%. Vi måler disse gassene jevnlig og ser at vi ikke kan øke risikoen på dette området.

**Det pågår i stedet en prosess med utvikling av en alternativ metode for gjenbruk av vann. Dersom en får til dette for en FishGLOBE 3.5K, så kan det dersom det er hensiktsmessig vurderes å utvikles til 30K ved senere anledning.**

#### **(Bilder og informasjon er tatt ut av offentlig dokument for å beskytte forretningskritisk informasjon)**

**DP2.2, Dypvannsinntak, en mulighet til å bedre vannkvaliteten for å redusere mengden patogener, parasitter og andre mikro organismer som kan påvirke fiskevelfreden.**

Konklusjon, *Det ble vist at muligheten for å endre vanninntaks dybden kan i enkelte situasjoner bedre fiskens helse og velferd, men det er behov for en større kartlegging for å se på muligheten for å finne det optimale vanninntaksdypet med tanke på laksen helse, velferd og vekst.*

**Resultater fra pågående uttestinger og erfaringsoppbygging på 3.5K i FoU konsesjonen implementeres direkte i 30K.**

**Delprosjekt 3: Utvikle, teste og dokumentere løsninger for høy grad av slam oppsamling, distribusjon og anvendelse.**

**DP3.1, Teknologi for oppsamling av organisk avfall**

Konklusjon, *Det er valgt basert på vurdering og testing er det valgt ulike metoder for oppsamling i Globe #1 og #2. Dokumentasjon av disse løsningene i form av kvantifisering av utslipp vil bli gjort i 2022 og videre forbedret i 30K.*

**Den nye løsningen som testes på 3.5K#2 med en syklon og slamoppsamling/lagring i sentrum, vil bli benyttet på 30K.** Endringer vil være at den tilpasses større volumer.

**(Bilder og informasjon er tatt ut av offentlig dokument for å beskytte forretningskritisk informasjon)**

Det er på 3.5K#2 testet om det kommer partikler ut hovedavløpet. Det viser seg at noen partikler ikke rekker å synke til bunns og bli oppsamlet i partikkelavsugget nær bunnen. De følger i stedet hovedstrømmen ut hovedavløpet. På FoU konsesjonen foregår det nå kvantifisering av denne mengden, samt utvikling av nye løsninger for oppsamling av partikler som kommer ut hovedavløpet. **På 30K så designes det inn for uttesting av to løsninger.** Den ene er en finmasket duk (200 mikron) som alt vannet må igjennom etter å ha kommet igjennom hovedsilen. Det andre er å sette inn en finmasket not under avløpet. Da må alt avløpsvannet gå igjennom denne slik at partiklene blir liggende på innsiden av duken og kommer ned i sentrum, der partiklene blir sugd opp for lagring i slamtank.

*Figuren viser en finmasket silnot designet for å henge under avløpet. Partikler sedimenterer ned i sentrum og løftes med airlift opp til slamtanken.*

### **DP3.2, Teknologi for utsortering av fôrspill, slamlagring, transport og utnyttelse**

*Konklusjon, Det er basert på vurdering og testing valgt ulike metoder for utsortering av fôrspill, slamlagring og transport. Dokumentasjon av disse løsningene i form av kvantifisering av oppsamling vil bli gjort i 2022.*

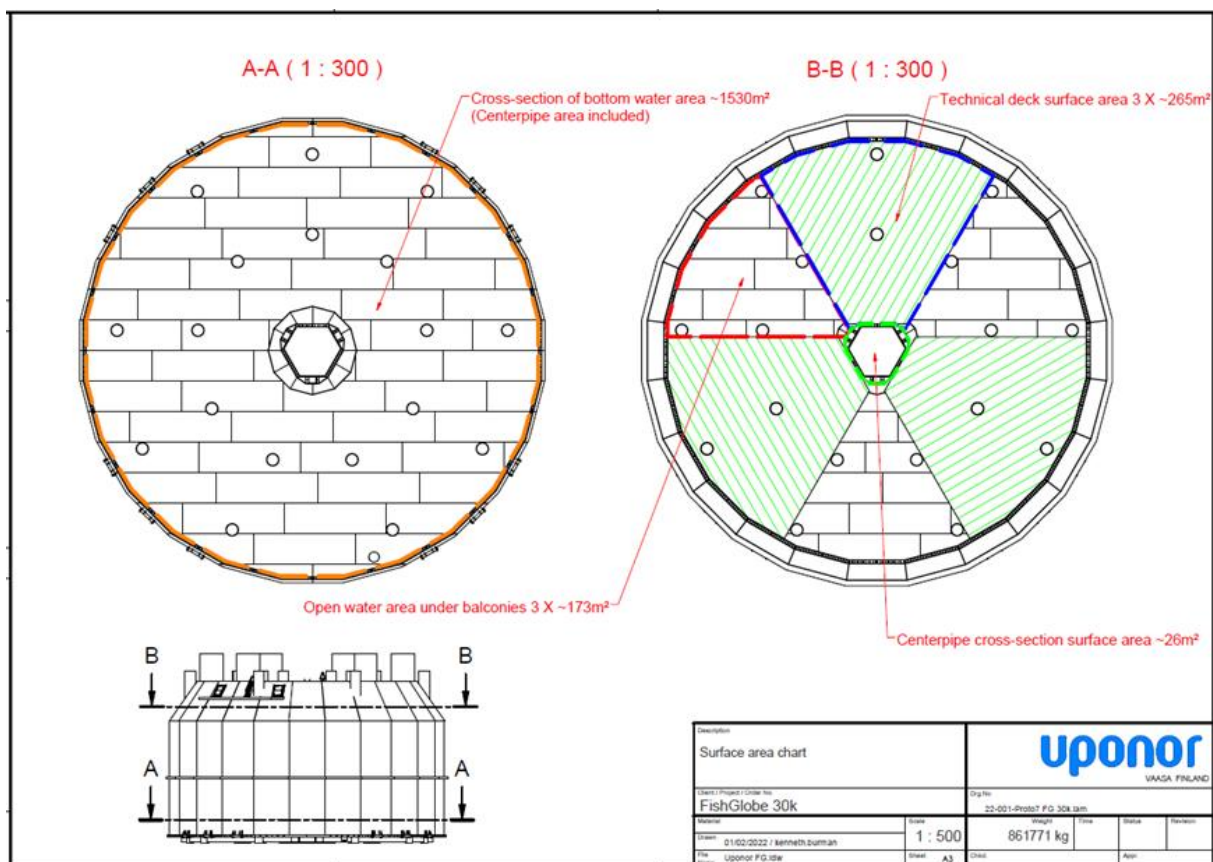
Hvordan slamlagring i første steg er omtalt i foregående avsnitt. For videreforedling, transport og utnyttelse foreligger ikke enda noen resultater for dette FoU-arbeidet i 2022. Men **løsninger utviklet på FoU konsesjonen er direkte implementerbare på Utviklingskonsesjonen.**

Utover det som er rapportert til Fiskeridirektoratet på FoU konsesjonen så kan det tas med status for det som er gjort i 2022 eller som pågår.

### Sloshing

Erfaringen fra drift i FoU-tillatelsen med 3.5K viser at det kan oppstå mindre bølgebevegelser innvendig i globen (sloshing), men at resonant sloshing (innvendige bølger med periode lik en av globens egenfrekvenser) ikke er observert. Dette er også dokumentert med fullskalamålinger.

Siden 30K er vesentlig større, og siden **30K har 3 basseng** (fiskerom), 3.5K har 2 basseng, og siden 30K skal sertifiseres for lokaliteter med  $H_s=3m$ , ønsket vi å komme til bunns i spørsmålet om sloshing. Et uavhengig og meget kompetent konsulentfirma Norconsult ble engasjert, og fikk oppgaven med å identifisere hva utfordringene er med både 3.5K og 30K.



Figuren viser de tre åpne overflatene i FishGLOBE 30K. Skravert grønt viser dekkene som flyter på vannoverflaten.

Konklusjonene er som følger:

- FishGLOBE 3.5#1 (prototypen) er bygget med samme instrumentering som ved testing av en modell i en bølgetank. Data samlet opp i forskningskonsesjonen ble brukt av Norconsult til å gjennomføre numeriske analyser og analyser av fullskalamålinger. Norconsult finner (ved numeriske analyser av 3.5K og 30K og ved analyse av fullskalamålinger av 3.5K) at både 3.5K og 30K har egenfrekvenser som kan trigge/starte resonant sloshing innvendig i globene. Forutsetningen for at dette fenomenet skal opptre er imidlertid at eksterne (utvendige) bølger med en bestemt bølgeperiode klarer å sette igang denne dynamiske tilstanden.

| Measurement                         | Type of instrument                                      | Accuracy  |
|-------------------------------------|---|---|
| Internal wave height, Fishroom #1-4 | Siemens SITRANS, Type: 7ML5221-1DA11                    | 0.0125% of measuring distance equals approximately 14mm. (Siemens, 2017)                                |
| Wave measurement                    | Aanderaa Wave and Tide Sensor 5218/5218R                | Not given (Xylem, 2018?)  |
| Windspeed and direction             | Young Wind Monitor, Model: 05106                        | Wind speed: $\pm 0.3$ m/s (0.6 mph) or 1% of reading.<br>Wind direction: $\pm 3$ degrees. (Young, 2017) |
| Global position                     | EMLID survey kit, sender and receiver, Model: Reach RS+ | 7mm horizontally and 14 mm vertically. (EMLID, 2014)  |

Tabellen viser oppsett for en del av instrumentering på globe 3.5K#1 som ble benyttet til å beregne sloshing.

- Norconsult har beregnet (med SESAM) ved hvilke bølgeperioder resonant sloshing kan opptre. MAR har utført uavhengige analyser (med ANSYS Aqwa), og kommer frem til nesten de samme verdiene, se sammenligning under.

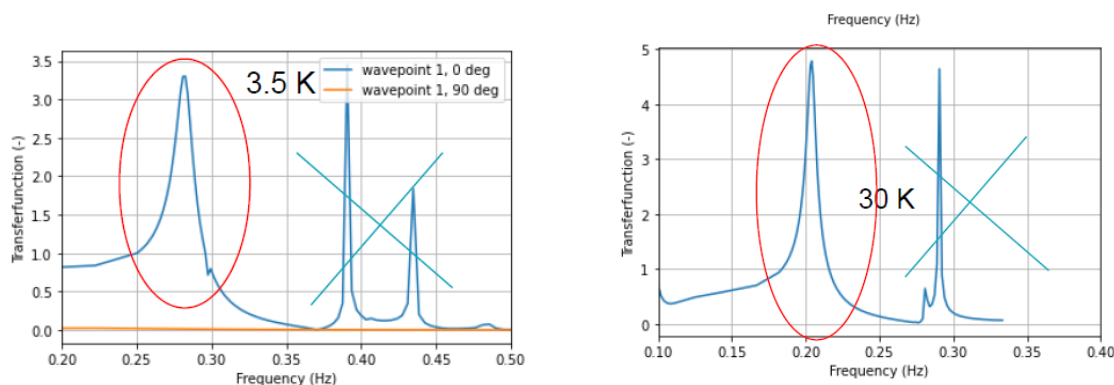
|                  | Laveste periode [s] | Rull/svai periode [s] | Stamp/jag periode [s] |
|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| NORCONSULT, 3,5K | 2,3                 | 2,6                   | 3,5                   |
| MAR              |                     | 2,87                  | 4,1                   |

TABELL 1 Sloshing egenperioder for 3,5kBGf

|                 | Egen-periode [s] |
|-----------------|------------------|
| NORCONSULT, 30K | 4,9              |
| MAR             | 4,68             |

TABELL 2 Sloshing egenperioder for 30kBGf

- Norconsult har konkludert med at resonant sloshing (i begge globene) kan medføre innvendig slamming-krefter (bølgeslag) mot undersiden av teknisk dekk og mot undersiden av balkong, og mot insiden av skroget (i bassengområdet). Dvs at resonant sloshing innvendig krever dimensjonering mot innvendig slamming, og at innvendig slamming er den desidert største og eneste lasten det må dimensjoneres imot ved resonant sloshing.



Figurene viser hvilke frekvenser som kan være aktuelle for indre bølger for 3.5K og 30K.

- Norconsult har dessuten beregnet meget konservative verdier for slamming-lastene. Det vil si at slamming-lastene er de teoretisk høyeste lastene som kan opptre på grunn av slamming, uavhengig av ved hvilken periode resonant sloshing/slamming opptrer.

- Noronsult har også beregnet de teoretisk høyeste slamming-lastene som kan opptre utvendig (over stille vannslinjen) mot skroget, på grunn av ekstreme utvendige bølger med vilkårlig periode samt med hydrodynamiske data tilsvarende brytende bølger. Grunnen er at slamming-last utvendig mot



skroget er den desidert største slamming-lasten mot skroget (betydelig lavere slamming-last forårsakes av innvendig slamming). Dvs at skroget trenger bare å dimensjoneres mot utvendig slamming-last.

- Norconsult angir at slamming-arealene er på 3x1,5m. Norconsult angir at dobbelt-panelene i globene tilsvarer avstivede panel, dvs at de ikke kan sammenlignes med uavstivede platefelt.

- MAR har utført strukturanalyser som dokumenterer strukturell kapasitet i 30K til å tåle de ekstreme slamming lastene forårsaket av resonant sloshing. Dette arbeidet pågår, og vil bli dokumentert høsten 2022.

#### Referanser

Se NORCONSULT rapporter som angitt under:

11.05.2022: «Analysis motions and internal wave motions FG 3.5K and 30K

25.06.2022: Notat: Teknisk notat Slammingkrefter, utvendig

Juni 2022: Notat angående innvendige slammingkrefter pga sloshing

Pågår: Dokumentasjon av strukturell kapasitet i 30K til å tåle laster på grunn av utvendig slamming (på grunn av eksterne bølger) og innvendig slamming (på grunn av intern sloshing) pågår, og vil bli utført av MAR høst 2022.

#### Levering av fisk

I FoU-tillatelsen er det testet ut 2 stk FishGLOBE 3.5K på til sammen 6 leveranser av postsmolt. Det har vist seg at løsningen med å **ut-transportere** fisk fungerer veldig godt. Disse erfaringene er viktige for løsningene vi skal ha i FishGLOBE 30K. **Samme løsning vil bli valgt for 30K som er brukt på 3.5K#2.** Det har vist seg mer vanskelig å finne en teknisk løsning som fungerer for å **sortere** på størrelse uten å stresse fisken. Grieg som drifter globene, anser at det ikke er behov slike løsninger for slik sortering inne i globen. Dette sett i forhold til viktigheten av å holde en høy fiskevelferd. De ønsker heller at dette blir gjort i brønnbåt samtidig med transport. Derfor er videre utvikling på dette satt på vent til det foreligger erfaringer fra andre. Det er bare FishGLOBE som har løsningen med å trenge å ta ut fisk med overtrykk.

FishGLOBE er prosjektleder for DP 2 Robust postsmolt i lukkede sjøanlegg, et delprosjekt i GrønnPlattform prosjektet Lavutslippsverdikjede for havbruk til havs. Der er en av aktivitetene uttesting av lignende sorterings løsninger i et annet lukket anlegg som en del av metoden for å tømme tanken for fisk. **Vi vil derfor avvente å se på mulige gode løsninger for sortering som blir utviklet i dette prosjektet, og så vurdere om disse kan videreutvikles/tilpasses FishGLOBE.**

#### Vedlegg til fullstendig rapport (utelatt i offentlig versjon)

Vedlegg 1 Rapport verifisering av vannhastighet i 3.5K#2 fra Nofima

Vedlegg 2 Rapport CFT 30K fra Meric Wave Computanics

Vedlegg 3 Rapport sloshing fra Norconsult

Vedlegg 4 Presentasjon sloshing fra Norconsult

Vedlegg 5 Teknisk notat slammingkrefter fra Norconsult