

Aquatraz Development Project



Installasjon og testing før utsett av fisk i Aquatraz G3 Driftserfaring fra Aquatraz G1, G2 og G3

B1	26/10/2020	For utgivelse	SH	AS	RE
A1	22/10/2020	For intern gjennomgang	SH	AS	
Rev.	Date	Reason for Issue	Org.	Chk.	App.

Document Number:

Dokument Tittel: Installasjon og testing før utsett av fisk i Aquatraz G3 –
Driftserfaring fra Aquatraz G1, G2 og G3

Page:
2 of 23

Åpen

AG3-0001-MNH-O-RA-0110-B1

REVISION RECORD

Rev.:	Date:	Description of Change

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	4
2	INNLEDNING	6
3	BASIS FOR RAPPORTEN	7
4	LÆRINGS OG FORBEDRINGSPUNKTER FRA FUNKSJONSTESTER.....	9
4.1	Installasjon av merd i rammefortøyning	9
4.2	Test av løftesystem	9
4.3	Not	10
4.4	Installasjon av elektrisk strøm	10
4.5	Redningsmidler	10
4.6	Multifunksjonsvinsj	10
4.7	Xylem propeller pumper	10
4.8	Strømaggregat	11
4.9	Test av losseteleskop og sammenkobling med brønnbåt.....	11
4.10	Installasjon av lift-up.....	11
4.11	Installasjon av forslange.....	11
4.12	Installasjon av taknett.....	11
4.13	Testing av duk for trenging av fisk	12
5	ERFARING FRA INSTALLASJON, TEST OG DRIFT AV AQUATRAZ.....	13
5.1	Generelt.....	13
5.2	Dybde på luseskjørt	13
5.3	Oppdrettsvolum	15
5.4	Vannutskiftningssystem	16
5.5	Treng- og lossesystem.....	17
5.6	Løftesystem.....	19
5.7	Strukturendringer	21
5.8	Operasjon og vedlikehold.....	22

VEDLEGG A: Smartsheet register over "Forbedringsforslag AQT-MERDER", datert 26.10.2020.

1 SAMMENDRAG

Erfaringer fra installasjon og drift av de to første generasjoner Aquatraz (AG1 og AG2) resulterte i flere viktige designendringer for generasjon 3 av Aquatraz (AG3). AG3 levert fra Fosen Yard 24.04.2020 og slept til lokalitet Digerneset i Nærøysund kommune for montering av 10 meter dype presenninger i øvre del av vinduspanelene utenpå den allerede installerte kikkonet nota. Den totale tette skjørtedybden ble slik økt fra 8m til 18m og vindusåpningen redusert fra 11 m til en spalte i nedre del på 1m.

I perioden 25. april – 26. juni 2020 ble installasjons- og testprogrammet for AG3 gjennomført på lokalitetene Digerneset og Årsetfjorden. Fisk med snittvekt på ca. 700g ble overført til merden den 26. juni 2020.

Læringspunkter og forbedringsforslag fra installasjon og testperioden for AG3, samt drift av Aquatraz-merdene, er fortløpende loggført i Smartsheet databasen "Forbedringsforslag AQT-MERDER". Forbedringsforslag gjennomgås systematisk, slik at læring fra foregående merdgenerasjoner kan innarbeides i design av neste generasjon Aquatraz.

Erfaring fra design, fabrikasjon og drift av de fire første Aquatraz-merdene, samt fra to gjennomførte biologiprogram har resultert i at det gjøres vesentlige designendringer for 4. generasjon Aquatraz. De viktigste designendringene fra 3. generasjon til 4. generasjon Aquatraz er:

1. Dybde på luseskjørt økes fra 18 m til 25 m for bedre beskyttelse mot lakselus ved at inntaksvannet hentes fra minimum 25 m dybde (merden må fungere godt på ulike type lokaliteter).
2. Nytt trengesystem med skyveskott utvikles for å kunne gjennomføre treng og losseoperasjoner uten å heve merden, samt muliggjøre lossing uten fysisk kobling mellom merd og brønnbåten's losseslanger. Dette gjøres for å redusere personellrisiko, samtidig som værvindu for slike operasjoner kan heves. I tillegg gir løsningen muligheter for å optimalisere driften ved at den største fisken kan sorteres ut og sultes før slakting, mens resten av biomassen føres.
3. Oppdrettsvolum økes til 60 000 m³ for å redusere pris/m³ oppdrettsvolum.
4. Konisk notbunn erstattes med flat bunn i stål og GRP-grating for å muliggjøre bruk av skyveskott.
5. Not i sidevindu og bunn erstattes med GRP-grating for å forenkle bruk av skyveskott, redusere rømningsfaren ytterligere, forenkle vasking og desinfisering, samt fjerne behovet for kobberimpregnering.
6. Vannutskiftningskapasiteten økes betydelig ved å endre antallet strømsettere fra 4 til 6 og gjennom å øke effekten på hver av disse fra 5kW til 7kW. Dette for å sikre god fiskehelse ved høyere fisketetthet som igjen gir redusert; arealbehov, anleggskostnader og driftskostnader.
7. Vannutskiftingssystemet og skyveskott designes for operasjon under trenging av fisk for å sikre tilgang på friskt sjøvann under treng-, sortering- og leveringsoperasjoner.
8. Nødkraftforsyningen til strømsetterne gjøres helt redundant, slik at en enkelt hendelse eller feil maksimalt kan slå ut 50 % av strømsetterne.
9. Nødsystem for vannutskifting (Midt-Norsk ring) installeres i bunn av merd som back-up system. Uavhengig system som kan drives av en mobil luftkompressor.

10. Oppsvingbare strømsettere for å sikre god tilgang for inspeksjon, vask og vedlikehold av miksere fra gangbro. Strømsetterne roteres til serviceposisjon uten hjelp av servicefartøy.
11. Vaskesystem inkluderes i merd for å hindre og fjerne groe, forenkle vaskeoperasjoner og redusere bruken av servicefartøy. Dette vil bidra til å bedre vannmiljøet (reducere mengden partikler i vannet).
12. Strukturendringer som følge av at merden designes med flat bunn i stål (trearmet gangbro, sentersøyle mellom flatbunn og gangbro).
13. Strukturendringer for å tilpasse merden til masseproduksjon og transport på tungløftfartøy
14. Design Hs for merden økes fra 2.1 m til 2.4 m for å øke fleksibiliteten med hensyn til lokalitetsvalg.

I utviklingsprosessen er verktøyet Smartsheet benyttet for lagring og deling av informasjon. Fabrikasjons- og driftserfaringer med tilhørende forbedringsforslag er her gjort tilgjengelig for alle prosjektdeltakerne. Forbedringsforslag registrert for 4. generasjon Aquatrax listet i Vedlegg A.

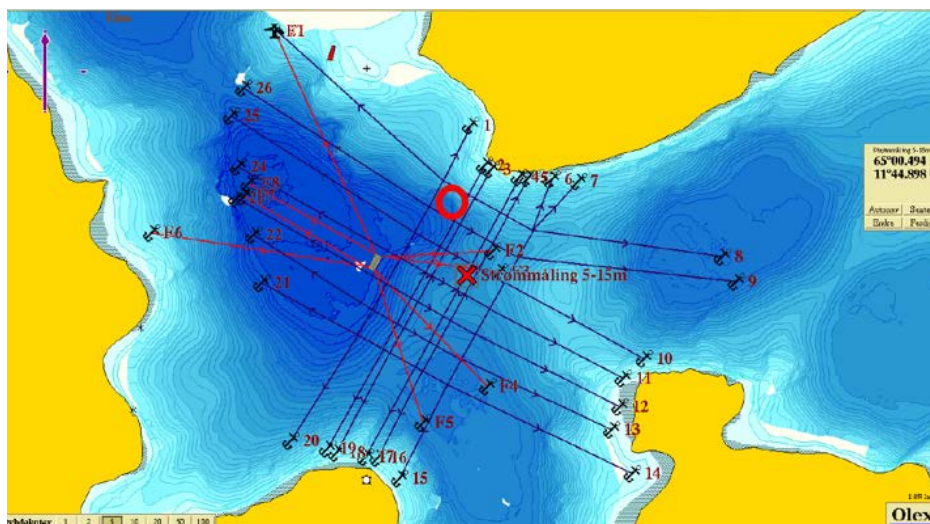
2 INNLEDNING

Aquatraz 3. generasjon (AG3) er en semi-lukket oppdrettsmerd produsert i stål. AG3 er en videreutvikling av Aquatraz pilotmerd (AG1) og AG2, hvor læring fra design, analyser, produksjon og drift av disse merdene er inkludert.

For Aquatraz G3 er det først og fremst gjennomført endringer for å bedre beskyttelsen mot lus, samt bedre vannutskiftning og vannsirkulasjonen i merden i forhold til AG2.

- Dybde på luseskjørt er øket fra 8.0 m til 18 m ved å installere duk i sidepaneler
- Endringer i konisk notbunn for å forbedre tømning av not samt for å gi en høyere sirkulerende vannhastighet i større deler av merdvolumet og bedre beskyttelse mot overflatevanninntrengning
- Effekt for hver strømsetter øket fra 3,0 kW til 5.7 kW
- Ombygging av dyser og dysefundament (regulerbar dybde)
- Endret løftevinsjposisjon fra flytekrage til gangbane
- Elektriske starteskap og frekvensomformere flyttet fra flytekrage til el-container på merd
- Containerfester montert på bro for å legge til rette for dedikerte prøvetakingscontainere eller andre funksjoner hvor nærhet til fisken er vesentlig.
- Løftevinsjene er flyttet fra flytekrage til gangbane

AG3-C1 ble installert i Årsetfjorden på lokalitet nr. 35797 i juni 2020. Forut for installasjonen ble rammefortøyningen på lokaliteten forsterket i samsvar med fortøyningsanalysene.



Figur 2-1 Rammefortøyning Årsetfjorden

Installasjon og testing ble gjennomført /1/ for å sikre at MNH sine ansatte på lokaliteten ble gjort kjent med operasjon av merden, samt for å verifisere at de tekniske løsningene fungerte som forutsatt. Samlet reduserer dette risikoen for skader på mennesker, utstyr og faren for rømming av fisk. Testingen er også vesentlig for å avdekke tidlig hvilke tekniske løsninger som kan forbedres og hvilke en bør beholde i neste generasjon.

3 BASIS FOR RAPPORTEN

Installasjon- og testprogram /1/ ble utarbeidet før installasjon av tredjegerasjon Aquatraxmerd, Aquatrax 4 på MNH lokalitet Årsetfjorden, Nærøysund kommune, se Figur 3-1.



Figur 3-1 Aquatrax #4 i Årsetfjorden (3. generasjon Aquatrax)

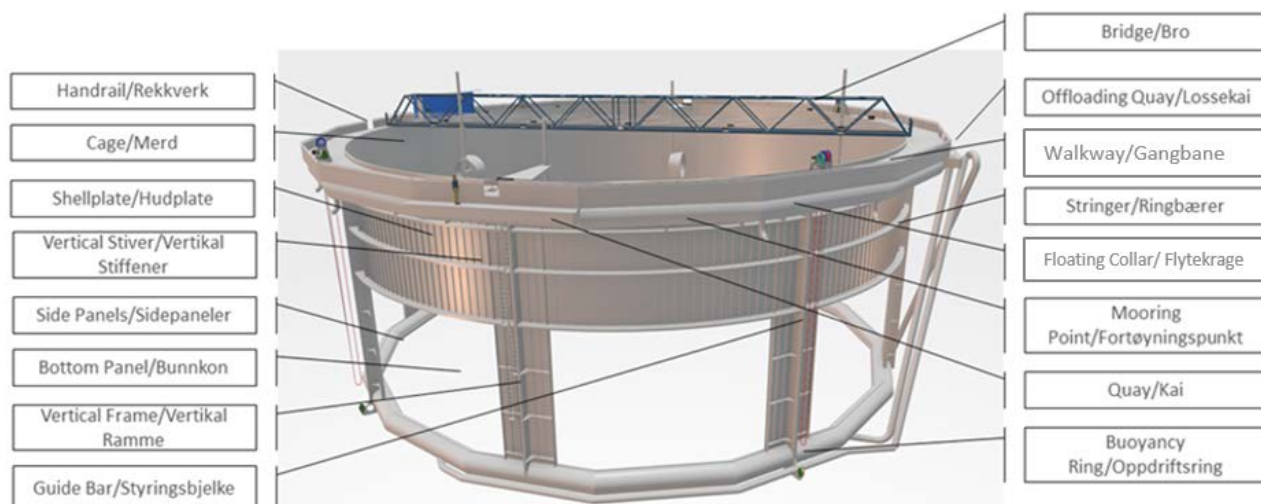
Montering av duk i sidepanelene ble gjennomført på lokalitet Digernest, mens det meste av installasjon- og testprogrammet ble gjennomført i Årsetfjorden i perioden 16. – 26. juni 2020.

Hovedfokus under installasjon og testing har vært områder hvor det er endringer i forhold til 2. generasjon Aquatrax. De vesentligste endringene er installasjon av duk i sidevindu og i deler av konisk notbunn.

Kapitel 4 i denne rapporten gir en kort oppsummering av hver enkelt installasjons- / funksjonstest. Erfaring fra disse testene, samt drift av Aquatrax-merdene fram til oktober 2020 er lagt inn i Smartsheet (Forbedringsforslag AQT-merder) som forbedringsforslag. Utskrift fra forbedringsforslagsregisteret for 4. generasjon er vedlagt i Vedlegg A i rapporten.

Læring fra tidligere Aquatrax generasjoner danner grunnlaget for at Aquatrax G4 kan bidra til å løse den største utfordringen til næringen – lakselus. Denne læringen omsettes nå i designløsninger for 4. generasjon Aquatrax. I kapittel 5 beskrives rasjonale bak hoved designendringene fra 3. generasjon til 4. generasjon Aquatrax.

I denne rapporten brukes navngivning på elementer som inngår Aquatrax merden, som vist i Figur 3-2.



Figur 3-2 Navngiving Aquatraz merd

Definisjoner og forkortelser

AG1 – 1. generasjon Aquatraz
AG2 – 2. generasjon Aquatraz
AG3 – 3. generasjon Aquatraz
AG4 – 4. generasjon Aquatraz
CFD – Computational Fluid Dynamics

4 LÆRINGS OG FORBEDRINGS PUNKTER FRA FUNKSJONSTESTER

4.1 Installasjon av merd i rammefortøyning

Aquatraz #4 (AG3) ble installert i rammefortøyning på lokalitet Årsetfjorden 16. juni 2020. Merden ble slept i løftet posisjon fra lokalitet Digerneset til Årsetfjorden med servicebåten "Hermann Jr." tilhørende MNH.

Forberedelser i henhold til prosedyre for installasjon av merd i rammefortøyning, se /1/ ble gjennomført før merden ble frigjort fra lekterne.

Figur 4-1 viser Aquatraz 4 i rammefortøyning i Årsetfjorden, før senking til normaldypgang starter.



Figur 4-1 Aquatraz #4 i rammefortøyning i Årsetfjorden, før senking til normaldypgang

4.2 Test av løftesystem

Test av løftesystemet ble gjennomført av MNH-ansatte 23. juni 2020, med strøm fra aggregat på merd, se Figur 4-2.



Figur 4-2 Test av løftesystem på lokalitet Årsetfjorden

Løftetesten ble gjennomført som beskrevet i testprogrammet /1/.

For læringspunkter, se vedlegg A – løftesystem.

4.3 Not

Konisk notbunn og not i sidevindu ble visuelt inspisert i forbindelse med installasjon av duk. I tillegg ble not i sidevindu og konisk notbunn inspisert av dykker etter at testingen var avsluttet.

For læringspunkter, se vedlegg A – lossesystem.

4.4 Installasjon av elektrisk strøm

Hovedstrømkabel (sjøkabel) ble installert fra fôrflåte til flytekrage på merd i henhold til installasjon og testprogram/1/.

For læringspunkter, se vedlegg A – elektro.

4.5 Redningsmidler

«Bli kjent» runde gjennomført med røkterne på lokaliteten for å gjøre dem kjent med plassering av redningsmidler.

For læringspunkter, se vedlegg A – stålutrustning.

4.6 Multifunksjonsvinsj

Multifunksjonsvinsjen ble testet i henhold til testprosedyre /1/ og funnet i orden.

Treng- og lossesystemet for AG4 vil endres, dvs. det vil ikke være behov for multifunksjonsvinsj i senter av bro.

For læringspunkter, se vedlegg A – lossesystem.

4.7 Xylem propeller pumper

Xylem strømsetterne (4 stk.), se Figur 4-3 testet i henhold til testprogram /1/.



Figur 4-3 Strømsetterne montert på gangbane og bro

For læringspunkter, se vedlegg A – vannstrømsystem.

4.8 Strømaggregat

Strømaggregat testet i henhold til prosedyre/1/. Hensikten med å installere strømaggregatet er å ha en back-up i tilfelle hovedstrømforsyningen svikter.

For læringspunkter, se vedlegg A – elektro.

4.9 Test av losseteleskop og sammenkobling med brønnbåt

Test av losseteleskop og sammenkobling mot brønnbåt er ikke utført. Dette systemet er tilsvarende som for AG2 og test vil bli utført i forbindelse med første lossing av fisk fra merden.

For læringspunkter, se vedlegg A – lossesystem.

4.10 Installasjon av lift-up

Lift-up ble installert i henhold til prosedyre/1/. Prosedyre for installasjon av lift-up med bruk av multivinsj til å senke / heve lift-up fungerer meget tilfredsstillende, dvs. en god og sikker installasjonsmetode.

For læringspunkter, se vedlegg A - dødfisksystem

4.11 Installasjon av fôrslange

Merden er arrangert med fôrslangegjennomføringer plassert på hver 90°. Fôrslange ble installert i henhold til prosedyre med merd i normaloperasjon.

For læringspunkter, se vedlegg A - fôringssystem

4.12 Installasjon av taknett

Taknett tilsvarende som for AG1 og AG2 ble installert i henhold til monteringsanvisning/1/.

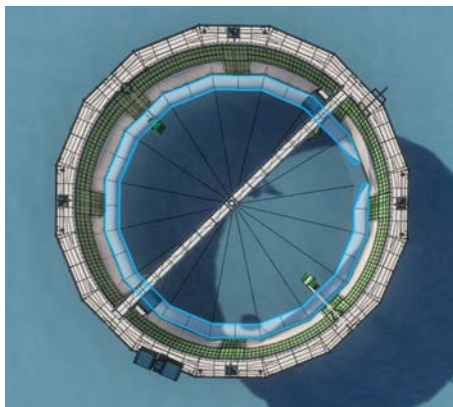


Figur 4-4 Taknett

For læringspunkter, se vedlegg A – taknett.

4.13 Testing av duk for trenging av fisk

Testing av duk for trenging av fisk ble gjennomført i henhold til testprogram /1/. Luft fra kompressor på flåte ble benyttet for å blåse opp duken, se Figur 4-5 under.



Figur 4-5 Duk for trenging av fisk, modell og fra test

For læringspunkter, se vedlegg A – notsystem.

5 ERFARING FRA INSTALLASJON, TEST OG DRIFT AV AQUATRAZ

5.1 Generelt

Erfaring og læringspunkter fra installasjon og testing av Aquatraz merdene, inklusive AG3 er registrert i Smartsheet databasen under "Forbedringsforslag AQT-MERDER". Smartsheet benyttes blant annet til oppfølging og sporing av forbedringsforslag.

I nevnte database registreres lærings- og forbedringspunkter fra test- og installasjon av Aquatraz-merdene, samt erfaring fra drift. I tillegg benyttes databasen i saksbehandlingen av forbedringsforslagene, dvs. hvordan læringspunktene blir ivaretatt i det videre design og utviklingsløpet for Aquatraz.

Vedlegg A gir en oversikt over erfaring og læringspunkter, registrert pr. 26.10.2020, og som er eller vurderes implementert på AG4 (filtrert fra databasen). Endringer som er eller vurderes iverksatt på de tre første Aquatraz generasjonene er ikke inkludert i Vedlegg A.

Det er så langt registrert 127 forslag i endringsdatabasen, hvorav 56 forslag gjelder forbedringer for 4. generasjon Aquatraz.

I tillegg til læringspunkter registrert i databasen som forbedringsforslag, er det gjort vesentlige endringer i strukturdesign fra 3. generasjon til 4. generasjon. Disse er basert på læring fra analyser og fabrikasjon, samt en konsekvens av designendringer om følge av driftserfaring. Dette er en del av designiterasjonsprosessen og alle endringer som følge av dette er ikke registrert i databasen som forbedringsforslag.

I følgende underkapittel er rasjonale bak hoved designendringene fra 3. generasjon til 4. generasjon Aquatraz beskrevet.

5.2 Dybde på luseskjørt

Lus er kanskje den største utfordringen i laksenæringen. Den er til hinder for videre vekst i næringen og er en betydelig utfordring i forhold til fiskehelse- og fiskevelferd. En viktig målsetning i utviklingen av Aquatraz er å redusere lusepåslag til et nivå som gjør at en unngår avlusning.

Aquatraz generasjon 1 (AG1) er designet med 8 m dypt luseskjørt. Bakgrunnen for valg av denne dybden var at MNH hadde god erfaring med 8m dype luseskjørt og bruk av Midt-Norsk ring på konvensjonelle merder. Ved å starte med 8 m luseskjørt på AG1 var vi sikre på at vi kunne opprettholde god vannkvalitet i merden gjennom hele produksjonssyklusen.

Erfaring fra drift i Eiterfjorden (fjordlokalitet) var god med tanke på lus. Merden var i produksjon fra oktober 2018 til august 2019 uten avlusing. Fisken ble kun avluset med ferskvann da den ble overført fra konvensjonell merd til Aquatraz.

Aquatraz generasjon 2 (AG2), med 8 m luseskjørt, ble satt i drift på lokalitet Kyrøyan i oktober 2019 og var i drift til 2. september 2020. Kyrøyan er en mer eksponert lokalitet som ligger sørvest for Rørvik. I denne perioden var lusepresset sør for Vikna stort, og det viste seg at 8 m luseskjørt ikke var tilstrekkelig til å unngå avlusning i Aquatraz. Drift på lokaliteten viste imidlertid at Aquatraz-merdene klarte seg bedre enn konvensjonelle merder med luseskjørt med hensyn til lusepåslag. Konklusjonen er imidlertid klar; 8 m luseskjørt er ikke tilstrekkelig til å unngå avlusing.

Erfaring fra andre merdsystemer som er testet i Norge indikerer tilsvarende trend samt at det er nødvendig å hente vannet fra 20 – 25 m dybde for å sikre seg mot lus, men at også dette kan være for lite på enkelte lokaliteter. Hvor dypt lakselusa går varierer med lokalitet, årstid og værforhold og det er derfor vanskelig å vite hva som er det «ideelle» inntaksdypet.

Med utgangspunkt i 2. generasjon Aquatraz ble det gjennomført CFD-analyser med ulike konfigurasjoner med dypere luseskjørt for å sjekke intern vannsirkulasjon og vannutskifting. Resultatene fra CFD-analysene viste at med 18 m dypt luseskjørt og fire strømsettere, hver på 5.7 kW, er vannutskiftningen om lag 162 000m³/time. CFD-analysene er tidligere validert mot fullskalaforsøk /6/.

Med bakgrunn i god driftserfaring med strømsetterne, samt tryggheten om at vannutskiftningen med 4 stk. strømsettere er tilstrekkelig til å opprettholde et godt vannmiljø i merden, valgte vi å øke dybden på luseskjørtet til 18 m for 3. generasjon Aquatraz ved å installere duk i sidevindue, se Figur 5-1.



Figur 5-1 Aquatraz G3 med luseskjørt (duk) i sidevindu

Tredje generasjon Aquatraz ble satt i drift i Årsetfjorden 26. juni 2020. Det ble da overført fisk med snittvekt på ca. 700 g. Lusenivåene på lokaliteten var lave på dette tidspunktet og fisken ble overført til Aquatraz-merden uten avlusing.

I perioden fra utsett til oktober 2020 har lusenivåene vært stabilt lave i Aquatraz merden. Videre viser jevnlig sammenligninger av vann på inn- og utsiden av merden at hovedmengden av vannet hentes inn fra 20 – 25 m dyp. Dybden avhenger av hvor sterk vannstrøm det er på lokaliteten – desto mindre strøm det er, desto dypere hentes vannet. Vannutskiftningen i merden samsvarer godt med CFD-analysene.

I forbindelse med design av 4. generasjon Aquatraz ønsker vi å sikre at målet om å unngå avlusing innfris. Positive erfaringer med aktiv vannutskifting og drift av strømsettere legger grunnlaget for at det nå anses forsvarlig å øke dybden på luseskjørtet på AG4 til 25m for så å ha et 5m høyt ventilert sidepanel videre ned til bunnen på 30m dybde. Med dette designet vil vannet hentes fra 25 - 30 m og dypere, noe vi tror vil være tilstrekkelig for de fleste aktuelle

lokalitetene for Aquatrax mht lus. I tillegg har vannkvalitetsmålinger gjennom hele prosjektperioden indikert at det oftere er problemer med oksygenfattig vann fra om lag 10 til 20 meters dyp. Ved å øke skjørtdybden til 25m forventes det derfor å oppnå både høyere og mer stabile oksygenverdier sammenlignet med G3 versjonen med 18 meter skjørt.

Ingen avlusning vil ha stor betydning for tilvekst, fiskehelse og fiskevelferd. I tillegg er kanskje luseproblematikken den viktigste begrensningen for vekst i næringen. På fjerde og siste generasjon av Aquatraxmerden som del av utviklingsprosjektet vektlegges derfor lusebeskyttelse svært høyt og dybden på stålskjørtet er satt slik at merden skal gi god lusebeskyttelse på de fleste lokaliteter. Videre er det viktig at merden skal kunne benyttes på de fleste lokaliteter og maksimal bølgehøyde (HS) økes derfor til 2.4 m.

5.3 Oppdrettsvolum

Kostnadene med å bygge en semi-lukket stålmurd er betydelig høyere enn for en konvensjonell murd og fordelene med Aquatrax må oppveie disse merkostnadene for at næringen skal ta merden i bruk. Erfaring fra drift av Aquatrax merder siden oktober 2018 indikerer at dette er fullt mulig.

Undersøkelser med hensyn til høy produksjonskapasitet og lave kostnader for levering av Aquatrax merder, konkluderer med at det eneste realistiske alternativet for å få til dette, på kort sikt, er produksjon av merder i Asia.

Kostdriverne for produksjon i Asia er stålvekt, mens det for transporten hjem først og fremst er diameteren på merden som er kostnadsdriveren. Dette da det er diameteren på merden og ikke vekten som bestemmer hvor mange merder et tungløftefartøy kan frakte.

Aquatrax er designet for å benyttes i rammefortøyning sammen med konvensjonelle merder, dvs. at alt av eksisterende infrastruktur på en lokalitet kan benyttes. Dette ønskes videreført i 4. generasjon Aquatrax og merdomkrets på 160 m beholdes.

Med en omkrets på 160 m er det flere fartøyer i markedet som kan frakte 4 eller 5 Aquatraxmerder samtidig og de har da en betydelig reserve både med hensyn til vekt og stabilitet. Med hensyn til kost/oppdrettsvolum lønner det seg derfor å øke dybden på merden og dette er noe av bakgrunnen for at AG4 er 10 meter dypere enn G3.

For å hente ut gevinsten med økt oppdrettsvolum må en kunne produsere med høyere antall fisk i en Aquatraxmurd enn det dagens forskrift tillater. Dagens maksimale antall fisk i en murd er satt til 200 000 som følge av risiko for rømning. Risiko er produktet av sannsynlighet og konsekvens. Ved å øke rømningssikkerheten kan dermed risikonivået holdes uforandret selv om antallet fisk økes. For AG4 forbedres derfor rømningssikkerheten ytterligere ved at not i sidevindu og i bunn erstattes med stål og GRP-grating.

Sikkerheten mot rømning og skader økes videre ved at alle løfteoperasjoner av merden utelukkende blir nødvendig ved vask, desinfisering og periodisk vedlikehold som utføres når merden er tom. Sammenlignet med konvensjonelle merder blir dermed rømningssikkerheten i 4. generasjon Aquatrax langt høyere og det vil jobbes mot å endre Akvakulturforskriftens §47a vedrørende maksimalt antall fisk for anleggstyper med redusert rømningsfare.

5.4 Vannutskiftningsystem

Den sannsynligvis viktigste suksessfaktoren for oppdrett av laks langs norskekysten har vært tilgangen til rent oksygenrikt sjøvann med egnet temperatur. Riktig vannkvalitet er en forutsetning for å sikre god tilvekst, fiskehelse og fiskevelferd under oppdrett av laks.

Økt skjerming mot lus hindrer den naturlige vannutskiftningen i merden og utfordringen blir derfor å beholde god vannkvalitet samtidig som fisken beskyttes mot lus.

En kombinasjon av CFD analyser, storskalaforsøk og kontinuerlig måling av vannkvalitetsparametere i driftsfasen har lagt grunnlaget for utviklingen av et energieffektivt og robust system for vannutskifting i Aquatrazmerdene. Systemet baseres på at det settes opp en sirkulær vannstrøm ved bruk av store propellstrømsettere. Den sirkulære vannstrømmen skaper et overtrykk langs merdens ytre vegg og vannet «slynges» ut av sidepanelene, mens nytt friskt vann suges inn i merdens senter hvor det oppstår et undertrykk. Antall strømsettere, størrelse og plassering sett i forhold til merdvolum, diameter på merd, dybde på skjørt, ekstern vannstrøm og biomasse er parametere som må hensyntas ved videre optimalisering av systemet. Prosjektet har opparbeidet en god forståelse for de fleste av disse parametere, men biomassens (fiskens) eventuelle innvirkning på strømningsbildet vil det jobbes mer med i fortsettelsen.

Basert på læringen gjennom prosjektet og for å gjøre AG4 konkurransedyktig i markedet økes både oppdrettsvolum for å redusere pris/m³ oppdrettsvolum. Videre økes dybde på luseskjørtet for å eliminere behovet for avlusning og til sist økes vannutskiftningskapasiteten betraktelig slik at god vannkvalitet beholdes for fisketetthet opp til 50kg/m³ ved høye sommertemperaturer.

Viktig læringspunkter for vannutskifting;

- Validering av CFD analyser mot fullskala vannstrømmålinger og fargeforsøk i Aquatraz viser at det er godt samsvar mellom disse /6/. I tillegg er det gjennomført modellforsøk (AG4) med fargestoff i havbassenget til Sintef Ocean, som også bekrefter CFD analysene. Under utviklingen av AG4 har derfor denne typen analyser vært en vesentlig del av designarbeidet.
- Driftserfaring siden oktober 2018 viser at strømsetterne har høy driftspålitelighet, gir stor vannutskifting og lavt energiforbruk pr. m³ utskiftet vann sammenlignet med andre systemer.
- I prosjektperioden er det gjennomført to omfattende biologiprogram som begge viser god vannkvalitet i merden selv med stor tetthet (ca. 30 kg/m³ testet). På tross av dette ønskes vannutskiftningen å økes ytterligere da det er behov for større redundans både ved teknisk feil og ved lave oksygenverdier i inntaksvannet. Videre vil økt kapasitet kunne legge grunnlaget for ytterligere økning av tetthet.
- Ved riktig design av merd og vannutskiftningssystemet oppnås god vannsirkulasjon i merden, redusert oppholdstid og ingen resirkulering av vann i merden. Resultat fra biologiprogram 1 dokumenterer at det oppnås bedre innfarging og filetkvalitet i Aquatrazmerden, og det antas at dette skyldes vannhastigheten i merden.
- Tilsetting av oksygen i merden er vurdert som back-up system. Beregninger utført viser at ved stor biomasse og høye temperaturer vil ikke oksygenbatterier være et realistisk alternativ da det blir svært kostbart og vil være vanskelig å administrere. Ved bruk av oksygengeneratorer vil oksygenbehovet bli dimensjonerende for kraftproduksjonen på

lokaliteten, eventuelt for landstrømsanlegget. Kostnadene for selve anlegget samt nødvendige kraftgenereringsoppgraderinger blir betydelige.

Tilgang til friskt og oksygenrikt vann med gunstig temperatur for laks er kanskje det største fortrinnet i Norge når det gjelder produksjon av laks. Tar vi i tillegg hensyn til topologien langs kysten av Norge, er det mange gode lokaliteter hvor Aquatrax-merdene vil være godt egnet til produksjon av laks og ørret.

Aquatrax merden bygger videre på det som historisk sett har vært vårt sterkeste fortrinn – nemlig tilgang på friskt og oksygenrikt sjøvann og på fjerde generasjon økes vannutskiftningen ytterligere til opp mot 100m³/s.

Aquatrax G4 baseres i større grad enn tidligere generasjoner på at vannutskiftningssystemet fungerer. Dette som følge av dypere skjørt, redusert vindusareal og på sikt økt tetthet. For AG4 er det derfor implementert følgende endringer sammenlignet med AG3:

- Antall strømsettere øker fra fire (4) til seks (6) og effekten for hver av disse økes fra 5.7 kW (4500 N thrust) til 7,5 kW (6500 N thrust). Denne økningen bidrar til bedre aktiv redundans da vannkvaliteten vil være god selv ved svikt på 3 strømsettere.
- Kapasiteten til nødaggregatene økes, dvs. dimensjoneres for samtidig drift av seks miksere, hver på 7,5 kW, i tillegg til normalt strømforbruk på merd.
- Nødstrømsystemet gjøres redundant, dvs. en enkelt feil eller hendelse kan maksimalt medføre at 50% av vannutskiftningskapasiteten slås ut.
- Kraftforsyningssystemet til strømsetterne lokaliseres slik at eksempelvis brann bare vil ta ut halve systemet.
- Stor permanent Midt-Norsk ring installeres i bunnstruktur av merd med tilkoblingspunkt på gangbane for ekstern trykkluft. Systemet vil være et uavhengig nødsystem, som kan drives av en mobil luftkompressor eller trykkluft fra fôrflåte.

5.5 Treng- og lossesystem

Skånsom trenging og lossing av fisk er viktig for å ivareta fiskehelse-, fiskevelferd og produktkvalitet. Uttesting av treng- og lossesystemene til 1. og 2. generasjon har vært viktig for å bekrefte om valgte metode fungerte tilfredsstillende.

Første trenging og lossing av fisk fra Aquatrax merd ble gjennomført i mai 2019 i Eiterfjorden. Siden da er det gjennomført en rekke lossinger fra Aquatrax merder både i Eiterfjorden og på lokalitet Kyrøyan, sør for Rørvik.

Prinsippet med å treng fisken ved å vrenge noten og heve merden, samtidig som fisken tas ut fra bunn har fungert bra, se Figur 5-2. Under trengoperasjonen har en full kontroll på volumet i merden og i tillegg er faren for å skade fisk i notposer eliminert. Røkterne har god oversikt over trengoperasjonen fra gangbane og gangbro, og kan justere trengingen ved å senke/heve merden eller noten.

Når notbunnen er vrent, som vist i Figur 5-2, vil lossepunktene i sidene av stålstrukturen være laveste punkt i merdvolumet. Stresset laks søker nedover og dette medfører at den mest stressete fisken blir losset først.



Figur 5-2 Trenging av fisk - Aquatraz #1

Med hensyn til fiskevelferd har lossesystemet fungert som tiltenkt, men det har vist seg å ha noen vesentlige svakheter;

- Merden må løftes 20m ut av vannet og om det blåser medfører det store vindfanget store krefter på fortøyningssystemet. Dette kompenseres ved å justere ned maksimal vindhastighet, noe som reduserer regulariteten for losseoperasjonen.
- Løftesystemet for eksisterende Aquatraz merder er designet slik at alle vinsjene må fungere for at merden skal kunne løftes eller senkes. Feil på en vinsj medfører dermed at det ikke kan leveres fisk eller at leveringen må avbrytes.
- Heving av merden i forbindelse med lossing medfører at all fisken i merden trenges for hver lossing. Det blir følgelig unødvendig mange trenginger for en stor andel av fisken ved avlusing eller levering til slakt. Dette problemet øker som følge av at biomassen i merden er langt større enn for en konvensjonell merd.
- I slutfasen av lossingen har det vært nødvendig å entre merden for å jage de siste fiskene til sugepunktene. Som del av et utviklingsløp er dette akseptabelt for å avklare om hovedprinsippene fungerer, men for en kommersiell merd må trenging og lossing kunne gjennomføres uten å entre merden med personell.
- Oppkobling av brønnbåten's losseslanger mot merdens losseslanger er krevende med hensyn til å ivareta ønsket HMS standard, spesielt for 1. generasjon Aquatraz. Losseteleskopene som er installert på 2. og 3. generasjon Aquatraz har forbedret dette betydelig, men fortsatt er det behov for manuelt arbeid i forbindelse med sammenkobling, noe som medfører risiko for klemskader.

Med bakgrunn fra læring fra operasjon av tidligere generasjoner, og som følge av at biomassen ønskes økt ytterligere, er det konkludert med at det må utvikles et nytt leveringssystem for AG4;

- som ikke er avhengig av at merden heves
- som kan trenge og levere fisken batchvis
- hvor det ikke er behov for kobling mellom merd og brønnbåtens losseslanger. Dette for å redusere personellrisiko, forenkle eventuell quick release og for å øke vind og bølgehøyden losseoperasjonen kan gjennomføres i.

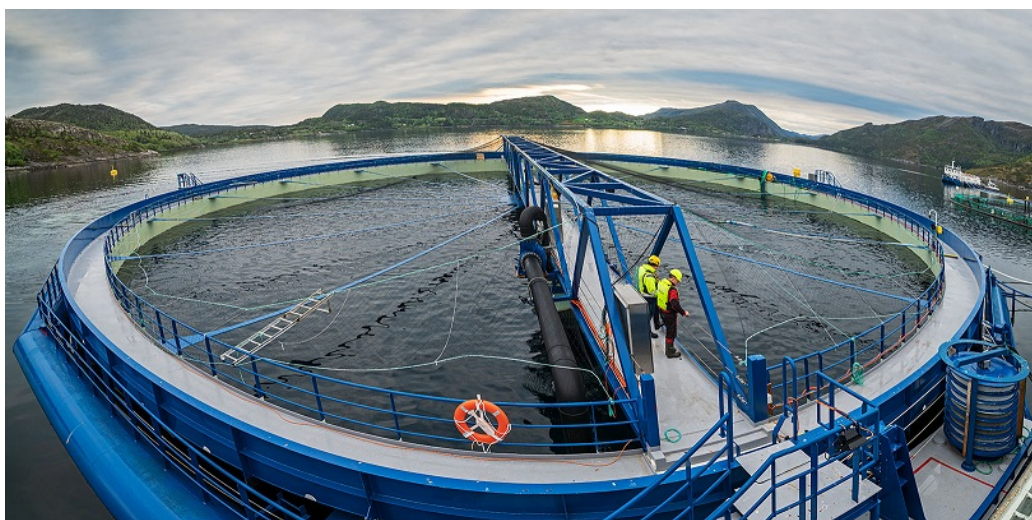
For AG4 er det utviklet et nytt lossesystem basert på et roterende skyveskott og et mothold. For å sikre god tetning mellom sider og bunn som tidligere var i fleksibel not er disse byttet ut med stål eller /GRP-grating. Videre er bunnen i AG4 flat, noe som forenkler bruken av skyveskott ytterligere.

Ved å erstatte not i sidevindu og bunn med GRP-grating reduseres rømmningsfaren ytterligere, vasking og desinfisering forenkles og behovet for kobberimpregnering fjernes. Dette er viktig bidrag med hensyn til å redusere miljøavtrykket fra en oppdrettsmerd.

5.6 Løftesystem

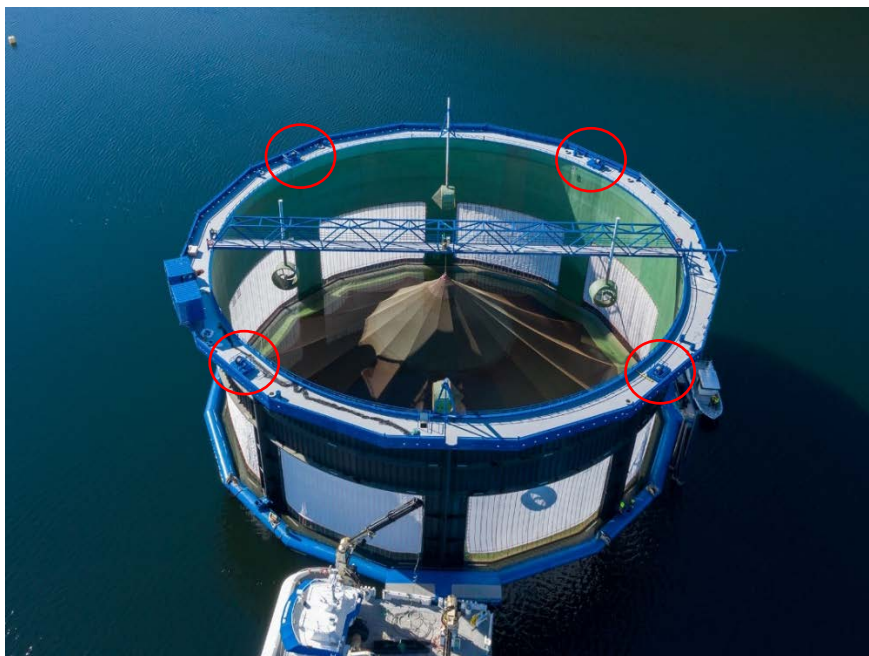
Hensikten med løftesystemet på AG1, AG2 og A3 er todelt. Det ene er å heve merden i forbindelse med trenge- og losseoperasjoner. Det andre er å sikre tilgang for vask, desinfisering, inspeksjon og vedlikehold.

Løftesystemet til Aquatraz ble med tanke på drift og vedlikehold forenklet fra AG1 til AG2. Første generasjon Aquatraz er utrustet med en hydraulisk vinsj med 8 stk. stålwire som rutes via skiver på topp av flytekrage til hvert sist løftepunkt, se Figur 5-3. Løftesystemet drives av en hydraulisk kraftenhet (HPU) montert ombord på servicefartøy. Avhengigheten av servicefartøy ved løfteoperasjoner, samt utfordringer med vedlikehold over tid, dannet grunnlaget for beslutningen om å endre løftesystemet for AG2.



Figur 5-3 Aquatraz #1 (AG1) med 1 stk. hydraulisk vinsj og 8 stk. løftewire

Løftesystemet til 2. generasjon Aquatraz består av 4 elektriske vinsjer direkte koblet til hvert sitt løftepunkt. Systemet opereres med strøm fra sjøkabel eller ved bruk av strømaggregat installert om bord på merden.



Figur 5-4 Aquatraz G3 med 4 stk. elektriske vinsjer montert på gangbane

Første generasjon Aquatraz har vært i drift siden oktober 2018 og det har vært gjennomført en rekke løft i forbindelse med losseoperasjoner, vask, inspeksjon og vedlikehold. Erfaring fra drift av løftesystemet har vært veldig bra. Operatørene opplever løftesystemet som brukervennlig og det har fungert problemfritt så langt.

Andre generasjon Aquatraz har vært i drift siden oktober 2019. Lusesituasjonen var utfordrende på lokaliteten, slik at det har vært gjennomført en god del løft i forbindelse med avlusingsoperasjoner og lossing frem til slakt av fisken i månedsskiftet august/september 2020.

Erfaring fra drift av løftesystemet på AG2 viser at løfteprinsippet med bruk av 4 stk. vinsjer direkte koblet til løftepunkt via fibertau og utvekslingsblokk fungerer godt, men det har vært betydelige utfordringer knyttet til styringssystemet og elektriske komponenter. Ved lossing av fisk er en avhengig av at løftesystemet fungerer, slik at alle feilmeldinger og stopp i løfteoperasjonen skaper unødvendig stress og frustrasjon for operatørene.

De bakenforliggende årsakene til problemene er sammensatt, men blant annet større friksjon i gir enn oppgitt har spist opp reservekapasiteten både for motor og kraftforsyningssystemet. Videre har ugunstig plassering av elektriske komponenter og vinsjer med hensyn til akselerasjoner, vind og sjøsprøyt skapt problemer. Kritiske enkeltkomponenter med periodiske feil har også vært en utfordring som det har vært krevende å løse.

For AG3 har de fleste av problemene blitt løst ved at vinsjene ble flyttet fra flytekrage til gangbane, størrelse på vinsjmotorer ble øket og inntaks- og styringsskap flyttet til el-container. Videre er det gjort endringer i styringssystemet for både AG2 og AG3 hvor data fra ustabile posisjonsgivere ute på vinsjene er byttet ut med vektorinformasjon fra frekvensomformerne. Samlet har endringene gitt et langt mer stabilt løftesystem.

Løftesystemet til AG2 og AG3 er godkjent for personløft. Under design var forutsetningen at operatørene normalt ville være på merden fra start til slutt av losseoperasjonen. Merdene ble

derfor kun arrangert med nødleider som betinger bruk av fallsikringssele. Erfaring fra drift viser imidlertid at denne lederen blir brukt for å komme seg opp og ned av merden under lossing.

Løftesystemet for AG4 blir en videreutvikling av løftesystemet til AG3, med følgende endringer:

- Antall vinsjer beholdes uforandret. Dette kan aksepteres da kritikaliteten til løftesystemet reduseres betydelig ved at treng- og losseoperasjoner for AG4 gjennomføres uten løfting av merd.
- Elektromotorene til vinsjene beskyttes bedre mot vær og vind (bygges inn).
- Størrelsen på motorer, gir og frekvensomformere økes for å gi tilstrekkelig margin med hensyn til løftekapasitet.
- Styringssystemet designes for å tåle større avvik i de ulike måleparametere. Systemet designes uten bruk av encodere på elektromotorene.
- Styringspanel endres fra touchpanel til styringskonsoll/radiostyring med brytere/hendler som kan opereres med hansker.
- Klaring mellom vertikale stålguider på merd og guide på flytekrage reduseres for å redusere relativ bevegelse mellom merd og flytekrage under løft.
- Mekanisk låsing av merd i ulike høyder inkluderes.
- Trapp for tilkomst til gangbane når merd er i løftet posisjon (uten bruk av fallsikringssele) inkluderes.

5.7 Strukturendringer

Erfaring fra analyser, modellforsøk, fabrikasjon, drift og fullskalaforsøk viser at ståldesignet for AG2 og AG3 fungerer godt. Det er effektivt med hensyn til forholdet stålvekt/oppdrettsvolum, konstruksjonen er produksjonsvennlig, gir god tilkomst for vedlikehold og har vist seg å være robust. Fjerde generasjon Aquatraz blir en videreutvikling av AG3 med følgende hovedendringer:

- Design Hs for merden øket fra 2.1 m til 2.4 m for å øke fleksibiliteten med hensyn til lokalitetsvalg.
- Oppdrettsvolum økes til 60 000 m³ for å redusere pris/m³ oppdrettsvolum.
- Strukturendringer som følge av merden designes med flat bunn i stål for å muliggjøre bruk av skyveskott. Dette medfører introduksjon av senter søyle mellom flat bunn og gangbro. Trearmet gangbro inkluderes som globalt styrkeelement og oppheng for strømsettere og tromler for skyveskott
- Tverrsnitt til flytekrage endres fra sirkulært til rektangulært tverrsnitt for å ivareta stabilitet under løfting (vekt av AG4-bur øker betydelig) uten at ytre diameter på merden økes (viktig mht. transportkost)
- Ytterligere forbedringer mht. fabrikasjonsvennlighet
- Implementering av strukturelementer og egenskaper for enklere transport av merd på tungløftefartøy
- Økt robusthet mot mekaniske skader fra fartøyer på malingssystemet og strukturelementer

5.8 Operasjon og vedlikehold

Utviklingen i prosjektet har frem til siste fase fokusert på å finne gode løsninger for merdens hovedfunksjonsområder ved å utvikle, teste og verifisere følgende:

- Merdkonstruksjonen
- Vannutskiftingssystemet
- Treng- og lossesystemet
- Løftesystemet

Gjennom utvikling av testing av tre generasjoner Aquatraz er det verifisert at merdteknologien fungerer, men det er fortsatt behov for forbedringer som beskrevet i foregående kapittel. I tillegg til å forbedre hovedsystemene er det behov for å utvikle merden fra utviklingsstadiet til et kommersielt produkt. Følgende endringer er gjort for AG4 med hensyn til systemer:

- **Vaskesystem** inkluderes i merd for å forenkle vaskeoperasjoner, redusere bruken av servicefartøy og for å unngå bruk av bunnstoff inne i merden. U-ramme med «nal» som roterer rundt sentersøyle vil sørge for å hindre etablering av biofilm og groe på sentersøyle, bunn og merdvegg.
- **Dødfisksystem** integreres i merd ved at dødfisksump arrangeres i bunn av merd. Roterende U-ramme skal sørge for at dødfisk på bunn ledes til dødfisksump. Dødfisksump kobles til fastmontert rør tilknyttet luftslange (mammutpumpe) for pumping av dødfisk. Dødfisk leveres til oppsamlingskar på merd.
- **Strømsetterne** designes som oppsvingbare thrustere for å gi enkel tilgang til inspeksjon, vedlikehold og vasking uten bruk av service- eller arbeidsbåt med kran. Vasking og renhold av not foran dyse er viktig for å opprettholde effektiviteten til strømsetterne.
- **GRP-grating** monteres i sidevindu og bunn i stedet for not for blant annet å forenkle vasking (muliggjør automatisk vasking) og desinfisering (glatt overflate). Videre, unngås kostnader med re-sertifisering og bytte av not ved å bruke materialer som er designet for å stå i sjø gjennom hele merdens levetid.
- **Redundant nødkraftforsyning** hvor en enkelt hendelse eller feil kun kan slå ut 50% av strømsetterne.
- **Belysning** skal arrangeres langs gangbaner, trapp og kaier for å gi hensiktsmessig lys for operatørene under drift av merden og spesielt under løfteoperasjoner.
- **Tilkomst** via trappeløp med rekkverk arrangeres på merdens utside fra bunn til merdens gangbane.

Dokument Tittel: Installasjon og testing før utsett av fisk i Aquatrax G3 – Driftserfaring fra Aquatrax G1, G2 og G3

Page:
23 of 23

Åpen

REFERANSER

/1/	Dokument nr. AG3-0001-MNH-O-RA-0110-A3 «Installasjon og testprogram før utsett av fisk AG3 – Årsetfjorden, datert 03.06.2020
/2/	Dokument nr. AG3-0001-SFS-Z-MA-0084 Rev. D2 AQT G3 – C1 Brukermanual, datert 27.05.2020
/3/	Dokument nr. AG2-0001-MNH-Z-SP-0001 Rev.C2 Funksjons og designkrav Aquatrax 3. generasjon, datert 30.03.2020
/4/	Dokument nr. AG3-0001-SFS-R-SP-0004 Rev. C2 Design Basis and System Description Aquatrax Lifting System, datert 10.03.2020
/5/	Dokument nr. AQT-MNH-BIO-004 Sluttrapport biologiprogram – pilotmerd i Eiterfjorden, datert 23.01.2020
/6/	Dokument nr. AQT-SFS-V-RA-0239 Rev. A1 Strømning i merd – Sammenligning fullskala målinger og CFD beregninger

VEDLEGG A

Tittel	System	Beskrivelse	Kritikalitet	Forslag til løsning fra MNH	Kommentar fra Engineering	Merd gen.
AG1	Dødfisksystem	Liftup Bedre gjennomføring til liftup	Endring ønskelig	16/11/18 STEH: 3 stk. utkapp for dødfiskslange skal lages i skanseledning rett over gangbane - et utkapp ved hver kai, bortsett fra vinsjkai. Deksel lages for å beskytte dødfiskslangen over gangbanen. 28/11/18 STEH: Design Review AQT G2; besluttet å ikke inkludere utkapp. Dødfiskslange føres over rekkverk.	13/11/18 ARS: Hei, vi kan muligens benytte penetrasjon for ejektorstrømsetteren for dette? Tror du det kan være en løsning? 05/02/19 STEH: Utkapp for dødfiskslange utgår. Dødfiskslange føres over rekkverk - fleksibelt med hensyn til hvor dødfiskslangen skal plasseres. 4/12/19 ARS: Etter ytterligere diskusjoner er engineering enig i at det bør installeres en "føring" for liftupslange over gangbane. Føring bør tres gjennom rekkverk inn mot merd og festes på topp av bølgebryter på motsatt side. Slik kan mannskapet enkelt trø over slangen samtidig som det blir kontinuerlig fall og dermed ikke vannoppsamling i slange slik som det oppstår med dagens løsning.	AG4
AG1&2	Dødfisksystem	Lift-up vekt Problemer med å få fjernet alt av dødfisk i merden. Mulig dette kommer av at lift-up er for lett.	Endring påkrevd	Det må kun brukes XL eller XXL lift-up. Ikke Aqua sitt dødfisksystem.	11/08/2020 STEH: Erfaring fra drift av AG1 og AG2 gjør at vi vil endre til flat bunn for AG4. Dette medfører at dødfisksystem må endres, se pkt.62. 10/03/20 STEH: Brukerhåndbok oppdateres for G1, G2 og G3 vedrørende bruk av XL eller XXL liftup. 11/08/2020 STEH: G4 skal designes med flat bunn i stål og grating (GRP eller galvanisert). Dødfisksystemet skal integreres i merdkonstruksjonen for G4. Endring i dokumentasjon: - Funksjon og designkrav AQT G4 - 3D-modell G4 - Brukerhåndbok G1, G2, G3 og G4	AG4
AG1&2	Elektro	Lys Det ble erfart at vi under lossing på kveld og natt har bruk for lys oppe på merd. Dette er installert på Aquatraz 1 men ikke på nr 2.	Endring påkrevd	Lysene ble bestilt i forbindelse med installasjon på AT1. Lysene ligger på Elcom og er betalt. Kun installasjon gjenstår.	10/03/20 STEH: Basert på erfaring fra G1 og G2 skal lys skal implementeres i design av 4. generasjon Aquatraz. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell inklusive 3D-lysmodell	AG4
AG1&2	Elektro	Strømskap for strømsetter Fukt i strømskap for strømsettere på AQT G1 etter periode med dårlig vær.	Endring påkrevd	Strømskap flyttes til oppvarmet el-container for AQT G1. For AQT G2 er skap montert i el-container.	10/03/20 STEH: Stømskap og frekvensomformere flyttes til elektrisk container for G1, G2 og G3. Alt elektrisk utstyr, som ikke må stå på merd, skal monteres i el-container eller stores for G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG4
AG1&2	Elektro	Elektriske starterskap Fukt i elektriske skap på merdene etter perioder med dårlig vær.	Endring påkrevd	Alt av elektrisk utstyr, som kan flyttes, bør flyttes til el-container på merd.	10/03/20 STEH: Elektriske starterskap flyttes til elektrisk container for G1, G2 og G3. Alt elektrisk utstyr, som ikke må stå på merd, skal monteres i el-container eller stores for G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG3/AG4
AG2	Elektro	Elektrisk skap for vinsj Elektrisk skap for vinsj ødelagt under storm.	Endring påkrevd	Elektrisk skap for vinsj flyttes til elektrisk containe på gangbane.	10/03/20 STEH: Elektriske starterskap for vinsj flyttes til el-container for G2 og G3. For G4 skal elektrisk skap for vinsj monteres i el-container. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG3/AG4
AG2	Elektro	Inntaksskap for sjøkabel Inntaksskap for sjøkabel ødelagt under storm.	Endring påkrevd	Inntaksskap for sjøkabel flyttes til elektrisk container på gangbane.	10/03/20 STEH: Elektrisk inntaksskap flyttes til el-container for G2 og G3. For G4 skal elektrisk inntaksskap monteres i el-container. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG3/AG4

Tittel	System	Beskrivelse	Kritikalitet	Forslag til løsning fra MNH	Kommentar fra Engineering	Merd gen.
AG3	Elektro	Lys Det er behov for lys på gangbane og kaier for G4, disse lysene skal IKKE gi lys i merdvolumet	Endring påkrevd	Lysarrangement skal utarbeides for G4 og godkjennes av MNH.	12/08/2020 STEH: Lysarrangement utarbeides for G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG4
AG3	Elektro	Nødgenerator Størrelse på nødgenerator er i minste laget med 4 x 5,7 kW strømsettere.	Endring påkrevd	Vurdering av effektbehov og størrelse på nødgenerator skal gjennomføres for G4.	12/08/2020 STEH: Vurdering av effektbehov og størrelse på nødgenerator vil bli gjennomført for G4, før beslutning om generator tas. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4	AG4
AG1,2&3	Elektro	Vindmøller Kan det monteres vindmøller på Aquatraz til drift av strømsetterene?	Endring ønskelig	Vurder alternativer til type og størrelse på vindmøller, og utarbeid kostnadsoverslag som grunnlag fo beslutning.	12/08/2020 STEH: Studie vedrørende type vindmølle, størrelse og konstruksjonskostnader gjennomføres for G4. Beslutning vedrørende installasjon av vindmøller tas når kostnadsoverslag foreligger.	AG4
AG3	Elektro	El-kabler over gangbane Elektriske kabler krysser gangbanen på dekk. Malmbergmatter er benyttet for å beskytte kablene, men disse dekker ikke hele bredden. Fordel hvis kablene hadde vært fjernet fra gangbanedekket.	Endring ønskelig	For G4 bør elektriske kabler ikke krysse gangbanen på dekket. Kabelføringer kan legges over eller under gangbane, slik at de ikke er utsatt for skade fra transport på gangbanedekket. Videre bør kabler fjernes fra rekkverk - utsatt for skader. Foreslår å legge all kabling på kabelbroer / rør som er beskyttet.	24/08/2020 STEH: Kabeltraser implemeteres i 3D modell for G2. Endelig kabelbroarrangement godkjennes av MNH. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG4
AG2	Elektro	Merking av utstyr/komponenter Alt av elektrisk utstyr og komponenter bør merkes med tag nummer eller tilsvarende.	Endring påkrevd	Alt av elektrisk utstyr/komponenter skal merkes i henhold til tag nummer system (entydig merking av utstyr/komponenter).	21/09/2020 STEH: Tag-system for utstyr/komponenter etableres for G4. Alt av utstyr skal merkes i henhold til tag-systemet. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - Brukerhåndbok	AG4
AG3	Föringssystem	Inntak for foringsslang Inntak for foringsslangene bør plasseres ved hver broende, slik at en kan benytte broen til å feste forslangene (fjerne slangene fra vannoverflaten). Installasjon av forslange gjennom rør i skanseledning fungerer veldig bra.	Endring ønskelig	Plassering av inntakspunkt revurderes i forbindelse med design av AG4.	09/08/2020 STEH: Plassering av inntakspunkt vurderes i forbindelse med design av G4 og løsning presenteres i design review. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG4
AG2	Kai	Hovedkai AQT G2 - pullert Pullerter på hovedkai står for nære kaikant (kan skade båter som ligger fortøyd til kai)	Endring ønskelig	Vurder endring av pullerter på AQT G2. For AQT G3 må pullertarrangement endres.	10/03/2020 STEH: Pullertarrangement endres for AG3 - VO mot verft. For G4 endres design av pullerter på kai. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav for AQT-G4 - Byggespesifikasjon AQT-G4 - 3D-modell AQT G4	AG4
AG2	Kai	Lossekai AQT G2 - bredde Bredde på kai bør økes for å bedre HMS i forbindelse med oppkobling / frigjøring av losseslangene.	Endring påkrevd	18/12/2019 STEH: Bredden av lossekaiaen må økes slik at oppkobling / frakobling av losseslangene kan gjøres på en rask og sikker måte for operatørene, uten fare for rømming av fisk. Bredden på kai vil være avhengig av hvilken løsning som velges med hensyn til hurtigkobling.	12/08/2020 STEH: Bredde på kai vurderes sammen med design av nytt treng- og lossesystem for G4.	AG4
AG3	Kai	Alle fendere bør på G4 være i helgummi	Endring påkrevd	Både fenderarrangement, type og størrelse på fendere skal revurderes for G4. Endelig arrangement skal godkjennes av MNH.	12/08/2020 STEH: Fenderarrangement vurderes i forbindelse design av G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG4
AG3	Kai	Fendere på kai må plasseres helt ute mot kant G4	Endring påkrevd	Både fenderarrangement, type og størrelse på fendere skal revurderes for G4. Endelig arrangement skal godkjennes av MNH.	12/08/2020 STEH: Fenderarrangement vurderes i forbindelse design av G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 - Byggespesifikasjon for AQT G4 - 3D-modell	AG4

Tittel	System	Beskrivelse	Kritikalitet	Forslag til løsning fra MNH	Kommentar fra Engineering	Merd gen.
AG1&2	Lossesystem	Losseslanger - kobling Kobling mellom lossrerør på merd og losseslanger brønnbåt må forenkles både med hensyn til HMS, tidsbruk og rømningsikkerhet. Gjelder både AQT G1 og AQT G2	Endring påkrevd	Løsning med hurtigkobling skal utvikles for AQT G2. Løsning skal implemeteres ved vertf før levering av merd.	12/11/19 ARS: Løsning basert på styrepinner og hurtiglukker for sammenklemming av flensene utvikles. 10/03/20 STEH: 1 stk. hurtigkoblinger med styrepinner og hurtiglukker levert. Koblingen skal testes på G2 mot brønnbåt ved første anledning. 18/03/20 STEH: Hurtigkoblinger for losseslanger skal implementeres i design av AG4 hvis losseløsningen krever forlengelse av brønnbåten losseslanger.	AG4
AG1	Lossesystem	Losseslanger Festing av losseslanger er ikke optimal. Slangene klemmes også mellom kai og merd når merden heves og senkes.	Endring ønskelig	Lossesystem må bygges om. Foreslår at dette gjøres etter levering av fisk sommer 2020. Nytt lossesystem designes før den tid.	ENDRING I DOKUMENTSJON: 10/03/20 STEH: Nytt lossesystem designes etter at testing av hurtigkoblingene er utført. 11/08/20 STEH: Løfting av merd og oppkobling av losseslanger mot brønnbåt er kritiske operasjoner i forbindelse med lossing fra AG1, AG2 og AG3. Løfting gir begrenset værvindu, samt at sammenkobling av losseslanger er utfordrende med hensyn til HMS for operatørene. Trenging med å løfte merd og suge fisk i fra bunn fungere meget bra, men en ulempe med dette er at all fisken trenges ved dellast.	AG1AG2AG3AG4
AG1	Lossesystem	Tømming av losseslanger Etter levering av fisk er det behov for å sikre at det ikke ligger fisk igjen i losseslanger eller rør.	Endring påkrevd	Det er en mulighet å bruke et lite lift-up system for å tømme slangene, hvor vi senker en luftslange med et lodd på ned i rørene.	10/03/20 STEH: Nytt lossesystem designes etter at testing av hurtigkoblingene er utført. Sugestusser skal samles, tilsvarende som for G3, slik at lengden på lossrerørene reduseres betydelig. Fare for at det ligger fisk i lossrerørende etter levering skal elimineres. 11/08/2020 STEH: Fare for at det ligger fisk igjen i losseslangene elimineres med ombygging av treng- og lossesystemet til Aquatraz merdene, se pkt. 66.	AG1AG2AG3AG4
AG2	Lossesystem	Teleskop - lagring/sikring under normal drift Teleskopene kan med fordel sikres i "krybber" eller tilsvarende når de ikke er i bruk.	Endring ønskelig	Design en løsning for G4 for å sikre lossrerørene i horisontalplanet når de ikke er i bruk.	10/03/20 STEH: Løsning for lagring/sikring av teleskop i normal drift designes for G4. 11/08/2020 STEH: Se pkt. 66. Erfaring fra drift medfører at faste lossrerør og losseteleskop fjernes i forbindelse med ombygging av merdene. AG4 vil designes uten faste lossrerør. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for AQT G4 - Byggespesifikasjon AQT G4 - 3D-modell AQT G4 - Brukerhåndbok	AG4
AG2	Lossesystem	Lossesystem hvor det kan ta ut dellaster og gjerne all fisk UTEN at merden trenger å heves.	Endring påkrevd	Det ønskes løsning som muliggjør uttak av dellast og tømming av hele merden uten at merden må løftes. Merden skal kunne løftes i forbindelse med vask, desinfisering, inspeksjon og vedlikehold. Vurder trengearrangement med skyveskott.	11/08/2020 STEH: Nytt treng- og lossesystem utvikles for AG4. Følgende funksjonskrav skal være ivarettatt i det nye designet: - Dellast og komplett tømming av merd uten løfting av merd - Dele merd i to segmet, hvor fisk i den ene delen av merden skal kunne sultes i forbindelse med slakt (ca. 1000 tonn fisk) - Uttak av fisk fra bunn av trengt volum. Koble forlengerslanger, med hurtigkobling, til losseslanger på brønnbåt	AG4
AG2	Løftesystem	Motorheate Vurder motorheate for elektriske vinsjmotorer siden disse står mesteparten av tiden.	Endring ønskelig	Vurders i forbindelse med design av løftesystem for AG4.	28/08/2020 STEH: Vurderes i forbindelse med design av løftesystem.	AG4
AG2	Løftesystem	Demping av flytekrage under løft Under løft av merden er det for store horisontale relativ bevegelser mellom flytekrage og buret når det er bølger.	Endring påkrevd	Horisontal klaring mellom vertikal stålguide og "klo" på flytekrage må reduseres.	28/08/2020 STEH: Dette vil bli ivarettatt i forbindelse med design av løftesystem for G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjons og designkrav for AQT G4 - Design basis for AQT G4 løftesystem - Brukerhåndbok	AG2AG3AG4
AG2	Løftesystem	Radiostyring av løftesystem Under løfting av merd er den en fordel at røtter som er ansvarlig for løfteoperasjonen kan bevege seg fritt rundt på merden med fjernkontrollen	Endring ønskelig	Forslag til ombygging av AQT-G2 utarbeides. Radiostyring inkluderes i design av løftesystem for AQT G4.	28/08/2020 STEH: Dette vil bli ivarettatt i forbindelse med design av løftesystem for G4.	AG4
AG2	Løftesystem	Løftesystem Løftesystem stopper gjentatte ganger under løfting pga. at kapasiteten til el-motorene er i minste laget.	Endring påkrevd	Bytte el-motorene til motorer med større kapasitet, hvis mulig.	18/09/2020 STEH: Løftesystemet skal ikke benyttes i forbindelse med trenging og 11/03/20 STEH: Større motorer bestilles for G3. Løftesystemet skal redesignes for G4. 12/08/20 STEH: Kritikaliteten til løftesystemet for G4 blir redusert i og med at merden skal kunne tømmes uten å løfte merden. Løfting kun når merden er tom for fisk, dvs. i forbindelse med vask, desinfisering, inspeksjon og vedlikehold.	AG3AG4
AG1&2	Løftesystem	Brukerhåndbok Design kriterie og værkrriterie for løfteoperasjon må fremgå tydelig i brukerhåndboken, dvs. både maks. vind, bølger og kombinasjon av bølger og vind.	Endring påkrevd	Designkriterie og værkrriterie for løfteoperasjon bør gjennomgås sammen med MNH drift for å avklare hva som bør være værkrriterie (grense) for løfteoperasjon. Erfaring fra løfteoperasjoener utført til nå vil være viktige i denne gjennomgangen.	21/08/2020 STEH: Gjennomgås i forbindelse med design av G4. ENDRING I DOKUMENTASJON: - Funksjons og designkrav for AQT G4 - Design basis for AQT G4 løftesystem - Brukerhåndbok	AG4
AG2	Løftesystem	Redundans - løftevinsjer Løftesystemet er sårbart med kun 4 stk. løftevinsjer - alle vinsjene må fungere for å kunne heve/senke merden.	Endring ønskelig	Vurder å øke antall vinsjer for neste generasjon merd, slik at løftesystemet fungerer selv om en vinsj er ute av drift.	11/03/20 STEH: Løftesystemet for G4 skal designes for å kunne løfte/senke merden selv om en vinsj er ute av drift. 12/08/20 STEH: Kritikaliteten til løftesystemet for G4 blir redusert i og med at merden skal kunne tømmes uten å løfte merden. Løfting kun når merden er tom for fisk, dvs. i forbindelse med vask, desinfisering, inspeksjon og vedlikehold. Krav til redundans vil derfor bli revurdert i forbindelse med design av G4.	AG4
AG3	Løftesystem	Elektriske vinsjer er sårbare for vær og vind (elektromotor). Ønskelig at det vurderes bruk av hydraulisk opererte vinsjer istedet for elektriske.	Endring ønskelig	Bruk av hydrauliske vinsjer drevet av egen HPU montert på merd skal vurderes som alternativ for G4.	12/08/20 STEH: Kritikaliteten til løftesystemet for G4 blir redusert i og med at merden skal kunne tømmes uten å løfte merden. Løfting kun når merden er tom for fisk, dvs. i forbindelse med vask, desinfisering, inspeksjon og vedlikehold. Dette momentet skal hensyntas ved valg av vinsjsystem. 08/09/20 STEH: Besluttet i design review 08/09/20 å benytte elektriske løftevinsjer for	AG4

Tittel	System	Beskrivelse	Kritikalitet	Forslag til løsning fra MNH	Kommentar fra Engineering	Merd gen.
AG1&2	Notsystem	Tømming av not Det er ikke mulig å tømme noten helt for fisk uten å entre merden med personell. Designe et system som sikrer at noten kan tømmes for fisk uten å måtte entre merden.	Endring påkrevd	Bunnot må kunne heves helt ut av vannet under tømning slik at all fisk kan pumpes ut av merd uten bruk av folk/remedier for å jage fisken bort til innsugningstraktene	4/12/19 ARS: For G4 skal hele bunnoten kunne heves ut av vannet og not tørkes gradvis fra motsatt side av lossesystem. 21/08/2020 STEH: Not skal erstattes med GRP/galvanisert grating for G4, se pkt. 117. Tømmesystemet må derfor re-designes for G4, se pkt. 116. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - Byggespesifikasjon G4 - 3D-modell AQT G4	AG4
AG3	Notsystem	Tømming av not Testing av "oppblåsbart" tømmesystem for sluttfasetømming av not viste at dette ikke vil fungere godt nok til å sikre at merden blir 100% tømt for fisk, uten at operatører entrer merden for å jage ut siste fisk.	Endring påkrevd	For å sikre at merden tømmes helt for fisk, uten entring av personell, bør både not, treng- og lossesystem endres.	11/08/2020 STEH: G4 skal designes med flat bunn slik at skyveskott kan benyttes i forbindelse med trenging og tømning av merd. Bunn skal designes i stål og GRP-grating.	AG4
AQ1&AG2	Notsystem	Vask og desinfisering av dynemanot Ved utbrudd av PD eller annen sykdom som krever omfattende vask og desinfisering av not før flytting av merd, er det en stor ulempe med bruk av not da dette medfører lang brakkleggingstid før flytting av merd.	Endring påkrevd	Not må endres til en type not som er enkel å vaske og desinfisere, f.eks.grating (galvanisert eller GRP)	ENDRING I DOKUMENTSJON: 11/08/2020 STEH: Neste generasjon skal designes uten bruk av tradisjonell not. GRP-rating med glatt overflate skal benyttes i sidevindu og bunn. Størrelse på grating skal tilpasses 200 g smolt (snittvekt). ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - Byggespesifikasjon G4 - 3D-modell G4	AG4
AG1&2	Oksygensystem	Vask og desinfisering av dynemanot System for oksygnering under trenging må tilpasses Aquatraz. Gjelder både AQT G1 og AQT G2.	Endring påkrevd	Modifisere eksisterende oksygeneringssystem, slik at oksygen slangene kan legges i bunn av not langs omkrets (mellom lossepunkt).	Slangene er brukt veg 4 lossinger, og fungerer fint hvis man er nøye med at slangene ikke kommer for nært lossepunkt. 18/03/20 STEH: Vurder på inkludere fast oksygeneringssystem i merden for AG4. 21/08/20 STEH: Treng- og lossesystemet skal endres for G4. Krav at strømsettere skal kunne gå under trenging, slik at fisken sikres god tilgang til frisk sjøvann, se pkt. 65.	AG4
AG1&2	Oksygensystem	Oksygen i merd Ved økt biomasse må man ha muligheten til å tilsette O2 slik at Oksygennivå aldri kommer under 75%	Endring ønskelig	Installere rammer med oksygendiffusorer i merd. Oksygenmåler koblet mot reguleringsventil for regulering av oksygennivå i merd. Benytte oksygenbatteri i testfasen. Skal implementeres på alle Aquatraz merder.	12/08/2020 STEH: Oksygenering av Aquatraz krever enorme mengder oksygen. I stedet for oksygenering må G4 designes slik at vannutsiftingningen er tilstrekkelig på maksimal biomasse ved kun bruk av strømsettere. Ved svikt i vannutsiftingssystemet, må det være et uavhengig back-up system som sørger for vannutsifting, f.eks. en "XXL" Midt-Norsk ring. Installasjon av fast back-up system for vannsirkulasjon, med tilstrekkelig kapasitet, skal implementeres i G4. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 7/11/19 ARS: Løsning utarbeidet. Se vedlegg 4/12/19 ARS: Låsing vil implementeres på G4	AG4
AG2	Ståltrustning	Vertikal sikring av flytekrage Stor vertikal relativbevegelse mellom flytekrage og merd i bølger for AG2.	Endring påkrevd	Utarbeide løsning som låser flytekrage og merd i vertikalretning.	ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 7/11/19 ARS: Løsning utarbeidet. Se vedlegg 4/12/19 ARS: Låsing vil implementeres på G4 ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - 3D modell - Brukerhåndbok	AG2&G3&G4
AG2	Ståltrustning	Containerfundament på gangbane Låsing av container må endres/utbedres, for å sikre at den ikke løsner i dårlig vær.	Endring påkrevd	Container fundament på merd #3 sveises til gangbanen med kneplater. Revidert løsning for sikring av container utarbeides for merd #4.	4/12/19 ARS: Gummi pads må festes godt på merd 4 og det må verifiseres at supportene sitter tørt for container monteres. Om dette fortsatt ikke gir tilstrekkelig stabilitet må annen løsning utarbeides. 18/03/20 STEH: Container fundament sveises til gangbane for AG3. 12/08/20 STEH: Container arrangement redesignes for AG4. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - Byggespesifikasjon G4 - 3D-modell G4	AG2&G3&G4
AG2	Ståltrustning	Nødstige på skanseledning Overgang mellom nødstige på flytekrage og gangbane endres slik at det blir enklere for en person å komme seg opp på gangbanen fra sjøen.	Endring ønskelig		7/11/19 ARS: Ved å forlenge den øvre stigen med ett trinn og vinkle den litt inn som vist i vedlegget ser det ut til å bli mye enklere å klatre opp. Foreslår at det sveises inn ett trinn som vist og at dette testes ut med redningsdrakt i vinter og med våt mann til sommeren! 21/08/2020 STEH: Design av nødleidere skal vurderes i forbindelse med design av	AG2 AG4

Tittel	System	Beskrivelse	Kritikalitet	Forslag til løsning fra MNH	Kommentar fra Engineering	Merd gen.
AG2	Stålutrustning	Nødleider fra flytekrage til gangbane i løftet posisjon Under trenging av fisk er det en fordel hvis røtere kan komme seg fra kai på flytekrage til gangbane (og motsatt vei) på en enkel og sikker måte uten bruk av løftekorg eller fallsikringssele i leder.	Endring ønskelig	Forslag til trapp fra flytekrage til gangbane utarbeides for AQT-G4.	12/08/20 STEH: Utvendig trapp for tilkomst til topp av merd i løftet posisjon, uten bruk av fallsikringssele, skal implementeres i G4.	AG4
AG2	Stålutrustning	Kombinert stores/varmebod Merd bør utrustes med stores/varmebod på gangbro med god oversikt til merd.	Endring ønskelig	Forslag til kombinert stores/varmebod for montasje på gangbro utarbeides for AQT G3. Ettermontering vurderes for AQT G1 og G2.	ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 18/03/20 STEH: Fundament for 10" container på gangbro designet. Fundament bygget og installert på AG1. Store/varmebod i 10" container løsning designes for AG4.	AG4
AG1&2	Stålutrustning	Nødleider i merd Nødleider i merd kan forårsake snuteskader på fisk.	Endring påkrevd	Nødleider for AQT G1 og AQT G2-C1 3 roteres lederne til de kommer rett over vannflaten. For AQT G2-C2 monteres nødstiger som kan trekkes ned av person i vannet, dvs. tilsvarende løsning som finnes på mange fritidsbåter.	ENDRING I DOKUMENTASJON: 11/03/20 STEH: For G2 og G1 må det implementeres tiltak, dvs. rotere lederne slik at de kommer over vann. I tillegg bør det festes tau til leder slik at person i vannet kan få tak i lederne. For G3 monteres nødleider som kan trekkes ned ved bruk. For G4 implementeres nødstiger i design (3D-modell).	AG3AG4
AG2	Stålutrustning	Porter i rekkverk Det må arrangeres porter på hver side av strømsetter montert 90 grader mot klokka i forhold til hovedkai, for å gi plass til losseslanger fra brønnbåt (ved levering av fisk til merd).	Endring påkrevd	Antall porter, størrelse og plassering skal vurderes i forbindelse med design av G4.	ENDRING I DOKUMENTASJON - Funksjon og designkrav G3 og G4 12/08/20 STEH: Rekkverk og plassering av porter vurderes i forbindelse med design av G4. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - Byggespesifikasjon G4 - 3D-modell G4	AG4
AG1&2	Stålutrustning	Standardfester for foringskamera Standardfester for Akva foringskamera ønskes montert på på gangbro på hver side (2 stk. kamerafester)	Endring ønskelig	Vurde å implementere standardfester for Akva foringskamera i forbindelse med design av G4.	21/08/2020 STEH: Vurderes i forbindelse med design av G4.	AG4
AG2	Stålutrustning	Gjennomføring for forslange Tilkomst for å installere forslanger, når merden er i normaldyppgang, er ikke tilfredsstillende (trangt mellom flytekrage og gangbane). Det bør være mulig å installere forslangene uten å løfte merden.	Endring påkrevd	Det må være mulig å installere forslangene uten å løfte merden. Forslag til løsning må utarbeides for G3.	11/03/20 STEH: Arrangement endres slik at det er mulig å installere forslanger uten å løfte merden. ENDRING I DOKUMENTASJON	AG3AG4
AG2	Taknett	Tilpassing av taknett Taknett må tilpasses strømsettere på gangbane	Endring påkrevd	5 m lang splitt lages i taknett ved strømsettere.	- Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 - Byggespesifikasjon for AQT G3 og G4 11/03/20 STEH: Taknett med 5 m lang splitt bestilles for G3. 24/08/2020 STEH: Taknett, inkl. innfesting av nett til merd revurderes i forbindelse med design av G4 (tilpasses broløsning for G4)	AG3AG4
AG1	Vannstrømsystem	Dyse for propellstrømsettere Vasking av not på propellstrømsetter krever bruk av dykker eller at propelldysen heves, dvs. krever kran. Vasking må kunne gjøres uavhengig av dykker eller kran.	Endring påkrevd	04/01/2019 STEH: Not foran dyse må kunne vaskes uten bruk av kran eller bruk av dykker. Design endres for merd nr. 2 og AQT-G2.	ENDRINGER I DOKUMENTASJON - Funksjon og designkrav AQT G3 og G4 13/11/18 ARS: Avtagbart notdeksel, som kan løftes ut av vannet og monteres uten bruk av dykker eller kran, designes for merd nr.2 og AQT-G2. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Dysetegning for AQT G2 utarbeides - Brukerhåndbok	AG2AG4
AG3	Vannstrømsystem	Dysene må kunne heves ut av vannet uten å løfte merd for vedlikehold, inspeksjoner +++	Endring påkrevd	Foreslår at dysene designes for å svinges opp slik at det blir sikker tilkomst for vask, inspeksjon og vedlikehold fra gangbro.	- Det er valgt å benytte messingnøter på inn og utløp av strømsetter for alle generasjoner. Dette skal redusere behovet for vasking av not. I tillegg bør 12/08/20 STEH: Design av dyse og fundament redesignes for G4.	AG4
AG3	Vannstrømsystem	Dysene produseres som en enhet for å sikre fast radius (dimensjonskontroll).	Endring påkrevd		ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - Byggespesifikasjon G4 - 3D-modell G4	
AG3	Vannstrømsystem				24/008/2020 STEH: Dyse med fundament re-designes (designes som en enhet). Dimensjonstolleranser angis på produksjonstegning.	AG4
AG3	Vannstrømsystem	Boleinntegning mellom dyse og fundament må forbedres slik at muttere ikke rakler av under drift.	Endring påkrevd		ENDRING I DOKUMENTSJON: - Produksjonstegninger for dyse G4	
AG3	Vannstrømsystem				27/5/20 ARS: Spennhyler skal løse problemet. Slike må monteres ihht tegning	AG4
AG3	Vannstrømsystem	Innfesting av beskyttelsesnot på strømsetter må forsterkes betraktelig / redesignes for å unngå galvanisk korrosjon	Endring påkrevd	Foreslår at type not revurderes. Dette må ses i sammenheng med redesign av dyse med fundament. Enklere tilkomst for å vaske og skifte not på dyser.	ENDRING I DOKUMENTSJON: ARS 27/5/20: Monter nettet på PE rør som festes mot PE krybbe som igjen holder nettet fast rundt periferien 24/08/2020 STEH: Dyse med fundament re-designes for G4. ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 - Byggespesifikasjon G4	AG4

Tittel	System	Beskrivelse	Kritikalitet	Forslag til løsning fra MNH	Kommentar fra Engineering	Merd gen.
AG3	Vannstrømsystem	Vurder om antallet strømsettere bør økes fra 4 til eksempelvis 6. Dette for å forbedre redundans samt øke vannutskiftingen ytterligere	Endring ønskelig		ARS 27/5/20: Det foreslås å øke til 6 strømsettere på G4. Tall fra Torolf viser at hastighet med fordel kan være noe høyere for stor fisk og varmt vann. Når fisken er stor og temperaturen høy er også vannbehovet størst. 08/09/2020 STEH: Design review 08/09/20 - beslutter å øke til seks (6) stk. strømsetter pga. at merdvolum økes til 60 000 m3. Størrelse (effekt), type og leverandør av strømsettere vurderes i forbindelse med design av G4.	AG4
AG3	Vannstrømsystem	Frekvensomformere Alle frekvensomformerene er plassert i el-containeren. Ved eventuell brann i el-container vil alle strømsetter settes ut av funksjon.	Endring ønskelig	Vurder å redusere risikoen for stans av strømsettere ved å plassere to frekvensomformere i stores containeren og to i el-containeren for G4.	12/08/20 STEH: Plassering av frekvensomformere og annet elektrisk utstyr vurderes i forbindelse med design av G4.	AG4
AG1	Vannstrømsystem	Dyse Bolteforbindelse mellom dyse og fundament må gjøres bedre (bolter løsner pga vibrasjon/bevegelse). I tillegg bør det lages ekstra sikring mellom dyse og fundament for å sikre at dyse ikke faller ned hvis boltene løsner.	Endring påkrevd	Foreslår å bytte alle bolter og skiver med nye bolter og Nord-Lock låseskiver på begge sider av bolteforbindelsen. Momentnøkkel skal benyttes ved montering av boltene. I tillegg skal det monteres ekstra sikring mellom dyse og fundamentør (kjetting).	ENDRING I DOKUMENTSJON: 05/10/2020 STEH: Alle bolter og skiver i bolteforbindelsen til dyser på G1, G2 og G3 byttes til Nord-Lock skiver. Bolter tiltrekkes med momentnøkkel i henhold til instruks fra Nord-Lock. I tillegg skal det sveises på sikringsrør på alle dyser og rørfundament for G1, G2 og G3. Kjettingsikring skal monteres mellom ørene. Bruker manual oppdaterers.	AG1 AG2 AG3 AG4
AG2	Vannstrømsystem	Strømsettere - vasking, inspeksjon og vedlikehold Vasking av not på propelstrømsetter krever bruk av dykker eller at propelløysen heves, dvs. krever kran. Vasking, inspeksjon og vedlikehold av strømsettere må være mulig å gjennomføre mens merden er i	Endring påkrevd	Foreslår at dyser med fundament re-designes slik at det blir tilgang til mikserne fra gangbro for service og vedlikehold.	For G4 oppdateres dysedesign med spesifikasjon av boltelåsing og ekstra sikring. 05/10/2020 STEH: Design av dyse med fundment re-designes for G4. Dyse endres slik at den blir helt sirkulær mot propell. Dette ved å bygge den som en enhet med strengere dimensjonstolleranser	AG4
AG3	Vaskesystem	Forenkle vasking av merd over vann Det er ønskelig med fastmontert spylesystem (tilsvarende som på skip) med flere uttak rundt merd for tilkobling av fleksibel spyleslange.	Endring ønskelig	Forslag med egen elektrisk spylepumpe og røropplegg utarbeides for implementering på G4.	- Oppheng av dyse må endres slik at den blir enklere å montere, heve og justere. ARS 27/5/20: Spylepumpe monteres i kasse på gangbane med sugestuss på innsiden av merd. Denne må gjøres tilgjengelig for inspeksjon og vask/vedlikehold. Ringleddning på 1.5 tommer med 4 uttak slik at ett uttak blir ved hver broende. 25 meter 1 toms slange	AG4
AG3	Vaskesystem	Forenkle vasking av innvendig merd under vann Det er ønskelig å holde merden mest mulig ren under hele produksjonene. Bruken av vaskerobot påvirker foring og medfører partikler i vann etter spyling.	Endring ønskelig	Foreslår at det utvikles et system som sørger for å holde merdveggen og not/grating ren til enhver tid.	ENDRING I DOKUMENTSJON: - Funksjon og designkrav for G4 28/08/2020 STEH: System for å hold merden ren innvendig skal designes for G4. Vurder å kombinere med ramme for skyveskott.	AG4
AG2	Vaskesystem	Steamvasker Det hadde vært en fordel hvis merden var utrustet med 2 stk. slangetromler for høytrykks steamvasker. Dette hadde forenklet renhold av merd (fjerning av fett fra forrester etc.).	Endring ønskelig	Vurder å inkludere 2 stk. tromler for påkobling av steamvasker fra arbeids-/service båter.	21/09/2020 STEH: Vurderes i forbindelse ned design av vaskesystem for G4.	AG4