

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för Maskinteknik

BULLERREDUCERING I ECR

för M/S Aurora Botnia

Michael Söderholm



2022:23

Datum för godkännande: 13.05.2022
Handledare: Kenneth Andersson

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Maskinteknik
Författare:	Michael Söderholm
Arbetets namn:	Bullerreducering i ECR för M/S Aurora Botnia
Handledare:	Kenneth Andersson
Uppdragsgivare:	NLC Ferry Ab Oy

Abstrakt

I detta examensarbete har jag skrivit om bullerreducering i kontrollrummet ombord på M/S Aurora Botnia. Syftet med arbetet är att undersöka om det finns en lämplig åtgärd för att få ner ljudnivån i kontrollrummet och om denna åtgärd går att tillämpa i verkligheten med avseende på klassningsregler. Ljudmätningar har gjorts för lokalisering av bullerkällan. En åtgärd som uppfyller klasskraven har hittats.

Nyckelord (sökord)

Bullerreducering, Ljudmätning, Noise Tools, Fläktar, Ventilation, Klassningssällskap

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2022:23	1458-1531	Svenska	25 Sidor

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
02.05.2022	13.05.2022	13.05.2022

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Degree Programme:	Bachelor of Engineering
Author:	Michael Söderholm
Title:	Noise Reduction in ECR for M/S Aurora Botnia
Academic Supervisor:	Kenneth Andersson
Commissioned by:	NLC Ferry Ab Oy

Abstract
<p>This thesis is written about noise reduction in ECR onboard M/S Aurora Botnia. The purpose with this thesis is to research if there is a possibility to reduce the noise level in ECR and if the solution is executable according to the classification society. Noise measurement has been done to locate main noise sources. A solution that is approved according to classification rules has been found.</p>

Keywords
Noise Reduction, Noise Measurement, Noise Tools, Fans, Ventilation, Classification society.

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2022:23	1458-1531	Swedish	25 pages

Handed in:	Date of presentation:	Approved:
02.05.2022	13.05.2022	13.05.2022

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	5
1.1 Orsak till hög ljudnivå	5
1.2 Datainsamling	5
1.3 M/S Aurora Botnia	5
2. LJUD	6
2.1 Vägd ljudtrycksnivå	6
2.1.1 Ekvivalent vägd ljudtrycksnivå	7
3. DATA OCH ANALYS	8
3.1 Ljudmätning	8
3.2 Analys	10
3.2.1 Mätpunkt 1-3	10
3.2.2 Mätpunkt 2	11
3.2.3 Mätpunkt 4-5	11
3.2.4 Mätpunkt 6-7	11
3.2.5 Mätpunkt 8	11
4. ÅTGÄRD FÖR REDUCERING AV LJUDNIVÅN	12
4.1 Isolerad avskärmning	12
4.2 Kylaggregat	16
4.3 Tilläggsventilation för Switchboardroom 1	17
5. KONTROLL AV KLASSKRAV	18
5.1 Bullernivå på fartyg	18
5.2 Avskärmning kontrollrum	20
5.3 Brandsäkerhet	20
5.3.1 Hi-fog	21
5.3.2 Brandsläckare	21
5.3.3 Branddetektorer	21
5.4 Ventilation	22
5.5 Utrymning och Högtalarsystem	22
5.5.1 Utrymningsvägar	22
5.5.2 PA/GA-system	22
6. SLUTSATS	24
BILAGOR	26
KÄLLFÖRTECKNING	29

1. INLEDNING

I detta examensarbete undersöks en åtgärd för reduktion av ljudnivån i kontrollrummet ombord på M/S Aurora Botnia. Åtgärden granskas med avseende på klassningssällskapens regler angående brandsäkerhet, ventilation och utrymningsvägar. För åtgärden uppmärksammas även vilka förändringar som måste göras i kontrollrummet för tillämpning av undersökt åtgärd. Som tillfällig åtgärd har ljudisolerade gardiner lagts upp.

1.1 Orsak till hög ljudnivå

Huvudorsaken till den höga ljudnivån i kontrollrummet är eltavlor för framdrivningen. Eltavlor för framdriften kyls av fläktar, vilka har hög ljudnivå. I eltavlan sitter även harmoniska filter, som höjer ljudnivån. I kontrollrummet finns även 3 st kylaggregat, vilka också har hög ljudnivå när dom körs på högre belastning.

1.2 Datainsamling

För att fastställa orsaken till den höga ljudnivån gjordes ljudmätningar ombord med skolans ljudmätningssutrustning. Ljudmätning har även gjorts för att se hur mycket de isolerade gardinerna dämpar ljudet.

1.3 M/S Aurora Botnia

Fakta om berört fartyg:

- IMO: 9878319.
- Byggnadsår: 2021.
- Längd/bredd/djupgående: 150 m/26 m/6,1m.
- Bruttodräktighet: 24300 t.
- Maskineri: 4x Wärtsilä 8V31DF.
- Framdrift: 2x Eldrivna Azipoddar.
- Isklass: 1A Super.

2. LJUD

Här förklaras lite allmänt om ljud och ljudnivåer, för att man skall få en uppfattning om ljudstyrkan från ljudmätningarna. Typen på det ljud som granskats i detta examensarbete är luftburet ljud, det är ljud som kommer direkt från bullerkällan t.ex kylaggregatets fläktar (Arbetsmiljöverket 2002).

Människan har ett hörbarhetsområde mellan 20-20000 Hz. Frekvenser under 20 Hz kallas infraljud och över 20 kHz ultraljud. Ljudmätningarna har gjorts mellan 31,5-16000 Hz.

2.1 Vägd ljudtrycksnivå

Resultaten från ljudmätningarna presenteras enligt vägd ljudtrycksnivå för att mäta ett vägt medeltal av ljudtrycksnivån inom hörbarhetsområdet. Vid mätning av den vägda ljudtrycksnivån har vägningsfilter A använts. A-filtret dämpar mikrofonsignalen beroende på frekvens enligt (Fig. 1) för att efterlikna örats känslighet för ljud vid olika frekvenser. Som ett riktvärde gäller att en ändring av den vägda ljudtrycksnivån med 8–10 dB av de flesta människor upplevs som en fördubbling/halvering av hörselintrycket (Arbetsmiljöverket 2002).

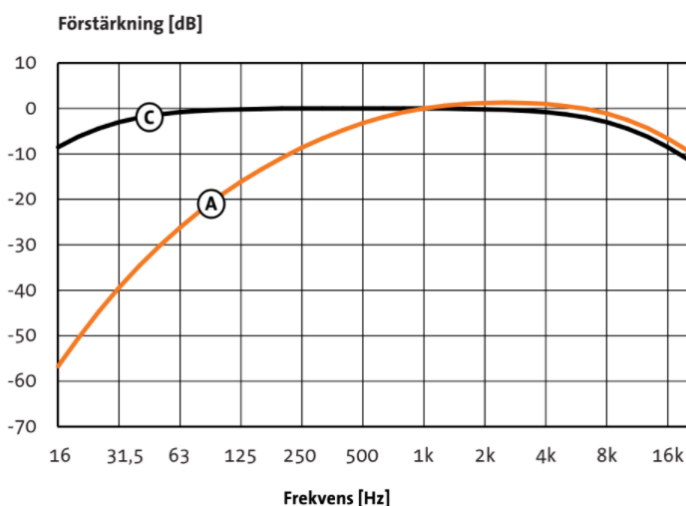


Fig. 1 Dämpning av mikrofon signalen i förhållande till frekvensen för A- och C-filter (Arbetsmiljöverket 2002).

2.1.1 Ekvivalent vägd ljudtrycksnivå

Den ekvivalenta ljudtrycksnivån presenteras också i mätresultaten för att visa ljudnivåns skadliga påverkan för hörseln under en arbetsdag. Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå är den enhet klassningssällskapet använder för ljudnivåns maximivärden. Analysprogrammet Noise Tools beräknar om ljudmätningarna för att ge en ekvivalent ljudtrycksnivå för en 8h arbetsdag.

3. DATA OCH ANALYS

Ljudmätningarna har utförts med skolans ljudmätningstrustning, som består av ett mätinstrument med tillhörande kalibreringsverktyg. Mätinstrumentet är av märket Cirrus Optimus+ Red, modell CR:162D. Kalibrering av mätinstrumentet har gjorts före och efter varje mätserie för att säkerställa mätinstrumentets noggrannhet. Mätinstrumentet är av standarden IEC 61672-1 och kalibreringsverktyget IEC 60942:2003 class 2 (Cirrus research, n.d.). Ljudmätningarna har analyserats i Cirrus analysprogram Noise Tools. Resultaten från ljudmätningarna presenteras med följande beteckningar:

- Maximal A-vägd ljudtrycksnivå: LAFMAX (dB).
- Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå: LAeq (dB).

3.1 Ljudmätning

Ljudmätningarna har gjorts vid 8 olika mätpunkter i kontrollrummet enligt numreringen (1-8). De olika mätpunkterna i kontrollrummet kan ses i (*Fig.2*). Ljudmätningarna har gjorts vid 3 olika driftfall med och utan de isolerade gardinerna, detta för att se hur ljudnivån påverkas vid olika driftfall samt för att se hur mycket gardinerna dämpar ljudnivån.

Driftfallen har valts för att visa hur eltavlor påverkar ljudnivån i kontrollrummet, därav har ljudmätningarna gjorts vid landström, framdrift och egen produktion av el vid kaj.

Ljudmätningarna har lagts upp i tabellform i Excel (*Tabell.1*) för att enkelt kunna relateras till ritningen över utrymmet i (*Fig.2*).

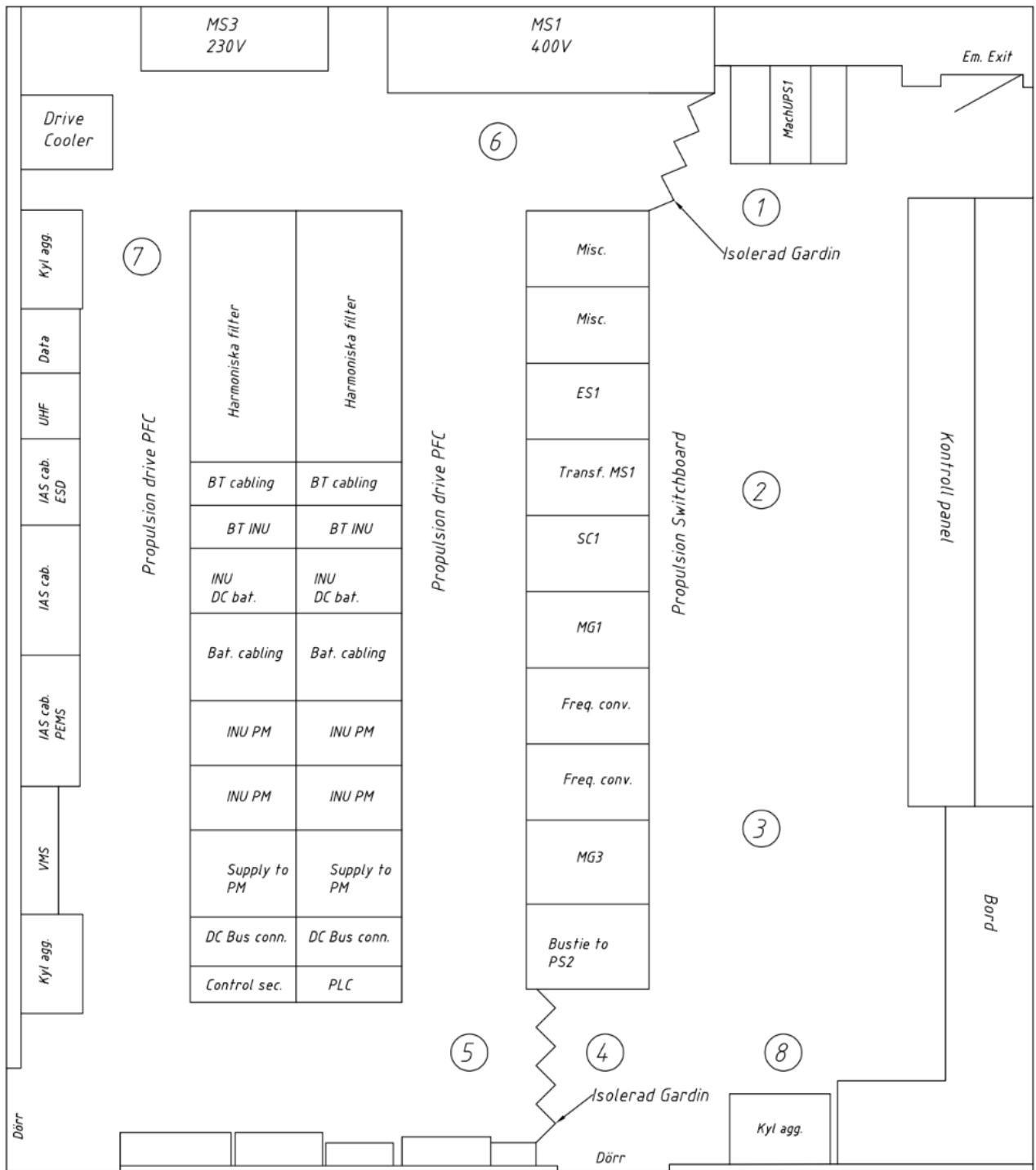


Fig.2 Förenklad vy över kontrollrummet med utmärkning av ljudmätningpunkterna samt de isolerade gardinernas nuvarande plats.

Driftläge:	Ljudmätning 1		Ljudmätning 2		Ljudmätning 3	
	MG1 igång, vid kaj, utan gardiner		MG1 igång, vid kaj, med gardiner		MG1+MG4 igång, vid framdrift, utan gardiner	
Plats	LAeq (dB)	LAFMAX (dB)	LAeq (dB)	LAFMAX (dB)	LAeq (dB)	LAFMAX (dB)
1	68,8	72,4	64	64,9	71,5	80,1
2	67,4	69,4	62,5	63,1	67,7	71,9
3	67,8	68,5	63,2	63,6	69,6	79,8
4	71,5	72,2	65,9	67	71,6	72,6
5	74	74,6	73,4	74,2	75,6	76,3
6	74,8	75,5	75,2	75,8	76,6	77,6
7	76,4	77,2	76,9	77,4	78,7	79,8
8	68,9	69,8	66	66	70	72,3
	Ljudmätning 4		Ljudmätning 5		Ljudmätning 6	
	MG1+MG4 igång, vid framdrift, med gardiner		Landström, vid kaj, utan gardiner		Landström, vid kaj, med gardiner	
	LAeq (dB)	LAFMAX (dB)	LAeq (dB)	LAFMAX (dB)	LAeq (dB)	LAFMAX (dB)
1	68,3	69,3	66,2	73,5	61,4	62,4
2	65,4	68,2	65,9	72,8	62,1	68,4
3	68	69,3	65,9	69,8	61,3	62,3
4	66,6	70,7	71	72,2	66	65,7
5	75,3	76,2	74,6	75,2	74,6	75,9
6	76,5	77,3	74,6	75,5	74,7	75,3
7	78,7	79,3	76,1	77	76,4	78
8	66,3	67,2	66,8	68,2	65,1	72,4

Tabell.1 Resultat av ljudmätningar.

3.2 Analys

Analysen av mätdatan har gjorts utgående från resultaten ur programmet Noise Tools. För mät punkt 2 har man även gjort en jämförelse med varvets ljudmätning (*Bilaga.3*).

3.2.1 Mät punkt 1-3

Mät punkt 1-3 jämförs samtidigt eftersom ljudnivån håller sig ganska jämn vid dessa platser. Detta är också den plats man i huvudsak vill få ner ljudnivån på. Vid egen produktion av el utan gardiner kan man se att ekvivalenta ljudtrycksnivån ligger runt ca 68 dB och vid landström ca 66 dB. Att skillnaden inte är så stor är p.g.a att eltavloras kylfläktar går fastän man har landström. Man kan också se att ljudnivån är högre vid mät punkt 1 och 3 än vid mät punkt 2, vilket tyder på att höjning av ljudnivån sker genom förliga eltavlans öppningar mellan *Switchboardroom 1* och kontrollrummet. Med gardinerna på plats är ekvivalenta ljudnivån vid egen produktion av el ca 65 dB och vid landström ca 61,5 dB. Man kan konstatera att gardinerna sänker ljudnivån med ca 3,5-4 dB, vilket i verkligheten är en märkbar skillnad.

3.2.2 Mät punkt 2

Vid *Sea Trial* har en ljudmätning gjorts av varvet vid denna mät punkt i kontrollrummet, resultatet från varvets ljudmätning var 66,8 db(A). Vid den egna undersökningens ljudmätning har man vid samma mät punkt under framdrift uppmätt ljudnivån till 67,7 db(A). Båda resultaten av ljudmätningarna är under gränsen för maximal tillåten ljudnivå i kontrollrummet.

3.2.3 Mät punkt 4-5

Ljudnivån jämförs mellan dessa platser, för att påvisa den isolerade gardinens ljuddämpningsförmåga. Vid mät punkt 5 har man en konstant ljudnivå på ca 74,6 dB lite beroende på driftfall, vilket är en bra referenspunkt till mät punkt 4. I mät punkt 4 har man utan gardiner en ljudnivå på ca 71,5 dB, och med gardiner ca 65,5 dB.

Man kan konstatera att gardinerna i detta fall sänker ljudnivån med ca 6 dB.

3.2.4 Mät punkt 6-7

Ljudnivån analyseras för mät punkt 6 och 7 samtidigt, eftersom man på dessa platser anser ljudnivån vara som högst, både för örat och mätinstrumentet. Ekvivalenta ljudnivån för mätpunkterna skiljer sig inte så mycket mellan driftfallen, vid mät punkt 6 är medel ljudnivån ca 75 dB, och för mät punkt 7 ca 77 dB. Man kan konstatera att ljudnivån är ganska hög för att vara i samma utrymme som kontrollrummet.

3.2.5 Mät punkt 8

Denna plats är intressant eftersom ljudnivån anses vara hög från kylaggregatet.

Vid mät punkt 8 ligger den ekvivalenta ljudtrycksnivån med gardiner på ca 68,5 dB och utan ca 65,5 dB. Ljudnivån skiljer sig inte mycket vid jämförelse med mätpunkterna 1-3. Att differensen är liten kan bero på att ljud mätningen har gjorts på ca 1,5 m höjd från durken och kylaggregatets utblås är på ca 2 m höjd och riktat uppåt.

4. ÅTGÄRD FÖR REDUCERING AV LJUDNIVÅN

Enligt resultaten av mätdatan kan man se att de isolerade gardinerna som hängts upp sänker ljudnivån med märkbar skillnad, även fast de inte skärmar av öppningarna vid förliga eltavlan helt, vilket kan ses i (*Fig.3*). Därav har man kommit fram till att undersöka möjligheterna att lägga upp isolerade avskärmningar med dörrar för att helt skärma av öppningarna.



Fig.3 Isolerad gardin på styrbord sida om förliga eltavlan.

4.1 Isolerad avskärmning

De isolerade avskärmningarna skulle placeras på styrbord och babord sida om den förliga eltavlan i kontrollrummet enligt (*Fig.4*). För att behålla enkel tillgång till *Switchboardroom 1*, skulle båda avskärmningarna ha dörrar. På babord sida är utrymmet begränsat, vilket begränsar väggens konstruktion och dörrens bredd.

På babord sida behöver en branddetektor flyttas, eftersom den är placerad var den planerade avskärmningen kommer placeras. På styrbord sida bör knapparna för dödmansalarmet och ESA-fläkten flyttas. Det finns även ett eluttag och en brandsläckare som bör flyttas (*Bilaga.2*). Lättaste åtgärden till detta skulle vara att fästa dem i avskärmningen. Ett annat alternativ är att flytta dem till andra sidan dörröppningen. Mått och modell för de planerade avskärmningarna har tagits från Bullerbekämparen Ab. För Bullerbekämparens avskärmningar finns ljudmätningar som gjorts i laborationsmiljö. Ljudmätningarna visar avskärmningarnas ljudreduktion vid olika frekvenser. Den modell av avskärmning som använts vid jämförelsen är 50 mm tjock och med plåtbeklädd yta. Vid jämförelse av Bullerbekämparens ljudreduktionsmätningar och frekvensanalysen från ljudmätningarna ombord (*Fig.5 och Fig.6*), kan man konstatera att dessa avskärmningar skulle passa bra till ändamålet.

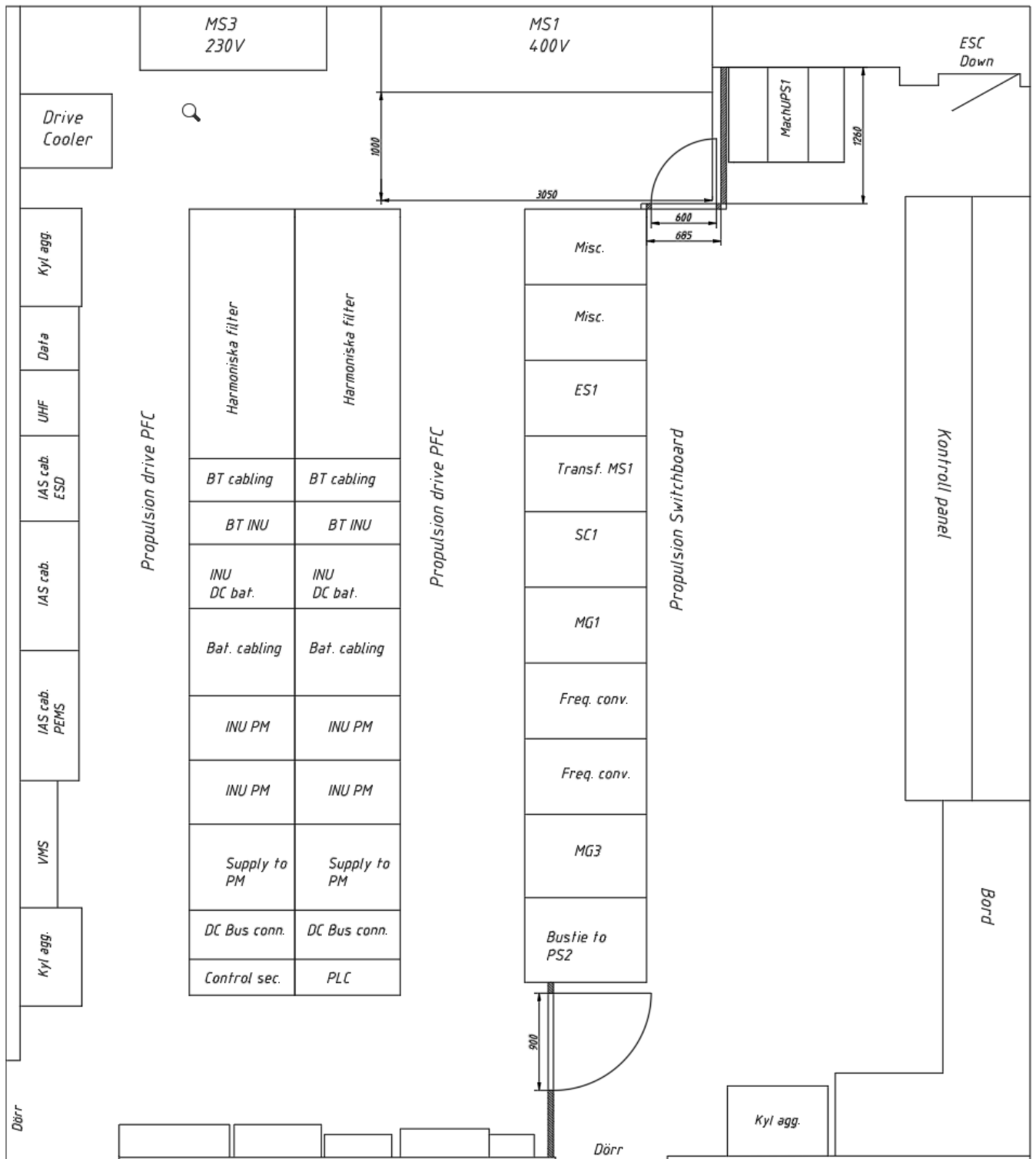


Fig.4 Förenklad vy över kontrollrummet med de planerade avskärmingarna utplacerade.

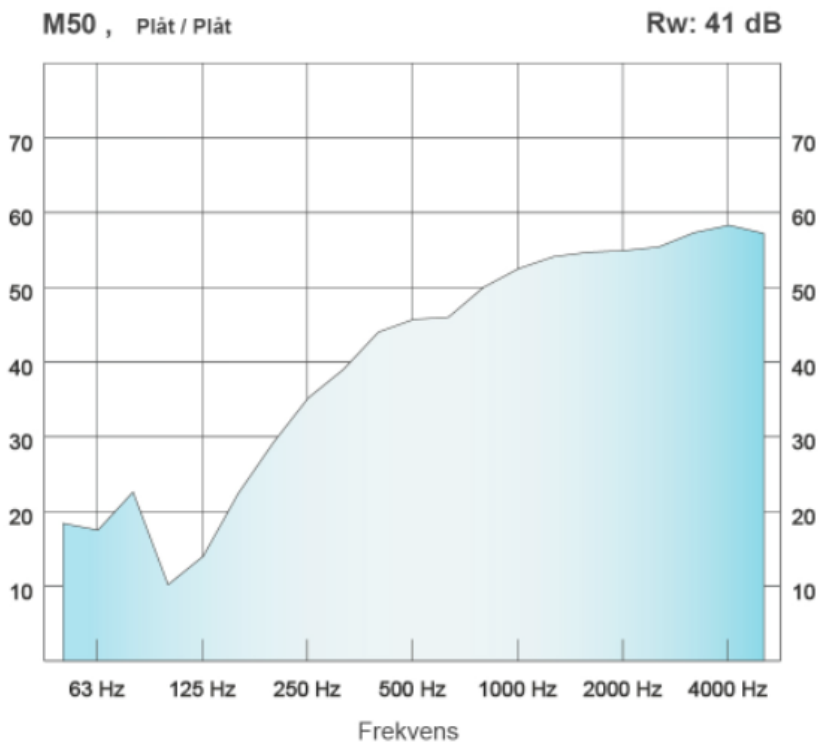


Fig.5 Tillverkarens mätning av ljudreduktion för luddämpande avskärningar(Bullerbekämparen n.d.).

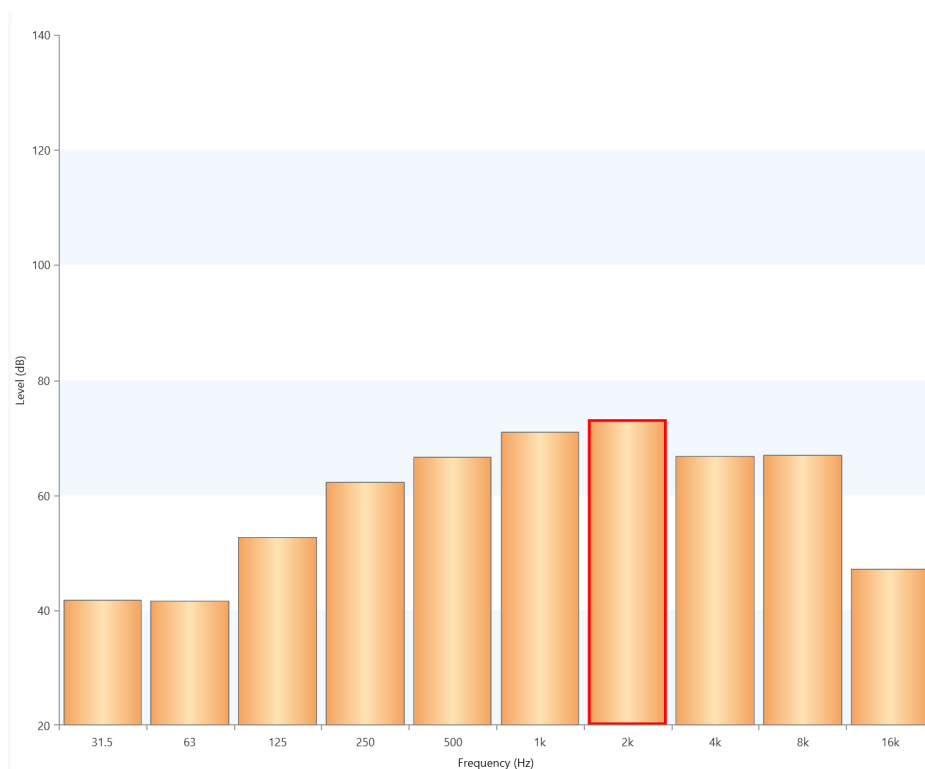


Fig.6 Frekvensanalys för ljudmätning vid mätpunkt 5 under framdrift.

4.2 Kylaggregat

Ljudmätningen visar inget tecken på förhöjd ljudnivå vid mätpunkt 8, men vid test av kylaggregatet kan man konstatera att ljudnivån höjs en hel del när kylaggregatet körs på högre belastning. Därför undersöks en åtgärd för reducering av ljudnivån för kylaggregatet. Kylaggregatet har max luftflödeskapacitet på 1250 l/s vilket är väldigt högt. Luftflödet förhindrar möjligheten att koppla kylaggregatet till ljuddämpande ventilationskanaler, eftersom det skulle kräva så stora dimensioner på ventilationskanaler och luftspidare.

Vid kontakt med tillverkaren av kylaggregaten har jag fått en ritning på ett plenum som monteras ovanpå kylaggregatet för riktning av luftflödet (Fig. 7). Plenumet är isolerat och dämpar även ljudnivån från kylaggregatet. Vid intervju med en person hos tillverkaren rekommenderades även att kontrollera inställningarna för kylaggregatet.

Rekommendationerna var att kontrollera att rätt luftmängd passerar kylaggregatet enligt dimensionerat flöde, samt kontroll av kylaggregatets inställningar för börvärde och differens temperatur. Inställningarna påverkar kylaggregatets belastning vid olika temperaturförändringar (Intervju med T.Hämäläinen 2022). Den planerade avskärmningen borde även göra att kylaggregatet i kontrollrummet håller sitt börvärde enklare, vilket också medför att kylaggregatet går på lägre belastning.

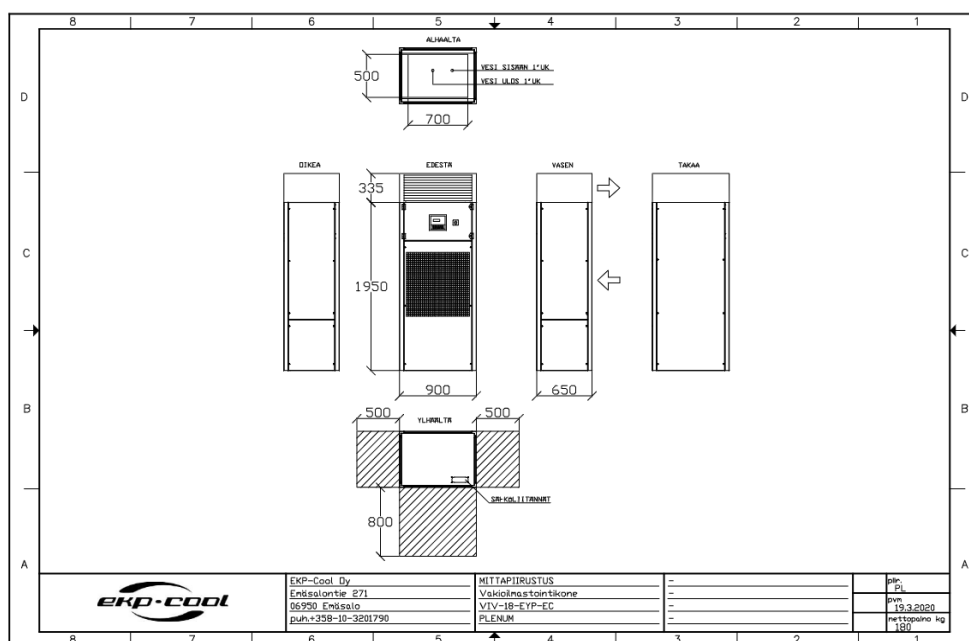


Fig. 7 Ritning på kylaggregat med plenum. Plenumets höjd är 335mm.

4.3 Tilläggsventilation för Switchboardroom 1

Vid tillämpning av de isolerade avskärmningarna behöver tilläggsventilation dras till *Switchboardroom 1*, p.g.a att enda lufttillförseln i utrymmet är för om förliga eltavlan. Frånluftskanaler finns på 2 olika ställen i utrymmet. Vid tillämpning av avskärmning kommer ett utsug finnas på varje sida om avskärmningen.

Tilläggsventilationen skulle dras från samma tilluftskanal som den befintliga luftspridaren är kopplad till. På den nya tilluftskanalen skulle ett reglerspjäll som är kopplat till ventilationens styrsystem monteras, detta för enkel reglering av tilluften till *Switchboardroom 1*. Bredvid det nya reglerspjället skall det finnas en inspektionslucka. Kapaciteten för ventilationen borde vara tillräcklig att dela upp, eftersom volymen på utrymmet inte ändras och tilläggsventilationen blir kopplad till samma ventilationskanal som den befintliga ventilationen.

5. KONTROLL AV KLASSKRAV

I detta avsnitt kontrolleras om ovannämnda åtgärder för reducering av ljudnivån uppfyller klassningssällskapets regler gällande konstruktion och kringutrustning, samt klassningssällskapets regler gällande ljudnivå på fartyg.

5.1 Bullernivå på fartyg

Klassningssällskapet specificerar gränsen för maximal luftburen bullernivå i maskin kontrollrummet till 75 dB(A). Klassningssällskapets gränser för ljudnivå kan ses i (*Fig.8*). Den uppmätta bullernivån skall definieras som ekvivalent vägd ljudtrycksnivå $L_{Aeq}(T)$ (DNV-GL 2021c). Klassningssällskapets maximivärden för buller gällande fartyg med $crn=3$ följer MSC:s maximivärden för buller gällande fartyg med bruttodräktighet över 10000t (*Fig.9*). Enligt Statsrådets förordning om arbetsmiljön ombord på fartyg skall det på finska fartyg med fartygspersonal tillämpas att ha en maximal bullernivå enligt tabellen i (*Fig.10*).

Eftersom fartyget inte är komfort klassat av DNV är det den maximalt tillåtna ljudnivån enligt Statsrådets förordning om arbetsmiljö ombord på fartyg som tillämpas. Utan avskärmning har man då en för hög ljudnivå på vissa platser i kontrollrummet utgående från ljudmätningarna i (*Tabell.1*). Ljudmätningen som gjorts i kontrollrummet av varvet är inom gränsen för maximal ljudnivå i kontrollrummet. Varvets ljudmätning har gjorts korrekt enligt Statsrådets minimikrav för utförande av ljudmätning.

<i>Locations</i>	<i>Comfort rating number (crn)</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
	<i>Noise level limits [dB(A)]</i>		
Navigation bridge	60	60	65
Radio room	55	55	60
Crew cabins	50	53	55
Crew public spaces	55	58	60
Hospital	55	55	55
Offices	55	58	60
Machinery control rooms	65	70	75
Open deck recreation ²⁾	70	73	75
Workshops	85	85	85

Fig.8 Klassningssällskapets maximivärden för buller (DNV-GL 2021c).

Designation of rooms and spaces	Ship size	
	1,600 up to 10,000 GT	≥10,000 GT
4.2.1 Work spaces (see 5.1)		
Machinery spaces ⁵	110	110
Machinery control rooms	75	75
Workshops other than those forming part of machinery spaces	85	85
Non-specified work spaces ⁶ (other work areas)	85	85
4.2.2 Navigation spaces		
Navigating bridge and chartrooms	65	65
Look-out posts, incl. navigating bridge wings ⁷ and windows	70	70
Radio rooms (with radio equipment operating but not producing audio signals)	60	60
Radar rooms	65	65
4.2.3 Accommodation spaces		
Cabin and hospitals ⁸	60	55
Messrooms	65	60
Recreation rooms	65	60
Open recreation areas (external recreation areas)	75	75
Offices	65	60

Fig.9 MSC:s maximivärden för buller ombord på fartyg (MSC 2012).

Maximivärden för buller

	Fartygets bruttodräktighet			
	100– mindre än 500	500– mindre än 1 600	1 600– mindre än 10 000	10 000 eller över
Maskinkontrollrum	75 dB	70 dB	70 dB	70 dB
Verkstad	85 dB	85 dB	80 dB	75 dB
Kök	80 dB	75 dB	70 dB	65 dB
Sådana platser i lastrum och på däck som är avsedda för kontinuerligt arbete då fartyget är i hamn	80 dB	80 dB	80 dB	80 dB
Kontor	75 dB	70 dB	65 dB	60 dB
Bryggvinge	75 dB	75 dB	70 dB	70 dB
Kommandobrygga	70 dB	65 dB	65 dB	65 dB

Fig.10 Statsrådets maximivärden för buller (Statsrådets förordning om arbetsmiljö ombord 2017).

5.2 Avskärmning kontrollrum

För avskärmningen på styrbord sida hittas inte något i klassningssällskapets regler som skulle förhindra en tillämpning med avskärmningar enligt (Fig.6). På babord sida begränsas avskärmningen av MS1, p.g.a att utrymmet framför MS1 skall vara minst 0,8m eller fullt öppnade dörrar/brytare utdragen plus 0,4 m. I originalritningen över kontrollrummet är detta mått utmarkerat till 1m (Bilaga.1). Avskärmningen skall även vara av sådant material som inte är brännbart.

5.3 Brandsäkerhet

I detta avsnitt kontrolleras hur brandsäkerheten påverkas vid tillämpning av avskärmningarna.

5.3.1 Hi-fog

I klassningsreglerna hittas att kontrollrum och utrymme innehållande framdrivnings eltavlor skall ha fixerade brandsläckningssystem (DNV-GL 2021b). Placering av dysorna skall ta i beaktande föremål som kan förhindra spridning av vattendimman (MSC 2010). Dysorna får vara placerade max 3m från möjlig brandfara (Marioff 2004). Utgående från (Fig. 11) förhindrar avskärmningarna inte vattendimmans spridning, eftersom man har en dysa på varje sida om avskärmningarna och ingen av dysorna hamnar tätt intill avskärmningarna.

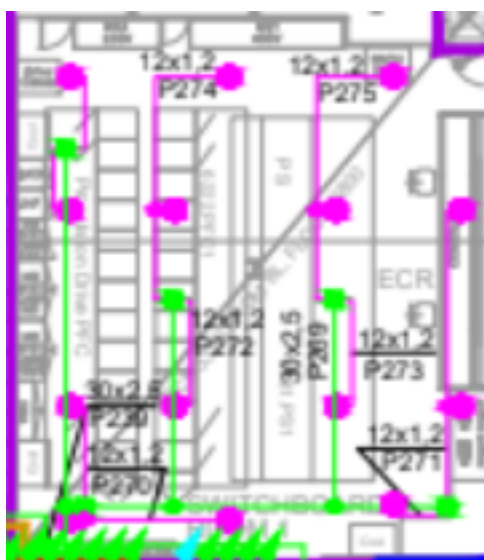


Fig.11 Hi-fogdysornas placering i kontrollrummet.

5.3.2 Brandsläckare

I kontrollrummet och utrymmen som innehåller elektronisk utrustning skall brandsläckare med sådant medieinnehåll som inte är elektriskt ledande eller skadligt för utrustningen finnas. En brandsläckare skall finnas vid ingången till utrymmet.

Vid tillämpning av avskärmningen skulle det vara passande att placera den befintliga koldioxidsläckaren på styrbord avskärmning. Man skulle även för säkerhetens skull kunna lägga en till koldioxidsläckare inne i *Switchboardroom 1*. Lämplig placering skulle vara bredvid akterliggande utgången ur *Switchboardroom 1*.

5.3.3 Branddetektorer

Branddetektorer kommer finnas i båda utrymmen vid tillämpning av avskärmningen. En av brand detektorerna behöver flyttas, för att kunna tillämpa avskärmningen på babord sida.

5.4 Ventilation

I utrymmen med elektronisk utrustning skall finnas tillräcklig ventilation för att hålla omgivningstemperaturen under max 45 °C eller annan lokalt specificerad temperatur. Om maxtemperaturen för omgivningsluften är specificerad till lägre än 45 °C skall minst 2 kylaggregat finnas, vilket i detta fall tillämpas och uppfylls (DNV-GL 2021a).

5.5 Utrymning och Högtalarsystem

I detta avsnitt kontrolleras att utrymningsvägar och PA/GA-system upprätthåller klasskraven vid tillämpning av avskärmning.

5.5.1 Utrymningsvägar

Gällande utrymningsvägar skall kontrollrummet ha minst en utrymningsväg utan att behöva gå igenom maskinrummet (DNV-GL 2021b). Nuvarande utrymningsväg berörs ej av avskärmningen. Skyltning för utrymningsvägar från *Switchboardroom 1* bör sättas upp.

5.5.2 PA/GA-system

Dessa system påverkas inte av avskärmningen eftersom högtalare för systemen kommer finnas på båda sidor om avskärmningen och redundansen påverkas ej (*Fig. 12*).

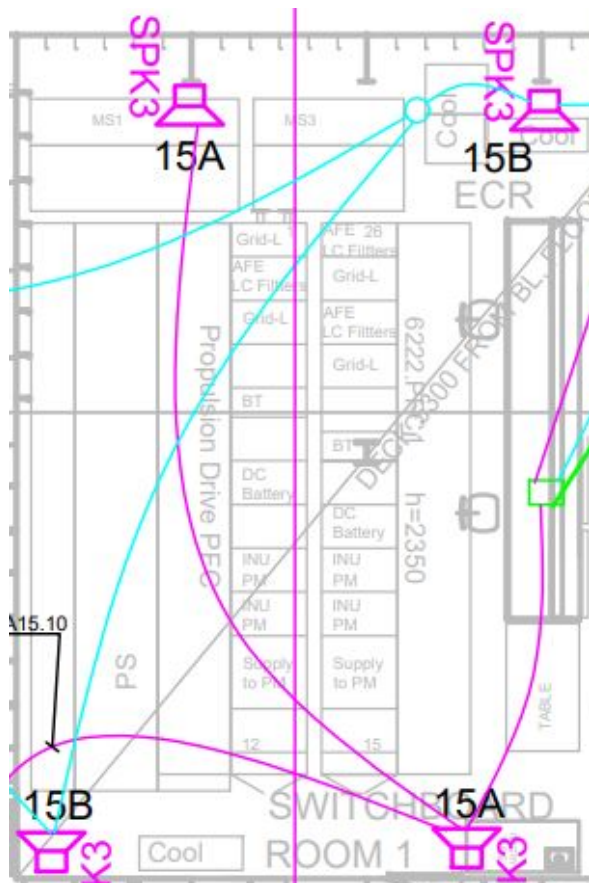


Fig.12 Placering av PA/GA-högtalare.

6. SLUTSATS

I examensarbetets undersökning har ljudmätningar gjorts i kontrollrummet på M/S Aurora Botnia och man har konstaterat att ljudnivån på vissa ställen i kontrollrummet är för hög med avseende på Statsrådets förordningar gällande arbetsmiljö ombord på fartyg.

För reduktion av ljudnivån i kontrollrummet har man kommit fram till en åtgärd som innefattar två stycken avskärmningar på styrbord och babord sida om den förliga eltavlan i kontrollrummet, samt montering av ett ljuddämpande plenum på det kylaggregat som står i kontrollrummet.

Åtgärden har granskats med avseende på DNV-GL och IMO:s regler gällande konstruktion, design, elinstallationer, ventilation, brandsäkerhet, utrymningsvägar och intern kommunikation.

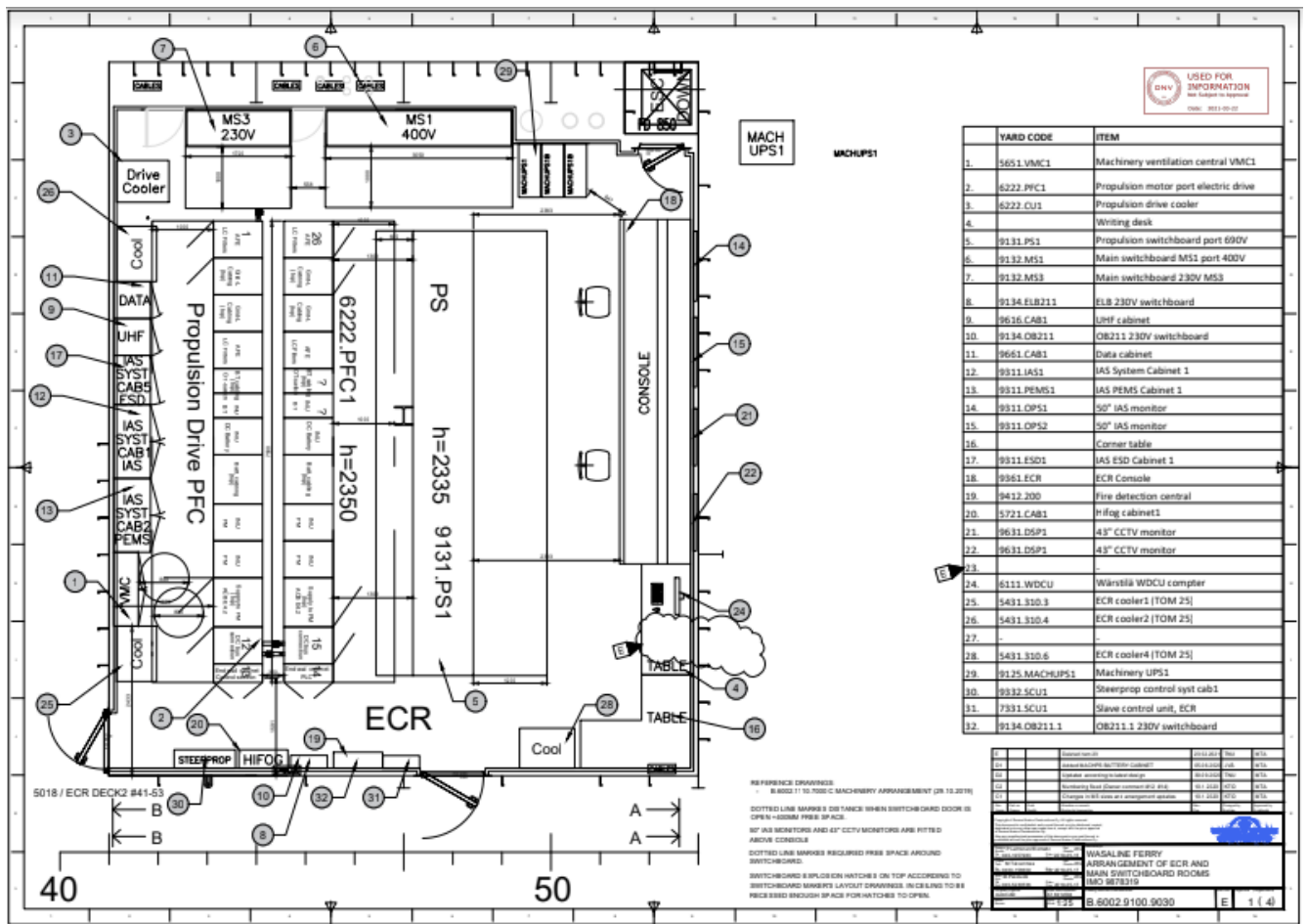
För kontroll av DNVs klassningsregler har man använt sig av DNV Rules and Standards Explorer, vilket är deras egna sökmotor för enkel åtkomst till regelverk och standarder. IMOs regler har kontrollerats m.h.a internetsidan Regs4ships.

För att kunna installera avskärmningarna har man nämnt vilka åtgärder som behöver göras i kontrollrummet. Själv anser jag att en rimlig åtgärd för reduktion av ljudnivån har hittats, eftersom den även kan gynna arbetsförhållanden med tanke på omgivningstemperaturen i kontrollrummet.

Skulle jag ifrågasätta hur jag kunde utfört detta examensarbete på ett annat sätt så skulle jag kanske fokuserat mera på att avlägsna ljudkällorna istället för att isolera ljudet i *Switchboardroom 1*. Eftersom min egna frågeställning från början var "varför har man lagt *Switchboardroom 1* och kontrollrummet i samma utrymme?" var detta den åtgärd för problemet jag finner mest rimlig med tanke på det konstruktionsmässiga arbete som behöver utföras för en tillämpning av lösningen.

Eftersom kontrollrummet är en plats i maskinrummet där maskin personalen vistas under stor del av arbetsdagen anser jag att ljudnivån borde vara på en rimlig nivå och inte ligga på gränsen eller överskrida de maximala ljudnivåerna.

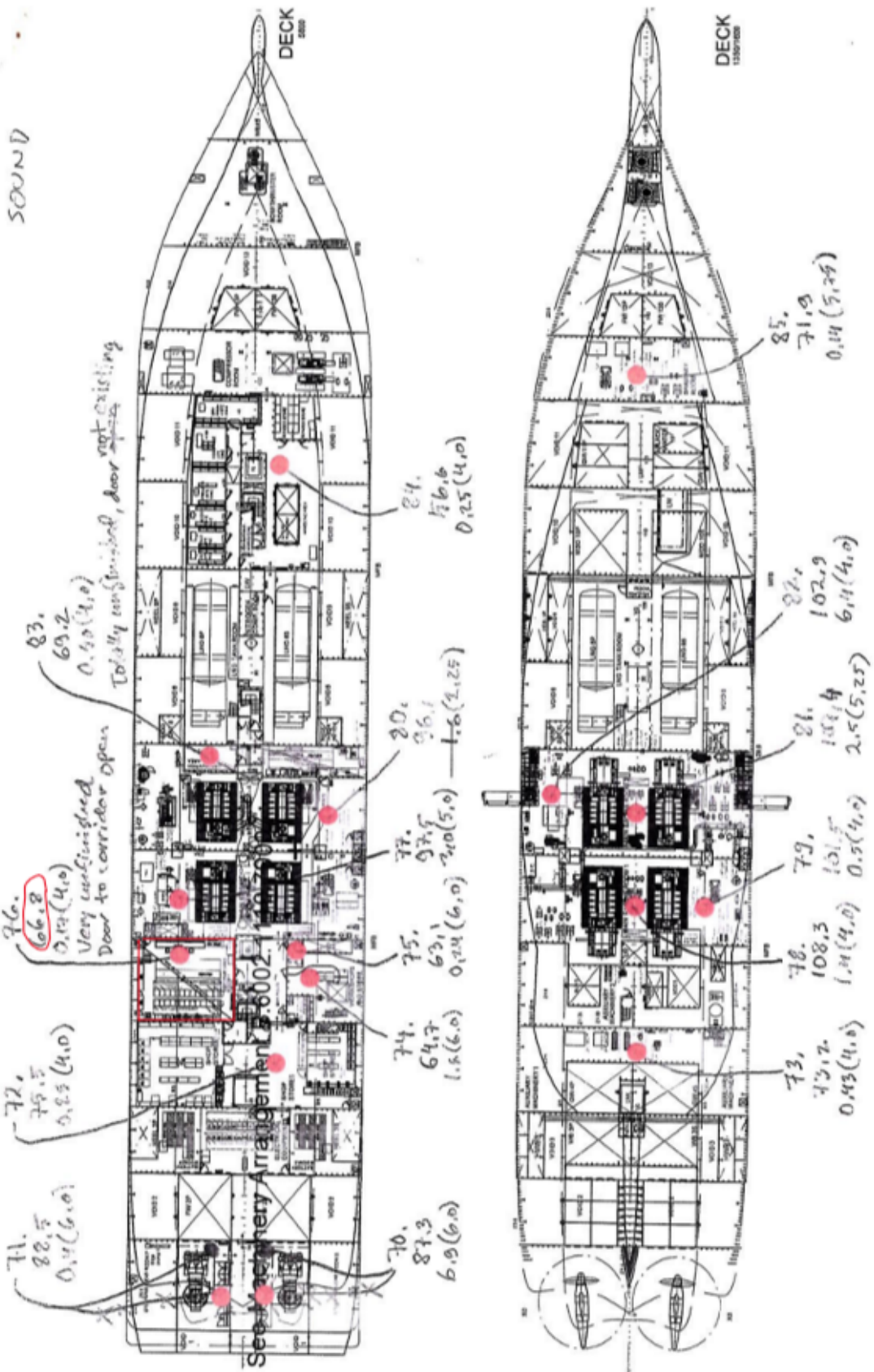
BILAGOR



Bilaga.1 Ritning över kontrollrum/switchboardroom 1.



Bilaga.2 Ingång till kontrollrummet från styrbord sida.



Bilaga.3 Varvets ljudmätning från Sea Trial.

KÄLLFÖRTECKNING

- Arbetsmiljöverket. 2002. "Buller." Google Docs. January 2002.
<https://drive.google.com/file/d/1SERWqHnCz8KvvsobtCE9xT3ebw4fZSa/view>.
- Bullerbekämparen. n.d. "Bullerbekämparen Ab." Bullerbekämparen.se. Accessed April 13, 2022.
<https://bullerbekamparen.se/avskarmningar.html>.
- Cirrus research. n.d. "CR16x-Optimus-Red-Sound-Level-Meter." *Cirrus Optimus Red*.
<https://www.cirrusresearch.co.uk/library/documents/datasheets/CR16x-Optimus-Red-Sound-Level-Meters-EN-R8.pdf>.
- DNV-GL. 2021a. "DNVGL-RU-SHIP-Pt4Ch8 Electrical Installations."
———. 2021b. "DNVGL-RU-SHIP-Pt6Ch5 Equipment and Design Features."
———. 2021c. "DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.8 Living and Working Conditions." DNV-GL.
- Hämäläinen, Tom. 2022 Interview by Michael Söderholm.
- Marioff. 2004. "Hi-Fog 4s-1mb-6mb-1000---2004.pdf."
<https://www.suppression.com/uploads/pdf/suppression-kidde-hifog/spray-heads/4s-1mb-6mb-1000---2004.pdf>.
- MSC. 2010. "REVISED GUIDELINES FOR THE APPROVAL OF FIXED WATER-BASED LOCAL APPLICATION FIRE-FIGHTING SYSTEMS FOR USE IN CATEGORY A MACHINERY SPACES (MSC/CIRC.913)." Circ.1387. MSC.
———. 2012. "Noisecode." MSC.337(91).
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Document%20s/MSC%20-%20Maritime%20Safety/337\(91\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Document%20s/MSC%20-%20Maritime%20Safety/337(91).pdf).
- Statsrådets förordning om arbetsmiljö ombord. 2017. "FINLEX ® - Uppdaterad lagstiftning: Statsrådets förordning om arbetsmiljön ombord... 289/2017." 289/2017. Finlex.
<https://finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2017/20170289?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=buller%20fartyg>.