

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för maskinteknik

NYINSTALLATION AV ÅNGPANNA

M/S Finbo Cargo

Tobias Blomqvist & Kristoffer Granberg



2020:22

Datum för godkännande: 09.03.2021
Handledare: Göran Henriksson

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Maskinteknik
Författare:	Tobias Blomqvist & Kristoffer Granberg
Arbetets namn:	Nyinstallation av ångpanna M/S Finbo Cargo
Handledare:	Göran Henriksson
Uppdragsgivare:	Rederi AB Eckerö, Kenneth Rosenberg-Brunila

Abstrakt

Vi har undersökt möjligheten till att installera en ny sekundär ångpanna för ångproduktion i hamn på Eckerö Lines fartyg M/S Finbo Cargo. För idag har fartyget endast en oljeeldad panna för ångproduktion i hamn och om det skulle inträffa ett haveri på den skulle driften försvåras. Möjligheten finns att köra motorerna på diesel och att använda elvärme till inredningen vilket är ett mycket dyrare alternativ.

Vi har gjort utredningar på ångbehovet ombord och undersökt olika utrymmen för en möjlig placering och vilken modell och storlek som kunde vara lämplig.

Vi har kommit fram till att det bästa alternativet är att byta ut den befintliga pannan och sätta in två nya pannor istället i pannrummet.

Nyckelord (sökord)

Panna, Ångpanna

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2020:22	1458-1531	Svenska	39 sidor

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
09.03.2021	12.05.2020	09.03.2021

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Study program:	Mechanical Engineering
Author:	Tobias Blomqvist & Kristoffer Granberg
Title:	New Installation of Steam Boiler on Board M/S Finbo Cargo
Academic Supervisor:	Göran Henriksson
Technical Supervisor:	Rederi AB Eckerö, Kenneth Rosenberg-Brunila

Abstract

We have investigated the possibility to install a new secondary steam boiler for steam production in harbour on Eckerö Line's vessel M/S Finbo Cargo. Today the vessel has only one oil-fired boiler for steam production in port and if an accident occurs on it, the operation would be complicated. It is possible to run the engines on diesel and to use electric heating for the interior, which is a much more expensive alternative.

We have done investigations about the need of steam onboard and investigated a possible placement and model.

We have found that the best option is to replace the existing boiler with two new boilers in the boiler room.

Keywords

Boiler, Steam boiler

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2020:22	1458-1531	Swedish	39 pages

Handed in:	Date of presentation:	Approved on:
09.03.2021	12.05.2020	09.03.2021

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Metod	1
1.4 Avgränsningar	1
1.5 Definitioner	2
2. FAKTA OM M/S FINBO CARGO	3
2.1 Fartygsdata	3
2.2 Trafikområde	4
3. FARTYGETS DRIFTPROFIL	5
4. MÄTNINGAR	6
4.1 Flexim ultraljudsflödesmätare	7
4.2 Resultat	8
4.3 Väderberoende förhållanden	10
4.4 Osäkerheter	12
5. BEFINTLIGA PANNAN	13
5.1 Oljebrännaren	13
6. Klassningsregler Lloyd's Register	14
7. STANDBY PANNA	15
7.1 Dimensionering	15
7.1.1 Storlek	15
7.2 Placering	16
7.2.1 Incineratorrummet	16
7.2.2 Pannrummet	17
7.3 Modell	19
7.3.1 Ånggenerator	19
7.3.2 Liggande panna	19
7.3.3 Stående panna	20
7.3.4 Elektrisk panna	21
7.4 Utrustning	22
7.4.1 Hotwell	22
7.4.2 Matarvattenpumparna	22

7.4.3 Brännare	23
7.5 Vår rekommendation	24
8 MONTERING	25
8.1 Inkoppling och installation	25
8.2 Avgasrörsberäkning	27
8.2.1 Andra alternativ för avgasrör	29
9 KOSTNADER	30
10 BESPARINGAR	31
11 FÖRDELAR MED 2 NYA PANNOR MOT EN NY PANNA	34
12 VIDARE UTREDNINGAR	35
13 SLUTSATS	36
KÄLLOR	38
BILAGOR	39

1. INLEDNING

Vi kom i kontakt med Lars-Erik Häggblom på rederi AB Eckerö. Det visade sig att rederiet hade flera projekt på gång och efter ett möte på kontoret valde vi att göra en utredning om en nyinstallation av en ångpanna ombord på M/S Finbo Cargo. Handledaren för det projektet var Kenneth Rosenberg-Brunila. Finbo trafikerar mellan Nordsjö i Helsingfors och Muuga i Tallinn. Vi valde det arbetet för vi tyckte att det verkade intressant och relevant för vår utbildning.

1.1 Bakgrund

Fartyget har endast en oljeeldad panna för ångproduktion i hamn och 2 stycken avgaspannor för ångproduktion vid drift.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att utreda möjligheten, dimensionering och placering av en sekundär oljepanna för att säkerställa ångproduktion för förvärmningar i maskinavdelningen och uppvärmning av övriga delar av fartyget och därmed underlätta driften av fartyget vid eventuellt driftstopp av oljepannan.

1.3 Metod

Vi har gjort egna undersökningar och mätningar ombord under vårt besök på Finbo Cargo. Vi har intervjuat personalen ombord angående driften och ångproduktionen hur det funkar idag för att få en bättre helhetsbild över det hela fungerar idag. Vi har gjort offertförfrågning för att få en prisbild och för att se vad som ingår i ett standardpaket.

1.4 Avgränsningar

Vi kommer i detta examensarbetet avgränsa oss till att endast undersöka möjligheterna för nyinstallation av panna i befintliga utrymmen, samt dimensionering, ångbehov som krävs och huruvida projektet är ekonomiskt försvarbart.

1.5 Definitioner

- Vattenrörspanna: En vattenrörspanna är en ångpanna där rökgaserna omgärdar vattenrör, vattentuber, genom vilka vatten går och ångbildningen sker.
- Avgaspanna: Ånga produceras med hjälp av värme i avgaserna från huvudmaskin.
- General arrangement (GA): Schematisk ritning av fartyget.
- Kondensor: Kondenserar överlopps vattenånga tillbaka till vatten så att det kan pumpas tillbaka in i pannan.
- Pannrum: Rummet där pannan är placerad.
- Ångdom: Utrymme i pannan ovanför vattnet där ångan samlas.
- Ånggenerator: Ett alternativ till ångpanna. I regel mindre konstruktion men drar mera bränsle. Lämpar sig för bäst för korta driftsperioder.
- Spant: Invändig stomme i fartygsskrovet.
- Incinerator: Avfallshanteringprocess, förbränning av organiska material.
- MDO: Förkortning av Marin Diesel Oil.
- HFO: Förkortning av Heavy Fuel Oil (tjockolja).
- Manluckor: Stora inspektionsluckor som man kan ta sig in igenom.
- Mudholes: Småa inspektionsluckor för inspektion och rengöring.
- DN-rör: Standardiserad rördimension inom ISO-standarden siffran avser innermåtten på röret.
- RMB: En typ av lågsvavlig tjockolja.

2. FAKTA OM M/S FINBO CARGO

M/S Finbo Cargo är ett ropax-fartyg byggt 2000 för Merchant Ferries av Astilleros Espanoles i Sevilla, Spanien. Hon blev den 15 maj 2019 övertagen av Rederi AB Eckerö och omdöpt till Finbo Cargo (se figur 1). Den 25 juni 2019 blev hon insatt på sin nuvarande rutt mellan Helsingfors (Finland) och Muuga (Estland)(faktaomfartyg, n.d.).



Figur 1. M/S Finbo Cargo (Line, n.d.).

2.1 Fartygsdata

Några fakta om M/S Finbo Cargo (faktaomfartyg, n.d.):

- Längd 180m
- Bredd 25m
- Djupgående 6,5m
- DWT 7396 ton
- GT 22152 ton
- Fart 22,5 knop
- Klassningssällskap Lloyd's Register
- Huvudmaskin 4xWärtsilä 9L38 (5940kW/st)
- Avgaspannor 2xAalborg AV-6N (1200kg/h/st 7bar ö)

- Ångpanna 1xAalborg OS3300 (2800kg/h 7bar ö)
- Hjälpkärror 2xWärtsilä 6L20 (930kW/st)
- Propellrar 2x4,85m Wärtsilä Wichman 138rpm
- Bogpropellrar 2xBrunvoll (1300kW)
- Passagerare 366st
- Hytter 107st
- Besättning 47st
- Lastmeter 2000m

2.2 Trafikområde

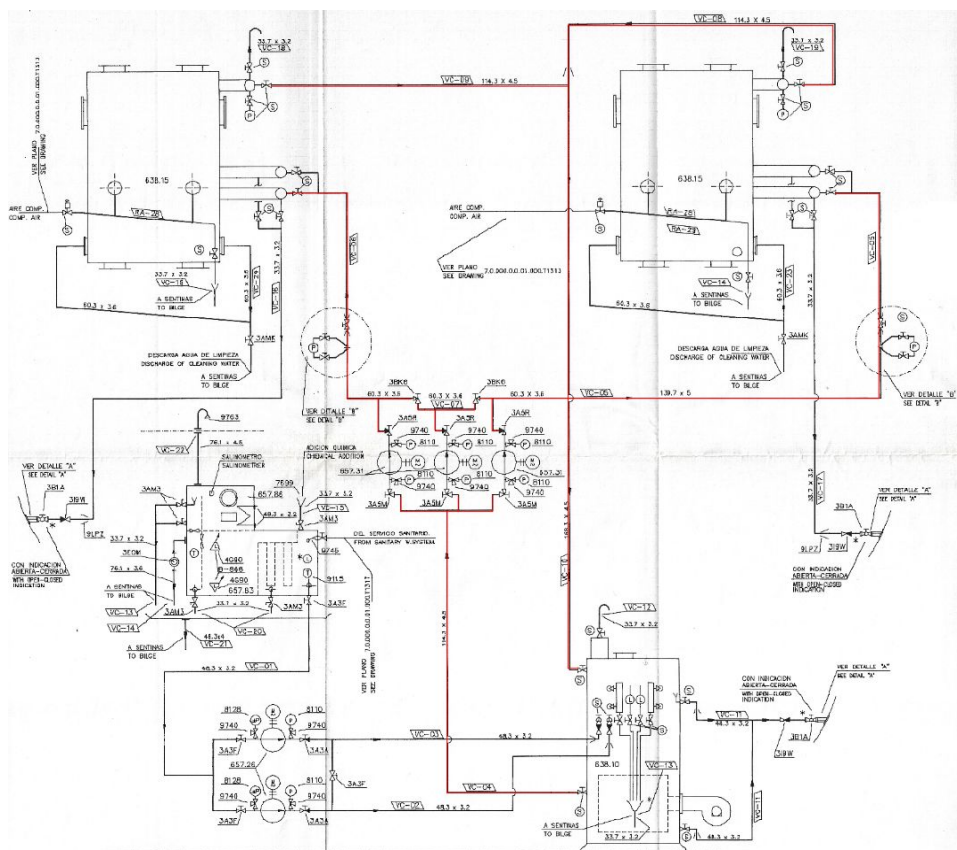
M/S Finbo Cargo trafikerar mella Helsingfors i Finland och Muuga i Estland. Överfarten tar 2 timmar och 45 minuter. Lasten består till stor del av lastbilar och trailers men även övriga passagerare och fordon har möjlighet att åka med. Finbo kör 22 avgångar per vecka. Rutten kan ses i figur 2 nedan.



Figur 2. M/S Finbo cargo trafikområde från Helsingfors (Vuosaari) till Tallinn (Muuga) (Line, n.d.).

3. FARTYGETS DRIFTPROFIL

Fartyget har 2 stycken avgaspannor för produktion av ånga vid drift. Avgaspannorna består i sin tur av 2 delar, en del per huvudmotor. För produktion av ånga i hamn finns det en vattenrörspanna. Med nuvarande turlista har Finbo 11 tur och retur varje vecka. På nätterna ligger Finbo och driver på Finska viken. Det resulterar i att ångproduktionen i största del kommer från oljepannan. Dessutom är avgaspannorna beroende av oljepannan då de inte har en egen ångdom utan vattnet cirkulerar med cirkulationspumpar från pannan till avgaspannorna och tillbaka till pannan och ångan distribueras sedan vidare därifrån. Det utgör en kritisk punkt av driften eftersom som tidigare nämnt så blir man utan ånga ifall ett haveri inträffar på oljepannan. Utan ånga blir man bl.a. utan förvärmning på bränslet vilket leder till att man inte kan fortsätta köra på HFO. Det finns ett alternativ om att köra på diesel men det bränslet är dyrare och således är det önskvärt att hålla den förbrukningen till ett minimum. I figur 3 nedan kan ett schema över uppbyggnaden av pannsystemet ses.



Figur 3. Matarvatten till pannorna. I rött cirkulationsvattnets väg från pannan till avgaspannorna och tillbaka (Espanoles, 1998).

4. MÄTNINGAR

För att kunna få reda på ångförbrukning ombord har vi mätt upp matarvattenflödet till pannan i pannrummet (se figur 4). Vi mätte matarvattenflödet eftersom vi inte hade tillgång till en flödesmätare som kunde mäta ångflödet. I praktiken är det samma massflöde matarvatten in till pannan som massflöde ånga ut. Flödesmätaren som har använts är en FLUXUS F610. Vi var ombord på Finbo från fredag till söndag. Med den turlistan dom körde under den perioden innebar det att vi fick vara ombord under mycket liggetid då de inte kördes alls på lördagar. Det var bra eftersom ångproduktionen i huvudsak sköttes av avgaspannorna vid drift med ett stort överskott vilket resulterar i att den största delen av ångan far direkt till dumping kondensorn. Under våra mätningar har vi loggat med 1 sekunds mellanrum och med enheten ton/h, tidsperioden vi loggade var 31 timmar. Orsaken att vi valde att logga med 1 sekunds mellanrum var att matarvattenpumparna har on-off reglering.



Figur 4. Pågående mätningar i pannrummet.

4.1 Flexim ultraljudsflödesmätare

FLUXUS F601 (se figur 5) är en ultraljudsflödesmätare som mäter de flesta olika vätskeflöden. Den går att ställa in till många olika vätskor och material vilket ger en bra mät noggrannhet. Givarna monteras utanpå röret vilket gör den mycket enkel att använda. Den mätare som vi använde hade vi lånat från skolan. Med de givare som vi hade kunde vi mäta flöden i rördimensioner från 10-400 mm och på vätske temperaturer upp till 120°C.

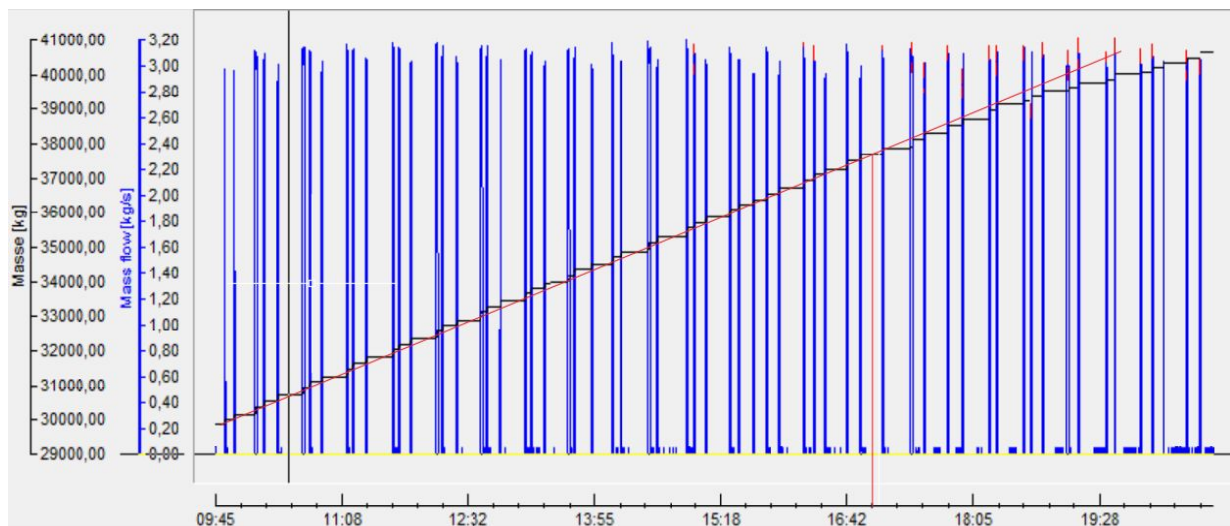


Figur 5. FLUXUS F601 Ultraljudsflödesmätare.

4.2 Resultat

Den första mätningen gjorde vi på natten till lördagen. Uttemperaturen var då ca. 2°C. Under lördagen skulle sludgetanken tömmas vilket innebar att den tanken som i vanliga fall står kall värmdes upp under förmiddagen. Tankvärmningen för sludgen stängdes av ca. 17.00 vilket syns väldigt bra på våra mätningar (se figur 6).

Det man kan se i bilagan är massflöde ånga på y-axeln och vid vilket klockslag på x-axeln. Den röda linjen som är inritad är för att visa att ångförbrukningen är stigande ända tills tankvärmningen stängs av vid ca. 17.00 då den sedan börjar minska.



Figur 6. Bilaga 7. Flödesmätning på matarvattnet till pannan under dagen 30.11.2019

Under natten till söndagen var det ca. -4°C och blåste friska vindar. Även det kan man se mycket bra i våra mätningar då ångförbrukningen var drygt 150 kg/h mera än natten före.

Vi har även loggat en del under körningarna vi var med på men valt att inte ta med det då det inte påverkar valet av en ny oljepanna eftersom att fartyget är utrustat med avgaspannorna på huvudmaskinerna vilket står för all ångproduktion under drift. De fullständiga loggningarna kan ses i bilagorna 6-9. Vi har sammanställt loggningarna från pannans ångproduktion i tabell 1.

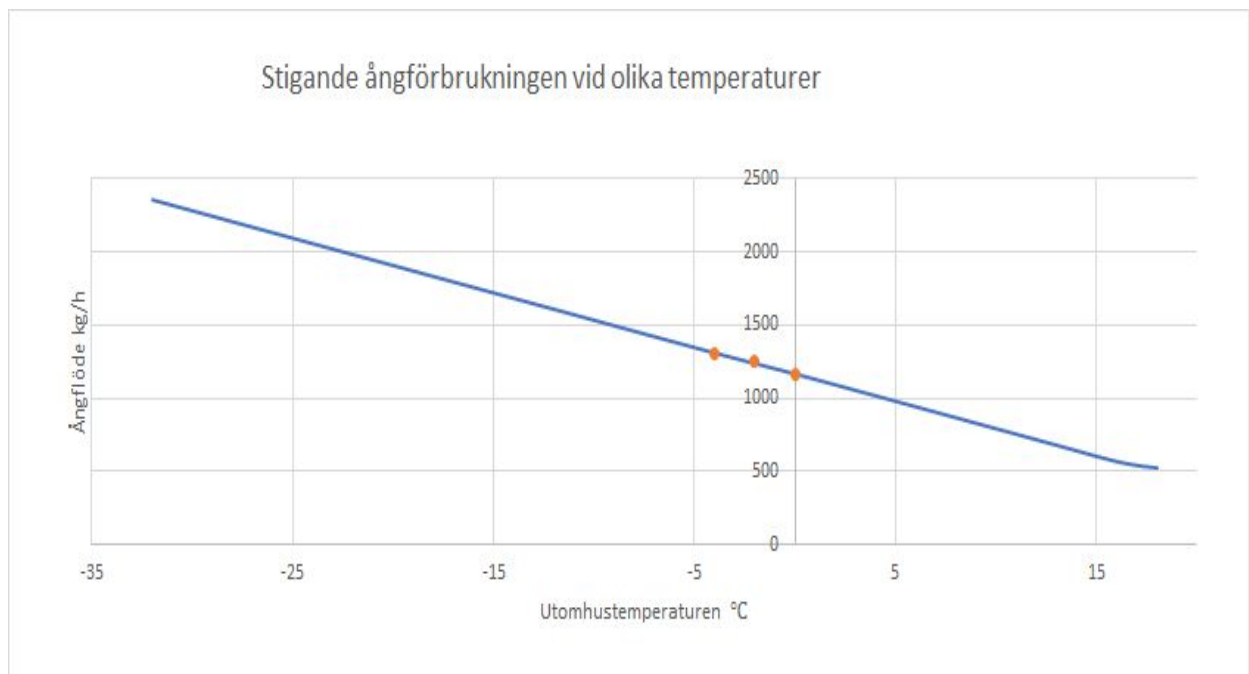
Tabell 1. Sammanställning av ångförbrukningen.

	Mätning 1	Mätning 2	Mätning 3	Mätning 4	Mätning 5
		Med tankvärmning	Tankvärmning avstängd		Uppstart
Datum	30.11.2019	30.11.2019	30.11.2019	natt till 01	1.12.2019
Medel utetemperatur	0 °C	1 °C	0 °C	-4 °C	-2 °C
Klockslag start mätning	00:00	09:45	17:00	21:45	12:55
Klockslag Stopp mätning	09:00	17:00	20:45	09:00	14:40
Total Tid (h)	9	7,25	3,75	11,25	1,75
Total pumpad m (kg)	10478	10303	3537	14710	2272
Ångförbrukning kg/h	1164,2	1421,1	943,2	1307,6	1298,3

4.3 Väderberoende förhållanden

Det totala ångbehovet kommer att vara årstidsvarierande där utomhustemperaturen och vattentemperaturen kommer att ha en avgörande betydelse i ångbehovet som behövs. Även vindhastigheten har betydelse.

Vid våra mätningar så hade vi som kallast $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ och då hade vi en ångförbrukning på ca 1300 kg/h . Vi har sedan antagit att ångförbrukningen kommer att vara ungefär linjär stigande så att vid $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ så kommer ångförbrukningen att vara ca 1550 kg/h . Vid $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ skulle vi då ha ett ångbehov på 2225 kg/h . Det har vi använt som grund vid dimensioneringen av en ny panna. Vårans uppskattning av ångbehovet till förhållande av utetemperaturen kan ses i figur 7 nedan.



Figur 7. Ångförbrukningen beroende på utetemperatur.

Punkterna som är inritade i (Figur 7) är våra egna uppmätta värden från (tabell 1).

I diagrammet syns tydligt hur ångförbrukning ändrar med avseende på utomhustemperaturen. Som man även kan se i diagrammet så har vi antagit att ångförbrukningen sakta börjar plana ut vid 10°C i utomhustemperatur. Det eftersom att det alltid finns ett minimum behov av ånga men många förbrukare som till exempel uppvärmningen av inredningen börjar stängas av då.

Ångförbrukningen påverkas även till viss del av vattentemperaturen. Den kurvan vi har skissat är vid ungefär 5°C vatten och eftersom vattnet inte blir kallare än 0°C utan sedan fryser så tror vi att ångförbrukningen kan bli ca. 2000 kg/h vid -20°C utetemperatur.

4.4 Osäkerheter

Ångbehovet ändrar beroende på utetemperaturen. När det är kallare ute krävs det mera ångproduktion för att hålla temperaturen uppe inne i båten. Den största delen av ångbehovet är i maskinrummet med tillhörande utrustning. Således beror ångbehovet även på vattentemperaturen. Då vi inte har kunnat mäta ångförbrukningen vid olika vattentemperaturer vid samma utetemperatur ger detta en viss osäkerhet.

För uppvärmning i bostadsdelen finns det ett element i luftkonditioneringen som värms av ånga. Allt varmvatten ombord värms också av ånga. Det påverkas således också av utetemperaturen. Det finns även elvärme installerat vilken kan användas vid behov. Det innebär också att man kan dra ner på användningen av ånga till uppvärmningen av bostadsdelen om det skulle behövas. Man får i det fallet en högre elförbrukning och således högre bränsleförbrukning som i kombination med att man tvingas köra på ett dyrare bränsle inte alls är önskvärt.

I övrigt fick vi med de största variationerna med eventuell extra tankvärmning och förändring i utetemperaturen. Som tillfälliga stora ångförbrukare ser vi inte andra än tillfälliga tankvärmningar. Det gäller sludgetankarna som kan behövas värmas för att göra innehållet pumpbart. Dessa behöver endast värmas när de ska tömmas och går med fördel att värma när överskott av ånga finns under drift.

5. BEFINTLIGA PANNAN

Den befintliga pannan är av modell Aalborg OS 3300 med en kapacitet på 2800 kg/h vid ett driftstryck på 7 bar ö och ett maxtryck på 9 bar ö. Pannan har en diameter på 2150 mm, höjden 3736 mm och en totalvikt på 12100 kg. Pannan är av typen vattenrörspanna med 9 stycken tuber (Aalborg, 1998).

Med den driftsprofil Finbo har idag så är pannan överdimensionerad då det knappt används några tankvärmningar ombord längre p.g.a. att man har bytt bränsle från HFO till RMB som inte behöver värmas lika mycket.

Livslängden på pannan kan man enligt tillverkaren räkna med 20-25 år. Det är dock väldigt svårt att säga exakt livslängd då det har stor betydelse om hur pannan har blivit omskött. Verkningsgraden försämras genom årens lopp då det bildas beläggningar inne i pannan och sot i förbränningsrummet. Det resulterar i en högre driftskostnad då bränsleförbrukning ökar.

5.1 Oljebrännaren

Oljebrännaren som är installerad är av modellen Weishaupt-RMS 9 (se figur 8) den kan eldas med MDO eller HFO, men den eldas med MDO. Den har en tvåläges förbränningskapacitet på 75 kg/h och 225 kg/h vid ett tryck på 30 bar. Eleffektförbrukning ligger på 33 kW vid full belastning.



Figur 8. Oljebrännaren på Finbo Cargo.

6. Klassningsregler Lloyd's Register

I huvudsak hänvisar Lloyds till EU-direktivet för tryckbärande anordningar. Vi har varit i kontakt med dom för att säkerställa några punkter.

Klassningreglerna säger att man måste ha ett tillräckligt säkerhetsavstånd från fast konstruktion så att säker service kan utföras. Man skall kunna gå runt pannorna så att visuella inspektioner kan utföras. Det skall finnas tillräckligt med utrymme vid "manluckor" och "mudholes" för att service enkelt kan utföras. Det finns således inte fastslagna minimimått.

Vid dubbla panninstallationer på samma avgasrör måste det finnas ett spjäll som är spärrat så att det inte kan vara öppet när pannan inte går.

Det skall också vid dubbla panninstallationer finnas två separata system för matarvatten till pannorna, så att service alltid kan utföras på det ena systemet.

Det måste även finnas två eller flera matarvattenpumpar som ska tillhandahålla tillräcklig kapacitet för att förse pannorna vid full belastning med en pump ur drift.

7. STANDBY PANNA

Den nya pannan önskas även kunna fungera som ordinarie panna. Den behöver således vara tillräckligt stor för att kunna klara av minimibehovet av ånga åtminstone för en stor del av året. Om vi finner det möjligt skulle driftsäkerheten höjas avsevärt eftersom man då skulle kunna ha den ena pannan i standby för att direkt kunna ta över ifall haveri inträffar på den andra pannan.

7.1 Dimensionering

Att sätta in en panna med för stor kapacitet är både dyrare vid installationen och dyrare i drift då den har större värmestrålningsförluster. Att sätta in en för liten panna är katastrofalt då den inte skulle kunna täcka upp för det ångbehov som finns vilket i sin tur skulle leda till att det blir för låga temperaturer ombord vilket kan leda till driftstopp.

7.1.1 Storlek

Utrymmet ombord är väldigt begränsat. Det är därför en viktig aspekt i valet av eventuell panna hur mycket utrymme den tar upp. En panna med större kapacitet är i regel större än en panna med mindre kapacitet.

7.2 Placering

För placering av en extra panna har vi tittat på två olika möjligheter, incineratorrummet på däck 6 och det befintliga pannrummet på däck 1&2. Placeringen är viktig eftersom den kan påverka stabiliteten. Det kan också bli dyrt att placera den på ett nytt ställe då det kan bli mycket långa och komplicerade rördragningar m.m. Båda utrymmena är placerade på styrbords sida (se figur 9).



Figur 9. Pannrummets och incineratorrummets placering på GA-ritning.

7.2.1 Incineratorrummet

Vi började med att titta på ett utrymme som från början har innehållit en incinerator.

Eftersom fartyget nu trafikerar ett sådant område som inte incinerator får användas på så har den plockats bort och utrymmet står nu tomt. Fördelen med det här utrymmet är att det finns färdig skorsten och fast släckningsutrustning. Utrymmet är dock begränsat både på höjden och bredden utan ombyggnad.

Vid besöket kunde vi mäta upp rummet. Det visade sig att rummet var 8 meter långt och 2,7 meter högt. Bredden mellan spanterna var endast 1,57 meter. Det resulterade i att den största pannan vi har hittat som i praktiken skulle kunna placeras i rummet hade en kapacitet på endast 460 kg/h.

Den pannan är 3,1 meter lång så man skulle kunna placera två stycken av den modellen vilket skulle ge en total kapacitet på 920 kg/h. Det täcker endast ca.70% av det behov som vi uppmänt och det skulle bli väldigt trångt i det utrymmet så vi har därför valt att inte utreda detta alternativ något längre. Produktblad om pannan ses i bilaga 1. (Bosch Industriekessel GmbH, n.d.).

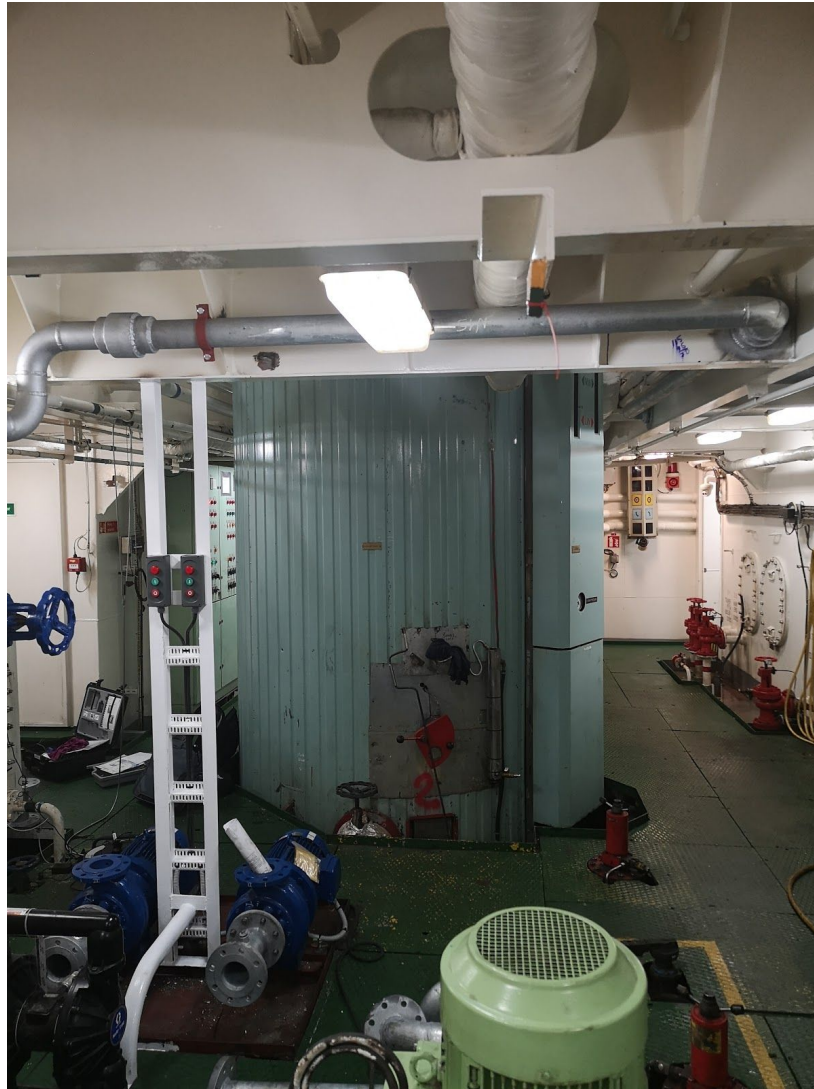


Figur 10. Incineratorrummet.

7.2.2 Pannrummet

Vi har även tittat på ett alternativ om att få en till panna bredvid den befintliga pannan (se figur 11). Det skulle underlätta vid inkoppling då det inte blir så långa extra rördragningar. Problemet där är att utrymmet är begränsat. Man skulle vara tvungen att flytta på den gamla pannan för att få rum med en ny panna. Vi tycker därför att detta alternativt inte är någon bra lösning utan man borde satsa på att sätta in 2 nya pannor istället.

Det skall även installeras en ny sjökista i det området för en isklassning. Den blir i en närliggande tankutrymme och påverkar inte något mera än några nya ångrör. Det ska installeras nya pumpar för grävattenpumpningen vilka kommer att bli i vägen som det är planerat nu.



Figur 11. Pannrummet våning 1.

7.3 Modell

Det finns många olika alternativ att producera ånga. Vi har utvärderat 4 olika alternativ.

7.3.1 Ånggenerator

Ånggeneratorer är i regel mindre än en vanlig ångpanna och har en kortare uppvärmningstid. Det gör att dom lämpar sig bra till reservaggregat. Den typ av ånggeneratorer vi har tittat på har visat sig ha liknande mått som en liten panna i större kapaciteter. Den stora vinningen i utrymme går att finna i de stående modellerna men de har en mycket mindre kapacitet så vi har uteslutit denna typ av ångproduktion (se figur 12) (Gruppen, n.d.).



Figur 12. Ånggenerator från AB&Co (Gruppen, n.d.).

7.3.2 Liggande panna

En liggande panna har fördelen att den inte är så hög. Denna modell tänkte vi att skulle vara ett alternativ till incineratorrummet då vi hade ett långt men inte så högt utrymme. Det visade sig ändå att bredden var för stor. Den minsta modellen hade 1,6m i diameter vilket är ungefär samma som incineratorrummet har mellan spanterna (se figur 13) (Ab, n.d.).



Figur 13. Liggande panna från Alfa Laval (Ab, n.d.).

7.3.3 Stående panna

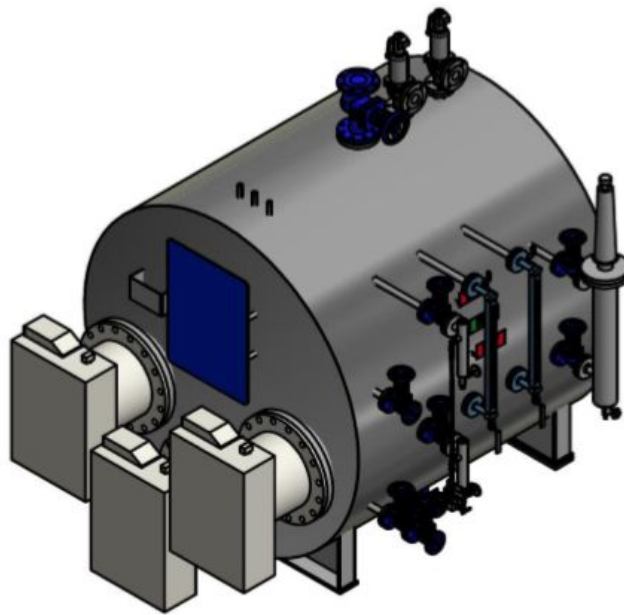
En stående panna är den vanligaste modellen för ångproduktion på fartyg. Fördelen med en stående panna är att den inte tar upp så mycket utrymme sett till kvadratmeter. Urvalet är nästan oändligt och det finns modeller som passar speciella behov. Denna modell har vi valt att titta på endast till pannrummet då den är så hög att man måste ha 2 våningar (se figur 14) (Ab, n.d.).



Figur 14. Stående panna från Alfa Laval (Ab, n.d.).

7.3.4 Elektrisk panna

En elektrisk ångpanna fungerar genom att ett elektriskt värmelement värmer vattnet istället för en oljebrännare. Det betyder också att den inte tar upp lika mycket utrymme då den inte har stora delar som sticker ut och man skulle slippa problemet med bränsle samt avgasrör. Den kräver dock väldigt mycket effekt. För att producera 1500 kg ånga per timme krävs det en eleffekt om 1200 kW. Detta var något som vi framförde till personalen som informerade oss om att eleffekten ombord var mycket begränsad. Det skulle vid vanliga lastnings och lossningsförhållanden finnas ungefär 300-400 kW att använda vilket inte ens är hälften av vad som skulle behövas till elmotstånden på pannan så vi har kommit fram till att detta inte är ett alternativ på Finbo Cargo (se figur 15) (Ab, n.d.).



Figur 15. Elektrisk panna från Alfa Laval (Ab, n.d.).

7.4 Utrustning

Det krävs mycket kringutrustning för ett välfungerande pannsystem. Hotwell och matarvattenpumpar är det mest grundläggande. Sedan kan man bygga på med avgaspannor med tillhörande utrustning och doseringspumpar för kemikalier.

7.4.1 Hotwell

Hotwellen är en tank där kondensatet samlas från förbrukarna och eventuell olja flyter upp till ytan (se figur 16). Vattnet i hotwellen kallas för matarvatten. Matarvattnet pumpas in till pannan igen från hotwellen med matarvattenpumparna. Det är även en lämplig plats att dosera olika kemikalier och nytt vatten till pannsystemet och ta prover på pannvattnet.



Figur 16. Hotwellen ombord på Finbo Cargo.

7.4.2 Matarvattenpumparna

Pumpar matarvattnet från hotwellen in till pannan. Matarvattenpumparna (se figur 17) går igång med hjälp av nivåavkänning i pannan och stängs av när önskad nivå uppnås.



Figur 17. De befintliga matarvattenpumparna på Finbo Cargo.

7.4.3 Brännare

I pannan förångas matarvattnet till ånga som sedan strömmar ut till förbrukarna. Vattnet förångas med hjälp av en oljebrännare. På Finbo drivs brännaren av MDO men det går även att köra den på HFO. Det finns även varianter idag som går att köra på naturgas. Det är dock inget alternativ för oss då det inte finns något sådant existerande system och ett sådant system är mycket kostsamt att installera (se figur 18).



Figur 18. Panna och brännare med kontrollpanelen till höger. Från Finbo Cargo.

7.5 Vår rekommendation

Den panna vi har valt att gå vidare med är Aalborgs OS1600, och att man installerar 2st sådana istället för den befintliga pannan. OS1600 är en stående panna. Den producerar 1600 kg/h ånga och har en diameter på endast 1770 mm inklusive isolering.

Med vår antagna ångförbrukning klarar en OS1600 ångbehovet ner till ca -10 °C ensam och med 2st OS1600 har man vid -20°C fortsättningsvis 1200 kg/h tillgodo. Sannolikheten att ett haveri inträffar på en panna när temperaturen är under -10°C är låg men ifall det inträffar går det att minska användningen av ånga genom att använda så lite ånga som möjligt till uppvärmningen av bostadsdelen och istället köra så mycket som möjligt med elvärmning. Man kan även undvika att köra separatorerna under hamntiderna då ångan behövs till att hålla huvudmaskinerna varma.

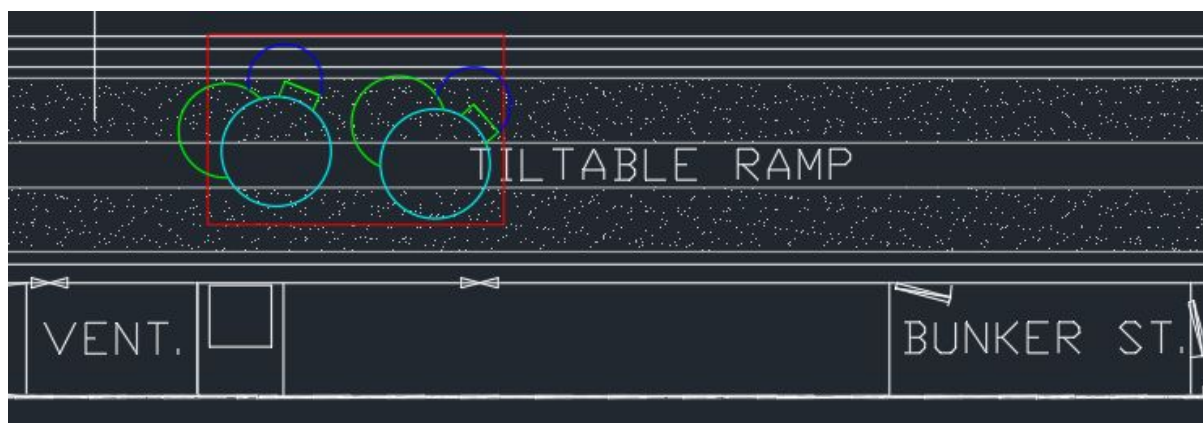
Storleken större på panna skulle vara Aalborgs OS2300. Den producerar 2300 kg/h ånga och har en diameter på 1970 mm inklusive isolering. Den skulle själv enligt våra antaganden täcka upp hela ångbehovet ner till -25°C. Denna panna skulle bli onödigt stor och det skulle bli omöjligt att installera två sådana pannor i pannrummet utan ombyggnad på grund av att det måste finnas serviceutrymme kring dem. Därför har vi valt att inte göra några större utredningar kring denna modell.

Vi anser att man borde sträva efter att byta ut avgasröret till två mindre för att få det enklaste möjliga i tekniskt syfte för driften. Vid fortsatt användning av det befintliga avgasröret kan en enkel sak som givarfel störa driften. Eftersom det var önskat att få ett mera driftsäkert system anser vi inte tillföra ytterligare möjliga riskfaktorer.

8 MONTERING

Vi har utrett hur det skulle gå till att få in en ångpanna i pannrummet. Det visade sig vid inspektion av fartygets GA-ritningar att pannrummet är nästan mitt under styrbords lastramp. Det i sin tur ger goda möjligheter att ta upp ett hål i bildäck precis ovanför pannan och sedan lyfta ner en ny panna (se figur 19).

Det finns endast ett fåtal rör mellan pannan och bildäcket som måste kapas för att möjliggöra detta, då det är mycket begränsat med flänsar just i detta område. Eftersom detta arbete inte kan utföras under drift så anser vi trots allt att det inte är ett problem.

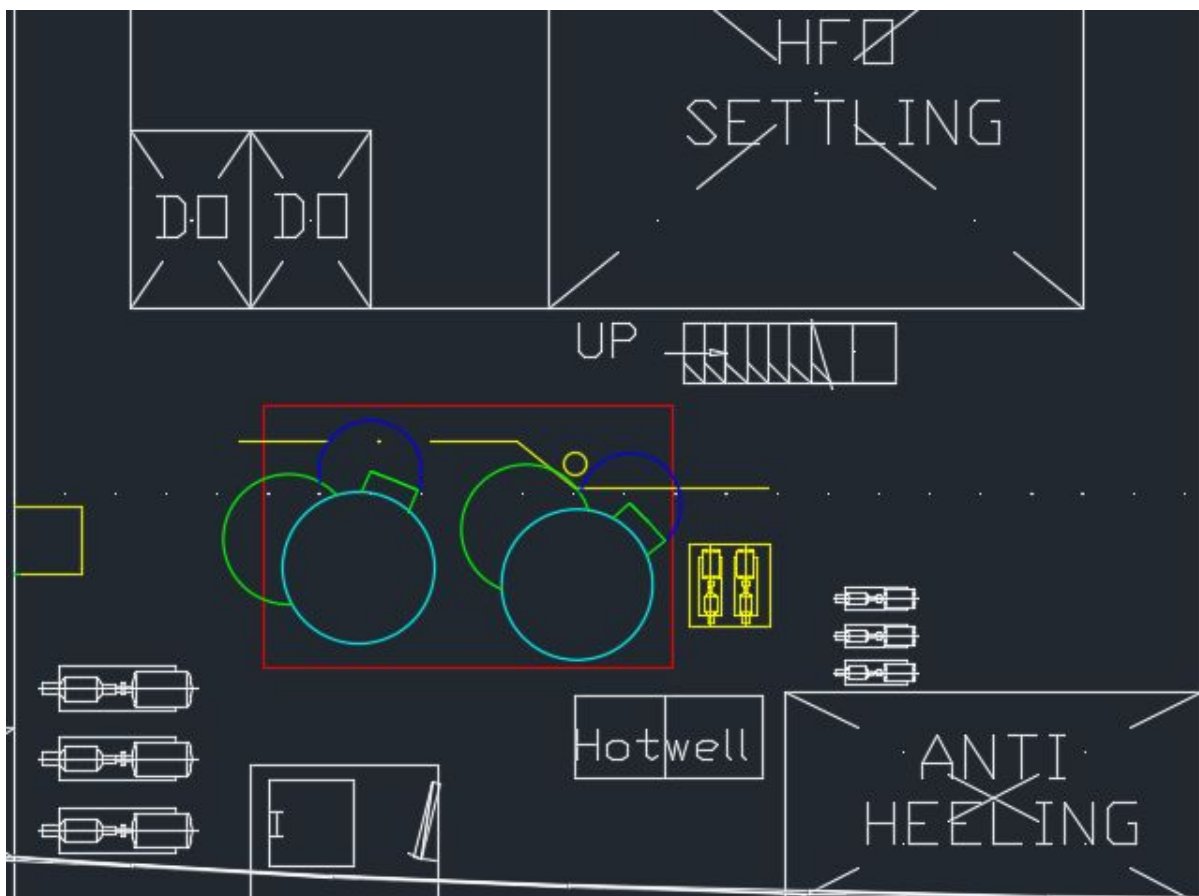


Figur 19. CAD-ritning på var pannorna blir att stå under bildäck.

8.1 Inkoppling och installation

Inkopplingen anser vi att skall göras på det gamla systemet. I pannrummet får man dra mycket nya rör för att få allting att passa. De gamla rören måste troligen ändå dras om i pannrummet för att det skall passa med en ny installation. Överlag så kommer det att bli väldigt korta rördragningar vid nyinstallation av pannan då det blir i det befintliga pannrummet.

Så som vi har placerat pannorna i Cad-ritningen måste gråvattenpumparna flyttas, förslagsvis som de är inritade på ritningen (se figur 20). Förutom det är det endast rör relaterade till pannsystemet som måste dras om.



Figur 20. CAD-ritning över pannrummet med de nya pannorna.

I figur 20 ovan kan man se pannornas tänkta placering med ett avstånd på 80 cm från varandra. Den röda rektangeln är de närmaste delarna av den bärande konstruktionen på våning 2. Att placera pannorna innanför denna är av stort intresse då det annars kan bli onödigt dyra ombyggnader.

Pannornas höjd räcker precis ovanför balken till andra våningen och i service syfte ska det inte behöva vara något utrymme mellan panna och balk.

Den gröna halvcirkeln är brännarens position med serviceutrymme då den viks åt sidan.

Den gula linjen bredvid pannorna är en rörledning som planerat inte skall behövas att flytta på. Den gula cirkeln är ett ventilhandtag som kommer upp ur durken. Detta kommer inte heller att bli i vägen.

De gula pumparna på bilden är gråvattenpumpar. De står i vägen för den planerade andra pannan just nu, så de kan förslagsvis flyttas som de är inritade på bilden.

Till höger om gråvattenpumparna är matarvattenpumparna inritade i vitt. Där är det heller inget problem att byta ut de mot nya, då det finns gott om utrymme.

Den gula kvadraten till vänster i ritningen är bränsle cirkulationspumparna till pannan. Dessa förser pannan med bränsle från tanken och håller det cirkulerande i ledningarna att det inte svalnar och stockar igen vid drift på tjockolja. Eftersom att de är placerade i pannrummet så blir det väldigt korta och enkla rördragningar vid en nyinstallation av panna.

Det finns gott om utrymme under durken för rördragningar relaterade till pannorna. Även ovanför durken finns det gott om utrymme i området kring pannan för dragning av ångrör och andra rör till pannorna.

8.2 Avgasrörsberäkning

OS1600 har DN250 utlopp vilket är hälften mindre än den nuvarande pannan som har DN500. Således kan man byta ut det befintliga avgasröret till 2 nya rör och dra det i samma spår. OS2300 har DN300 så det utloppet är inte så mycket större men vi vet efter besöket ombord att utrymmet är mycket begränsat och att det kan vara svårt att hitta enkla lösningar. Ifall motståndet blir för stort i avgasröret kommer det troligen att resultera i att avgaser tränger in i pannrummet från förbränningsutrymmet.

För att veta att motståndet i ett DN250 avgasrör inte blir för stort har vi gjort en kontrollberäkning. Enligt tillverkaren har OS1600 pannan ett avgasflöde om 2113 kg/h med

en utloppstemperatur på 407°C på 100% effekt. Med en densitet på 0,55 kg/m³ får vi då ett volymflöde på 3842 m³/h vilket resulterar i en hastighet på 21,74 m³/s.

Drivkraften i avgasröret kan fås från skillnaden i trycket i början av röret och trycket vid utloppet. För att detta skall fungera behöver således tryckskillnaden vara större än tryckförlusten. I eldstaden är det enligt tillverkaren ett övertryck på 795 Pa. Skorstenens utlopp är 27 meter över pannrummet vilket ger att vi får en naturlig tryckskillnad på 325 Pa vilket leder till att vi får en drivkraft motsvarande 1120 Pa vid atmosfärstryck i maskinrummet och 20 °C utomhustemperatur.

(Kundtjänst, n.d.).

På det befintliga avgasröret finns det 12 böjar vilket ger oss ett motståndstal på 4,7 inklusive utloppsförlust för de mindre avgasrören om man drar dom i samma spår. Lambda kan avläsas ur diagram till ett värde på 0,019. Medelböckningsradien har vi räknat med 0.5 m. Med en större radie får man mindre motstånd men mer utdragna böjar. Längden på avgasröret uppgår till ca.40 m. För att beräkna behövlig tryckskillnad i avgasröret användes följande formel.

$$\Delta p = \rho * g * h + (\lambda * \frac{l}{d} + Z) * \frac{c^2}{2} * \rho$$

Med insatta värden fås då följande.

$$\Delta p = 0,55 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{s^2} * 27m + (0,019 * \frac{40m}{0,25m} + 4,7) * \frac{(21,74 \frac{m}{s})^2}{2} * 0,55 \frac{kg}{m^3} = 1151,67 Pa$$

Vilket ger oss en negativ marginal på 31,7 Pa vid 20°C i utomhusluften. Detta är uträknat med att det råder atmosfärstryck i pannrummet. Det stämmer inte i verkligheten då det är beroende på hur hårt maskinrumsfläktarna körs. Eftersom marginalen är obefintlig så skulle det krävas att man alltid hade högre lufttryck i pannrummet än rådande atmosfärstryck. Detta gäller endast då pannan går på 100%. Vid lägre belastning produceras inte lika mycket rökgaser vilket sänker hastigheten på rökgaserna vilket ger ett mindre motstånd i avgasröret. Marginalen blir således större.

Man skulle således behöva gå upp till DN300 för att få ett tillfredsställande drag i skorstenen även för OS1600. Med en sådan diameter skulle man få en hastighet på 15,1 m/s på rökgaserna vilket ger ett nytt lambda på 0,018. Med de nya värdena insatta i formeln får man då följande.

$$\Delta p = 0,55 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{s^2} * 27m + (0,018 * \frac{40m}{0,3m} + 4,7) * \frac{(15,1 \frac{m}{s})^2}{2} * 0,55 \frac{kg}{m^3} = 590,9 Pa$$

Det ger då en positiv marginal på 530 Pa vid 20°C i utomhusluften.

8.2.1 Andra alternativ för avgasrör

En möjlighet skulle vara att installera rökgasfläktar på avgasrören. Det skulle öka draget och dra ut avgaserna från pannan men det skulle även öka på elförbrukningen. Detta är dock inte nödvändigt ifall trycket kan hållas högre i pannrummet. Tillverkaren vill också påpeka att detta är en sällsynt lösning för för deras produkter.

Ett annat alternativ skulle vara att koppla in båda de nya pannorna till det befintliga avgasröret. Det befintliga avgasröret har dubbelt så stor diameter och har således större tvärarea än två stycken DN250 tillsammans. Det ger således mer plats till avgaserna och leder till mindre motstånd och bättre drag. För att klassen skall godkänna detta krävs det att man har spjäll med blockningsfunktion som gör att pannan inte kan starta mot stängt spjäll. Det skall heller inte vara möjligt att starta en panna om den andra pannan inte är igång men dens spjäll står öppet.

9 KOSTNADER

Vi har gjort offertförfrågning från Alfa Laval för att få en ungefärlig prisbild på en nyinstallation. Prisskillnaden mellan en OS2300 och en OS1600 är 16000€. De större pannorna tar lite mera utrymme vilket minskar på framkomligheten i rummet. Därför är det önskvärt att inte sätta in en panna med onödigt stor kapacitet då återbetalningstiden blir längre.

Vi har även gjort offertförfrågning på panna av märket Parrat men vi har tyvärr inte fått något pris från dem.

I offerten ingick inte transportkostnader och arbetskostnader så dessa tillkommer. Det tillkommer även alla nya rör och andra lösa komponenter som krävs för inkopplingen av pannorna. Det går även att få fjärrkontroll till kontrollrummet och extra instrument som tillval som inte är inräknade.

Det är ett stort arbete som måste utföras när fartyget inte är i trafik. Förslagsvis kan det utföras under en dockning eller ett längre serviceuppehåll.

De gamla matarvattenpumparna pumpar $8\text{m}^3/\text{h}$. De fungerar med nivåreglering där pumparna startar och stoppar med hjälp av givare i pannan vilket leder till stora tryckstötter i systemet när de startar. Eftersom att de är så stora så går dom inte så länge åt gången och det blir således många fler starter än nödvändigt.

De nya pumparna pumpar $2\text{m}^3/\text{h}$ vilket leder till en jämnare drift då de inte pumpar upp nivån i pannan så snabbt och drifttiden dras upp och antalet starter reduceras. Således reduceras tryckstöterna i systemet kraftigt både till antalet och styrka.

10 BESPARINGAR

Driftkostnaderna har vi antagit att kommer sjunka med 10% vid installation av 2 nya pannor. Den termiska verkningsgraden på de nya pannorna ligger mellan 82-84% beroende på belastningsfall. Vi har inte lyckats att få fram verkningsgraden på den gamla pannan men för att uppnå 10% bränslebesparing krävs det att den termiska verkningsgraden höjs med 8% enheter. Vi anser det rimligt eftersom den gamla pannan har utsatts för visst slitage i form av ojämna ytor samt sot och pannsten.

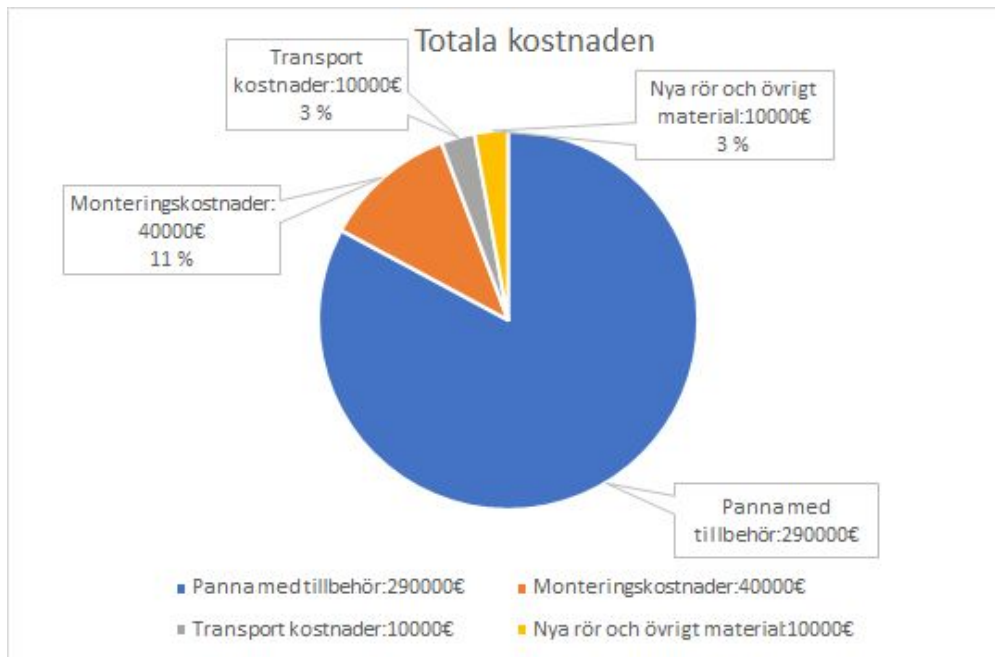
I det fall man väljer att behålla den gamla pannan och installera bara en ny panna är det svårt att anta den nya driftkostnaden men om man i huvudsak använder den nya pannan har vi antagit att man kan komma ner 8 % i driftkostnaderna.

Medelförbrukningen för pannan från 1:sta september till sista november 2019 låg på 27m³/månad. Medeltemperaturen för de 3 månaderna var 7,3°C, vilket är samma som snittet de senaste 10 åren. Medeltemperaturen för resten av året har i snitt varit 4,9°C vilket är lite kallare. Det brukar blåsa mera under hösten som även det påverkar hur mycket värme det behövs för att hålla fartyget och utrustningen varm. Vattentemperaturen har i medeltal varit 10,9°C under dessa månader. Medeltemperaturen under ett snittår är 8,1°C vilket är lite lägre. Vi har således antagit att medelförbrukningen per månad ligger på minst 27m³ för den nuvarande pannan utslaget på ett år vilket vi har använt för att beräkna återbetalningstiden.. (Wennström, n.d.)

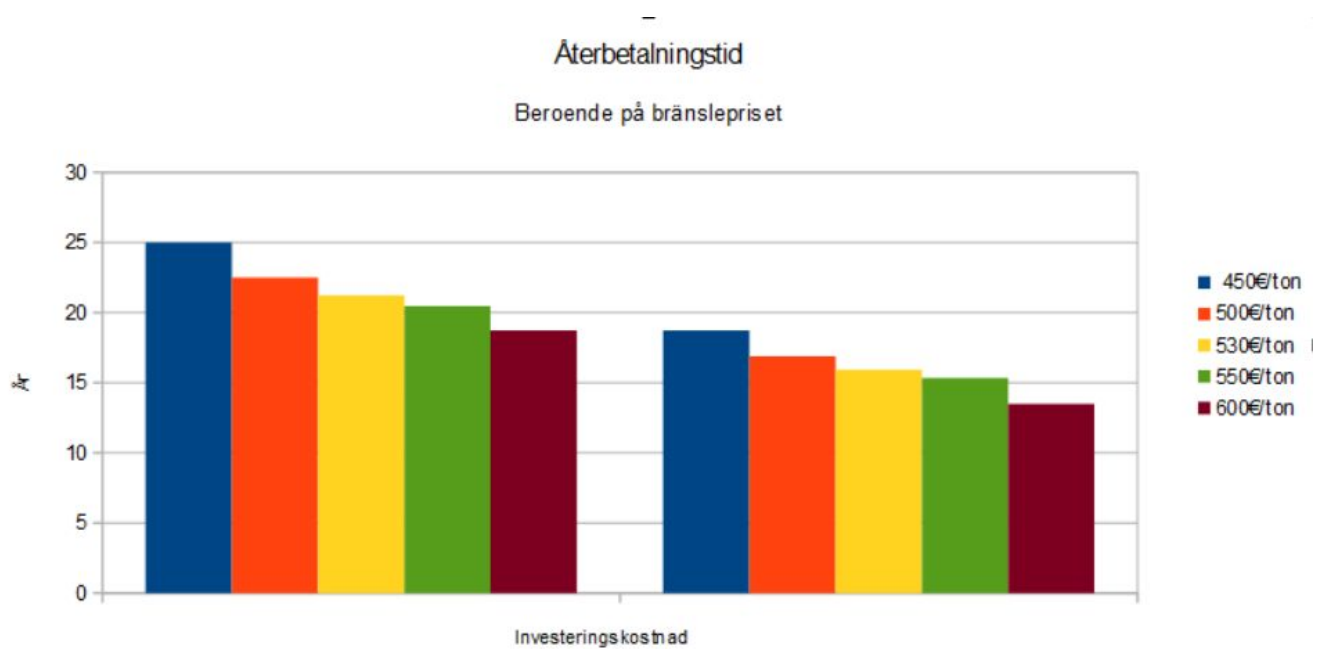
Vi har kommit fram till att återbetalningstiden för att installera 2 nya pannor är ca. 21 år och har en total kostnad på ca. 350.000 €. För att bara installera en ny panna medan man behåller den gamla är återbetalningstiden ca. 16 år och en investeringskostnad på 210.000 €.

I kalkylen har vi inte tagit i beaktande några elkostnader. Vi har inte heller beaktat någon ränta. Vi har beaktat hur ändringen av bränslepriset och hur bränsleförbrukningen påverkar

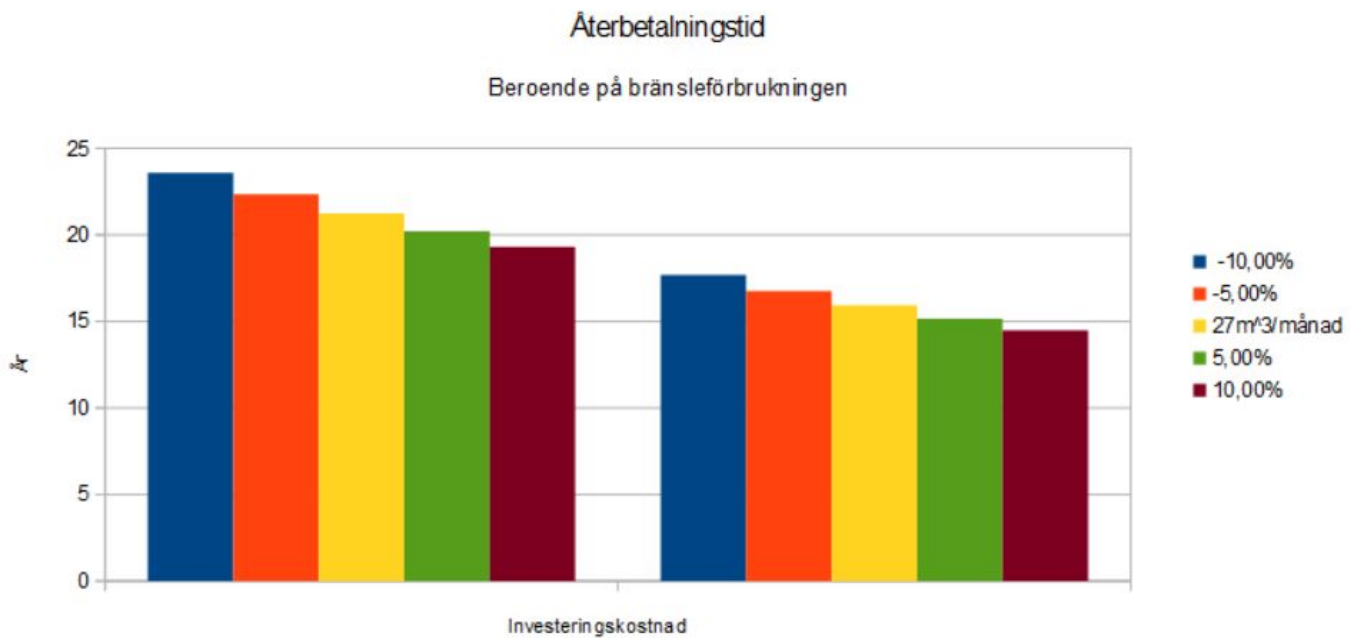
återbetalningstiden. Detta kan ses i figurerna 22 och 23 nedan. Vi har antagit en total kringkostnad om 60000 € i båda fallen.



Figur 21. Totala kostnaden.



Figur 22. I diagrammet kan man se återbetalningstiden vid olika bränslepriser för 2st nya pannor till vänster och för den gamla och bara en ny panna till höger.



Figur 23. I diagrammet kan man se återbetalningstiden beroende på bränsleförbrukningen, för 2st nya pannor till vänster och för den gamla och bara en ny panna till höger.

Den största vinsten med projektet är att systemet blir mycket mera driftsäkert. Man får också möjlighet till ett system med bättre övervakning då de nuvarande är i huvudsak endast lokalt. Det är alltså att ta i beaktande att inte fatta det ekonomiskt bästa beslutet utan att också tänka på att det är en investering.

Att lämna kvar den nuvarande pannan och bara sätta in en ny skulle vara ett billigare alternativ med något snabbare återbetalningstid men då blir det också problem med utrymme och den långsiktiga besparingen är inte heller lika stor. Dock måste den gamla pannan ändå flyttas och det är lika kostsamt som att byta ut den i arbete.

11 FÖRDELAR MED 2 NYA PANNOR MOT EN NY PANNA

Driftsvikten på den gamla pannan är 12,1 ton. Driftvikten på de nya pannorna är 7 ton. Totalvikten på 2 nya pannor stiger då med 1,9 ton vilket påverkar stabiliteten väldigt lite medans om man bara lägger in en ny panna stiger vikten på pannanläggningen med 7 ton. Pannrummet är på en låg nivå i fartyget och går enkelt att kompensera med ballast men det tar även bort kapacitet från vingtankarna eftersom man inte vill ha fria vätskeytor i de andra tankarna.

Den gamla pannan är 38 cm bredare i diameter än de nya pannorna. Med 2 nya pannor får man en serviceavstånd på 80 cm mellan pannorna. Det sjunker således till ca. 60 cm om man väljer att behålla den gamla pannan.

Bränslebesparingen och således miljövänligheten är mindre om man väljer att behålla den gamla pannan.

20 år efter installationen har man de 2 nya pannorna återbetalda. Teoretiskt så körs en panna i taget med växlande prioritet vilket leder till att varje panna har uppnått halva sin driftslängd så att pannorna kan köras ytterligare 20 år. Om man då lyft ner endast en ny panna och kört den som master hela tiden har även den uppnått sin livslängd och båda pannorna har således uppnått sin livslängd.

12 VIDARE UTREDNINGAR

Man borde utreda skicket på den nuvarande utrustningen närmare då det enligt tillverkaren kan variera väldigt mycket på denna typ av utrustning. Enligt de uppgifter vi fick från tillverkaren så kan det röra sig om allt mellan 5-100 år som en panna kan upprätthålla en god kondition. Att byta ut hotwellen kan också bli onödigt kostsamt men det kan också innebära besparingar i monteringskostnaderna. Hotwellen i sig kostar inte så mycket utan det är arbetet med den som kan bli dyrt. Om det visar sig att den nuvarande pannan är i väldigt gott skick kan det trots allt löna sig att behålla den gamla pannan och lägga in en ny panna om man finner en bra lösning med dragningen av ett nytt avgasrör.

Man kunde utreda möjligheten att installera en värmepump i bostadsavdelningen för att inte behöva använda ånga för den uppvärmningen och för att få ner elförbrukningen i det fall man skulle vilja köra elvärme dit. Det skulle göra att man kunde köra med endast en mindre panna även vid kallare temperaturer.

Man kunde göra en vidare utredning om hur stort det absoluta minimumbehovet av ånga är för att driften skulle kunna fortsätta med uppvärmning av huvudmotorer och övrig utrustning som behövs för driften. Man kunde även i det fallet utreda möjlighet att installera en värmepump för uppvärmning av bostadsavdelningen för att få ner elförbrukningen. Då kanske man kan komma ner till en nivå som gör det möjligt att köra en liten ånggenerator eller en elektrisk panna som skulle få plats i det gamla incineratorrummet som gör det intressant igen. Det för att det visade sig att återbetalningstiden var lång för vårt projekt.

13 SLUTSATS

Vi kunde ganska snabbt under besöket ombord konstatera att incineratorrummet var för litet att använda. De fördelarna som fanns med rummet kunde också snabbt avskrivas då det mesta redan var bortplockat och resterande rör var i mycket dåligt skick.

Vi rekommenderar att man skulle byta ut den befintliga pannan till 2 stycken OS1600. Problemet med att lämna kvar den gamla pannan är att den måste flyttas om det skall vara möjligt att ha den kvar. Om den gamla pannan skall lämnas kvar måste ett nytt avgasrör dras för den nya pannan vilket vi inte har hittat en bra lösning på.

Genom att byta ut matarvattenpumparna till de nya pumparna som ingick i offerten skulle man få bort stora delar av de tryckstötter man har i systemet idag.

Vi har även tittat på ångpannor av märket Parat. Vi har inte lyckats få tag i någon offert men de har också pannor avsedda för fartygsbruk i passande storlekar. Parat har en panna som producerar 1500kg/h som är väldigt jämförbar med OS1600. Den har 7cm mindre diameter men väger 700kg mera i driftvikt.

Med den uppskattade ångförbrukningen vid -20°C finns det fortfarande ca. 1200kg/h ånga kvar att använda om man installerar 2 stycken OS1600 så vi anser att det är en tillräckligt stor marginal från att få brist på ånga. Även för installation av 2 stycken Parat-pannor har man en marginal på 1000 kg/h ånga vilket även det är en god marginal.

En Aalborg OS1600-panna täcker hela ångbehovet ensam ner till ca. -10°C . Det betyder vid eventuell driftstörning på en panna kan driften fortsätta som normalt. Sannolikheten att ett driftstopp inträffar när temperaturen är under -10°C är mycket låg.

Att vi har lyckats få fram en ekonomisk fördel är ett extra plus. Siffrorna är marginella, men för varje driftstörning så medför det en extra kostnad i att framdrivningssystemet måste köras på MDO vilket är ett dyrare bränsle.

KÄLLOR

Aalborg. (1998). *Technical Data of mission OS 3300 Boiler*.

Ab, A. L. N. (n.d.). *Olje-/gasdriven ångpanna*. Retrieved January 23, 2020, from

<https://www.alfalaval.se/produkter/varmeoverforing/pannor/olje-gasdriven-angpanna/>

As, P. H. (n.d.). *PARAT MPW*. Retrieved March 2, 2020, from

<https://www.parat.no/no/produkter/marine/parat-mpw/>

Bosch Industriekessel GmbH. (n.d.). *Steam boilers Bosch*. Buderus. Retrieved January 23, 2020,

from

<https://www.bosch-thermotechnology.com/global/en/ocs/commercial-industrial/steam-boilers-669471-c/>

Espanoles, A. (1998). *Ritning*.

faktaomfartyg. (n.d.). *Fakta om fartyg*. Retrieved January 17, 2020, from

https://www.faktaomfartyg.se/midnight_merchant_2000.htm

Gruppen, A. (n.d.). *Steamgenerator*. Retrieved January 23, 2020, from

<https://www.abco.dk/Svenska/EconomicalBoiler/Aangpannor/aanggenerator.html>

Kundtjänst. (n.d.). *Luftryck*. Retrieved May 13, 2020, from

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftryck-1.657>

Eckerö Line. (n.d.). *Eckerö Line Cargo*. Retrieved January 17, 2020, from

<https://www.finbocargo.com/cargo>

Wennström, T. O. A. (n.d.). *Klimat och temperatur för Tallinn, Harjumaa*. Vackertväder.se. Retrieved

March 13, 2020, from <https://www.vackertvader.se/tallinn/klimat-och-temperatur>

BILAGOR

Bilaga 1. Produktblad Bosch U-MB (Bosch Industriekessel GmbH, n.d.)

Bilaga 2. Produktblad Aalborg OS (Ab, n.d.)

Bilaga 3. Produktblad Aalborg UNEX BH (Ab, n.d.)

Bilaga 4. Produktblad Parat MPW (As, n.d.)

Bilaga 5. Produktblad AB&Co Ånggenerator (Gruppen, n.d.)

Bilaga 6. Flödesmätning på matarvattnet till pannan under natten 29.11-30.11 2019

Bilaga 7. Flödesmätning på matarvattnet till pannan under dagen 30.11.2019

Bilaga 8. Flödesmätning på matarvattnet till pannan under natten 30.11-01.12 2019

Bilaga 9. Flödesmätning på matarvattnet till pannan under uppstart 01.12.2019

Bilaga 10. Högsta uppmätta temperatur i Tallinn 2010-2021 (Wennström, n.d.)

Bilaga 11. Gamla pannans specifikationer (Aalborg, 1998)

Bilaga 1.

Main and individual dimensions

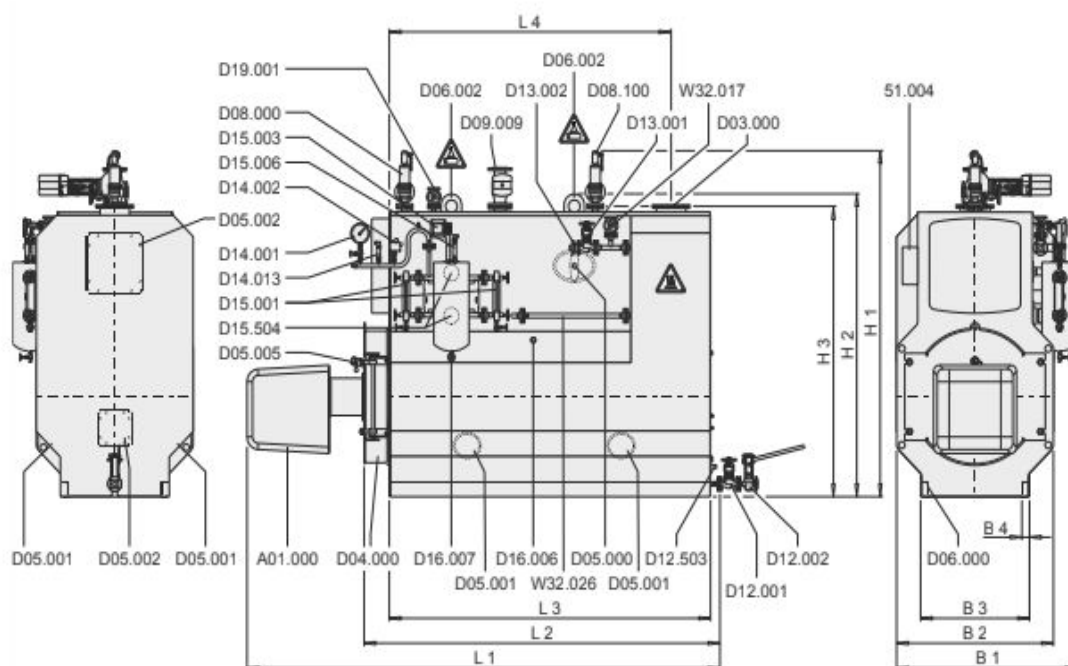


UNIVERSAL steam boiler U-MB

in three-pass flame-tube smoke-tube technology with integrated flue gas heat exchanger

DA092

Version 2 (11/16)



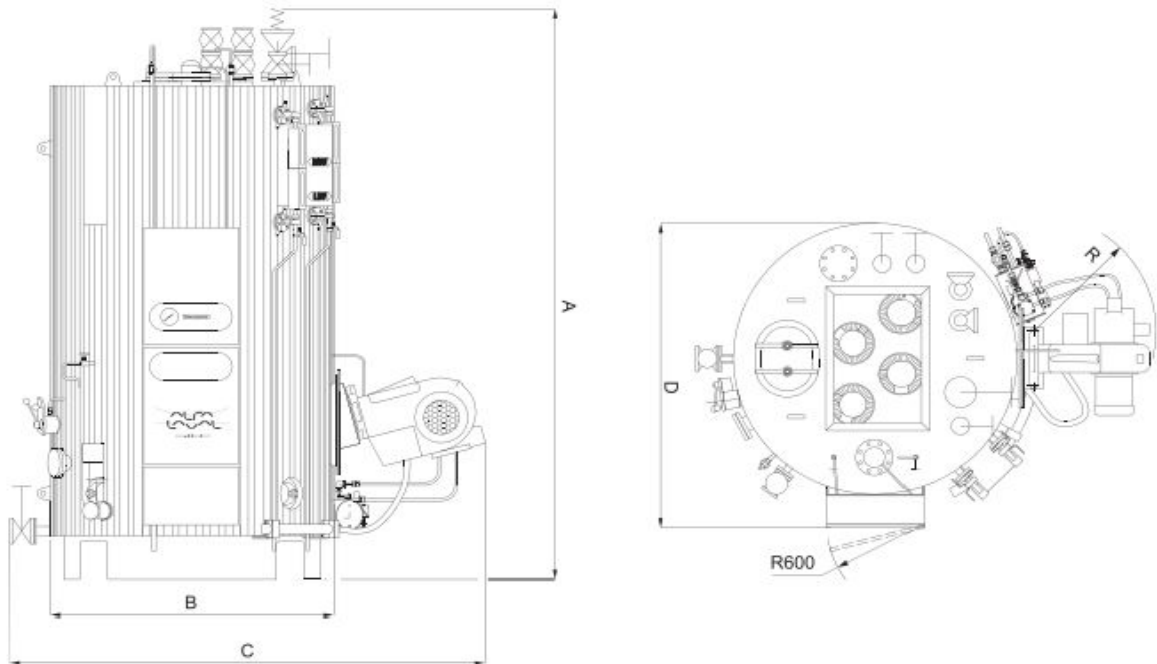
UNIVERSAL steam boiler Type	Dimension(s)						Flue gas connection		Base frame		
	L 1 ¹⁾ [mm]	L 2 ²⁾ [mm]	B 1 [mm]	B 2 ²⁾ [mm]	H 1 ³⁾ [mm]	H 2 ²⁾ [mm]	L 4 [mm]	H 3 [mm]	L 3 [mm]	B 3 [mm]	B 4 [mm]
U-MB 460	3100	2523	1397	1060	2198	1931	1898	1825	2220	710	55
U-MB 1030	3516	2683	1523	1210	2450	2183	2058	2075	2380	710	55
U-MB 1650	4046	3036	1644	1360	2712	2425	2411	2325	2730	910	55
U-MB 2020	4296	3286	1694	1460	2872	2525	2659	2425	2980	910	55

Bilaga 2.



Aalborg OS

The small capacity modular boiler plant



Standard product range

Capacity and dimensions

Steam capacity kg/h	Design pressure bar (g)	Outside dimensions (incl. insulation)					Boiler dry weight*) ton	Boiler operation weight ton
		A mm	B mm	C mm	D mm	R mm		
1,600	10	3,725 (4,530)	1,770	2,980	1,990	760	4.5 (5.1)	7.0 (9.0)
2,300	10	3,925 (4,625)	1,970	3,185	2,190	760	6.2 (6.9)	9.2 (11.4)
2,500	10	3,925 (4,740)	1,970	3,360	2,190	1,075	6.2 (7.0)	9.2 (11.7)
3,300	10	4,510 (5,120)	2,170	3,585	2,580	1,075	8.3 (9.0)	12.3 (14.6)
4,000	10	4,510 (5,345)	2,170	3,530	2,580	1,075	8.3 (9.3)	12.3 (15.4)
5,400	10	5,170 (5,910)	2,470	3,850	2,880	1,075	11.3 (12.5)	17.2 (20.7)
6,500	10	5,170 (6,135)	2,470	4,100	2,880	1,260	11.3 (12.8)	17.2 (21.8)

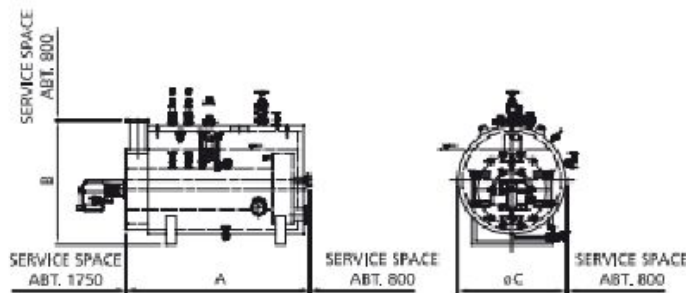
The dimensions are valid for DNV, LRS (GL, SeeBG)

*) boiler dry weight incl. burner, insulation, valves, and refractory.



Oil-fired boiler
for steam and hot-water applications

UNEX™ BH/B



STANDARD PRODUCT RANGE

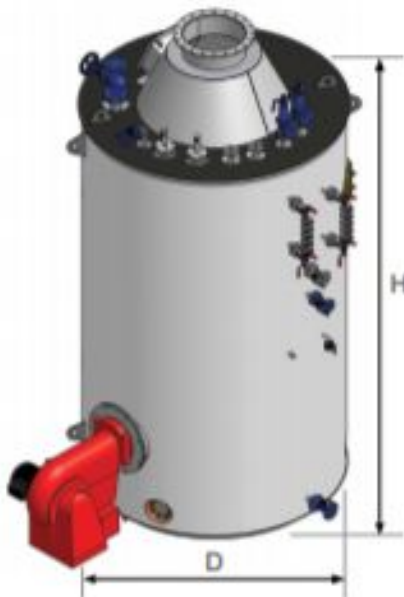
Capacity and dimensions UNEX™ BH steam boilers

Type	Capacity kg/h	Length A mm	Height B mm	Width C mm	Max. height D mm	Gas outlet DN	Dry weight kg	Oper. weight kg	Water volume m ³
BH-1000	1,000	3,145	1,900	1,600	2,350	200	4,180	6,480	2.3
BH-1500	1,500	2,945	2,200	1,900	2,650	250	5,090	8,045	3.0
BH-2500	2,500	3,550	2,400	2,100	3,000	300	6,650	11,130	4.5
BH-3000	3,000	3,750	2,400	2,100	3,000	300	7,360	12,230	4.9
BH-4000	4,000	4,125	2,700	2,400	3,250	350	10,380	17,450	7.1
BH-5000	5,000	4,675	2,800	2,500	3,500	400	12,880	21,360	8.5
BH-6000	6,000	5,075	3,000	2,700	3,700	400	15,400	26,660	11.3

PARAT MPW: Marine Vertical Pin-Tube Boiler

Technical data

- Capacity up to 6.5t/h
- Vertical Pin-tube arrangement for optimal heat transferal
- Compact design – maximum furnace utilization
- Integrated control system
- Pre-assembled, turnkey solution
- Delivered with burner for oil, gas or combined oil/gas
- Available with certificates from all major classification societies, including ASME S-stamp



The Parat Vertical pin tube boiler is the ideal solution for vessels that require a lightweight steam boiler plant.

The boiler is of vertical design with pin tube bundles fully immersed in the water and steam evaporation in the upper section. The burner is side mounted, thus ensuring optimal inspection and maintenance access. The combustion chamber is well dimensioned for burning MGO, MDO and HFO. The boiler is supplied as a complete unit, insulated and preassembled with all valves and instruments, oil burner and control panel.

Fittings and equipment are in accordance with class requirements. Our main equipment manufacturers supply high standard products. The burner can be supplied for oil, gas or dual fuel.

The control system is designed to enable an unmanned engine room. The system is fully automatic and operates with electronic and electric/pneumatic actuators. All operation from the boiler control panel is done from the local touch screen. Boiler PLC can be connected to the main control room with standard ethernet/profibus/modbus communication.

Capacity (t/h)	D (mm) Inclusive Insulation	H (mm) Inclusive Insulation	Weight Transport (tons)	Test Weight (tons)
1.0	1.600	3.350	3.5	7.0
1.5	1.700	3.450	4.0	7.7
2.0	1.900	3.450	4.5	9.0
2.5	2.000	3.550	5.0	9.5
3.0	2.100	3.650	6.0	12.0
4.0	2.300	3.850	7.0	14.5
5.0	2.500	3.950	10.0	19.0
6.5	2.700	4.050	11.0	21.0

Technical data at an operating pressure of 10 barg.
We reserve the right to make changes.



Ånggenerator

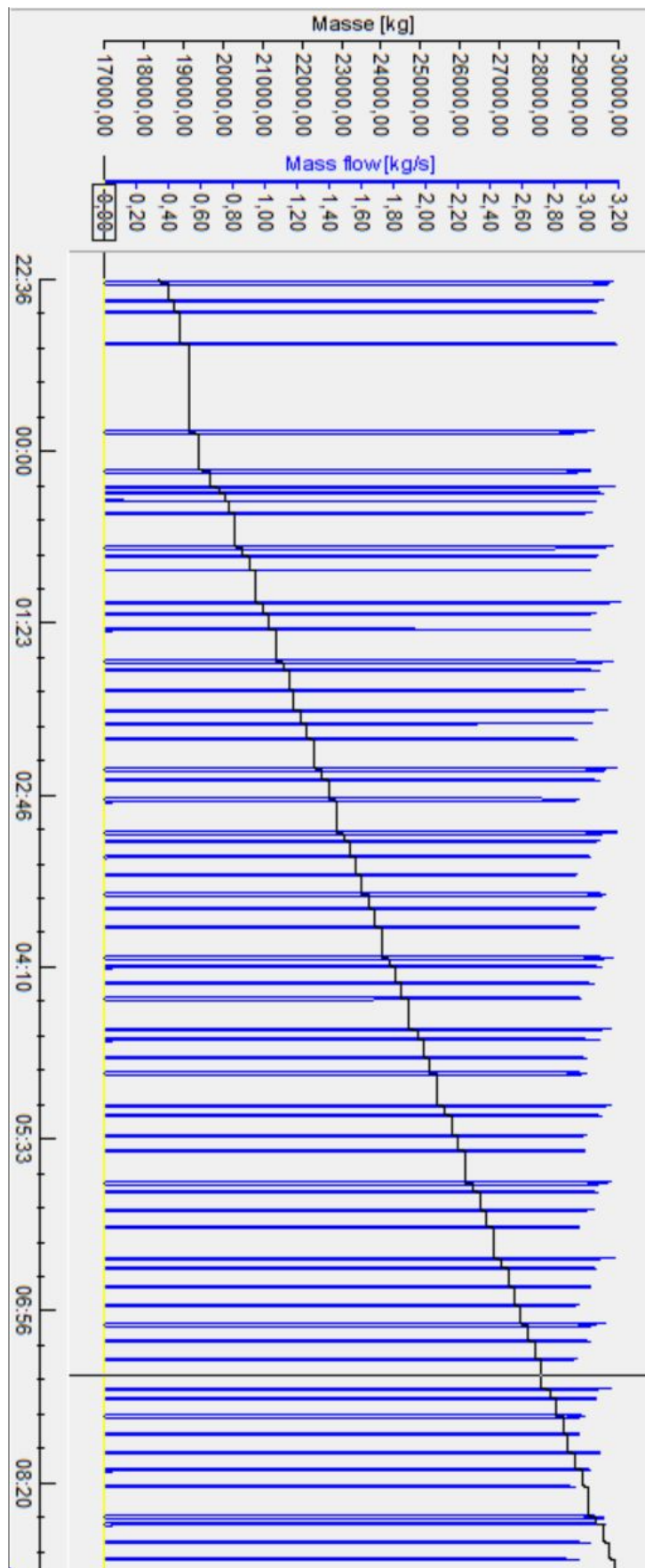
'Ekonomisk och Högsta Kvalitet'



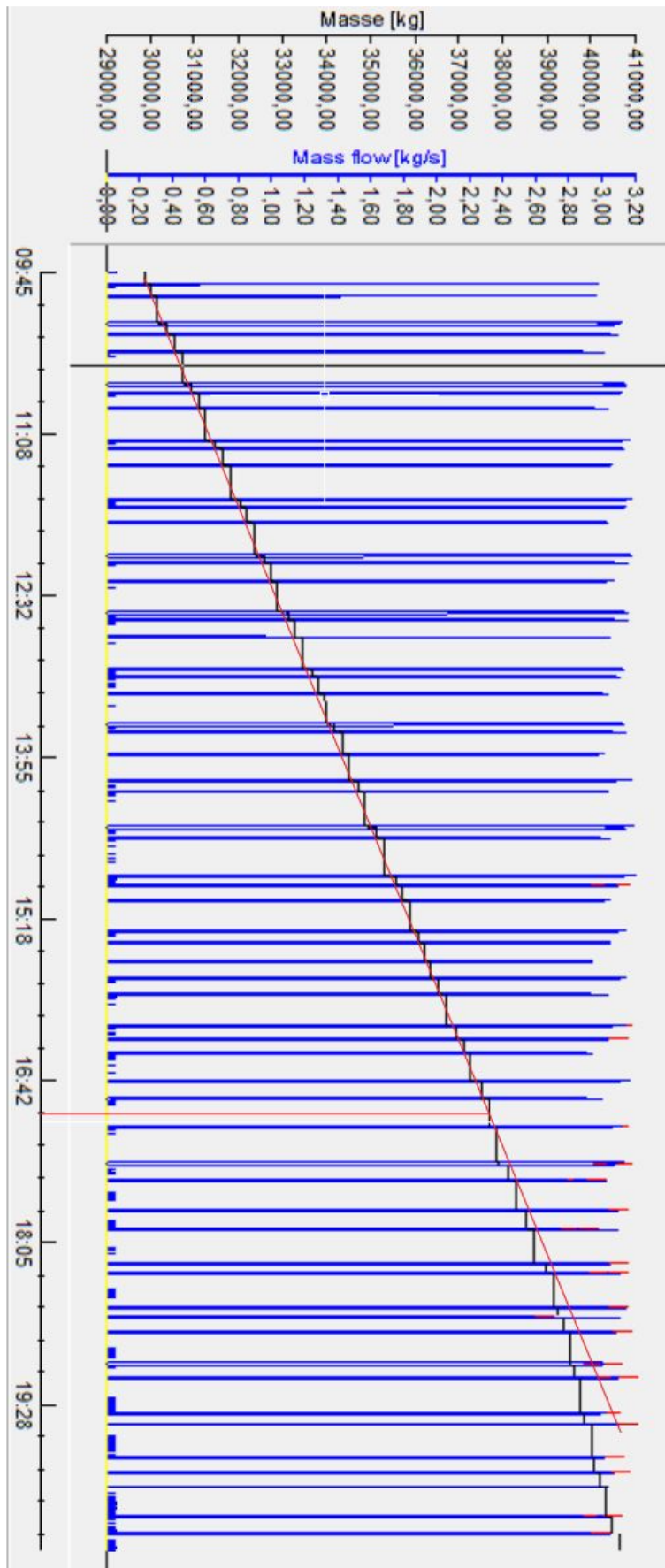
TEKNISKA SPECIFIKATIONER - Horisontell Modell													
Typ	L-DT (H)	200	300	450	750	1000	1200	1500	2000	2500	3000		
Ångmängd	kg/t	200	300	450	750	1000	1200	1500	2000	2500	3000		
Värme kapacitet @ 10 bar & 75°C M.V.	Mcal/t	118	177	266	443	590	708	885	1180	1475	1770		
Värme kapacitet @ 10 bar & 75°C M.V.	kW	137	206	309	515	686	824	1030	1373	1716	2059		
Max. Ång / Design Tryck (PS)	bar	10/12	10/12	10/12	10/12	10/12	10/12	10/12	10/12	10/12	10/12		
Mottryck Rökgas (brännarmottryck)	Pa	200	200	200	500	500	500	600	800	850	850		
Antal Matarvattenpumpar	-	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2		
Brännarsteg (standard)	-	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Ångutlopp / Ångventil	DN	32	32	40	40	50	50	65	80	80	100		
Matarvatteninlopp (till pumpa)	BSP	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1½"	2"	2"	2"		
Rökgasutgång (till skorstenen)	mm	ø120	ø120	ø160	ø200	ø250	ø300	ø350	ø350	ø450	ø450		
Nedblåsning (för tömning)	DN	20	20	25	25	25	25	40	40	40	40		
Säkerhetsventil (avgång)	BSP / DN	1"	1"	1"	1"	1"	DN40	DN40	DN40	DN50	DN50		
Längd UTAN Brännare	mm	1270	1270	1530	2030	2430	2670	2700	3000	3320	3750		
Max. Längd MED Brännare	mm	1550	1800	2050	2650	3300	3550	3540	3900	4200	4700		
Bredd	mm	1300	1300	1450	1450	1450	1450	1600	1600	1700	1700		
Höjd	mm	1500	1500	1700	1900	1900	1900	2150	2200	2250	2250		
Total Volym Tryckkärl (V)	Liter	50	50	89	118	135	171	198	215	246	255		
Vikt (totalvikt i drift)	kg	800	900	1500	1850	2150	2300	2700	3400	3650	3850		

Ovanstående uppgifter kan ändras utan föregående meddelande och får endast användas på eget ansvar, utan konsekvenser för AB&CO

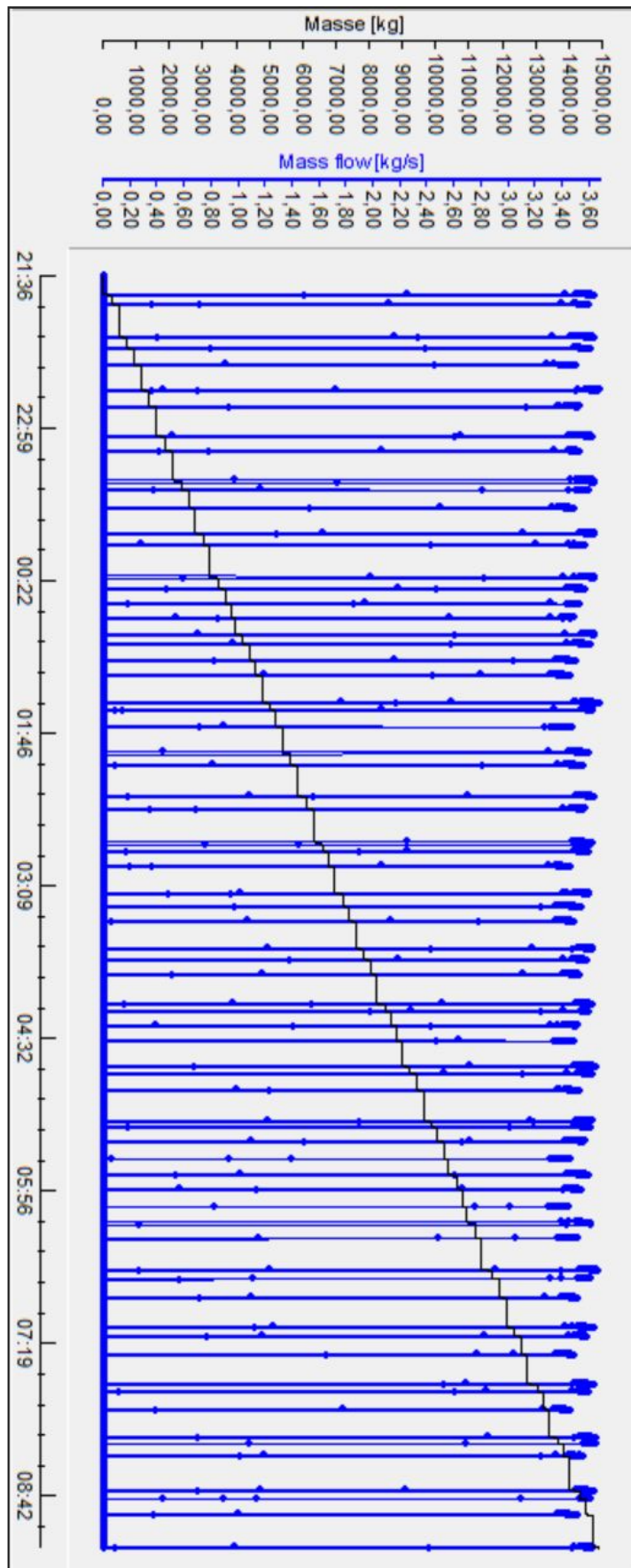
Bilaga 6.



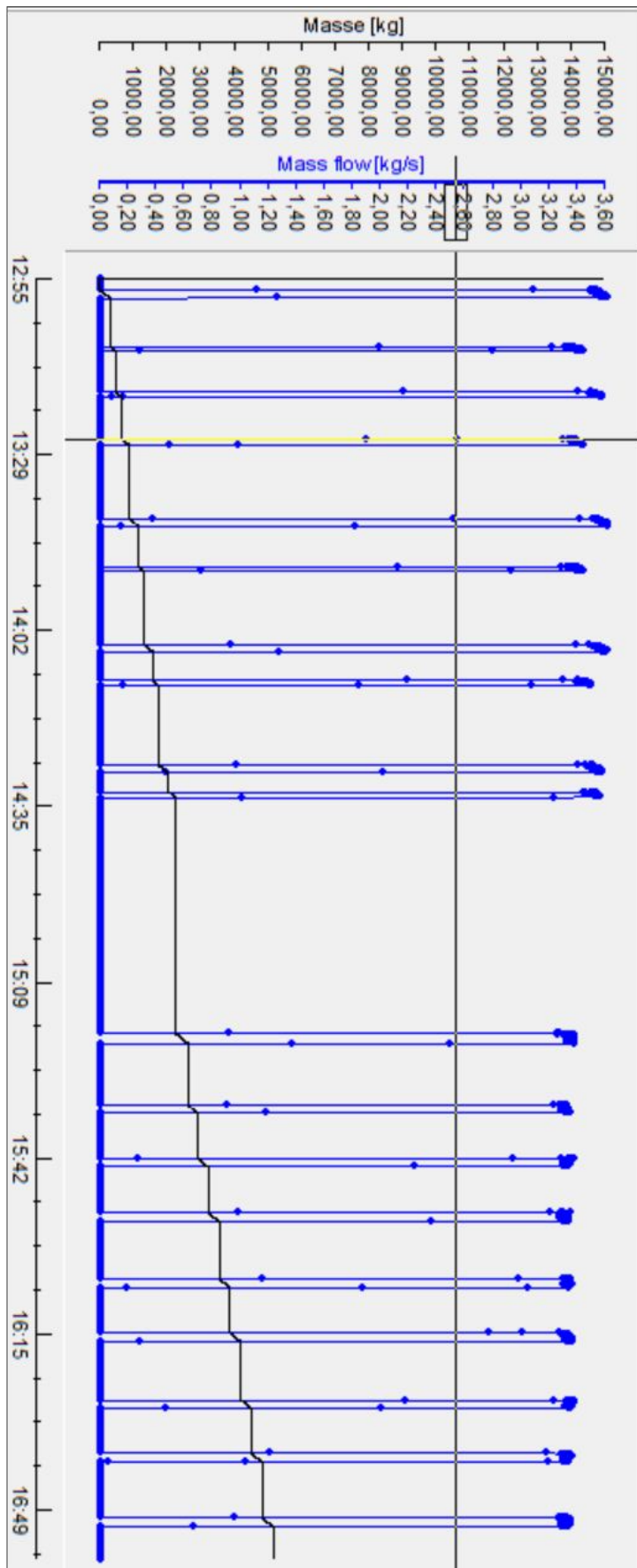
Bilaga 7.



Bilaga 8.



Bilaga 9.



HÖGSTA UPPMÄTTA TEMPERATURER

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Snitt
2010		2,0**	9,0°	18,0°	27,0°	27,0°	32,0°	29,0°	20,0°	13,0°	10,0°	0,0°	
2011	3,0°	2,0°	7,0°	17,0°	28,0°	30,0°	31,0°	26,0°	21,0°	16,0°	11,0°	9,0°	16,8°
2012	4,0**	3,0**	9,0°	16,0°	22,0°	20,0**	30,0°	25,0°	23,0°	15,0°	9,0**	3,0°	14,9°
2013	4,0°	6,0°	3,0**	14,0°	27,0**	29,0°	28,0°	29,0°	22,0°	15,0**	9,0°	8,0°	16,2°
2014	7,0°	7,0°	10,0°	18,0°	31,0°	28,0°	31,0°	31,0°	23,0°	15,0**	11,0**	6,0°	18,2°
2015	6,0**	7,0**	15,0°	16,0**	20,0°	25,0°	27,0**	28,0°	21,0°	16,0°	13,0°	11,0°	17,1°
2016	5,0°	6,0°	13,0°	19,0°	23,0**	27,0°	27,0°	26,0°	21,0°	14,0**	8,0**	8,0°	16,4°
2017	5,0°	6,0°	9,0°	15,0**	26,0**	24,0°	25,0°	28,0°	20,0**	14,0°	9,0°	6,0**	15,6°
2018	5,0**	1,0°	4,0°	18,0°	27,0°	27,0°	33,0°	31,0°	27,0°	18,0°	11,0°	4,0°	17,2°
2019	4,0°	8,0°	12,0**	22,0°	27,0°	30,0°	31,0**	26,0**	25,0**	13,0**	11,0**	8,0**	18,1°
2020	8,0°	8,0°	12,0°	18,0°		29,0°	26,0°	26,0°	23,0°	19,0**	13,0°		
2021	4,0**												
Snitt	5,0°	5,1°	9,4°	17,4°	25,8°	26,9°	29,2°	27,7°	22,4°	15,3°	10,5°	6,3°	

Tabellen visar den högsta temperatur som uppmätts under en månad. Temperaturen i de färgade rutorna representerar alltså endast en observation (den högsta).

Technical Data of MISSION™ OS 3300 Boiler

General

- Boiler type: Small Oilfired Boiler
- Model: 3300
- Classification Society:..... LRS, DOT
- Project No.: 34312 + 34314
- Newb. No.: 289 + 290
- Boiler No.: 10024 + 10027
- Language: English

Boiler Design Data

- Steam output: 2,800 kg/h
- Normal working pressure:..... 7.0 barg
- Max. allowable working pressure: 9.0 barg
- Test pressure:..... 13.5 barg
- Feed water temperature: 60°C
- Max. allowable shrink: 0.45 m³
- Max. allowable swell: 0.45 m³
- Flue gas temperature (clean boiler): 335°C
- Draft loss across pin-tube elements: 70 mmWC
- Flue gas flow: 4,050 kg/h

Boiler Dimensions

- Diameter incl. insulation: 2,150 mm
- Height to smoke outlet:..... 3,736 mm
- Weight excl. water: 8,200 kg
- Operation weight: 12,100 kg
- Number of pin-tube element: 9