Alfa Laval Aalborg Dual Fuel Boilers

– Marine Webinar : New Fuels

ボイラー＆ガスシステム営業本部
福島　鉄朗

https://www.sli.do/ イベントコード**#Z**693

Agenda

– Dual Fuel Boiler

1. 製品ラインアップ
2. バーナー及びガス関連機器
3. オペレーションモード
4. 納入実績
5. アフターサービス体制

https://www.sli.do/ イベントコード**#Z**693

Aalborg Dual Fuel Boilers

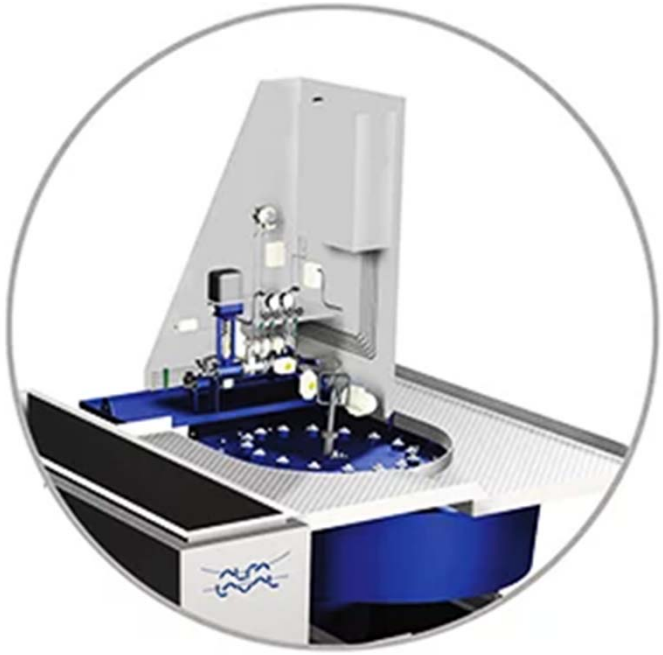
– ボイラ製品ラインナップ

Aalborg OS-TCi, CHB	Aalborg OC-TCi Composite	Aalborg OH Horizontal	Aalborg OL & OM-TCi	Aalborg D Multiple burners
0.75 – 8.0 t/h	1.6 - 6.5 t/h	0.75 – 16.0 t/h	8.0 – 45.0 t/h	25 - 200 t/h

https://www.sli.do/ イベントコード**#Z**693

Aalborg MF PA　　Aalborg MF SA

– 燃焼装置



【主な特徴】

- モジュラー構造
- 容易なメンテナンス性
- Boiler, Burner, GVU(ガス関連機器)含めて自社開発製品

・小型ボイラー向け（～8.0 t/h)

・圧力噴霧方式

・中・大型・超大型向け（8.0 ～ 45 t/h)

・蒸気噴霧式

GVU (Gas Valve Unit) & Extraction Fan Unit

– ガス供給及び制御関連機器 自社設計及び製造 In-house engineering and production

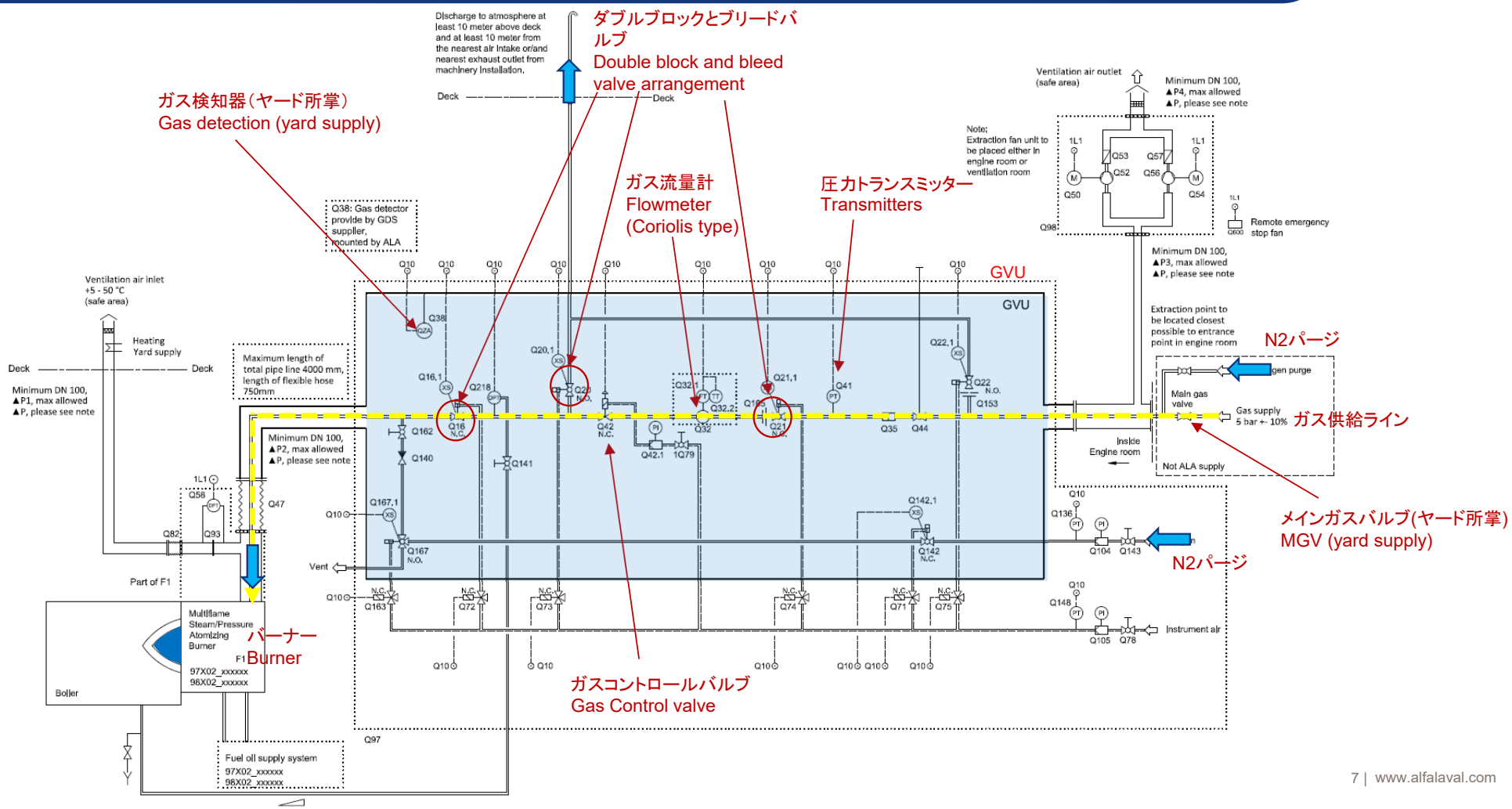
- GVU (Gas Valve Unit)、密閉型ガスバルブ装置
  - バーナーへの燃焼ガス圧・量の調整
  - MGV（マスターガスバルブ）の2次側へ設置されます
  - 設計圧力：10 bar（g）
  - ガス供給圧力：5 bar（g）+/- 10% (標準仕様の場合)
  - フリーフロー仕様にも対応：0.45 bar(g) 以上
  - DN規格の溶接配管（50、80、100）
  - ガス流量計 ： Coriolis mass type（標準装備）
  - ガスリークテスト機能

- Extraction Fan Unit、換気装置
  - 換気用空気はその囲壁内体積の最低30倍（vol / h）必要
  - 45ºCにおけるファン容量は100 m3 / h以上（換気抵抗による）
  - 換気流量は差圧計測によって継続的監視
  - ファン2式と防爆モーター2式の一体型 (2 sets x 100%)
  - 設計圧力：5 bar（g）

- Gas detector inside GVU (yard supply) ガス検知装置（造船所所掌）
  - 船舶のガス検知システムに直接信号を出力
  - エンジンルーム内のすべてのガス配管には二重壁が必要

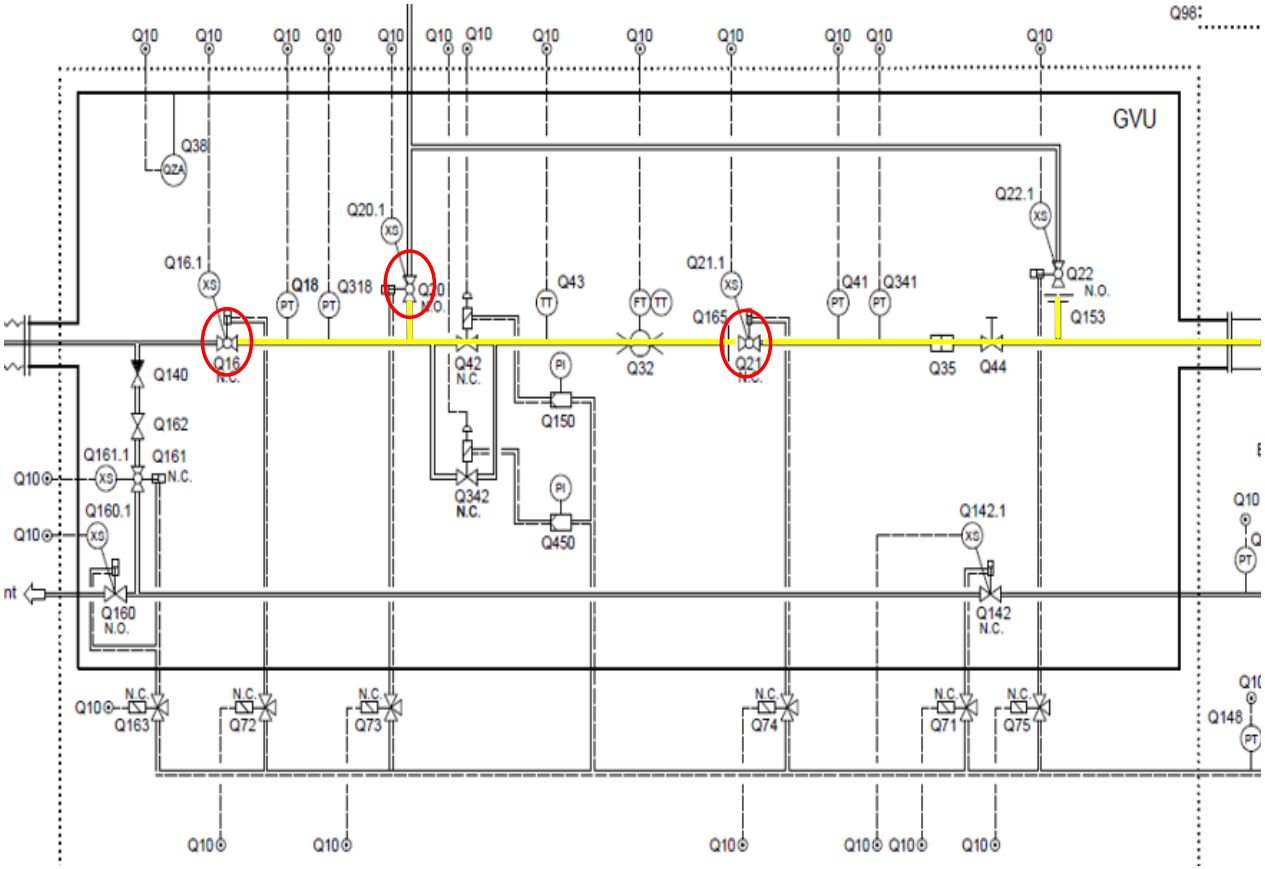
Gas Supply System

– P&ID of GVU



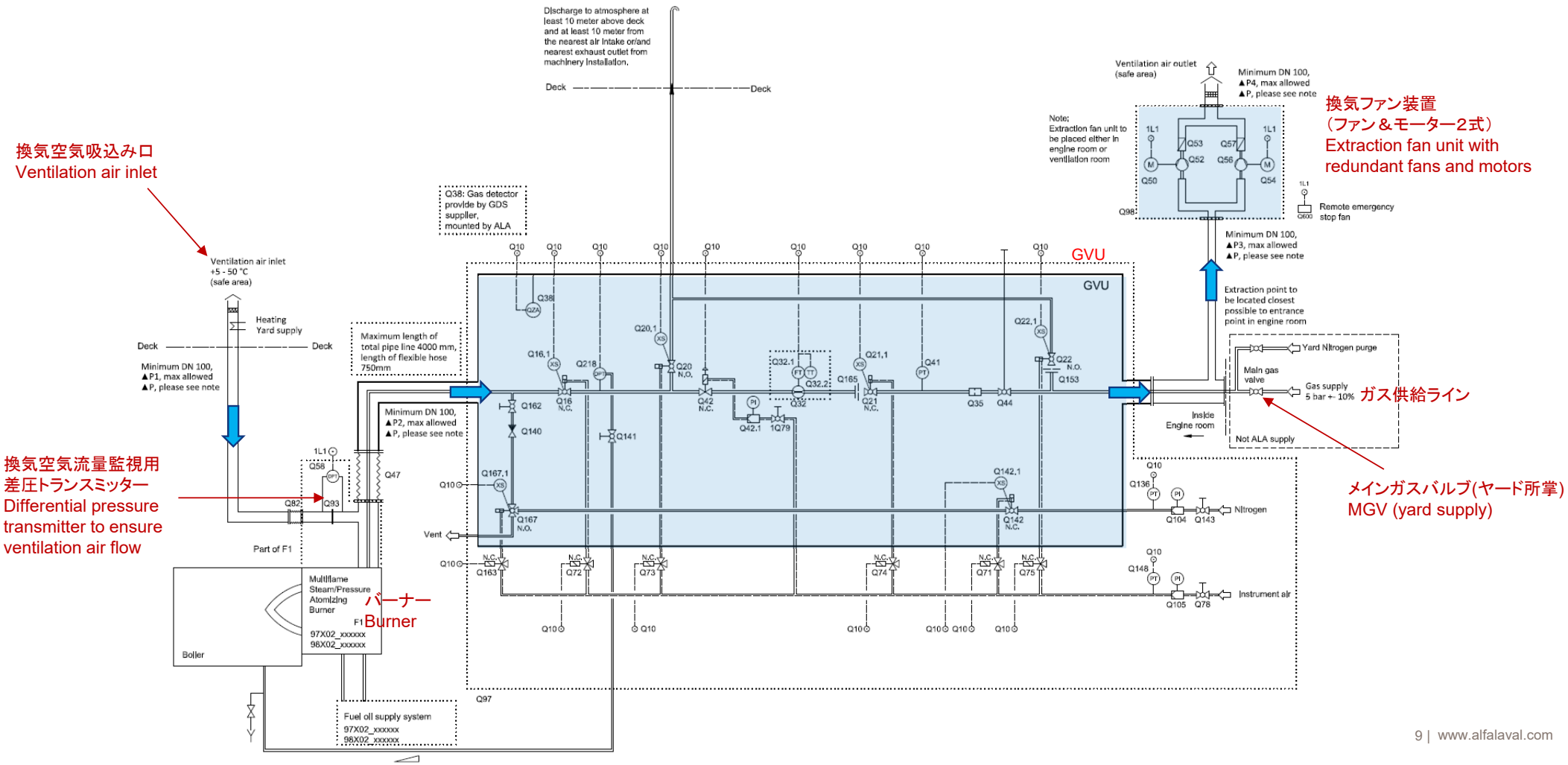
Gas leakage test

- ガスダブルブロック弁の完全性を検証を目的
- ダブルブロックとブリードバルブ間の配管を分離し、圧力変化を監視します。
- 燃料ガスをテスト用の媒体として使用します。
- 緊急停止後の再起動時
  またはオペレーターの選択によりテストが可能



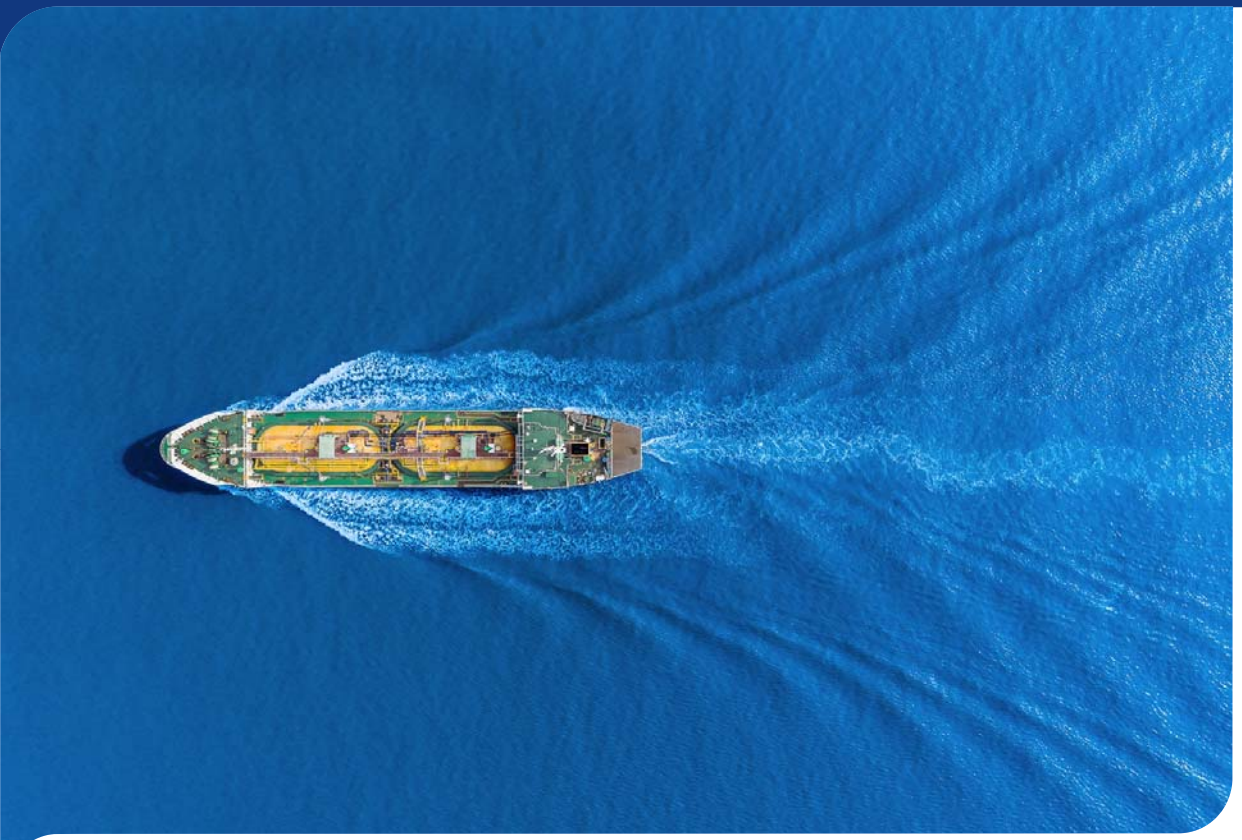
Gas Supply System

– P&ID of GVU



Operational modes & functions

– ALTC – 運転モード＆機能

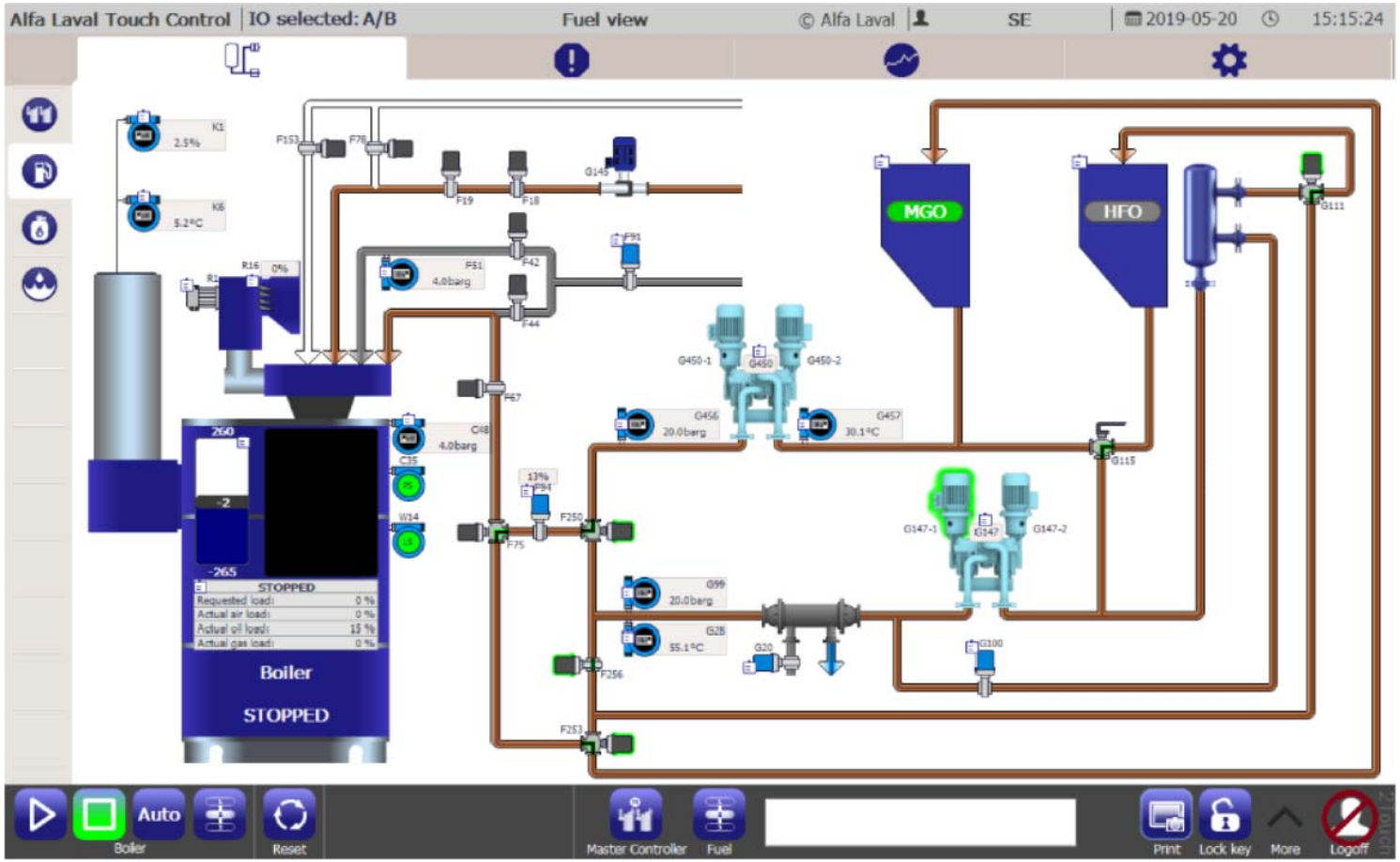


- オイル専焼モード
- ガス専焼モード
- デュアル燃料モード(オイル&ガス)

- BOG(ボイルオフガス)処理機能
  タンク圧力制御、蒸気供給 / ダンプ処理
- フリーフロー機能
  タンク圧力制御、蒸気供給 / ダンプ処理
- ガスアップ/ガスフリー機能
  ベントガスの焼却処理

Alfa Laval Touch Control (ALTC)

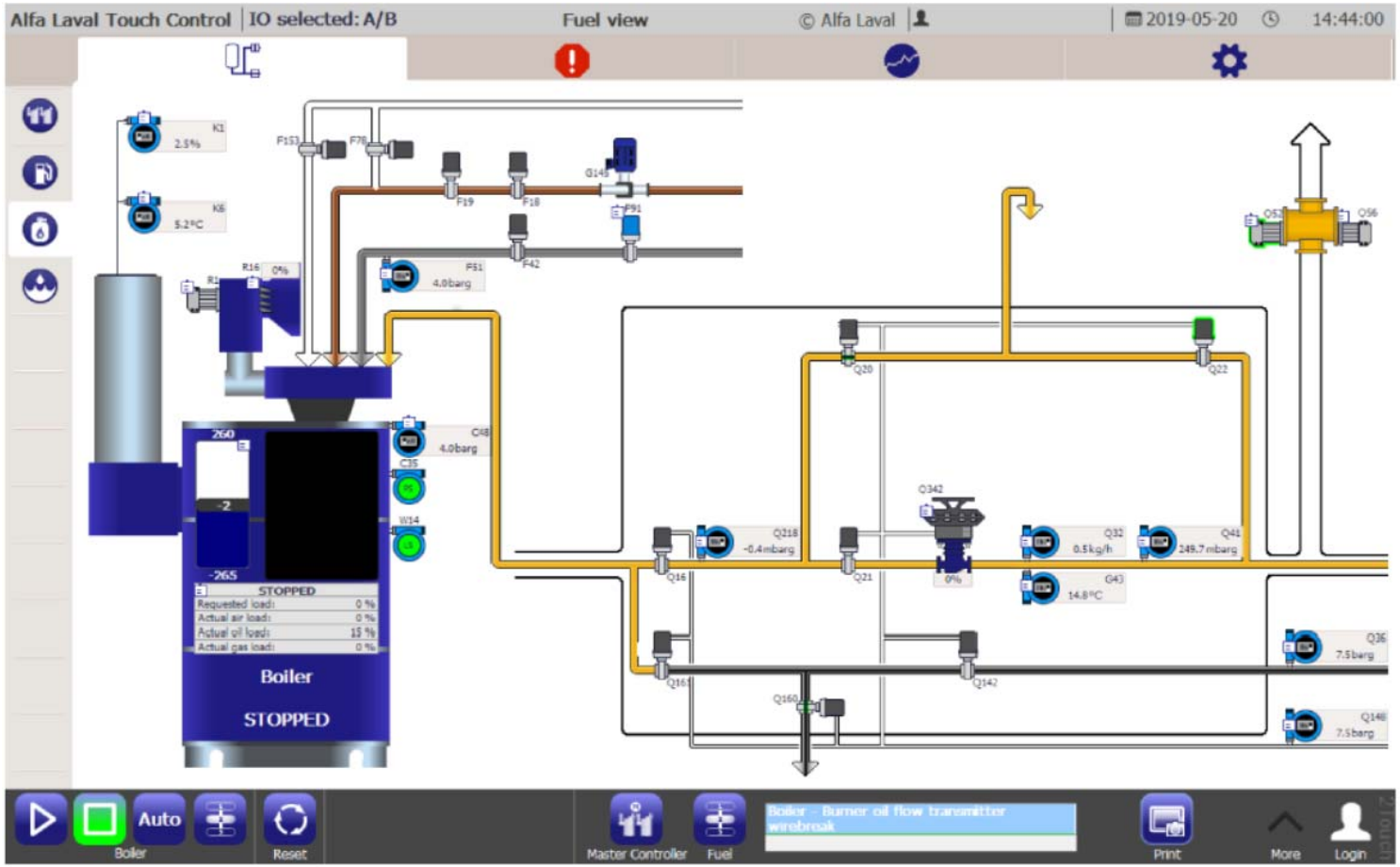
– オペレーションモード



https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Alfa Laval Touch Control (ALTC)

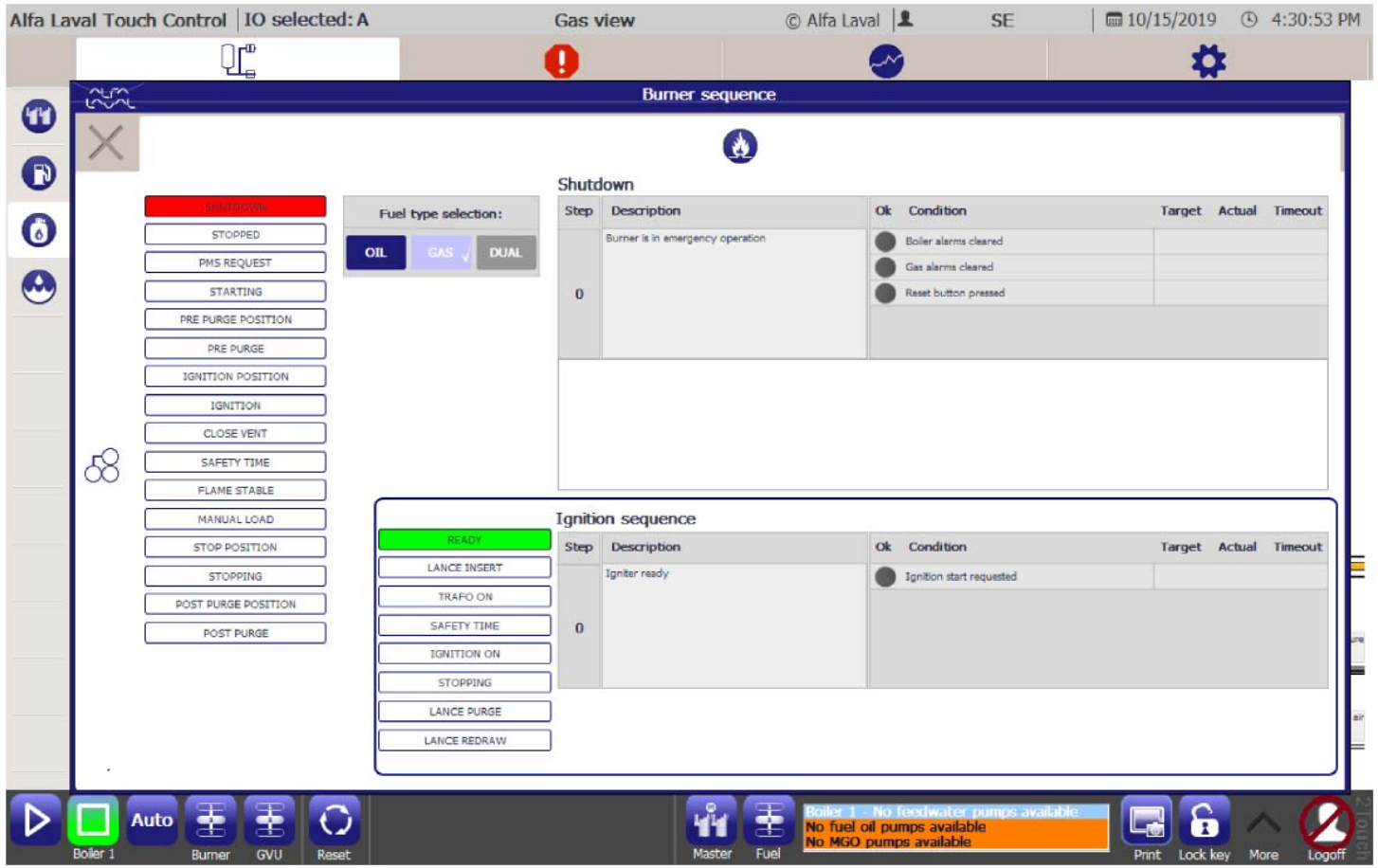
– オペレーションモード



https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Alfa Laval Touch Control (ALTC)

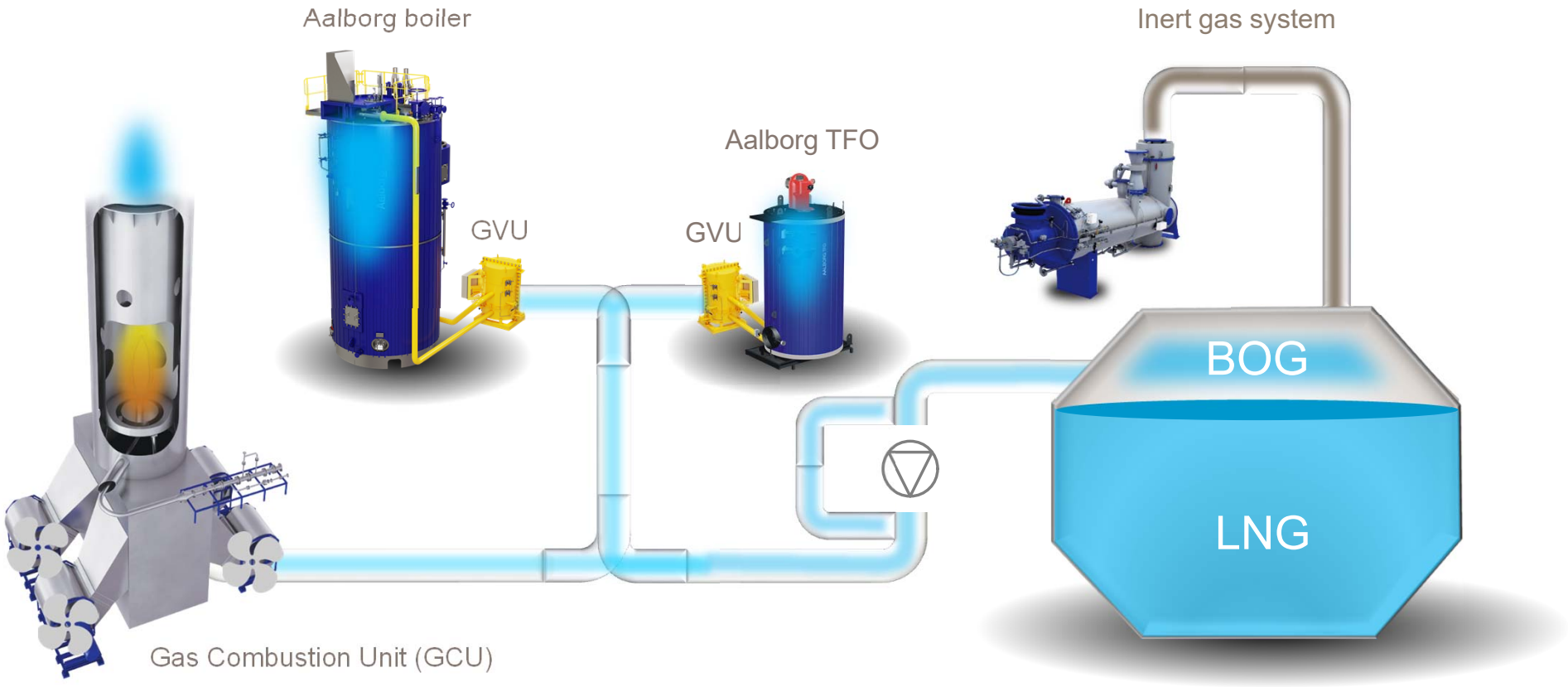
– オペレーションモード



https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

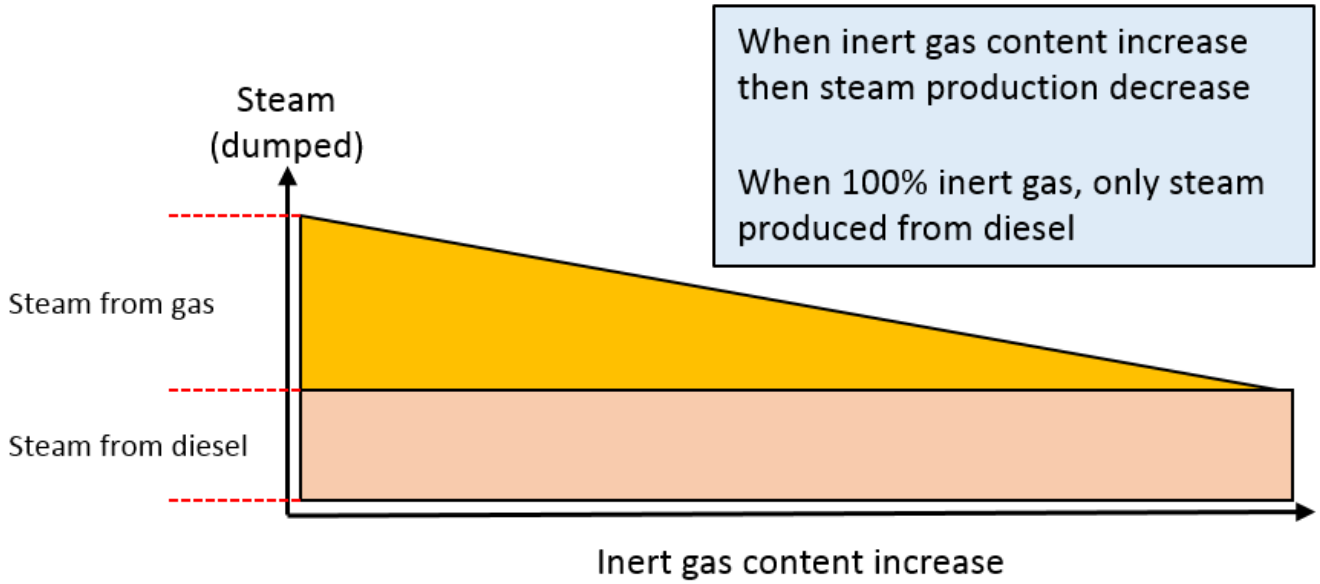
Operational functions

– BOG Handling, Free Flow, Gassing up-Gas Freeing



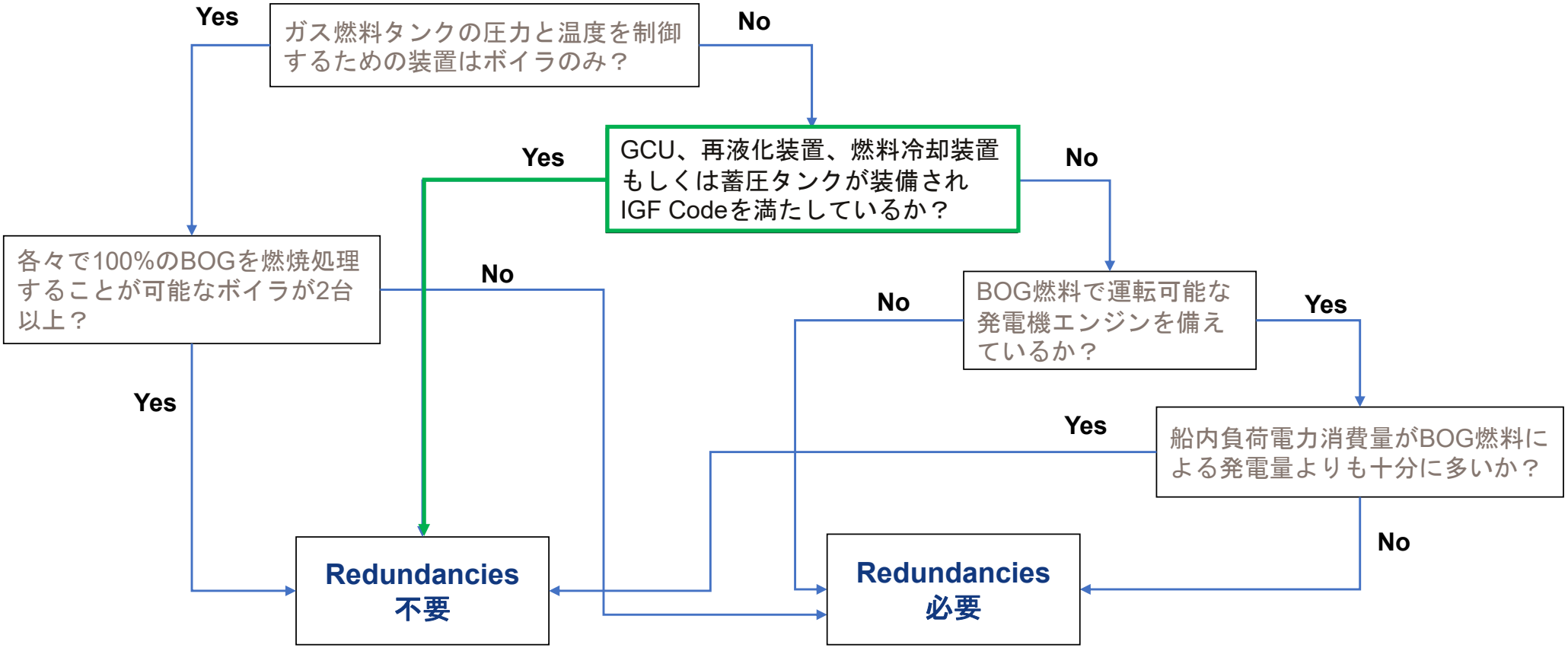
Gassing-up and Gas Freeing Function

– Operational Functions



Tank pressure control – GCU functionの重要性

– Operational Functions – BOG Handling



Boilers with GCU function

Operational Functions : Bog Handling - Definition of redundancy level

- 機械部品の冗長性
  - ・バルブセット、FDファン
  - ・トランスミッター類
  - ・イグナイター
- 制御システムの冗長性
  - ・コントロールパネルのPLCの2重化
  - ・ECRのリモートタッチスクリーン
- 余剰蒸気ダンプシステムへの対応
  - ・ダンプ制御弁の2系統配置
  - ・ダンプ処理容量の25%アップ

GCU functionを含めたガス燃焼のリスク分析は全て検証済

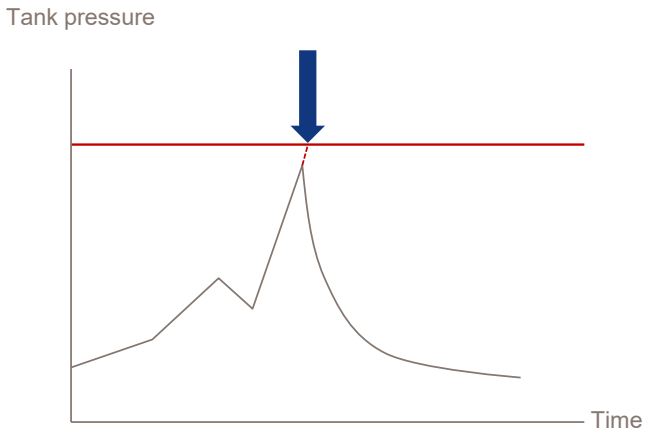
https://www.sli.do/ イベントコード**#Z**693

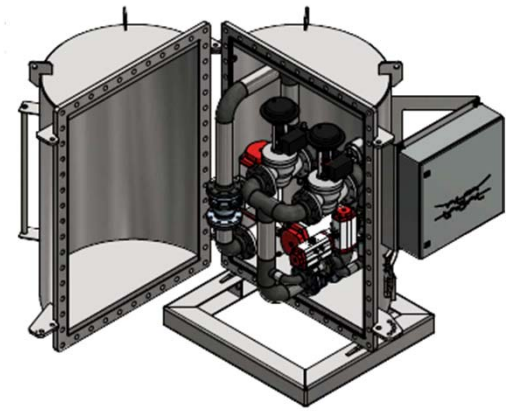
Boiler with GCU function

オペレーション　ファンクション: BOG Handling

- BV: Steel Ships – January 2018, Pt C, Ch 1, Sec 3
  - Clause 7.2.2 *"…spare components ready for installation in a short time may be considered in lieu of duplicated components"*

Spare part solution
vs
Alfa Laval Built-in
Redundancy



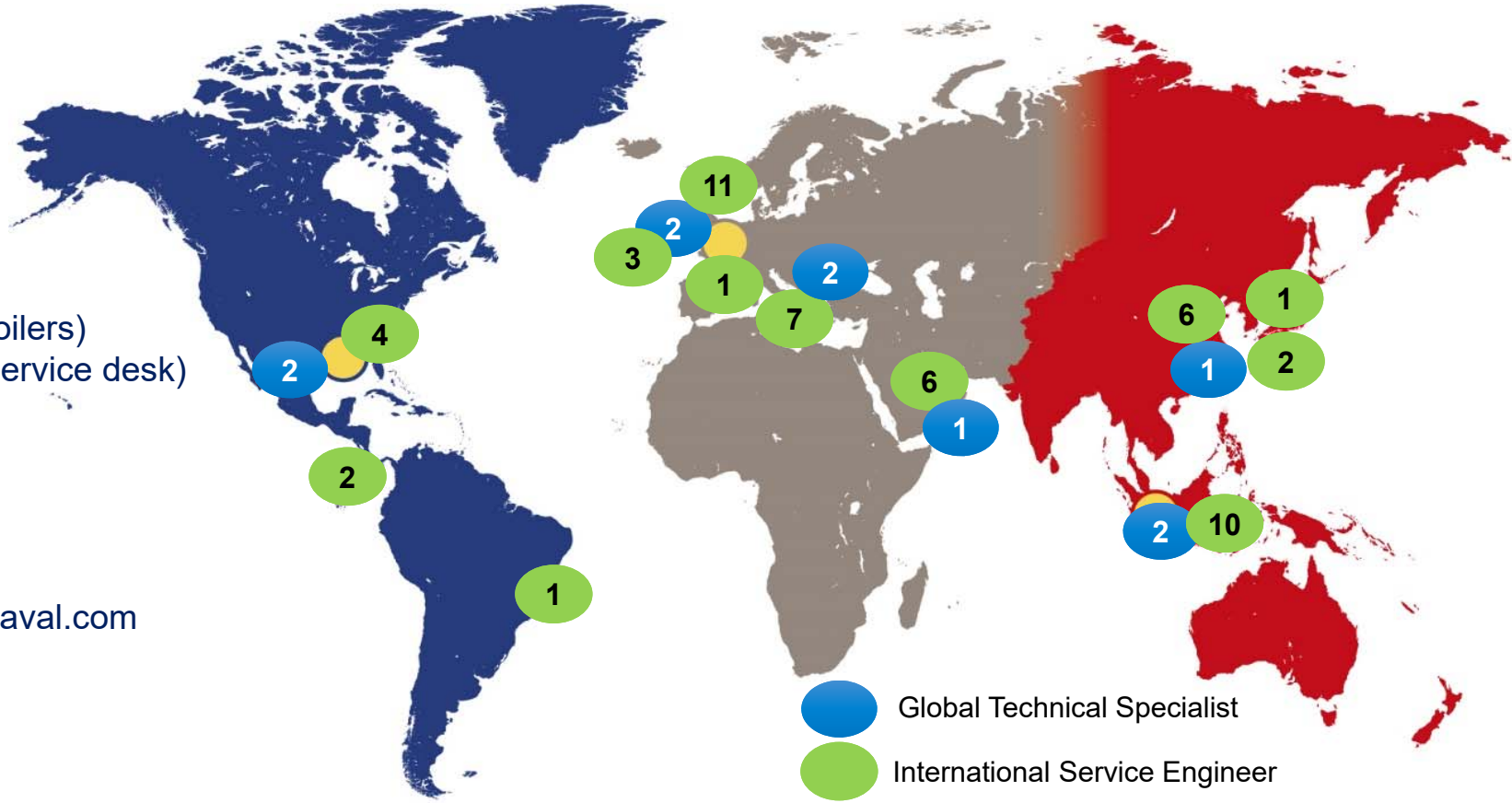


冗長性は本船の重要な安全機能であり、妥協することはできません！

International Marine Service

- サービスデスク:
  - Houston (Americas)
  - Aalborg (BU and EMEA Boilers)
  - Singapore (Asia + China service desk)

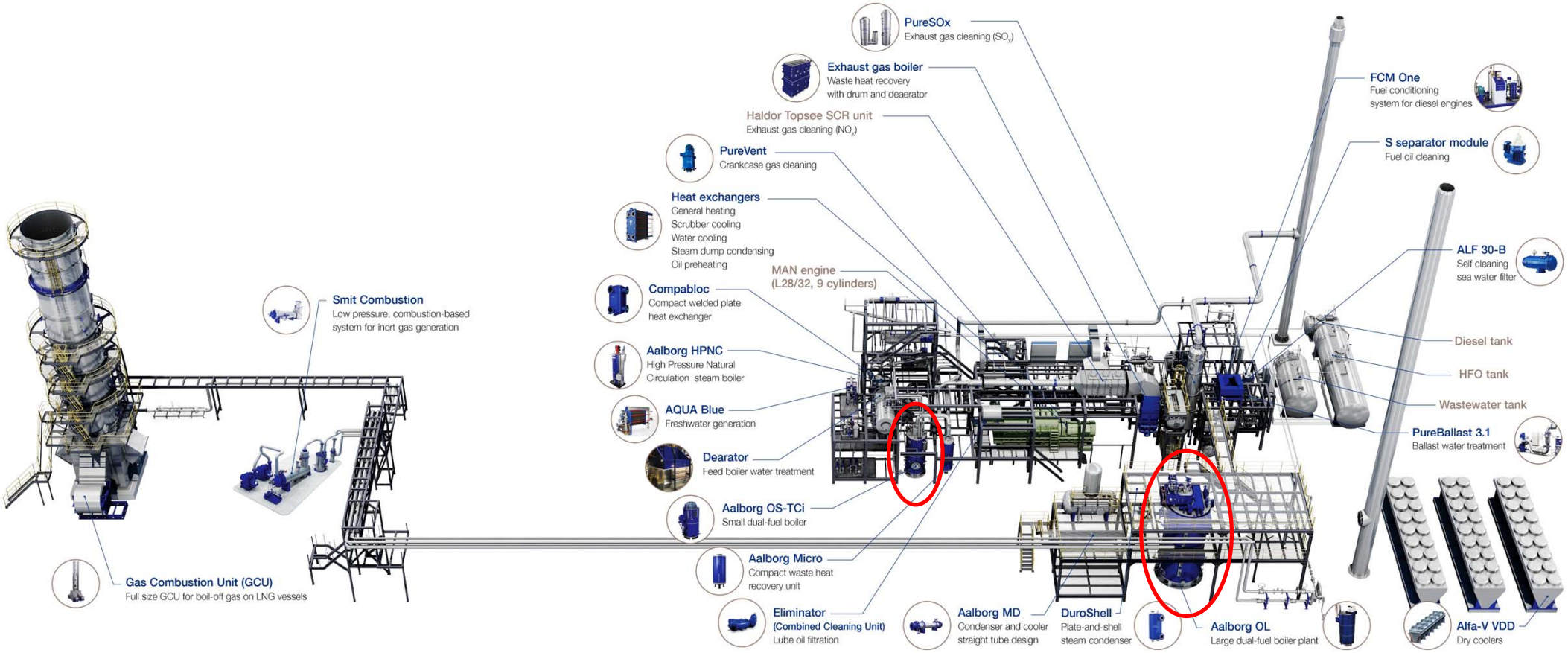
- Pbx: +46 46 36 77 00
- Email: marine.service@alfalaval.com



09:30 – 18:30 | 08:30 – 17:30 | 08:30 – 17:30

Test & Training facilities

– Aalborg, Denmark



https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Selected references for Dual fuel boilers

Boiler amount	Boiler type	Boiler capacity	Burner type	Vessel amount	Vessel type	Contract year	Shipyard	Ship owner	GCU function
1	Aalborg OM	35 ton/h	Dual Fuel	1	LNGRV	2006	DSME	Exmar/Excellerate	
1	Aalborg OM	30 ton/h	Dual Fuel	1	LNGRV	2007	DSME	Exmar/Excellerate	
3	Aalborg OL	50 ton/h	Dual Fuel	3	LNGRV	2008/09	DSME	Exmar/Excellerate	
1	Aalborg OL	16 ton/h	Dual Fuel	1	LNGC	2008	STX	Elcano	
2	Aalborg OL	15 ton/h	Dual Fuel	4	4xLNGC	2010/2011	STX	Sovcomflot	
2	Aalborg D	65 ton/h	Dual Fuel	1	LNGCFSRU	2012	HHI	Hoegh LNG	
1	Aalborg OM	7 ton/h	Dual Fuel	10	Container vessels 14.4kTEU	2013	HHI	UASC	
1	Aalborg OM	8 ton/h	Dual Fuel	7	Container vessels 19kTEU	2013	HHI	UASC	
2	Aalborg OL	35 ton/h	Dual Fuel	15	LNGC	2014/2015	DSME	Dynagas/Sovcomflot/TeeKay/MOL (YAMAL)	
1	Aalborg OS	6.5 ton/h	Dual Fuel	2	LNGC	2014	Imabari	Elcano	
2	Aalborg OS	6.5 ton/h	Dual Fuel	1	LNGC	2016	DSME	E.ON	
2	Aalborg OH	2700 kW	Dual Fuel	1	Ro/Ro	2013	Fincantieri	STQ (Quebec)	
1	Aalborg CHB	4 ton/h	Dual Fuel	1	Ice-breaker	2014	Arctech	Finnish Transportation agency	
2	Aalborg CHB	5 ton/h	Dual Fuel	1	Cruiseferry	2015	Meyer Turku	Tallink	
1	Aalborg CHB	1.6 ton/h	Dual Fuel	2	Bulkcarrier	2016	Qingshan Shipyard	ESL Shipping	
2	Aalborg TFO	3000 kW	Dual Fuel	1	Bitumentanker	2015	Besiktas	Transport Desgagnes	
2	Aalborg TFO	3000 kW	Dual Fuel	3	Chemicaltanker	2016	Besiktas	Transport Desgagnes	
1	Aalborg TFO	2000 kW	Dual Fuel	1	Multipurposevessel	2015	La Naval	DEME	
2	Aalborg OL	25 ton/h	Dual Fuel	2	Crude Oil Tanker	2017	SHI	AET	
2	Aalborg OS	5 ton/h	Dual Fuel	1	FSRU	2017	HHI	SWAN	
1	Aalborg OL	35 ton/h	Dual Fuel	2	Shuttle tanker	2017	SHI	AET	
2	Aalborg CHB	5 ton/h	Dual Fuel	1	Cruiseferry	2017	Xiamen Shipbuilding	Viking Line	
1	Aalborg OL	14 ton/h	Dual Fuel	9	Container vessels 22k TEU	2018	Hudong	CMA-CGM	Yes
2	Aalborg CHB	6 ton/h	Dual Fuel	1	Cruise vessel	2018	VARD Group A/S	Ponant	
1	Aalborg OM-TCi	20 ton/h	Dual Fuel	2+2	Cruise vessel	2018	Chantiers de l'Atlantique	MSC	
2	Aalborg OM-TCi	10 ton/h	Dual Fuel	2+2	Cruise vessel	2019	Meyer Turku	RCCL	
2	Aalborg CHB	4 ton/h	Dual Fuel	2+6	Cruise vessel	2019	Meyer Werft	Silversea	
2	Aalborg CHB	5 ton/h	Dual Fuel	1	Cruiseferry	2019	RMC	Tallink	
2	Aalborg OS-TCi	4 ton/h	Dual Fuel	4	Bulk Carrier 180K	2019	Hyundai Samho	H-Line	Yes
1	Aalborg OS-TCi	0,8 ton/h	Dual Fuel	1	RoRo Vessel	2019	Jiangnan	UECC (Wallenius+NYK)	
1	Aalborg OL	10.5 ton/h	Dual Fuel	5	Container Vessel 15K TEU	2019	Jiangnan/Hudong	CMA-CGM	Yes
2	Aalborg OS-TCi	6.5 ton/h	Dual Fuel	3	LNGC	2019	DSME	MOL	
2	Aalborg TFO	2000 kW	Dual Fuel	2	RoRo Vessel	2019	Kuzeystar	Rosmorport	
1	Aalborg OC-TCi	1,6/0,5 ton/h	Dual Fuel	4	MR Tanker	2019	Hyundai Mipo	JP Morgan	Yes
1	Aalborg OS-TCi	4.2ton/h	Dual Fuel	2	RoRo Vessel	2019	Yantai Raffles	Wallenius	
3	2xAalborg OL + 1xAalborg OC-TCi	OL 30ton/h + OC-Tci (3.5/1.1 t/h)	Dual Fuel	2	110K DWT Crude Oil Tanker	2019	New Times Shipyard	Eastern Pasific Shipping.	
2	Aalborg D	45 ton/h	Dual Fuel	1	VLCC	2019	Dalian Shipyard	COSCO Energy	
2	Aalborg OL	30 ton/h	Dual Fuel	5	Ultra Arctic-2 LNGC	2020	SHI	Sovcomflot	
1	Aalborg OSTCi	7 ton/h	Dual Fuel	2	LNGC	2020	Hudong	K-Line	
1	Aalborg OSTCi	2,5 ton/h	Dual Fuel	1	RoRo Vessel	2020	Visentini	Visentini	

Selected references for Dual fuel boilers

2018年以降の主な受注実績

隻数	船型	造船所	船主	ボイラー構成	Remarks
9	22k TEUCV	Hudong Shipyard	CMA-CGM	1x 14.0 t/h	Incl. GCU function
4	180k BC	Hyundai Samho	H-Line	2x 4.0 t/h	Incl. GCU function
5	15k TEUCV	Jiangnan/Hudong	CMA-CGM	1 x 10.5 t/h	Incl. GCU function
1	Ro-Ro	Giangnan	UECC (Wallenius+NYK)	1 x 0.8 t/h	
3	LNGC	DSME	MOL	2 x 6.5 t/h	
4	MR Tanker	Hyundai Mipo	JP Morgan	1 x 1.6/0.5 t/h	Incl. GCU function
2	Ro-Ro	Yantai Raffles	Wallenius	1 x 4.2 t/h	
2	110k COT	New Times Shipyard	Eastern Pacific Shipping	2 x 30.0 t/h + 1 x 3.5/1.1 t/h	
1	VLCC	Dalian Shipyard	COSCO Energy	2 x 45.0 t/h	
2	LNGC	Hudong Shipyard	K-Line	1 x 7.0 t/h	

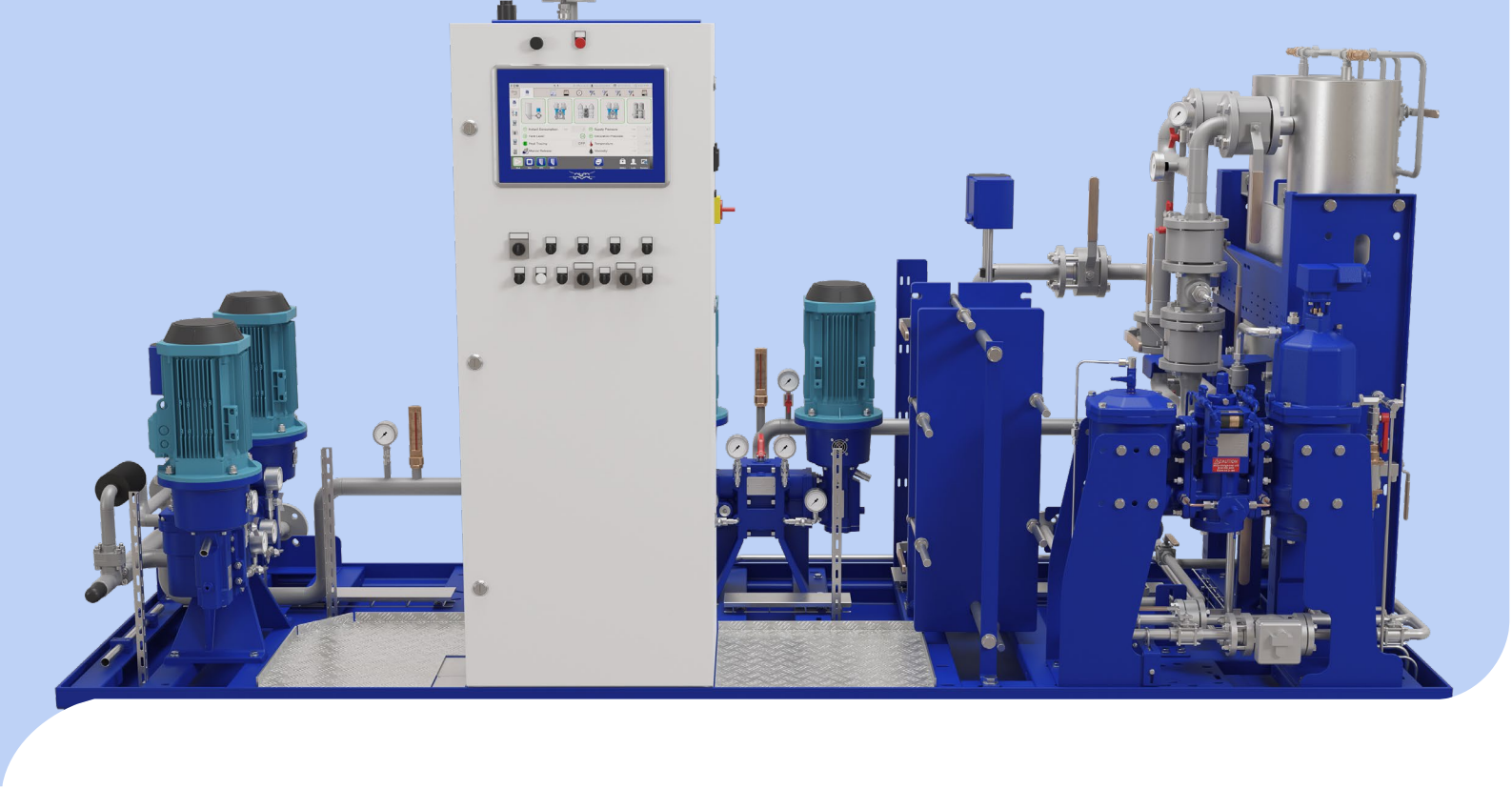
Advantage of Aalborg Dual Fuel Boiler

– まとめ

弊社DFボイラーの強み

- Boiler, Burner及びガス関連機器を含めて、自社開発 / 製造
  - > ボイラープラント全体を考慮した最適設計
  - > 弊社テストプラント(テストセンター)での実証テストを実施
  - > 規制変更による改造などにも迅速な検証対応が可能
- ガスを取り扱う上で必要なリスク分析を実施済
  - > お客様(造船所、船級)からのリスクアセスメントに対して、迅速に資料提出が可能
- グローバルなアフターサービス体制
- 豊富な納入実績
- 船陸間通信サービス“Connectivity”の提供が可能

Thank you for your attention



燃料コンディショニング（供給・調整）システム

- Fuel Conditioning of compliant fuels（適合油用）
- Fuel conditioning of alternative fuels（代替燃料用）

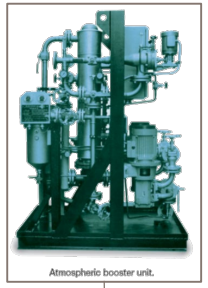
アルファ・ラバル株式会社

マリン＆ディーゼル機器営業部

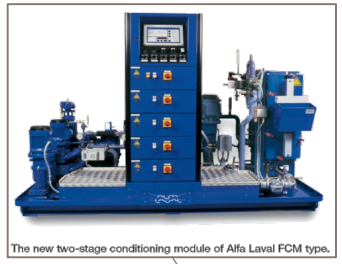
藤原 敬和

https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Alfa Laval 燃料コンディショニングの歴史



Early 70's
Athmospheric booster



2002
FCM

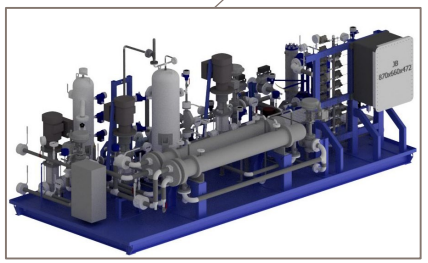
2013
FCM One

2017
FCM LPG R&D for MAN-ES

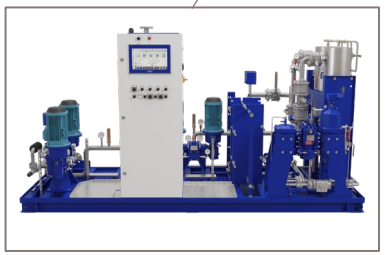
1978
SBM

2010
ACS

2014
FCM MeOH



2019
FCM Oil 1.5



https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Alfa Laval 燃料コンディショニングのポートフォリオ

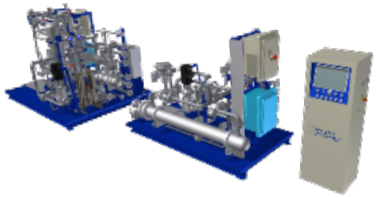
FCM Oil

Residual fuels

Distillate fuels

Emulsified fuels

FCM LFF

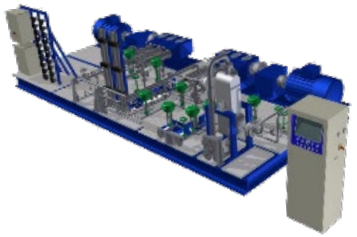


Methanol

LPG

Ammonia

FCM Gas



From 2021

LNG high pressure

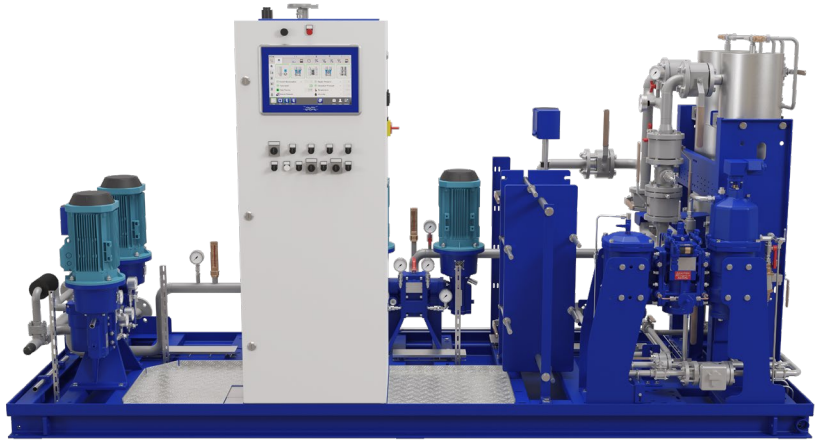
LNG low pressure

Alfa Laval FCM Oil　燃料油用FCM

Ready for 2020 Fuels　適合油への対応

TODAY SCENARIO : 従来の燃料から適合油への移行

- 適合油は使用可能
- 多種多様な燃料パラメータ値
- 従来のHFO用にデザインされた装置を用いての適合油のハンドリング

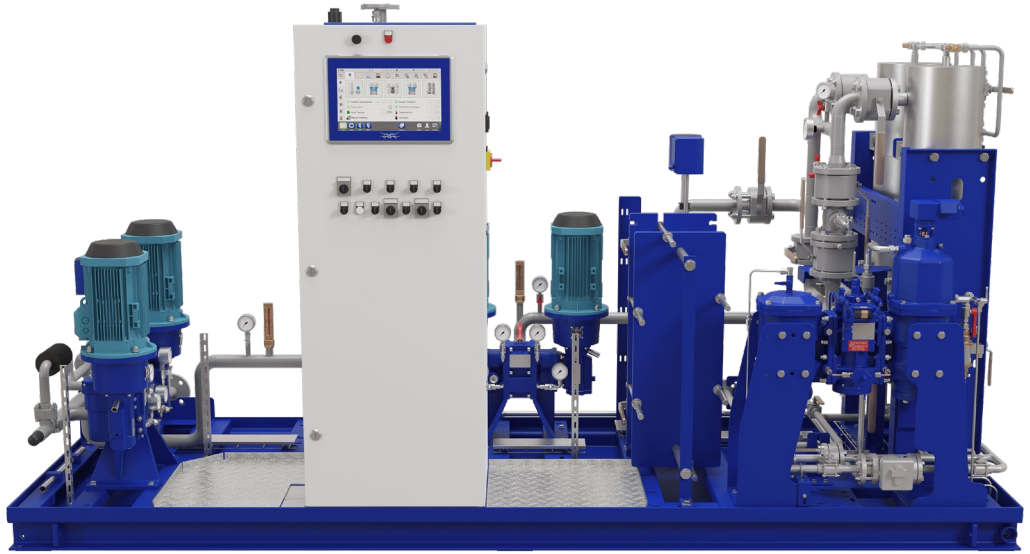


Alfa Laval FCM Oil 燃料油用FCM

Ready for 2020 Fuels 適合油への対応

Ready for 2020 fuel handling 適合油への対応 : FCM 1.5

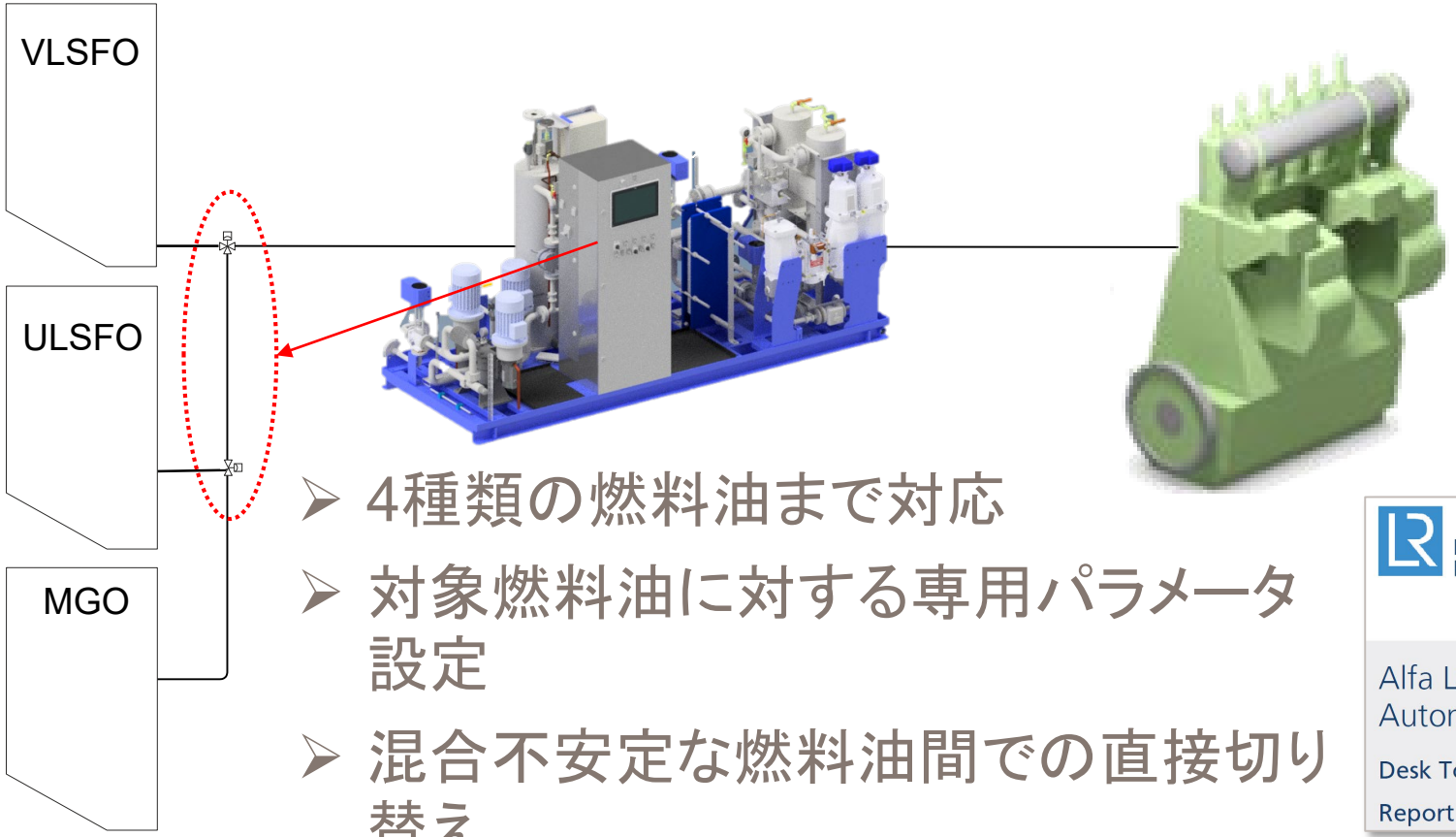
- 粘度監視とコントロール
- 触媒粒子に対するより一層の保護として、10 µm フィルタの搭載（高圧・循環側）
- リモートコントロール採用
- データ収集並びにエキスポート（外部出力）
- コネクティビティ（Connectivity）



Alfa Laval FCM Oil　燃料油用FCM

Ready for 2020 Fuels　適合油への対応

Automatic Multifuel Management　異種燃料の管理

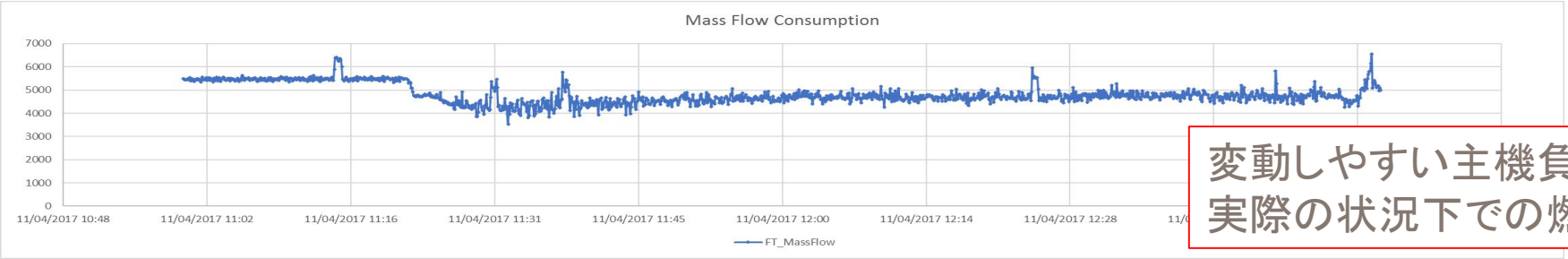


- 4種類の燃料油まで対応
- 対象燃料油に対する専用パラメータ設定
- 混合不安定な燃料油間での直接切り替え

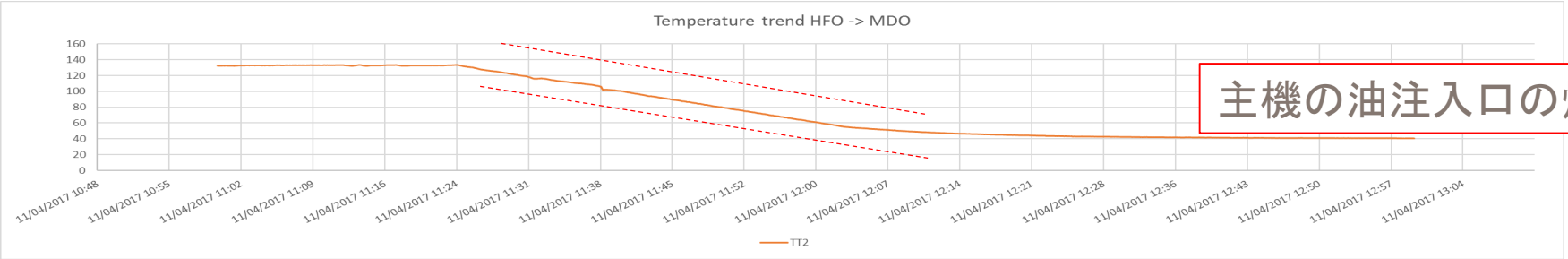
https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM Oil　燃料油用FCM

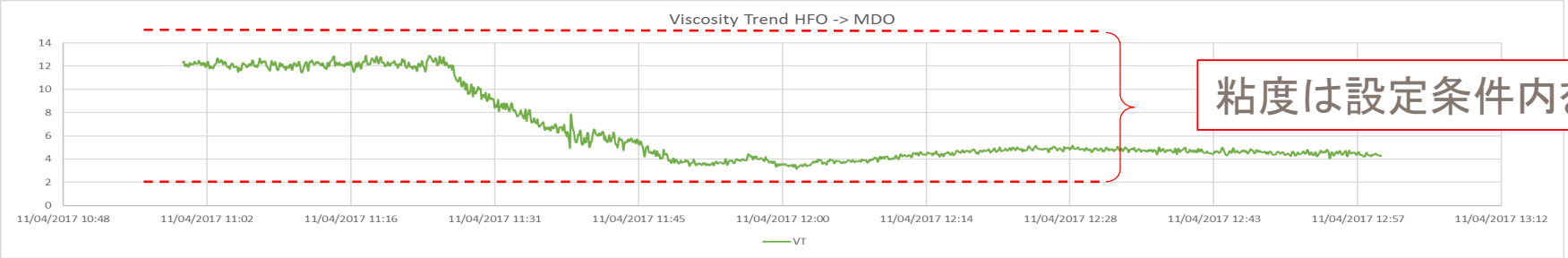
Ready for 2020 Fuels　適合油への対応



変動しやすい主機負荷:
実際の状況下での燃料油切り替え



主機の油注入口の燃料油温度変化 (c°/分)



粘度は設定条件内を維持 (高/低cStを設定)

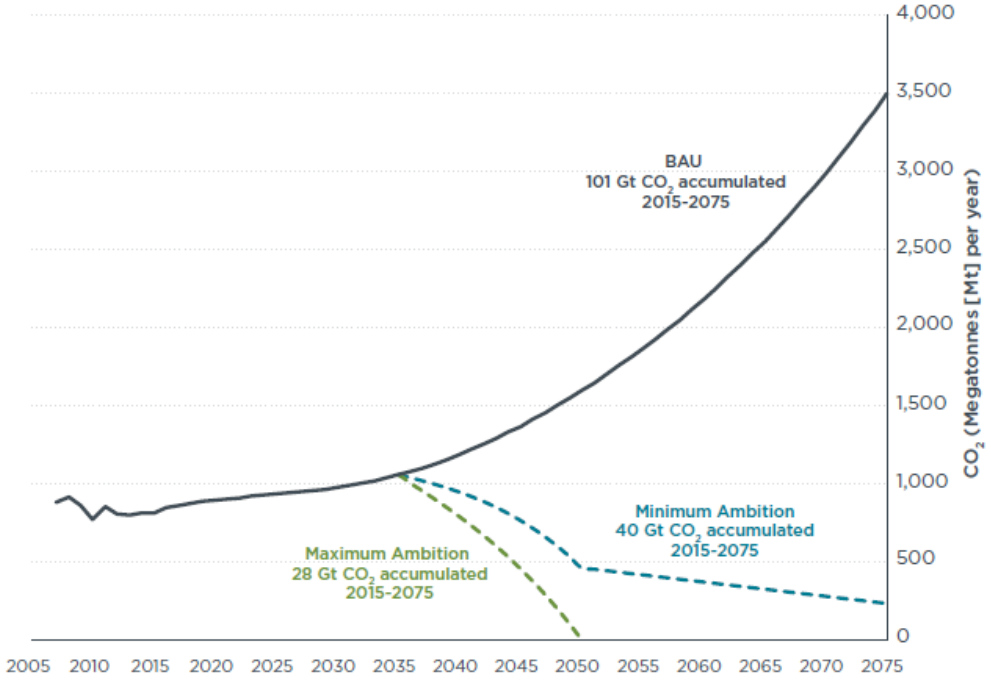
https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM LFSS (Low Flashpoint fuel Supply System)

Ready for alternative Fuels　代替燃料への対応

TOMORROW SCENARIO：舶用業界のCO2排出量削減のための戦略

- 炭素集約度 (carbon intensity) の削減（2030年：-40%、2050年：-70%）
- 2050年までにGHG総排出量の50%以上削減



source: ICCT policy update April 2018

Emission forecast according to business as usual pathway(今まで通りのやり方での排出予測）

Minimum ambition of emission reduction (2100年にゼロ排出とした場合)

Maximum ambition of emission reduction (2050年にゼロ排出とした場合)

https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alternative Fuels Scenario　代替燃料による対応

Comparison among possible fuels　各燃料の比較

- 将来の船舶推進燃料として多くの候補あり
- 有効性や生産できる量、輸送方法、基本的なパラメータ（エネルギ密度、ストレージ（保管）条件、燃焼性、毒性ほか）などにより、適用度合を判断
- ゼロ排出実現のため、グリーンエネルギ (power to liquid) から創出されるカーボンフリーやカーボンニュートラルな燃料

	沸点	非冷却時のストレージ（保管）圧力	エネルギ密度 @標準沸点	特長
	[°C]	[barg]	[MJ/L]	
水素	- 253	--	8,5	Cryogenic technology, low energy density, very low availability, C free, power to liquid
LNG	- 162	--	22	Cryogenic technology, available, high energy density,very high GH effect, power to liquid
LPG	- 42	7,5	26	Non cryogenic, available but less than LNG, no GH effect, high energy density
アンモニア	- 33	8,5	12,7	Carbon free. Non cryogenic, medium energy density, available, power to liquid, no GH effect, C free
メタノール	65	ATM	15	Non cryogenic, medium energy density, available, no GH effect, pwer to liquid
重油	>160	ATM	35	

https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Slidoによるアンケート

次の質問にSlidoでお答えください。

- 以下に挙げる代替燃料で「有効」とお考えのものを選んでください。（複数回答可能）

1. 水素　：　Hydrogen
2. LNG
3. LPG
4. アンモニア　：　Ammonia
5. メタノール　：　Methanol

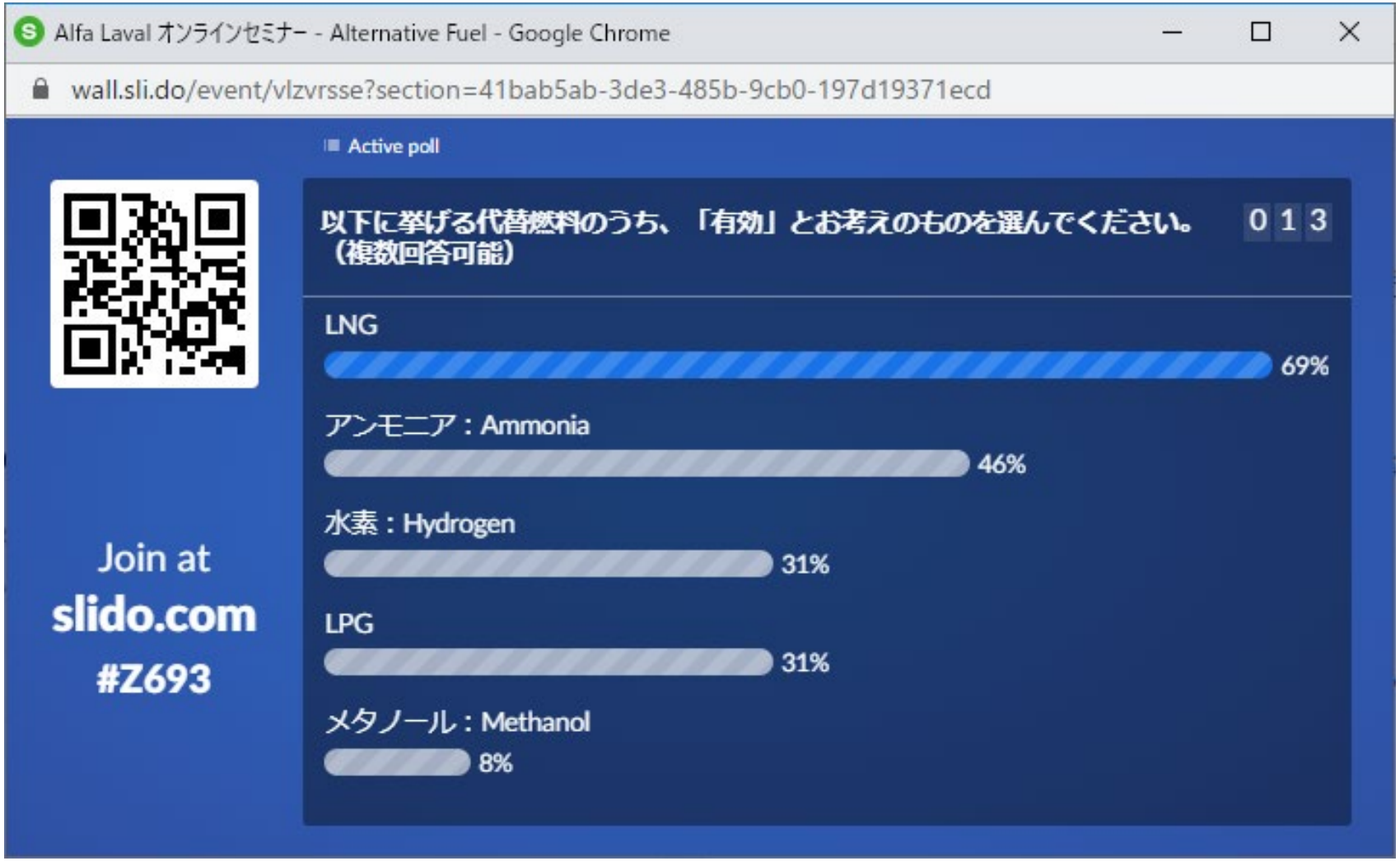
slido

#Z693

https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Slidoによるアンケート（結果）

– *How do you feel what alternative fuels will be major in Marine Field?*



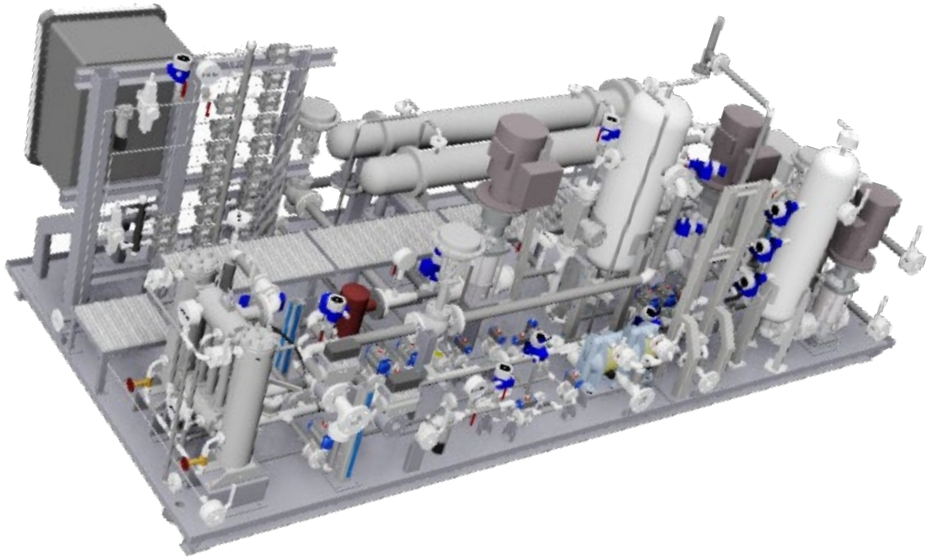
https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Alfa Laval for Alternative Fuels　代替燃料に対する提案

Alfa Laval developing the conditioning process for the new fuels　新たな燃料に対する供給調整装置の開発

2014年より代替燃料用の燃料供給装置(LFSS)を開発・実用化

LPG用LFSS



メタノール用LFSS

https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

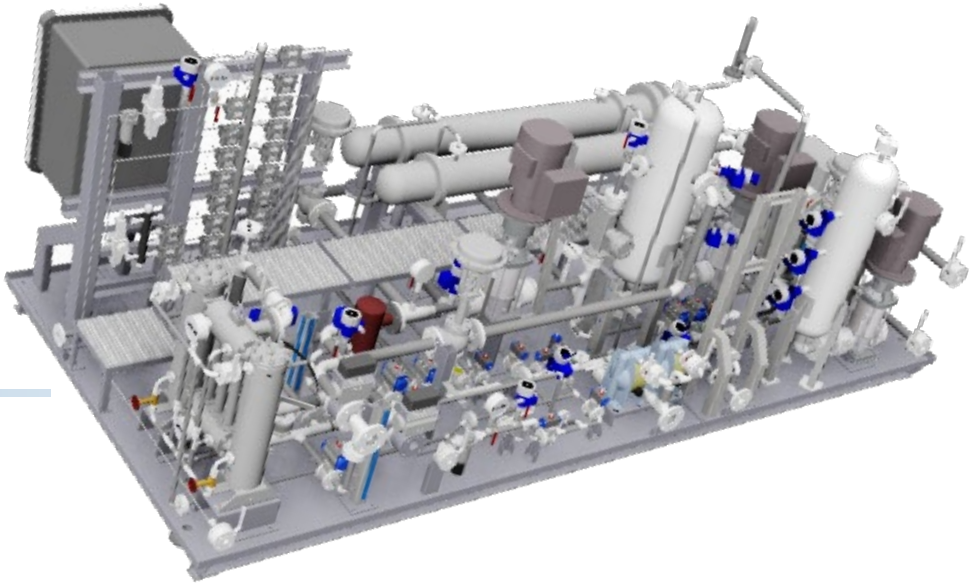
Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions　アルファ・ラバルの代替燃料に対するソリューション

メタノール用燃料供給システム

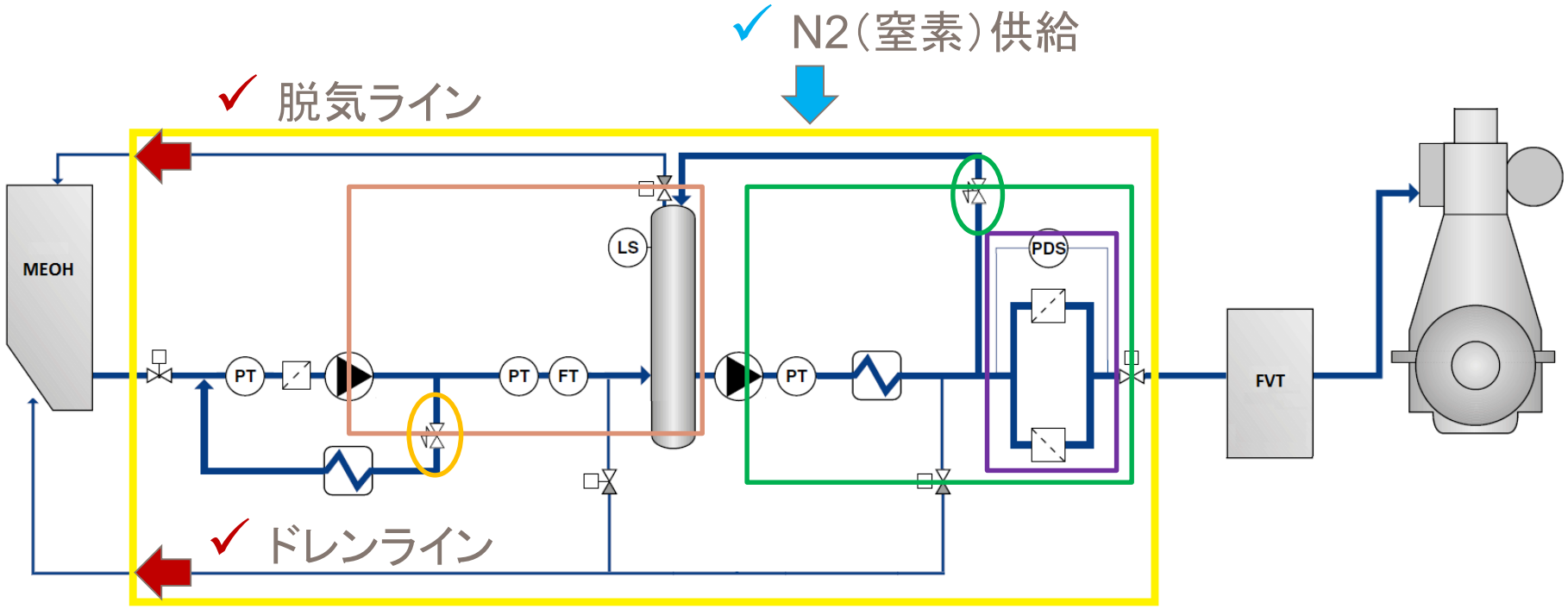
メタノール運搬船に搭載 (50.000 DWT, Methanex project)

- 13基　納入
- 12基　受注残
- ソフトの開発並びに最適化
- 遠隔モニタリング



Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions : Methanol Supply System　メタノール供給システム



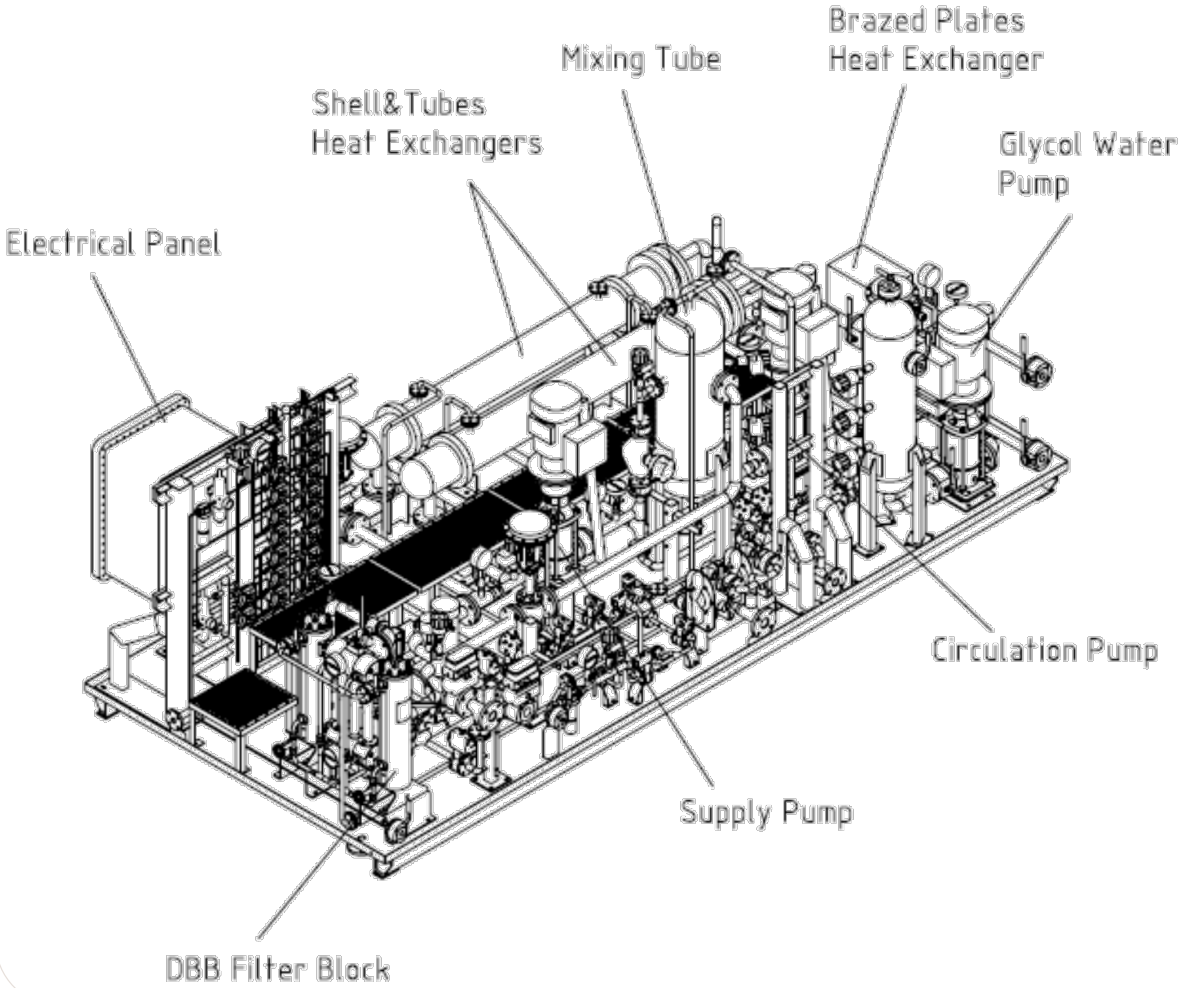
- ✓ 1次側
- ✓ 圧力調整弁

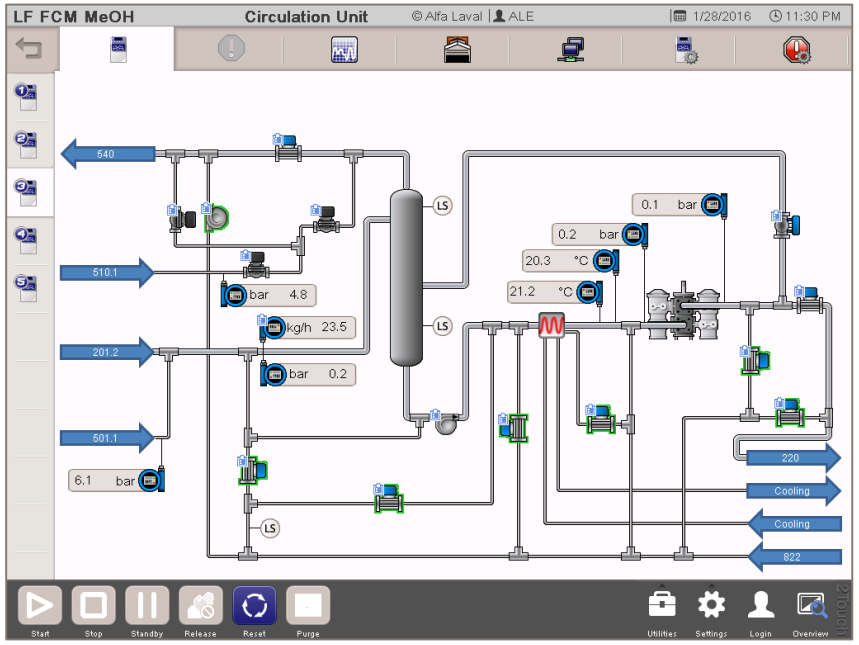
- ✓ 2次側
- ✓ 圧力調整弁
- ✓ フィルタ

https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions : Methanol Supply System　メタノール供給システム





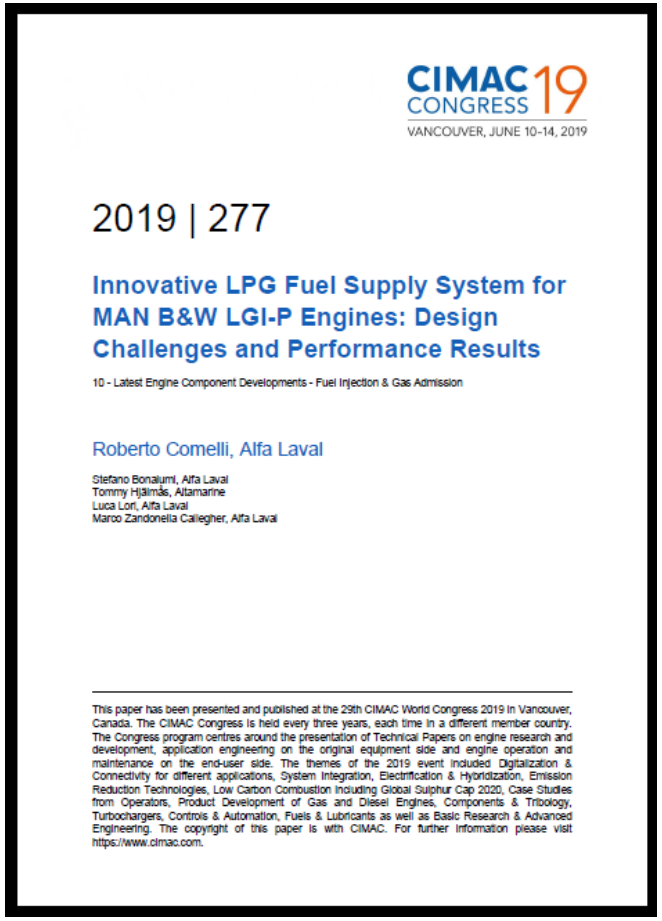
https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions　アルファ・ラバルの代替燃料に対するソリューション

LPG燃料供給システム

- 2019年2月　性能確認試験終了（MAN / Copenhagen）
- 2019年6月　CIMAC（バンクーバ）で発表
- 1基　納入済
- 1基　製作中
- アンモニアバージョンも開発中



CIMAC CONGRESS 19
VANCOUVER, JUNE 10-14, 2019

2019 | 277

Innovative LPG Fuel Supply System for MAN B&W LGI-P Engines: Design Challenges and Performance Results

10 - Latest Engine Component Developments - Fuel Injection & Gas Admission

Roberto Comelli, Alfa Laval

Stefano Bonaiuni, Alfa Laval
Tommy Hjälmås, Altamarine
Luca Lori, Alfa Laval
Marco Zandonella Callegher, Alfa Laval

This paper has been presented and published at the 29th CIMAC World Congress 2019 in Vancouver, Canada. The CIMAC Congress is held every three years, each time in a different member country. The Congress program centres around the presentation of Technical Papers on engine research and development, application engineering on the original equipment side and engine operation and maintenance on the end-user side. The themes of the 2019 event included Digitalization & Connectivity for different applications, System Integration, Electrification & Hybridization, Emission Reduction Technologies, Low Carbon Combustion including Global Sulphur Cap 2020, Case Studies from Operators, Product Development of Gas and Diesel Engines, Components & Tribology, Turbochargers, Controls & Automation, Fuels & Lubricants as well as Basic Research & Advanced Engineering. The copyright of this paper is with CIMAC. For further information please visit https://www.cimac.com.

https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions : LPG Supply System　LPG供給システム

FCM LFF LPG 供給システムの構成機器

LP pump module

低圧ポンプモジュール

transferring the LPG from the deck tank

LFSS module

LFSSモジュール

Providing the LPG fuel to the engine

Skid mounted recovery tank

リカバリータンク

Recovering the LPG from purging

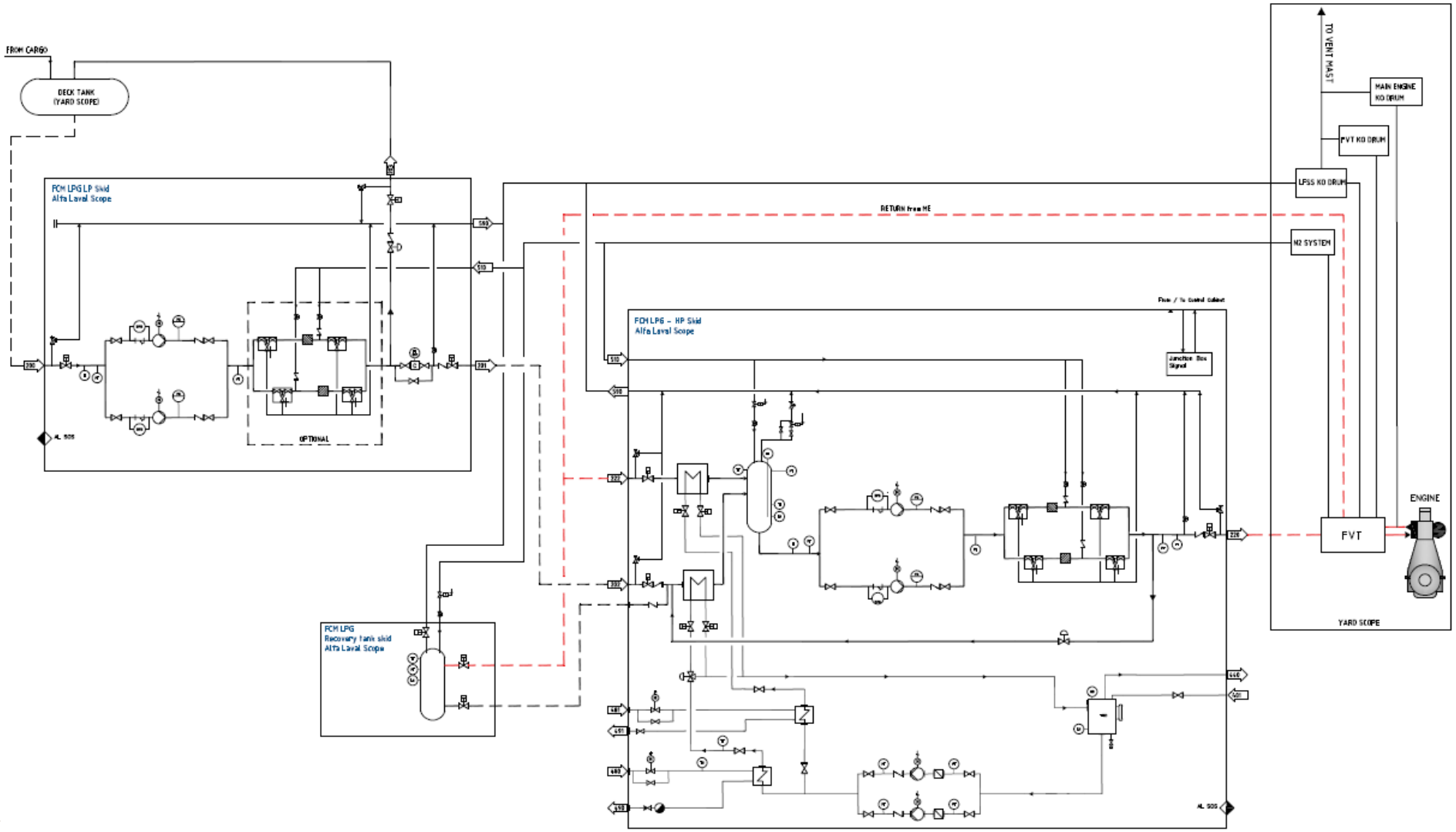
Control Panel

コントロールパネル

https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions : LPG Supply System　LPG供給システム



https://www.sli.do/　イベントコード#Z693

Slidoによるアンケート

次の質問にSlidoでお答えください。

- LPG燃料船 (LPG Fueled Vessel) として適用可能性の高い船種を選んでください。（複数回答可能）

1. LPG船　：　LPG Carrier
2. タンカー　：　Tanker
3. ばら積み船　：　Bulk Carrier
4. 自動車船・コンテナ船　：　PCC, Container Vessel
5. フェリー　：　Ferry
6. 特になし　：　Not applicable

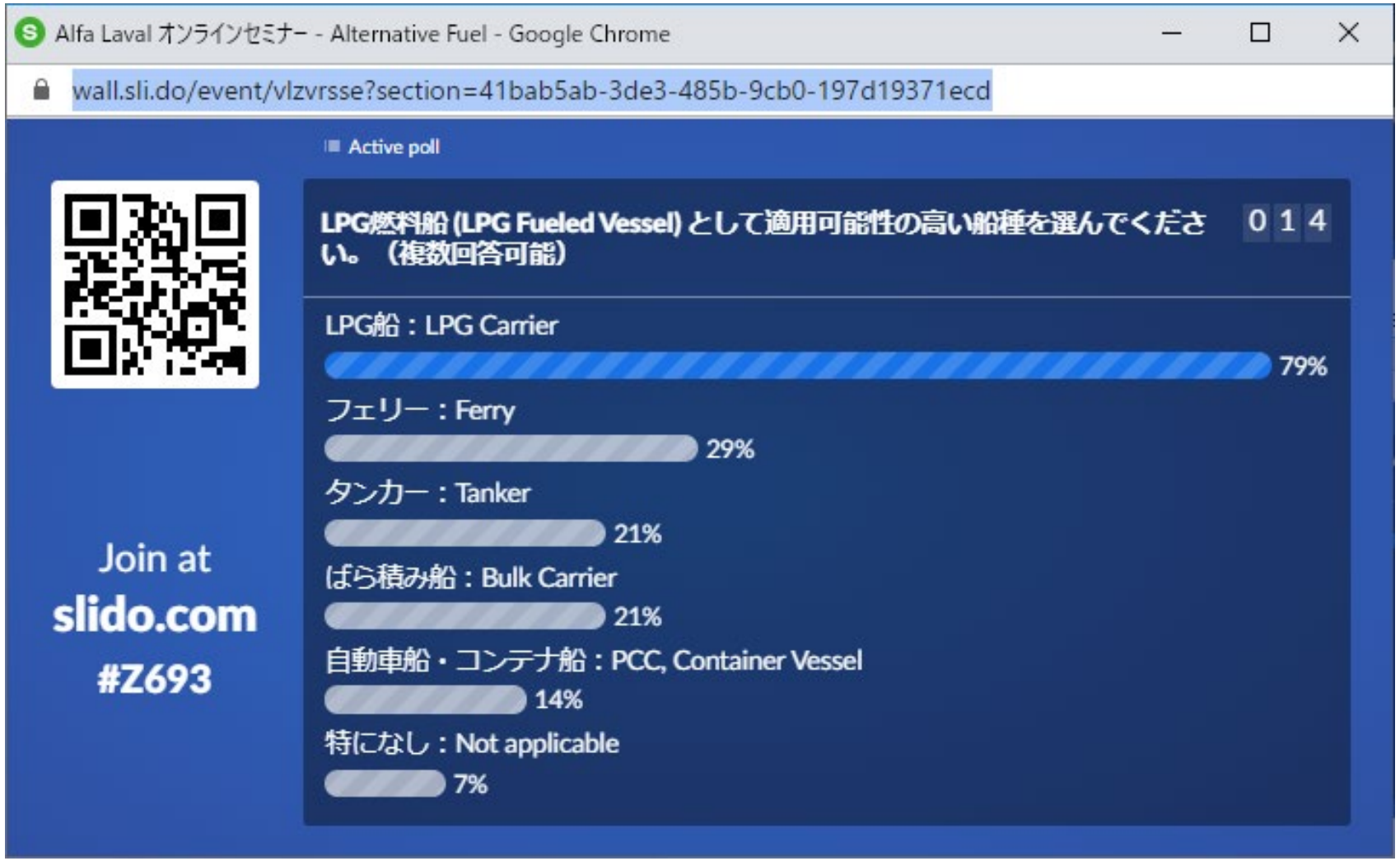
slido

#Z693

https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Slidoによるアンケート（結果）

–*Which type of vessels are likely to use LPG as fuel?*



https://www.sli.do/ イベントコード#Z693

Alfa Laval FCM LFF (Low Flashpoint Fuel)

The Alfa Laval Alternative Fuels Solutions

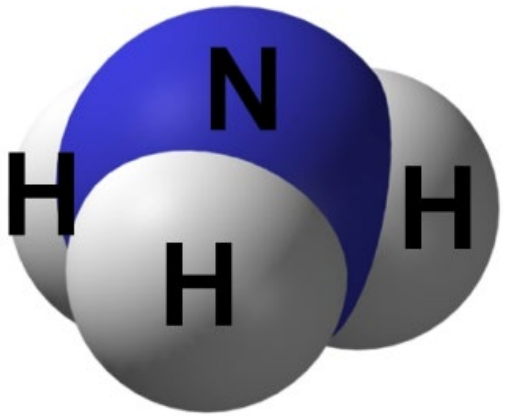
アンモニア燃料供給装置

代替燃料としてのアンモニアについて、様々な活動を実施:

- Getting to Zero Coalition
- アンモニア燃料に関する HAZID
- Ammonfuel Project への参画

アンモニア供給システムのコンセプトデザインを検討中:

- 非常に似た性状なので、LPG用LFSSのプロセスをベース
- エンジンの効率
- アンモニアの大気解放・漏洩に対する安全性の確保



Thanks for your attention