

Ossi Ojala

PAINOLASTIVEDEN KÄSITTELYJÄRJESTELMIEN
ASENNUSVERTAILU MS AILA SEKÄ MS LINDA -ALUKSIIN

Merenkulun koulutusohjelma

Insinööri

2018

PAINOLASTIVEDEN KÄSITTELYJÄRJESTELMIEN ASENNUSVERTAILU MS AILA SEKÄ MS LINDA -ALUKSIIN

Ojala, Ossi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun insinöörin koulutusohjelma
Lokakuu 2018
Ohjaaja: Toni Haapanen
Sivumäärä: 31

Asiasanat: merenkulku, konehuoneet, vedenkäsittely, vertailu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa vertailu painolastiveden käsittelyjärjestelmistä Langh Ship Oy Ab:lle. Vertailun kohteena oli toimeksiantavan yrityksen teknisen tarkastajan Anders Söderblomin esivalitsemat laitteistot.

Tavoitteenani oli luoda kuva siitä, mikä vertailun kohteena olevista laitteistoista voisi olla paras asennuskelpoisuudeltaan MS Aila sekä MS Linda -aluksiin. Huomioon tuli ottaa useita seikkoja jotka vaikuttavat valintaan, kun etsitään parasta mahdollista laitteistoa.

Lähteinä työssä käytin muun muassa laitetoimittajien tarjoamia materiaaleja, kuten käyttöohjeita sekä teknisiä piirustuksia. Keräsin näistä tietoa ja vertailin niitä kriteeriksi määriteltyihin kohtiin. Etsin myös tietoa verkosta sekä kävin kirjeenvaihtoa laitteistoja edustavien yritysten kanssa. Lopuksi muodostin näistä vertailuista itselleni käsityksen parhaasta laitteistosta ja tein siitä yhteenvedon.

Vertailun taustana oli syksyllä 2017 voimaan astunut painolastivesiyleissopimus, joka velvoittaa kaikkia ulkomaan liikenteessä kulkevia kauppa-aluksia puhdistamaan painolastivetensä haitallisten vieraseliöiden leviämisen ehkäisemiseksi. Jokaisella aluksella on oma IOPPC-sertifikaattinsa, jossa on annettu määräaika tämän menetelmän käyttöönottamiseksi.

INSTALLATION COMPARISON OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR MS AILA AND MS LINDA VESSELS

Ojala, Ossi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine Engineering

October 2018

Supervisor: Toni Haapanen

Number of pages: 31

Keywords: navigation, engine rooms, water treatment, comparison

The purpose of this thesis was to produce a comparison of ballast water management systems for Långh Ship Oy Ab. The subject of this comparison was systems that were preselected by Technical Superintendent Anders Söderblom of previously mentioned company.

My target was to create a vision about what would be the best ballast water management system to be installed onboard vessels MS Aila and MS Linda. Many different matters were to be considered within this comparison to choose the best possible system.

As sources in my work, I used materials offered by the equipment vendors, such as manuals and technical drawings. After collecting information about the systems, I compared the information to the defined criteria. I also searched for information on the web as well as exchanging correspondence with the representatives of companies in question.

Background for this thesis was the Ballast Water Management Convention, which entered into force in the autumn of 2017. This convention obligates all merchant vessels in foreign traffic to purify their ballast water in order to prevent spreading of harmful aquatic organisms. Every vessel has its own IOPCC certificate that defines the deadline for executing this practice.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TOIMEKSIANTAVA YRITYS JA TYÖN TAUSTA	5
2.1	Langh Ship Oy Ab:n historia	5
2.2	Painolastivesiyleissopimus	6
3	ASENNUSVERTAILUN KOHTEENA OLEVAT ALUKSET.....	6
3.1	MS Aila ja MS Linda, teknisiä tietoja	6
3.2	Alusten liikennealue ja käyttötarkoitus.....	8
4	VERTAILUSSA JA TULEVASSA ASENNUKSESSA HUOMIOITAVIA SEIKKOJA.....	8
4.1	Vaadittu painolastiveden tuotto	8
4.2	Tarvittava energia BWM-laitteiston käyttämiseksi	9
4.3	BWM-laitteiston tilantarve	9
4.4	Suodatusmenetelmä ja ominaisuudet automaattisessa puhdistuksessa.....	10
4.5	Varaosien saatavuus ja laitteiston huollettavuus.....	10
4.6	Luokituslaitosten hyväksynät.....	10
4.7	Soveltuvuus käyttöön kulkualueilla.....	11
5	ALUSTEN NYKYINEN PAINOLASTIJÄRJESTELMÄ SEKÄ KONEHUONEJÄRJESTELY	11
6	VERTAILTAVAT LAITTEISTOT	17
6.1	Alfa Laval PureBallast 3.0.....	17
6.1.1	Järjestelmän lyhyt esittely	17
6.1.2	Asennusvertailu	18
6.2	GEA BallastMaster ultraV	19
6.2.1	Järjestelmän lyhyt esittely	19
6.2.2	Asennusvertailu	20
6.3	MMC Green Technology BWMS.....	21
6.3.1	Järjestelmän lyhyt esittely	21
6.3.2	Asennusvertailu	22
6.4	Wärtsilä Aquarius UV.....	23
6.4.1	Järjestelmän lyhyt esittely	23
6.4.2	Asennusvertailu	24
7	YHTEENVETO	26
7.1	Yhteenveto vertailusta	26
7.2	Suosittelava laitteisto	28
	LÄHTEET.....	30

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Langh Ship Oy Ab:lle käsitys siitä, mikä jo alustavasti valituista painolastiveden puhdistusjärjestelmistä olisiärkevin asennusvaihtoehto MS Aila sekä MS Linda -aluksiin. Painolastiveden käsittelyjärjestelmät tulee olla asennettuna vuonna 2022, siihen asti noudatetaan painolastivesiyhteisönsopimuksen D-1 säädöstä. Vertailun kohteena olevat laitteistot ovat Langh Ship Oy Ab:n teknisen tarkastajan Anders Söderblomin esivalitsemia. Myöhemmin tässä työssä annetuissa kohdissa määritellään mitkä ovat seikkoja, jotka vaikuttavat vertailuun. Opinnäytetyöni tutkimusmenetelmää voi kuvailla vertailevaksi konstruointitutkimukseksi, jossa olen vertaillut laitteistojen soveltuvuutta sekä ominaisuuksia. Tämän työn tarkoituksena ei ole ottaa kantaa laitteiston tai varaosien hintaan, eikä myöskään ole tarkoitus tehdä tarkkoja suunnitelmia asennusta varten, vaan tehdä perustavaa laatua olevaa vertailua, jotta saataisiin kuva eri valmistajien laitteistojen eroista keskenään. MS Aila sekä MS Linda ovat aluksina identtiset.

2 TOIMEKSIANTAVA YRITYS JA TYÖN TAUSTA

2.1 Langh Ship Oy Ab:n historia

Langh Ship Oy Ab on vuonna 1983 toimintansa aloittanut suomalainen varustamo, jolla on tällä hetkellä (10/2018) käytössään viisi alusta. Alusten lippuvaltioina on Suomi ja ne työllistävät noin 110 merimiestä ja -naista. Käytössä on kolme vuonna 1996 valmistunutta 5239 brt bulk/konttialusta, sekä kaksi vuonna 2007 valmistunutta 9131 brt konttialusta, joista kahta jälkimmäistä tämä työ koskee. (Langh Ship Oy Ab www-sivut 2018.)

2.2 Painolastivesiyleissopimus

”Viime vuosikymmeninä kauppamerenkulun valtava kasvu ja siirtyminen teräsrunkoi-
siin aluksiin on mahdollistanut veden käyttämisen painolastina kiinteiden materiaalien
sijaan. Tämä on aiheuttanut voimakasta vieraseliöiden ja sedimentin siirtymistä ym-
päri maailman. Vieraseliöiden kulkeutuminen uuteen ympäristöön on suuri uhka ve-
sistön omalle ekosysteemille. Bio-invaasiot jatkavat kasvuaan hälyttävästi, eikä mah-
dollista huippua ole vielä tavoitettu. Vuonna 2004 hyväksytty painolastivesiyleissopi-
mus International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water
and Sediments (BWM) astui voimaan 8. syyskuuta 2017. Yleissopimuksen nojalla
kaikkia ulkomaanliikenteessä olevia aluksia veloitetaan käsittelemään painolastive-
tensä. Yleissopimus astuu voimaan vaiheittain, siirtymäajan aikana voidaan vaihtoeht-
oisesti vaihtaa painolastivettä siirryttäessä alueilta toisille.” (Kansainvälisen meren-
kulkujärjestön www-sivut 2018.)

3 ASENNUSVERTAILUN KOHTEENA OLEVAT ALUKSET

3.1 MS Aila ja MS Linda, teknisiä tietoja

MS Aila/Linda	
Rakennustelakka	J.J Sietas Hamburg 2007, type 174 a
Luokitus	Germanischer Lloyd 100 A 5 E 4 "Multi- purpose vessel" "Equipped for Car- riage of Containers" "IW" "NAV-0" "SOLAS II-2, Reg. 19" "G" MC E4 Aut
Jääluokka	1A Super
GT/NT	9131/4205
Deadweight Aila/Linda	11497/11487 t
Pituus	141.20 m
Leveys	21.55 m

Syväys	8.60 m
Korkeus	42 m
Kulkunopeus	17,7 solmua
Konttikapasiteetti	907 TEU
Pääkone	Wärtsilä 8L46C 8400 kW
Akseligenaattori	2150 kVA
Apukoneet	Caterpillar 2x856kW
Hätägeneraattori	135 kW
Keulapotkuri	800 kW
Pakokaasun puhdistus	Langh Tech Oy Ab hybrid scrubber
Painolastivesikapasiteetti	4430 t
Makeavesikapasiteetti	120 t
Polttoainekapasiteetti (Dieselöljy)	192 t
Polttoainekapasiteetti (Raskasöljy)	840 t



Kuva 1. MS Aila (Langh Ship Oy Ab 2018).



Kuva 2. MS Linda (Langh Ship Oy Ab 2018).

3.2 Alusten liikennealue ja käyttötarkoitus

MS Aila ja MS Linda ovat tällä hetkellä (10/2018) varustettu konttien kuljetukseen. Alukset liikennöivät säännöllisesti Itämeren ja Pohjanmeren alueilla.

4 VERTAILUSSA JA TULEVASSA ASENNUKSESSA HUOMIOITAVIA SEIKKOJA

4.1 Vaadittu painolastiveden tuotto

Painolastiveden käsittelyjärjestelmää valittaessa tulee varmistua siitä, että järjestelmä pystyy tuottamaan riittävän määrän painolastivettä aluksen käyttöön. Aluksissa olevien painolastipumppujen nimellistuotto on $2 \times 220 \text{ m}^3/\text{h}$. Pumput ovat sähkömoottori-vetoisia ja tyypiltään keskipakopumppuja. Tämänhetkinen painolastijärjestelmä mahdollistaa käytön, jossa toisella pumpulla otetaan alukseen vettä ja toisella pumpataan ulos. Painolastivesikonventio vaatii myös ulospumpattaessa veden puhdistuksen UV-

valoa käyttäen. Tämän takia ei voida enää pumpata samanaikaisesti sekä sisään että ulos, koska yksittäinen järjestelmä ei tähän pysty, eikä tule kyseeseen asentaa kahdennettua järjestelmää. (Söderblom henkilökohtainen tiedonanto 4.7.2018.)

4.2 Tarvittava energia BWM-laitteiston käyttämiseksi

Painolastiveden puhdistusjärjestelmä kuluttaa huomattavan määrän virtaa ja siksi tulee huomioida, kuinka paljon kapasiteettia generaattoreilta tulee varata laitteiston käyttämiseksi. Sähköistettyjen konttien aiheuttama kuormitus sekä aluksen muun sähkönkulutuksen keskiarvo tulee ottaa huomioon. Alusten sähköntuotanto on järjestetty ensisijaisesti akseligenaattorilla, jonka teho on 1720kW. Akseligenaattoria käytetään kaiken tarvittavan virran tuottamiseen meriajon aikana, ja sitä käytetään myös keulapotkurin virrantuottoon satama-ajossa. Akseligenaattorille käyttövoiman antaa pääkone. Satama-ajossa sekä satamassa olon aikana virta tuotetaan käyttämällä apugeneraattoreita, jotka ovat teholtaan 2x856kW. Apugeneraattorit ovat dieselmoottorivetoisia. MS Ailan konepäällikkö Matti Puntalon kanssa käydyn keskustelun perusteella keskimääräinen virrankulutus aluksella on noin 350kW, joten minkään vertailtavan järjestelmän ei tulisi aiheuttaa alukselle virrantuotto-ongelmia, niiden virrankulutuksen ollessa keskimäärin 50kW. (Puntalo sähköposti 5.7.2018.)

4.3 BWM-laitteiston tilantarve

Asennuksessa vaadittu tilantarve on erityisen tärkeää huomioida juuri tällaisessa jälkiasennuksessa, jossa laitteet joudutaan sijoittamaan sinne, minne ne parhaiten sopivat ja toimivat parhaalla mahdollisella tavalla, koska niille ei ole uudisrakennusvaiheessa varattu erillistä tilaa. Uudisrakennusvaiheessa myytävät laitteistot ovat usein koneikkotyypisiä, joten tilanpuutteen takia saatetaan joutua ”pilkkomaan” järjestelmä erillisiin osiin. Asennuksessa on varmistettava, että laitteita pystytään käyttämään ja huoltamaan asianmukaisesti. Aluksessa alun perin sijainneita laitteistoja tai putkistoja joudutaan mahdollisesti siirtämään, ja myös niiden osalta on varmistettava asianmukainen asennussijainti ja huollettavuus. MS Aila sekä MS Linda on suunniteltu melko tilatehokkaasti, eikä niihin ole rakennusvaiheessa jätetty suuria tiloja tulevaisuuden järjestelmäsennuksia varten. Aluksiin on asennettu pakokaasun puhdistusjärjestelmä eli

nk. skrubberi, jolla pystytään puhdistamaan pakokaasusta rikinoksideja. Skrubberijärjestelmän merivesikiertopumppu ja suurikokoinen putkisto on jo vienyt tilaa paapuun puolelta konehuoneen alimmalta kannelta. Asennusvertailua tässä työssä lähestytään kuitenkin, sillä olettamalla, että laitteisto asennetaan konehuoneen alimmalle kannelle lähelle painolastipumppuja. Olen erityisesti huomionut vertailussa laitteistojen pääkomponenttien mittasuhteet, koska kaikkien asennusten yhteydessä joudutaan tekemään putkivetoja.

4.4 Suodatusmenetelmä ja ominaisuudet automaattisessa puhdistuksessa

Vertailtavien järjestelmien suodatusmenetelmien periaatteet ovat hyvinkin samankaltaisia. Niiden vertaileminen lähinnä huoltotarpeen ja huollon vaatiman tilavarauksen kannalta on kuitenkin hyödyllistä. Laitteistojen automaattisiin puhdistustoimintoihin perehdytään, sillä niiden katsotaan vähentävän huoltotarvetta, miehistön työkuormaa ja vaikuttavan järjestelmän tehokkuuteen. Automaattisia puhdistusjärjestelmiä on erilaisia mm. suodattimen takaisinhuuhtelujärjestelmiä, UV-lamppujen mekaanisia pyyhintälaitteita ja kiertopesujärjestelmiä.

4.5 Varaosien saatavuus ja laitteiston huollettavuus

Painolastijärjestelmän oikeanlainen toiminta on aluksen kululle elintärkeää, joten on varmistuttava varaosien saatavuudesta. Laitteiston helppo huollettavuus on tärkeää, jotta vikatilanteissa laivan miehistöllä on mahdollisuus ottaa järjestelmä nopeasti käyttöön vian tai rikkoutumisen jälkeen.

4.6 Luokituslaitosten hyväksynät

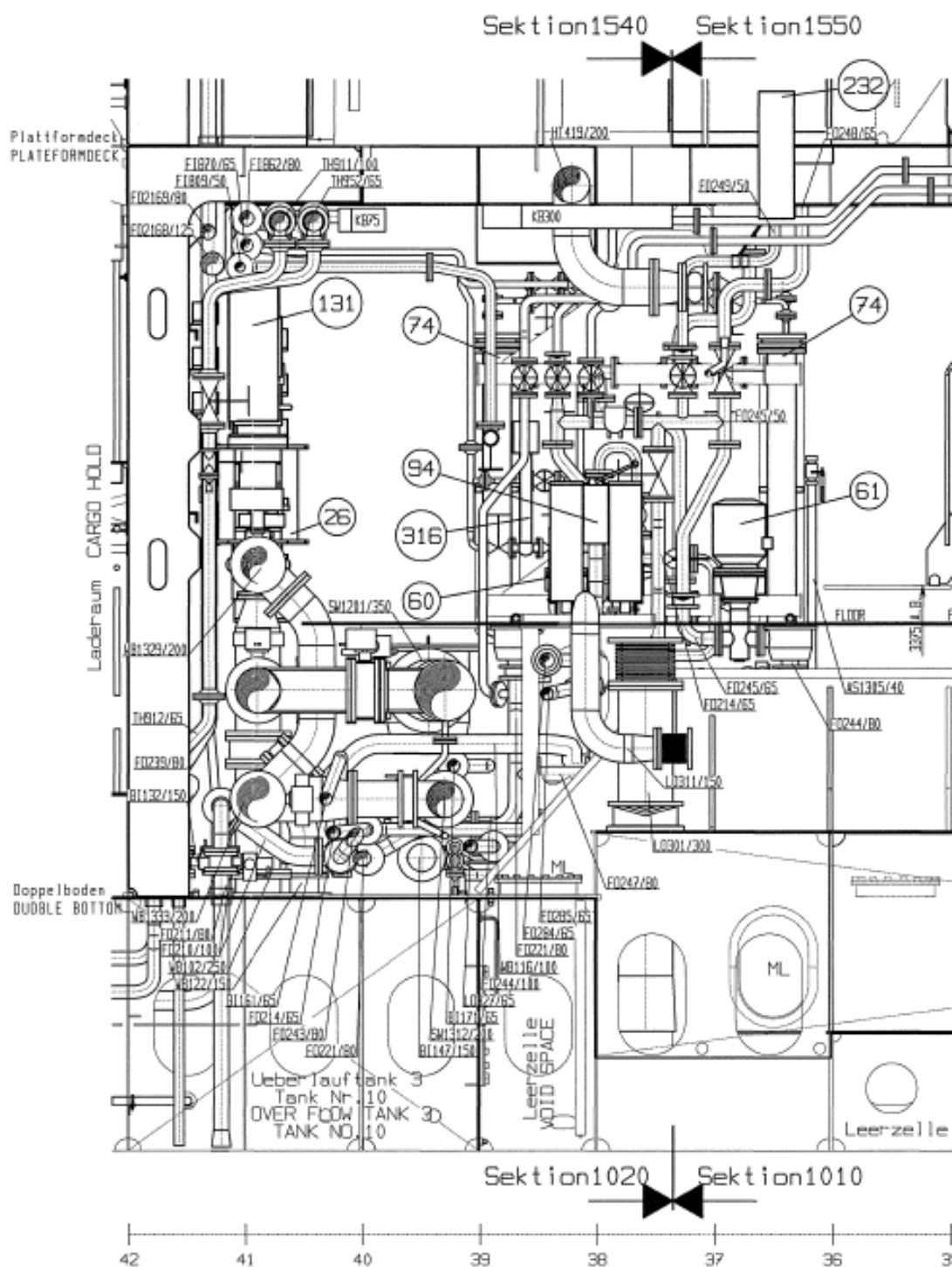
Luokituslaitosten antamat hyväksynät laitteistoille ovat edellytys asennukselle, joten vertailussa pyritään selvittämään mahdollisia luokituksia ja hyväksyntöjä.

4.7 Soveltuvuus käyttöön kulkualueilla

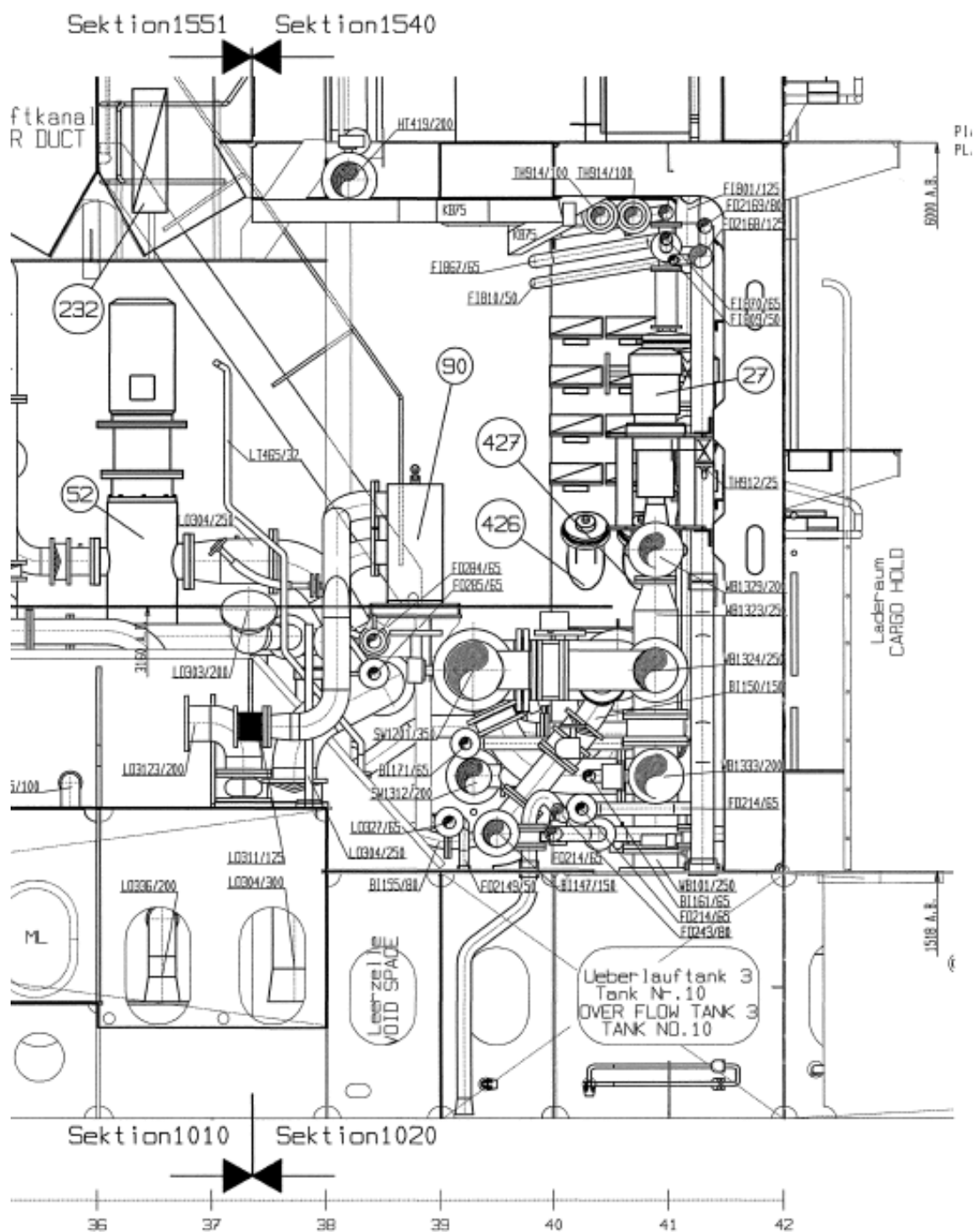
Työn kohteena olevat alukset liikkuvat Itämeren ja Pohjanmeren alueilla, joissa veden laadussa sekä suolaisuudessa on eroavaisuuksia. Tästä syystä laitteistoa valittaessa tulisi varmistua toimivuudesta vaihtelevassa ympäristössä.

5 ALUSTEN NYKYINEN PAINOLASTIJÄRJESTELMÄ SEKÄ KONEHUONEJÄRJESTELY

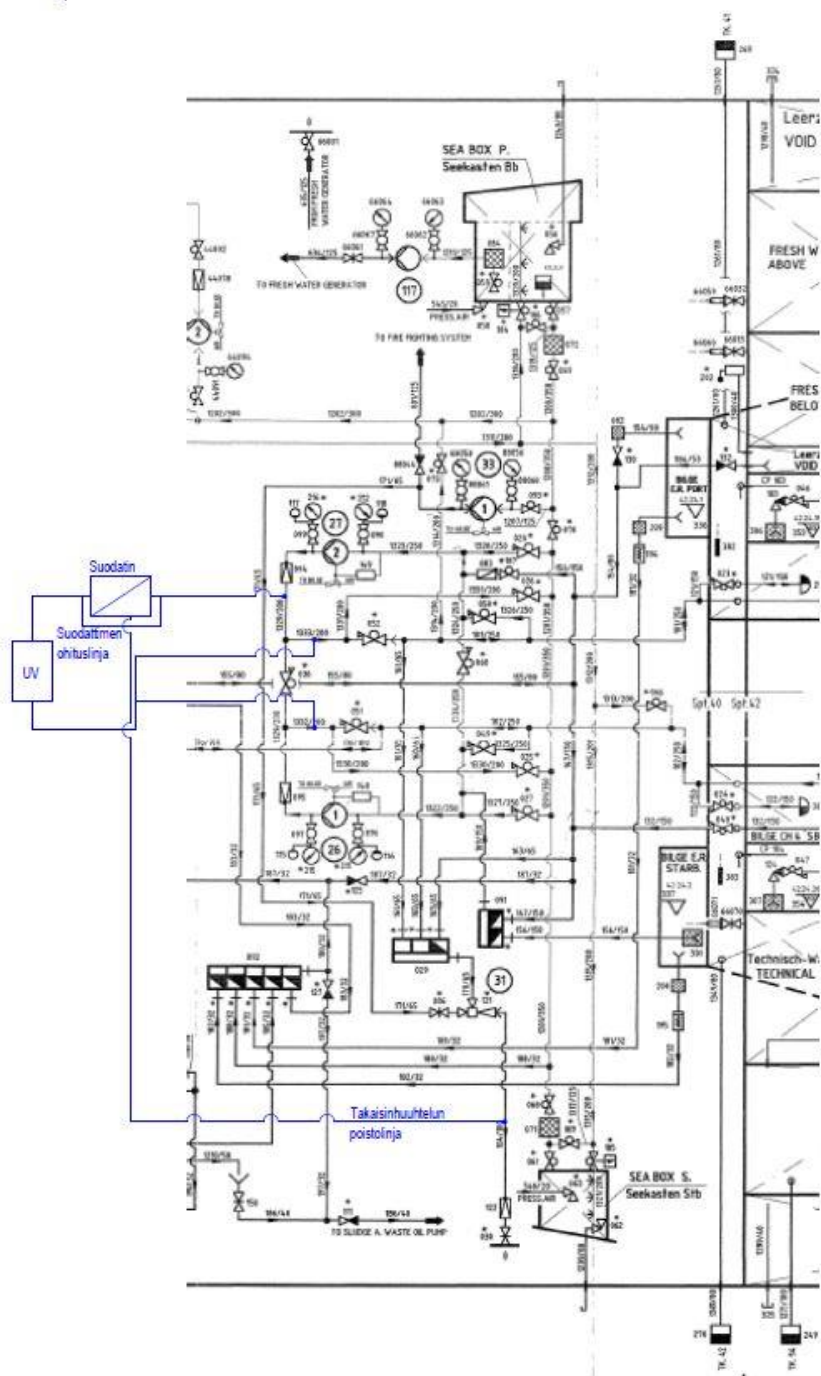
Alusten painolastivesijärjestelmä koostuu kahdesta sähkömoottorivetoisesta keskipakois-painolastipumpusta, jotka ovat tuotoltaan 220m³/h per pumppu. Pumput on sijoitettu konehuoneen alimmalle kannelle pääkoneen etupuolelle. Painolastivesi pumpataan yleensä paapuurin puolen merivesikaivosta, joka on kahdesta kaivosta syväkaivo. Styyrpuurin puoleinen merivesikaivo on pintakaivo, jota voidaan käyttää esimerkiksi tilanteissa, joissa veden syvyys on matala ja halutaan välttyä imemästä sedimenttiä järjestelmään. Ennen pumppuja imulinja on varustettu merivesisuodattimella, joka suodattaa vedestä pois suuret esineet, kuten kalat ja roskat. Painolastijärjestelmään on liitetty myös ejektori, jolla voidaan tyhjentää pilssejä tai painolastitankkeja palopumpun tuottaman virtauksen avulla. Ejektorin avulla pystytään imemään pieniä määriä vettä tankkien pohjalta, koska keskipakoispumppu ei tähän pysty kavitoinnin takia.



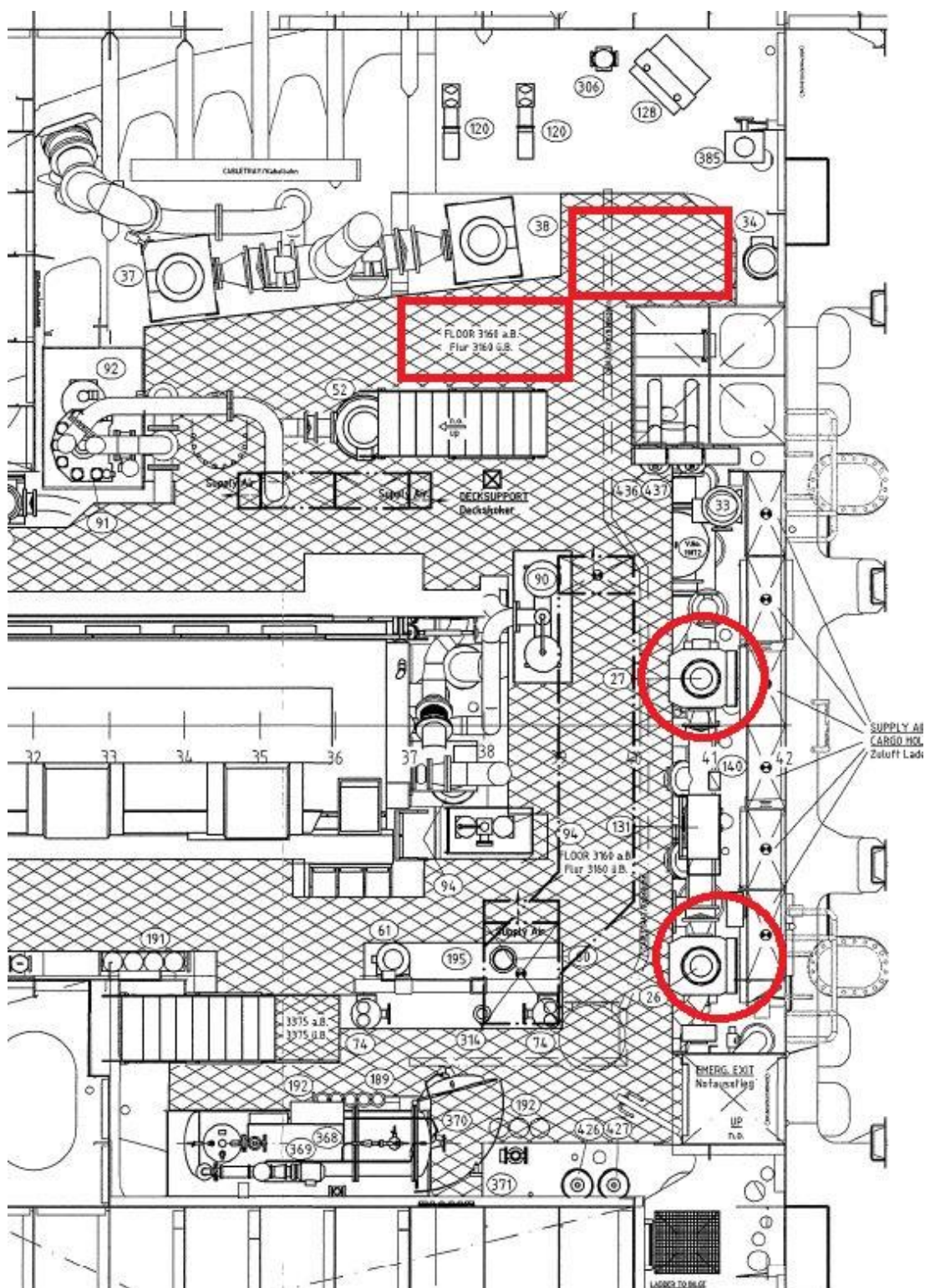
Kuva 3. Painolastijärjestelmää paapuurin puolelta katsottuna. Numero 27 on paapuurinpuoleinen painolastipumppu eli pumppu 2 (J.J. Sietas KG 2006).



Kuva 4. Painolastijärjestelmää stuurpuurin puolelta katsottuna. Numero 26 on stuurpuurinpuoleinen painolastipumppu eli pumppu 1. (J.J. Sietas KG 2006.)

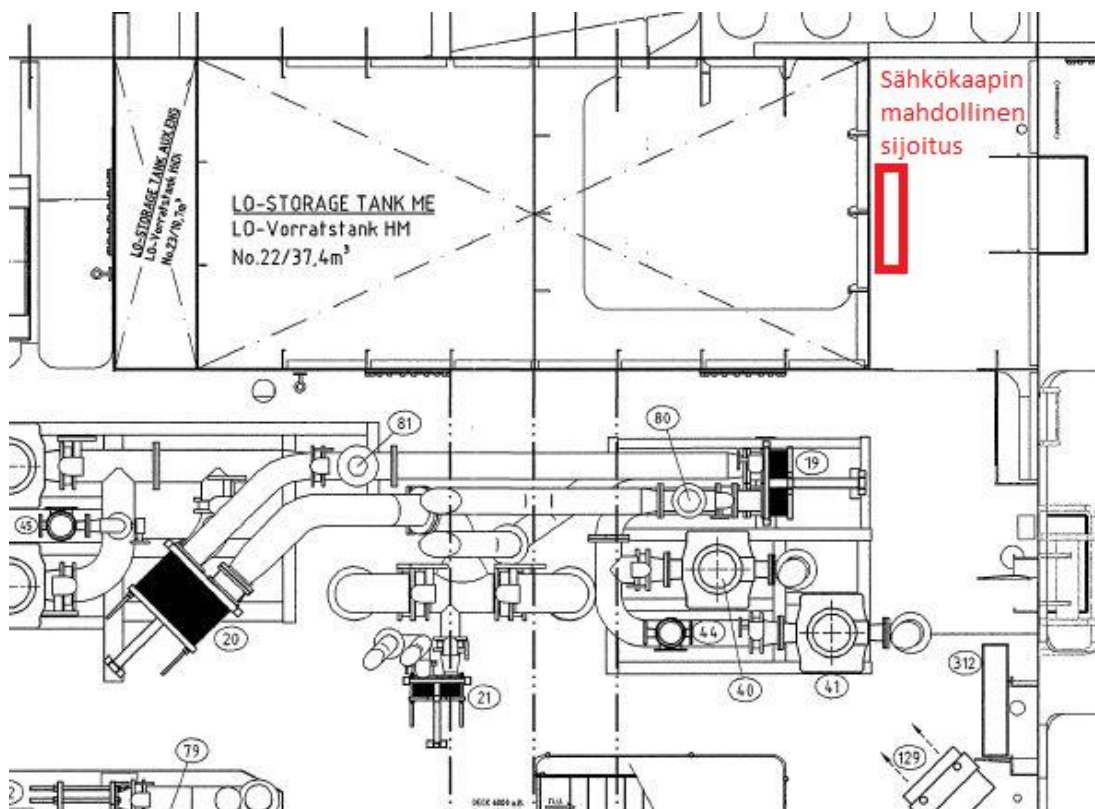


Kuva 5. Kuvakaappaus painolasti- sekä pilssivesijärjestelmän kaaviosta, painolasti-pumput 1 (26), 2 (27) sekä ejektori (31). Kaavioon havainnollistettu BWM-laitteiston sijaintia järjestelmässä. (J.J. Sietas KG 2006.)



Kuva 6. Mahdollinen BWM-laitteiston asennussijainti aluksessa suorakulmioilla rajattuna, ympyröitynä painolastipumput (J.J. Sietas KG 2006).

Järjestelmiin sisältyvien sähkö- ja ohjauskaappien sijoitusta ajatellen järjevin sijainti on lähes suoraan painolastipumppujen yläpuolella, HT-jäähdytysvesipumppujen keulapuolella sijaitsevassa tilassa. Näin säästettäisiin tilaa jo valmiiksi melko ahtaalla konehuoneen alakannella.



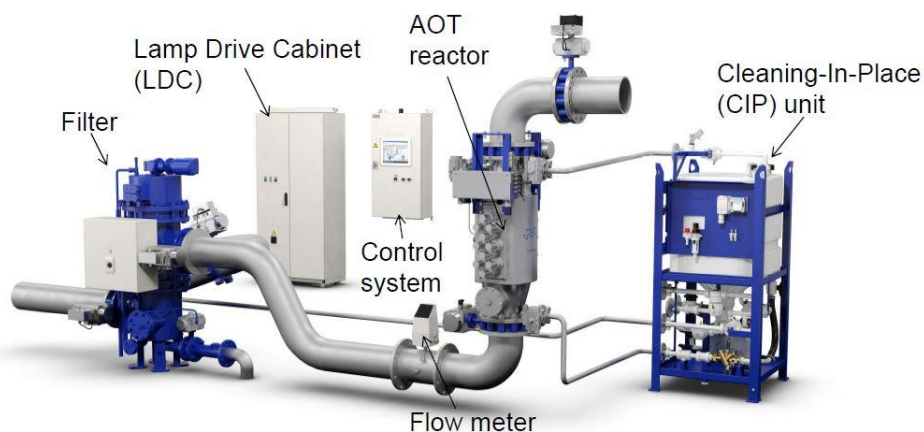
Kuva 7. Havainnekuva ohjaus- ja/tai sähkökaapin mahdollisesta sijoituksesta HT-jäähdytysvesipumppujen keulapuolelle (J.J. Sietas KG 2006).

6 VERTAILTAVAT LAITTEISTOT

6.1 Alfa Laval PureBallast 3.0

6.1.1 Järjestelmän lyhyt esittely

Alfa Laval PureBallast 3.0 BWM-laitteiston pääkomponentteja ovat suodatin, AOT reaktori eli UV-yksikkö sekä CIP-yksikkö eli kiertopesuysyksikkö (Design and installation guide – 500 2013, 10). PureBallast laitteiston toimintaperiaate on seuraava, otettaessa painolastia ohjataan vesi ensin 40µm verkkosuodattimelle, jossa suurimmat partikkelit poistetaan vedestä. Tämän jälkeen vesi ohjataan UV-yksikölle, jossa vesi saadaan desinfioidua UV-säteilyn avulla. Kun painolastivesi pumpataan ulos, kiertää se vielä UV-yksikön läpi, joten tankeissa mahdollisesti uudestaan kasvanut bakteerikanta saadaan taas eliminoitua. Kun painolastia on otettu tai poistettu aluksesta, ajetaan CIP-laitteistolla puhdistusajo. (Alfa Laval PureBallast Std & Ex, 4.)



Kuva 8. Alfa Laval PureBallast 3.0 järjestelmä, kuvassa 300m³/h malli (Alfa Laval 2013).

6.1.2 Asennusvertailu

Alfa Laval on tarjonnut käytettäväksi heidän 500m³/h tuotolla olevaa PureBallast 3.0 laitteistoaan, tästä on sittemmin tullut markkinoille myös versio 3.1. Laitteiston tuotokky on riittävä, mutta laitteiston vaatima vähimmäistuottomäärä 190m³/h painolastia otettaessa on melko suuri määrä. Maksimaaliseksi virrankulutukseksi on ilmoitettu 65kW. (PB 3.0 Design and installation guide – 500 2013, 33.)

PureBallast laitteiston pääkomponentteina ovat suodatin, AOT-reaktori eli UV-yksikkö, sekä CIP-yksikkö. Mahdollisesti nämä pystytään sijoittelemaan erikseen, mutta eri komponenttien kokoon on silti hyvä tutustua. Suodatinyksikön mitat ovat 1,5m leveyttä huoltotiloineen, 1,2m pituutta sekä 2,1m korkeutta. Tämän lisäksi suodattimen yläpuolelle tarvitaan vielä lisätilaa huoltoa varten. AOT-reaktorin mitat tilavarauksineen ovat noin 1,3m korkeutta, 0,7m leveyttä ja 1,9m pituutta. CIP-yksikkö vaatii lattiatasosta huoltotiloineen noin 1,5x1,5m alueen. (PureBallast 3.0 Quotation drawings 2013.)

Laitteiston automaattisesta puhdistuksesta huolehtii CIP-yksikkö, joka biohajoavan puhdistusaineen avulla puhdistaa UV-yksikön lampuja suojaavia kvartsilasipintoja. Alfa Laval:n mukaan tällaista puhdistusta ei pystytä mekaanisesti suorittamaan. Verkko-suodatin puhdistetaan takaisinhuuhtelun avulla. (Alfa Laval PureBallast Std & Ex, 3.)

Huoltoväleiksi ilmoitetaan, että suodatin tulee tarkastaa vuosittain, UV-lamput tulee vaihtaa 3000 käyttötunnin välein ja CIP-nesteen vaihto tulee suorittaa 3-12kk välein (Alfa Laval PureBallast Std & Ex, 4).

Varaosien saatavuudesta voidaan lyhyesti todeta, että yksi Alfa Laval:n keskusvarastoista sijaitsee Euroopassa, jonka alla toimii useita paikallisvarastoja (Lindmark sähköposti 16.10.2018).

Alfa Laval:n laitteistolle myönnettyistä luokituksista voidaan mainita olevan olemassa ainakin seuraavat hyväksynnät:

-IMO G8 tyyppihyväksyntä
-USCG tyyppihyväksyntä 2016
(Lindmark sähköposti 16.10.2018).

PureBallast laitteiston ilmoitetaan soveltuvan käyttöön aina makeasta vedestä suolaiseen veteen (Alfa Laval PureBallast Std & Ex, 1).

6.2 GEA BallastMaster ultraV

6.2.1 Järjestelmän lyhyt esittely

GEA BallastMaster ultraV-laitteiston pääkomponentteja ovat 20 μ m verkkosuodatin sekä kolme UV-lamppuyksikköä. BallastMaster ultraV laitteistossa ensimmäisessä vaiheessa mekaaninen suodatus poistaa merivedestä yli 20 μ m suuremmat organismit ja partikkelit. Toisessa vaiheessa esisuodatettu painolastivesi altistetaan UV-C-säteilylle, joka tappaa suodatuksen jälkeen vedessä kulkeutuvat organismit. (GEA www-sivut 2018.)



Kuva 9. BallastMaster ultraV järjestelmä (GEA 2018).

6.2.2 Asennusvertailu

GEA:n vertailtavana laitteistona on BallastMaster ultraV 250m³/h malli, jonka tuotto on siis reilu puolet molempien tuottamasta yhteispainolastikapasiteetista 440m³/h. Puhdistusjärjestelmä on, kuten aikaisemmin mainittu, kaksivaiheinen. Ensin painolastivesi suodatetaan verkkosuodattimella, minkä jälkeen vesi ohjataan kolmelle UV-reaktorille, joissa jäljelle jääneet organismit saavat tappavan annoksen UV-valoa. (GEA BRO-MA BallastMaster 2015.) Laitteiston virrankulutukseksi on ilmoitettu noin 39kW. Puhutaan siis maltillisesta virrankulutuksesta, eikä tämä aiheuta aluksessa ongelmaa ainakaan saatavilla olevan virran kannalta.

Saatavilla olleiden piirustusten mukaan BallastMaster ultraV vie melko paljon tilaa, mikäli se asennetaan kuvan mukaisesti koneikkona. Laitteen päässä oleva sähkökaappi ja toisessa päässä UV-lamppujen vaatima kahden metrin huoltotila aiheuttavat 3,2 metriä pitkälle laitteelle loppupituutta noin 6,2m. Leveyttä kertyy noin 2,6m. 2,2 metriä korkealle laitteelle vaaditaan verkkosuodattimelle vielä pystysuunnassa lähes metri lisätilaa, korkeudeksi tulee siis yli 3 metriä.

Mekaanista- eli verkkosuodatinta puhdistaa automaattisesti suodattimen pintaa kiertävät suulakkeet, jotka on varustettu imujärjestelmällä. Suulakejärjestelmä kiertää verkkosuodatinta puhdistuen eri kohtia tasaisesti. Näin saadaan suodattimeen kertynyt aines imettyä pois. Ultraviolettilamppujen puhtaudesta huolehtii ultraäänivärähtelijä. (GEA Group 2013.)

GEA:n laitteistolle myönnettyistä luokituksista voidaan mainita olevan olemassa ainakin seuraavat hyväksynät:

IMO hyväksyntä

BSH tyyppi hyväksyntä 2011

USCG AMS

(GEA www-sivut, 2018).

6.3 MMC Green Technology BWMS

6.3.1 Järjestelmän lyhyt esittely

MMC Green Technology:n BWM-laitteiston pääkomponentteja ovat suodatin ja ultraviolettiyksikkö. Järjestelmässä vesi ohjataan ensin 40 μ m suodattimelle, jossa suurimmat partikkelit ja enimmäkseen määrät eläinplanktonia saadaan erotettua vedestä. Tämän jälkeen vesi kulkee UV-lampuille, joissa säteily tappaa tai inaktivoi jäljelle jääneen planktonin sekä bakteerit että virukset. (MMC BWMS 500m³/h Technical Specification 2017, 3.)



Kuva 10. MMC BWMS 500m³/h järjestelmä (MMC Green Technology AS).

6.3.2 Asennusvertailu

MMC on tarjonnut käytettäväksi heidän 500m³/h tuotolla olevaa laitteistoaan. Tuotto on siis enemmän kuin riittävä, sillä vaadittu tuottokyky on 440m³/h. MMC:n toimittaman laitteiston kokonaisvirrankulutus on noin 55kW, tämä ei tuota ongelmia alusten virrantuotannossa.

UV-yksikön putkiston pystyyn asennus olisi suotavaa ilmataskujen välttämiseksi (Björklöf sähköposti 6.7.2018). Tällöin koko BWM-laitteiston korkeudeksi muodostuu noin 2,60m, leveydeksi 1,25m ja syvyydeksi 1,70m. Pelkän suodatinyksikön korkeus on noin 1,70m ja huoltotilaa se vaatii ylälaipan yläpuolelle noin metrin. Täten suodatin on huoltotiloineen melko maltillisen kokoinen. UV-lamppuyksikkö on kooltaan noin 0,8x1,0m, huoltotilaa sen eteen vaaditaan 0,5m. Minimivirtaama järjestelmälle painolastia otettaessa on 80m³/h, eli toiminta-alue on laaja.

MMC:n laitteistossa automaattinen puhdistus on toteutettu vastaavasti kuin kilpailijoissaan, UV-lamppuja ympäröiviä kvartsilasiputkia puhdistetaan mekaanisesti laitteen sisällä olevalla pyyhinmekanismilla. Verkkosuodattimien puhdistus toimii takaisinhuuhtelun avulla, jolloin virtaussuunta osassa suodatinelementtejä muuttuu ja likainen liete ajetaan ulos aluksesta samalla kun laitteen toiminta jatkuu. Laitteistoon on asennettu erillinen imupumppu, joka avustaa takaisinhuuhtelun toiminnassa (MMC BWMS Operation & Maintenance manual 2018. 6).

Verkkosuodattimen huoltoväliksi on ilmoitettu noin viisi vuotta, jossa tarkastetaan suodattimen ja mekaanisten osien kuluneisuus sekä o-renkaiden kunto. UV-lamppujen kestoikäksi on ilmoitettu noin 3000 tuntia tai 5 vuotta. (MMC BWMS Operation & Maintenance manual 2018. 15.)

Varaosien saatavuudesta on kerrottu, että Boll & Kirch:n valmistamia suodattimia ja laitteistossa käytettäviä BestUV Holland-lamppuja on saatavilla lähes joka satamasta, joten näitä ei tarvitse tilata erikseen MMC:ltä (Björklöf sähköposti 28.8.2018).

MMC:n laitteistolle myönnettyistä luokituksista voidaan mainita olevan olemassa seuraavat hyväksynät:

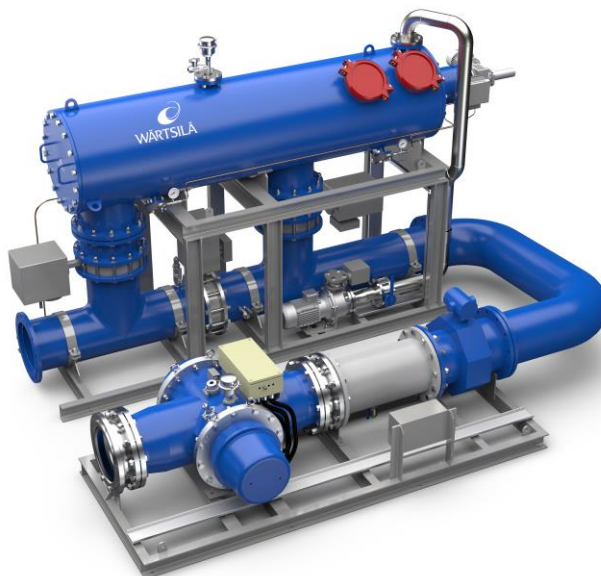
- IMO G8 tyyppihyväksyntä
 - DNV-GL
 - Norske sjøfartsdirektorat
 - USCG AMS (hakuprosessi käynnissä täyteen USCG tyyppihyväksyntään)
 - Lloyds- hyväksyntä
 - RMRS- Russian Maritime Register of Shipping- hyväksyntä
 - useiden muiden lippuvaltioiden hyväksyntöjä
- (Björklöf sähköposti 28.8.2018).

MMC:n laitteisto on saanut hyviä tuloksia vuosina 2011-2012 suoritetuista IMO:n säädösten mukaisista testeistä, joissa todettiin merivesi- sekä murtovesikelpoisuus. Nyt käynnissä oleva USCG hyväksyntä on aloitettu makeanvedentestillä, joka on suoritettu hyvillä tuloksilla. (Björklöf sähköposti 25.10.2018.)

6.4 Wärtsilä Aquarius UV

6.4.1 Järjestelmän lyhyt esittely

Wärtsilä Aquarius UV painolastiveden puhdistusjärjestelmä on kaksivaiheinen. Kun merivettä otetaan pumpuilla alukseen, ohjataan vesi ensin takaisinhuuhdeltavan suodattimen läpi, jonka erotustarkkuus on 40µm. Tämän jälkeen vesi ohjataan ultraviolettikammioon, jossa UV-valoa käytetään veden desinfiointiin ennen sen syöttämistä painolastitankkiin. Kun painolastivesi pumpataan pois aluksesta, se kulkee vain UV-kammion läpi, ohittaen suodattimen. (Wärtsilä Aquarius AQ-430-UV Technical Specification 2012, 1.)



Kuva 11. Wärtsilä Aquarius UV painolastivesien käsittelyjärjestelmä (Wärtsilä Oyj Abp 2016).

6.4.2 Asennusvertailu

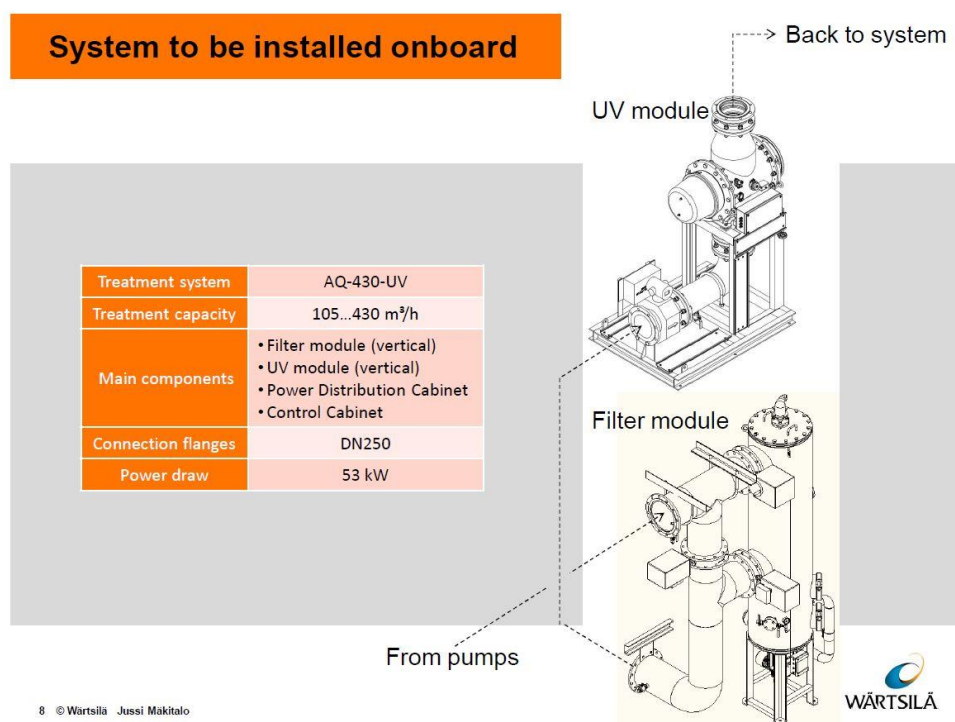
Wärtsilä on vertailtavien laitteistovalmistajien ainoa yritys, joka on tehnyt aluksilla esikatsauksen, jossa on tehty alustavaa selvitystyötä laitteistojen sijoittamiseksi. Tämä työ on tehty vuonna 2012. Wärtsilä on ehdottanut käytettäväksi Aquarius AQ-430-UV laitteistoa.

Asennettuna laitteiston virrankulutus on 52kW. Tyypillinen virrankulutus aluksilla on 350kW, virrankulutus ei siis tule ongelmaksi sillä alusten virrantuottokapasiteetti on jo yhdellä apugeneraattorilla 856kW. AQ-430-UV laitteiston toiminta-alue on $105\text{m}^3/\text{h}$ - $430\text{m}^3/\text{h}$.

Wärtsilän järjestelmä on melko kookas, sillä se toimitetaan kahtena erillisenä koneikkona. Toinen osa on suodatinyksikkö ja toinen osa on UV-yksikkö. Yhteisleveydeksi

laitteistolle tulee noin 2,10m. Laitteiston pituuteen joudutaan ottamaan myös huomioon suodatinyksikön huoltotila, joka on lähes metri. Kokonaispituudeksi tulee näin 4 metriä. Korkeutta laitteistolla on noin 2 metriä.

Wärtsilän tekemissä esisuunnitelmissa on kuitenkin havainnollistettu, että filteri sekä UV-yksikkö asennettaisiin pystysuoraan tilan säästämiseksi (Wärtsilä M/S Linda ship inspection report 2012, 7).



Kuva 12. Havainnekuva järjestelmästä pystyyn asennettuna (Jussi Mäkitalo, Wärtsilä 2012).

Wärtsilän järjestelmässä suodatin pidetään puhtaana takaisinhuuhtelun avulla. Mikäli paine-ero suodattimessa kasvaa yli 0,5bar(g) järjestelmä tekee automaattisen takaisinhuuhtelun, ja jos paine-ero kasvaa yli 0,8bar(g) syntyy hälytys.

Laitteiston ultraviolettilamput on varustettu automaattisella pyyhinjärjestelmällä, jolla pyritään estämään lamppujen likaantuminen. UV-valon intensiteettiä myös valvotaan jatkuvasti, jotta pystytään syöttämään riittävä annos UV-valoa veden desinfiointiseksi.

Jos UV-valon intensiteetti on laskenut alle 70%, järjestelmä antaa hälytyksen käyttäjälle lamppujen vaihtamiseksi. Koska UV-lamppuja puhdistaa mekaaninen pyyhintäkoneisto, ei tarvita CIP- eli kiertopesuysikköä. Tämän Wärtsilä ilmoittaa edukseen ilmeisesti siitä syystä, että CIP-moduulit käyttävät pesussa kemikaaleja. BWM-laitteiston tarkoituksena on vähentää meriliikenteen aiheuttamaa kuormitusta vesistöille ja siksi kemikaalittomuus nähdäänkin etuna. (Wärtsilä Aquarius AQ-430-UV Technical Specification 2012, 3,7.)

Wärtsilän mukaan laitteisto on melko huoltovapaa. Vuosittaisiksi huoltotöiksi on ilmoitettu UV-lamppuja ympäröivän kvartsiputken ja pyyhinjärjestelmän huolto sekä UV-yksikön kalibrointi. Lamppujen vaihtoväliksi on ilmoitettu kolme vuotta ja kvartsiputkille viisi vuotta. Suodatinyksikölle tarkastus tehdään vain vuosittain. Suodatinyksikön tiivisteiden ja suuttimen vaihto on tehtävä kolmen vuoden välein, ja itse suodatin vaihdetaan vasta viiden vuoden käytön jälkeen. (Wärtsilä Aquarius AQ-430-UV Technical Specification 2012, 7.)

Wärtsilän laitteistolle myönnettyistä luokituksista voidaan mainita olevan olemassa ainakin seuraavat hyväksynät:

-IMO tyyppihyväksyntä

-USCG AMS

-EX-luokitus

(Wärtsilä www-sivut 2018).

7 YHTEENVETO

7.1 Yhteenveto vertailusta

Jo melko varhaisessa vaiheessa perehtyessäni painolastiveden käsittelyjärjestelmiin kävi ilmi, että laitteistot ovat peruseriaatteeltaan hyvin samankaltaisia. Kaikissa suodatuksen periaatteena on se, että alukseen pumpattava vesi ohjataan ensin jonkin me-

kaanisen verkkosuodattimen läpi, jossa erotetaan suurin osa sedimentistä ym. partikkeleista ja organismeista. Tämän jälkeen vesi ohjataan ultraviolettilamppujen läpi. Voimakas ultraviolettilampo rikkoo organismien DNA:n ja näin saadaan vesi desinfioitua, jonka jälkeen vesi syötetään painolastitankkeihin. Ulos pumpattaessa vesi kulkee vain UV-yksikön läpi ohittaen suodattimen. Verkkosuodattimen läpäisykyky on yleensä noin 40µm, joka on peräisin Kansainvälisen merenkulkujärjestön laatimasta painolastivesiyleissopimuksesta. Kun painolastivettä pumpataan aluksesta ulos, siinä ei saisi olla yli 50µm kokoisia organismeja enempää kuin 10kpl kuutiometrissä, eikä myöskään yli 10kpl 10-50µm kokoisia organismeja millilitrassa. (Kansainvälinen merenkulkujärjestö 2005, 23.)

Jokainen laitevalmistaja on toteuttanut järjestelmänsä hiukan eri tavalla, suurimmat erot muodostuvat käytettävien suodatin- ja ultraviolettilampo-yksiköiden asettelusta sekä niiden fyysisestä koosta. Virrankulutuksissa ei ollut suuria eroja, keskimäärin laitteistojen virrankulutus on 50kW. Verkkosuodatin tyyppejä vertailussa oli myös erilaisia. Osassa oli yksittäinen korityyppinen suodatin ja löytyi myös kynttilänmallisia suodattimia sisältäviä yksiköitä. Laitteistojen toiminta-alueessa löytyi myös jonkin verran eroja, varsinkin vaaditussa vähimmäisvirtauksessa.

Suodattimien automaattisesta puhdistuksesta löytyi paljon eroavaisuuksia, joissakin turvauduttiin mekaaniseen puhdistamiseen pyyhinnällä, osassa takaisinhuuhtelulla tai kemiallisella puhdistamisella. UV-yksiköiden puhdistusmenetelmissä oli myös eroja. Vertailun kohteena olevista laitteistoista löytyi UV-lamppuja suojaavien kvartsilasipintojen pyyhintää, ultraäänivärähtelyyn perustuvaa puhdistusta ja kemiallista huuhtelua. Kaikilta valmistajilta löytyi asianmukaisia tyyppihyväksyntöjä sekä luokituksia.

Asennuksen yhteydessä tulee huomioida, joudutaanko asentamaan erillinen ultraviolettilamppu ejektorin jälkeen mahdollisia painolastitankin strippauksia eli loppuuntyhjennyksiä varten, vai pystytäänkö ejektorin liittämään BMW-laitteistoon. Alfa Laval:n tarjoamassa materiaalissa oli lyhyt maininta tällaisesta mahdollisuudesta, mutta asiaa oli käsitelty yleisestikin melko vähän.

Vertailussa käytetty materiaali oli osittain vanhentunutta, mutta vertailllessani niitä valmistajien uudempiin esitteisiin en havainnut suuria muutoksia. Lopullista valintaa tehdessä on kuitenkin hyvä vielä perehtyä laitteistokohtaisesti saatavilla olevaan materiaaliin.

7.2 Suositeltava laitteisto

Vertailun kohteena olevista laitteistoista mielenkiintoni herätti erityisesti norjalaisen MMC Green Technology AS:n tarjoama laitteisto. MMC:n laitteistoa mainostetaan erityisesti soveltuvaksi retrofit- eli jälkiasennustarkoituksiin, ja se onkin kokonaisuutena kompakti ja yksinkertainen. MMC:ltä löytyi referenssikuvia asennetuista järjestelmistä, joten heiltä löytyy kokemusta näiden laitteistojen asentamisesta.

Suodatinyksikkö on kompaktin kokoinen, se on tyypiltään Boll & Kirch automaattisuodatin ja se sisältää useita kynttilänmallisia pitkiä suodattimia. Vastaavia järjestelmiä käytetään aluksissa yleisesti polttoaine- sekä voiteluainesuodattimina. Suodattimen puhdistus toimii takaisinhuuhtelulla, jossa virtaus suodattimen sisällä käännetään toimimaan toisin päin ja suodattimiin kertynyt aines saadaan irtoamaan pinnoista. Näin kertynyt aines pystytään poistamaan takaisinhuuhtelupumpun avulla ulos suodattimesta. Huoltotilaa ylälaipan yläpuolelle suodatin vaatii vain metrin. Myös UV-yksikkö on pienikokoinen, noin 0,8m x 1,0m. UV-lamppujen automaattinen puhdistus on toteutettu pyyhintälaitteella. Automaattiseen puhdistukseen ei liity ollenkaan kemikaalien käyttöä, minkä katsoin eduksi. Vaikka joidenkin lähteiden mukaan ne saattavat olla parempia, lisäävät ne kuitenkin asennettavien laitteistojen määrää. Varaosien saatavuudesta kerrottiin, että niitä on yleisesti saatavilla, eikä niitä tarvitse tilata MMC:n kautta.



Kuva 13. MMC BWMS 500 NV pystymallisella putkistoasennuksella (MMC Green Technology AS 2017).

Kokonaisvirrankulutukseksi on ilmoitettu noin 55kW, joka sijoittui vertailussa keski-luokkaan. Laitteiston laaja toiminta-alue eri virtauksilla kiinnitti huomioni. Toiminta-alueen ollessa niinkin laaja täyttötilanteessa kuin 80-500m³/h, poistotilanteessa vähintään 20m³/h.

MMC:n laitteisto on menestynyt hyvin IMO:n mukaisissa testauksissa sekä käynnissä olevassa USCG luokituksessa. On siis todisteita laitteiston soveltuvuudesta erilaisiin vesiolosuhteisiin.

Yllämainituin perusteluin jatkaisin perehtymistä MMC Green Technology AS tarjoamaan laitteistoon.

LÄHTEET

Alfa Laval PureBallast 3.0 Design and installation guide – 500. 2013. Viitattu 23.8.2018.

Alfa Laval PureBallast 3.0 Quotation drawings. 2013. Viitattu 19.10.2018

Alfa Laval PureBallast Std & Ex, Ballast water treatment systems for the widest flow range and Ex requirements. Viitattu 19.10.2018

Björklöf, F. Managing Partner, Business Development, Septor Oy. Sähköposti 6.7.2018. Viitattu 6.7.2018.

Björklöf, F. Managing Partner, Business Development, Septor Oy. Sähköposti 28.8.2018. Viitattu 3.10.2018.

Björklöf, F. Managing Partner, Business Development, Septor Oy. Sähköposti 25.10.2018. Viitattu 25.10.2018.

GEA BRO-MA BallastMaster 2015-08. 2015. Viitattu 20.10.2018

GEA Group AG www-sivut. Viitattu 8.10.2018, 19.10.2018.

<https://www.gea.com/en/index.jsp>

GEA Group. 2013. GEA Group - Westfalia Separator BallastMaster ultraV (English). Viitattu 22.10.2018.

<https://www.youtube.com/watch?v=TIwyZMGcRmw>

Kansainvälinen merenkulkujärjestö. 2005. Lontoo. Ballast Water Management Convention. Viitattu 17.10.2018.

Kansainvälisen merenkulkujärjestön www-sivut. Viitattu 9.8.2018.

<http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>

Langh Ship Oy Ab:n www-sivut. Viitattu 9.8.2018.

<http://www.langhship.fi/>

Lindmark, A. Alfa Laval Ab. Sähköposti 16.10.2018. Viitattu 17.10.2018

MMC BWMS Operation and Maintenance Manual MMC BWMS 500m³/h. 2018. Viitattu 3.10.2018.

MMC BWMS 500m³/h Technical Specification. 2017. Viitattu 6.7.2018.

Puntalo, A. Konepäällikkö, MS Aila. Langh Ship Oy Ab. Sähköposti 5.7.2018. Viitattu 5.7.2018.

Söderblom, A. 2018. Tekninen tarkastaja, Langh Ship Oy Ab. Piikkiö. Tapaaminen 4.7.2018. Viitattu 5.7.2018.

Wärtsilä Aquarius AQ-430-UV Technical Specification. 2012. Viitattu 11.10.2018, 17.10.2018.

Wärtsilä M/S Linda ship inspection report. 2012. Viitattu 11.10.2018.

Wärtsilä Oyj Abp www-sivut. Viitattu 17.10.2018

<https://www.wartsila.com/>