

Barlastrengöringssystemet på ro-ro-fartyget Finnmill

Adam Hannus, Victor Lybäck

Examensarbete för sjökaptens- och ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för sjöfart

Åbo 2024

Förord

Vi vill tacka besättningen på Finnmill samt Thomas Doepel från Finnlines för deras samarbete med oss under detta examensarbete. Vi tackar också Sjöfartsstiftelsen och Rannikko- ja Sisävesiliikenteen Säätiö sr som beviljat understöd för detta examensarbete.



**RANNIKKO- JA
SISÄVESILIIKENTEEN
SÄÄTIÖ**

EXAMENSARBETE

Författare: Adam Hannus, Victor Lybäck

Utbildning och ort: Utbildningsprogrammet för sjöfart, Åbo

Inriktning: Sjökapten YH och ingenjör YH

Handledare: Tony Karlsson

Titel: Barlastrengöringssystemet på ro-ro-fartyget Finnmill

Datum: 11.3.2024 Sidantal: 30

Bilagor: 5

Abstrakt

Sjöfarten är den största och mest kostnadseffektiva formen av godstransport i dagstid. När fartyg för med sig främmande mikrober och bakterier i sina barlasttankar från ett hav till ett annat kan det dock ha stora konsekvenser. Invasiva arter kan pumpas ut och förstöra lokala livsformer i vattnen. Lösningen till detta är barlastrengöringssystem som rengör vattnet före det pumpas in och ut ur fartygen.

Vi undersökte barlastrengöringssystemet på ro-ro-fartyget Finnmill för att ta reda på om det fanns komplikationer under och efter dess installation samt hur det har fungerat under användning. Vi bekantade oss med konventioner gällande barlasthantering och barlastrengöring samt intervjuade fartygets besättning och Finnlines dåvarande inköpsansvarige för att få reda på närmare hur det gick till när systemet skaffades och hur systemet har fungerat.

Resultatet visar att barlastrengöringssystemet nog fungerar som det skall men i.o.m. att det är installerat som retrofit är det därmed begränsat av bl.a. befintliga rörledningssystem som begränsar dess kapacitet och att det är svårt att integrera med föråldrade automationssystem. Detta leder slutligen till att barlastoperationerna är långsammare och mera besvärliga vilket orsakar mera planering och arbete för överstyrmännen som har dessa uppgifter som ansvar. Dessutom kan det orsaka förseningar och ekonomiska förluster för fartyg med snäva tidtabeller om barlastrengöringssystemet inte hinner bli färdigt i tid. I sista hand är det ändå miljön som skadas och det kan man väl inte sätta ett pris på.

Språk: svenska

Nyckelord: barlast, barlasthantering, barlastrengöringssystem

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Adam Hannus, Victor Lybäck

Koulutus ja paikkakunta: Utbildningsprogrammet för sjöfart, Åbo

Suuntautumisvaihtoehto: Sjökapten YH ja ingenjör YH

Ohjaaja(t): Tony Karlsson

Nimike: Barlastrengöringssystemet på ro-ro-fartyget Finnmill

Päivämäärä: 11.3.2024 Sivumäärä: 30

Liitteet: 5

Tiivistelmä

Merenkulku on isoin ja kustannustehokkain rahdin kuljetuksen muoto nykyisin. Kun alukset vievät mukanaan vieraita mikrobeja ja bakteereita painolastitankkeissaan merestä toiseen voi tämä johtaa vakaviin seurauksiin. Invasiivisiä lajeja voi päästä ulos ja tuhota paikallisia elämänmuotoja vesissä. Ratkaisu tähän ovat painolastipuhdistusjärjestelmät jotka puhdistavat veden ennen kuin sitä pumpataan sisään ja ulos aluksista.

Me tutkimme ro-ro-alus Finnmillin painolastipuhdistusjärjestelmää saadaksemme selvää oliko vaikeuksia asennuksen aikana ja sen jälkeen sekä sen toimivuudesta käytön aikana. Me tutustuimme konventioihin liittyen painolastikäsitteeseen ja painolastipuhdistukseen sekä haastateltiin aluksen miehistöä ja Finnlinesin silloista hankintavastaavaa selvitäksemme miten meni kun järjestelmä hankittiin ja miten se on toiminut.

Tulos näyttää että painolastipuhdistusjärjestelmä toimii niin kuin pitää mutta koska se on asennettu retrofit-tapaan on se täten rajoitettu mm. nykyisestä putkistosta joka rajoittaa sen kapasiteettia ja sitä on hankalaa integroida vanhentuneisiin automaatiojärjestelmiin. Tämä johtaa lopuksi siihen että painolastioperaatiot ovat hitaampia ja hankalimpia mikä aiheuttaa enemmän suunnittelua ja työtä yliperämiehille jotka vastaavat näistä tehtävistä. Sen lisäksi se voi aiheuttaa viivästyksiä ja taloudellisia tappioita aluksille joilla on tiukkoja aikatauluja mikäli painolastipuhdistusjärjestelmä ei ehdi tulla valmiiksi ajoissa. Loppujen lopuksi ympäristö säästyy ja sitä ei voida hinnoitella.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: painolasti, painolastikäsitteely, painolastipuhdistusjärjestelmä

BACHELOR'S THESIS

Author: Adam Hannus, Victor Lybäck

Degree Programme: Degree Programme in Maritime Studies, Turku

Specialization: Bachelor of Maritime Management, Captain and Bachelor of Engineering, Maritime Technology

Supervisor(s): Tony Karlsson

Title: Barlastrengöringssystemet på ro-ro-fartyget Finnmill

Date: 11.3.2024 Number of pages: 30

Appendices: 5

Abstract

Shipping is the largest and most cost-effective form of freight transport nowadays. When vessels bring along foreign microbes and bacteria inside their ballast tanks from one ocean to another it may have serious consequences. Invasive species may be pumped out and destroy local life forms in the waters. The solution to this is ballast water treatment systems that treat the water before it gets pumped in and out of the vessels.

We researched the ballast water treatment system onboard ro-ro-vessel Finnmill as to find out whether there were any complications during and after its installation and also how it has performed in operative usage. We familiarized ourselves with conventions regarding ballast water management and ballast water treatment and we interviewed the crew of the ship and the then head of acquisition from Finnlines in order to find out more closely how the process went about when the system was acquired and how it has performed.

The result shows that the ballast water treatment system is indeed working as it should but since it's installed as retrofit it is therefore limited due to current pipelines which restrict its capacity and it's hard to integrate with ancient automation systems. This eventually leads to slower and more difficult ballast operations which in turn causes more planning and work for the first officers who are responsible for these tasks. In addition it may also cause delays and economical losses for vessels with tight schedules if the ballast water treatment system doesn't finish in time. In the end the environment is spared and you can't put a price tag on that.

Language: Swedish

Key words: ballast, ballast water management, ballast water treatment system

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Målsättning.....	2
1.2	Problemformulering	2
1.3	Avgränsning	2
1.4	Metod	3
2.	BWM-konventionen	3
2.1	Barlasthanteringsplan.....	5
2.2	Barlastloggbok	5
2.3	Barlastbyte och dess standard	6
2.4	Barlastvattnets standard	6
2.5	Krav för godkännande av BWMS.....	7
3.	Barlasthanteringssystem	7
4.	Barlastrengöringssystem	9
5.	Finnmill	11
5.1	Fartygsmaskineri.....	12
6.	DESMI Ocean Guard	14
6.1	CompactClean.....	14
6.2	Viktiga komponenter	14
6.3	Retrofit.....	17
7.	Intervju	19
7.1	Intervju med besättningen	19
7.2	Intervju med kontoret	21
8.	Resultat.....	22
9.	Diskussion	25
	Källförteckning.....	28
	Figurförteckning	30
	Fartygsdata om fartyget Finnmill	Bilaga 1
	Intervjufrågor för besättningen	Bilaga 2
	Intervjufrågor för Thomas Doepel	Bilaga 3
	BWTS Annex 1	Bilaga 4
	BWTS Annex 2	Bilaga 5

Terminologi

Bunker	Bränsle som fartyg drivs med
BWM	International Convention for the Control of Ship's Ballast Water and Sediments
BWMP	Ballast Water Management Plan
BWMS	Ballast Water Management System
BWMS CODE	Code for Approval of Ballast Water Management Systems
BWRB	Ballast Water Record Book
BWTS	Ballast Water Treatment System
CIP	Cleaning In Place
EC	Electro-Chlorination
FN	Förenta Nationerna
G9	Procedure for Approval of Ballast Water Management Systems that Make Use of Active Substances
GESAMP	Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection
GESAMP-BWWG/WG 34	GESAMP-Ballast Water Working Group on Active Substances
GT	Gross Tonnage
IAS	Integrated Alarm System
IBWMC	International Ballast Water Management Certificate
IMO	International Maritime Organization
IOPP	International Oil Pollution Prevention Certificate
MEPC	Marine Environment Protection Committee
RO-RO	Roll-On/Roll-Off
UV	Ultraviolett strålning

1. Inledning

Sjöfart är en markant del av den globala världshandeln. Upp till 90 % av allt gods fraktas till sjöss och är samtidigt den mest effektiva och kostnadseffektiva formen av transport i dagsläget (International Chamber of Shipping, u.d.). För att fartygen ska hållas stabila och sjödugliga i väder och vind använder man barlast i form av vatten. Med barlast i barlasttankarna minskar belastningen på fartygets skrov och bidrar till att fartyget är mera manövrerbart. Barlast är dock inte helt problemfritt. När ett fartyg pumpar in barlast i Nordamerika följer det med en enorm mängd av mikroskopiska livsformer såsom bakterier, mikrober och larver. Då fartyget senare anländer till en hamn i Europa och pumpar ut barlasten kan det ha förödande konsekvenser för den lokala miljön och ekosystemet. De nya arterna kan börja föröka sig i massiva proportioner och slå ut de ursprungliga livsformerna. I takt med att sjöfartshandeln och -trafiken har ökat internationellt har det också fört med sig större och större invasioner av främmande arter. Dessa arter orsakar ödeläggande skador på biodiversiteten och anses vara ett av dom största hoten till miljön. (International Maritime Organization, u.d.).

International Convention for the Control of Ship's Ballast Water and Sediments (BWM) trädde i kraft 8.9.2017 och är International Maritime Organization (IMO):s svar på det stora hotet. Det bär med sig strängare krav på fartygen och att de måste följa flertalet förordningar gällande barlasthanteringen. Fr.o.m. ikraftträdandet måste alla fartyg som är 400 GT eller större anpassa sig efter förordningarna stegvis. Genomförandet av dessa är också anknyttat till undersökningen för förnyandet av fartygens IOPP-certifikat (International Oil Pollution Prevention Certificate). Senast 8.9.2024 måste alla fartyg som seglar på internationella vatten uppnå alla förordningar. I.o.m. dessa krav kommer majoriteten av alla fartyg bli tvungna att installera barlastrengöringssystem för att möta dessa standarder. (International Maritime Organization, u.d.).

Barlastrengöringssystemen är relativt nya på marknaden och för med sig många fysiska och ekonomiska utmaningar och problem speciellt när de ska installeras på gamla fartyg som redan har minimalt med utrymme. Deras implementering påverkar inte bara fartygens operationella förmåga men också deras hamntid under lastning och lossning antingen negativt eller positivt beroende på om de installerar rätt system med rätt kapacitet. Utbudet av barlastrengöringssystemen växer dock ständigt och utvecklas och förbättras.

1.1 Målsättning

I detta examensarbete undersöker vi barlastrengöringssystemets på finskflaggade roll-on/roll-off (ro-ro) -fartyget Finnmill. Vi vill kartlägga vilka utmaningar som fanns i samband med installationen och förekommer i dagligt bruk. På samma gång fördjupar vi oss i konventionerna gällande barlast och andra relevanta förordningar. Vi ger en överblick över systemet och dess komponenter och demonstrerar närmare vilka problem som uppkommit hittills. Till sist gör vi en slutsats över allt vi har fått reda på. De resultat som vi kommer fram till kan vara till nytta inte bara för barlastrengöringssystemets tillverkare men också för eventuella andra rederier och fartyg som planerar vilket system de ska installera på sina fartyg.

1.2 Problemformulering

Nuvarande rutten som Finnmill trafikerar och dess tidtabell är mycket hektisk med endast 18 till 19 timmar sjöväg från hamn till hamn och sex till sju timmar lossnings- och lastningstid i hamn. Utöver lastplanerande leder detta också till mycket och konstant planerande för barlastoperationer för överstyrmannen. Likaså är barlastrengöringssystemet i daglig användning. Detta innebär oundvikligen att komponenterna i rengöringssystemet kommer att behöva underhållas. Vi vill ta reda på barlastrengöringssystemets funktion och hur det fungerat hittills.

1.3 Avgränsning

Det finns många olika barlastrengöringssystem på marknaden vilka alla har sina egna egenskaper, fördelar och utmaningar. DESMI Ocean Guard är en stor internationell tillverkare och dess system CompactClean är installerat på Finnmill men även på flera andra systerfartyg inom Finnlines och installationens förverkligande varierar från fartyg till fartyg. Det finns dessutom tre olika varianter av CompactClean som är utvecklade för olika bruk på olika fartyg (DESMI Ocean Guard, u.d.). Därför fokuserar vi endast på Finnmill's barlastrengöringssystem DESMI Ocean Guard CompactClean och vilka problem som förekommer på Finnmill.

1.4 Metod

Vår huvudsakliga metod är att intervjua besättningen på Finnmill, närmare bestämt överstyrmännen, maskincheferna och förste maskinisten som är främst insatta i systemet, för att få reda på vilka problem som förekommer samt intervjua Finnlines kontor gällande införskaffningen av systemet. Vi dokumenterar också fysiskt m.h.a. bilder och ritningar för att kunna demonstrera och för att få en bättre uppfattning av systemet. Därtill använder vi oss av tekniska dokument och ritningar som vi fått från fartyget, från Finnlines och från tillverkare samt olika källor från organisationer och tillverkare inom sjöfarten på Internet.

2. BWM-konventionen

För att ta itu med det akuta hotet av invasiva främmande arter började Förenta Nationerna (FN) och International Maritime Organization (IMO) agera tillsammans med statliga och icke-statliga organisationer. Både FN och IMO kom fram med resolutioner och konventioner under åren. (International Maritime Organization, u.d.).

Den mest aktuella konventionen som vi går närmare in på är International Convention for the Control of Ship's Ballast Water and Sediments (BWM) som godkändes redan 13.2.2004 men trädde i kraft först 8.9.2017. Den kräver att alla fartyg på 400 Gross Tonnage (GT) och över som använder barlast under internationella seglatser ska ha en barlasthanteringsplan, en barlastloggbok, ett barlasthanteringscertifikat, International Ballast Water Management Certificate (IBWMC) och måste utföra barlasthanteringsoperationer enligt de givna förordningarna. Undantag finns för t.ex. fartyg som inte är konstruerade för att bära barlast, fartyg som bär permanent barlast och militära fartyg tillhörande statliga flottor. Dessa behöver inte följa BWM. (International Maritime Organization, u.d.).

Eftersom alla fartyg byggda före 8.9.2017 ännu inte har barlasthanteringssystem, Ballast Water Management System (BWMS), gjordes en tidtabell för implementeringen av förordningarna. Redan existerande fartyg kan välja att installera BWMS men det är inte obligatoriskt före de har haft en granskning av internationella oljeföroreningsförebyggandecertifikatet, International Oil Pollution Prevention Certificate (IOPPC). Dock måste de följa förordningen om barlastbyte direkt. Efter att de haft IOPPC-granskningen måste de uppnå förordningen om barlaststandard. Fr.o.m. 8.9.2017 måste alla nybyggda fartyg följa förordningen om barlaststandard och ha BWMS redan från

varvet. Fr.o.m. 8.9.2024 ska alla fartyg som seglar på internationella vatten uppnå alla tidigare nämnda förordningar. (International Maritime Organization, u.d.).

För att försäkra för IMO:s del att fartygen följer förordningarna kan de råka ut för hamnstatskontroll i vilken som helst hamn eller offshore-terminal som skrivit under BWM. Kontrollen kan inkludera t.ex. inspektion av barlastvattnet, barlastloggboken eller barlasthanteringsplanen. Fartyg som seglar under flaggstater som inte undertecknat BWM kan inte bli utfärdade de certifikat som krävs. De kan inte heller få någon specialbehandling ifall de saknar certifikaten. (International Maritime Organization, 2004).

Hittills har 95 länder undertecknat BWM-konventionen vilket utgör dryga 92 % av den globala merkantila flottan (International Maritime Organization, 2023, s. 1). Till näst förklarar vi kort några av de förordningar i BWM-konventionen som är mest relevanta för vårt slutarbete.



Figur 1. Invasiv art, hinnkräfta (Cladocera), som introducerats till Östersjön från Svarta och Kaspiska havet. (NOAA Great Lakes Environmental Research Laboratory, 2013).

Under en barlastoperation skall följande saker antecknas. När barlastvatten tas ombord och datum, tid och plats, hamn eller anläggning för upptagning av vattnet eller djup om upptagningen sker utanför hamn, beräknad volym av upptag i kubikmeter och underskrift av vaktbefälet som ansvarar för operationen. När barlastvattnet cirkuleras eller behandlas för barlastvattenhanteringsändamål; datum och tid för operation, uppskattad mängd som cirkuleras eller behandlas (i kubikmeter), oavsett om det utförs i enlighet med planen för barlastvattenhantering. När barlastvatten pumpas ut i havet ska följande saker antecknas; datum, tid och plats, hamn eller anläggning för utsläpp, uppskattad mängd som släpps ut i kubikmeter plus återstående mängd i kubikmeter, och en godkänd barlastvattenhanteringsplan före utsläpp. När barlastvatten släpps ut till en mottagningsanläggning behövs datum, tid och plats för upptagning. (Dromon Bureau of Shipping, 2019).

2.3 Barlastbyte och dess standard

Fartyg som inte ännu har barlastrengöringssystem måste byta deras barlast på öppet hav minst 200 sjömil från land och på minst 200 meters djup med en minst 95 % verkningsgrad av barlastens volumetriska byte. Denna standard kallas D-1 i BWM-konventionen. Ifall fartygen använder sig av metoden där barlastvattnet pumpas igenom barlasttankarna ska det ske tre gånger med respektive barlasttanks volym. (International Maritime Organization, 2004, ss. 19, 22).

Dock är denna standard inte alltid möjlig att följa som t.ex. i fallet för Finnmill, som seglar för tillfället endast på Östersjön mellan Finland och Polen där tidigare nämnda distanser är omöjliga. Här är enda alternativet användningen av barlastrengöringssystem som måste vara igång varje gång barlast ska pumpas in eller ut. Fartyg i Östersjötrafik som inte har barlastrengöringssystem måste i så fall ut på Nordsjön för att kunna byta barlast om de inte kan cirkulera barlasten mellan tankarna.

2.4 Barlastvattnets standard

I denna standard vid namn D-2 i BWM-konventionen preciserar man högsta antalet av levande organismer och mängden av indikatormikrober som får pumpas ut med barlastvattnet efter att de behandlats med barlastrengöringssystem. (International Maritime Organization, 2004, s. 22).

“Ships conducting Ballast Water Management in accordance with this regulation shall discharge less than 10 viable organisms per cubic metre greater than or equal to 50 micrometres in minimum dimension and less than 10 viable organisms per millilitre less than 50 micrometres in minimum dimension and greater than or equal to 10 micrometres in minimum dimension; and discharge of the indicator microbes shall not exceed the specified concentrations described in paragraph 2.” (International Maritime Organization, 2004, s. 22).

2.5 Krav för godkännande av BWMS

Alla BWMS som tillverkas i enlighet med BWM-konventionen måste också vara godkända enligt IMO:s Code for Approval of Ballast Water Management Systems (BWMS Code) som specificerar mera utförligt kraven för godkännandet av BWMS och systemen ska vara säkra för fartygen och dess besättningar. (International Maritime Organization, 2004, s. 22).

3. Barlasthanteringssystem

När ett fartyg ska byta barlast kräver det mycket extra tid och planering om det inte har ett barlasthanteringssystem enligt BWM-konventionen. Att fartyget måste segla ut till ett avstånd på minst 200 sjömil avstånd och minst 200 meters djup (eller stanna före nämnda avstånd på väg till hamn) för att uppfylla BWM-konventionens förordningar om barlastbyte och dess standard innebär att fartyget förlorar tid, pengar och bunker och begränsar dess operationella förmåga. Genom att installera barlasthanteringssystem undviker man alla dessa problem och bidrar på samma gång till att skona miljön från invasiva organismer. BWM kräver dessutom att senast 8.9.2024 måste alla fartyg byggda före 8.9.2017 ha BWMS som följer förordningen om barlastvattnets standard (International Maritime Organization, 2004, s. 19).

IMO definierar BWMS som ett system som behandlar barlast till den mån att det uppfyller eller överträffar kraven som ställs i BWM-konventionens förordning om barlastvattnets standard. Det omfattar också allt rörmokeri, kontroll- och övervakningsutrustning samt barlastrengöringssystem. (International Maritime Organization, 2018, s. 6).

“Ballast water management system (BWMS) means any system which processes ballast water such that it meets or exceeds the ballast water performance standard in regulation D-2. The BWMS includes ballast water treatment equipment, all associated control equipment, piping arrangements as specified by the manufacturer, control and monitoring equipment and sampling facilities. For the purpose of this Code, BWMS does not include the ship's ballast water fittings, which may include piping, valves, pumps, etc., that would be required if the BWMS was not fitted.” (International Maritime Organization, 2018, s. 6).

Ytterligare ska allt ballastvatten som pumpas ut vara säkert för miljön oberoende av seglatsens och behandlingens längd och systemet skall ta i beaktande organismer som kan föröka sig under tiden efter behandling tills det pumpas ut. Systemet får inte utgöra någon risk för besättningen och fartyget utan det skall vara försett med tillräckliga alarm, vara stadigt och lämpligt för sjöfart och enkelt att underhålla. (International Maritime Organization, 2018, s. 8).

För att ballasthanteringssystemen ska bli godkända måste de gå igenom en typgodkännandeprocess som IMO står för. Tillverkare ska förse IMO med uppgifter om bl.a. systemets konstruktion, operation och design. I fall systemet passerar första utvärderingen fortsätter man med olika tester av systemet på land och ombord ett fartyg. Om alla krav uppfylls utdelas ett typgodkännandecertifikat som ska innehålla beskrivning och ritningar, användarmanual, systemets risker samt alla begränsningar. (International Maritime Organization, 2018, ss. 10,11).

Det finns också BWMS som använder sig av aktiva substanser, t.ex. virus eller svampar, som är en del av behandlingen mot skadliga organismer och patogener i ballastvattnet. Dessa system faller under BWM:s förordning om kraven för godkännande av BWMS och måste följa en skild stadga: Procedure for Approval of Ballast Water Management Systems that Make Use of Active Substances (G9). IMO upprättade en arbetsgrupp med experter i november 2005, The GESAMP-Ballast Water Working Group on Active Substances (GESAMP-BWWG eller WG34) som specifikt utreder eventuella risker som BWMS med aktiva substanser kan orsaka för miljön och människor. WG34 underlyder IMO:s Marine Environment Protection Committee (MEPC). (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, 2023).

G9 består av en tvåstegsprocess för godkännandet av BWMS som använder aktiva substanser: Basic Approval och Final Approval. Tills augusti 2023 har 63 BWMS blivit tilldelade Basic Approval och 51 har fått Final Approval av IMO. (International Maritime Organization, 2023).

4. Barlastrengöringssystem

I den globala sjöfarten byter fartyg årligen 5 miljarder ton barlastvatten. Det innebär att dagligen förflyttar sig 10 000 ovälkomna arter av mikrober genom barlastvattnet in och ut ur fartygens barlasttankar (Lloyd's Register, 2018, s. 3).

Här kommer barlasthanteringssystem (BWMS) in i bilden. BWMS innehåller många olika komponenter och barlastrengöringssystem, Ballast Water Treatment System (BWTS) är en av dem. BWTS behandlar och rengör alltså all barlast enligt de krav som ställs i BWM-konventionen. Det finns många olika metoder för barlastvattenrengöring så som filtrering, centrifugering m.m. för att eliminera större organismer från vattnet. Kemiska behandlingar med klor, ozon och UV-strålning används för att eliminera mindre organismer och patogener. Ultraviolet (UV) strålning och elektroklorering är moderna och miljövänliga alternativ för barlastrengöringssystem. Det är också vanligt att använda en kombination av flera metoder t.ex. filtrering och UV-strålning. Detta är för att eliminera större samt mindre organismer i barlastvattnet. (Mr.Marine, u.d.).

Valet av BWTS beror på faktorer som vattenkvalitet, fartygstyp och regelkrav. Det finns åtta stycken olika typer av barlastvattenbehandling runt om i världen. Varje typ är anpassad efter specifika fartygskrav och regelverk. (Mr.Marine, u.d.).

UV-filtreringsbarlastrengöring använder UV-strålning och filtrering för att rengöra barlastvattnet. Filtrets uppgift är att filtrera bort större organismer ur vattnet. Efter att vattnet genomgått filtreringsprocessen går det igenom en UV-modul som innehåller flertalet UV-lampor. UV-lamporna förgör dom sista organismerna. Denna process kan användas på både upptagning av barlastvatten och när vattnet släpps tillbaka i sjön. (Mr.Marine, u.d.).

Barlastvattenrengöring med hjälp av kemikalier använder olika oxiderande och icke-oxiderande biocider som visat sig effektiva för barlastrengöring. Dessa kemikalier används även för att de lätt bryts ner och inte leder till kemikalisk kontaminering av barlastvattnet. Oxiderande biocider inkluderar klor, brom och jod. Dessa aktiva ämnen förstör cellmembranet eller nukleinsyrorna hos mikroorganismerna. Icke-oxiderande biocider motverkar reproduktionen samt de neurala eller metabola funktionerna hos organismerna. (Mr.Marine, u.d.).

Deoxygenering av barlastvatten är en metod som använder kvävgas för att rengöra och minska syrehalten i barlastvattnet. Kvävgasen tillförs till barlasttanken (ovan för vattenytan). När gasen appliceras till tanken försvinner syret i tanken och vattnet och därmed dör organismerna. Detta är en långsam process och kan ta upp till två till fyra dagar. Barlasttankarna måste vara 100 % täta för att denna process skall fungera. (Mr.Marine, u.d.).

Barlastrengöring med hjälp av värme är en process som värmer upp barlastvattnet till en så pass hög temperatur att organismerna dör bort. För denna metod kan ett värmesystem installeras i barlasttankarna. Alternativt går det att använda värmeenergi från fartygsmaskineriets kylarsystem för uppvärmningen av tankarna. Värmerengöringen är en långsam metod och kan orsaka korrosion i barlasttankarna. (Mr.Marine, u.d.).

Elektrisk och plasmapulsbildning används för att rengöra barlastvatten. Denna metod är inte helt färdigställd ännu och kräver fortfarande utveckling. Barlastvattnet rengörs med hjälp av korta effektiva energipulser i barlastvattnet som dödar organismerna. Det finns två olika processer som går att använda för metoden. Ena metoden använder sig av två metallektroder som med hjälp av elektricitet mellan elektroderna bildas en mycket hög och effektiv ljusbågepulser som bildar hög kraft och tryck och därmed dödar organismerna. Den andra metoden fungerar på samma sätt men den använder elektrisk plasma som genererar en plasmaljubåge som dödar organismerna. (Mr.Marine, u.d.).

Ultraljudsrengöring används oftast tillsammans med någon annan rengöringsmetod. Ultraljudsmetoden producerar ultraljudsvågor med mycket hög energi som dödar organismerna i barlastvattnet. (Mr.Marine, u.d.).

Magnetfältsbarlastrengöring är en metod som dödar organismerna i barlastvattnet med hjälp av magnetism. Processen går till på följande sätt; magnetpulver blandas med koagulanter och tillsätts i barlastvattenstanken. Magnetiska flockar/flingor bildas som innehåller marina organismer. Med hjälp av en magnet kan man få bort pulvret och organismerna från vattnet. (Mr.Marine, u.d.).

Det finns många olika tillverkare för barlastrengöringssystem inklusive flertalet endast i Norden. Finnmill använder sig av danska DESMI Ocean Guard och det kommer vi att fokusera på.

5. Finnmill

Finnmill är ett 187,1 meter långt finskflaggat ro-ro-fartyg tillhörande finska rederiet Finnlines som i sin tur ägs av italienska Grimaldi Group. Fartyget blev färdigbyggt 2002 i Nanjing, Kina och har Helsingfors som hemmahamn. (Finnlines, u.d.).

Fartyget är konstruerat för att transportera flera olika typer av last som i huvudsak rullar, dvs. släpvagnar, lastbilar och bilar men också containrar på Mafi-vagnar och t.ex. pappersbalar på kassetter. Lasten är möjlig att placera på totalt fem däck. Längst ner är tank top (också kallad källare) som täcks av hydrauliska luckor. Ovanpå kommer huvuddäck som är störst till ytan och fjärde däck vilket består av hyllor som kan sänkas vid behov men har inte varit i bruk på en lång tid. Nästhögst finns övre däck och högst upp är väderdäck. Totalt utgör dessa däck en lastkapacitet på sammanlagt 3259 meter (Finnlines, u.d.).

Fartyget har en blandbesättning på 16 personer varav ungefär hälften är finländare och ester och resten är filippinare. Det finns sex passagerarhytter som rymmer upp till tolv passagerare. Finnmill har trafikerat flera olika linjer och under olika flaggor i Europa under åren men i skrivande stund seglar det dagligen mellan Hangö, Finland och Gdynia, Polen. Mer specifik data om fartyget listar vi i bilaga 1.



Figur 3. Finnmill. (Hannus, 2023).

5.1 Fartygsmaskineri

Ett fartyg drivs och består av otaliga avancerade maskiner och komponenter som gör att fartyget kan opereras säkert. Huvudmaskineriet ger kraft till propellern och ser till att fartyget kommer framåt eller bakåt. Det finns flera olika typer av huvudmaskinerier men mest förekommande är diesel- och gasmaskiner. (Mehta, 2023).

Finnmill har två stycken MAN 9L48/60B dieseldrivna huvudmaskiner som producerar 18900 kilowatt sammanlagt. Motorerna har en cylinderborr på 480 mm och en slaglängd på 600 mm per cylinder vilket leder till en cylindervolym på 9,03 liter.

Hjälpmaskineriet består av en eller flera mindre maskiner som förser fartyget med ström till alla system och diverse utrustning, inklusive barlastpumpar och barlastrengöringssystemet. Under tiden fartyget är förtöjt i hamn är huvudmaskineriet bortkopplat och hjälpmaskineriet står för all kraft. (Pervez, 2023).

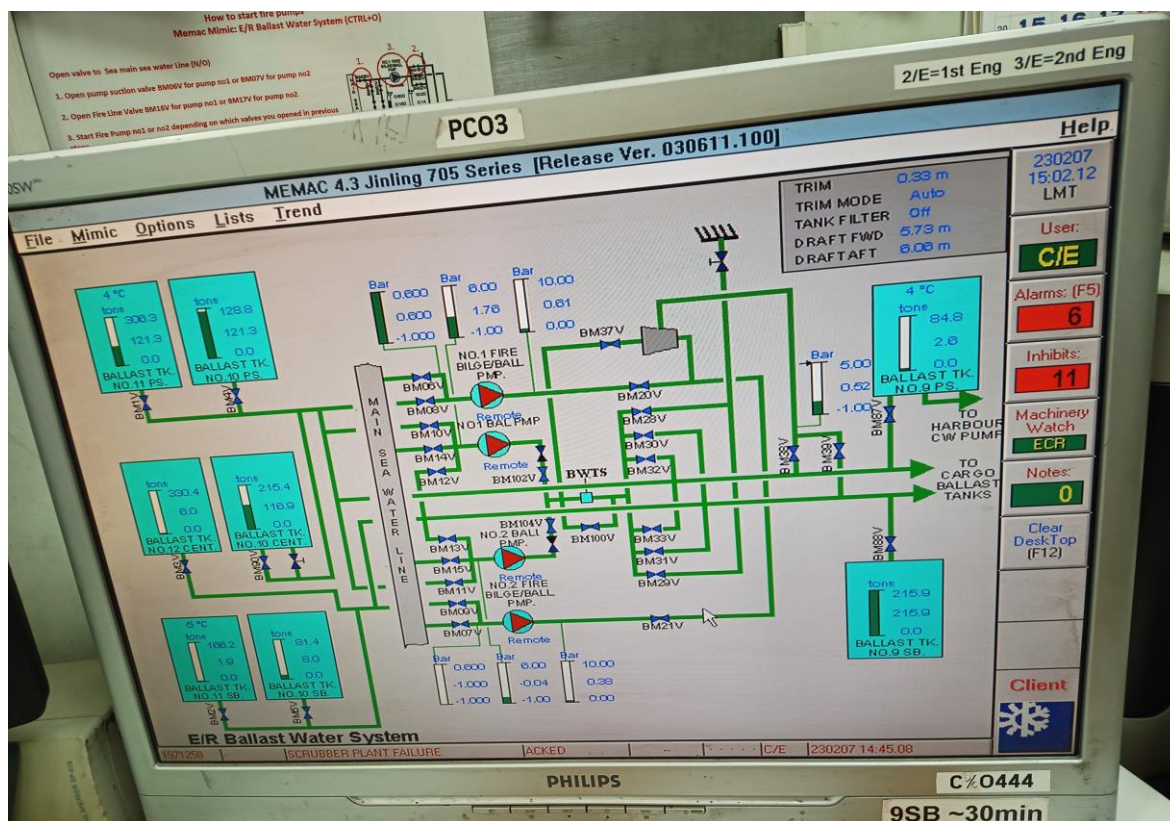
Finnmill använder Mitsubishi S12N-MPTK-motorer som hjälpmaskiner. Mitsubishi S12N-MPTK är en 43-liters fyrtakts-V-motor med 16 cylindrar. Motorerna har en effekt på 860 kilowatt per motor. Därtill finns en nödgenerator som startar igång ifall det skulle bli strömavbrott eller något annat haveri i hjälp-maskinerna.

För att fartyg ska hållas stabilt och upprätt använder man sig av barlast i barlasttankar. På nyare fartyg använder man sig av ett barlasthanteringssystem, Ballast Water Management System (BWMS), som kan pumpa in och ut vatten i takt med att fartyget lossas och lastas och därmed minska på skrovets belastning och förbättra bunkerförbrukningen. När man ska ut till sjöss reglerar man barlasten till barlasttankarna så att fartyget blir så stabilt och sjödugligt som möjligt. (Mehta, 2023).

När Finnmill byggdes var BWMS inte aktuellt utan "barlasthanteringen är integrerat i ett integrerat alarmsystem, Integrated Alarm System (IAS), vid namn MEMAC" förklarar överstyrman Antti Hämläinen (diskussionsmöte 30.10.2023). MEMAC övervakar, kontrollerar och alarmerar all utrustning ombord som har någon typ av sensor. Förutom barlasthanteringen hör till MEMAC också bl.a. kontroll över maskinrummet och uppstart av maskinerna, bränslesystem, ventilation och färsk- och tekniskt vatten. MEMAC

alarmerar också vid eventuella problem och t.ex. alarmpaneler som finns i mässen och i torpet är kopplade till MEMAC varifrån alarmen kan kvitteras.

DESMI:s barlastrengöringssystem är i efterhand integrerat med MEMAC men endast delvis eftersom MEMAC är numera föråldrat och det körs på ett väldigt gammalt operativsystem som begränsat möjligheten att integrera desto mera. Detta innebär att DESMI inte kan styras via MEMAC utan DESMI är endast där som en s.k. "Mimic Display" tillägger Hämäläinen. Således styrs DESMI via dess egna kontrollpaneler som finns placerade i lastkontoret. Barlastpumpar och -ventiler styrs i sin tur genom MEMAC. Finnmill har fyra stycken barlastpumpar och en antiheeling-pump från ABB med en pumpkapacitet på 350 kubikmeter vardera avslutar Hämäläinen.



Figur 4. MEMAC med översikt över Finnmill's barlastsystem. (Hannus, 2023).

6. DESMI Ocean Guard

DESMI grundades 1834 av Henning Smith och är ett av Danmarks äldsta företag. 1977 flyttade företaget till nya moderna lokaler i Nørresundby. Det är där huvudkontoret fortfarande ligger. På 1970-talet började DESMI utveckla och tillverka utrustning för att bekämpa oljeutsläpp till havs. Idag sköts denna verksamhet av dotterbolaget DESMI Ro-Clean A/S. (DESMI, u.d.).

6.1 CompactClean

CompactClean är DESMI Ocean Guards barlastrengöringssystem som används på Finnmill för barlastrengöring. Under en barlastoperation kommer barlastvattnet först att pumpas genom det mekaniska filtret där större partiklar och organismer separeras från vattnet. Därefter till UV-enheten, där de återstående organismerna utsätts för UV-strålning och därmed steriliseras barlastvattnet före det pumpas till barlasttankarna. När barlastvattnet pumpas tillbaka i havet från barlasttanken, pumpas den genom UV-enheten, där eventuella kvarvarande organismer utsätts för UV-strålning innan det behandlade barlastvattnet släpps ut i havet. (DESMI Ocean Guard, 2021).

6.2 Viktiga komponenter

Vatten innehåller små organismer som kan transporteras till främmande vatten via barlast. För att detta inte skall ske har det nyligen införts bestämmelser om att det är nödvändigt för fartyg att rena barlastvattnet från organismer som bakterier och patogener. Barlastrengöring med UV-ljus är en miljövänlig behandlingsmetod. UV-ljuset steriliserar vattnet som kommer till barlastvattentankarna och det som pumpas ur tankarna. UV-lamporna förstör bakteriernas och patogenernas DNA vilket gör dem inaktiva och hindrar dem därmed från att fortplanta sig i främmande vatten. (Heraeus, u.d.).

UV-systemet består av en serie UV-lampor. Den applicerade UV-dosen kommer att regleras i förhållande till den uppmätta UV-styrkan som strålas genom barlastvattnet. I klart till normalt vatten regleras genom att minska effekten som levereras till UV-lamporna, medan flödet genom UV-enheten minskas i oklara vatten. DESMI använder ett så kallat tryckfilter i sitt rengöringssystem. Filtret är monterat efter barlastpumpen. Filtret rengör sig själv automatiskt under användning, när differenstrycket överskrider det förinställda värdet i

filtret. Filtret rengörs av ett så kallat "backflushing"-system där filtret rengörs av det färdigt rengjorda barlastvattnet. Filtret är lätt att komma åt och därmed lätt att underhålla. (DESMI Ocean Guard, 2021).



Figur 5. UV-lampor och tryckfilter. (Hannus, 2023).

Det finns två stycken tryckgivare i det automatiska filtret. Tryckgivarna är placerade vid inkommande och utgående öppning av filtret. Tryckgivarna mäter tryckskillnaden genom filtret. (DESMI Ocean Guard, 2021).

En UV-intensitetssensor är monterad i UV-enheten. UV-intensitetssensorn används för att dämpa UV-lamporna i klart vatten med hög UV-överföring UV-intensiteten höjs i smutsigt vatten med låg UV-överföring. Detta kommer också att säkerställa en mindre energikonsumtion och en noggrant doserad UV-behandling. (DESMI Ocean Guard, 2021).

En temperatursensor är monterad på UV-enhetens utgående fläns. Temperatursensorn mäter barlastvattnets temperatur efter rengöringen. (DESMI Ocean Guard, 2021).

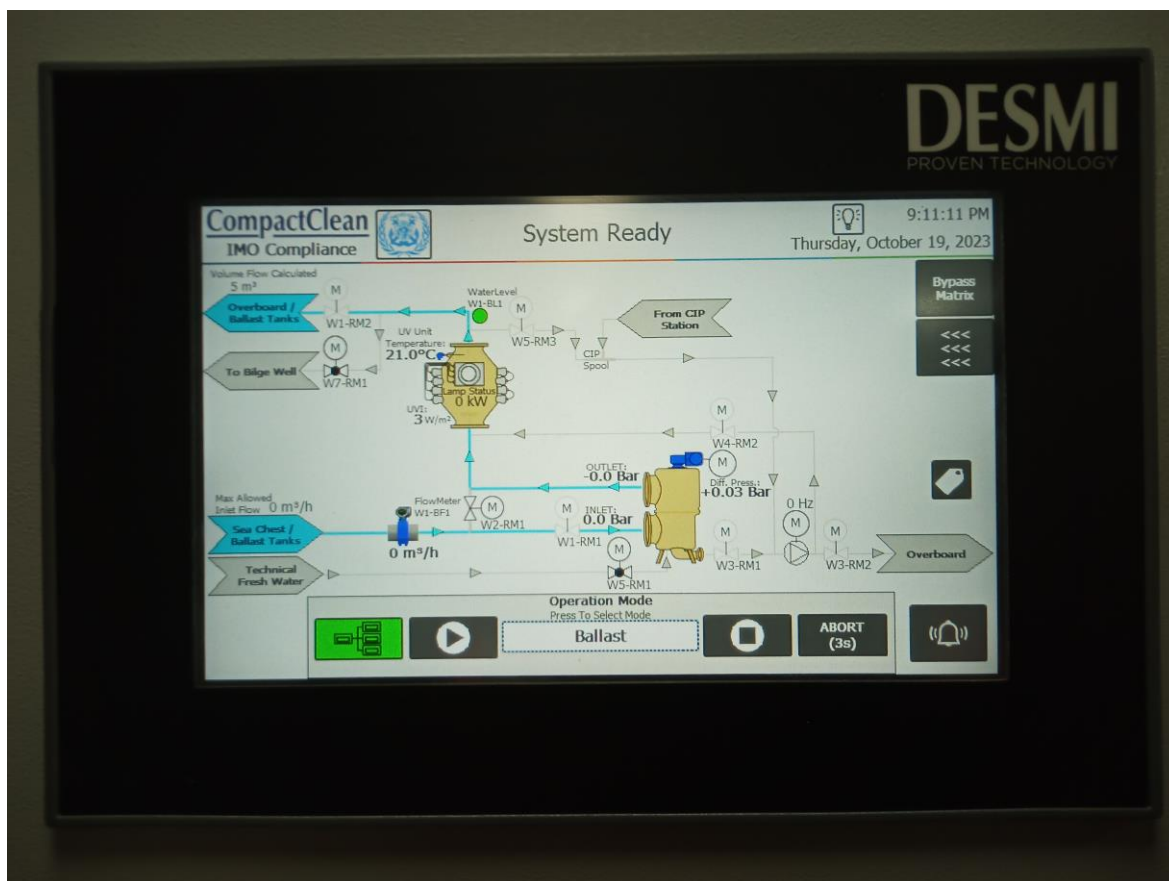
Flödes hastigheten mäts i m³/timme. Flödesmätaren placerad på inloppssidan av filtret. Flödet styrs av en ställbar automatisk motorventil på utloppssidan av BWMS-enheten. Nivåbrytaren är placerad i övre delen i UV-enheten ovanför UV-lamporna. Till exempel: nivåbrytaren är avaktiverad, detta indikerar att systemet inte är fullt. Systemet kommer då att aktivera sötvattenpåfyllning från fartygets vattensystem. Vattenpåfyllningsprocessen pågår tills vattnet täcker UV-lamporna i UV-enheten och då aktiveras nivåbrytaren. (DESMI Ocean Guard, 2021).

CIP står för Cleaning In Place och är ett automatiskt rengöringssystem för UV-enheten och UV-lamporna. CIP-enheten använder citronsyra för rengöringen av UV-lamporna. Citronsyran appliceras till UV-enheten i tillräcklig mängd för att hålla UV-lamporna rena och därmed uppehålla lampornas prestanda. CIP-enheten är ett rengöringssystem med egen doseringstank och pump. Enheten programmeras för att sköta rengöringen av UV-enheten automatiskt i olika intervaller. (DESMI Ocean Guard, 2021).



Figur 6. CIP-enhet. (Hannus, 2023).

I DESMI:s BWMS medföljer huvudpanelen till systemet, som innehåller PLC och UV-lampans styrsystem, som kopplas rakt till UV-enheten. Huvudpanelen är luftkyld, därför rekommenderas det att installera huvudpanelen i ett välventilerat utrymme, för att säkerställa att kylningskapaciteten räcker till. Huvudpanelen kan installeras på ett max avstånd på 100 meter från UV-enheten. Huvudpanelen är utrustad med HMI varifrån systemet är övervakat och styrt. Systemets huvudbrytare befinner sig i huvudpanelen. (DESMI Ocean Guard, 2021).



Figur 7. Huvudpanelens kontrollpanel. (Hannus, 2023).

6.3 Retrofit

Retrofit är en teknisk term som refererar till att något nytt installeras ombord på ett gammalt fartyg för att t.ex. uppfylla nya lagar, krav och modern teknologi. Dessa modifikationer gör så att gamla fartyg uppfyller moderna krav och går att användas en längre tid. (Bureau Veritas Marine & Offshore, u.d.).

Retrofit är ett effektivt sätt för att uppnå moderna lagar och standarder men kräver mycket teknisk kunskap för att kunna verkställa det på ett korrekt sätt. Alla fartyg är olika och detta

gör att retrofit är mera komplicerat att verkställa och därmed kräver retrofit mycket tid och planering. Största utmaningarna med retrofit är när ny teknologi installeras på ett fartyg med gammal teknologi vilket kan leda till svårigheter med att integrera det nya systemet med det gamla på grund av att de är så olika. (Bureau Veritas Marine & Offshore, u.d.).

Exempel på retrofits som gjorts på fartyg för att de skall uppnå lagar och standarder är bl.a. scrubbers. Dessa rengör avgaser som fartygsmaskineriet producerar när fartyget är i drift och gör det möjligt att använda olika bränslen, t.ex. tjockolja, som får användas på de flesta områden med scrubber i användning. Också barlastrengöringssystem som installeras på gamla fartyg är en typ av retrofit. Finnlines fartyg Finnmill och dess systerfartyg Finnsky är ett bra exempel på en retrofit som gjorts på två likadana fartyg men jobbet är utfört på olika sätt. Både Finnmill och Finnsky har likadana barlastrengöringssystem men vissa komponenter är installerades på olika sätt, t.ex. barlastrengöringssystemets huvudpanel. På Finnmill är det installerat i lastkontoret och på Finnsky är huvudpanelen i ett skilt utrymme bredvid lastkontoret.



Figur 8. Huvudpanelen i Finnmill's lastkontor. (Hannus, 2023).

7. Intervju

Vi har intervjuat besättningen på Finnmill och Finnlines kontor angående införskaffning, installation, funktion och komplikationer med barlastrengöringssystemet. Besättningen intervjuade vi muntligt ombord på fartyget och kontorspersonal via epost. Avsikten är att ta reda på hur nya barlastrengöringssystemet har fungerat som retrofit på ett gammalt fartyg och vilka problem som förekom under installationen och i efterhand under drift.

7.1 Intervju med besättningen

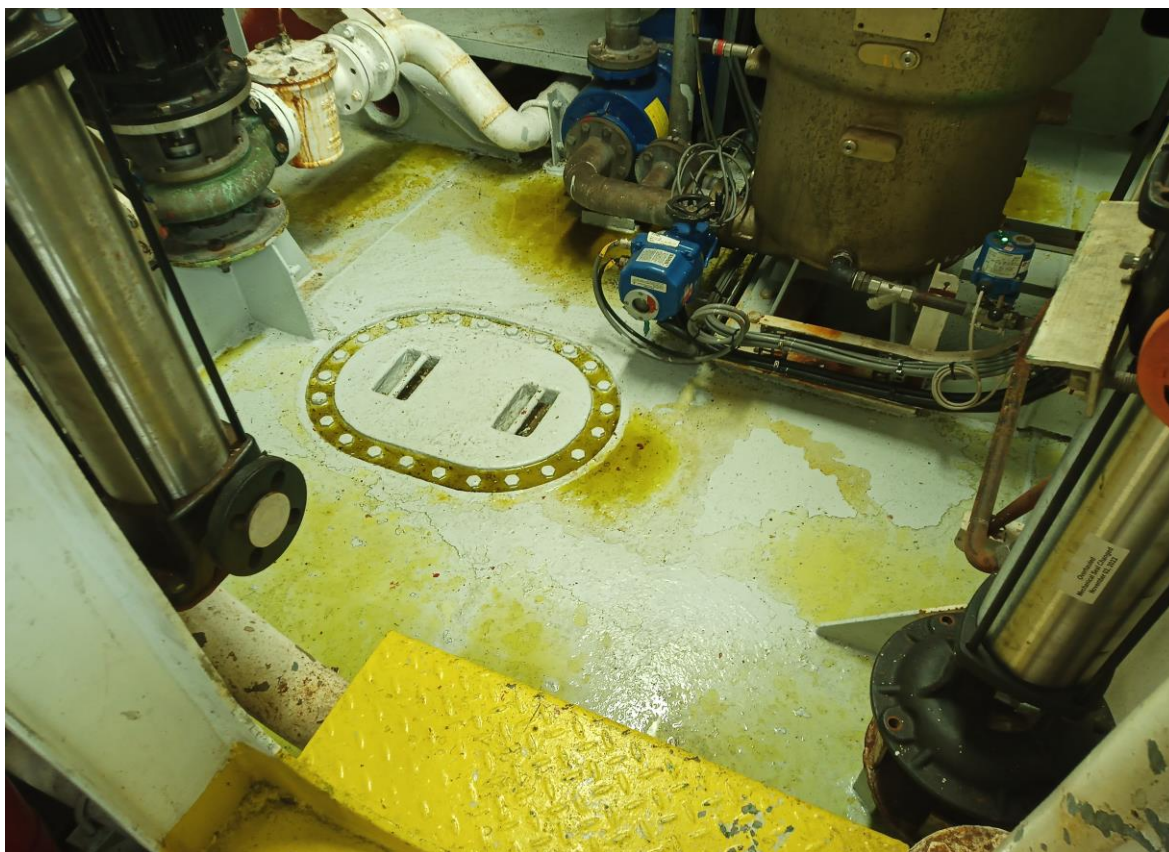
Intervjun med personalen ombord gjordes för att få en överblick över hur barlastrengöringssystemet fungerar i daglig användning ombord på fartyget, samt hur användningen skiljer sig från när det inte fanns något barlastrengöringssystem. Vi valde att intervjua överstyrman Antti Hämäläinen och Topi Knopp på grund av att de använder systemet dagligen i sina arbetsuppgifter. Maskinpersonalen ansvarar för det tekniska och underhållet av rengöringssystemet. Därför intervjuade vi maskinchefen Mikael Kannelhovi och första maskinisten Benjamin Santoyo som är en del av maskinpersonalen. Intervjun består av tolv frågor som finns i bilaga 2.

Barlastrengöringssystemet installerades på Finnmill under dockning i Landskrona, Sverige. Dockningen varade mellan december 2021 och januari 2022. Installationen av barlastrengöringssystemet fortsatte till sjöss efter dockningen berättar maskinchef Kannelhovi och överstyrman Knopp (diskussionsmöte 7.2.2023). Enligt Kannelhovi och Knopp valdes barlastrengöringssystemet av personalen på Finnlines kontor utan någon djupare rådgöring med fartygets besättning. Därmed valdes det mest kostnadseffektiva alternativet. Även på andra Finnlines fartyg installerades liknande rengöringssystem tillägger Kannelhovi och Knopp.

Komplikationer som uppkom under installationen var bl.a. att modifiera de gamla rörledningarna så att det nya rengöringssystemet och dess rör skulle passa ihop med det redan existerande barlastsystemet ombord. De nya rörledningarna tar upp mycket utrymme och försvårar underhållsarbete på utrustning/komponenter som redan existerar i utrymmet där barlastrengöringssystemet installerades. Finnmill var även tvungen att söka tidsmässig dispens för dockningen på grund av installationen av barlastrengöringssystemet förklarar Kannelhovi.

Efter att barlastrengöringssystemet har tagits i bruk har komplikationer uppstått. Lastningen tar längre tid på grund av att barlastvattnet skall rengöras och pumpas igenom rengöringsenheten (tryckfiltret och UV-enheten). Uppvärmningen av systemets UV-lampor tar ungefär fem till tio minuter. Största problemet uppkommer under slutskedet av lastningen om det inte går att flytta barlast mellan tankarna för att jämna ut vikten och fartygets stabilitet. "I sådana fall måste barlastvattnet tas ur havet vilket leder till att rengöringssystemet måste startas upp på nytt" berättar överstyrman Hämäläinen (diskussionsmöte 24.2.2023).

Några läckor har uppkommit sedan installationen, så som CIP-tankens botten som hade spruckit och några läckor i rörkopplingarna. CIP-tanken är nu reparerad. "Under installationen av systemet uppkom komplikationer med att få det nya rengöringssystemets automationssystem att passa ihop med fartygets gamla system, och att få det att fungera som det skall" fortsätter Hämäläinen. Vidare tillägger Hämäläinen att "systemets huvudpanel är mycket högljudd vid uppstart samt vid nerstängning." Hämäläinen nämner också att "vid uppstart av systemet kan systemet krascha och leda till att systemet måste startas om från början vilket tar lång tid."



Figur 9. Citronsyra som läckt från CIP-enheten. (Hannus, 2023).

Finnmill måste nu också ha igång en hjälpmaskin extra vid användning av barlastsystemet i hamn på grund av att rengöringssystemet kräver så pass mycket ström. ”Detta leder till en högre bränsleförbrukning” berättar Hämäläinen. ”Fartyget måste också ha med sig extra barlastvatten på grund av komplikationer med barlastrengöringssystemet vid lastning” fortsätter Hämäläinen. Detta påverkar också bränsleförbrukningen på ett negativt sätt. Hämäläinen påpekar att systemet är överlag för trögt och ställer till med motgångar under lastning och lossning med tanke på hur systemet fungerade före rengöringssystemet blev installerat. Till sist önskar Hämäläinen att ”systemet skulle logga barlastoperationerna automatiskt vilket skulle spara arbetstid eftersom i nuläget måste allting skrivas manuellt för hand i fartygets barlastloggbok.”

Underhåll på UV-enheten har ännu inte utförts på grund av att systemet är så nytt och inte behövs underhållas ännu berättar första maskinisten Santoyo (diskussionsmöte 22.5.2023). Förbättringar för systemet skulle vara mer utrymme för installation och bättre planering för installation enligt Santoyo. ”Förbättring inom systemets energiförbrukning och även mer rörkapacitet med tanke på fartygets gamla rörledningar skulle hjälpa” tillägger Santoyo.

7.2 Intervju med kontoret

Som intervjuperson från kontoret svarade Thomas Doepel som är vice VD för Finnlines PLC. Under införskaffningen av barlastrengöringssystemet för Finnlines fartyg verkade Doepel som koncernens inköpsansvarig. Intervjun med Doepel gjordes via E-post och innehåller 14 frågor vilka finns i bilaga 3.

”Införskaffningskriterier för barlastrengöringssystemet var att standarder (bilaga 4) skulle uppfyllas enligt fartygens behov” skriver Doepel (personlig kommunikation 3.11.2023). Efter en omfattande teknisk forskning som gjordes av Finnlines tekniska avdelning, så kom beslutet om att UV-baserad teknik skulle användas för barlastrengöringssystemet fortsätter Doepel. Offerter skickades ut till följande potentiella leverantörer; Alfa Laval, GEA (Trojanmarinex), Hyde, Wärtsilä, Evac/Cathelco, DESMI Ocean Guard och Optimarin. Alla inbjudna leverantörer gav en offert förklarar Doepel. Att hitta ett passligt barlastrengöringssystem var inte svårt på grund av att alternativen var många. DESMI Ocean Guard uppfyllde alla kriterier för ett passande barlastrengöringssystem och var

konkurrenskraftigt som kandidat och därför valdes DESMI Ocean Guard enligt Doepel. Under införskaffningstiden var Finnlines tekniska inspektörer i kontakt med fartygen menar Doepel. Besluten om införskaffning av barlastrengöringssystemen till Finnlines fartyg diskuterades bl.a. under befälhavardagarna. Installationerna av barlastrengöringssystemen verkställdes av olika installatörer, både varvsrepresentanter och andra installationsföretag (bl.a. Synkronex och EE-Engineering) berättar Thomas Doepel. DESMI Ocean Guard valdes till majoriteten av Ro-Ro-fartygen. Alla fartyg förutom Finneco-fartygen har barlastrengöringssystemet av DESMI Ocean Guard. Ro-Pax-fartygen och Finneco-fartygen använder sig av Alfa Laval's barlastrengöringssystem förklarar Doepel. DESMI Ocean Guards mest passande modell valdes enligt fartygens då befintliga barlastsystem och dess specifikationer (bilaga 5) skriver Doepel. "Med tanke på att ingen tidigare erfarenhet av DESMI Ocean Guard och dess barlastrengöringssystem fanns, utförde vi en noggrann genomgång av samtliga potentiella leverantörers referenslistor innan val och kontrakt uppgjordes" avslutar Doepel.

8. Resultat

Även fast BWTS har uppfunnits för ett gott ändamål så som att förhindra mikroorganismer och främmande arter att transporteras med barlastvattnet till nya områden, så är det inte felfritt. Vanliga problem som uppstår med BWTS ombord på fartyg inkluderar tidsmässiga utmaningar vid lastning och lossning samt svårigheter med att integrera BWTS-enheten med det befintliga systemet, delvis på grund av dess omfattande platsbehov.

Enligt personalen ombord på Finnmill bestämde Finnlines kontorspersonal vilket BWTS som skulle installeras på Finnmill och deras främsta prioritet var att hitta en kostnadseffektiv lösning. Under införskaffningen av rengöringssystemet anser kontorspersonalen att de haft tillräcklig kommunikation med Finnmill's personal. Finnlines tekniska avdelning gjorde valet av barlastrengöringssystemet enligt olika leverantörs kandidater som uppfyllde krav, standarder och lagar för ett passande rengöringssystem. Vid en valkommitté där både Finnlines tekniska ship management team och inköpsteamet deltog valdes rengöringssystemet enligt mest passande offert.

Finnlines tekniska avdelning gjorde noggranna undersökningar av flera olika passande rengöringssystem och leverantörer innan beslutet om vilket barlastrengöringssystem som

skulle införskaffas. Även fast valet gjordes noggrant och med eftertanke så uppkom vissa komplikationer med att anpassa Finn Mills barlastvattenrörledningar för det nya systemet. Fast rengöringssystemet uppfyller alla specifikationer för Finn Mills barlaströrssystem och dess kapacitet är de gamla rörledningarna och det trånga utrymmet inte optimalt för rengöringssystemet och skapar svårigheter när det kommer till underhåll av fartygets andra komponenter som finns i samma utrymme. Därtill förekommer komplikationer med att integrera barlastrengöringssystemets automationssystem med fartygets automationssystem MEMAC på grund av att fartygets gamla teknologi inte var passande för den nya teknologin som medföljde rengöringssystemet. Finn Mill var tvungna att ansöka om en tidsdispens under docka för att hinna installera klart systemet.

Rengöringsprocessen ökar barlastpumpningstiden avsevärt. Startandet och uppvärmningen av systemet tar också längre tid, vanligtvis fem till tio minuter. Detta leder till tidsmässiga problem under lastningen och är särskilt besvärligt under de sista stadierna av lastningen. Det som ställer till komplikationer under den sista delen av lastningen är att det inte går att ha igång rengöringssystemet när man flyttar det färdigt rengjorda och upptagna barlastvattnet mellan tankarna. När vattnet flyttas mellan tankarna går det inte att ta in mer vatten ur havet samtidigt. Detta beror på att allt är kopplat till en och samma rörlinje.

Största svårigheten uppstår när vattnet flyttas mellan tankarna i slutskedet av lastningen och det kommer fram att vattnet inte räcker till för att uppnå rätt stabilitet på fartyget. I så fall måste rengöringsenheten startas upp på nytt för att ta in mer barlastvatten. Detta tar ungefär 10 minuter på grund av att UV-enheten måste startas om innan pumpningen av barlastvattnet kan verkställas. 10 minuter är lång tid när det gäller slutskedet av lastningen och kan leda till förseningar i avgång. Det är inte heller möjligt att blanda barlastvatten från ett annat område (även fast det har passerat rengöringsprocessen) med det nyligen rengjorda och upptagna vattnet, eftersom det ställer till med problem vid loggning av barlastvattnet där man måste hålla reda på varifrån vattnet har tagits. Detta kan leda till problem om barlastloggningen skulle granskas. Detta utesluter också möjligheten att använda extra vatten som fartyget har ombord för att justera stabiliteten, och i stället måste nytt vatten tas upp och rengöras.

Innan barlastrengöringssystemet installerades på Finnmill fanns det två separata rörlinjer som kunde utnyttjas till fartygets fördel vid pumpning av barlastvatten. Man kunde pumpa in eller ut barlast från en tank och cirkulera barlast mellan andra tankar samtidigt. Efter retrofitten av det nya rengöringssystemet sammanfogades de två rörlinjerna till en på grund av att det inte skall vara möjligt att ta in vatten utan att gå via UV- enheten och filtret. Därmed hade det också stora konsekvenser för barlastpumpningen och försvårade processen avsevärt.

Tidsmässiga komplikationer med barlastpumpning leder också till mer arbete och planering åt överstyrmannen som sköter om och planerar lastningarna på Finnmill. Operativsystemet har visat sig vara ostabilt och behövs startas om regelbundet. På grund av att systemet måste startas om ofta vid uppstartningen undviks systemets användning. Detta leder också till att fartyget har med sig extra barlastvatten för att kunna cirkulera barlastvattnet mellan tankarna istället för att pumpa in och ut under hamnvistelsen. Överstyrman Hämäläinen nämnde att han skulle kunna pumpa ut det extra barlastvattnet under sjöresan som i sin tur skulle spara lite bunkerförbrukning. Dock skulle det kräva att han måste gå tillbaka till lastkontoret efter avgång och tillbringa flera timmar för att pumpa ut och sedan på nytt pumpa in samma mängd flera timmar före ankomst. Detta skulle kräva otaliga extra övertidsarbetstimmar som bara inte är möjligt med nuvarande tidtabellen och vilotiden. Om uppstartningen misslyckas på grund av UV-enheten beror det oftast på att UV-lamporna är smutsiga. I sådana fall går CIP-enheten igång vid omstart. När CIP-enheten rengör UV-lamporna kan det ta upp till 20 minuter vilket är en väldigt lång tid när det gäller strikta tidtabeller så som vid avgång. Därför är det ytterst viktigt att se till så att UV-lamporna är rena före användningen av rengöringssystemet.

Huvudpanelen är placerad i lasthanteringskontoret och genererar mycket högt ljud vilket stör arbetsmiljön. Underhållet av sjövattpumpar och andra befintliga komponenter i närheten av BWTS har blivit svårare på grund av att det nya systemet tar upp så mycket rum. CIP-doseringstanken har läckt citronsyra men är nu reparerad.

Strömförsörjningen fungerar inte på ett lika effektivt sätt som när barlastsystemet fungerade utan rengöringsenhet. I hamnen när endast en hjälpmaskin är i gång och speciellt sommartid när ventilationsfläktar är igång samt omfattande belysning är på räcker kapaciteten inte till för att använda rengöringssystemet. Om detta behov skulle uppstå

måste en maskinist väckas upp för att starta den andra hjälpmaskinen vilket igen tar tid för att få igång barlastpumpningen.

Bortsett från alla komplikationer med systemet så har själva UV-enheten och dess mekaniska filter fungerat felfritt utan några problem. Inga problem eller oplanerade reparationer har uppkommit under användning av själva UV-enheten. Detta tyder på en god kvalitet på själva tillverkningen av rengöringssystemet och dess UV-enhet. Inga UV-lampor har heller gått sönder eller bytts ut under användningen hittills. Det mekaniska filtret och dess backflushing-system har heller inte ställt till med komplikationer för systemet. Filtret har inte hittills varit stockat en enda gång vilket tyder på att systemets backflushing som rengör filtret fungerar som det skall. Även fast CIP-doseringstanken var sönder och läckte citronsyra så har CIP-enheten uppfyllt sina krav bortsett från den långa rengöringstiden av lamporna.

9. Diskussion

Under forskningen av barlastrengöringssystemet använde vi oss huvudsakligen av intervjuerna med personalen på Finnmill och personalen på kontoret för att komma fram till slutsatser och frågor om systemet och dess funktion och komplikationer. Under denna forskning har det också uppkommit frågor om möjliga förbättringsidéer om barlastrengöringssystem överlag.

Barlastrengöringssystem är ett ambitiöst och nödvändigt koncept för att minska på hotet av invasiva arter i våra vatten. Det finns redan många olika varianter med alla egna fördelar och nackdelar och nya system under utveckling. Dock har det sina utmaningar speciellt inom dess implementering som retrofit på gamla fartyg. Att få dem att rymmas på gamla fartyg i maskinrum som redan är trånga och att integrera dem med fartygens gamla automationssystem är inte den lättaste utmaningen. Inte heller är det problemfritt att ha dem på nyare fartyg var de är installerade redan under fartygets konstruktion. Även fast dess kapacitet skulle vara tillräcklig ökar det ändå överstyrmannens arbete under lastning och lossning eftersom det orsakar mera planering. Denna planering underlättas knappast av att huvudpanelen surrar på i samma utrymme var överstyrmannen utför sina operationer. Något som också sällan beaktas är barlastrengöringssystemets påverkan tidsmässigt eftersom fartyg har ofta väldigt snäva tidtabeller och här bidrar

barlastrengöringssystemets operationer oftast till att dra ut på tiden. Därför måste rederier, fraktare, leverantörer och andra operatörer inom sjöfarten börja ta hänsyn till detta i fartygens tidtabeller.

Vid införskaffningen av barlastrengöringssystemet kom Finnlines tekniska avdelning fram till att det nuvarande rengöringssystemet skulle införskaffas för att det uppfyller kraven för fartyget vilket stämmer. Under valet av barlastrengöringssystemet fanns också en möjlighet att skaffa två mindre rengöringsenheter i stället för en stor. Finnmill kunde utnyttja två rörliner för pumpning av barlast före rengöringsenheten installerades, men nu på grund av att det bara finns en rengöringsenhet som inte kan förbigås vid upptagning av barlastvatten så går det bara att utnyttja en rörlinje. Detta leder till väldigt begränsade möjligheter vid pumpning av barlasten och leder till att det bara går att göra en process i taget. Däremot om två mindre enheter skulle ha installerats skulle det ha varit möjligt att utnyttja båda rörlinjerna för barlastpumpningen. I sådana fall skulle det ha underlättat och förskorbat hanteringen av barlasten och därmed skulle arbetet med barlasten inte ha varit lika begränsat som man ser i bilaga 4. Dock vet vi ju inte om två enheter skulle rymmas att installeras i det begränsade maskinutrymmet och hur det skulle påverkat slutliga kostnaden vid införskaffningen.

På grund av att barlasthanteringen numera är så begränsad så undviks användningen av rengöringssystemet till all grad. Vi tror att om två mindre rengöringssystem skulle installerats skulle arbetet med barlasten vara mycket mångsidigare, enklare och snabbare och personalen skulle inte undvika att använda systemet. Vi tror också att även fast det kanske skulle ha varit en dyrare investering att skaffa två mindre rengöringssystem så skulle det kanske betalat sig tillbaka tidsmässigt och arbetsmässigt på grund av att barlasthanteringen skulle varit mer likt det gamla barlasthanteringssystemet där det var möjligt att utnyttja två rörlinjer.

Automationssystemet borde också anpassas noggrannare enligt fartygens behov med hänsyn till fartygets ålder och dess befintliga system för att undvika tekniska komplikationer under användning. Rengöringssystemets huvudpanel kunde också ha installerats på ett mer passande ställe. Huvudpanelen är nu installerad i lastkontoret och stör arbetsmiljön på grund av att huvudpanelens kylfläktar har mycket oljud. Barlastrengöringssystem som installeras som retrofit på fartyg har visat sig som en

anskaffning som görs enbart för att uppfylla lagar och standarder och inte för att förenkla arbetet med barlast och dess utmaningar. Dessa system kan klassas som "non profit" och kommer inte att betala sig tillbaka. Med tanke på att det nu tar längre tid att pumpa barlasten på grund av rengöringen så är det större risk för ekonomiska förluster för rederierna.

Finnmills barlastrengöringssystem har dock också visat sina goda sidor med tanke på tillverkningskvaliteten på UV-enheten. Inget oväntat underhållsarbete har behövts göra på UV-enheten och dess UV-lampor. Eftersom lamporna har fungerat som de skall så har vi också kommit till den slutsatsen att CIP-enheten har fungerat som den skall. Det har också visat sig att det mekaniska filtrets backflush-system har fungerat bra och uppfyller alla krav med rengöringen av det mekaniska filtret.

Största frågan som uppkommit under forskningen är kring barlastrengöringssystem överlag och om det skulle finnas några förbättringsmöjligheter för dem. Med tanke på att barlastrengöringssystem ställer till med tidsmässiga komplikationer och försvårar arbetet med barlasten, så skulle det vara möjligt att utveckla ett rengöringssystem som inte påverkar barlastpumpningen tidsmässigt? En annan fråga som vi har funderat över är om systemet skulle kunna utvecklas så pass mycket att det skulle förenkla arbetet med barlast i stället för att försvåra det. I sådana fall skulle det motivera köparen att investera i barlastrengöringssystemet i stället för att enbart skaffa rengöringssystemet för att uppfylla lagar och krav. Slutligen kunde man undersöka hur barlastrengöringssystemet har fungerat på fartyg som har två mindre enheter jämfört med fartyg som har endast en enhet.

Källförteckning

- Bureau Veritas Marine & Offshore. (u.d.). *Reduce, Reuse, Retrofit: Futureproofing Today's Fleets*. Hämtat från Bureau Veritas Marine & Offshore: <https://marine-offshore.bureauveritas.com/insight/business-insights/reduce-reuse-retrofit-futureproofing-todays-fleets>
- DESMI. (u.d.). *DESMI from 1834 till now...* Hämtat från DESMI: <https://www.desmi.com/about-desmi/history/short-version/>
- DESMI Ocean Guard. (den 29 Juli 2021). *BWMS Operation Maintenance and Safety Manual*.
- DESMI Ocean Guard. (u.d.). *Ballast Water Treatment Systems | CompactClean*. Hämtat från DESMI Ocean Guard: <https://desmioceanguard.com/products-solutions/>
- Dromon Bureau of Shipping. (September 2019). *Ballast Water Record Book*. Hämtat från Dromon Bureau of Shipping: <https://www.dromon.com/wp-content/uploads/2019/09/BWM-RECORD-BOOK.pdf>
- Finnlines. (u.d.). *Laivastomme*. Hämtat från Finnlines: <https://www.finnlines.com/fi/yritys/tietoa-finnlinesista/laivastomme/>
- Heraeus. (u.d.). *UV treatment of ballast water*. Hämtat från Heraeus: https://www.heraeus.com/en/hng/industries_and_applications/uv_technology/uv_ballast_water_treatment.html
- International Chamber of Shipping. (u.d.). *Explaining shipping*. Hämtat från International Chamber of Shipping: <https://www.ics-shipping.org/explaining/>
- International Maritime Organization. (2004). *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments. International Conference on Ballast Water Management for Ships*. International Maritime Organization. Hämtat från International Maritime Organization: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>
- International Maritime Organization. (2018). *Code for Approval of Ballast Water Management Systems. Resolution MEPC.300(72)*. International Maritime Organization.
- International Maritime Organization. (den 5 September 2023). *Status Of Treaties*. Hämtat från International Maritime Organization: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Status%20of%20IMO%20Treaties.pdf>
- International Maritime Organization. (Augusti 2023). *Table of BA FA TA updated August 2023*. Hämtat från International Maritime Organization: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Biofouling%20pages/Table%20of%20BA%20FA%20TA%20updated%20August%2023.pdf>

- International Maritime Organization. (u.d.). *Ballast Water Management*. Hämtat från International Maritime Organization: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/ballastwatermanagement.aspx>
- Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (den 11 Oktober 2023). *Ballast Water Working Group*. Hämtat från Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection: <http://www.gesamp.org/work/groups/34>
- Lloyd's Register. (Augusti 2018). *Ballast water management: How it impacts you*. Hämtat från Lloyd's Register: <https://maritime.lr.org/bwm-digital-brochure>
- Mehta, P. (den 28 Augusti 2023). *Ship Engine*. Hämtat från Merchant Navy Decoded: <https://www.merchantnavydecoded.com/ship-engine/>
- Mehta, P. (den 15 September 2023). *What is Ballasting and De-ballasting?* Hämtat från Merchant Navy Decoded: <https://www.merchantnavydecoded.com/ballasting-and-de-ballasting/>
- Mr.Marine. (u.d.). *Types of Ballast Water Treatment Systems*. Hämtat från Mr.Marine Group: <https://mr-marinegroup.com/ballast-water-treatment-system/types-of-systems/>
- Pervez, S. (den 20 Juni 2023). *Use of Marine Auxiliary Engine*. Hämtat från Merchant Navy Decoded: <https://www.merchantnavydecoded.com/use-of-marine-auxiliary-engine/>

Figurförteckning

Figur 1. Invasiv art, hinnkräfta (Cladocera), som introducerats till Östersjön från Svarta och Kaspiska havet. (NOAA Great Lakes Environmental Research Laboratory, 2013).	4
Figur 2. Finn Mills barlastloggbok. (Hannus, 2024).	5
Figur 3. Finnmill. (Hannus, 2023).....	11
Figur 4. MEMAC med översikt över Finn Mills barlastsystem. (Hannus, 2023).	13
Figur 5. UV-lampor och tryckfilter. (Hannus, 2023).	15
Figur 6. CIP-enhet. (Hannus, 2023).....	16
Figur 7. Huvudpanelens kontrollpanel. (Hannus, 2023).....	17
Figur 8. Huvudpanelen i Finn Mills lastkontor. (Hannus, 2023).	18
Figur 9. Citronsyra som läckt från CIP-enheten. (Hannus, 2023).....	20

Fartygsdata om fartyget Finnmill (Finnlines, u.d.).

Bilaga 1

- Fartygstyp: Roro
- Isklass: 1A
- Hastighet: 20 knop
- Byggår: 2002
- Byggplats: Nanjing, Kina
- Redare: Finnlines Group
- Bredd: 26,5 m
- Längd: 187,1 m
- Djupgående: 7,1 m
- Dödvikt: 11744 ton
- GT: 25732 ton
- NT: 7720 ton
- Lastkapacitet: 3259 m
- Elanslutningar: 75
- Passagerarkapacitet: 12

1. Vad har ni för barlastrengöringssystem och när är det installerat?
2. Var det svårt att hitta passlig tillverkare?
3. Vad hade ni för problem under installationen?
4. Vilka problem har uppstått efter installation och under användning?
5. Hur har det påverkat det gamla systemet och gamla pumpar och rör?
6. Hur påverkar problemen tiden i hamn och lastning/lossning?
7. Problem med underhåll och dess kostnader?
8. Problem med tillgänglighet för reservdelar och service?
9. Största problemet med systemet, vad går mest sönder/mest problem?
10. Hur mycket kraft krävs och orsakar det extra förbrukning?
11. Har det fört med sig mera arbete, fysiskt eller pappersarbete?
12. Hur kunde man förbättra systemet?

1. Vem är ni och vad hade ni för roll under införskaffningen?
2. Vad hade ni för kriterier för barlastrengöringssystemet?
3. Vilka alternativ var på listan?
4. Fanns det andra passliga system men som var dyrare?
5. Fick ni offerter från flera tillverkare?
6. Var det svårt att hitta passligt system?
7. Varför valdes DESMI över de andra?
8. Vem valde systemet?
9. Fanns det kommunikation mellan fartyget och kontoret under skaffnings- och planeringsprocessen?
10. Vem installerade systemet?
11. På vilka andra fartyg installerades DESMI?
12. Har andra fartyg något annat system?
13. Fanns det flera olika versioner från DESMI med olika kapacitet och storlek?
14. Fanns det erfarenhet av DESMI från förut?

**BALLAST WATER TREATMENT SYSTEMS
FOR FINNLINES
RO-PAX and RO-RO VESSELS
REQUEST FOR PROPOSAL (RFP)
ANNEX 1
TECHNICAL SPECIFICATION**

1. SCOPE OF SUPPLY

Ballast Water Treatment system incl. commissioning onboard

The proposed system must be suitable for worldwide operation and especially for vessel operations within the Baltic Sea and North Sea. The system must fulfill all relevant IMO and Class Rules respectively.

For Finnhawk, Finnkraft, Finnbreeze, Finnsea, Finnsky, Finnsun, Finntide, Finnwave, Finnmill and Finnulp (2x350 m³/h, 0,22 MPa):

Alternative 1:

- 2 x Treatment system capable of processing 350 m³/h of ballast water, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 2 x Treatment system capable of processing 350 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

Alternative 2:

- 1 x Treatment system capable of processing 700 m³/h of ballast water, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 1 X Treatment system capable of processing 700 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

For Finnmaster (2x200 m³/h, 0,20 MPa):

Alternative 1:

- 2 x Treatment system capable of processing 200 m³/h of ballast water, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 2 x Treatment system capable of processing 200 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

Alternative 2:

- 1 x Treatment system capable of processing 400 m³/h of ballast water, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 1 x Treatment system capable of processing 400 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

For Finnmerchant (2x300 m³/h, 0,25 MPa):

- 1 x Treatment system capable of processing 600 m³/h of ballast water,, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 1 x Treatment system capable of processing 600 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

For Finnstar, Finnmaid, Finnlady, Finnswan, Europalink (2x500 m³/h, 0,20 MPa):

- 1 x Treatment system capable of processing 1000 m³/h of ballast water, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 1 x Treatment system capable of processing 1000 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

For Finnpartner, Finntrader (2x800 m³/h, 0,18 MPa):

- 1 x Treatment system capable of processing 1600 m³/h of ballast water, supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 1 x Treatment system capable of processing 1600 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

For Finnfellow (2x336 m³/h, 0,18 MPa):

- 1 x Treatment system capable of processing 700 m³/h of ballast water, , supplied as loose components without skid and interconnecting piping OR 1 x Treatment system capable of processing 700 m³/h of ballast water, supplied as a skid including interconnecting piping

In addition to the specified treatment unit requested for the ship types listed above, all quotations to include the following:

- System bypass valve for each unit (if not included in system delivery)
- 2 x Remote control panel (Bridge, CCR, to be able to control both treatment systems if multiple installed)
- Class approval/certification for: RINA (if not included in system delivery)
- System commissioning and onboard training (if not included in system delivery)
- Critical spare parts required by CLASS (if any)

2. TECHNICAL SPECIFICATION AND FUNCTIONAL DESCRIPTION

A Technical specification including functional description and info about applicability to operation in the Baltic Sea (low salinity, low temperature, turbid water). Among others the specification functional description shall contain information about following:

- o Nominal capacity and operation range: ballasting and deballasting
- o Installed and consumed power
- o Sw temperature range
- o UV transmission efficiency at full flow capacity
- o Pressure drop over the system excluding piping: clean and dirty filter
- o Minimum required sw pressure at system inlet, if any
- o Method and scope of required connections to/from vessel IAS
- o Filter make, type, dimensions, materials, weight, mesh size, estimated lifetime of element, cleaning system and installation orientation
- o UV chamber make, type, dimensions, materials, weight, no: of lamps, lamp life, quartz sleeve life and installation orientation
- o Lamp cleaning system
- o Electricity requirements
- o Fresh/technical water requirements
- o Compressed air requirements
- o Power and control cabinet amount, dimensions and weights
- o Additional system modules dimensions and weights
- o Consumables needed in normal operation (excluding spare parts).
- o List of spare parts required by CLASS (if any)
- o Type, actuating medium and number of valves
- o Distance requirements for cables and pipes
- o Starting time from start signal to normal operation state
- o Shut-down time from stop signal to system stand by state
- o Max stand-by time

3. TECHNICAL PERFORMANCE GUARANTEE, MAINTENANCE PROGRAM INCL. CRITICAL SPARES

Supplier to include in the offer proposals for following:

- Technical Performance Guarantee (*)
- Recommended critical spare parts to be carried onboard (if any)
- Recommended shared critical spare parts to be kept onshore
- Recommended exchange intervals for parts with defined life time to be clearly stated
- A general description of system maintenance program
- System and component warranties

(Technical Performance Guarantee is the guaranteed time period starting from the commissioning date that the Seller warrants that the system will work without any component exchanges. If the guaranteed period is not met, the Seller shall at its own expense change the necessary component(s). A full description on how the support is arranged to be attached to the offer (incl. description of service network in Northern Europe and response times).*

4. EQUIPMENT WARRANTY

In addition to the technical performance guarantee, Supplier shall also clearly mention equipment warranty (on component level if different from each other).

VESSEL DESCRIPTION AND REQUESTED DELIVERY SCHEDULE							BALLAST WATER PUMPS			EJECTOR		OTHER BALLAST SYSTEM PUMPS		
VESSEL TYPE	VESSEL NAME	CLASSIFICATION SOCIETY	REQUESTED DELIVERY DATE	IOPP EXPIRY DATE	POWER SUPPLY	NUMBER	CAPACITY PER PUMP (M3/H)	PRESSURE	CAPACITY PER PUMP (M3/H)	NUMBER	CAPACITY PER PUMP (M3/H)	PRESSURE	DESCRIPTION	
Ro-Ro Sister Vessels	Finnbreeze	RINA	Nov 2020	09-03-2021	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
	Finnsaa	RINA	Nov 2020	29-03-2021	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
	Finnsky	RINA	Nov 2021	29-01-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
Ro-Ro Sister Vessels	Finnsun	RINA	Nov 2021	06-02-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
	Finn tide	RINA	Jun 2022	29-10-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
	Finnwave	RINA	Jun 2022	27-11-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
Ro-Ro Sister Vessels	Finnmill	RINA	Nov 2021	28-04-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
	Finnpulp	RINA	Nov 2021	24-02-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	140/90	0,22 / 0,8	bilge-fire-ballast	
Ro-Ro Sister Vessels	Finnhawk	RINA	Mar 2020	17-01-2021	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	105/70	0,22/0,75	bilge-fire-ballast	
Ro-Ro vsl	Finnkraft	RINA	Nov 2021	22-05-2022	400 V 50Hz	2	350	0,22	100	2	105/70	0,22/0,75	bilge-fire-ballast	
Ro-Ro vsl	Finnmerchant	RINA	Nov 2022	05-02-2023	400 V 50Hz	2	300	0,25	N/A	N/A	N/A	N/A		
Ro-Ro vsl	Finnmaster	RINA	Nov 2022	31-05-2023	400 V 50Hz	2	200	0,20	N/A	N/A	N/A	N/A		
Ro-Pax Sister Vessels	Finnmaid	RINA	Nov 2020	07-08-2021	400 V 50Hz	3	500	0,20	N/A	N/A	N/A	N/A		
	Finnlady	RINA	Nov 2021	05-02-2022	400 V 50Hz	3	500	0,20	N/A	N/A	N/A	N/A		
	Finnstar	RINA	Nov 2020	27-07-2021	400 V 50Hz	3	500	0,20	N/A	N/A	N/A	N/A		
Ro-Pax Sister Vessels	Finnswan	RINA	Mar 2021	06-07-2022	400 V 50Hz	3	500	0,20	N/A	N/A	N/A	N/A		
	Europalink	RINA	Nov 2021	15-12-2021	400 V 50Hz	3	500	0,20	N/A	N/A	N/A	N/A		
	Finnpartner	RINA	Nov 2019	29-02-2020	400 V 50Hz	2	800	0,18	N/A	N/A	N/A	N/A		
Ro-Pax vsl	Finntrader	RINA	Nov 2019	21-08-2020	400 V 50Hz	2	800	0,18	N/A	N/A	N/A	N/A		
Ro-Pax vsl	Finnfellow	RINA	Nov 2021	21-08-2022	400 V 50Hz	2	336	0,18	N/A	N/A	N/A	N/A		
Delivery batch							No of systems	Vessel deliveries						
Nov 2019	2 vessel systems						Finnpartner, Finntrader							
Mar 2020	1 vessel system						Finnhawk							
Nov 2020	4 vessel systems						Finnbreeze, Finnsaa, Finnmaid, Finnstar							
Mar 2021	1 vessel system						Finnswan							
Nov 2021	8 vessel systems						Finnsky, Finnsun, Finnmill, Finnulp, Finnkraft, Finn lady, Europlink, Finn fellow							
Jun 2022	2 vessel systems						Finn tide, Finnwave							
Nov 2022	2 vessel systems						Finnmerchant, Finnmaster							