



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΚΑΙ
ΝΑΥΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ

Διπλωματική εργασία

**Μελέτη Εγκατάστασης Συστήματος Επεξεργασίας Θαλάσσιου Έρματος σε
Πλοίο Μεταφοράς Χύδην Φορτίου**

**Engineering study for the installation of a Ballast Water Treatment System on a
Bulk Carrier**

Συγγραφέας:

ΜΑΡΙΟΣ – ΘΩΜΑΣ ΜΠΡΟΥΖΙΩΤΗΣ

A.M.: MSCNA 2001

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δρ. Σωτηρία Δημητρέλλου, Αναπλ. Καθηγήτρια Πα.Δ.Α.

Αιγάλεω, Δεκέμβριος 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική εργασία

**Τίτλος: Μελέτη Εγκατάστασης Συστήματος Επεξεργασίας Θαλάσσιου Έρματος σε Πλοίο
Μεταφοράς Χύδην Φορτίου**

Συγγραφέας

Μάριος – Θωμάς Μπρουζιώτης (Α.Μ.: MSCNA 2001)

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Σωτηρία Δημητρέλλου

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΑ.Δ.Α.

Ημερομηνία εξέτασης

19/12/2022

Εξεταστική Επιτροπή

Σωτηρία Δημητρέλλου

Αναπλ. Καθηγήτρια ΠΑ.Δ.Α

Λιβανός Γεώργιος

Αναπλ. Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Σέρρης Μιχαήλ

Λέκτορας ΠΑ.Δ.Α.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υπογράφων Μάριος – Θωμάς Μπρουζιώτης του Νικολάου με αριθμό μητρώου MSCNA 2001 φοιτητής του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ο Δηλών



Μάριος Μπρουζιώτης

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου κα. Σωτηρία Δημητρέλλου για τη βοήθεια και την άρτια καθοδήγηση της κατά τη διάρκεια της συγγραφής αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τίτο Γιαννακάκη DPA/CSO and TECHNICAL SUPERINTENDENT της εταιρείας GLOBAL CARRIERS LTD για την πολύτιμη βοήθεια του.

Τέλος ευχαριστώ τον κ. Στέλιο Ιωάννου, ιδιοκτήτη της εταιρείας GLOBAL CARRIERS LTD, για τη δυνατότητα που μου έδωσε να έχω πρόσβαση σε σημαντικές πληροφορίες που ήταν απαραίτητες για τη συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	7
Abstract	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Το Θαλάσσιο Έρμα στη Ναυτιλία	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Ορισμός θαλάσσιου έρματος.....	10
1.3 Το πρόβλημα των βιοεισβολέων	11
1.4 Το νομοθετικό πλαίσιο.....	13
1.4.1 International Maritime Organization (IMO).....	13
1.4.2 Διεθνής σύμβαση για τον έλεγχο και τη διαχείριση του έρματος.....	14
1.4.3 Οδηγίες του IMO για τη διαχείριση του υδάτινου έρματος.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Συστήματα Επεξεργασίας Θαλάσσιου Έρματος.....	17
2.1 Τρόποι επεξεργασίας έρματος.....	17
2.1.1 Ανταλλαγή έρματος.....	17
2.1.2 Μηχανικός διαχωρισμός.....	18
2.1.3 Χημικός διαχωρισμός.....	19
2.1.4 Φυσικός διαχωρισμός.....	20
2.2 Κριτήρια επιλογής συστήματος επεξεργασίας έρματος BWTS	20
2.3 Κριτήρια επιλογής κατασκευαστή BWTS	22
2.4 Λειτουργίες επί του πλοίου για την εγκατάσταση BWTS	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Μελέτη Εγκατάστασης Συστήματος BWTS.....	24
3.1 Επίγεια σάρωση πλοίου	24
3.2 Το σύστημα ERMA FIRST BWTS.....	37
3.3 Κατασκευαστικά σχέδια εξαρτημάτων συστήματος BWTS	46
3.4 Φωτορεαλιστική απεικόνιση συστήματος BWTS στο πλοίο	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Επίλογος.....	58
Βιβλιογραφία.....	59

Περίληψη

Το έρμα είναι το θαλάσσιο νερό που εισέρχεται και εξέρχεται από το πλοίο με σκοπό να συμβάλλει στη σωστή ευστάθεια και πλεύση του. Περιέχει μικροοργανισμούς, οι οποίοι μεταφέρονται στα διάφορα θαλάσσια οικοσυστήματα, και μπορούν να αποτελέσουν απειλή για τη θαλάσσια ζωή αλλά και την ανθρώπινη υγεία. Στην παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά γίνεται μια συνοπτική αναφορά στη διαδικασία ερματισμού/ αφερματισμού των πλοίων, και στη συνέχεια αναλύεται το πρόβλημα μεταφοράς μικροοργανισμών στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Κατόπιν παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τη Διεθνή Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση του Έρματος, και περιγράφονται οι επικρατέστερες μέθοδοι επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος, καθώς και τα κριτήρια επιλογής ενός συστήματος επεξεργασίας έρματος. Εν συνεχεία, πραγματοποιείται μελέτη εγκατάστασης συστήματος επεξεργασίας έρματος σε ένα πλοίο bulk carrier 19.124 DWT. Παρουσιάζονται η διαδικασία επιλογής του χώρου εγκατάστασης, οι οδεύσεις των σωληνώσεων και οι θέσεις των εξαρτημάτων του συστήματος, τα χαρακτηριστικά στοιχεία των εξαρτημάτων και τα αντίστοιχα κατασκευαστικά σχέδια με τη χρήση ειδικού σχεδιαστικού προγράμματος H/Y.

Λέξεις κλειδιά: θαλάσσιο έρμα, σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος, ναυτιλία, ερματισμός, αφερματισμός, ηλεκτρόλυση, θαλάσσιοι μικροοργανισμοί, θαλάσσιο οικοσύστημα

Abstract

Ballast water is the seawater that enters and exits the ship in order to contribute to its proper stability and navigation. It contains micro-organisms, which are transferred to the various marine ecosystems, and can pose a threat to marine life as well as to human health. In the theoretical part of the thesis, the ballasting/de-ballasting operation is described, and the problem of transferring microorganisms to marine ecosystems is analyzed. The legislative framework concerning the Ballast Water Management Convention is presented, and the methods of ballast water treatment, as well as the selection criteria for the ballast water treatment system are described. In the second part of the thesis, a ballast water treatment system installation study is carried out on a 19,124 DWT bulk carrier. The study includes the determination of the installation site, the piping routes, the system components, their characteristics and the construction drawings, using computer design programs.

Keywords: ballast water, ballast water treatment system, shipping, ballasting, de-ballasting, electrolysis, marine micro-organisms, marine ecosystem

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Το Θαλάσσιο Έρμα στη Ναυτιλία

1.1 Εισαγωγή

Η μεταφορά σχεδόν του 92% των εμπορευμάτων σε όλον τον κόσμο γίνεται με πλοία μέσω των θαλάσσιων υδάτων, τα οποία μεταφέρουν ταυτόχρονα τέσσερα με έξι δισεκατομμύρια τόνους έρματος ετησίως. Το θαλάσσιο ή υδάτινο έρμα (water ballast) αποτελείται από θαλασσίνο νερό μαζί με την αιωρούμενη του ύλη, και χρησιμοποιείται για τη σωστή πλεύση και την ευστάθεια των πλοίων. Ωστόσο, η διαδικασία μεταφοράς έρματος ενδέχεται να προκαλέσει αρνητικό αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον, καθώς περιέχει μικροοργανισμούς οι οποίοι, μόλις εισέλθουν σε ένα διαφορετικό οικοσύστημα, μπορεί να προκαλέσουν απειλή γι' αυτό. Το έρμα, περιέχει διάφορα βιολογικά είδη, φυτά, οργανισμούς και μικροοργανισμούς που είναι συνήθως αλλόχθονοι και μπορούν να προκαλέσουν τεράστιο οικολογικό πρόβλημα στα υδάτινα οικοσυστήματα, και κατά συνέπεια απειλή για την υγεία και οικονομικές επιπτώσεις. Ο κυριότερος τρόπος μεταφοράς των αλλόχθονων ειδών στις θάλασσες πραγματοποιείται μέσα από το θαλάσσιο έρμα των πλοίων (Ιωαννίδης, 1999).

Το 1988, ο IMO ηγήθηκε για την αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος, προσπαθώντας να θεσπίσει διεθνείς κανονισμούς, υποστηρίζοντας ότι τα αλλόχθονα είδη αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους κινδύνους για τις παγκόσμιες θάλασσες. Σημαντική χρονιά θεωρήθηκε το 2004, καθώς εγκρίθηκε η «Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση του Θαλάσσιου Έρματος και των Ιζημάτων των πλοίων» – International Convention for the control and management of ships' ballast water and sediments (IMO, 2005), η οποία καθόρισε τις υποχρεώσεις των πλοίων, όσον αφορά τη διαχείριση του έρματος. Καταληκτική χρονολογία για την εφαρμογή της παραπάνω Σύμβασης ορίστηκε ο Μάιος του 2016. Το Σεπτέμβριο του 2018, η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ και όπως ορίζει, τα πλοία θα πρέπει να εξοπλίζονται με κατάλληλα συστήματα που θα διαχειρίζονται το θαλάσσιο έρμα, ώστε να μην υπάρχει επιβάρυνση στο θαλάσσιο οικοσύστημα από τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

Τα συστήματα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος και οι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί είναι πολλές, ενώ συνεχώς εμφανίζονται όλο και περισσότερα καινούρια συστήματα. Στόχος ενός συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος, είναι να

απολυμάνει το θαλάσσιο έρμα και να απομακρυνθούν οι οργανισμοί που υπάρχουν σε αυτό, ώστε η απόρριψη του έρματος να είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς και τις απαιτήσεις της Σύμβασης.

1.2 Ορισμός θαλάσσιου έρματος

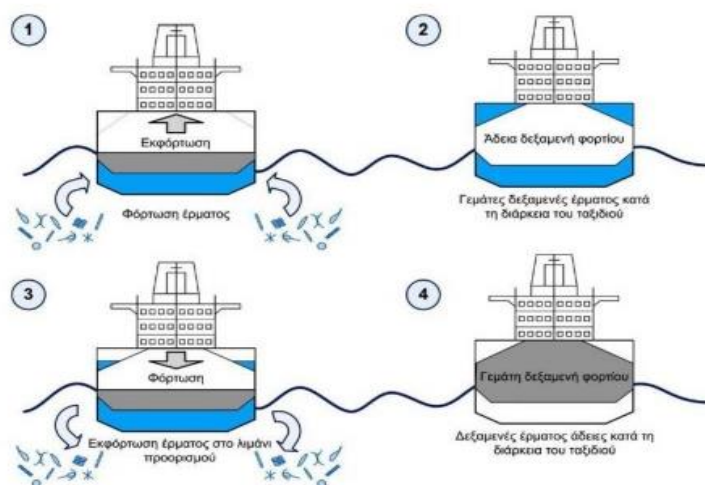
Το έρμα, είναι το θαλασσινό νερό, το οποίο βοηθά το πλοίο να διατηρήσει την ισορροπία και την ευστάθειά του. Επίσης, είναι απαραίτητο για την ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη λειτουργία της ακτοπλοΐας, καθώς με το σωστό ερματισμό, ρυθμίζονται οι τάσεις που δημιουργούνται λόγω του φορτίου κατά το ταξίδι (Ιωαννίδης, 1999).

Τα πλοία, βάσει του όγκου του θαλασσινού νερού που χρειάζονται για την ήπια πλεύση τους, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα πλοία με μεγαλύτερη ποσότητα έρματος, όπως δεξαμενόπλοια και φορτηγά πλοία, και στα πλοία με μικρότερη ποσότητα έρματος, όπως πλοία γενικού φορτίου και κρουαζιερόπλοια (Stehouwer, 2015).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι οι δεξαμενές έρματος των μεγάλων bulk carriers και των tankers, είναι πολλές και διαφορετικές. Κάποιες από αυτές είναι οι double bottom tanks, wing tanks, fore peak και aft peak tanks. Όταν υπάρχουν πολλές δεξαμενές έρματος στο πλοίο, εξαιτίας της μεγάλης κατανάλωσης καυσίμου, το πλοίο πιθανώς να δέχεται ή να αφαιρεί έρμα κατά τη διάρκεια της πλεύσης, ακόμη και αν δεν υπάρχουν μετακινήσεις στο φορτίο (Tamburri et al., 2004).

Η διαδικασία ερματισμού/ αφερματισμού του πλοίου περιγράφεται στη συνέχεια. Στο λιμάνι, όταν πραγματοποιείται η εκφόρτωση του πλοίου (Εικόνα 1-1), οι δεξαμενές έρματος γεμίζουν με αρκετή ποσότητα θαλασσινού νερού, διότι το πλοίο πρέπει να πλέει σε κάποιο συγκεκριμένο επίπεδο από τη θάλασσα, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλες καταπονήσεις, εξαιτίας της κατανομής του φορτίου επί του πλοίου. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, το πλοίο πλέει με άδειο φορτίο, όμως οι δεξαμενές έρματος πρέπει να είναι γεμάτες για την ομαλή του πλεύση (Εικόνα 1-2). Έπειτα, φορτώνεται με το αντίστοιχο φορτίο στο λιμάνι φόρτωσης, ενώ οι δεξαμενές αποβάλλουν έρμα στη θάλασσα για να υπάρχει η σωστή ισορροπία στο πλοίο (Εικόνα 1-3). Το πλοίο,

λοιπόν, με αυτόν τον τρόπο πλέει με τις δεξαμενές έρματος άδειες και με γεμάτο εμπόρευμα προς το επόμενο λιμάνι εκφόρτωσης (Εικόνα 1-4).



Εικόνα 1 : Διαδικασία εκφόρτωσης και φόρτωσης του θαλάσσιου έρματος (Πηγή: globallast.imo.org)

1.3 Το πρόβλημα των βιοεισβολών

Το έρμα, το οποίο μεταφέρεται, περιέχει διάφορα ιχνοστοιχεία από την πανίδα και τη χλωρίδα του οικοσυστήματος. Ακόμη, περιέχει μικροοργανισμούς και βακτήρια. Κατά τη φόρτωση του έρματος, εξαιτίας των αναταραχών στα βάθη της θάλασσας και συγκεκριμένα σε λιμένες με μικρά βάθη, παρασύρονται ιζήματα και λάσπες, τα οποία εισχωρούν στο πλοίο και κατακάθονται στις δεξαμενές έρματος (Lv, 2017).

Επιπλέον, στο έρμα αιωρείται οργανική, ανόργανη ύλη και υδρόβιοι οργανισμοί που κατακάθονται στις δεξαμενές έρματος. Όπως έχει γίνει γνωστό, τα εμπορικά πλοία μπορούν να μεταφέρουν έως και 150 τόνους ιζήματος. Σε αυτά τα ιζήματα έχουν ανιχνευτεί πολλά στοιχεία, τα οποία φανερώνουν ότι το έρμα είναι επιβλαβές. Συγκεκριμένα, έχουν ανιχνευτεί θεϊκά αναγωγικά βακτήρια (Sulphate-reducing bacteria SRB) τα οποία αποτελούν αιτία διάβρωσης των δεξαμενών (Katsanevakis et al, 2014).

Επιπλέον, στο έρμα εντοπίζονται βαρέα μέταλλα που επηρεάζουν με αρνητικό τρόπο τους μικροοργανισμούς και καταστέλλουν την ανάπτυξη της θαλάσσιας ζωής. Τα

συνηθέστερα βαρέα μέταλλα, τα οποία υπάρχουν στο έρμα και μεταφέρονται μέσω αυτού, είναι το Νικέλιο (Ni), το Κοβάλτιο (Co) και το χρώμιο (Cr). Η ποσότητα των παραπάνω, σχετίζεται με τον τύπο του πλοίου και με την υπηρεσιακή του λειτουργία (Nosrati-Ghods, 2017).

Κατά τη διαδικασία ερματισμού, στο έρμα εντοπίζονται πάρα πολλά θαλάσσια είδη. Αυτά μπορεί να είναι είτε βακτήρια, είτε μικροοργανισμοί, μικρά πλάσματα, κύστες και αυγά. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το έρμα παραλαμβάνεται από ένα οικοσύστημα, το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία, καθώς οι διάφοροι οργανισμοί που υπάρχουν εκεί, είναι ήδη προσαρμοσμένοι. Έτσι, λοιπόν, πολλαπλασιάζονται, αναπτύσσονται και αποτελούν τμήμα της τροφικής αλυσίδας. Ωστόσο, οι συνθήκες που επικρατούν στις δεξαμενές έρματος δεν είναι φιλικές για τη ζωή, καθώς λόγω της έλλειψης του φωτός και του οξυγόνου, η επιβίωση ενός οργανισμού είναι πολύ δύσκολη. Πιο αναλυτικά, για να ζήσει ένας οργανισμός σε ένα καινούριο περιβάλλον, θα πρέπει να περάσει από διάφορα στάδια, όπως είναι η επιβίωση από τις συνθήκες του περιβάλλοντος απόρριψης και η αναπαραγωγή στο νέο περιβάλλον (Lv, 2017).

Οι περισσότεροι οργανισμοί δεν θα μπορέσουν να επιβιώσουν στο λιμένα απόρριψης. Οι ζωντανοί οργανισμοί, οι οποίοι θα μπορέσουν να ζήσουν παρά τις δύσκολες συνθήκες, θα ανταγωνιστούν τα γηγενή είδη στο καινούριο οικοσύστημα. Καθώς θα αναζητήσουν το φαγητό τους εκεί, ορισμένα γηγενή είδη θα παρουσιάσουν μια πορεία φθίνουσα και η θέση τους θα καταληφθεί από τα νέα είδη, τα οποία θα πολλαπλασιάζονται χωρίς έλεγχο. Τα είδη αυτά ονομάζονται «εισβάλλοντα νέα είδη» (Pora, 2018).

Οι επιπτώσεις του προβλήματος των βιοεισβολέων είναι πολλές και σε διεθνές επίπεδο. Κάθε ημέρα και κάθε ώρα, 7000 θαλάσσια και παράκτια είδη ταξιδεύουν χωρίς να τα παρατηρήσει κανείς στις θάλασσες, μέσα σε δεξαμενές έρματος. Η εισαγωγή των εισβολέων σε νέα περιβάλλοντα, αποτελεί μία από τις πιο μεγάλες απειλές για τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Τα χωροκατακτητικά είδη, επηρεάζουν τρεις βασικούς τομείς, την οικολογία, την οικονομία και την υγεία. (WWF International, 2009).

Σχετικά με την οικολογία, είναι φανερό ότι μπορούν να εξαφανίσουν τοπικά είδη, επιφέροντας ανεπανόρθωτες αλλαγές στη βιοποικιλότητα του φυσικού συστήματος. Εκτός από τις οικολογικές βλάβες, υπάρχουν και οικονομικές επιπτώσεις που επηρεάζουν με αρνητικό τρόπο τις δραστηριότητες αλίευσης, εξαιτίας της υποεξαφάνισης θαλάσσιων ζώων. Ακόμη, τα χωροκατακτητικά είδη, όπως για

παράδειγμα τα φύκια, ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά τις παράκτιες βιομηχανίες και τις ιχθυοκαλλιέργειες. Επίσης, ο πολλαπλασιασμός αυτών των ειδών, χωρίς έλεγχο στις ακτές, επηρεάζει αρνητικά τον τουρισμό.

Η μεγαλύτερη επίδραση όμως αφορά την ανθρώπινη υγεία. Το υδάτινο έρμα περιέχει τοξικούς οργανισμούς, οι οποίοι μπορεί να απορροφηθούν από διάφορα μαλάκια τις θάλασσας, όπως τα μύδια. Έτσι, λοιπόν, αν καταναλωθούν τα μύδια από τον άνθρωπο, υπάρχει πιθανότητα για σοβαρή δηλητηρίαση. Επίσης, ένας άλλος κίνδυνος, σχετίζεται με την εξάπλωση επικίνδυνων επιδημιών, λόγω της μεταφοράς διαφόρων μικροβίων που μπορεί να υπάρχουν στο έρμα, καθώς όπως έχει διαπιστωθεί, η επιδημία της χολέρας συσχετίζεται με την απόρριψη έρματος (Κοτρίκλα, 2016).

1.4 Το νομοθετικό πλαίσιο

1.4.1 International Maritime Organization (IMO)

Για τη καλύτερη και ασφαλέστερη λειτουργία στη θάλασσα, εφαρμόζονται διεθνείς κανονισμοί από όλα τα κράτη. Το εγχείρημα ξεκίνησε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα και λόγω του ότι υπήρχαν διαφωνίες στους κανονισμούς, όλα τα κράτη πρότειναν να δημιουργηθεί ένας Διεθνής Οργανισμός. Μια οργανωμένη, λοιπόν, διεθνής σύσκεψη των Οργανισμών Ηνωμένων Εθνών το 1948 με έδρα την Γενεύη, ήταν η αρχή για να δημιουργηθεί ο οργανισμός με ονομασία IMO. Στην αρχή ξεκίνησε με την ονομασία IMCO (Inter-Governmental Maritime Consultive Organization), όμως αργότερα το 1982 αυτή άλλαξε. Σκοπός του οργανισμού, είναι να επιλύει προβλήματα σε θαλάσσια ύδατα σε συνεργασία με τις κυβερνήσεις και να ρυθμίζει τεχνικά θέματα που υπάρχουν στη ναυσιπλοΐα και στο διεθνές εμπόριο. Επιπλέον, ο IMO είναι αρμόδιος για νομικά και διοικητικά ζητήματα που αφορούν τη ναυσιπλοΐα.



1.4.2 Διεθνής σύμβαση για τον έλεγχο και τη διαχείριση του έρματος

Η σύσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (UNCED), που διεξάχθηκε το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο, διαπίστωσε ότι υπάρχει μεγάλο πρόβλημα σχετικά με τη μεταφορά των βιοεισβολέων μέσω του θαλάσσιου έρματος, το οποίο είναι αρκετά ανησυχητικό.

Τον Νοέμβριο του 1993, η γενική σύσκεψη του IMO δημιούργησε ένα ψήφισμα, καθορίζοντας την Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (Marine Safety Committee – MSC), και την Επιτροπή Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee – MEPC) υπεύθυνες για τη δημιουργία διεθνών νομικών διατάξεων. Στην 20η συνέλευση του IMO τον Νοέμβριο του 1997, αποφασίστηκε η έκδοση οδηγιών για τη διαχείριση και τον περιορισμό του έρματος των πλοίων, ώστε να μειωθεί η μεταφορά των επιβλαβών οργανισμών, απαιτώντας από τα κράτη να εφαρμόσουν αυτές τις οδηγίες, ώστε να περιοριστεί το πρόβλημα.

Έπειτα από αρκετά χρόνια διαπραγμάτευσης και συζητήσεων των κρατών-μελών του IMO, στη σύσκεψη του Λονδίνου στις 13 Φεβρουαρίου 2004, εγκρίθηκε ομόφωνα η Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση του Έρματος των Ιζημάτων των πλοίων (Ballast Water Management Convention). Στη σύσκεψη πήραν μέρος 75 χώρες- μέλη του IMO (IMO, 2005).

Τον Απρίλιο του 2004, η MEPC έδωσε την έγκριση της, σε ένα πρόγραμμα που σχετίζεται με τον τρόπο και τη διαδικασία της σωστής και ορθής εφαρμογής της Σύμβασης BWM Convention. Οι κατευθυντήριες γραμμές είχαν σχέση με την έγκριση συστημάτων επεξεργασίας έρματος. Τέλος, λόγω της έκτασης του ζητήματος και εξαιτίας των νέων τεχνολογιών που υπάρχουν για τη διαχείριση του έρματος, οι οδηγίες συνέχεια αναδιαμορφώνονται προς το καλύτερο με γνώμονα πάντα τον IMO και την MEPC.

1.4.3 Οδηγίες του IMO για τη διαχείριση του υδάτινου έρματος

Η σύμβαση για τη διαχείριση του υδάτινου έρματος περιλαμβάνει 22 άρθρα και 1 παράρτημα με 5 κεφάλαια (Πίνακας 1), στο οποίο περιλαμβάνονται οι τεχνικές οδηγίες και οι κατευθύνσεις, σχετικά με τους κανονισμούς για τη διαχείριση του έρματος και των καταλοίπων.

Πίνακας 1: Κεφάλαια της Σύμβασης (Πηγή: globallast.imo.org)

Sections	Περιγραφή
A	General Provisions
B	Management and Control Requirements for Ships
C	Special Requirements in Certain Areas
D	Standards for Ballast Water Management
E	Survey and Certification Requirements for Ballast Water Management

Στόχος της σύμβασης, είναι η υποχρέωση των πλοίων να εφαρμόσουν τις οδηγίες διαχείρισης έρματος, καθώς και η απαίτηση από τον καπετάνιο να έχει ενήμερο το εγχειρίδιο καταγραφής έρματος. Η διαχείριση του θαλάσσιου έρματος γίνεται με το δίκτυο ερματισμού/αφερματισμού το οποίο διαθέτει κάθε πλοίο και είναι σε συμφωνία με τα πρότυπα λειτουργίας. Η ανταλλαγή έρματος, όμως δεν αρκεί, διότι μετά την ισχύ της σύμβασης, τα πλοία πρέπει να έχουν συστήματα επεξεργασίας έρματος. Σύμφωνα με τη σύμβαση σχηματίστηκε ο Κανονισμός D-1 «Ballast Water Exchange Standard» και ο Κανονισμός D-2 «Ballast Water Performance Standard».

Ο Κανονισμός D-1, περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες για την ανταλλαγή έρματος. Κατά την ανταλλαγή του υδάτινου έρματος, θα πρέπει να γίνει άντληση του όγκου σε κάθε δεξαμενή 3 φορές. Οι επιτρεπόμενες περιοχές που θα πρέπει να γίνεται η ανταλλαγή έρματος, είναι τα 200 ναυτικά μίλια από την κοντινότερη ακτή και βάθος πάνω από 200μ. Όμως, σε περίπτωση που αυτό δε γίνεται, είναι επιτακτική ανάγκη να πραγματοποιείται όσο πιο μακριά από την ξηρά και το λιγότερο 50 ναυτικά μίλια από την πλησιέστερη ακτή. Αν δεν είναι εφικτό κανένα από τα παραπάνω, τότε θα πρέπει να καθορίζονται συγκεκριμένες περιοχές όπου γίνεται η ανταλλαγή έρματος, με κάποιες επιπλέον απαιτήσεις.

Ο Κανονισμός D-2, σχετίζεται με την επεξεργασία του έρματος και το επιτρεπτό ποσοστό μικροοργανισμών που πρέπει να περιέχει το έρμα μετά την επεξεργασία, ώστε να αφηθεί στη θάλασσα (Πίνακας 2). Μια άλλη εκδοχή, είναι τα πλοία να

διατηρούν το υδάτινο έρμα στο πλοίο και να το αφαιρούν σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις της ξηράς (Lloyd's Register, 2015).

Πίνακας 2: Κανονισμός D2 επιτρεπόμενων ορίων μικροοργανισμών (Πηγή: Lloyd's Register)

Κατηγορία οργανισμού	Κανονισμός – Όριο
Plankton, > 50 μm	<10 cells/m ³
Plankton, 10 – 50 μm	<10 cells/mL
Toxicogenic <i>Vibrio cholera</i> (O1 and O139)	<1 colony forming unit (cfu)/100 mL
<i>Eschrichia coli</i>	<250 cfu/100mL
<i>Intestinal enterococci</i>	<100 cfu/100mL

Οι σημαντικότερες οδηγίες του IMO, σχετίζονται με τον καταλληλότερο τρόπο επεξεργασίας του έρματος και με την έγκριση των συστημάτων. Κάποιες από αυτές τις οδηγίες, αναφέρονται στις εγκαταστάσεις υποδοχής των καταλοίπων, στην ανταλλαγή του έρματος και στα πρόσθετα μέτρα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Συστήματα Επεξεργασίας Θαλάσσιου Έρματος

2.1 Τρόποι επεξεργασίας έρματος

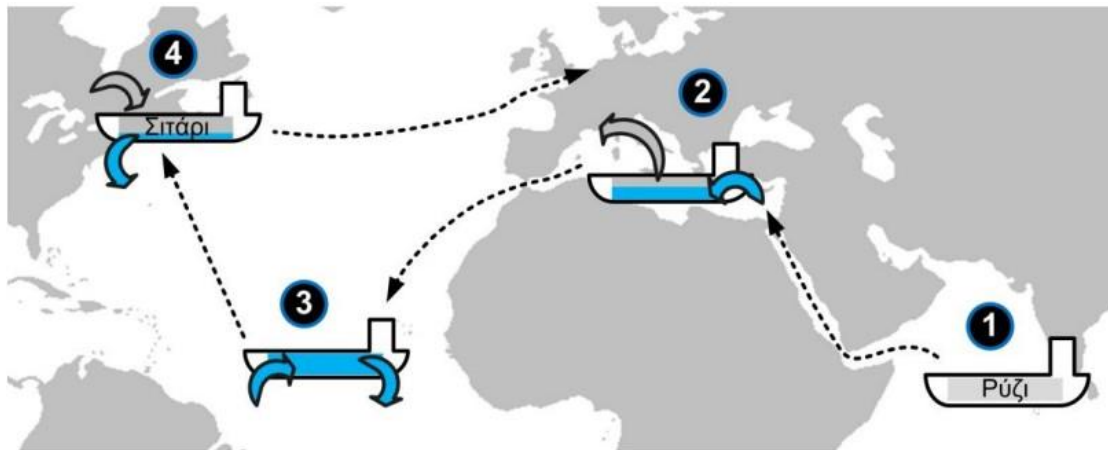
Για τη διαχείριση του προβλήματος του θαλάσσιου έρματος στα πλοία έχουν ληφθεί απαραίτητα μέτρα. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας έρματος γίνεται ανάλογα με το πλοίο, το λειτουργικό προφίλ και τα δρομολόγιά του. Υπάρχουν πολλοί τρόποι επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος, και οι πιο σημαντικοί είναι οι εξής :

- Ανταλλαγή έρματος
- Μηχανικός διαχωρισμός
- Χημικός διαχωρισμός
- Φυσικός διαχωρισμός

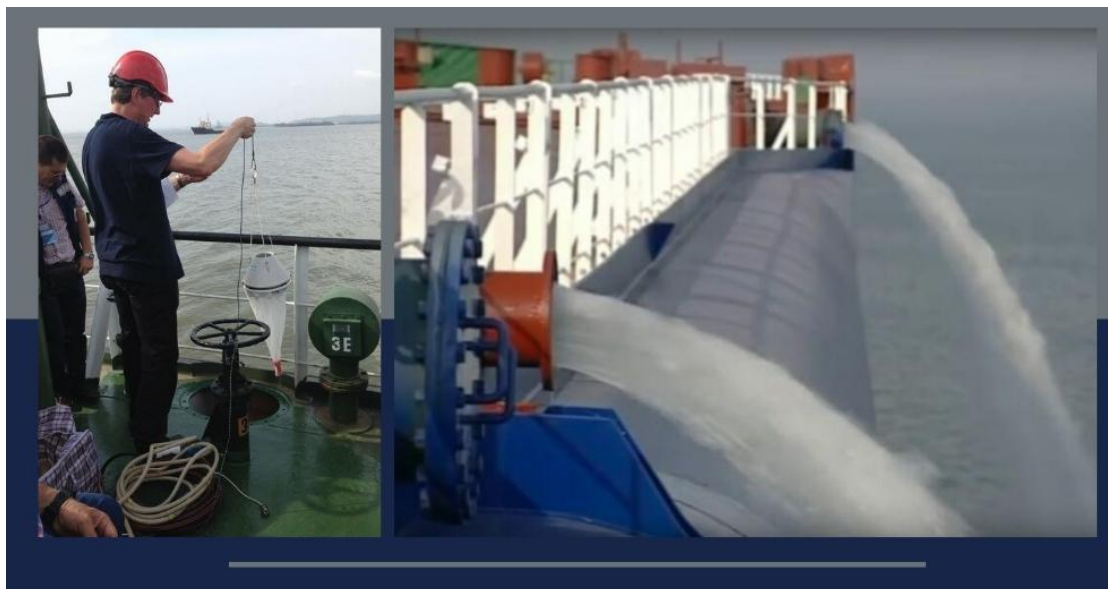
2.1.1 Ανταλλαγή έρματος

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται κυρίως όταν το πλοίο βρίσκεται στον ωκεανό και είναι μια από τις λύσεις που προτείνει ο ΙΜΟ για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων από το υδάτινο έρμα. Ο λόγος ο οποίος γίνεται η ανταλλαγή έρματος στα ανοιχτά του ωκεανού είναι διότι οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο έρμα είναι απίθανο να μπορούν να επιβιώσουν στον ωκεανό. Η διαδικασία της ανταλλαγής του έρματος γίνεται με τις εξής διαδικασίες:

- Άδειασμα δεξαμενών πλήρως στον ωκεανό και ξαναγεμίζοντας με θαλάσσιο έρμα στα επιθυμητά επίπεδα.
- Καθάρισμα των δεξαμενών έρματος με συνεχή ροή καθαρού νερού με πίεση στον πυθμένα της δεξαμενής. Για να είναι αποδεκτή η ανταλλαγή έρματος πρέπει να γίνει τουλάχιστον τρεις φορές άντληση του αρχικού εκτοπίσματος.



Εικόνα 2: Διαδικασία ανταλλαγής έρματος (Πηγή: globallast.imo.org)



Εικόνα 3: Διαδικασία αφερματισμού (Πηγή: www.marineinsight.com)

2.1.2 Μηχανικός διαχωρισμός

Με αυτή τη μέθοδο αφαιρούνται τα μεσαία και τα μεγάλα σωματίδια από το υδάτινο έρμα. Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται κυρίως στην υποδοχή αναρρόφησης του έρματος με στόχο να μειωθεί ο αριθμός των μικροοργανισμών που ενδέχεται να εισέλθουν στις δεξαμενές έρματος. Οι πιο βασικοί τρόποι μηχανικού διαχωρισμού είναι η μέθοδος του φιλτραρίσματος και η μέθοδος των υδροκυκλώνων.

Κατά τη μέθοδο του φιλτραρίσματος το έρμα που έρχεται από τη θάλασσα πριν εισχωρήσει στο σύστημα, περνάει από το φίλτρο το οποίο δεν επιτρέπει τους μικροοργανισμούς που είναι πάνω από 50μm. Τα συστήματα που έχουν υποσύστημα

παλινδρόμησης όταν η πίεση τους πέσει στο 0,6 bar επειδή έχουν μαζέψει πολλές ακαθαρσίες στέλνουν αυτόματα το ακάθαρτο νερό πίσω στη θάλασσα. Με αυτή τη διαδικασία το σύστημα μπορεί να αφήσει τους μικροοργανισμούς πίσω στο περιβάλλον. Ωστόσο, υπάρχει ένα βασικό μειονέκτημα ότι αυτός ο ειδικός εξοπλισμός είναι ακριβός και αναγκαστικά οι πιο πολλοί πλοιοκτήτες στρέφονται σε πιο οικονομικές μεθόδους επεξεργασίας. (Katsanevakis, 2014)

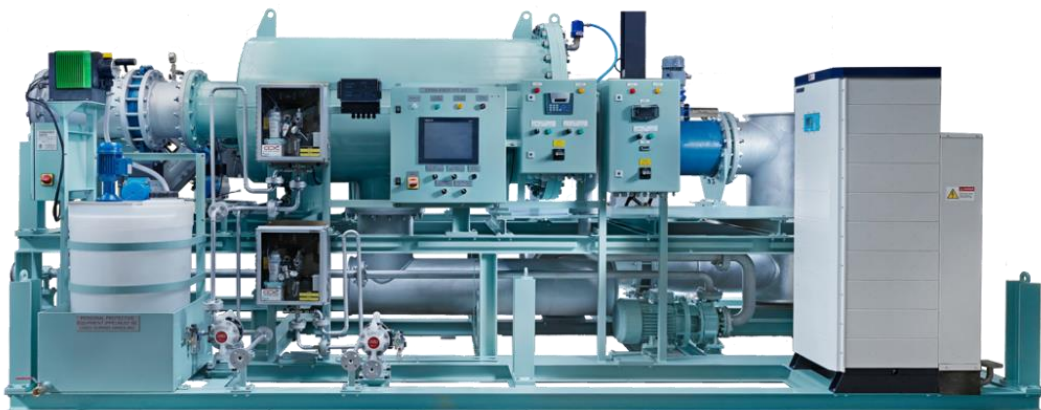
2.1.3 Χημικός διαχωρισμός

Ο χημικός διαχωρισμός γίνεται με τη χρήση χημικών βιοκτόνων τα οποία απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού όταν κάνει τη περισυλλογή του έρματος και κατά τον αφερματισμό.

Δυο από τις κύριες κατηγορίες είναι τα οξειδωτικά και τα μη οξειδωτικά. Η επιλογή του τύπου του βιοκτόνου είναι πολύ σημαντική ώστε να μην έχει αρνητικές συνέπειες στον άνθρωπο και στη φύση. Για αυτό τις πιο πολλές φορές είναι σε στερεή ή υγρή μορφή ώστε να είναι και εύκολα αποθηκεύσιμα στο πλοίο.

Τα βιοχημικά λειτουργούν καταστρέφοντας τις κυτταρικές μεμβράνες ενός κυττάρου μικροοργανισμού και ένα τέτοιου είδους βιοκτόνο είναι το χλώριο. Το χλώριο το χρησιμοποιούμε και για την επεξεργασία του πόσιμου νερού πάνω στο πλοίο. Όπως όλες οι μέθοδοι έτσι και αυτή έχει τα μειονεκτήματά της τα οποία είναι τα εξής:

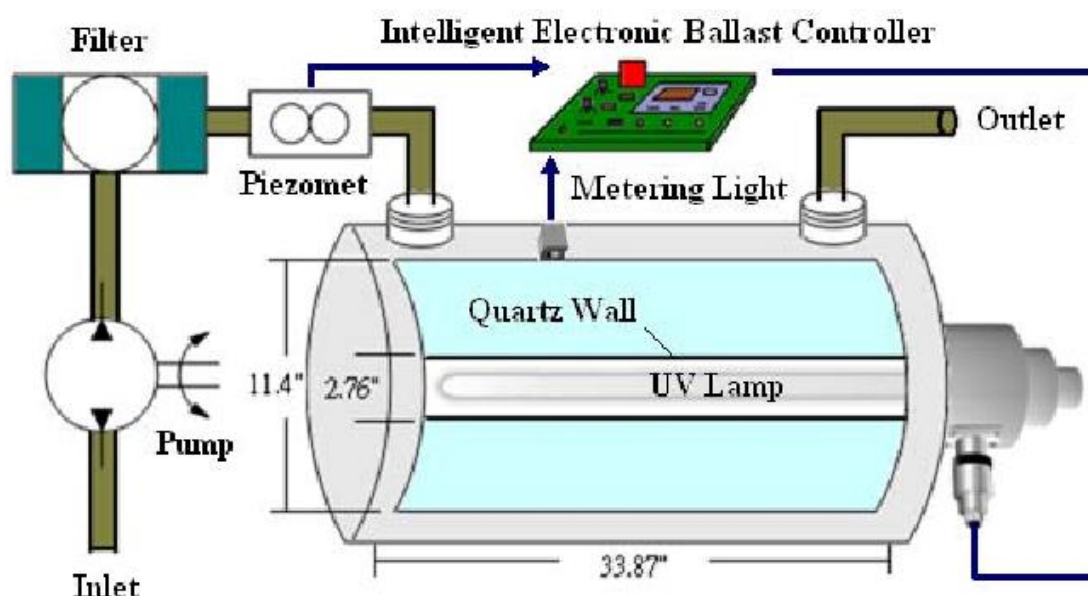
- Κίνδυνος του πληρώματος λόγω χρήσης χημικών όπως το χλώριο π.χ. βήχας, αναπνευστικά προβλήματα, ερεθισμούς στο δέρμα, δηλητηρίαση
- Κίνδυνος του θαλάσσιου οικοσυστήματος λόγω χημικών ουσιών (Katsanevakis, 2014)



Εικόνα 4: Σύστημα ballast treatment water (Πηγή: www.ermafirst.com)

2.1.4 Φυσικός διαχωρισμός

Σε αυτή τη μέθοδο ο διαχωρισμός των μικροοργανισμών γίνεται εντελώς φυσικά χωρίς καθόλου χημικά, όπως με τη θερμική επεξεργασία ή με υπεριώδη ακτινοβολία. Η διαδικασία αυτή γίνεται ενώ το πλοίο ταξιδεύει ή κατά τον ερματισμό. Ένα απλό παράδειγμα είναι τα παράθυρα των αυτοκινήτων τα οποία καθαρίζονται μόνο τους χάρη στην αναπτυγμένη τεχνολογία οξειδωσης που γίνεται όταν πέφτει το ηλιακό φως και προσπίπτει με διοξείδιο του τιτάνιου. Όλα αυτά τα συστήματα έχουν καταλύτες διοξειδίου του τιτάνιου που παράγουν ρίζες όταν βρεθούν στην άμεση επαφή με τον ήλιο οι οποίες εξουδετερώνουν την κυτταρική μεμβράνη μικροοργανισμών με εντελώς φυσικό τρόπο. (Katsanevakis, 2014).



Εικόνα 5: Διαδικασία φυσικού διαχωρισμού (Wang, 2005)

2.2 Κριτήρια επιλογής συστήματος επεξεργασίας έρματος BWTS

Η σωστή επιλογή ενός αποτελεσματικού συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος, εξαρτάται από τις ακόλουθες πληροφορίες. Αρχικά, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τόσο ο τύπος του πλοίου όσο και τα χαρακτηριστικά αυτού. Τα δρομολόγια που ακολουθεί, αποτελούν εξίσου βασικό παράγοντα. Τέλος, η χωρητικότητα των δεξαμενών θαλάσσιου έρματος και οι λειτουργικές απαιτήσεις του υπάρχοντος συστήματος δικτύων του πλοίου, είναι καθοριστικές για την επιλογή.

Τα παραπάνω καταγεγραμμένα δεδομένα οδηγούν στη θεώρηση μερικών τεχνικών και λειτουργικών παραμέτρων μείζονος σημασίας, οι οποίες είναι οι εξής:

- Ο χρόνος επεξεργασίας έρματος. Πιο συγκεκριμένα, σε περίπτωση χρήσης μη-οξειδωτικών βιοκτόνων, ο απαιτούμενος χρόνος για την απολύμανση του έρματος είναι μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν που απαιτείται σε περίπτωση χρήσης οξειδωτικών βιοκτόνων. Η αποτελεσματικότητα στην ταχύτητα δράσης των οξειδωτικών βιοκτόνων έγκειται στο γεγονός ότι στοχεύουν απευθείας και καταστρέφουν τις κυτταρικές μεμβράνες των διάφορων θαλάσσιων ειδών. Η επιλογή συστημάτων με χρήση οξειδωτικών βιοκτόνων συνίσταται σε πλοία με κοντινά δρομολόγια.
- Ο ρυθμός άντλησης του συστήματος και το TCR (Total Capacity Rate) συστήματος επεξεργασίας που διαθέτουν. Πιο αναλυτικά, το TCR συστημάτων επεξεργασίας προσμετρά τα κυβικά μέτρα θαλασσιού έρματος ανά ώρα που έχει την ικανότητα να επεξεργαστεί το σύστημα. Αυτό συνεπάγεται πως η επιλογή του TCR ενός πλοίου εξαρτάται τόσο από τον αντίστοιχο όγκο του θαλάσσιου έρματος των δεξαμενών καθώς και από την ικανότητα του να μπορεί να συμβαδίσει με τις λειτουργικές απαιτήσεις του υπάρχοντος σωληνοειδούς συστήματος έρματος.
- Παράμετροι υγείας και ασφάλειας. Βασική προϋπόθεση για την αντιμετώπιση βλαβών που πιθανότατα προκύπτουν από την αστοχία του συστήματος, είναι όχι μόνο η επαρκής εκπαίδευση αλλά και η εμπειρική εξοικείωση του προσωπικού. Η άρτια εκπαίδευση Total Capacity Rate του προσωπικού, ο σωστός χώρος φύλαξης καθώς και ο επαρκής εξαερισμός είναι αναγκαία, καθώς οι ενεργές ουσίες αλλά και τα χημικά που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επεξεργασίας και αποθηκεύονται στο πλοίο, είναι άκρως βλαβερά για την υγεία του πληρώματος. Συνεπώς, το δελτίο δεδομένων για την ασφάλεια του υλικού (material safety data sheet), το οποίο και καθίσταται άμεσα διαθέσιμο στο πλήρωμα, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο καταγραφής όλων των χημικών ουσιών. Επιπλέον, μέτρα πυρασφάλειας και πυρόσβεσης πρέπει να εγκαθίστανται όπου κρίνεται απαραίτητο. Στην εγκύκλιο του IMO BWM.2/Circ.20 αναγράφονται όλες οι απαραίτητες συμβουλές και οδηγίες για τη διαχείριση και αποθήκευση των χημικών ουσιών, και την εφαρμογή διαδικασιών ασφαλείας.

2.3 Κριτήρια επιλογής κατασκευαστή BWTS

Η διαδικασία επιλογής της εταιρείας κατασκευής του συστήματος, σύμφωνα με τις οδηγίες BALLAST WATER TREATMENT ADVISORY (ABS, 2014), βασίζεται στα παρακάτω κριτήρια:

- Η εμπειρία της εταιρείας στην κατασκευή ίδιου συστήματος η παρόμοιου.
- Η αρμόδια εταιρεία να έχει πάρει έγκριση από το διεθνή οργανισμό IMO και να τηρεί όλους τους απαραίτητους κανονισμούς.
- Η οικονομική αξία του συστήματος με βάση την αγορά. Πόσο κοστίζει, η εγκατάσταση και η λειτουργία του, και πόσο αξιόπιστα είναι σε βάθος χρόνου.
- Ο χρόνος ο οποίος χρειάζεται για την εγκατάσταση η οποία άλλες φορές γίνεται όταν είναι το πλοίο εν πλω ή όταν βρίσκεται σε κάποιο ετήσιο ή πενταετές δεξαμενισμό. Συνήθως προτιμάται να γίνεται σε κάποιο δεξαμενισμό ώστε να περάσει και ο έλεγχος των επιθεωρήσεων άμεσα και να ολοκληρωθεί η εγκατάσταση πιο γρήγορα.

2.4 Λειτουργίες επί του πλοίου για την εγκατάσταση BWTS

Οι λειτουργίες και διαδικασίες που πρέπει να μελετηθούν και να προσαρμοστούν κατάλληλα στο πλοίο που εγκαθιστά ένα νέο σύστημα επεξεργασίας BWTS είναι οι εξής (ABS, 2014):

- Η φόρτωση και η αποθήκευση των χημικών στο πλοίο.
- Η μεταφορά χημικών στο σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος από τους χώρους αποθήκευσης του πλοίου.
- Η θέση εγκατάστασης του νέου συστήματος BWTS το οποίο θα ενσωματωθεί στο υφιστάμενο δίκτυο θαλάσσιου έρματος του πλοίου.
- Η λειτουργικότητα του συστήματος και η επίδραση στο πλήρωμα.
- Η σωστή λειτουργία και συντήρηση του συστήματος.
- Η αντιμετώπιση διαρροών που πιθανόν μπορεί να προκύψουν από το σύστημα επεξεργασίας έρματος.

- Η αξιολόγηση του κινδύνου και η λήψη μέτρων για τον εξαερισμό και την πυροπροστασία και πυρόσβεση των χώρων όπου φυλάσσονται οι χημικές ουσίες εντός του πλοίου.
- Η δημιουργία ενός πλάνου για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος που θα συμπεριλαμβάνει τον τρόπο διαχείρισης τυχόν διαρροών στο πλοίο και την αποφυγή έκθεσης του πληρώματος στις χημικές ουσίες του συστήματος επεξεργασίας έρματος.
- Σε ένα πλοίο το σύστημα επεξεργασίας έρματος θα πρέπει να είναι σε συνεχή λειτουργία. Συνεπώς όσον αφορά τα ανταλλακτικά που μπορεί να χρειαστεί το πλοίο κρίνεται απαραίτητο να είναι διαθέσιμα σε κάθε περιοχή που θα βρεθεί το πλοίο.
- Πολύ σημαντικό να σημειωθεί είναι ότι σε δεξαμενόπλοια (tankers) θα πρέπει να παρέχονται έξτρα μέτρα ασφάλειας που να παρέχουν πιστοποίηση αντιεκρηκτικού τύπου (gas safe).
- Το σύστημα επεξεργασίας έρματος είναι πολύ σημαντικό να ενσωματωθεί και να συνδεθεί και με το σύστημα κινδύνου (emergency) στο πίνακα ελέγχου και να είναι εύκολος ο χειρισμός από το πλήρωμα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Τέλος πολύ σημαντικός είναι ο παράγοντας ο οποίος αφορά το διαθέσιμο χώρο στο μηχανοστάσιο, όπου θα γίνει η εγκατάσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Μελέτη Εγκατάστασης Συστήματος BWTS

Στο κεφάλαιο 3 περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθείται σχετικά με τον καθορισμό της ακριβούς θέσης ενός συστήματος BWTS, περιλαμβανομένου των εξαρτημάτων και των σωληνώσεων, καθώς και η ενσωμάτωση του στο υπάρχον δίκτυο ερματισμού του πλοίου.

3.1 Επίγεια σάρωση πλοίου

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του πλοίου 'OCEAN BREEZE', ενός bulk carrier 19.124 M.T. deadweight, με χωρητικότητα δεξαμενών έρματος 7,341.02 m³.

Πίνακας 3: Τα στοιχεία του πλοίου

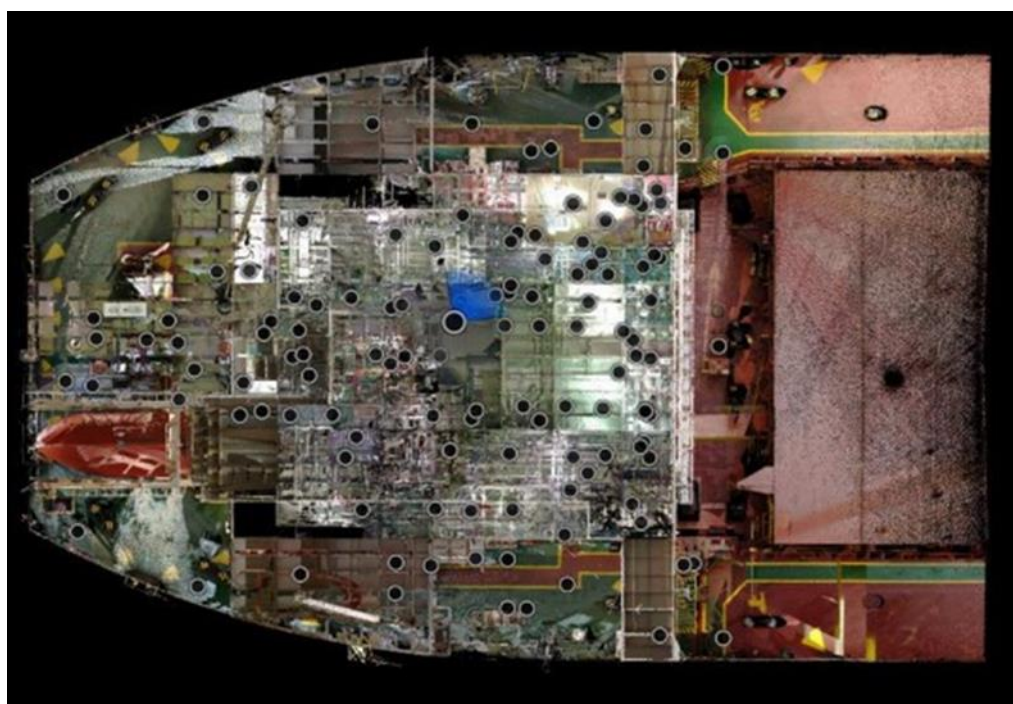
Ship's Name:	"Ocean Breeze"	Cargo holds capacity:	23,160.56m ³
Type:	Bulk Carrier	Ballast tanks capacity:	7,341.02m ³
Flag:	Marshall Islands	Main Engine:	MAN B&W 7S35MC (Mark7) (1 set) M.C.R.: 5,180kW X 173 min ⁻¹ C.S.R.: 4,403kW X 164 min ⁻¹
Port of Registry:	Majuro	Diesel Generators:	550kW X 900 min ⁻¹ (2 sets)
IMO No.:	9371359	Ballast Pumps:	300m ³ /h @ 0.19 MPa (1 set)
Call Sign:	V7NO4	Fire Bilge & Ballast Pump:	80/300m ³ /h @ 0.59/0.19 MPa (1 sets)
Deadweight:	19,124M.T.	Fire, Bilge & G.S. Pump:	80/150m ³ /h @ 0.59/0.19 MPa (1 sets)
Length O.A.:	139.92m	Classifications:	RINA, C+ Bulk carrier ESP
Length B.P.:	132.00m		
Breadth MLD:	25.00m		
Depth MLD:	11.50m		
Full Load Draft:	8.496m		

Για την εκπόνηση της μελέτης, αρχικά σαρώθηκαν με ειδικό εξοπλισμό οι χώροι του πλοίου ώστε να καθοριστεί η θέση όπου θα γίνει η εγκατάσταση του νέου συστήματος BWTS. Ο 3D λέιζερ σαρωτής που χρησιμοποιήθηκε για τη σάρωση είναι της εταιρείας FARO, ειδικά σχεδιασμένος για εφαρμογές που απαιτούν σάρωση έως και 70 μέτρα. Διαθέτει προστασία από υγρασία και σκόνη IP54 για χρήση σε απαιτητικές συνθήκες πεδίου, HDR imaging, ταχύτητα λήψης 500,000 σημείων ανά δευτερόλεπτο και εκτεταμένο εύρος θερμοκρασιών.

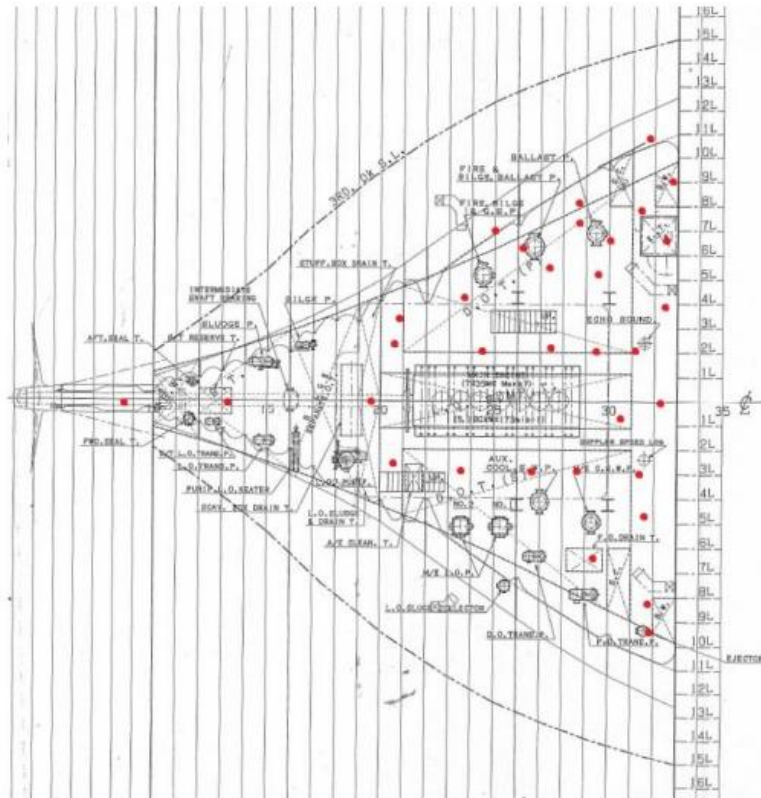
Στον Πίνακα 4 και στις Εικόνες 6 έως 12 παρουσιάζονται οι χώροι του πλοίου και οι θέσεις 3D σάρωσης στο λογισμικό Navisworks, που συνολικά είναι 129. Το Navisworks είναι ένα λογισμικό το οποίο συμπληρώνει εμπορικά προγράμματα τρισδιάστατης σχεδίασης, επιτρέποντας στους χρήστες να ανοίγουν μοντέλα τρισδιάστατης σχεδίασης και σάρωσης λέιζερ και να τα συνδυάζουν σε ένα ενιαίο τρισδιάστατο μοντέλο. Οι χρήστες μπορούν στη συνέχεια να περιηγηθούν στο μοντέλο σε πραγματικό χρόνο και να ελέγξουν το μοντέλο με μια σειρά από εργαλεία σήμανσης.

Πίνακας 4: Περιοχές 3D σάρωσης και αριθμός θέσεων σάρωσης

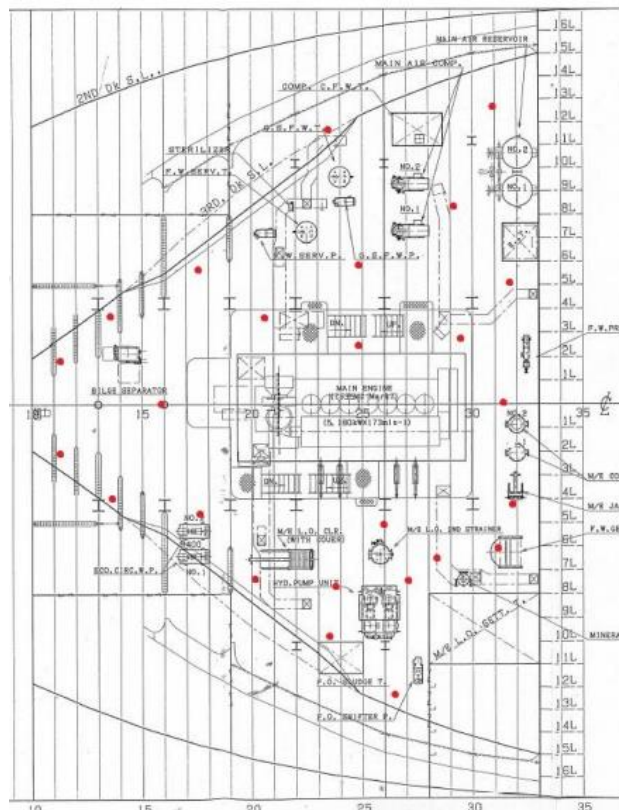
SCANNED AREAS	NO. OF ACTUAL SCANS
ER Lower Floor	33
ER 3 rd Deck	25
ER 2 nd Deck	33
ER Steering Gear Room	6
Upper Deck	16
Poop Deck	16
TOTAL	129



Εικόνα 6: Θέσεις σάρωσης στο λογισμικό NAVISWORKS



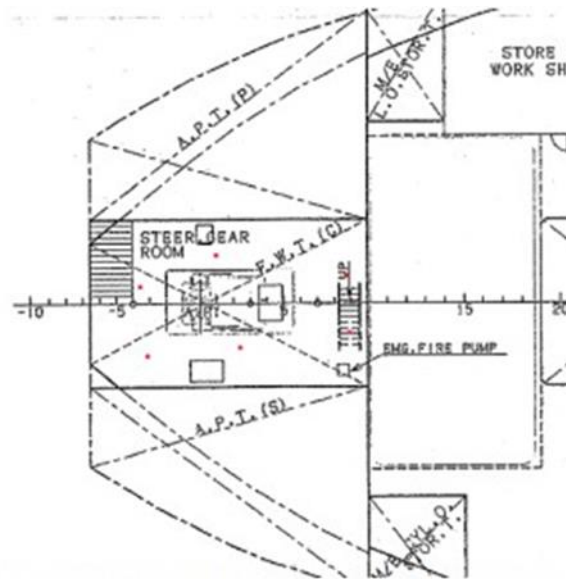
Εικόνα 7: Θέσεις 3D σάρωσης στο E/R Lower Floor Deck



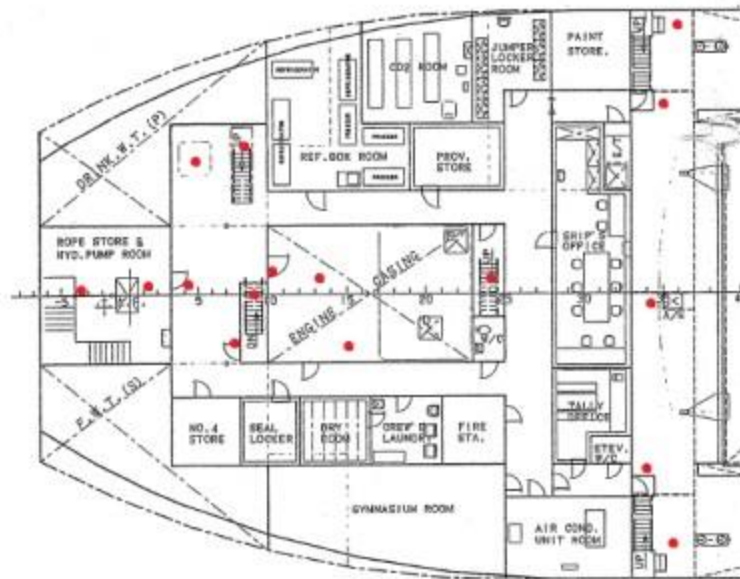
Εικόνα 8: Θέσεις 3D σάρωσης στο E/R 3rd Deck



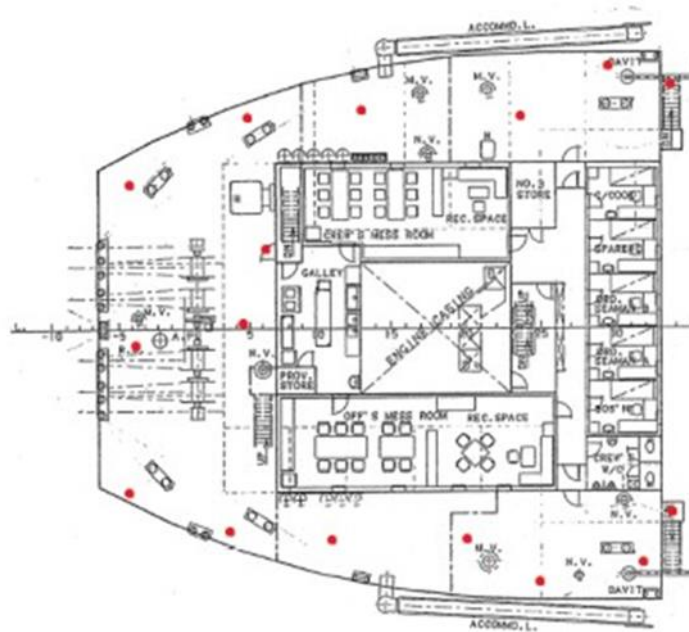
Εικόνα 9: Θέσεις 3D σάρωσης στο E/R 2nd Deck



Εικόνα 10: Θέσεις 3D σάρωσης στο Steering Gear Room



Εικόνα 11: Θέσεις 3D σάρωσης στο Upper Deck



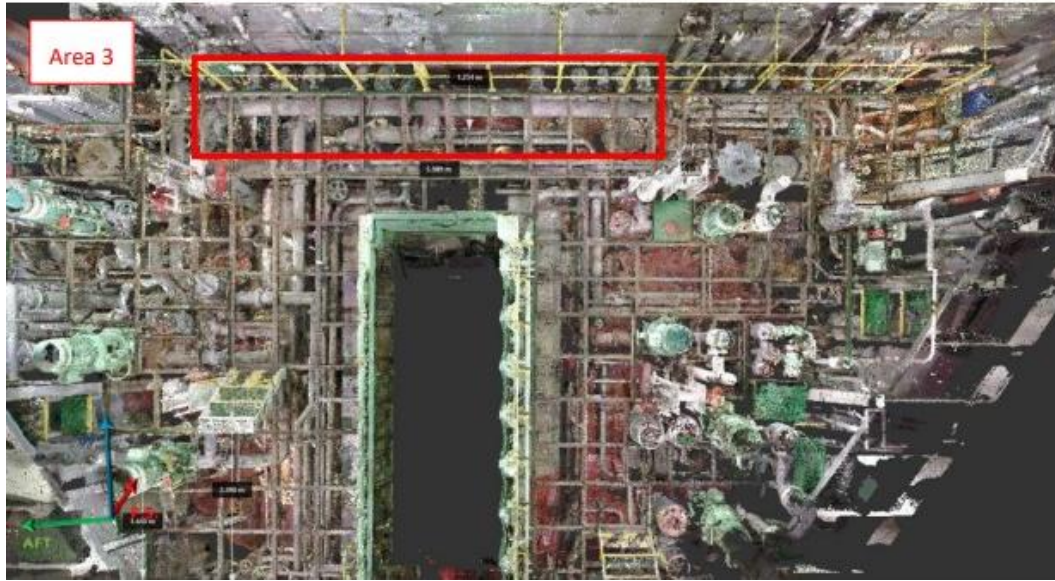
Εικόνα 12: Θέσεις 3D σάρωσης στο Poop Deck



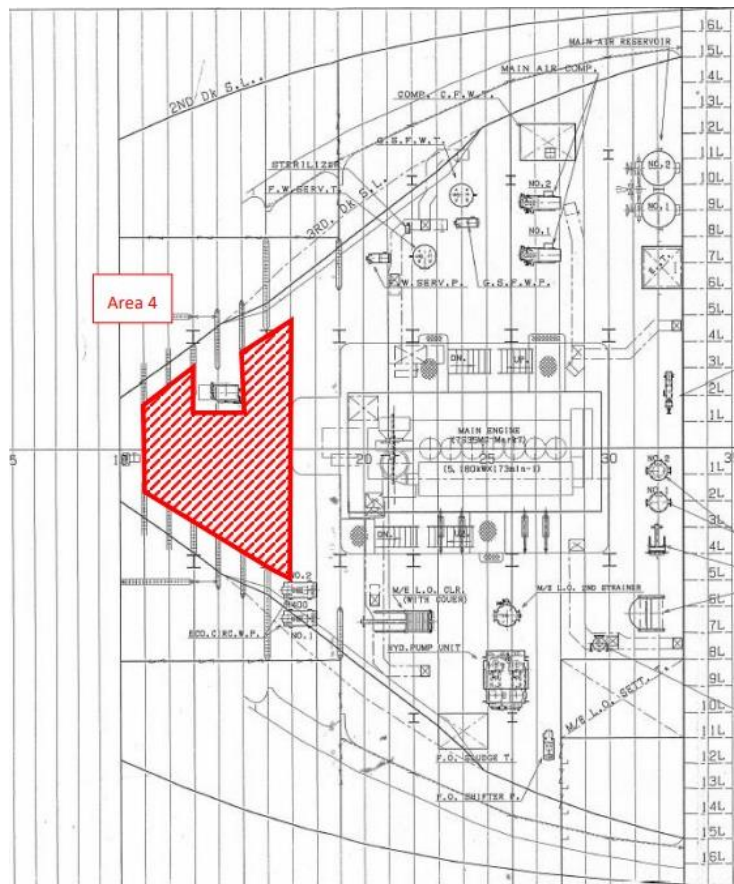
Εικόνα 14: Τρισδιάστατη απεικόνιση της πρώτης πιθανής περιοχής εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας έρματος (AREA 1 – E/R Lower Floor)



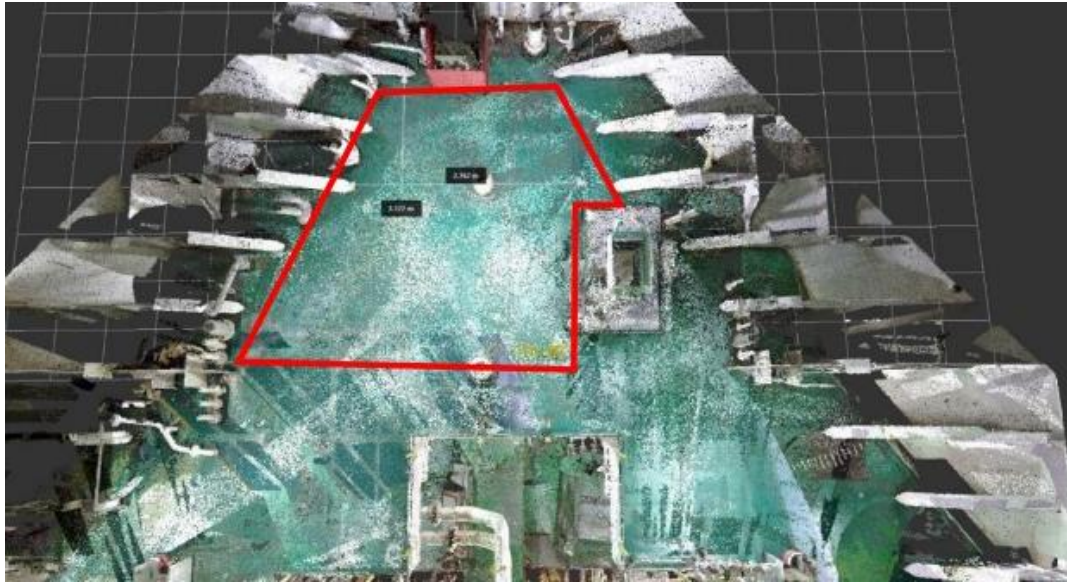
Εικόνα 15: Τρισδιάστατη απεικόνιση της δεύτερης πιθανής περιοχής εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας έρματος (AREA 2 – E/R Lower Floor)



Εικόνα 16: Τρισδιάστατη απεικόνιση της τρίτης πιθανής περιοχής εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας έρματος (AREA 3 – E/R Lower Floor, FWRD and center line)

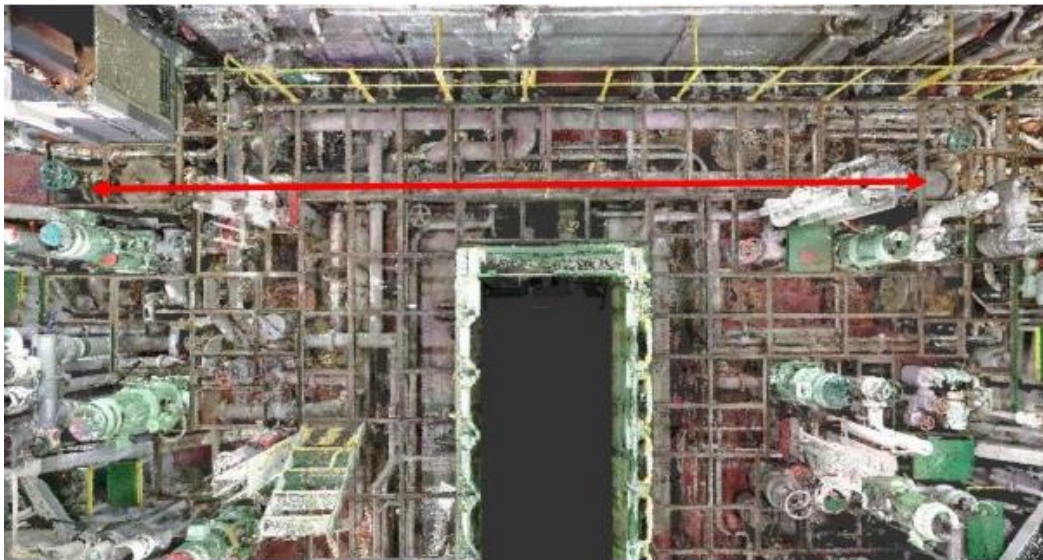


Εικόνα 17: Απεικόνιση της τέταρτης πιθανής περιοχής εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας έρματος στο E/R 3^ο Deck



Εικόνα 18: Τρισδιάστατη απεικόνιση της τέταρτης πιθανής περιοχής εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας έρματος (AREA 4 – E/R 3rd Deck, aft and center line)

Στις παρακάτω Εικόνες 19-27 παρουσιάζονται οι χώροι του πλοίου και η τοποθέτηση των διαφόρων τμημάτων του συστήματος BWTS (σωληνώσεις, αντλίες, κλπ). Οι εικόνες είναι από το λογισμικό Navisworks.



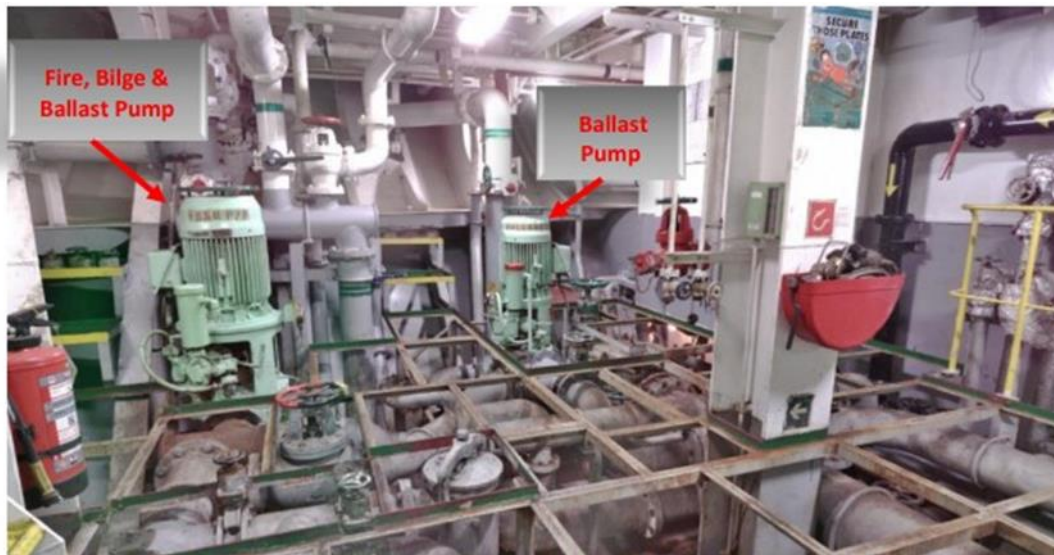
Εικόνα 19: Τρισδιάστατη απεικόνιση της όδευσης των σωληνώσεων του συστήματος έρματος στο Main Crossover, E/R Lower Floor



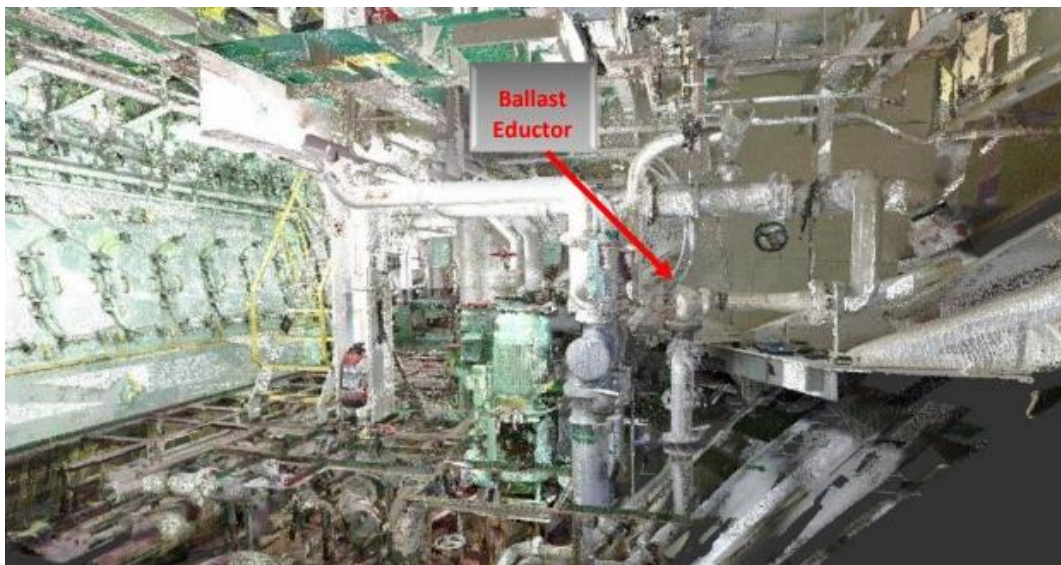
Εικόνα 20: Τρισδιάστατη απεικόνιση της όδευσης των σωληνώσεων του συστήματος έρματος στο Low Sea Chest, E/R Lower Floor



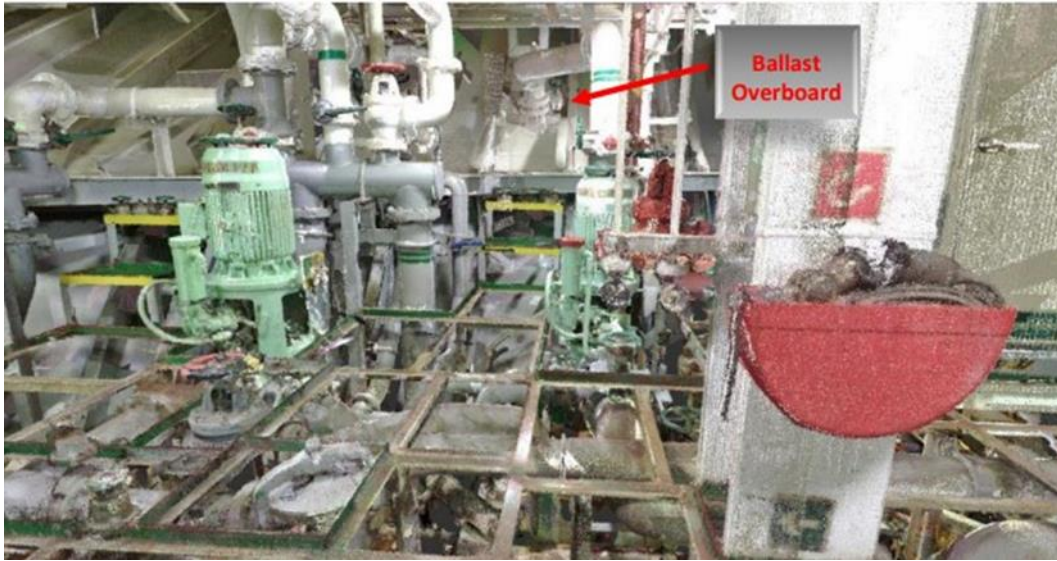
Εικόνα 21: Τρισδιάστατη απεικόνιση τοποθέτηση της όδευσης των σωληνώσεων του συστήματος έρματος στο High Sea Chest, E/R Lower Floor



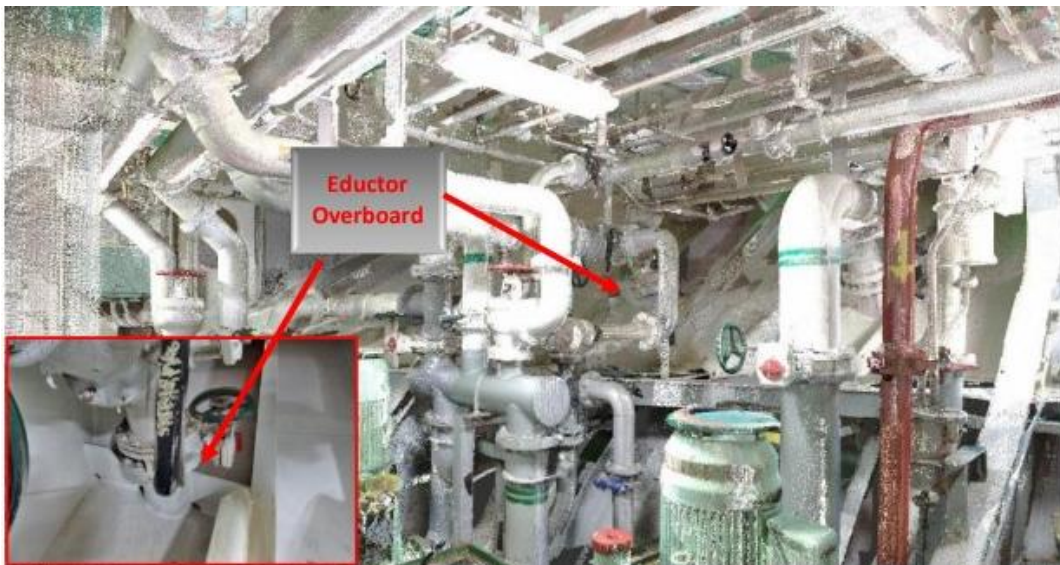
Εικόνα 22: Τρισδιάστατη απεικόνιση των αντλιών Fire, Bilge & Ballast Pump και Ballast Pump στο E/R Lower Floor.



Εικόνα 23: Τρισδιάστατη απεικόνιση της τοποθέτησης του Ballast Eductor στο E/R Lower Floor



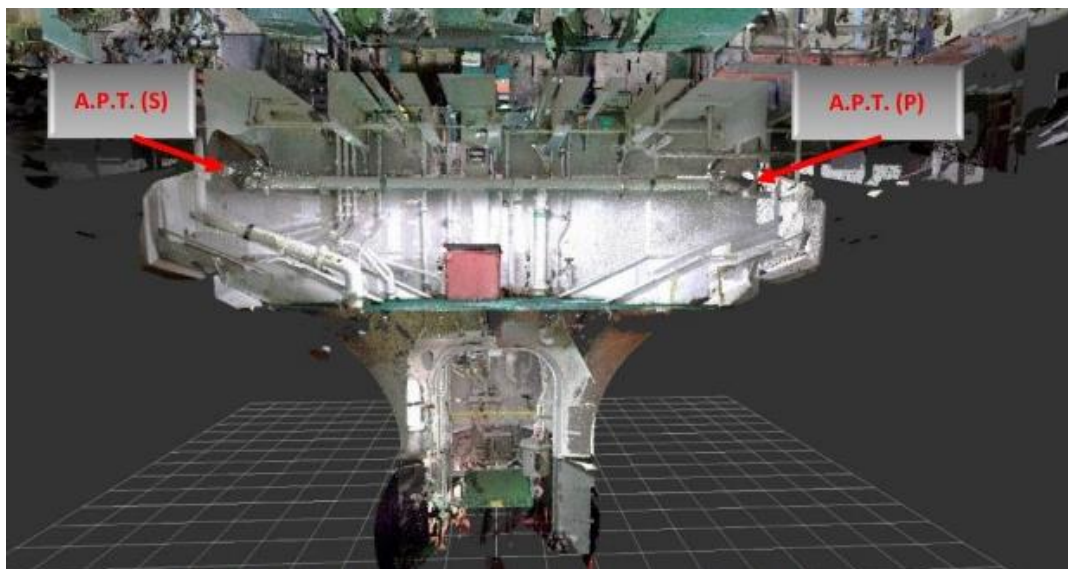
Εικόνα 24: Τρισδιάστατη εικόνα απεικόνιση της τοποθέτησης του Ballast Overboard στο E/R Lower Floor



Εικόνα 25: Τρισδιάστατη απεικόνιση της τοποθέτησης του Eductor Overboard στο E.R Lower Floor



Εικόνα 26: Τρισδιάστατη απεικόνιση της αντλίας Fire, Bilge & G.S Pump στο E/R Floor Deck

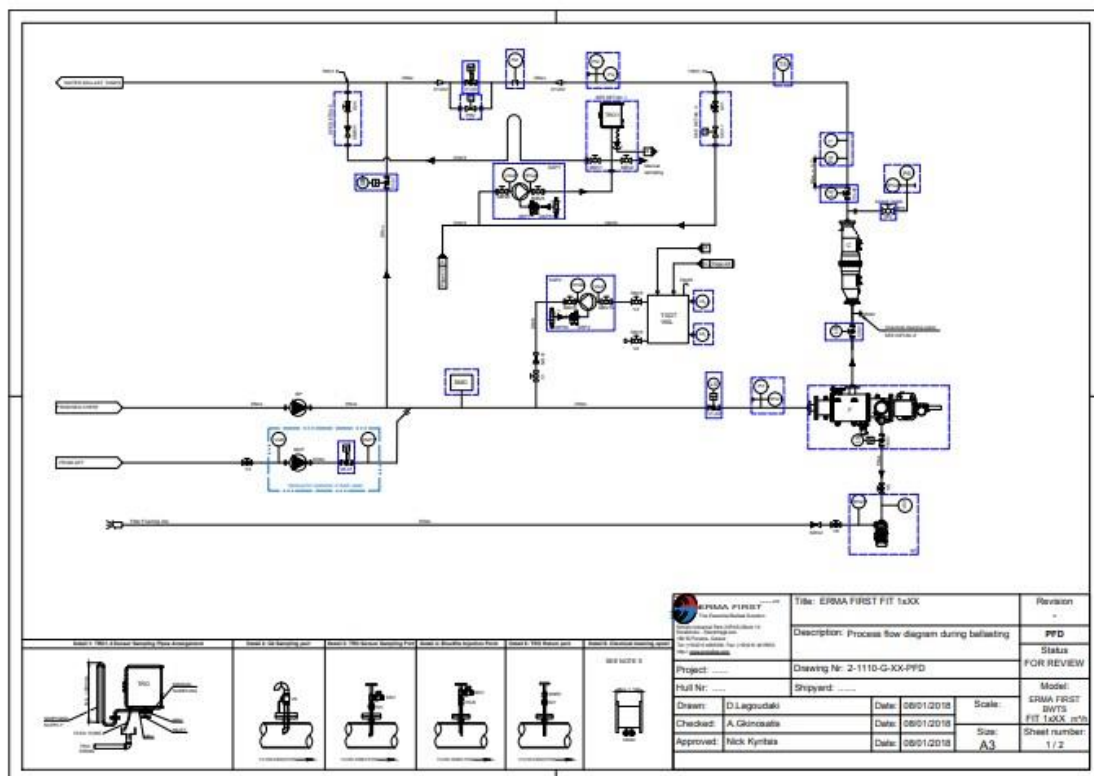


Εικόνα 27: Τρισδιάστατη απεικόνιση των δεξαμενών Aft Peak Tank port side and starboard side

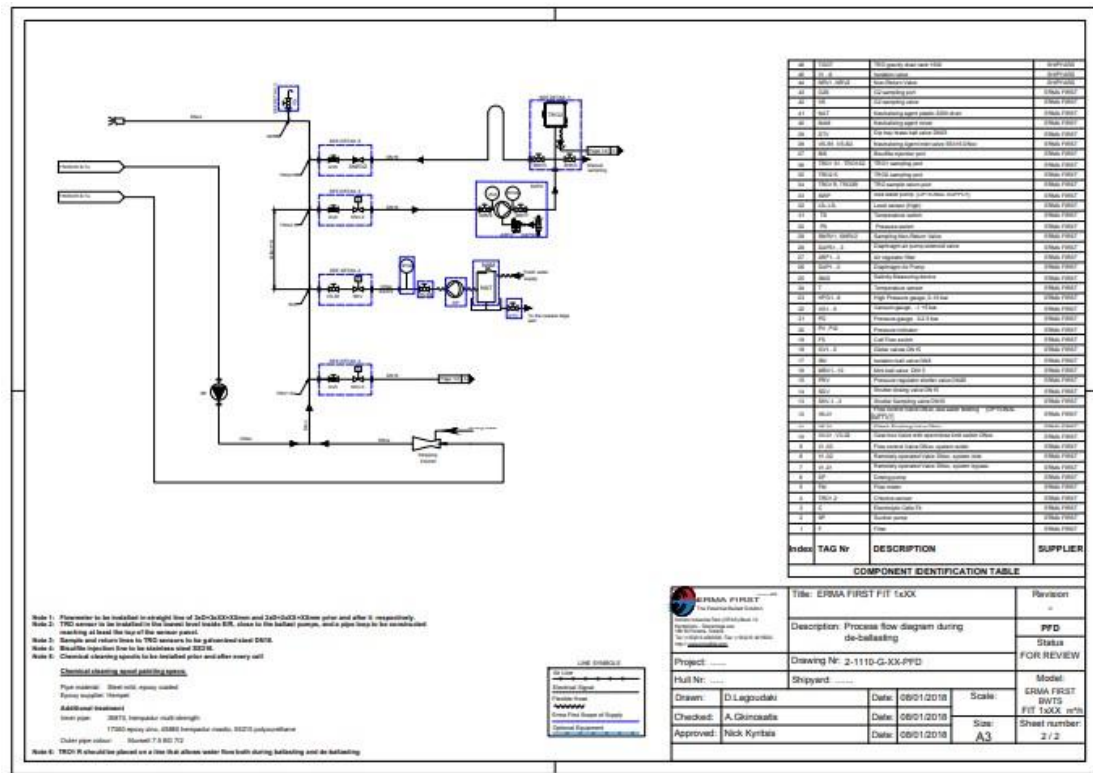
3.2 Το σύστημα ERMA FIRST BWTS

Το σύστημα το οποίο θα τοποθετηθεί στο πλοίο είναι της εταιρείας 'ERMA FIRST'. Το διάγραμμα ροής κατά τον ερματισμό και τον αφερματισμό παρουσιάζεται στις Εικόνες 28 και 29. Η λειτουργία του συστήματος είναι η εξής:

Κατά τη διάρκεια του ερματισμού το νερό περνά από το φίλτρο όπου οι οργανισμοί και τα ιζήματα (διαμέτρου μεγαλύτερη από 40μm) διαχωρίζονται και απορρίπτονται στη θάλασσα. Το φιλτραρισμένο νερό εισέρχεται στον αντιδραστήρα ηλεκτρόλυσης. Από τα χλωρίδια του νερού το ελεύθερο χλώριο που παράγεται μέσω της διαδικασίας ηλεκτρόλυσης σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση (περίπου 4-6 mgr/lit) εκχύεται στο έρμα και τότε το επεξεργασμένο νερό εισέρχεται στις δεξαμενές έρματος. Κατά τον αφερματισμό το σύστημα παρακολουθεί μόνο τα TRO (Total Residual Oxidants). Αν η συγκέντρωση τους υπερβαίνει τα 0,1 mgr/lit λειτουργεί μια δοσομετρική αντλία που εκχύει εξουδετερωτικό διάλυμα (διθειώδες νάτριο). Ακολουθεί και δεύτερη δειγματοληψία πριν από την απόρριψη του έρματος.



Εικόνα 28: Διάγραμμα ερματισμού



Εικόνα 29: Διάγραμμα αφερματισμού

Στο Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος επεξεργασίας έρματος που θα τοποθετηθεί στο πλοίο:

Πίνακας 6: Γενικά χαρακτηριστικά συστήματος BWTS

Capacity	300 m3/h
Pressure loss	0.5 bar
Design Pressure	6 bars
Power supply	3/1 Ph-380/440V/110/230V-50/60 Hz
Average Power consumption	5.9 kW
Instrument air supply	6-10 bar
Cooling water supply per T/R unit	0.5 m3/h
Installed power	35.76 kW for 0.9 PSU water treatment configuration
Treatment method	Advanced mechanical separation and electrolysis
System requirements	Salinity > 0.9 PSU, T > -2 °C

Control system	ERMA FIRST FIT Control Board
Data logging system	Included (24 months)

Ακολουθούν αναλυτικά όλες οι πληροφορίες των εξαρτημάτων του συστήματος επεξεργασίας έρματος.

Φίλτρο (FILTER): Είναι ένα φίλτρο αυτόματης αντίστροφης πλύσης με ικανότητα φιλτραρίσματος τα 40μm.

Πίνακας 7: Τα στοιχεία του φίλτρου

Filter Insert/filtration degree	40 microns
Model	BS-101 H/V-T
Capacity	Up to 275/330m ³ /hr (at 1.6/2.2 bar inlet pressure)
Temperature	-10-65 °C
Design Pressure	6 bar
Body	Carbon Steel
Electrical elements	Installation in non-hazardous areas
Control Panel	Non Explosion proof
Suction Pump	Non Explosion proof

Ηλεκτρολυτικό κελί (ELECTROLYZERS): Το ηλεκτρολυτικό κελί είναι σε θέση να παράγει ελεύθερο ενεργό χλώριο (TRO), που χρησιμοποιείται για την απολύμανση του υδάτινου έρματος με ηλεκτρόλυση του θαλασσινού νερού. Στα TRO συγκεντρώνονται έως και 6 mgr/lit Cl₂ για την επαρκή απολύμανση του νερού έρματος σύμφωνα με το κανονισμό D-2 του BWM Convection. Οι ηλεκτρολύτες αποτελούνται από ένα σύνολο ειδικών επικαλυμμένων ηλεκτροδίων που είναι τοποθετημένα σε κυλινδρικό περίβλημα. Οι κυψέλες ηλεκτροδίων τροφοδοτούνται με συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσης από επαρκές τροφοδοτικό. Η ισχύς που εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια καθορίζεται από τη συγκέντρωση που υπάρχει στα TRO.

Πίνακας 8: Τα στοιχεία της ηλεκτρολυτικής μονάδας

Model	ECF 250
Capacity	Up to 300 m ³ /hr
Design operating pressure	0-6 bar
Design operating temperature	-2 – 45 °C
Maximum ambient temperature	55 °C
Minimum operating salinity	0.9 PSU
Electrical connections	Installation in non-hazardous areas

Μονάδα μετασχηματιστή/διαμορφωτή (TRANSFORMER/RECTIFIER UNIT):

Είναι η μονάδα συνεχούς ρεύματος των ηλεκτρολυτών. Η συσκευή μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσης και ελέγχεται μέσω ενδοεπικοινωνίας. Αποτελείται από μια ή περισσότερες μονάδες ισχύος, έως και δέκα, οι οποίες μαζί με μια μονάδα ελέγχου αποτελούν μια πλήρη μονάδα μετασχηματιστή/διαμορφωτή. Η σύνδεση της μονάδας με τις κυψέλες επιτυγχάνεται με καλώδια κατάλληλης χωρητικότητας ή διαύλους ράβδους. Η ηλεκτρική σύνδεση μπορεί να είναι είτε παράλληλη είτε σε σειρά.

Πίνακας 9: Τα στοιχεία του μετασχηματιστή/διαμορφωτή

T/R Configuration	One (1) T/R unit of three (3) power modules
Max. Voltage (V)	0-50
Max. Current (Amperes)	600
Cooling water supply (m ³ /h)	0.5
Cooling media	Fresh Water, temperature range: 20-45o C

Αισθητήρες TRO (TRO SENSORS): Ο σκοπός των αισθητήρων ολικών υπολειμματικών οξειδωτικών ή TRO (TRO1, TRO2) είναι η συνεχής μέτρηση του Cl₂ στο νερό έρματος κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και κατά την απόρριψη. Κατά τη διάρκεια του έρματος η ένδειξη ρυθμίζει το εφαρμοζόμενο ρεύμα στα ηλεκτρόδια. Κατά την εκφόρτωση η ένδειξη οδηγεί τη δοσολογία του

εξουδετερωτικού παράγοντα για τη διατήρηση του MADC 0,1 mgr/lit. Για ακριβείς μετρήσεις, το νερό που αναλύεται πρέπει να είναι απαλλαγμένο από χονδροειδή υλικά. Το TRO1 μετρά το Cl₂ κατά τη διάρκεια της έγχυσης και κατά της αποέγχυσης, πριν από το στάδιο της εξουδετέρωσης. Το TRO2 μετρά το Cl₂ μετά το στάδιο εξουδετέρωσης, πριν φτάσει στο σημείο που βρίσκεται η G2 Θύρα δειγματοληψίας για να εξασφαλιστεί 0,1 mgr/lit MADC και έπειτα αποβάλλεται στη θάλασσα.

Πίνακας 10: Τα στοιχεία των αισθητήρων TRO

Standard outputs	4-20 mA and RS-485 with Modbus
User alarms	2 user selectable alarms for sample concentration
operating temperature	0-55 C (32 to 131 F)
Input pressure	0.3 bar-10.3 bar (5-150 psi)
Ingress protection	IP55 (except fan IP54)
Power	100-240 VAC Auto switchable 47-63hz
Certifications	CE, UL, CSA, (ETL, ETL c); Tested to IMO MEPC. 174(58) Part 3
Shipping weight	11.8 Kg (26 lbs) Reagents are shipped separately
Actual weight	9.5 Kg (21 lbs)
Installed dimensions	15.7" x 18.3" x 8.5" (40cm x 46,5cm x 21,6cm)
Flow rate to waste	200-400 ml/min
Installation location	In non-Hazardous Area

Μετρητής ροής (FLOW METER): Ο μετρητής ροής είναι η συσκευή που μετρά τη ροή του υγρού μέσου στην έξοδο του BWTS. Ο μετρητής ροής που χρησιμοποιείται είναι ηλεκτρομαγνητικού τύπου. Πρόκειται για την πιο αξιόπιστη συσκευή για εφαρμογές σε θαλασσινό νερό και για εγκατάσταση σε πλοία όπου επικρατούν ειδικές συνθήκες, όπως δονήσεις,

Ο ηλεκτρομαγνητικός μετρητής ροής αποτελείται από έναν μη σιδηρομαγνητικό σωλήνα μέτρησης με μια ηλεκτρική μονωτική εσωτερική επιφάνεια, και μαγνητικά

πηνία και ηλεκτρόδια που είναι τοποθετημένα περιμετρικά του σωλήνα και έρχονται σε επαφή με το υγρό διεργασίας μέσω του τοιχώματος του σωλήνα.

Πίνακας 11: Τα στοιχεία του μετρητή ροής

Flow range	Flow range 0 to 450 m ³ /h
Diameter	Diameter DN200
Protection class IP67	Protection class IP67
Supply voltage	Supply voltage 85 to 250 V AC, 45 to 65 Hz
Output signal	Output signal 4-20 mA
Connection	Cable entry M20 x 1.5 Thread for cable entries, ½ NPT, G ½”
Electrical Equipment	Installation in non-hazardous areas

Βοηθητικός εξοπλισμός παρακολούθησης και ελέγχου (MONITORING AND CONTROL AUXILIARY EQUIPMENT): Το BWTS ενσωματώνει μια σειρά από

βοηθητικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας του. Κατά τη διάρκεια της ρίψης έρματος χρησιμοποιείται ο ακόλουθος βοηθητικός εξοπλισμός:

- Διακόπτης ροής (FS) εγκατεστημένος στην έξοδο των ηλεκτρολυτών. Ο διακόπτης ροής χρησιμοποιείται ως μέτρο ασφαλείας για τη λειτουργία των ηλεκτρολυτών. Ο διακόπτης αυτός στέλνει αναλογικό σήμα 4-20 mA στο σύστημα επεξεργασίας νερού, ο οποίος ρυθμίζει την παροχή ρεύματος στις κυσέλες και αποτρέπει τη βλάβη των ηλεκτροδίων.
- Αισθητήρας θερμοκρασίας (T) εγκατεστημένος στην έξοδο των ηλεκτρολυτών. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας χρησιμοποιείται είτε ως πρόσθετο μέτρο ασφαλείας του ηλεκτρολύτη όταν φτάσει στο όριο υψηλής θερμοκρασίας ή ως ένδειξη πιθανής φθοράς των επικαλύψεων των ηλεκτροδίων.
- Οι αισθητήρες πίεσης (PI) είναι εγκατεστημένοι πριν από την είσοδο του φίλτρου και μετά την έξοδο του ηλεκτρολύτη. Οι αισθητήρες πίεσης μεταδίδουν αναλογικό σήμα 4-20 mA και χρησιμοποιούνται ως πρόσθετο μέτρο ασφαλείας προκειμένου να υποδεικνύουν πίεση εκτός εύρους.

Σύστημα γλυκού νερού (FRESH WATER MODULE): Στις περιπτώσεις που ο μετρητής αλατότητας (SMD) ανιχνεύει αλατότητα στο νερό εισαγωγής χαμηλότερη από 0,9 PSU τότε ενεργοποιείται συναγερμός και ο χειριστής πρέπει να ενεργοποιήσει τη λειτουργία γλυκού νερού. Κατά τη διάρκεια αυτής της λειτουργίας ενεργοποιείται αυτόματα μια ειδική αντλία δοσομέτρησης θαλασσινού νερού (SWP) για τη εισαγωγή θαλασσινού νερού από την APT στην είσοδο της αντλίας έρματος. Ο ρυθμιστής της SWP διασφαλίζει ότι το νερό εισαγωγής έχει αλατότητα > 0,9 PSU. Αυτή η λειτουργία απενεργοποιείται αυτόματα όταν ο μετρητής SMD ανιχνεύσει το νερό εισαγωγής με αλατότητα > 0,9 PSU.

Σύστημα τοπικής καθαριότητας (CLEAN-IN-PLACE MODULE): Αυτό εγκαθίσταται σε περιπτώσεις όπου η λειτουργία χαμηλής ροής διεξάγεται συχνά, προκειμένου να αποφεύγονται οι ασβεστολιθικές επικαθίσεις στα ηλεκτρόδια και να διατηρηθεί η απόδοση. Η ηλεκτρολυτική κυψέλη απομονώνεται μέσω σχετικών βαλβίδων και το υδροχλωρικό οξύ επανακυκλοφορεί από ειδική πλαστική δεξαμενή για περίπου 2,5 ώρες.

Ηλεκτρικές συνδέσεις και καλωδίωση (ELECTRICAL CONNECTIONS AND WIRING): Τα εξαρτήματα του συστήματος επεξεργασίας έρματος απαιτούν ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία τους, η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12: Ηλεκτρικά στοιχεία του συστήματος επεξεργασίας έρματος

Component	Power supply	Input signal	Output signal	Installation zone
Filter Control Board	3PH 380V/50HZ or 440V/60HZ	4-20mA	4-20mA Potential free contacts	Non Hazardous
ERMA FIRST FIT Control Board	1PH 230V 50/60HZ	4-20mA Digital inputs: 24V	4-20mA Power Output: 230V Potential free contacts Relay Outputs	Non Hazardous
ERMA FIRST	24V DC	Digital	Potential free	Non

FIT repeater panel			contact	Hazardous
T/R	3PH 380V/50HZ or 440V/60HZ	4-20mA Digital input: 24V	2 Outputs: 4- 20mA	Non Hazardous
Suction pump starter panel	3PH 380V/50HZ or 440V/60HZ	4-20mA Digital input: 24V	Potential free contact	Non hazardous
Mixer starter panel	3PH 380V/50HZ or 440V/60HZ	4-20mA Digital input: 24V	Potential free contact	Non hazardous

Στο Πίνακα 13 περιγράφονται όλα τα εξαρτήματα του συστήματος BWTS και η ποσότητα που απαιτείται.

Πίνακας 13: Εξαρτήματα του συστήματος επεξεργασίας έρματος

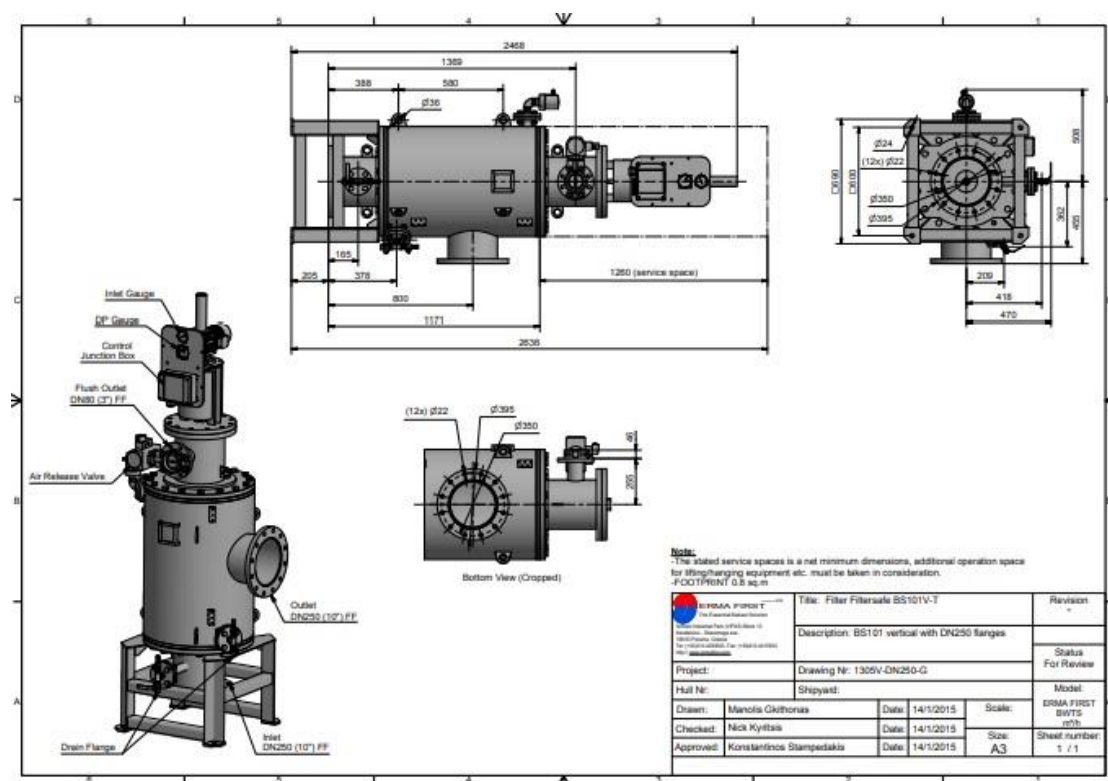
Σύστημα BWTS		
TAG Nr.	Description	Quantity
F	Filter	1
C	Electrolytic Cell	1
T/R	Transformer Rectifier	1
CP	Control Panel	1
RP	Repeater panel	1
TRO	Chlorine sensor	2
DAP	Diaphragm Air Pump	3
SMD	Salinity Measuring Device	1
FM	Flow meter DN150	1
DP	Dosing Pump	1
PRV	Pressure regulating shutter valve DN25	1
MBV	Mini ball valve DN15	10
T	Temperature sensor	1
FS	Flow sensor	1

PI	Pressure Indicator	2
V1-01	Remotely operated valve (ON-OFF) DN200, system bypass	1
V1-02	Remotely operated valve (ON-OFF) DN200, system inlet	1
V1-03	Flow control valve DN150, system outlet	1
V3-01 V3-02	Gear box Valve with open/ close limit switch DN200	2
G2S	G2 sampling port	1
TRO S	TRO sampling port (Multiple)	3
TRO R	TRO return port (Single)	2
PS	Pressure switch	1
TS	Temperature switch	1
LS	Level sensor	2
BIS	Bisulfite injection port	1
NAT	Neutralizing agent plastic 200lt drum	1
MS	Motor Starter	1
Σύστημα γλυκού νερού		
TAG Nr.	Description	Quantity
SWP	Sea water pump	1
VG	Pressure gauge, -1+5 bar	1
HPG	Pressure gauge, 0-10 bar	1
V6-01	Flow control valve, sea water feeding	1
SWPSP	Sea water pump Starter panel	1
Σύστημα τοπικής καθαριότητας		
TAG Nr.	Description	Quantity
F-CIP-S	Clean-in-place module	1

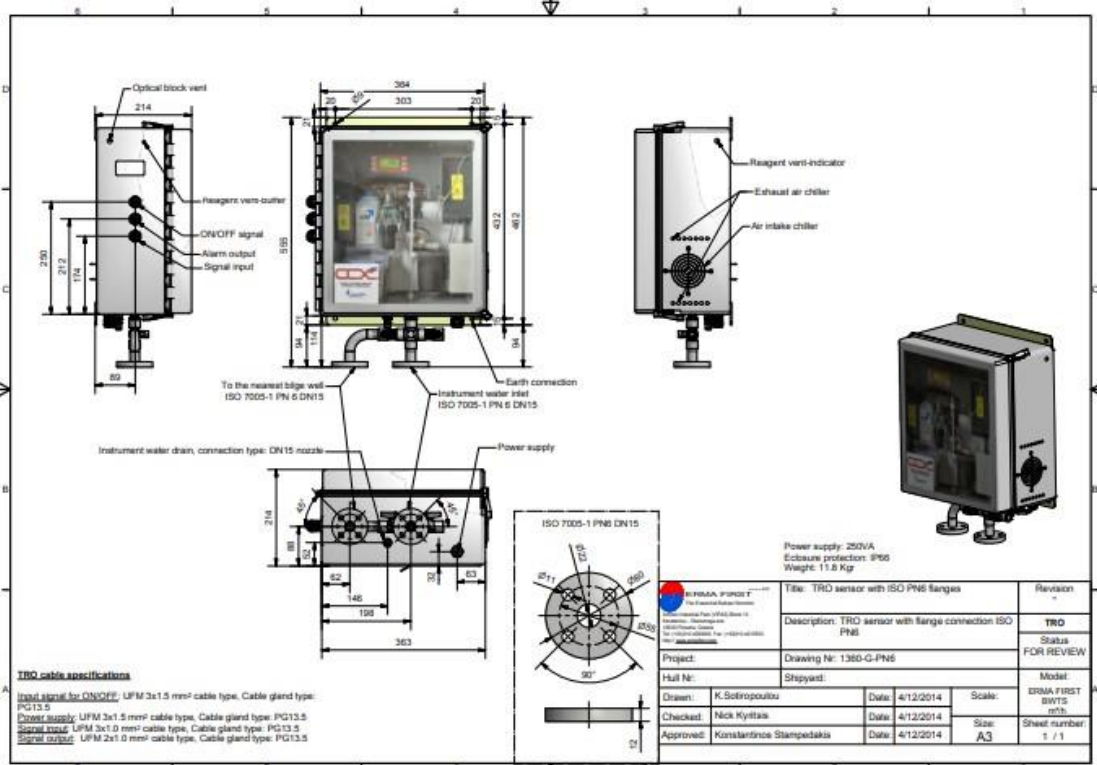
3.3 Κατασκευαστικά σχέδια εξαρτημάτων συστήματος BWTS

Στις Εικόνες 30-41 απεικονίζονται τα κατασκευαστικά σχέδια των βασικών εξαρτημάτων του συστήματος BWTS:

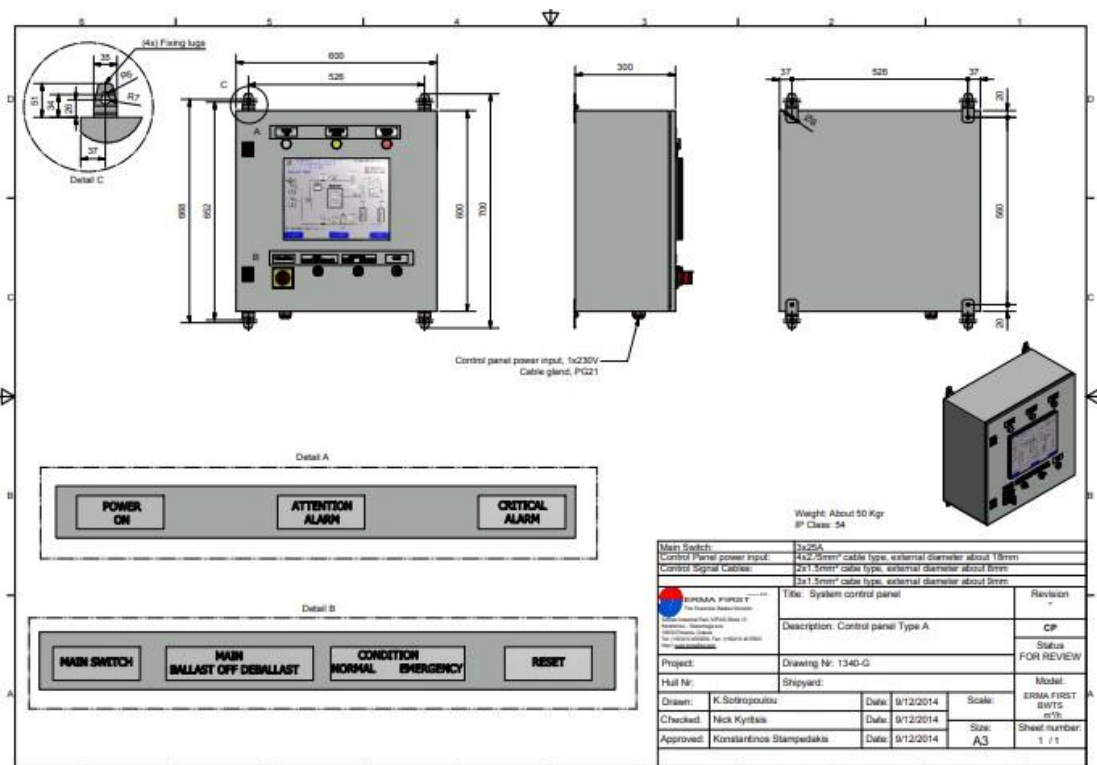
- ΦΙΛΤΡΟ ACB-945-200
- ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟ ΚΕΛΙ ECF 250
- ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ/ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΗ
- ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΤΡΟ
- ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ
- ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
- ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ DN200
- ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ
- ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ



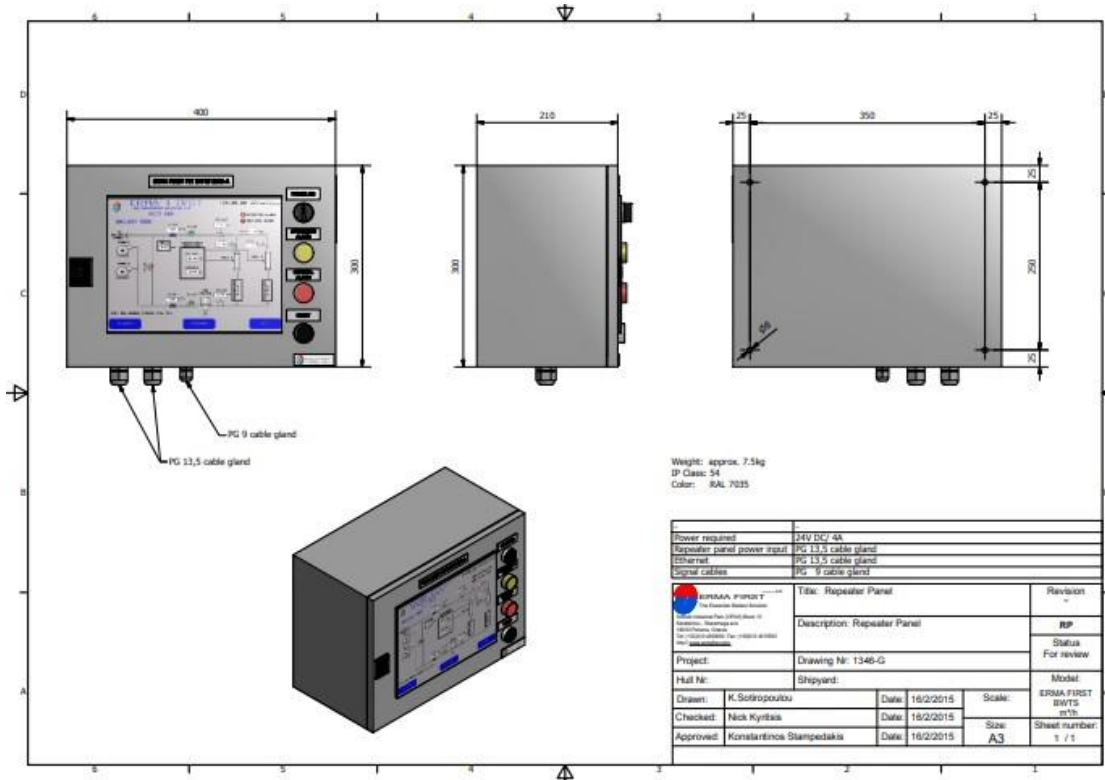
Εικόνα 30: Φίλτρο ACB-945-200



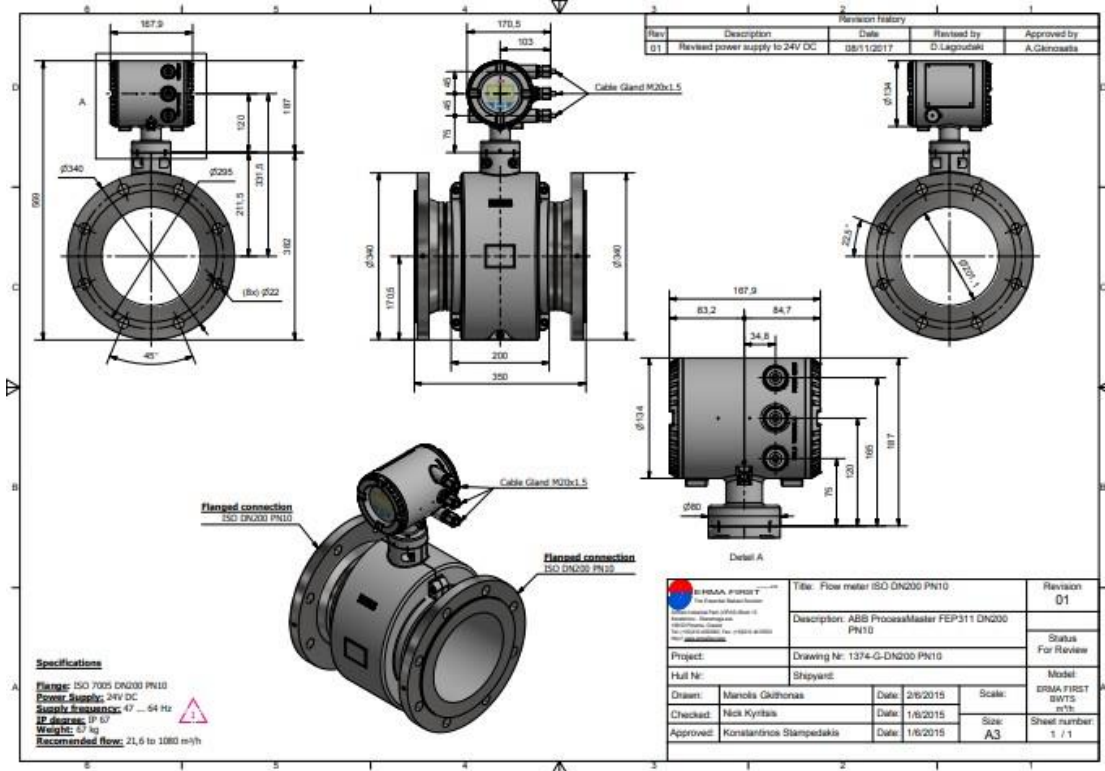
Εικόνα 35: Αισθητήρες TRO



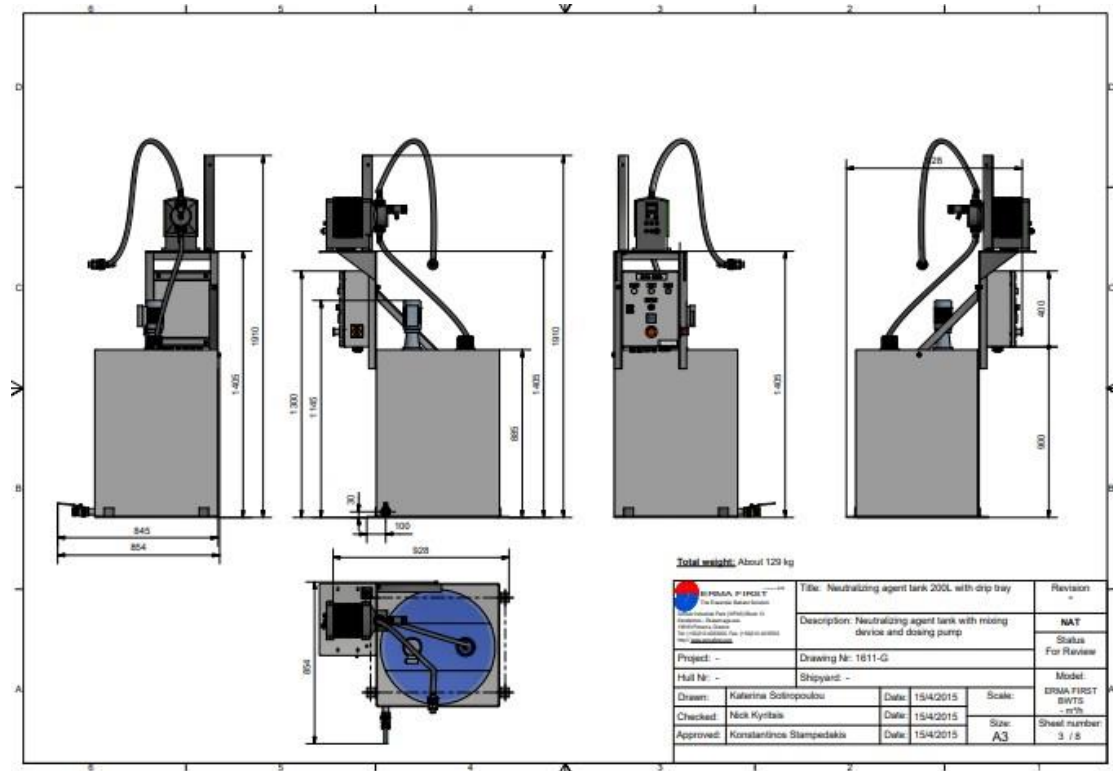
Εικόνα 36: Πίνακας ελέγχου



Εικόνα 37: Πίνακας αναμετάδοσης



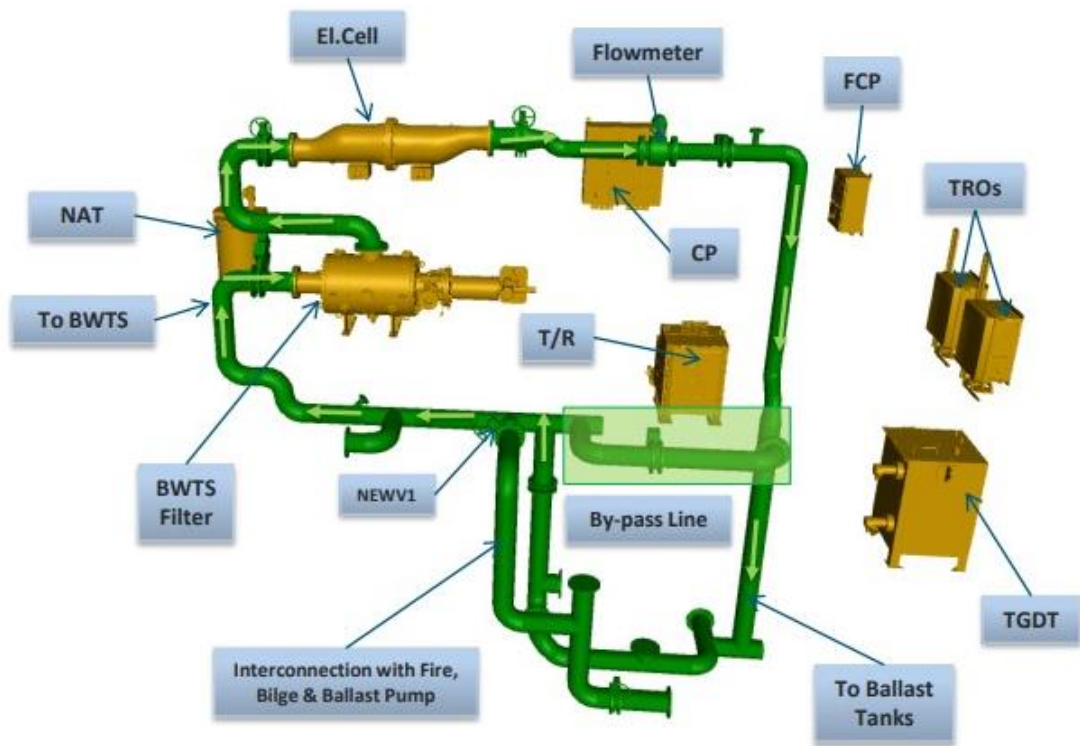
Εικόνα 38: Μετρητής ροής DN200



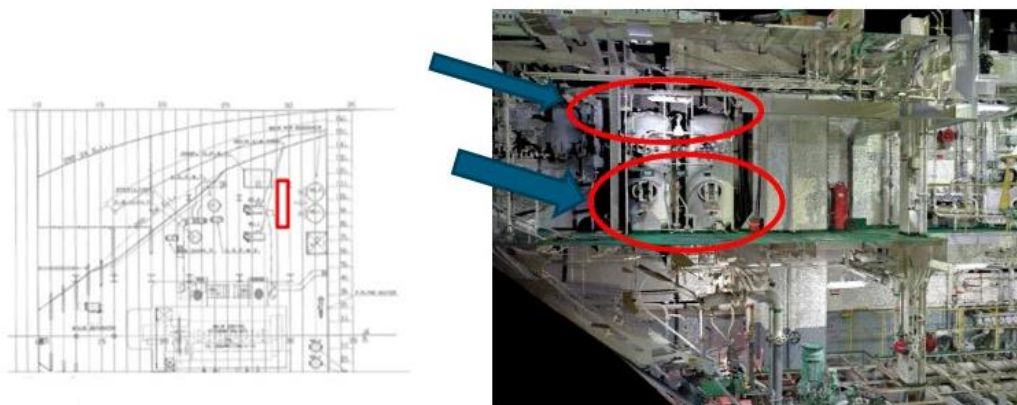
Εικόνα 41: Δεξαμενή εξουδετέρωσης

3.4 Φωτορεαλιστική απεικόνιση συστήματος BWTS στο πλοίο

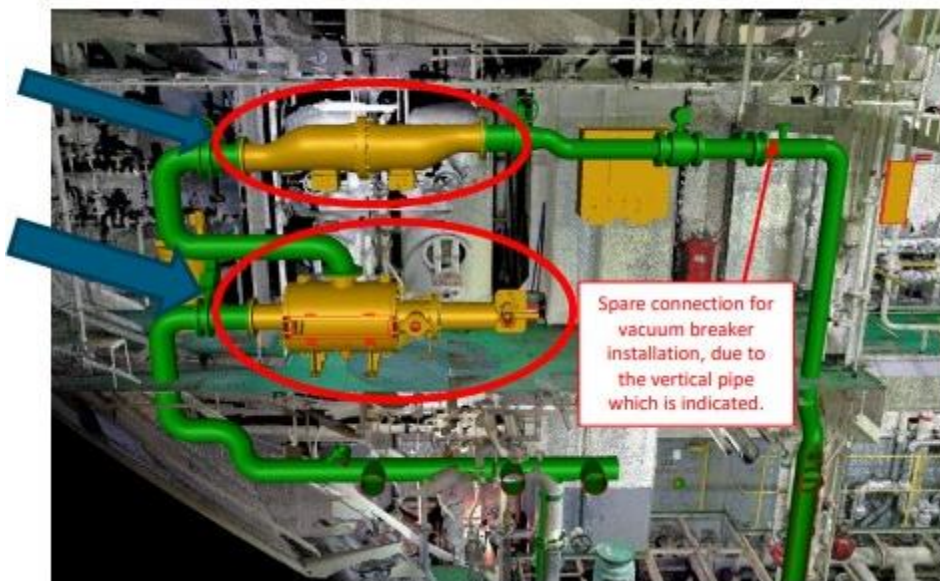
Το τρισδιάστατο μοντέλο του συστήματος BWTS με τα επιμέρους εξαρτήματα και τις σωληνώσεις παρουσιάζεται στην Εικόνα 42. Στις Εικόνες 43-52 απεικονίζονται τα διάφορα εξαρτήματα και οι σωληνώσεις του συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος στις ακριβείς θέσεις όπου θα γίνει η εγκατάστασή τους στο bulk carrier. Οι εικόνες προέρχονται από το λογισμικό Navisworks.



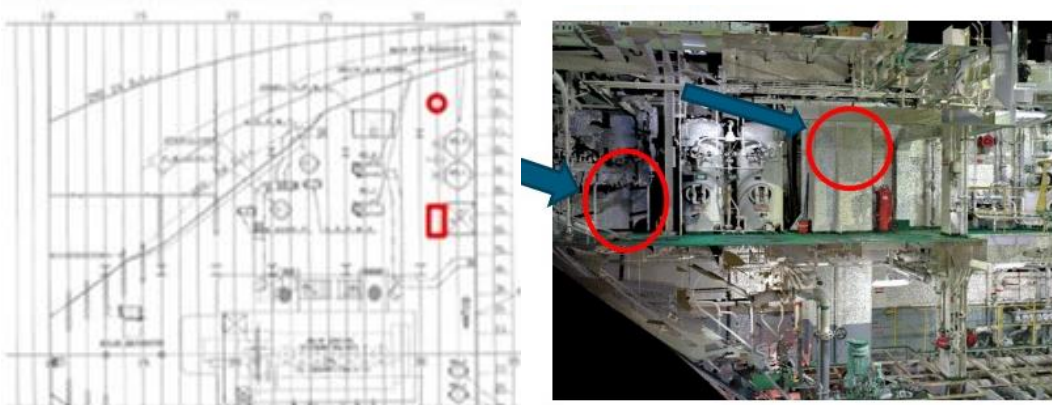
Εικόνα 42: Τρισδιάστατο μοντέλο του συστήματος BWTS στο λογισμικό NAVISWORKS.



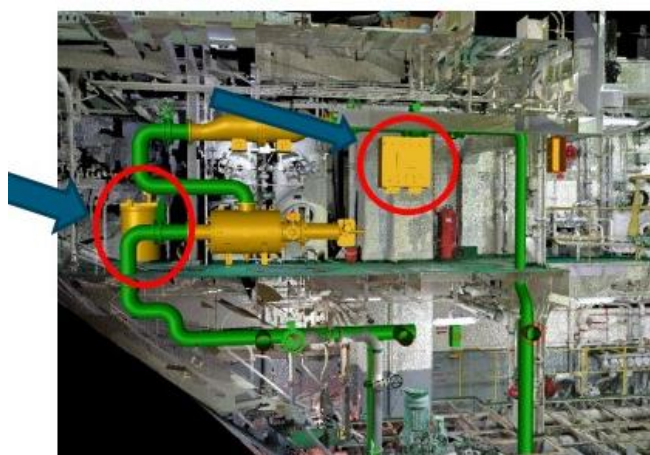
Εικόνα 43: Η περιοχή τοποθέτησης του φίλτρου και του ηλεκτρολυτικού κελιού



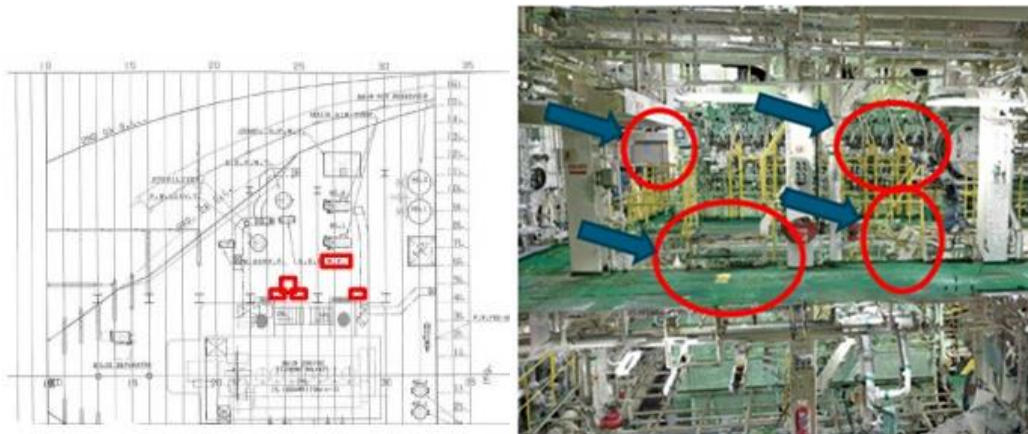
Εικόνα 44: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του φίλτρου, του ηλεκτρολυτικού κελιού και των σωληνώσεων



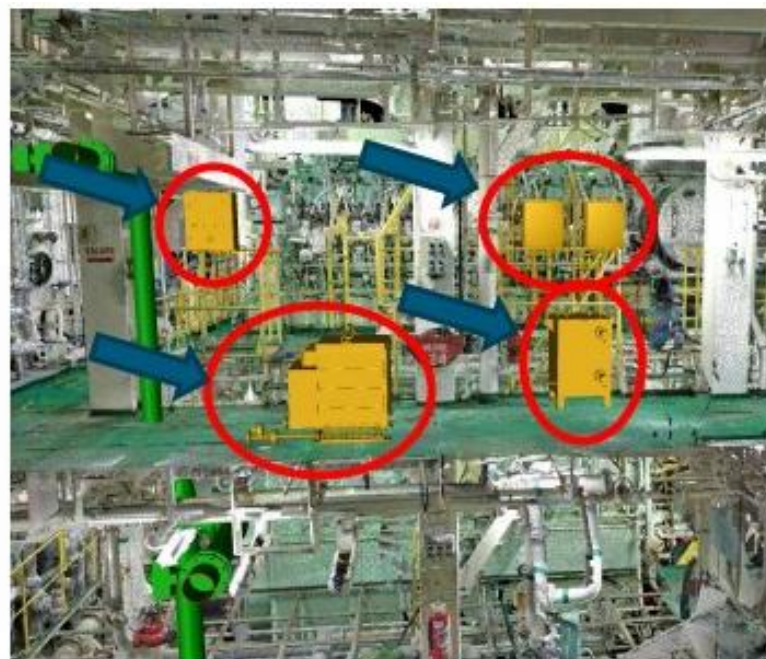
Εικόνα 45: Η περιοχή τοποθέτησης του πίνακα ελέγχου και της δεξαμενή εξουδετέρωσης



Εικόνα 46: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του πίνακα ελέγχου και της δεξαμενής εξουδετέρωσης

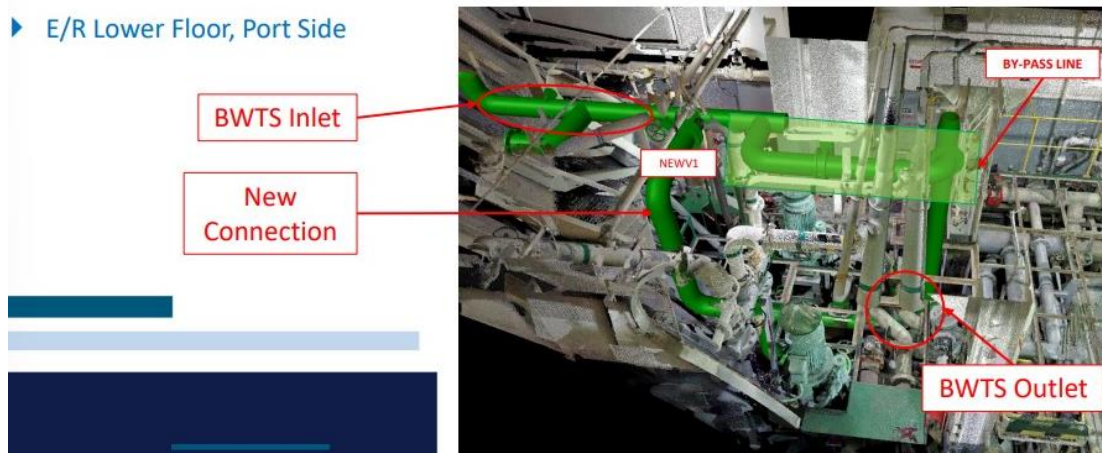


Εικόνα 47: Η περιοχή τοποθέτησης του πίνακα ελέγχου του φίλτρου, αισθητήρων TRO, μονάδας μετασχηματιστή/διαμορφωτή, και δεξαμενής TRO



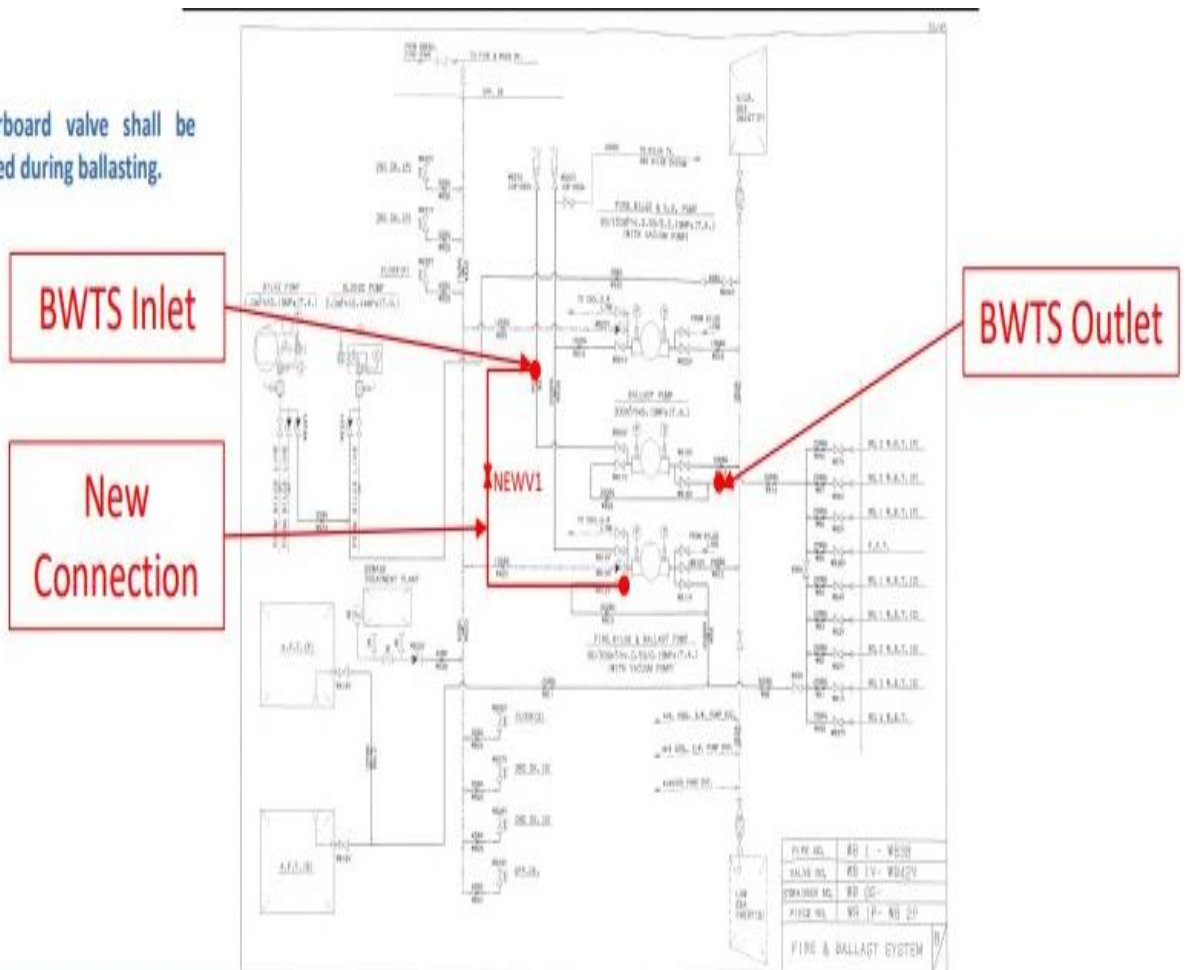
Εικόνα 48: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του πίνακα ελέγχου του φίλτρου, αισθητήρων TRO, μονάδας μετασχηματιστή/διαμορφωτή, και δεξαμενής TRO

► E/R Lower Floor, Port Side



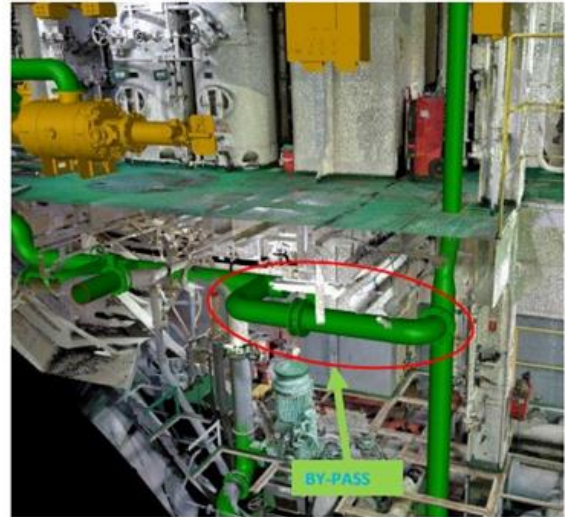
Εικόνα 49: Φωτορεαλιστική απεικόνιση μέρους του δικτύου BWTS (νέες συνδέσεις, είσοδος, έξοδος)

Overboard valve shall be closed during ballasting.



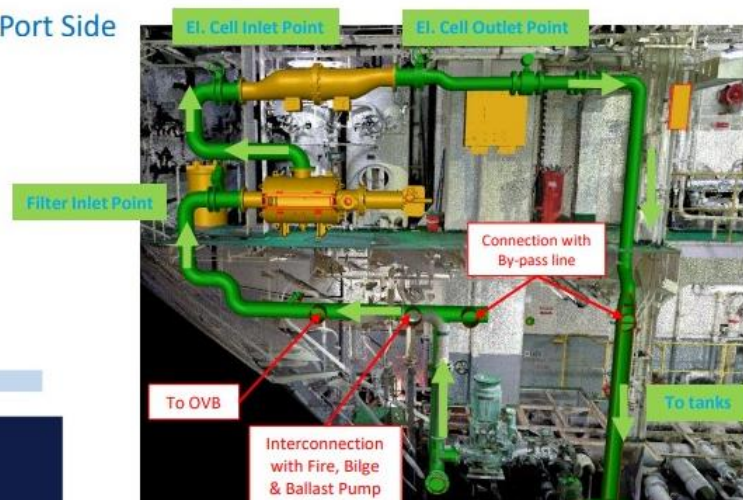
Εικόνα 50: Διαγραμματικό σχέδιο με τις νέες συνδέσεις στο υπάρχον δίκτυο έρματος

▶ E/R Lower Floor, Port Side



Εικόνα 51: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της όδευσης του σωλήνα έκτακτης ανάγκης του συστήματος (BY-PASS)

E/R Lower Floor & 3rd Deck, Port Side



Εικόνα 52: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του φίλτρου, ηλεκτρολυτικού κελιού και σωληνώσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Επίλογος

Ο ερματισμός και ο αφερματισμός είναι απαραίτητες και καθοριστικές λειτουργίες του πλοίου οι οποίες προσφέρουν την απαιτούμενη ευστάθεια κατά την πλεύση αλλά και κατά τη φόρτωση/εκφόρτωση μέσω της εισαγωγής/εξαγωγής θαλάσσιου νερού σε ειδικές δεξαμενές στα πλοία. Εκτιμάται ότι, παγκοσμίως, εκατομμύρια τόνοι θαλάσσιου έρματος μεταφέρονται από τα πλοία σε διαφορετικά θαλάσσια οικοσυστήματα. Η διαδικασία αυτή έχει αναπόφευκτα αρνητικές επιπτώσεις, που σχετίζονται με τη διατάραξη του οικολογικού συστήματος, τη μετάδοση επικίνδυνων επιδημιών, την εξαφάνιση θαλάσσιων ειδών ακόμα και την απειλή της ανθρώπινης ζωής.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω ανεπιθύμητων καταστάσεων, ο IMO έχει θεσπίσει κανονισμούς και κατευθυντήριες γραμμές για την επεξεργασία του έρματος με κατάλληλο σύστημα BWTS εγκατεστημένο στο πλοίο. Τα δύο επικρατέστερα συστήματα επεξεργασίας έρματος εφαρμόζουν τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης και τη μέθοδο της ακτινοβολίας. Για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος, που θα φέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα, λαμβάνονται υπόψιν παράγοντες όπως ο τύπος και τα χαρακτηριστικά πλοίου, το λειτουργικό προφίλ του, το υφιστάμενο δίκτυο ερματισμού και η χωρητικότητα των δεξαμενών έρματος.

Τα τελευταία χρόνια μια πληθώρα τεχνικών γραφείων και εταιρειών συνεργάζεται με πλοιοκτήτες με σκοπό την εκπόνηση της μελέτης εγκατάστασης συστήματος επεξεργασίας έρματος στα πλοία. Η μελέτη περιλαμβάνει τη σάρωση των χώρων του πλοίου, την επιλογή της κατάλληλης θέσης των εξαρτημάτων και σωληνώσεων του συστήματος, τη μετατροπή του υφιστάμενου δικτύου ερματισμού, τον καθορισμό των χαρακτηριστικών του συστήματος και των εξαρτημάτων του. Αν και η εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας έρματος είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί τροποποιήσεις σε λειτουργίες και διαδικασίες επί του πλοίου και συνήθως υψηλό κόστος εγκατάστασης, είναι αναμφισβήτητα απαραίτητη για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και επικροτείται από την παγκόσμια ναυτιλιακή κοινότητα.

Βιβλιογραφία

- ABS (2014), Ballast Water Treatment Advisory, Ανακτήθηκε από: https://www.safety4sea.com/wp-content/uploads/2014/09/pdf/2011.5.23_BalastWaterTreatmentAdv.pdf
- Lv, B., Cui, Y., Tian, W., & Feng, D. (2017). Composition and influencing factors of bacterial communities in ballast tank sediments: Implications for ballast water and sediment management. *Marine Environmental Research*, Volume 132, Pages 14-22.
- ERMA FIRST. Ανακτήθηκε από: www.ermafirst.com
- FARO. Ανακτήθηκε από <https://www.jgc.gr/index.php/el/products/3d-documentation/3d-laser-scanners/faro-laser-scanners/faro-focus-m70>
- Globallast.imo.org. Ανακτήθηκε από imo: <https://archive.iwlearn.net/globallast.imo.org/index.html>
- IMO, (2005). Ballast Water Convention 2004. London: International Maritime Organization.
- Katsanevakis, S., Wallentinus, I., Zenetos, A., Leppäkoski, E., Çinar, M.E., Oztürk, B., & Cardoso, A.C. (2014). Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: A pan-European review. *Aquatic Invasions*, 9(4), 391-423.
- Lloyd's Register (2015). Understanding ballast water management Guidance for ship owners and operators. Ανακτήθηκε από: http://www.lr.org/en/_images/21335824_Understanding_Ballast_Water_Management_0314_tcm155-248816.
- Marine In Sight. Different technologies for ballast water treatment. Ανακτήθηκε από <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/different-technologies-for-ballast-water-treatment/>.
- Navisworks. Ανακτήθηκε από <https://en.wikipedia.org/wiki/Navisworks>.
- Nosrati-Ghods, N., Ghadiri, M. & Früh, W-G, (2017). Management and environmental risk study of the physicochemical parameters of ballast water. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 114, Issue 1, Pages 428-438.
- Stehouwer, P, Buma, A., & Peperzak, L., (2015). A comparison of six different ballast water treatment systems based on radiation,

electrochlorination and chlorine dioxid. *Marine Environmental Research*, Volume 132, Pages 14-22.

- Popa, I. (2018). Review in Ballast Water Treatment Regarding Methods of Treatment, Volume, Time, and Corrosion of the Tank. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1122 (2018) 012014*.
- Tamburri, M.N., Little, B.J., Ruiz, G.M., Lee, J.S., & McNulty, P.D (2004). valuations of Venturi Oxygen Stripping as a ballast water treatment to prevent aquatic invasions and ship corrosion. *Conference paper*. DOI : 10.1063/1.57632.
- Wang, C., Liu, C-H, et al., 2005, High power factor electronic ballast with intelligent energy saving control for ultraviolet lamps drive. DOI:10.1109/IAS.2005.1518880. Ανακτήθηκε από <https://ieeexplore.ieee.org/>.
- WWF International, (2009). Silent Invasion The spread of marine invasive species via ships' ballast water. *Gland: WWF International*.
- Ιωαννίδης, Ι. (1999). Συστήματα και βοηθητικά μηχανήματα πλοίου. *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*.
- Κοτρίκλα, Α. Μ. (2016). Ναυτιλία και Περιβάλλον. *Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα*.

Πέραμα, 9/1/2023

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος, **ΑΝΔΡΕΑΣ ΜΑΝΩΛΑΤΟΣ Plan Approval & Project Engineering Manager**, επιβεβαιώνω ότι ο κ. **ΜΑΡΙΟΣ-ΘΩΜΑΣ ΜΠΡΟΥΖΙΩΤΗΣ**, φοιτητής στο πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών "ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ" του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, μπορεί να χρησιμοποιήσει τα σχέδια με Drawing No.:

- 1) 2-1110-G-XX-PFD (SHEET NUMBER 1/2)
- 2) (2-1110-G-XX-PFD SHEET NUMBER 2/2)
- 3) 1305V-DN250-G
- 4) 1305HB-DN250-G
- 5) 1271G2-G-PN10
- 6) 1332-G-PN10 (SHEET NUMBER 1/3)
- 7) 1332-G-PN10 (SHEET NUMBER 3/3)
- 8) 1360-G-PN6
- 9) 1340-G
- 10) 1346-G
- 11) 1374-G-DN200 PN10
- 12) 1380-G
- 13) 1611-G (SHEET NUMBER 1/8)
- 14) 1611-G (SHEET NUMBER 3/8)

στη Διπλωματική του Εργασία, η οποία θα κατατεθεί στο Ιδρυματικό Αποθετήριο «Πολυνόη» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και θα διατίθεται στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα και το ευρύ κοινό μέσω του Διαδικτύου.

Ανδρέας Μανωλάτος

Plan Approval & Project Engineering Manager



ERMA FIRST ESK Engineering Solutions S.A

Schisto Industrial Park (VIPAS), Block 13, Keratsiniou-Skaramagas Ave, 188 63, Perama, Greece Tel: (+30) 2104093000 / Fax: (+30) 2104617423 / E-mail: info@ermafirst.com / <http://www.ermafirst.com/>

