



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Έλεγχος συμμόρφωσης υπάρχοντος πλοίου με τις απαιτήσεις της
Διεθνούς Σύμβασης για τη διαχείριση του θαλασσίου έρματος.

Examination of compliance for an existing ship according to the
requirements of the International Convention for the Water Ballast
Management.

Στυλιανός Ι. Κοπανιτσάνος,

A.M.: 51114114

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Μηχ. Αλέξανδρος Θεοδουλίδης

Αιγάλεω, 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική εργασία

Τίτλος : «Έλεγχος συμμόρφωσης υπάρχοντος πλοίου με τις απαιτήσεις της Διεθνούς Σύμβασης για τη διαχείριση του θαλασσιού έρματος.»

Συγγραφέας

Στυλιανός Ι. Κοπανισάνος, Α.Μ.: 51114114

Επιβλέπων

Δρ. Μηχ. Αλέξανδρος Θεοδουλίδης Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Ημερομηνία εξέτασης

08/03/2022

Εξεταστική Επιτροπή

Θεοδουλίδης Αλέξανδρος

Επίκουρος Καθηγητής, ΠΑ.ΔΑ

Δημητρέλλου Σωτηρία

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, ΠΑ.ΔΑ

Χατζηκωνσταντής Γεώργιος

Επίκουρος Καθηγητής, ΠΑ.ΔΑ

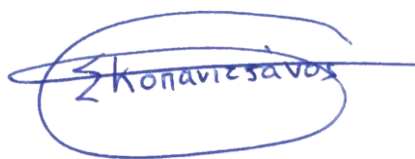
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κοπανιτσάνος Στυλιανός του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 51114114 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Ναυπηγών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι 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 πτυχίου μου».

Ο ΔΗΛΩΝ



Σ Κοπανιτσάνος

Πίνακας περιεχομένων

1	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	xi
1.1	Abstract	xii
2	Ο ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΟΙΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	1
3	ΙΜΟ - ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ WBM	3
3.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	3
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ <i>BWM</i>	9
3.3	ΤΑ ΑΡΘΡΑ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ - <i>BWMC</i>	10
3.3.1	1 ^ο ΑΡΘΡΟ	10
3.3.2	2 ^ο ΑΡΘΡΟ	11
3.3.3	3 ^ο ΑΡΘΡΟ	11
3.3.4	4 ^ο ΑΡΘΡΟ	11
3.3.5	5 ^ο ΑΡΘΡΟ	12
3.3.6	6 ^ο ΑΡΘΡΟ	12
3.3.7	7 ^ο ΑΡΘΡΟ	12
3.3.8	8 ^ο ΑΡΘΡΟ	12
3.3.9	9 ^ο ΑΡΘΡΟ	13
3.3.10	10 ^ο ΑΡΘΡΟ	13
3.3.11	11 ^ο ΑΡΘΡΟ	13
3.3.12	12 ^ο ΑΡΘΡΟ	13
3.3.13	13 ^ο ΑΡΘΡΟ	14
3.3.14	14 ^ο ΑΡΘΡΟ	14
3.3.15	15 ^ο ΑΡΘΡΟ	14
3.3.16	16 ^ο ΑΡΘΡΟ	14
3.3.17	17 ^ο ΑΡΘΡΟ	15
3.3.18	18 ^ο ΑΡΘΡΟ	15
3.3.19	19 ^ο ΑΡΘΡΟ	15
3.3.20	20 ^ο ΑΡΘΡΟ	15
3.3.21	21 ^ο ΑΡΘΡΟ	15
3.3.22	22 ^ο ΑΡΘΡΟ	15
3.4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΗΣ <i>BWMC</i> - ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	16
3.4.1	A ΕΝΟΤΗΤΑ	16
3.4.2	B ΕΝΟΤΗΤΑ	16
3.4.3	C ΕΝΟΤΗΤΑ	17

3.4.4	<i>D</i> ΕΝΟΤΗΤΑ:	17
3.4.5	<i>E</i> ΕΝΟΤΗΤΑ	19
3.5	ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	20
3.5.1	ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ I.....	20
3.5.2	ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ II	22
3.6	14 ΣΕΤ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ.....	25
3.6.1	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G1 – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΙΖΗΜΑΤΩΝ.....	25
3.6.2	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G2 – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	25
3.6.3	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G3 – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	27
3.6.4	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G4 – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑΤΩΝ	28
3.6.5	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G5 – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	28
3.6.6	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G6 – ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ 28	
3.6.7	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G7 – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	29
3.6.8	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G8 – ΕΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	29
3.6.9	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G9 – ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	30
3.6.10	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G10 – ΕΓΚΡΙΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	30
3.6.11	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G11 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	30
3.6.12	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G12 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ	31
3.6.13	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G13 – ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΣΥΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ 31	
3.6.14	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G14 – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΓΙΑ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	31
4	ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΜΑΤΟΣ	32
4.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	32
4.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	33
4.2.1	ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ - ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΦΙΛΤΡΑ – <i>ΤΥΜΠΑΝΟΥ</i>	35

4.2.2	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΥΚΛΩΝΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ - ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΥΔΡΟΚΥΚΛΩΝΑΣ – <i>CYCLONIC SEPERATION</i>	36
4.2.3	ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ ΦΩΣ – <i>UV RADIATION</i>	38
4.2.4	ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ – <i>CAVITATION</i>	40
4.2.5	ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΠΟΟΞΥΓΟΝΩΣΗ – <i>DE-OXYGENATION</i>	40
4.2.6	ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ – <i>HEAT TREATMENT</i>	41
4.2.7	ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΒΙΟΚΤΟΝΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ – <i>CHEMICAL DISINFECTIION</i>	42
4.3	<i>USCG</i> – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	47
5	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΗΣ BULK CARRIER 92,500 DWT ΓΙΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕ ΜΕΡC.279(70), και <i>USCG/ETV</i>	52
5.1	Προκλήσεις κατά την εγκατάσταση BWTS σε πλοία εν λειτουργία.....	52
5.2	Η χρήση του 3D scanning για την εγκατάσταση BWTS.....	53
5.3	Περιληπτική αναφορά των σταδίων μελέτης για την εγκατάσταση BWTS σε υπάρχον πλοίο	56
5.4	Κύρια χαρακτηριστικά του Πλοίου	58
5.5	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΜΑΤΟΣ ERMA FIRST FIT – 1500	67
5.5.1	ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	67
5.5.2	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	67
6	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΥΚΤΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ	86
6.1	Παρουσίαση του προγράμματος Pipeflow Expert	86
6.2	Η εξίσωση Colebrook-White.	88
6.3	Η εξίσωση Darcy-Weisbach.	89
6.4	Τρόπος εργασίας για τη μοντελοποίηση του δικτύου έρματος	89
7	ΜΕΛΕΤΗ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΠΑΡΟΧΗΣ.....	95
7.1	ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΙΟΥ ΤΩΝ ΑΝΩ-ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.....	95
7.2	ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΘΑ ΤΙΣ ΔΙΑΠΕΡΝΟΥΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΥΨΟΣ 15.5 m ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	99
7.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΝΩ – ΠΛΑΓΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΔΥΚΤΙΟ (AS BUILD) Η ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ.....	101

7.4	ΤΡΙΤΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΔΙΠΥΘΜΕΝΟΥ ΜΕ DN200 ΣΩΛΗΝΕΣ.....	102
7.5	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΩ ΠΛΑΓΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	104
7.6	ΤΕΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΘΕΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	108
7.6.1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΜΠΡΟΣΘΕΝ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ.....	108
7.6.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΠΙΕΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	110
7.7	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ (ΑΡΤ) ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	113
7.7.1	ΕΥΡΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ ΒΙΛΓΕ & G/S. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.....	113
7.7.2	ΕΥΡΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ ΒΙΛΓΕ & G/S. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.....	115
7.7.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ORIFICE ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΚΤΙΟ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.....	115
7.7.4	ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ORIFICE ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PIPEFLOW EXPERT ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	117
8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	122
9	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	124
10	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	125
11	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	126
11.1	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ.....	126
11.1.1	ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	126
11.1.2	ΞΕΝΗ.....	126

1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι ο έλεγχος συμμόρφωσης υπάρχοντος πλοίου με τις απαιτήσεις της Διεθνούς Σύμβασης για τη διαχείριση του θαλασσίου έρματος με έμφαση στο σχεδιασμό του δικτύου έρματος. Για την πληρέστερη κατανόηση του θέματος κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μια σύντομη αναφορά στο οικολογικά προβλήματα που κατέστησαν απαραίτητη αρχικά την θέσπιση και κατόπιν την εφαρμογή αυτών των Διεθνών Κανονισμών. Ακολουθεί μια αναφορά στα κεφάλαια της σύμβασης, στα παραρτήματα με τις τεχνικές απαιτήσεις, στα προσαρτήματα τους και τις 14 κατευθυντήριες οδηγίες εφαρμογής της. Κατόπιν γίνεται μια παρουσίαση των μεθόδων ανταλλαγής και συστημάτων επεξεργασίας υδάτων έρματος με έμφαση στο πρότυπο του κανονισμού D-2 της *BWMC*. Το κυρίως μέρος της εργασίας ξεκινά με την παρουσίαση των σταδίων μελέτης της μετασκευής για την εγκατάσταση *BWTS*, και γίνεται αναφορά, στη χρήση της τεχνολογίας *3D Scanning*, στα γενικά χαρακτηριστικά του επιλεγθέντος πλοίου και των ιδιοτήτων του, όπως και αναλυτική παρουσίαση του συστήματος διαχείρισης υδάτων έρματος *Erma First* και του τρόπου λειτουργίας του. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μέθοδος μοντελοποίησης του υδραυλικού δικτύου του πλοίου μέσω του προγράμματος *Pipeflow Expert* και η παρούσα εργασία ολοκληρώνεται με την μελέτη σχεδιασμού, και τον έλεγχο υδραυλικών απαιτήσεων του τελικού δικτύου έρματος.

1.1 Abstract

The purpose of this Diploma Thesis is to check the compliance of an existing ship with the references of the International Convention for the Management of the Water Ballast with emphasis on the design of the Ballast network. For a more complete understanding of the issue, it was deemed appropriate to make a brief reference to the ecological problems that made it necessary first to establish and then to implement these International Regulations. The following is a reference to the chapters of the contract, the annexes with the technical requirements, their appendices and the 14 guidelines for its implementation. This is followed by a presentation of exchange methods and ballast water treatment systems with an emphasis on the Regulation D-2 of BWMC. The main part of this work begins with the presentation of the stages of the modification study for the BWTS installation, and reference is made to the use of 3D Scanning technology, to the general characteristics of the selected ship and its features, as well as a detailed presentation of the ballast water management system Erma First and its modes of operation. Subsequently, the method of modeling the ship's hydraulic network through the Pipeflow Expert program is presented, and the thesis is completed with the design study, and the control of requirements of the final ballast network.

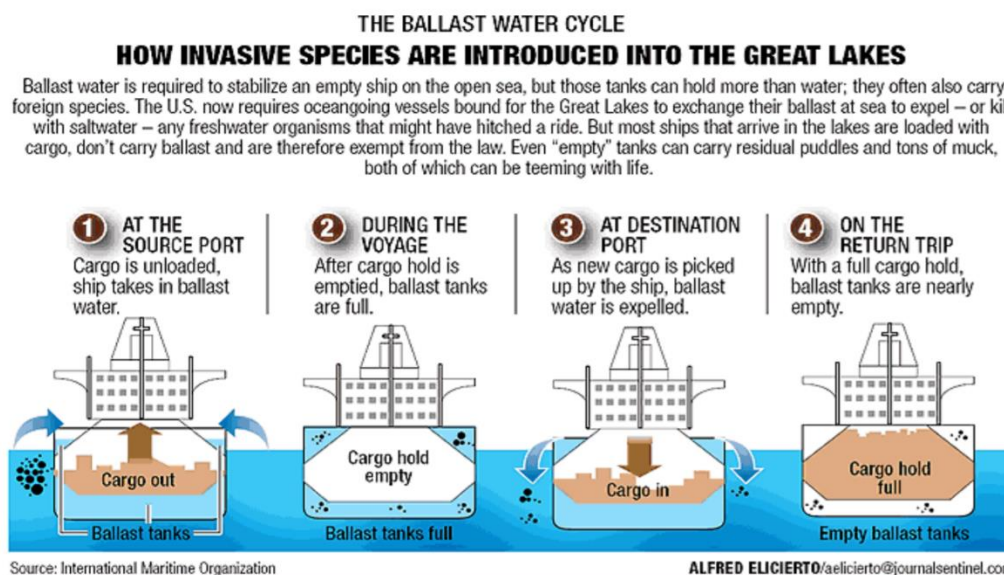
2 Ο ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ Η ΠΑΓΚΟΣΜΟΙΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Ανά τους αιώνες η χρήση έρματος είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ασφαλή ναυσιπλοΐα των περισσότερων πλωτών μέσων. Ως έρμα εννοείται κάθε μέσο εντός ενός πλοίου που διασφαλίζει, την ευστάθεια του μέσω της μείωσης του ύψους του κέντρου βάρους, τον έλεγχο της διαμήκουσ και εγκάρσιας κλίσης, όπως και το απαραίτητο βύθισμα ώστε οι έλικες του να είναι κατά το δυνατόν εντός του νερού. Το έρμα χωρίζεται σε δύο γενικές κατηγορίες: α) το μόνιμο (*permanent ballast*) που συνήθως αποτελείται από υλικά κατά το δυνατόν μεγάλης πυκνότητας όπως διάφορα μέταλλα σαν το χυτοσίδηρο ή το μολύβι και άλλα βαριά υλικά όπως τσιμέντο, άμμο και πέτρες που τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο χαμηλά εντός της γάστρας και β) το προσωρινό έρμα ή κινητό (*mobile ballast*) που συνήθως αποτελείται από θαλασσινό νερό (*water ballast*) που πληρώνει τις δεξαμενές του πλοίου. Το μόνιμο έρμα λόγω της μεγάλης δυσκολίας φορτοεκφόρτωσης και αντικατάστασης του, συνήθως παρέμενε εντός του πλοίου και γιαυτόν το λόγο πήρε αυτήν την ονομασία. Η λέξη μόνιμο όμως δεν προϋπόθετε και την διαρκώς σταθερή θέση του εντός του κύτους με αποτέλεσμα οι μετατοπίσεις του κατά την θαλασσοταραχή να προκαλούν ναυάγια. Με την εξέλιξη της ναυπηγικής τεχνολογίας νέα υλικά όπως ο ναυπηγικός χάλυβας οδήγησαν στην ναυπήγηση όλο και μεγαλύτερων μεταλλικών πλοίων. Η θωράκιση τους από την οξειδωση με προστατευτικές βαφές και η εκτεταμένη χρήση αντλιών έφερε σαν αποτέλεσμα την γρήγορη διάδοση του προσωρινού ή κινητού έρματος που είναι πάντα άμεσα διαθέσιμο παρέχοντας μεγαλύτερη ευστάθεια σταθερότητα και ικανότητα ελιγμών ενώ παράλληλα βοηθά στην μείωση των αναπτυσσόμενων τάσεων στο κύτος του πλοίου κατά την φόρτο – εκφόρτωση και κατά την διάρκεια του ταξιδιού του.

Η χρήση έρματος μπορεί να χωριστεί σε δυο κύριες διαδικασίες, του ερματισμού και του αφερματισμού. Ο Ερματισμός αφορά τη διαδικασία άντλησης υδάτων ή θαλασσινού νερού με το οποίο γίνεται η πλήρωση κατάλληλων δεξαμενών έρματος ή θαλασσιού έρματος των πλοίων. Θεωρείται μια από τις πιο βασικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα κυρίως όταν τα πλοία βρίσκονται στη φάση εκφόρτωσης εμπορευμάτων αλλά και σε έμφορτη κατάσταση για λόγους ευστάθειας και διαγωγής. Ο αφερματισμός αφορά την αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή η εκκένωση των δεξαμενών αυτών στη θάλασσα σε ποτάμια ή λίμνες σε συνδυασμό με την φόρτωση εμπορεύματος.

Αυτή η διπλή διαδικασία που συμβαίνει ιστορικά εδώ και πάρα πολλά χρόνια έχει προκαλέσει ένα σοβαρό οικολογικό πρόβλημα ρύπανσης και όχι μόνο. Μαζί με το υδάτινο έρμα ένα πλοίο μπορεί εκτός από ρίπους να μεταφέρει μεγάλο όγκο υδρόβιων ζωντανών οργανισμών από τη θαλάσσια περιοχή ερματισμού στην θαλάσσια περιοχή όπου γίνεται εκκένωση αυτών κατά τον αφερματισμό. Ένα μέρος αυτών θα καταφέρει να επιβιώσει κατά το ταξίδι ώστε να μεταφερθεί στο νέο θαλάσσιο περιβάλλον. Παρόλα αυτά, αν αναλογιστούμε την ποσότητα θαλασσινού έρματος που χρειάζεται

ένα άφορτο πλοίο για να μπορεί να πλέει με ασφάλεια σε συνδυασμό με το σύνολο των πλοίων που πλέουν σε όλα τα μήκη και τα πλάτη της γης, εύλογα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι σε ένα χρόνο το συνολικό ποσοστό των υδρόβιων ζωντανών οργανισμών και παθογόνων που μεταφέρονται από μια θαλάσσια περιοχή σε άλλη, τελικά είναι υπολογίσιμο. Η υπεραλίευση, και η ευρύτερη μόλυνση και ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος έχουν οδηγήσει στην μείωση της σταθερότητας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο ευάλωτα από κάθε εισβολή ξένων ειδών σε αυτά. Ο συνδυασμός της φυσικής και βιολογικής αυτής ρύπανσης διαφαίνεται ότι επηρεάζει όλο και περισσότερο την ανθρωπότητα σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.



Εικόνα 1: Κύκλος του υδάτινου έρματος

Πηγή: [International Maritime Organization](http://www.imo.org)



Εικόνα 2: Φίλτρο σχάρας εισαγωγής υδάτων έρματος γεμάτο από μέδουσες

https://www.youtube.com/watch?v=OaI_sJQ0XrY

3 ΙΜΟ - ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ WBM

3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ναυπήγηση πλοίων από χάλυβα υπήρξε σταθμός στην περαιτέρω εξέλιξη και διαμόρφωση των ναυπηγικών μεθόδων. Έτσι το θαλασσινό νερό αρχίζει να χρησιμοποιείται ως έρμα ευρέως και να αντικαθιστά τις προηγούμενες πρακτικές.

Το 1903, οι επιστήμονες αναγνώρισαν τα σημάδια εισαγωγής ξένων ειδών για πρώτη φορά, μετά από μια μαζική εμφάνιση της Ασιατικής φυτοπλαγκτόν αλόης ονόματι *Odontella* στη Βόρεια Θάλασσα. Η επιστημονική κοινότητα μέχρι το 1970 είχε ήδη θέσει τις βάσεις ανάλυσης του προβλήματος. Αρκετά χρόνια μετά, στα τέλη της δεκαετίας του 1980, άρχισαν να αποδίδονται ευθύνες για τις καταστροφικές συνέπειες από τη μεταφορά μικροοργανισμών από ένα υδάτινο οικοσύστημα σε ένα εντελώς διαφορετικό μέσο του έρματος των πλοίων. Τα λεγόμενα χωροκατακτητικά είδη άρχισαν να δημιουργούν εμφανή προβλήματα ώστε κάποιες χώρες όπως η Αυστραλία και ο Καναδάς ανέφεραν τις ανησυχίες τους για αυτό το πρόβλημα στην Επιτροπή Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (*Marine Environment Protection Committee - MEPC*) του Διεθνή Οργανισμού Ναυσιπλοΐας (*International Maritime Organization - IMO*). Το Ευρωπαϊκό μύδι ονόματι *Dreissena polymorpha* ήταν η αιτία καταστροφικών συνεπειών για επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας βιομηχανίες και εγκαταστάσεις νερού στη βόρεια Αμερική. Πιθανολογείται ότι εισήχθη στη λίμνη *St. Clair* το 1985 από το θαλάσσιο έρμα ποντοπόρων πλοίων από την Μαύρη Θάλασσα και την Κασπία μέσω Ευρώπης. Μεταξύ 1990 και 1996 αναφέρεται ότι το κόστος επισκευής των εγκαταστάσεων από ζημιές που προκλήθηκαν από το μύδι Ζέμπρα (*Zebra Mussel* εικόνα 3) άγγιξε το ποσό των 70 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ. (*Zebra Mussel* ενημέρωση αρ. 28,1996, *Great Lakes Sea Grant Network*).



Εικόνα 3: *Zebra Mussel* (Πηγή: Wikipedia, *Zebra Mussel*)

Το Ασιατικό φύκι *Undaria pinnatifida* (Κίνα, Ιαπωνία, Κορέα) , επικράτησε σε μεγάλο ποσοστό, των αυτόχθονων (ιθαγενών) ειδών της νότιας Αυστραλίας και Αμερικής, λόγω της ικανότητας του να επιβιώνει σε ένα μεγάλο εύρος κλιματικών συνθηκών προκαλώντας ακόμα και μεταβολές στα τοπικά οικοσυστήματα. (*Undaria pinnatifada* εικόνα 4).



Εικόνα 4: *Undaria pinnatifida*. Προβλήτα του λιμανιού Ventura με αποικία φύκου τύπου *Undaria* . Channel Islands National Park, in 2008.

<https://www.nps.gov/articles/invasive-kelp-spreads-into-new-territory.htm>

Στη Μαύρη Θάλασσα απειλή αποτέλεσε η Μέδουσα της Βορείου Αμερικής *Mnemiopsis leidyi* καθώς εξάντλησε τα αυτόχθονα αποθέματα πλαγκτόν σε τόσο μεγάλο βαθμό που κατέρρευσε η εμπορική αλιεία της Μαύρης Θάλασσας.

Από τα μέσα του εικοστού αιώνα η παγκοσμιοποίηση της σύγχρονης εμπορικής Ναυτιλίας έδρασε σαν καταλύτης υποβοηθώντας τα χωροκατακτητικά είδη να εξαπλωθούν μέσω του θαλάσσιου έρματος. Οι καταστροφικές συνέπειες αυτής της βιοεισβολής σε πολλές περιοχές του κόσμου βρίσκονται σε εξέλιξη. Υπολογίζεται ότι οι αυξητικές τάσεις του όγκου του θαλάσσιου εμπορίου θα επιβαρύνουν περαιτέρω, το ήδη υπάρχον πρόβλημα που φαίνεται ότι δεν έχει εκδηλωθεί πλήρως.

Σήμερα που η βιώσιμη ευημερία στον πλανήτη μας θεωρείται περισσότερο από κάθε άλλη φορά επιτακτική ανάγκη, έχει ωριμάσει η από κοινού προσπάθεια για την αντιμετώπιση της διάδοσης των χωροκατακτητικών ειδών τα οποία αναγνωρίζονται πλέον ως μια από τις μεγαλύτερες απειλές για την οικολογική και οικονομική ευημερία του πλανήτη. Από την προστασία της βιοποικιλότητας και του πολύτιμου φυσικού πλούτου της γης θα εξαρτηθεί μελλοντικά το ανθρώπινο είδος και όχι μόνο. Η ανάγκη για άμεσες λύσεις πηγάζει ωστόσο και από τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και τις μη αναστρέψιμες βλάβες που πιθανώς έχουν προκληθεί στο φυσικό μας περιβάλλον.

Η ευαισθητοποίηση και προβολή των προαναφερθέντων προβλημάτων στον ευρύτερο χώρο της ναυτιλίας, βρήκε μια ενθαρρυντική παγκόσμια απόκριση. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της κατάστασης αλλά και την μελλοντική πρόληψη κρίθηκε απαραίτητος ο συντονισμός και η συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, οικονομικών τομέων, μη – κυβερνητικών οργανώσεων και θέσπιση διεθνών συνθηκών. Ο *International Maritime*

Organization (IMO) δικαιωματικά κρίθηκε ως η ασφαλέστερη επιλογή, (αφού είναι υπεύθυνος για την ανάπτυξη παγκόσμιων προτύπων για την ασφάλεια και την προστασία τόσο των πλοίων όσο και του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της ατμόσφαιρας), ώστε να ηγηθεί αυτής της προσπάθειας αναλαμβάνοντας τη δέσμευση του διεθνούς συντονισμού στην αντιμετώπιση της μεταφορά των υδρόβιων ειδών που εισβάλλουν στα οικοσυστήματα (*Invasive Aquatic Species - IAS*) μέσω της ναυτιλίας. Το 1991, η Επιτροπή του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (*MEPC*) του *IMO* αποδέχθηκε τις διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες για την πρόληψη της εισαγωγής ανεπιθύμητων υδρόβιων και παθογόνων οργανισμών λόγω της χρήσης θαλάσσιου έρματος των πλοίων και τις απορρίψεις ιζημάτων, ενώ το 1992 στη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών στο Ρίο ντε Τζανέιρο το θέμα αναγνωρίστηκε ως σημαντικό διεθνές ζήτημα από τη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (*United Nations Conference on Environment and Development - UNCED*).

Το Νοέμβριο του 1993, η Συνέλευση του *IMO* υιοθέτησε το ψήφισμα *A. 774(18)* που βασιζόταν στις κατευθυντήριες οδηγίες του 1991 ζητώντας από την *MEPC* και την Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (*Maritime Safety Committee – MSC*) να επανεξετάσουν τις υπάρχουσες κατευθυντήριες οδηγίες με σκοπό την ανάπτυξη διεθνώς εφαρμόσιμων νομικά δεσμευτικών διατάξεων. Ο *IMO* συνεχίζοντας την προσπάθεια ανάπτυξης μιας διεθνούς σύμβασης το 1997 υιοθέτησε το ψήφισμα *A. 868(20)* που ήταν κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με τον έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων έρματος των πλοίων για την όσο το δυνατόν ελαχιστοποίηση της μεταφοράς επιβλαβών υδρόβιων και παθογόνων οργανισμών καλώντας τα Κράτη Μέλη της να χρησιμοποιήσουν αυτές τις νέες οδηγίες όταν αντιμετωπίζουν το θέμα των *IAS*.

Στις 13 Φεβρουαρίου του 2004 στο Λονδίνο πραγματοποιήθηκε διπλωματική διάσκεψη μεταξύ των Κρατών Μελών του *IMO* στο κεντρικό γραφείο του *IMO* και τελικά επιτεύχθηκε η συμφωνία για την υιοθέτηση της Διεθνούς Σύμβασης για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση των Υδάτων Έρματος των Πλοίων και των Ιζημάτων (*International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments – BWM Convention*). Η Σύμβαση αυτή δημιούργησε την υποχρέωση εφαρμογής σχεδίου διαχείρισης των υδάτων έρματος και την εκτέλεση των αντίστοιχων διαδικασιών σύμφωνα με δεδομένα πρότυπα που περιγράφονται μέσα σε αυτήν ενώ καθιέρωσε και το πλέον γνωστό βιβλίο καταγραφής υδάτων έρματος.

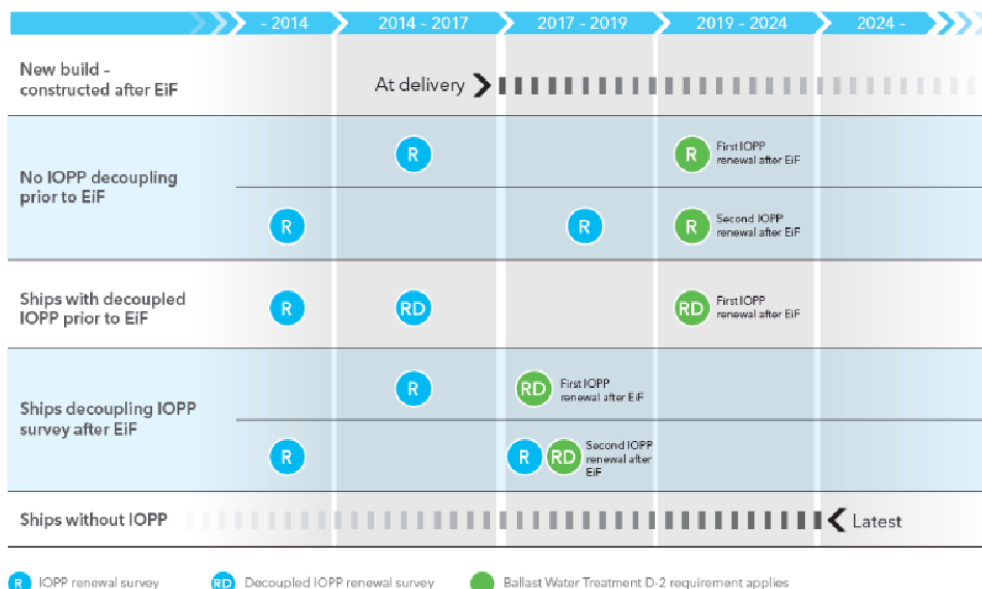
Η *MEPC* κατά την πεντηκοστή πρώτη σύνοδο της, τον Απρίλιο του 2004 προχώρησε στην επικύρωση ενός προγράμματος για την ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών και διαδικασιών για την ενιαία εφαρμογή της Σύμβασης *BWM*. Για να τεθεί σε ισχύ όμως η Σύμβαση ήταν απαραίτητη η επικύρωση της από τουλάχιστον 30 Κράτη Μέλη που τότε αντιπροσώπευαν το 35% της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας. Στην περίπτωση που επικυρωνόταν από το 35% και άνω θα μπορούσε να τεθεί σε ισχύ ένα χρόνο αργότερα. Στα πλαίσια της πεντηκοστή τρίτης συνόδου της *MEPC* Τον Ιούλιο του 2005 το

συγκεκριμένο πρόγραμμα επεκτάθηκε περαιτέρω μέσα από την ανάπτυξη και υιοθέτηση 14 σετ κατευθυντήριων οδηγιών εκ των οποίων η τελευταία από αυτές υιοθετήθηκε τον Οκτώβριο του 2008 με το ψήφισμα *MEPC.173(58)*. Η εισχώρηση της Φιλανδίας στις 8 Σεπτεμβρίου του 2017 οδήγησε στην επικύρωση της Σύμβασης αφού τα 52 πλέον Κράτη Μέλη της αντιπροσώπευαν το 35.14% της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας, ποσοστό μεγαλύτερο από το όριο του 35% αποτέλεσε έναυσμα ώστε να οριστεί ημερομηνία εφαρμογής. Μετά τη Φιλανδία συνέχισαν και άλλα Κράτη Μέλη να επικυρώνουν τη Σύμβαση και μέχρι το Νοέμβριο του 2018 έφτασαν τα 78 Κράτη Μέλη που αντιπροσώπευαν το 77.19% της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας, ενώ μέχρι και το τέλος του 2019 σύμφωνα με τον *Lloyd's Register* τα Κράτη Μέλη έφτασαν 82 σε αριθμό και αντιπροσωπεύουν το 80.94%

Παράλληλα με τον *IMO*, υπήρξαν και άλλοι εθνικοί φορείς οι οποίοι εξέδωσαν κανονισμούς σχετικά με τη διαχείριση των υδάτων έρματος. Αυτός με την σημαντικότερη επίδραση ήταν η Αμερικανική Ακτοφυλακή (*United States Coast Guard – USCG*). Συγκεκριμένα, η *USCG* θέσπισε τόσο κανονισμούς όσο και οδηγίες για την αποφυγή της εισαγωγής και εξάπλωσης των χωροκατακτητικών ειδών μέσω του έρματος. Η ολοκληρωμένη μορφή της νομοθεσίας δημοσιεύτηκε τον Μάρτιο του 2012 και τέθηκε σε ισχύ στις 21 Ιουνίου του 2012.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανάπτυξης της Σύμβασης ήταν αναγκαία η έγκριση κατάλληλων συστημάτων διαχείρισης των υδάτων έρματος και για αυτό έγιναν σημαντικές προσπάθειες για τη διαμόρφωση κατάλληλων προτύπων για τη διαχείριση τους. Συγκεκριμένα τα πρότυπα διαχείρισης αφορούν την ανταλλαγή υδάτων έρματος και την απόδοση υδάτων έρματος. Σύμφωνα με τον Κανονισμό *D-3* της Σύμβασης *BWM*, τα συστήματα διαχείρισης των υδάτων έρματος που συμμορφώνονται με τη Σύμβαση πρέπει να εγκρίνονται από τη Διοίκηση λαμβάνοντας υπόψη τις κατευθυντήριες οδηγίες για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος (*G8*). Οι κατευθυντήριες οδηγίες (*G8*) αναθεωρήθηκαν το 2016 και μετατράπηκαν σε υποχρεωτικό Κώδικα για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος (*Ballast Water Management System Code - BWMS Code*). Οι τελικές τροποποιήσεις που δέχθηκε ο *BWMS Code* εγκρίθηκαν κατά την εβδομηκοστή δεύτερη συνεδρίαση που έγινε τον Απρίλιο του 2018 από τη *MEPC 72* και τέθηκε σε ισχύ 13 Οκτωβρίου του 2019.

Ανάμεσα στις τροποποιήσεις που έγιναν τον Οκτώβριο του 2019 επισημοποιήθηκε το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης της μετάβασης από το Πρότυπο *D-1*(ανταλλαγής υδάτινου έρματος) στο Πρότυπο *D-2* (επεξεργασίας υδάτινου έρματος) εικόνα 5.



Εικόνα 5: Χρονοδιάγραμμα μετάβασης από το Πρότυπο D-1 στο Πρότυπο D-2
<https://www.isalos.net/2020/01/diacheirisi-ermatos-tropoipiiseis-stin-pistopoiisi-ton-systimaton/>

1. Albania	42. Macao, China
2. Antigua & Barbuda	43. Madagascar
3. Argentina	44. Malaysia
4. Australia	45. Maldives
5. Bahamas	46. Malta
6. Bangladesh	47. Marshall Islands
7. Barbados	48. Mexico
8. Belgium	49. Mongolia
9. Brazil	50. Montenegro
10. Bulgaria	51. Morocco
11. Canada	52. Netherlands
12. China, R.P.	53. New Zealand
13. Congo	54. Nigeria
14. Cook Islands	55. Niue
15. Croatia	56. Norway
16. Cyprus	57. Palau
17. Denmark	58. Panama
18. Egypt	59. Peru

19. Estonia	60. Philippines
20. Faroe Islands	61. Portugal
21. Fiji	62. Qatar
22. Finland	63. Republic of Korea
23. France	64. Russian Federation
24. Georgia	65. Saint Kitts and Nevis
25. Germany	66. Saint Lucia
26. Ghana	67. Saudi Arabia
27. Greece	68. Serbia
28. Grenada	69. Seychelles
29. Guyana	70. Sierra Leone
30. Honduras	71. Singapore
31. Indonesia	72. South Africa
32. Iran (Islamic Republic of)	73. Spain
33. Jamaica	74. Sweden
34. Japan	75. Switzerland
35. Jordan	76. Syrian Arab Republic
36. Kenya	77. Togo
37. Kiribati	78. Tonga
38. Latvia	79. Trinidad & Tobago
39. Lebanon	80. Turkish Republic
40. Liberia	81. Tuvalu
41. Lithuania	82. United Arab Emirates

Πίνακας 2: Τα Κράτη Μέλη που επικύρωσαν τη Σύμβαση μέχρι τέλος του 2019
Πηγή: https://britanniapandi.com/wp-content/uploads/2019/07/LR_National-ballast-water-management-requirements-03-2019.pdf

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ BWM

Η Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση των Υδάτων Έρματος και των Ιζημάτων των Πλοίων (*International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments – BWM*) όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως αποσκοπεί στην πρόληψη της εξάπλωσης των επιβλαβών χωροκατακτητικών υδρόβιων ειδών από τη μια θαλάσσια περιοχή στην άλλη με την θέσπιση προτύπων και διαδικασιών για τη σωστή και αποτελεσματική διαχείριση αλλά και τον έλεγχο των υδάτων έρματος και ιζημάτων που δημιουργούνται σε ορισμένες περιοχές εσωτερικά των δεξαμενών. Αυτή η Σύμβαση αφορά όλα τα πλοία τα οποία εκτελούν διεθνείς πλόες και είναι σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα να χρησιμοποιούν ύδατα ως μέσο έρματος. Επιπλέον, εισάγει την υποχρεωτική τήρηση βιβλίου καταγραφής των υδάτων έρματος και ένα διεθνές πιστοποιητικό διαχείρισης των υδάτων έρματος στα υπόχρεα πλοία. Η σύμβαση απαλλάσσει όπως είναι αναμενόμενο πλοία μη σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα να φέρουν ύδατα ως έρμα (Άρθρο 3.2(a)) αλλά και όταν εκτελούν πλόες σε χωρικά ύδατα της δικαιοδοσίας του Κράτους Σημείας τους (Άρθρο 3.2(b)) εκτός και αν η απόρριψη υδάτων έρματος αποτελέσει απειλή για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία γειτονικών ή άλλων κρατών . Επιπλέον, απαλλάσσονται πλοία που εκτελούν πλόες σε χωρικά ύδατα ή μεταξύ ανοικτής θαλάσσης και άλλων χωρικών υδάτων που είναι υπό τη δικαιοδοσία άλλου συμβαλλόμενου Κράτους με την παραχώρηση της άδειας από αυτό (Άρθρο 3.2(c) και Άρθρο 3.2(d)). Απαλλαγή έχουν τα πολεμικά πλοία, τα βοηθητικά σκάφη ή άλλα πλοία τα οποία ανήκουν και χρησιμοποιούνται από ένα Κράτος και για κυβερνητική μη – εμπορική υπηρεσία τα οποία όμως θα πρέπει να υφιστάται σε σταθερή βάση όσο είναι πρακτικά δυνατόν τις βασικές αρχές της σύμβασης (Άρθρο 3.2(e)). Εξαιρούνται επίσης και πλοία τα οποία φέρουν μόνιμο έρμα σε σφραγισμένες δεξαμενές το οποίο δεν υπόκειται σε απόρριψη η ακόμα και πλοία τα οποία διατηρούν κενές και σφραγισμένες τις δεξαμενές έρματος καθόλη τη διάρκεια των πλόων (Άρθρο 3.2(f)).

Η *BWMC* απαρτίζεται από 22 άρθρα και ένα παράρτημα με 5 ενότητες και περιλαμβάνει τεχνικά πρότυπα και απαιτήσεις των Κανονισμών για τη διαχείριση και τον έλεγχο των υδάτων έρματος και των ιζημάτων των πλοίων. Επιπρόσθετα, συμπληρώνεται με ένα σετ από 14 κατευθυντήριες οδηγίες οι οποίες υιοθετήθηκαν από τον *IMO* ως ψηφίσματα (Αποφάσεις) της *MEPC*. Εκτός από το σετ με τις 14 κατευθυντήριες οδηγίες ο *IMO* έχει εκδώσει διάφορα ψηφίσματα, κατευθυντήριες οδηγίες και εγκυκλίους που σχετίζονται με τη Σύμβαση για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της.

3.3 ΤΑ ΑΡΘΡΑ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ - *BWMC*

3.3.1 1^ο ΑΡΘΡΟ

Το άρθρο αυτό περιέχει τους ορισμούς κάποιων όρων που υπάρχουν στα επόμενα άρθρα, κεφάλαια και κατευθυντήριες οδηγίες της Σύμβασης.

Οι όροι είναι οι εξής:

1. *Administration* (Αρχή): είναι η Εθνική Αρχή υπό της οποίας την εξουσία επιχειρεί το πλοίο και φέρει τη σημαία της. Όσον αφορά τις πλωτές πλατφόρμες ή αντίστοιχα πλωτά μέσα που κατασκευάζονται για λόγους εξερεύνησης και εκμετάλλευσης του θαλάσσιου βυθού και του υποθαλάσσιου εδάφους κοντά σε κάποια ακτή, τότε Αρχή θεωρείται η Κυβέρνηση του παράκτιου Κράτους που έχει τα κυριαρχικά δικαιώματα εκμετάλλευσης αυτών των φυσικών πόρων. Αυτό ισχύει για όλα τα είδη των πλωτών πλατφορμών, δηλαδή η Αρχή είναι η Κυβέρνηση του οικείου παράκτιου κράτους.
2. Ύδατα έρματος: είναι το νερό μαζί με τα αιωρούμενα υλικά που φέρει αυτό, και που αντλείται από το πλοίο ώστε να επιτυγχάνει τον έλεγχο της διαγωγής, του βυθίσματος, της ευστάθειας και των καταπονήσεων που θα του εξασφαλίσουν την ασφαλή πλοήγηση.
3. Διαχείριση Υδάτων Έρματος: είναι μηχανικές, φυσικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες που γίνονται είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό για τη θανάτωση ή αδρανοποίηση των επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων που βρίσκονται στα ύδατα έρματος και στα ιζήματα ή η αποφυγή πρόσληψης και απόρριψης τους .
4. Πιστοποιητικό: είναι το Διεθνές Πιστοποιητικό για τη Διαχείριση των Υδάτων Έρματος που επιτάσσεται να φέρει ένα πλοίο με βάση τη σύμβαση
5. Επιτροπή: είναι η Επιτροπή της Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (*MEPC*) του *IMO*.
6. Σύμβαση: είναι η Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση των Υδάτων Έρματος και Ιζημάτων των Πλοίων.
7. Ολική Χωρητικότητα: είναι η ολική χωρητικότητα που υπολογίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς που περιέχονται στο Παράρτημα 1 της Διεθνούς Σύμβασης για τη Μέτρηση Χωρητικότητας των Πλοίων του 1969 ή οποιαδήποτε νεότερης έκδοσης της Σύμβασης.
8. Επιβλαβείς Υδρόβιοι Οργανισμοί και Παθογόνοι: είναι οι υδρόβιοι ή οι παθογόνοι οργανισμοί που όταν εισέλθουν σε ένα οικοσύστημα πέρα από το δικό τους μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα τόσο στο περιβάλλον όσο και στην υγεία του ανθρώπου απειλώντας την βιοποικιλότητα η άλλες νόμιμα εγκατεστημένες χρήσεις του χώρου που προσβάλλουν.
9. Οργανισμός: είναι ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας (*IMO*).
10. Γενικός Γραμματέας: είναι ο Γενικός Γραμματέας του *IMO*.

11. Ιζήματα: είναι η ύλη η οποία επικάθεται μέσα στις δεξαμενές έρματος από τα ύδατα έρματος.
12. Πλοίο: είναι ένα σκάφος οποιουδήποτε τύπου το οποίο επιχειρεί σε υδάτινο περιβάλλον. Περιλαμβάνει επίσης τα υποβρύχια, τα πλωτά σκάφη, οι πλωτές πλατφόρμες, τα *FSUs* και τα *FPSOs*.

3.3.2 2^ο ΑΡΘΡΟ

Στο παρόν Άρθρο περιλαμβάνονται οι γενικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται από τα Κράτη Μέλη. Σύμφωνα με τη Σύμβαση, τα Κράτη Μέλη είναι υπεύθυνα για την πλήρη εφαρμογή των απαιτήσεων και την αρμονική συνεργασία μεταξύ τους για την αποτελεσματική εφαρμογή, συμμόρφωση και επιβολή της *BWMC*. Επιπλέον, θα πρέπει να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη νέων προτύπων για τη βελτιστοποίηση των στόχων της παρούσας Σύμβασης, οι οποίοι είναι η πρόληψη, η ελαχιστοποίηση ή η κατά το δυνατόν εξάλειψη της μεταφοράς επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων. Οι στόχοι αυτοί αναφέρεται ρητά ότι πρέπει να επιτευχθούν χωρίς την πρόκληση άλλων μεγαλύτερων προβλημάτων από αυτά που σχεδιαστήκαν να λύνουν στο περιβάλλον ή στην υγεία του ανθρώπου. Τέλος, η σύμβαση αφήνει ελεύθερο κάθε μέλος να υιοθετήσει παράλληλα αυστηρότερα μέτρα για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

3.3.3 3^ο ΑΡΘΡΟ

Στο άρθρο αυτό καθορίζεται ποια είναι τα υπόχρεα πλοία και ποια εξαιρούνται. Η εφαρμογή αυτής της Σύμβασης αφορά όλα τα πλοία τα οποία εκτελούν διεθνείς πλόες και είναι σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα να χρησιμοποιούν ύδατα ως μέσο έρματος. Η σύμβαση απαλλάσσει φυσικά πλοία μη σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα να φέρουν ύδατα ως έρμα (Άρθρο 3.2(a)) αλλά και όταν εκτελούν πλόες σε χωρικά ύδατα της δικαιοδοσίας του Κράτους Σημαίας τους (Άρθρο 3.2(b)) εκτός και αν η απόρριψη υδάτων έρματος αποτελέσει απειλή για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία γειτονικών ή άλλων κρατών . Επιπλέον, απαλλάσσονται πλοία που εκτελούν πλόες σε χωρικά ύδατα ή μεταξύ ανοικτής θαλάσσης και άλλων χωρικών υδάτων που είναι υπό τη δικαιοδοσία άλλου συμβαλλόμενου Κράτους με την παραχώρηση της άδειας από αυτό (Άρθρο 3.2(c) και Άρθρο 3.2(d)). Απαλλαγή έχουν τα πολεμικά πλοία, τα βοηθητικά σκάφη ή άλλα πλοία τα οποία ανήκουν και χρησιμοποιούνται από ένα Κράτος και για κυβερνητική μη – εμπορική υπηρεσία τα οποία όμως θα πρέπει να υοθετούν σε σταθερή βάση όσο είναι πρακτικά δυνατόν τις βασικές αρχές της σύμβασης (Άρθρο 3.2(e)). Εξαιρούνται επίσης και πλοία τα οποία φέρουν μόνιμο έρμα σε σφραγισμένες δεξαμενές το οποίο δεν υπόκειται σε απόρριψη η ακόμα και πλοία τα οποία διατηρούν κενές και σφραγισμένες τις δεξαμενές έρματος καθόλη τη διάρκεια των πλόων (Άρθρο 3.2(f)).

3.3.4 4^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το άρθρο σχετίζεται με τα καθήκοντα ελέγχου συμμόρφωσης των εθνικών αρχών που έχουν προσχωρήσει στη σύμβαση στα υποκείμενα πλοία

που φέρουν τη σημαία τους. Επιπροσθέτως απαιτεί από τα Κράτη Μέλη, ανάλογα με τις δυνατότητες τους, να λαμβάνουν μέτρα και να αναπτύσσουν στρατηγικές για την αποτελεσματική εφαρμογή της BWMC.

3.3.5 5^ο ΑΡΘΡΟ

Το παρόν Άρθρο αφορά τις απαιτήσεις από κάθε Κράτος Μέλος να διαθέτει σε λιμάνια και σε τερματικούς σταθμούς της δικαιοδοσίας του κατάλληλες εγκαταστάσεις οι οποίες κατά τον καθαρισμό ή την επισκευή των δεξαμενών έρματος θα δέχονται τα ιζήματα, χωρίς να καθυστερούν τα πλοία. Στην περίπτωση που οι εγκαταστάσεις κάποιου Κράτους Μέλους δεν συμμορφώνονται με τις οδηγίες της σύμβασης και κρίνονται ανεπαρκείς, τότε αυτό το Κράτος Μέλος θα πρέπει να ενημερώνει τον *ΙΜΟ* ώστε και εκείνος με τη σειρά του να ενημερώνει τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη.

3.3.6 6^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά την επιστημονική και την τεχνική έρευνα αλλά και την καταγραφή. Συγκεκριμένα, τα Κράτη Μέλη μεμονωμένα αλλά και σε συνεργασία θα πρέπει να προάγουν και να διευκολύνουν την επιστημονική και τεχνική έρευνα για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος όπως επίσης και την καταγραφή της διαχείρισης των υδάτων έρματος και των επιπτώσεων της εφαρμογής των Κανονισμών για τη διαχείριση των υδάτων έρματος στα χωρικά ύδατα της δικαιοδοσίας τους. Πιο συγκεκριμένα μια τέτοια έρευνα περιλαμβάνει την καταγραφή και στη συνέχεια την παρατήρηση, τη μέτρηση, τη δειγματοληψία και τέλος την αξιολόγηση και ανάλυση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής της Σύμβασης αλλά και των αρνητικών επιπτώσεων που παρατηρεί λόγω της χρήσης του θαλάσσιου έρματος. Τέλος, κάθε Κράτος Μέλος πρέπει να προάγει την παροχή σχετικών πληροφοριών από επιστημονικά και τεχνικά προγράμματα και μετρήσεις όταν του ζητούνται από άλλα Κράτη.

3.3.7 7^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά τις επιθεωρήσεις και πιστοποιητικά. Κάθε Κράτος Μέλος πρέπει να εξασφαλίζει ότι τα πλοία που φέρουν τη σημαία του ή επιχειρούν εντός υδάτων δικαιοδοσίας του, επιθεωρούνται και πιστοποιούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς του άρθρου 2.3 και του παραρτήματος C. Με την ολοκλήρωση των επιθεωρήσεων και την έκδοση των απαραίτητων πιστοποιητικών από την οικία Εθνική Αρχή το πλοίο, τότε κάθε άλλο Κράτος Μέλος οφείλει να αποδεχθεί την εγκυρότητα αυτής της πιστοποίησης. Η επιβεβαίωση της συμμόρφωσης με πρόσθετα μέτρα επιβαλλόμενα από το Κράτος του λιμένα προσέγγισης είναι ευθύνη του δεύτερου και δεν θα πρέπει να καθυστερεί υπερβολικά τον απόπλου στα πλοία.

3.3.8 8^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το άρθρο αφορά τις παραβάσεις της συνθήκης. Απαγορεύει οποιαδήποτε παραβίαση των Κανονισμών της Σύμβασης. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί παραβίαση η Αρχή δικαιοδοσίας του πλοίου πρέπει να εφαρμόσει τις

διαδικασίες με βάση τη νομοθεσία της. Ποινές εγείρονται επίσης και από την Εθνική Αρχή στις οποίες τα χωρικά ύδατα της δικαιοδοσίας της έγινε η παράβαση. Η συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων Κρατών Μελών πρέπει να διασφαλίζει μια δίκαιη αλλά και αποτρεπτική ποινή για την αποφυγή μελλοντικών παραβιάσεων.

3.3.9 9^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το άρθρο σχετίζεται με τις επιθεωρήσεις των πλοίων. Συγκεκριμένα, όταν ένα πλοίο που υπακούει στην παρούσα Σύμβαση και προσεγγίσει σε κάποιο λιμάνι ή τερματικό σταθμό κάποιου υποκειμένου στη σύμβαση κράτους τότε είναι δυνατόν να υποβληθεί σε επιθεώρηση από εξουσιοδοτημένο, από το Κράτος που προσεγγίζει, επιθεωρητή για επαλήθευση ύπαρξης επι του πλοίου του απαραίτητου έγκυρου πιστοποιητικού, για έλεγχο του *Ballast Water Record Book* και για λήψη δειγμάτων από τα ύδατα έρματος. Επιπλέον, ανάλογα με βάσιμες υποψίες ή αν διαπιστωθεί ότι δεν υπάρχει έγκυρο πιστοποιητικό τότε λαμβάνει χώρα μια ενδεδειγμένη επιθεώρηση. Το πλοίο τότε απαγορεύεται να απορρίψει το έρμα μέχρι να διαπιστωθεί ότι δεν θα προκαλέσει κάποια απειλή για το περιβάλλον αλλά και για την ανθρώπινη υγεία.

3.3.10 10^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά τον έλεγχο των πλοίων και τον εντοπισμό των παραβιάσεων που κάνουν από τα Κράτη Μέλη. Συγκεκριμένα, τα Κράτη Μέλη συνεργάζονται μεταξύ τους ώστε να εντοπίσουν τυχόν παραβιάσεις που λαμβάνουν χώρα και επιβάλουν της διατάξεις της Σύμβασης. Στην περίπτωση που εντοπιστεί κάποια παραβίαση τότε μπορεί να επιβάλει κυρώσεις τόσο η Αρχή του πλοίου όσο και το Κράτος μέσα στο οποίο συνέβη η παραβίαση.

3.3.11 11^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αναφέρεται στις ειδοποιήσεις σχετικά με τον έλεγχο των ενεργειών που λαμβάνουν χώρα επί του πλοίου. Στην περίπτωση που διεξαχθεί μια επιθεώρηση σύμφωνα με τον τρόπο που περιγράφεται στο Άρθρο 9 και 10 και επιβεβαιωθεί παραβίαση της σύμβασης τότε αυτή πρέπει να σημειωθεί στο μητρώο του πλοίου. Μια έκθεση της παραβίασης παραδίδεται στην Αρχή της σημαίας του πλοίου και στον *IMO* και συμπεριλαμβάνει τα αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με την παραβίαση, αφού ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα. Εάν η εμπλεκόμενη λιμενική Αρχή, όπου εντοπίστηκε η παραβίαση, δεν είναι σε θέση να λάβει τα απαραίτητα μέτρα, η επέτρεψε τον απόπλου, τότε θα πρέπει να ενημερώσει το επόμενο λιμάνι που πρόκειται να προσεγγίσει το εν λόγω πλοίο.

3.3.12 12^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά την αδικαιολόγητη καθυστέρηση απόπλου ενός πλοίου από το λιμάνι επιθεώρησης. Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι οποιαδήποτε αδικαιολόγητη καθυστέρηση προκληθεί στο πλοίο από ενέργειες που αφορούν

επιθεωρήσεις και παραβιάσεις, τότε το εν λόγω πλοίο δικαιούται αποζημίωση για τυχόν απώλεια ή ζημιά που υπέστη.

3.3.13 13^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά την προσφορά τεχνικής βοήθεια μεταξύ κρατών η ομάδων κρατών που τη χρειάζονται όσον αφορά το έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων έρματος και των ιζημάτων των πλοίων. Η τεχνική υποστήριξη που παρέχεται αφορά την εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού, την εξασφάλιση της διαθεσιμότητας της σχετικής τεχνολογίας, του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων, τη διενέργεια κοινών ερευνών και προγραμμάτων ανάπτυξης και την ανάληψη δράσεων που αποσκοπούν στην αποτελεσματική εφαρμογή αυτής της Σύμβασης. Επιπροσθέτως ενθαρρύνεται η συνεργασία κάθε Κράτους με τα υπόλοιπα, ιδιαίτερα σε γεωγραφικές περιοχές με κοινά θαλάσσια σύνορα, λαμβάνοντας υπόψιν τους νόμους, κανονισμούς και πολιτικές του κάθε εταίρου για τη δημιουργία τεχνολογιών και τοπικών συμφωνιών σε αρμονία με τη σύμβαση σχετικά με τον έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων έρματος και των ιζημάτων.

3.3.14 14^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά την εξασφάλιση της μεταφοράς σχετικών πληροφοριών τόσο στον *ΙΜΟ* όσο και στα υπόλοιπα Κράτη. Οι πληροφορίες που πρέπει να είναι διαθέσιμες είναι όλες όσες σχετίζονται με την διαχείριση των υδάτων έρματος, συμπεριλαμβανομένων των νόμων, των κανονισμών και των κατευθυντήριων οδηγιών για την εφαρμογή της Σύμβασης, όλες τις διαθέσιμες εγκαταστάσεις για την υποδοχή υδάτων έρματος και των ιζημάτων με ασφάλεια σε κάθε γεωγραφική περιοχή όπως επίσης και όλες τις αναγκαίες πληροφορίες για ένα πλοίο που αδυνατεί να συμμορφωθεί με τις διατάξεις της παρούσας Σύμβασης για λόγους που παρατίθενται στους κανονισμούς *A-3* και *B-4* του Παραρτήματος.

3.3.15 15^ο ΑΡΘΡΟ

Το Άρθρο αυτό αφορά την επίλυση διαφορών μεταξύ των Εταίρων της Σύμβασης. Συγκεκριμένα, τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να επιλύουν οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ τους σχετικά με την ερμηνεία ή την εφαρμογή της παρούσας Σύμβασης με διαπραγμάτευση, έρευνα, διαμεσολάβηση, συμβιβασμό, δικαστική διευθέτηση, καταφυγή σε περιφερειακές υπηρεσίες ή ρυθμίσεις ή με οποιαδήποτε άλλα ειρηνικά μέσα της επιλογής τους.

3.3.16 16^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά τη σχέση της Σύμβασης με το Διεθνές Δίκαιο και άλλες συμφωνίες. Με άλλα λόγια, η παρούσα Σύμβαση δε θίγει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις κανενός Κράτους βάσει του εθιμικού διεθνούς δικαίου όπως αντικατοπτρίζεται στη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας.

3.3.17 17^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά την υπογραφή, την επικύρωση, την αποδοχή, την έγκριση και την προσχώρηση στη *BWMC*. Συγκεκριμένα, περιγράφει τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί κατά περίπτωση προκειμένου κάποιο Κράτος ή Μέρος να γίνει Εταίρος της Σύμβασης μέσω απλής υπογραφής, ή υπογραφής υποκείμενης σε επικύρωση, αποδοχή ή έγκριση και μετέπειτα από επικύρωση, αποδοχή ή έγκριση αυτής ή τέλος μέσω προσχώρησης σε αυτή.

3.3.18 18^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αφορά τον χρόνο την εφαρμογή ισχύος της *BWMC*, δηλαδή πότε και υπό ποιες συνθήκες μπορούσε να τεθεί σε ισχύ. Επιπλέον, περιλαμβάνει τις τελικές ημερομηνίες που πρέπει να συμμορφωθούν τα Κράτη ανάλογα με τις ημερομηνίες που προσχώρησαν στη Σύμβαση. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση τροποποίησης της παρούσας Σύμβασης, όταν γίνει κατάθεση οποιουδήποτε εγγράφου επικύρωσης, αποδοχής, έγκρισης ή προσχώρησης μετά την ημερομηνία τροποποίησης τότε σύμφωνα με το Άρθρο 19 σημαίνει ότι αυτόματα θα ισχύει η τροποποιημένη Σύμβαση.

3.3.19 19^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το άρθρο αφορά εσωτερικές διαδικασίες με τις οποίες μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις στη Σύμβαση. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τις διαδικασίες τροποποίησης της Σύμβασης μέσω του *IMO* και μετά από πρόταση κάποιου Κράτους Μέλους. Οι τροποποιήσεις αυτές για να μπουν σε ισχύ θα πρέπει να υιοθετηθούν από τα 2/3 των παρόντων μελών δεδομένου ότι 1/3 του συνόλου των μελών θα παρίσταται την ώρα της ψηφοφορίας.

3.3.20 20^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το άρθρο αφορά τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν και τα χρονικά πλαίσια ισχύος μιας καταγγελίας της Σύμβασης από ένα Κράτος Μέλος αυτής .

3.3.21 21^ο ΑΡΘΡΟ

Το άρθρο αυτό περιλαμβάνει τα καθήκοντα της Γενικής Γραμματείας. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει τις ενέργειες που πρέπει να κάνει η Γενική Γραμματεία αφού της κατατεθεί η παρούσα Σύμβαση, όπως και για κάθε νέα υπογραφή ή υποβολή εγγράφου επικύρωσης, αποδοχής, έγκρισης ή προσχώρησης βάση των ημερομηνιών που θα τεθούν σε ισχύ και σε περίπτωση υποβολής οποιουδήποτε έγγραφου καταγγελίας από τη Σύμβαση ανάλογα με την ημερομηνία παραλαβής και ισχύος της καταγγελίας.

3.3.22 22^ο ΑΡΘΡΟ

Αυτό το Άρθρο αναφέρει τις γλώσσες στις οποίες είναι διαθέσιμη η Σύμβαση. Η Σύμβαση διατίθεται στις ακόλουθες γλώσσες:

- Αραβικά
- Κινέζικα
- Αγγλικά

- Γαλλικά
- Ρωσικά
- Ισπανικά

3.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΗΣ *BWMC* - ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί παραπάνω το παράρτημα (*ANNEX*) περιλαμβάνει 5 ενότητες με τεχνικές απαιτήσεις της Σύμβασης όσον αφορά τον έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων έρματος και των ιζημάτων .

3.4.1 Α ΕΝΟΤΗΤΑ

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει γενικές απαιτήσεις για την εφαρμογή του παρόντος Παραρτήματος και χωρίζεται σε 5 επιμέρους υποενότητες. Αρχικά περιλαμβάνει χρήσιμους ορισμούς για την καλύτερη και ευκολότερη κατανόηση του Παραρτήματος. Στη συνέχεια, αναφέρεται ότι ο αφερματισμός υδάτων στη θάλασσα επιτρέπεται μόνο εάν έχει προηγηθεί η επεξεργασία του όπως περιγράφεται από την παρούσα Σύμβαση εκτός και αν εμπίπτει σε εύλογες αιτίες που περιγράφονται στο κεφάλαιο A-3, Αναλυτικότερα αναφέρεται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή διάσωσης ζώων στη θάλασσα, όταν το πλοίο υποστεί ζημιά, σε περιπτώσεις αποφυγής ή ελαχιστοποίησης περιστατικών ρύπανσης. Επίσης όταν το πλοίο διαμέσου της ανοικτής θάλασσας εκτελεί ερματισμό και αφερματισμό στην ίδια θαλάσσια περιοχή με την προϋπόθεση ότι δεν αναμιγνύεται με ύδατα έρματος που έχουν αντληθεί από άλλη θαλάσσια ζώνη και δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Πέραν αυτών εξαιρέσεις μπορούν να επιβάλλουν και τα Κράτη Μέλη. Συγκεκριμένα, επιτρέπουν τη μη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της Σύμβασης για δρομολόγια συγκεκριμένων λιμένων ή περιοχών και όταν δεν αναμιγνύουν τα ύδατα έρματος και τα ιζήματα με άλλα λιμάνια και περιοχές. Η παραχώρηση εν γένει των εξαιρέσεων θα πρέπει να ακολουθεί το πνεύμα της σύμβασης, δηλαδή ότι διασφαλίζεται και δεν τίθεται σε κίνδυνο το περιβάλλον και η υγεία του ανθρώπου. Η ενότητα κλείνει , με αναφορά στην ισοδύναμη συμμόρφωση που θα πρέπει να έχουν με βάση την κρίση της Εθνικής Αρχής σκάφη αναψυχής κάτω από 50 μέτρα και μέγιστη χωρητικότητα έρματος τα 8 κυβικά μέτρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις της *BWMC*.

3.4.2 Β ΕΝΟΤΗΤΑ

Η Ενότητα Β που αποτελείται από 6 επιμέρους υποενότητες αναφέρει τις σχετικές απαιτήσεις που εγείρονται για τον έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων έρματος, με τις οποίες πρέπει να συμμορφώνονται τα πλοία. Περιγράφει τη μορφή και τις πληροφορίες που πρέπει να περιλαμβάνει το Σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος. Επιπλέον, περιλαμβάνει το πρωτόκολλο τήρησης αλλά και επιθεώρησης του αρχείου καταγραφής (*Record Book*) των υδάτων έρματος επι του πλοίου. Στη συνέχεια καθορίζεται το χρονοδιάγραμμα τελικής ημερομηνίας συμμόρφωσης με τη Σύμβαση ανάλογα

με το έτος κατασκευής του πλοίου και τη χωρητικότητα του σε έρμα για την επίτευξη ομαλής μετάβασης του παγκόσμιου στόλου από τον κανονισμό D-1 στον D-2. Στη συνέχεια, περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί ανταλλαγή υδάτων έρματος και οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται ώστε να είναι συμβατοί με τον κανονισμό D-1. Επίσης γίνεται αναφορά και για τον υποχρεωτικό καθαρισμό των ιζημάτων εντός των δεξαμενών έρματος και για τη διαχείριση αυτών. Η ενότητα ολοκληρώνεται με την αναφορά τα καθηκόντων των Αξιωματικών και του Πληρώματος και την ανάγκη εξοικείωση τους όσον αφορά τη διαχείριση του έρματος.

3.4.3 C ΕΝΟΤΗΤΑ

Η Ενότητα αυτή αναφέρεται στις ειδικές απαιτήσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τα πλοία κατά την προσέγγιση συγκεκριμένων περιοχών που εύλογα και νόμιμα με βάση την συνθήκη τελούν υπό ιδιαίτερο καθεστώς επιπρόσθετων μέτρων και αποτελείται από 3 επιμέρους υποενότητες. Αρχικά, αναλύει τον τρόπο εφαρμογής των πρόσθετων μέτρων που έχει θεσπίσει κάποιο Κράτος Μέλος ή ομάδα από Κράτη Μέλη. Στη συνέχεια αναφέρεται η διαδικασία γνωστοποίησης από ένα Κράτος Μέλος στα άλλα Κράτη Μέλη των πρόσθετων μέτρων που ισχύουν στα χωρικά ύδατα της δικαιοδοσίας του. Τέλος, γίνεται λόγος για την αναγκαιότητα διάθεσης κρίσιμων πληροφοριών μεταξύ των κρατών μελών για την αποφυγή ρυπαντισμού πλοίων από επιμολυσμένες θαλάσσιες περιοχές.

3.4.4 D ΕΝΟΤΗΤΑ:

Η Ενότητα αυτή περιλαμβάνει πρότυπα που πρέπει να εφαρμόζουν τα πλοία σχετικά με τη διαχείριση των υδάτων έρματος και χωρίζεται σε 5 επιμέρους υποενότητες. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει το πρότυπο ανταλλαγής υδάτων έρματος (D-1) που πρέπει να εφαρμόζουν τα πλοία που θέλουν να προχωρήσουν στην εκτέλεση αυτής της διαδικασίας και τις απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το έρμα που πρόκειται να απορριφθεί στη θάλασσα. Επιπλέον, γίνεται λόγος για τις απαιτήσεις με τις οποίες πρέπει να συμμορφώνονται τα συστήματα διαχείρισης έρματος (D-2). Ακόμα, περιλαμβάνει πρωτότυπες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση – επεξεργασία των υδάτων έρματος. Τέλος, στον τελευταίο Κανονισμό της παρούσας Ενότητας αναφέρεται ο τρόπος επανεξέτασης των Προτύπων με βάση την ασφάλεια, την περιβαλλοντική αποδοχή, την πρακτικότητα εφαρμογής και λειτουργίας των συστημάτων σε σχέση με τις υπάρχουσες υποδομές στα πλοία και στα λιμάνια, το γενικότερο κόστος που προκύπτει από την εγκατάσταση και την συντήρησή τους και τέλος την βιολογική τους αποτελεσματικότητα.

Λόγω του ότι οι Κανονισμοί D-1, D-2 και D-3 είναι ιδιαίτερα σημαντικοί και αφορούν τα κριτήρια συμμόρφωσης θα αναφερθούν αναλυτικότερα παρακάτω.

- Κανονισμός D-1:

Αφορά την διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου ανταλλαγής υδάτων έρματος απο πλοία που με βάση την συνθήκη μπορούν να την επιλέξουν.

1. Τα πλοία που εκτελούν τη διαδικασία διαδοχικής ανταλλαγής υδάτων έρματος (Ballast Sequential Exchange Method) θα πρέπει να την κάνουν με κριτήριο την ανταλλαγή του όγκου των υδάτων έρματος. Στην διαδοχική μέθοδο οι δεξαμενές έρματος αδειάζουν (σε ποσοστό 95%) και ξαναγεμίζουν με θαλασσινό νερό.
2. Τα πλοία τα οποία εφαρμόζουν τη διαδικασία ανταλλαγής υδάτων έρματος μέσω της μεθόδου υπερχειλίσης (Flow Through Method), θα πρέπει για κάθε δεξαμενή, να αντλούν και να απορρίπτουν ταυτόχρονα μέσω υπερχειλίσης στο κατάστρωμα, όγκο νερού 3 φορές τον όγκο της ικανοποιώντας το πρότυπο της παραγράφου 1 του παρόντος Κανονισμού. Στην περίπτωση που η άντληση γίνει λιγότερο από 3 φορές, για να θεωρείται έγκυρη η ανταλλαγή θα πρέπει να υπάρχει απόδειξη ότι επιτεύχθηκε τουλάχιστον το 95% της ογκομετρικής ανταλλαγής.
3. Η μέθοδος της διάλυσης (Dilution) πραγματοποιείται με άδειασμα της δεξαμενής από κάτω και ταυτόχρονη πλήρωση της από πάνω. Η διαδικασία σταματά όταν έχει προστεθεί έρμα που αντιστοιχεί τρεις φορές στην χωρητικότητα της δεξαμενής

- Κανονισμός D-2:

Αφορά το πρότυπο επεξεργασίας των υδάτων έρματος.

1. Τα πλοία τα οποία εφαρμόζουν τον παρόν Κανονισμό για τη διαχείριση των υδάτων έρματος θα πρέπει να απορρίπτουν στη θάλασσα λιγότερους από 10 ζωντανούς οργανισμούς ανά m^3 με μέγεθος μεγαλύτερο ή ίσο με 50 μm και λιγότερους από 10 ζωντανούς οργανισμούς ή οργανισμούς ανά 1 ml με μέγεθος μικρότερο των 50 μm και μεγαλύτερο ή ίσο με 10 μm , σε ελάχιστη διάσταση. Τέλος, οι απορρίψεις των ενδεικτικά επιλεγμένων μικροβίων δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τις καθορισμένες συγκεντρώσεις που περιγράφονται στην παράγραφο 2 του παρόντος Κανονισμού.
2. Οι αντιπροσωπευτικοί δείκτες μικροβίων σύμφωνα με το πρότυπο της ανθρώπινης υγείας θα πρέπει να περιλαμβάνουν:
 - 2.1 Τα τοξικογόνα που ονομάζονται *Vibrio cholerae* (O1 και O139) να περιέχονται σε συγκέντρωση λιγότερη από 1 μονάδα σχηματισμού αποικιών (*cfu*) [*colony forming unit*] ανά 100 ml ή λιγότερη από 1 μονάδα σχηματισμού αποικιών (*cfu*) ανά 1 gr υγρού βάρους δειγμάτων ζωοπλαγκτόν. Η μεγάλη οικογένεια βακτηρίων που ονομάζεται *Escherichia coli* να περιέχεται σε συγκέντρωση λιγότερη από 250 μονάδες σχηματισμού αποικιών (*cfu*) ανά 100 ml .

2.2 Η μεγάλη οικογένεια βακτηρίων που ονομάζεται *Intestinal Enterococci* να περιέχεται σε συγκέντρωση λιγότερη από 100 μονάδες σχηματισμού αποικιών (*cfu*) ανά 100 ml.

Microorganism category	Performance standards
Plankton, size > 50µm ^a	< 10 viable cells/m ³
Plankton, size 10-50µm ^a	< 10 viable cells/mL
Toxicogenic <i>Vibrio cholerae</i>	< 1 cfu ^b /100 mL
<i>Escherichia coli</i>	< 250 cfu ^b /100 mL
Intestinal <i>Enterococci</i>	< 100 cfu ^b /100 mL

^a Minimum dimension

^b cfu: Colony-forming unit

Πίνακας 3: Πρότυπα απόδοσης συστημάτων διαχείρισης έρματος (BWTS) βάση του κανονισμού D-2

<https://www.aweimagazine.com/article/ballast-off/>

- Κανονισμός D-3:

Αφορά τις απαιτήσεις έγκρισης των συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος.

1. Τα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος, παράλληλα με την ικανοποίηση των απαιτήσεων που περιγράφονται στην παράγραφο 2 του παρόντος Κανονισμού, θα πρέπει να έχουν λάβει και πιστοποιητικό έγκρισης από την Εθνική Αρχή βασιζόμενο στις Κατευθυντήριες Οδηγίες που ανέπτυξε ο IMO.
2. Τα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος τα οποία κάνουν χρήση ενεργών ουσιών ή παρασκευασμάτων που περιέχουν μια ή περισσότερες ενεργές ουσίες για να λάβουν έγκριση συμμόρφωσης με την παρούσα Σύμβαση από τον οργανισμό θα πρέπει να υποβληθούν σε μια σειρά από διαδικασίες έγκρισης σύμφωνα με ένα πρότυπο που ανέπτυξε ο ίδιο ο IMO. Το πρότυπο περιγράφει τη διαδικασία έγκρισης και ανάκλησης έγκρισης των ενεργών ουσιών και τον προτεινόμενο τρόπο εφαρμογής τους. Στην περίπτωση που ανακληθεί η έγκριση μιας ενεργής ουσίας ή ουσίας, θα πρέπει η χρήση της να απαγορεύεται οριστικά το πολύ μέσα σε 1 χρόνο από την ημερομηνία ανάκλησης.
3. Τα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος που εφαρμόζουν τις απαιτήσεις της BWMC θα πρέπει να είναι ασφαλή για το πλοίο τον εξοπλισμό του όσο και για το πλήρωμα.

3.4.5 Ε ΕΝΟΤΗΤΑ

Η ενότητα αυτή καθορίζει το πλαίσιο για τις επιθεωρήσεις και τις πιστοποιήσεις των πλοίων όσον αφορά την σύμβαση. Χωρίζεται σε 5 επιμέρους υποενότητες. Συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για τις επιθεωρήσεις στις οποίες πρέπει να υποβάλλονται τα πλοία και τη διαδικασία έκδοσης και

έγκρισης των πιστοποιητικών. Επιπλέον, περιλαμβάνει τη διαδικασία έκδοσης και έγκρισης των Πιστοποιητικών από κάποιο άλλο Κράτος Μέλος. Τέλος, περιλαμβάνει τη διάρκεια ισχύος των Πιστοποιητικών.

3.5 ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑΤΑ

3.5.1 ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ Ι

Το προσάρτημα αυτό περιλαμβάνει:

3.5.1.1 ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι πληροφορίες που πρέπει να αναγράφονται πάνω σε αυτό είναι οι εξής:

- Εθνική Αρχή που ανήκει ο λιμένας νηολόγησης του. Η χώρα θα αναγράφεται επακριβώς και με την πλήρη ονομασία της.
- Η πλήρης ονομασία του αρμόδιου προσώπου ή οργανισμού που εξουσιοδοτήθηκε για την έκδοση του σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Σύμβασης.
- Τα στοιχεία του πλοίου όπως:
 - Η ονομασία του πλοίου.
 - Ο διακριτικός αριθμός ή γράμματα του.
 - Ο λιμένας νηολόγησης του.
 - Η Ολική Χωρητικότητα του.
 - Ο Αριθμός *IMO* του πλοίου
 - Η ημερομηνία κατασκευής του.
 - Η χωρητικότητα υδάτων έρματος (σε κυβικά μέτρα).
- Λεπτομέρειες σχετικά με τη μέθοδο ή τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση υδάτων έρματος, όπως:
 - Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των υδάτων έρματος.
 - Η ημερομηνία εγκατάστασης του συστήματος.
 - Το όνομα του κατασκευαστή του συστήματος.
 - Οι κύριες μέθοδοι διαχείρισης που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των υδάτων έρματος είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού *D-1* ή *D-2* ή το πλοίο υπόκειται στον Κανονισμό *D-4*.
- Η ημερομηνία μέχρι την οποία είναι σε ισχύ το Πιστοποιητικό.
- Η ημερομηνία που ολοκληρώθηκε επιτυχώς η επιθεώρηση για την έκδοση του Πιστοποιητικού.
- Ο τόπος έκδοσης του πιστοποιητικού.
- Η ημερομηνία έκδοσης του Πιστοποιητικού
- Η υπογραφή του εξουσιοδοτημένου υπαλλήλου που έκδοσε το Πιστοποιητικό.
- Η σφραγίδα της αρχής που έκδοσε το Πιστοποιητικό.

APPENDIX I

FORM OF INTERNATIONAL BALLAST WATER MANAGEMENT CERTIFICATE

INTERNATIONAL BALLAST WATER MANAGEMENT CERTIFICATE

Issued under the provisions of the International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (hereinafter referred to as "the Convention") under the authority of the Government of

.....
(full designation of the country)

by
(full designation of the competent person or organization authorized under the provisions of the Convention)

Particulars of ship¹

Name of ship

Distinctive number or letters

Port of registry

Gross Tonnage

IMO number²

Date of Construction

Ballast Water Capacity (in cubic metres)

Details of Ballast Water Management Method(s) Used

Method of Ballast Water Management used

Date installed (if applicable)

Name of manufacturer (if applicable)

¹ Alternatively, the particulars of the ship may be placed horizontally in boxes.

² IMO Ship Identification Number Scheme adopted by the Organization by resolution A.600(15).

-
1. Εικόνα 6: Μορφή του Διεθνούς Πιστοποιητικού Διαχείρισης Υδάτων Έρματος σελ. 1
(https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/convention_ballast.pdf)

The principal Ballast Water Management method(s) employed on this ship is/are:

- in accordance with regulation D-1
- in accordance with regulation D-2
(describe)
- the ship is subject to regulation D-4

THIS IS TO CERTIFY:

1 That the ship has been surveyed in accordance with regulation E-1 of the Annex to the Convention; and

2 That the survey shows that Ballast Water Management on the ship complies with the Annex to the Convention.

This certificate is valid until subject to surveys in accordance with regulation E-1 of the Annex to the Convention.

Completion date of the survey on which this certificate is based: dd/mm/yyyy

Issued at
(Place of issue of certificate)

.....
(Date of issue)

.....
Signature of authorized official issuing the certificate)

(Seal or stamp of the authority, as appropriate)

Εικόνα 7: Μορφή του Διεθνούς Πιστοποιητικού Διαχείρισης Υδάτων Έρματος, σελ. 2
(https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/convention_ballast.pdf)

3.5.2 ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ II

Το Παράρτημα αυτό περιλαμβάνει:

3.5.2.1 ΜΟΡΦΗ ΒΙΒΛΙΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ (RECORD BOOK) ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Περιλαμβάνει πληροφορίες όπως:

- Η ονομασία του πλοίου.
- Ο Αριθμός *IMO* του πλοίου.
- Η Ολική Χωρητικότητα του πλοίου.
- Ο λιμένας νηολόγησης του πλοίου (Σημαία).
- Η ολική χωρητικότητα υδάτων έρματος σε κυβικά μέτρα του πλοίου.
- Εάν το πλοίο διαθέτει σχέδιο διαχείρισης υδάτων έρματος.

- Το διάγραμμα στο οποίο απεικονίζονται οι δεξαμενές έρματος του πλοίου.
- Ο διακριτικός αριθμός ή γράμματα του πλοίου.

Όσον αφορά τον ερματισμό, οι πληροφορίες που πρέπει να συμπληρώνονται είναι:

- Η ημερομηνία, η ώρα και περιοχή στην οποία έγινε η άντληση υδάτων έρματος και το βάθος αν το πλοίο ήταν εκτός λιμένα.
- Το ποσό των υδάτων έρματος που αντλήθηκαν κατά προσέγγιση σε κυβικά μέτρα.
- Υπογραφή του υπεύθυνου αξιωματικού πληρώματος για την εκτέλεση της διαδικασίας ερματισμού.

Όσον αφορά τη διαδικασία αν κυκλοφορίας ή επεξεργασίας υδάτων έρματος, οι πληροφορίες που θα πρέπει να συμπληρώνονται είναι:

- Ημερομηνία και ώρα που έλαβε χώρα η διαδικασία.
- Το ποσό των υδάτων έρματος που διαχειρίστηκε το σύστημα σε κυβικά μέτρα.
- Εάν η επεξεργασία των υδάτων διεξάχθηκε σύμφωνα με το πλάνο διαχείρισης έρματος του πλοίου.
- Υπογραφή του υπεύθυνου αξιωματικού πληρώματος για την επεξεργασία υδάτων έρματος.

Για την απόρριψη των υδάτων έρματος στη θάλασσα οι πληροφορίες που θα πρέπει να συμπληρώνονται είναι:

- Η ημερομηνία, η ώρα και το λιμάνι που έγινε η απόρριψη υδάτων έρματος.
- Το ποσό του έρματος που απορρίφθηκαν και αυτό που παραμένει εντός των δεξαμενών του πλοίου σε κυβικά μέτρα.
- Εάν εφαρμόστηκε το προβλεπόμενο πλάνο διαχείρισης υδάτων έρματος του πλοίου πριν την απόρριψη του στη θάλασσα.
- Υπογραφή του υπεύθυνου αξιωματικού πληρώματος για την εκτέλεση της διαδικασίας αφερματισμού.

Όσον αφορά την απόρριψη υδάτων έρματος σε μια εγκατάσταση υποδοχής οι πληροφορίες που θα πρέπει να συμπληρώνονται είναι:

- Η ημερομηνία, η ώρα και οι εγκαταστάσεις στις οποίες έγινε η άντληση υδάτων έρματος.
- Η ημερομηνία, η ώρα και οι εγκαταστάσεις στις οποίες έγινε η απάντληση υδάτων έρματος.
- Το λιμάνι ή η εγκατάσταση.
- Εάν εφαρμόστηκε το προβλεπόμενο πλάνο διαχείρισης υδάτων έρματος του πλοίου πριν την απόρριψη του στη θάλασσα.

- Υπογραφή του υπεύθυνου αξιωματικού πληρώματος για την εκτέλεση των προαναφερθέντων διαδικασιών.

Στην περίπτωση τυχαίας ή λόγω εξαιρετικών συνθηκών άντληση ή απόρριψη υδάτων έρματος, οι πληροφορίες που θα πρέπει να συμπληρώνονται είναι:

- Η ημερομηνία, η ώρα, το λιμάνι ή η γεωγραφική θέση του πλοίου στα οποία έλαβε χώρα το γεγονός.
- Το ποσό των υδάτων έρματος που απορρίφθηκαν σε κυβικά μέτρα.
- Τις συνθήκες, τους λόγους και οποιαδήποτε άλλη παρατήρηση κατά την οποία έγινε η άντληση ή η απόρριψη των υδάτων έρματος.
- Εάν εφαρμόστηκε το προβλεπόμενο πλάνο διαχείρισης υδάτων έρματος του πλοίου πριν την απόρριψη του στη θάλασσα.
- Υπογραφή του υπεύθυνου αξιωματικού πληρώματος για την εκτέλεση των προαναφερθέντων διαδικασιών.

Οι διαδικασίες επι του πλοίου για τη διαχείριση των υδάτων έρματος θα πρέπει να καταγράφονται ανελλιπώς σε ειδική φόρμα όπου θα αναφέρονται:

- Η ημερομηνία.
- Το ποσό του έρματος που διαχειρίστηκε το σύστημα.
- Τον τρόπο επεξεργασίας των υδάτων έρματος και η υπογραφή του υπεύθυνου ή υπεύθυνων για τη διαχείριση του έρματος.
- Η υπογραφή του Πλοιάρχου μετά την ολοκλήρωση της σελίδας στην οποία καταγράφονται οι λειτουργίες κατά τη διαχείριση των υδάτων έρματος.

RECORD OF BALLAST WATER OPERATIONS

SAMPLE BALLAST WATER RECORD BOOK PAGE

Name of Ship:

Distinctive number or letters

Date	Item (number)	Record of operations/signature of officers in charge

Signature of master

Εικόνα 8: Μορφή του Record Book

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/convention_ballast.pdf

3.6 14 ΣΕΤ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ

3.6.1 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G1 – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ αφορούν τις εγκαταστάσεις υποδοχής ιζημάτων που αναφέρονται στην *BWMC* στο Άρθρο 5 και στον Κανονισμό *B* και αφορούν ιζήματα μόνο από δεξαμενές έρματος. Δεδομένου ότι, κάποιες χώρες, περιοχές ή λιμάνια έχουν θέσει τις δικές τους απαιτήσεις ή κανονισμούς σχετικά με τη διάθεση των απορριμμάτων, των αποβλήτων και των ιζημάτων των δεξαμενών έρματος των πλοίων, οι Κατευθυντήριες Οδηγίες (*G1*) δεν έχουν σκοπό να αντικαταστήσουν ή να έρθουν σε αντιπαράθεση με τις τοπικές ή διεθνείς απαιτήσεις και σχετικούς κανονισμούς που αφορούν την απόρριψη και την επεξεργασία ιζημάτων από τις δεξαμενές έρματος των πλοίων.

Οι παρούσες Κατευθυντήριες οδηγίες αφορούν τις γενικές αρχές που θα πρέπει να ακολουθούν οι εγκαταστάσεις υποδοχής ιζημάτων όπως να λειτουργούν με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγονται υπερβολικές καθυστερήσεις στα πλοία, και να απορρίπτονται τα ιζήματα χωρίς να βλάπτουν το περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία κλπ.. Επιπλέον, περιγράφουν τις δυνατότητες, και την ενημέρωση για αυτές τις δυνατότητες στα πλοία, που πρέπει να παρέχει μια τέτοια εγκατάσταση όπως την μέγιστη χωρητικότητα που μπορούν να δεχθούν σε ιζήματα, ώρες λειτουργίας, τρόπους πρόσβασης στις εγκαταστάσεις κλπ.. Τέλος, αναφέρονται πάνω σε ποια αντικείμενα πρέπει να γίνεται η εκπαίδευση του προσωπικού των εγκαταστάσεων υποδοχής ιζημάτων και από ποιους πιστοποιημένους εκπαιδευτές.

3.6.2 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G2 – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ περιλαμβάνουν γενικές πρακτικές και τεχνικές οδηγίες σχετικά με την δειγματοληψία και την ανάλυση των υδάτων έρματος έτσι ώστε να ελεγχθεί αν το πλοίο συμμορφώνεται σύμφωνα με το Άρθρο 9 της Σύμβασης που σχετίζεται με επιθεωρήσεις και ιδιαίτερα με τους κανονισμούς D-1 και D-2. Το συγκεκριμένο σετ αφορά μόνο τεχνικές δειγματοληψίας και δεν περιλαμβάνει νομικές απαιτήσεις.

- Η δειγματοληψία για τον κανονισμό D-1 θα πρέπει να γίνεται από τα εξαεριστικά, τις θυρίδες μέτρησης πλήρωσης, ή τις ανθρωποθυρίδες, των δεξαμενών έρματος χρησιμοποιώντας αντλίες, η κατάλληλα για το σκοπό αυτό δοχεία. Η ανάλυση της δειγματοληψίας αυτής μπορεί να δώσει κάποια πληροφορία σχετικά με τη συμμόρφωση του πλοίου παρόλα αυτά είναι δύσκολο να απομονωθούν και να μετρηθούν φυσικοί οι χημικοί δείκτες για να αποδείξουν τη τήρηση του κανονισμού.
- Η δειγματοληψία για τον κανονισμό D-2 μέσω του αντίστοιχου σετ οδηγιών G-2 καθίσταται πλέον σαφής. Συγκεκριμένα, η δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται από τη γραμμή εκκένωσης (*discharge line*) όσο ποιο

κοντά στο σημείο εξόδου είναι πρακτικά δυνατό. Δείγμα από δεξαμενή χρησιμοποιείται μόνο στην περίπτωση που η επεξεργασία γίνεται κατά τον αερισμό ή κατά τη διάρκεια που το νερό παραμένει στη δεξαμενή έρματος. Αν κάποιο μέρος της επεξεργασίας συμβαίνει κατά τη διαδικασία αερισμού τότε το δείγμα θεωρείται ακατάλληλο. Αν όμως οι δεξαμενές βρίσκονται ψηλά (*Top side Tanks*) και έχουν άμεσες θυρίδες εξόδου του έρματος πάνω από την ίσαλο γραμμή (*Direct Overboard*) και εφόσον δεν συμβαίνει επεξεργασία κατά τον αερισμό τότε η δειγματοληψία από αυτή τη δεξαμενή θεωρείται έγκυρη (Περίπτωση *BWTS* της *ECOCHLOR*).

- Δειγματοληψία και ανάλυση . Κάθε πρωτόκολλο δειγματοληψίας θα πρέπει να παρέχει αντιπροσωπευτικά, και ικανής ποσότητας δείγματα κατά τον αερισμό μίας ή και περισσότερων δεξαμενών. Τα δείγματα θα πρέπει να αποσπαστούν από το δίκτυο με ασφαλή και πρακτικό τρόπο και να αποθηκευτούν σφραγισμένα μέχρι να φτάσουν ασφαλή στο χώρο ανάλυσης τους. Επίσης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τυχόν αλλοιώσεις του δείγματος που προκύπτουν από την κατακράτηση ιζημάτων στη γραμμή εκκένωσης του έρματος. Είναι θεμιτό πριν τον έλεγχο με τον κανονισμό D-2 να λαμβάνεται αρχικό αντιπροσωπευτικό δείγμα ώστε να αποφασιστεί αν το πλοίο είναι δυνητικά συμβατό ή όχι και να αποφεύγεται μόλυνση του περιβάλλοντος από ένα σύστημα που δεν λειτουργεί σωστά. Λόγω της πολυπλοκότητας της δειγματοληψίας και της ανάλυσης, κάθε νέα μέθοδος ή προσέγγιση πρέπει να γνωστοποιείται στα Μέλη της Σύμβασης.
- Παραρτήματα 1,2,3,4
Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται για τις τεχνικές προδιαγραφές και τη διαμόρφωση των σημείων εξαγωγής δείγματος (*Sampling Points*) ώστε αυτά να θεωρούνται ισοκινητικά. Η ισοκινητική θεωρία αναφέρει ότι για τη διασφάλιση αντιπροσωπευτικού δείγματος είναι απαραίτητο να μην επηρεάζεται η ροή γύρω από το σημείο εξαγωγής παραμένοντας στρωτή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η παραπάνω θεωρία αφορά διαλύματα διαφορετικής πυκνότητας ενώ είναι γνωστό ότι οι μικροοργανισμοί έχουν συνήθως ουδέτερη πλευστότητα. Παρόλα αυτά αποτελεί χρήσιμο μαθηματικό εργαλείο για τον πρακτικό υπολογισμό και τη διαμόρφωση του σωλήνα εξαγωγής. Με βάση πειράματα υπολογιστικής ρευστομηχανικής βρέθηκε ότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν η διάμετρος του σωλήνα εξαγωγής είναι μεγαλύτερη 1.5 με 2 φορές από την ισοκινητική διάμετρο $Diso = Dm\sqrt{Qiso/Qm}$ όπου *Diso* και *Dm* είναι οι διάμετροι του σωλήνα δειγματοληψίας και του κύριου σωλήνα στη γραμμή απόρριψης έρματος ενώ τα *Qiso* και *Qm* είναι οι ογκομετρικές παροχές τους αντίστοιχα. Ο συνδυασμός μέγιστης παροχής σωλήνα δείγματος *Qiso* και ελάχιστης παροχής έρματος *Qm* δίνει την μέγιστη διάμετρο για το σωλήνα δείγματος που θεωρείται ως η καταλληλότερη. Συνίσταται επίσης το μήκος του μέρους του σωλήνα δείγματος κάθετο στη ροή να είναι όχι μικρότερο από τη διάμετρο αυτού του σωλήνα ενώ το

σχήμα του να είναι τύπου “L” με το οριζόντιο μέρος εισαγωγής να είναι ομόκεντρο στον κύριο ευθύ σωλήνα έρματος παράλληλο στη ροή και προσανατολισμένο αντίθετα προς αυτήν. Στη συνέχεια αναφέρεται ότι για λόγους συντήρησης η σωλήνα δειγματοληψίας θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα απομόνωσης, εύκολης πρόσβασης και εξαγωγής για καθαρισμό. Η σωλήνες πρέπει να είναι γαλβανισμένοι η ανθεκτικοί στη διάβρωση. Αν ο έλεγχος της ροής του δείγματος κρίνεται απαραίτητος θα πρέπει να αποφεύγονται βαλβίδες τύπου *ball*, *gate* ή *butterfly* γιατί λόγω των αναπτυσσόμενων διατρητικών τάσεων μπορεί να προκαλέσουν θανάτωση των μικροοργανισμών, και άρα αλλοίωση του δείγματος. Προτείνεται η χρήση διαφραγματικών βαλβίδων ώστε να αποφεύγονται απότομες διακυμάνσεις της ταχύτητας της ροής. Οι τρεις παραπάνω κατηγορίες βαλβίδων επιτρέπονται μόνο για περιπτώσεις καθοδήγησης της ροής και πρέπει να είναι πάντα εντελώς ανοιχτές οι εντελώς κλειστές. Όσον αφορά την θέση του σημείου δειγματοληψίας θα πρέπει να βρίσκεται σε κατάλληλο σημείο ώστε η ροή να είναι πλήρως ανεπτυγμένη και ομοιογενής (*fully mixed*). Για αυτό συνίσταται η θέση δειγματοληψίας να βρίσκεται κατά το δυνατό σε ευθύ τμήμα του σωλήνα εξαγωγής και όσο πιο κοντά στο επιστόμιο εξαγωγής. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε πιθανά προβλήματα και λύσεις για τη δειγματοληψία από δεξαμενές έρματος που αφορούν κυρίως το πρότυπο D-1 όπως και θέματα προστασίας της ανθρώπινης υγείας και ασφάλειας κατά τη δειγματοληψία. Επίσης αναφέρεται ότι ο αριθμός και η ποσότητα κάθε δείγματος εξαρτάται από το σκοπό και τον τύπο της ανάλυσης όπως και από την αναγκαία στατιστική σημασία και βεβαιότητα του αποτελέσματος. Τέλος παρέχονται σε ειδική φόρμα οι ελάχιστες πληροφορίες που πρέπει να αναφέρονται για το δείγμα και περιγράφεται ο τρόπος συντήρησης, αποθήκευσης, τοποθέτησης ετικετών και ασφαλούς μεταφοράς αυτών.

3.6.3 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G3 – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για τη συμμόρφωση του πλοίου με τις απαιτήσεις της *BWMC* ή αν αυτό δεν είναι εφικτό, να συμμορφώνονται με ανάλογες απαιτήσεις του Κανονισμού *A-5*. Εφαρμόζονται για σκάφη αναψυχής που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για αναψυχή ή αγώνες ή για σκάφη έρευνας και διάσωσης με ολικό μήκος γάστρας, εξαιρουμένων των αξόνων αν προεξέχουν από τις πρύμνες των σκαφών, των κιγκλιδωμάτων στις πλώρες των πλοίων που εκτείνονται εμπροσθεν του καταστρώματος κ.λπ., δεν υπερβαίνει τα 50 m και η χωρητικότητα τους σε ύδατα έρματος δεν υπερβαίνει τα 8 m³. Τέλος, περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις στις οποίες δεν απαιτείται η εφαρμογή της Σύμβασης.

3.6.4 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G4 – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για την πρόληψη, την ελαχιστοποίηση και τελικά την εξάλειψη εισαγωγής επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών, παθογόνων και ιζημάτων στα οικοσυστήματα ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζουν την ασφάλεια των πλοίων. Αυτές οι Κατευθυντήριες Οδηγίες ισχύουν για όλα τα πλοία, τις Σημαίες, Λιμενικές αρχές, τα παράκτια Κράτη, τους διαχειριστές των πλοίων, το πλήρωμα των πλοίων που ασχολείται με τη διαχείριση υδάτων έρματος, τους σχεδιαστές και κατασκευαστές πλοίων, τους νηογνώμονες και οποιαδήποτε άλλο συμβαλλόμενο μέρος. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τις διαδικασίες διαχείρισης υδάτων έρματος αλλά και οδηγίες για την ανάπτυξη σχεδίων για τη διαχείριση έρματος.

3.6.5 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G5 – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ περιλαμβάνουν γενικές απαιτήσεις που αφορούν τις εγκαταστάσεις υποδοχής των υδάτων έρματος όπως αναφέρεται στον Κανονισμό B της Σύμβασης. Αυτό δεν εγείρει κάποια απαίτηση από κάποιο Κράτος Μέλος να παρέχει αυτού του είδους εγκαταστάσεις. Οι Κατευθυντήριες οδηγίες G-5 έχουν στόχο να ενθαρρύνουν τη δημιουργία μιας παγκόσμια κοινής κατεύθυνσης συνεργασία μεταξύ τέτοιων εγκαταστάσεων και των πλοίων.

3.6.6 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G6 – ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ απευθύνονται προς τους πλοιοκτήτες, διαχειριστές πλοίων, σχεδιαστές, ναυπηγεία και νηογνώμονες και καθορίζουν γενικές απαιτήσεις σχετικά με τις διαδικασίες ανταλλαγής υδάτων έρματος προς όφελος του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Λόγω του κινδύνου που ενέχουν τόσο για το πλοίο όσο και για το πλήρωμα, οι παρούσες Κατευθυντήριες Οδηγίες G-6 αποσκοπούν στην παροχή καθοδήγησης για την επίτευξη των στόχων της Σύμβασης με γνώμονα την ασφάλεια. Συμπεριλαμβάνονται οδηγίες για την εκπαίδευση και εξοικείωση του πληρώματος με τις διαδικασίες αυτές. Επιπλέον, κάθε πλοίο ανάλογα με τον τύπο του, το μέγεθος του, τη διαμόρφωση των δεξαμενών έρματος του, και τα συναφή συστήματα που σχετίζονται με τον ερματισμό και τον αφερματισμό του όπως τα συστήματα άντλησης, τις σωληνώσεις, τις καιρικές συνθήκες αλλά και τις απαιτήσεις της Εθνικής Αρχής της Σημείας του θα πρέπει να χρησιμοποιεί την κατάλληλη μέθοδο ανταλλαγής υδάτων έρματος και να εφαρμόζει αυτές τις γενικές Κατευθυντήριες Οδηγίες. Κάθε πλοίο που χρησιμοποιεί την ανταλλαγή ως μέθοδο διαχείρισης των υδάτων έρματος θα πρέπει να έχει συντάξει το πλάνο διαχείρισης έρματος με γνώμονα το παρόν σετ Οδηγιών.

Υπάρχουν τρεις εγκεκριμένες μέθοδοι ανταλλαγής υδάτων έρματος από τον *IMO*, η μέθοδος σειριακής ανταλλαγής (*sequential method*), η μέθοδος ανταλλαγής μέσω υπερχειλίσης (*flow through method*) και η μέθοδος της διάλυσης (*dilution method*).

3.6.7 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G7 – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Το παρόν σετ Κατευθυντήριων Οδηγιών αποσκοπεί στο να προσφέρει βοήθεια στα Κράτη Μέλη και τους καθορισμένους αντιπροσώπους αυτών για τη διασφάλιση της εφαρμογής των διατάξεων του Κανονισμού *A* με συνεπή τρόπο. Το παρόν σετ καθορίζει σαφή και επιστημονικώς τεκμηριωμένα πλαίσια αναφοράς και μεθόδους για την εκτίμηση – αξιολόγηση του κινδύνου και την τελική λήψη αποφάσεων εξασφαλίζοντας την εύλογη χορήγηση ή την ανάκληση των εξαιρέσεων από Κράτος Μέλος όταν πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού *A*.

Τρεις είναι οι κυρίες πιθανοθεωρητικές μέθοδοι εκτίμησης κινδύνου που προτείνονται. Η μέθοδος περιβαλλοντικής αξιολόγησης του κινδύνου (*environmental matching risk assessment*), η μέθοδος αξιολόγησης του κινδύνου που αφορά τα βιογεωγραφικά είδη (*species' biogeographical risk assessment*) και η μέθοδος αξιολόγησης του κινδύνου για συγκεκριμένα είδη (*species – specific risk assessment*). Αυτές οι μέθοδοι εκτίμησης κινδύνου πρέπει να εφαρμόζονται από όλα τα Κράτη Μέλη τα οποία χορηγούν εξαιρέσεις στα πλοία και όλους τους πλοιοκτήτες ή διαχειριστές που κάνουν αίτηση χορήγησης εξαίρεσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού *A*.

3.6.8 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G8 – ΕΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ έχουν ως στόχο την αξιολόγηση και την έγκριση των συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος ώστε να διασφαλιστεί η ομοιόμορφη και ορθή εφαρμογή των προτύπων της Σύμβασης δηλαδή αν αυτά πληρούν το πρότυπο του Κανονισμού *D-2*. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω συγκεκριμένων προτάσεων σχετικά με το σχεδιασμό, την εγκατάσταση, την απόδοση, τον έλεγχο, την περιβαλλοντική αποδοχή και τέλος την έγκριση των συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος. Έτσι, οι κατασκευαστές οι πλοιοκτήτες και τα Κράτη Μέλη, ο καθένας για τους δικούς του λόγους, μπορεί να γνωρίζει τις γενικές απαιτήσεις για το σχεδιασμό και την κατασκευή, τις τεχνικές διαδικασίες αξιολόγησης του εξοπλισμού, τις διαδικασίες έκδοσης και έγκρισης του Πιστοποιητικού (*Type Approval*) και τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα συστήματα.

Η αξιολόγηση της απόδοσης των συστημάτων εκτός από τις επίγειες δοκιμές περιλαμβάνει πειραματική αξιολόγηση πλοίων στα οποία εγκαθίστανται πρωτότυπα συστήματα. Για τη λήψη του Πιστοποιητικού *Type Approval* το σύστημα θα πρέπει να συμμορφώνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού *A* και *B* που αφορούν τα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος και με το πρότυπο επιδόσεων του Κανονισμού *D-2*. Επιπλέον, λαμβάνεται

υπόψη κατά την αξιολόγηση ότι αυτά τα συστήματα κατά τη λειτουργία τους, δεν βλάπτουν την ασφάλεια του πλοίου, την ασφάλεια και την υγεία του πληρώματος, το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Σε επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούν πρακτικά παραδείγματα που αφορούν τον κανονισμό G-8.

3.6.9 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G9 – ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για την έγκριση και την ανάκληση της έγκρισης συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος που χρησιμοποιούν ενεργές ουσίες για τη διαχείριση του έρματος. Για να γίνουν αποδεκτά από τη Σύμβαση, τα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος που χρησιμοποιούν ενεργές ουσίες ή παρασκευάσματα που περιέχουν ενεργές ουσίες, θα πρέπει αυτές να εγκριθούν από το τεχνικό τμήμα του ΙΜΟ, βάση διαδικασίας που έχει αναπτυχθεί από αυτόν για την ασφάλεια των πλοίων, την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του υδάτινου περιβάλλοντος. Έτσι οι παρούσες Κατευθυντήριες Οδηγίες δεν αφορούν την αποτελεσματικότητα των ενεργών ουσιών, και των συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος που ήδη έχει καλυφθεί από τις κατευθυντήριες οδηγίες G-8.

3.6.10 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G10 – ΕΓΚΡΙΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για την έγκριση και την επίβλεψη προγραμμάτων πρωτότυπων τεχνολογιών επεξεργασίας υδάτων έρματος ενθαρρύνοντας την ομοιόμορφη εφαρμογή του προτύπου D-4. Σκοπός είναι να συνδράμουν στην αξιολόγηση αυτών των τεχνολογιών από τις Εθνικές Αρχές με βάση τα κριτήρια του Κανονισμού D-2. Οι παρούσες Κατευθυντήριες Οδηγίες επίσης έχουν σκοπό να ενθαρρύνουν τους κατασκευαστές και τους πλοιοκτήτες να αναλάβουν πρωτοβουλίες ανάπτυξης νέων τεχνολογιών, διατυπώνοντας γενικές συστάσεις σχετικά με τα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται για την έγκριση τέτοιων προγραμμάτων, το σχεδιασμό, την κατασκευή, τις τεχνικές διαδικασίες για τη διεξαγωγή δοκιμών και την αξιολόγηση της απόδοσης, τις διαδικασίες για την έκδοση μιας Δήλωσης Συμμόρφωσης με το σχετικό Κανονισμό D και τις ευθύνες της Αρχής που κάνει επίβλεψη της εκτέλεσης του προγράμματος.

Στις οδηγίες αναφέρονται επίσης η σταδιακή διαδικασία για την αξιολόγηση προγραμμάτων πρωτότυπων τεχνολογιών, από την αρχική αίτηση, μέχρι την αξιολόγηση της απόδοσης τους και την τελική έγκριση ή απόρριψη τους από την υπεύθυνη για το πρόγραμμα Αρχή.

3.6.11 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G11 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό και την κατασκευή πλοίων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού D-1. Σκοπός των παρόντων Κατευθυντήριων Οδηγιών είναι η

παροχή καθοδήγησης σε ναυπηγούς, σχεδιαστές πλοίων, ιδιοκτήτες και διαχειριστές πλοίων για ασφαλή σχεδιασμό, περιβαλλοντικά αποδεκτών, τεχνικά εφαρμόσιμων και οικονομικά αποδοτικών προτύπων συστημάτων ανταλλαγής υδάτων έρματος όπως απαιτείται από τον Κανονισμό D-1. Τα παραπάνω βέβαια πρέπει να ισχύουν εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την επιχειρησιακή τους ικανότητα και ασφάλεια, λαμβάνοντας υπόψιν και τις ιδιαιτερότητες σχεδιασμού τους.

3.6.12 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G12 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για την ελαχιστοποίηση της πρόσληψης και της ανεπιθύμητης παγίδευσης ιζημάτων, τη διευκόλυνση της απομάκρυνσης των ιζημάτων και την ασφαλή πρόσβαση για αφαίρεση των ιζημάτων και λήψη δειγμάτων. Σκοπός των παρόντων Κατευθυντήριων Οδηγιών είναι η παροχή καθοδήγησης σε ναυπηγούς, σχεδιαστές πλοίων, ιδιοκτήτες και διαχειριστές πλοίων για ανάπτυξη δομών και εξοπλισμού πλοίων προς επίτευξη των στόχων που ήδη αναφέρθηκαν μειώνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα εισαγωγής επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων. Παραδείγματος χάριν αυτοκαθαριζόμενες σχάρες που βρίσκονται σε ψηλό σημείο σε σχέση με την τρόπιδα και εκατερωθεν του πλοίου, κατάλληλη διαμόρφωση των δεξαμενών ώστε να αποφεύγεται η μόνιμη επικάθηση και ο εγκλωβισμός των ιζημάτων άλλα και να διευκολύνεται η μετέπειτα απόρριψη τους σχεδιάζοντας δίκτυα σωληνώσεων που υποβοηθούν την έντονα τυρβώδη ροή εντός των δεξαμενών κατά τον αφερματισμό.

3.6.13 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G13 – ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΣΥΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για την παροχή καθοδήγησης στα Κράτη Μέλη όταν κριθεί ότι απαιτούνται πρόσθετα μέτρα για την αποτροπή, τη μείωση ή την εξάλειψη της μεταφοράς επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων μέσω των υδάτων έρματος και των ιζημάτων των πλοίων. Περιλαμβάνουν καθοδήγηση για ένα Κράτος Μέλος που σκοπεύει να εισάγει επιπρόσθετα της συνθήκης μέτρα και για τα κριτήρια που θα γίνει η αξιολόγηση προκείμενου να διαπιστωθεί αν αυτά πρέπει να επικυρωθούν.

3.6.14 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ G14 – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΓΙΑ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Οι Κατευθυντήριες Οδηγίες του παρόντος σετ χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση, την εκτίμηση - αξιολόγηση και τον προσδιορισμό των θαλάσσιων περιοχών όπου τα πλοία επιτρέπεται να εκτελούν διαδικασίες ανταλλαγής υδάτων έρματος σύμφωνα με τον σχετικό Κανονισμό B. Συγκεκριμένα

περιλαμβάνουν γενική καθοδήγηση για την προώθηση μιας ομοιόμορφης – ενιαίας εφαρμογής του σχετικού Κανονισμού *B* για τον καθορισμό των περιοχών ανταλλαγής υδάτων έρματος για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου εισαγωγής επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων. Σημαντικό είναι τα Κράτη Μέλη κατά τον ορισμό περιοχών να προσπαθούν να μη βλάπτουν το περιβάλλον ή την υγεία του ανθρώπου. Αυτές τις Κατευθυντήριες Οδηγίες πρέπει να τις λαμβάνουν υπόψη τους οι Λιμενικές Αρχές που εξετάζουν και προτίθενται να ορίσουν περιοχές ανταλλαγής υδάτων έρματος σύμφωνα με τον σχετικό Κανονισμό *B*.

4 ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΜΑΤΟΣ

4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση Νηογνομώνων (International Association of Classification Societies – IACS) για την ανταλλαγή των υδάτων έρματος υπάρχουν τρεις μέθοδοι, η μέθοδος διαδοχικής ανταλλαγής (Sequential Method), η μέθοδος ανταλλαγής μέσω υπερχειλίσης (Flow Through Method) και η μέθοδος διάλυσης (Dilution Method).

- Η προϋποθέτει την ανταλλαγή των υδάτων έρματος αδειάζοντας αρχικά πλήρως όλες τις δεξαμενές στον ανοικτό ωκεανό και ξαναγεμίζοντας τις εκ νέου από αυτόν τουλάχιστον κατά το 95% της ποσότητας του έρματος που είχε στην αρχή.
- Τα πλοία τα οποία εφαρμόζουν τη διαδικασία ανταλλαγής υδάτων έρματος μέσω της μεθόδου υπερχειλίσης (Flow Through Method), θα πρέπει να αντλούν για κάθε δεξαμενή 3 φορές τον όγκο της. Η μέθοδος αυτή επηρεάζει ελάχιστα την ευστάθεια του πλοίου και ενδείκνυται περισσότερο σε κακοκαιρία ιδιαίτερα όταν η διαδοχική ανταλλαγή των υδάτων έρματος παρουσιάζει οριακά αποτελέσματα . Πριν την υιοθέτηση της, μια αρκετά μεγάλη σειρά από παραμέτρους πρέπει να εξετάζεται διεξοδικά. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί η χωρητικότητα των εξαεριστικών κάθε δεξαμενής έρματος σε σχέση με την παροχή της αντλίας ώστε να αποφευχθεί υπερπίεση εντός της . Επίσης αν οι αντλίες έχουν την ικανότητα συνεχούς λειτουργίας και σταθερής πίεσης (φυγοκεντρικές) όπως και η επιπλέον μέριμνα σφράγισης των ανθρωποθυρίδων μετά το πέρας της διαδικασίας.
- Στη μέθοδο της διάλυσης γίνεται ταυτόχρονα η διαδικασία της εκκένωσης από κάτω και της πλήρωσης από πάνω στη δεξαμενή. Κατά τη διαδικασία αυτή η ροή εκκένωσης είναι ίδια με αυτή τη πλήρωσης και η στάθμη των υδάτων στη δεξαμενή διατηρείται σταθερή. Σε αυτή τη μέθοδο είναι εξίσου σημαντικό, η διαδικασία άντλησης να γίνει τρεις φορές σε σχέση με τον όγκο κάθε ξεχωριστής δεξαμενής.

Λόγω των υπολογίσιμων προβλημάτων που δημιουργήθηκαν στην αντοχή και ευστάθεια των πλοίων αλλά και των αμφιβολιών για την αποδοτικότητα τους κατά την πρακτική εφαρμογή του πρωτοκόλλου *D-1* όπως και της αντικειμενικής δυσκολίας που προέκυψε για τη διενέργεια ελέγχων συμμόρφωσης, ο IMO προχώρησε στη υιοθέτηση της καθολικής ισχύος του κανονισμού *D-2* από το 2024.



Εικόνα 9: Η μέθοδος υπεργείλισης έρματος

(<https://www.istockphoto.com/videos/ballast-tank>)

4.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια να αναφερθούν τα συστήματα επεξεργασίας υδάτων έρματος με βάση το πρότυπο του κανονισμού *D-2* της *BWMC*. Έτσι σε ανταπόκριση με το παράρτημα αυτού του κανονισμού από το Μάρτιο του 2006 μέχρι τον Δεκέμβριο του 2019 τα συστήματα που έλαβαν έγκριση από τον IMO έφτασαν τα 189. Ο διαχωρισμός τους με βάση τα επιχειρησιακά κριτήρια του σημείου, και του χρονικού προσδιορισμού της επεξεργασίας, μπορεί να γίνει αρχικά σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

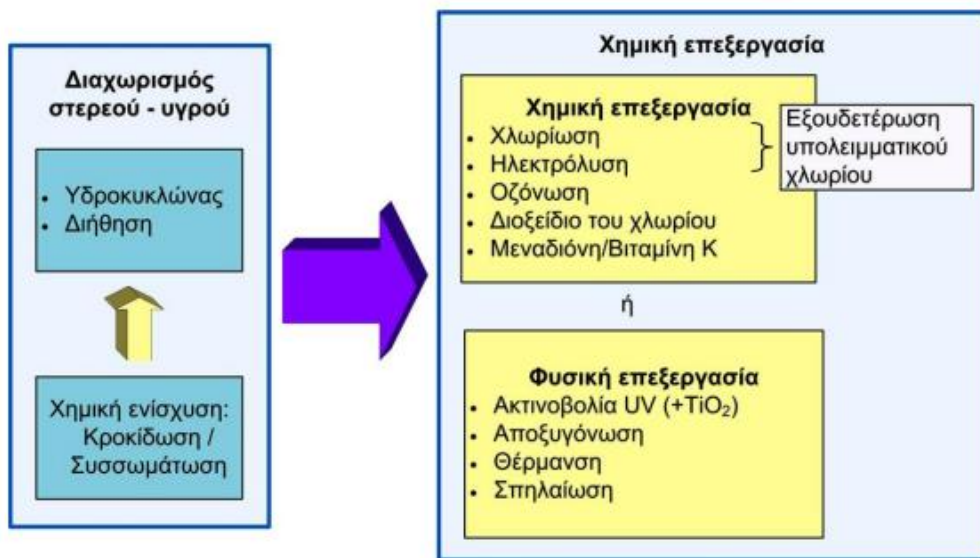
Μέθοδοι εντός της γραμμής έρματος (*In-Line treatment*) και μέθοδοι εντός της δεξαμενής έρματος (*In-Tank treatment*).

(*Comparisons of interdisciplinary ballast water treatment systems and operational experiences from ships*<https://link.springer.com/article/10.1186/s40064-016-1916-z>)

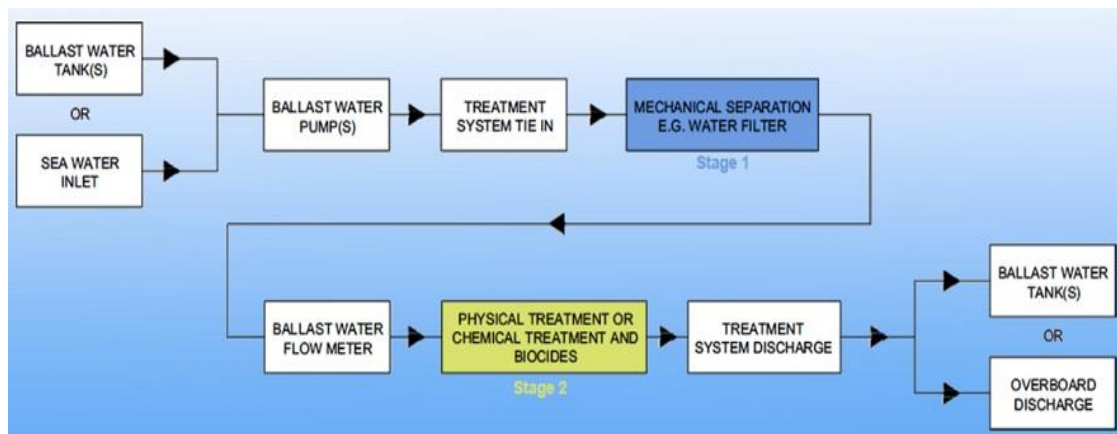
- Εντός της γραμμής (*In-Line treatment*)
Τα συστήματα *In line* λειτουργούν με την βασική επεξεργασία του νερού να πραγματοποιείται κατά τον ερματισμό περνώντας μέσα από αυτά πριν καταλήξουν στις δεξαμενές.
- Εντός της δεξαμενής έρματος (*In-Tank treatment*).
Στα συστήματα αυτού του τύπου, το υδάτινο έρμα καθαρίζεται εντός των δεξαμενών και κατά την διάρκεια του ταξιδιού, Αυτό θεωρείται και το βασικό τους πλεονέκτημα.

Οι μέθοδοι για την επεξεργασία των υδάτων έρματος επίσης μπορούν να διαχωριστούν και με βάση την τεχνολογία που χρησιμοποιούν. Η εμπειρία από τα επιτυχημένα σημερινά εμπορικά συστήματα έχει δείξει ότι πιο αποτελεσματικός είναι ο συνδυασμός αυτών Έτσι καταλήγουμε σε τρεις βασικές κατηγορίες και μια που προκύπτει από το συνδυασμό των τριών πρώτων:

- Μηχανικός διαχωρισμός
- με φυσική απολύμανση
- με χημική επεξεργασία
- ή με το συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων.



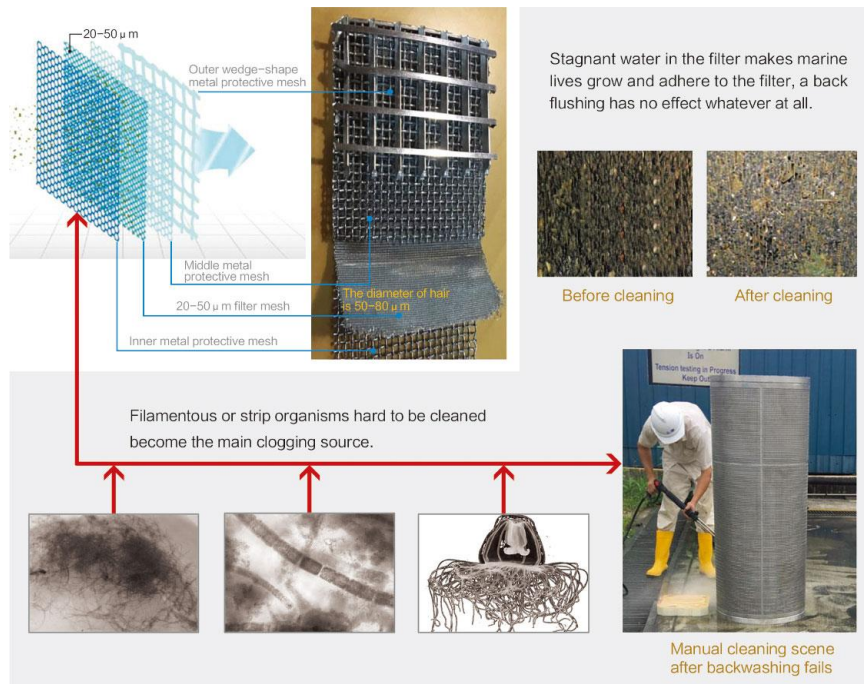
Εικόνα 10: Βασικές μέθοδοι διαχείρισης υδάτων έρματος
(https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5481/3/02_chapter_5.pdf)



Εικόνα 11: Γενική μεθοδολογία διαχείρισης σε σύστημα επεξεργασίας υδάτων έρματος
(<http://shipsbusiness.com/ballast-water-treatment-system.html>)

4.2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ - ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΦΙΛΤΡΑ – ΤΥΜΠΑΝΟΥ

Η μέθοδος διήθησης χρησιμοποιεί μηχανικά φίλτρα με διάτρητα τύμπανα και αποτρέπει την εισαγωγή μεγάλου και μεσαίου μεγέθους αιωρούμενων σωματιδίων και ανεπιθύμητων θαλάσσιων οργανισμών με μέγεθος μεγαλύτερο από 40-50 μm . Τα περισσότερα από αυτά διαθέτουν συστήματα αυτοκαθαρισμού και απορροής των ακαθαρσιών στο ίδιο θαλάσσιο περιβάλλον από το οποίο εισάχθηκαν στο σύστημα. Η διαδικασία αυτή ενεργοποιείται συνήθως όταν η διαφορική πίεση (Δp) στην εισαγωγή (*Filter inlet*) και την εξαγωγή τους (*Filter outlet*) φτάσει τα 0.5 bar.g ή μετά από προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, ότι συμβεί πρώτο. Αποτελούν σχεδόν πάντα το πρώτο στάδιο επεξεργασίας συστημάτων σε συνδυασμό με μεθόδους φυσικής ή χημικής επεξεργασίας. Με την απομάκρυνση των σωματιδίων αυτών καθιστούν το δεύτερο στάδιο φυσικού ή χημικού καθαρισμού αποδοτικότερο λόγω της μείωσης της μάζας του νερού υπό επεξεργασία. Επίσης λόγω του μηχανικού τρόπου λειτουργίας τους δεν παράγουν χημικά υποπροϊόντα και θεωρούνται ως τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Ως μειονεκτήματα μπορούν να αναφερθούν τα εξής. Επιτρέπουν να περάσουν μικρότεροι οργανισμοί όπως ιοί και προκαλούν υπολογίσιμη πτώση πίεσης εντός του συστήματος από 0.2 – 0.5 bar.g. ενώ οι απαιτήσεις πίεσης στην εισαγωγή τους (filter backpressure) για τη λειτουργία του αυτοκαθαρισμού αγγίζει σε κάποια μοντέλα και τα 1.7 bar.g. Η τοποθέτηση του φίλτρου πολύ ψηλότερα από αντλίες έρματος μικρής ισχύος (*Derated Ballast Pumps*) επιδεινώνει την κατάσταση και μπορεί να οδηγήσει στην αλλαγή των αντλιών ή στη χρήση ενισχυτικής αντλίας (*Booster Pump*) σε σειρά με τις υπάρχουσες. Η συντήρηση τους πρέπει να γίνεται τακτικά με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή για να αποφεύγεται η μη αντιστρέψιμη απόφραξη τους (*Clogging*) κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος, αφού μπορεί να οδηγήσει σε άμεσο τερματισμό της διαδικασίας ερματισμού (*system shutdown*) και να χρειαστεί φυσικός καθαρισμός με υδροβολή. Η λειτουργία του συστήματος για μια ώρα ανά τακτά χρονικά διαστήματα μπορεί να βοηθήσει περαιτέρω στην αποφυγή αυτών των καταστάσεων.



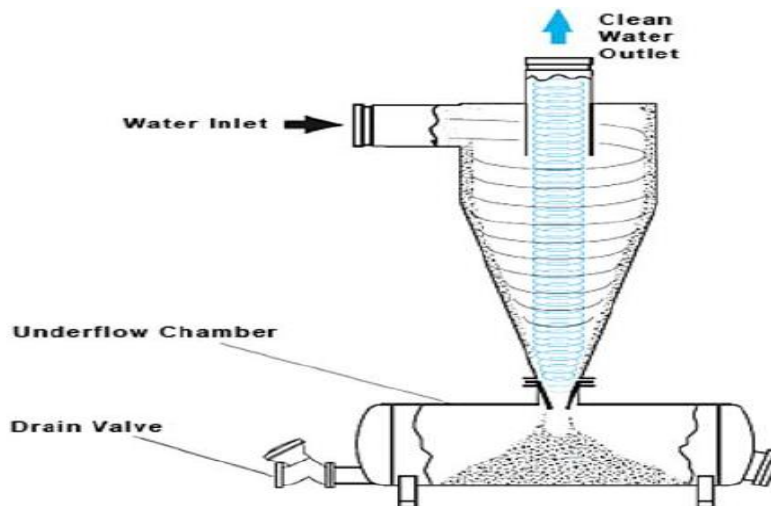
Εικόνα 12: Το πρόβλημα της απόφραξης φίλτρων με τύμπανο (*Screen filters*)

http://www.bsky.cn/en/product_item.asp?Plt=102&pone=119&ptwo=0

4.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΥΚΛΩΝΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ - ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΥΔΡΟΚΥΚΛΩΝΑΣ – *CYCLONIC SEPERATION*

Η μέθοδος του κυκλωνικού διαχωρισμού έχει την ικανότητα απομάκρυνσης σωματιδίων της τάξης των 50 – 100 μm . Λειτουργεί βάση της αρχής της φυγοκεντρικής εκμεταλλευόμενης τη διαφορά πυκνότητας μεταξύ υδρόβιων οργανισμών και ιζημάτων σε σχέση με το νερό. Συγκεκριμένα, οι υδροκυκλώνες δημιουργούν δίνες που αναγκάζουν τα βαρύτερα σωματίδια να κινηθούν προς τα εξωτερικά όρια της περιστρεφόμενης ροής όπου και παγιδεύονται σε ειδικά υδατοφράγματα ώστε να απορριφθούν πριν μπορέσουν να εισέλθουν στις δεξαμενές έρματος. Το έρμα εκτελεί σπειροειδή κίνηση προς τα πάνω και υπερχειλίζει στο άνω μέρος της κωνικής κατασκευής. Τα αιωρούμενα σωμάτια λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητας και μάζας τους εκτοξεύονται στα τοιχώματα του κώνου και συλλέγονται στο κάτω μέρος τους. Μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν μπορεί να διαχωρίσει ικανοποιητικά οργανισμούς παρόμοιας πυκνότητας με αυτές του νερού. Έτσι, οι υδροκυκλώνες δεν θεωρούνται τόσο αποτελεσματικοί όσο τα φίλτρα.

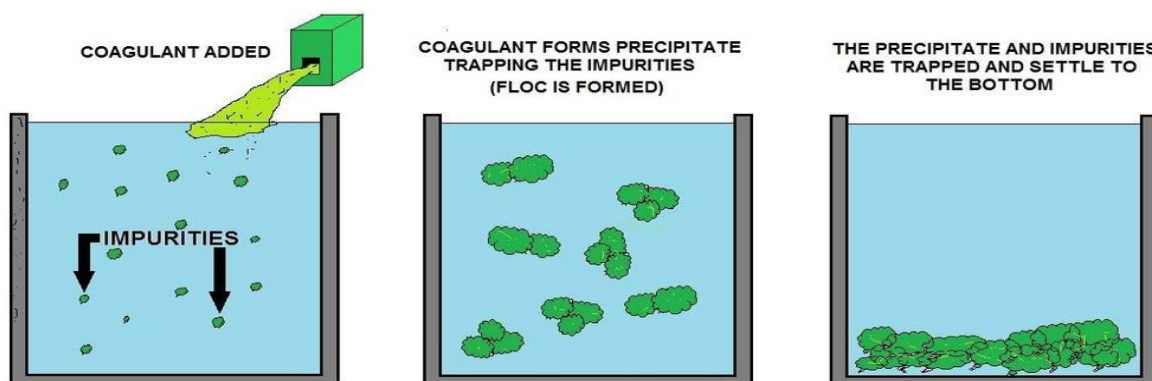
Παρόλα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί σαν πρώτο στάδιο επεξεργασίας στο πρώιμο στάδιο ανάπτυξης αυτών των συστημάτων με αρκετή επιτυχία.



Εικόνα 13: Υδροκυκλώνας – αρχή λειτουργίας

https://www.researchgate.net/figure/Hydrocyclone-flow-scheme-and-mode-of-operation-110_fig6_235971711

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι δυο παραπάνω μέθοδοι είναι δυνατόν να γίνουν πιο αποτελεσματικές αν πριν από αυτές εφαρμοστεί η μέθοδος της κροκίδωσης που είναι γνωστή και ως συσσωμάτωση. Μέσω αυτής της μεθόδου επιτυγχάνεται η ένωση μεταξύ μικρότερων σωματιδίων (<math><1 \mu\text{m}</math>) που αιωρούνται εντός του θαλασσινού νερού περιέχει υλικό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ένωση μικρότερων σωματιδίων μεταξύ τους αυξάνοντας το μέγεθος τους και διευκολύνοντας με αυτόν τον τρόπο την απομάκρυνση τους. Το αρνητικό αυτής της μεθόδου είναι η πιθανή ανάγκη ύπαρξης ενδιάμεσης δεξαμενής (*Settlement Tank*) ώστε να επιτευχθεί η συσσωμάτωση μετά από κάποιο υπολογίσιμο χρονικό διάστημα. Γιαυτόν το λόγο δεν φαίνεται μέχρι στιγμής να προτιμάται από τους κατασκευαστές συστημάτων.



BASICS OF COAGULATION / FLOCCULATION PROCESS

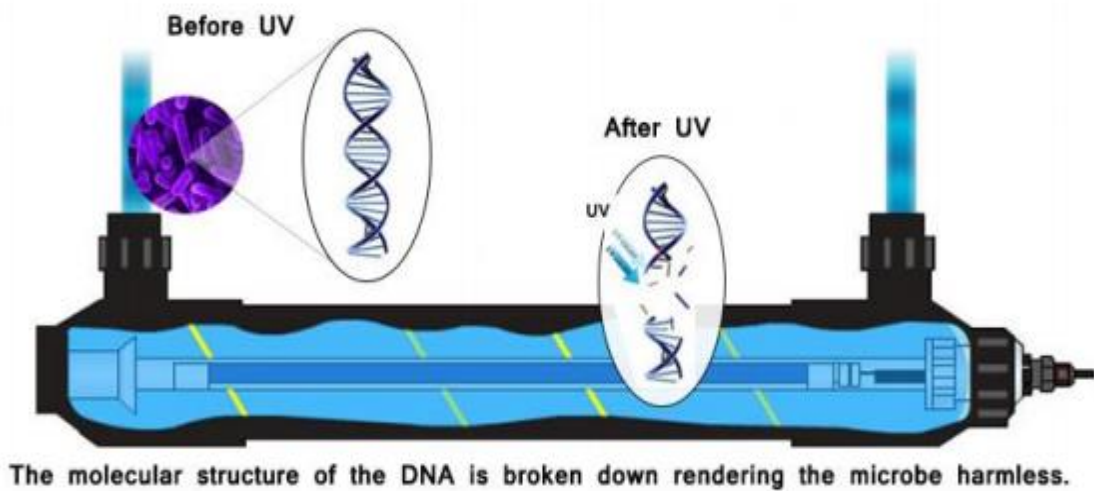
Εικόνα 14: Κροκίδωση

<https://docplayer.net/149962590-Water-chemistry-continuing-education-professional-development-course-1-st-edition.html>

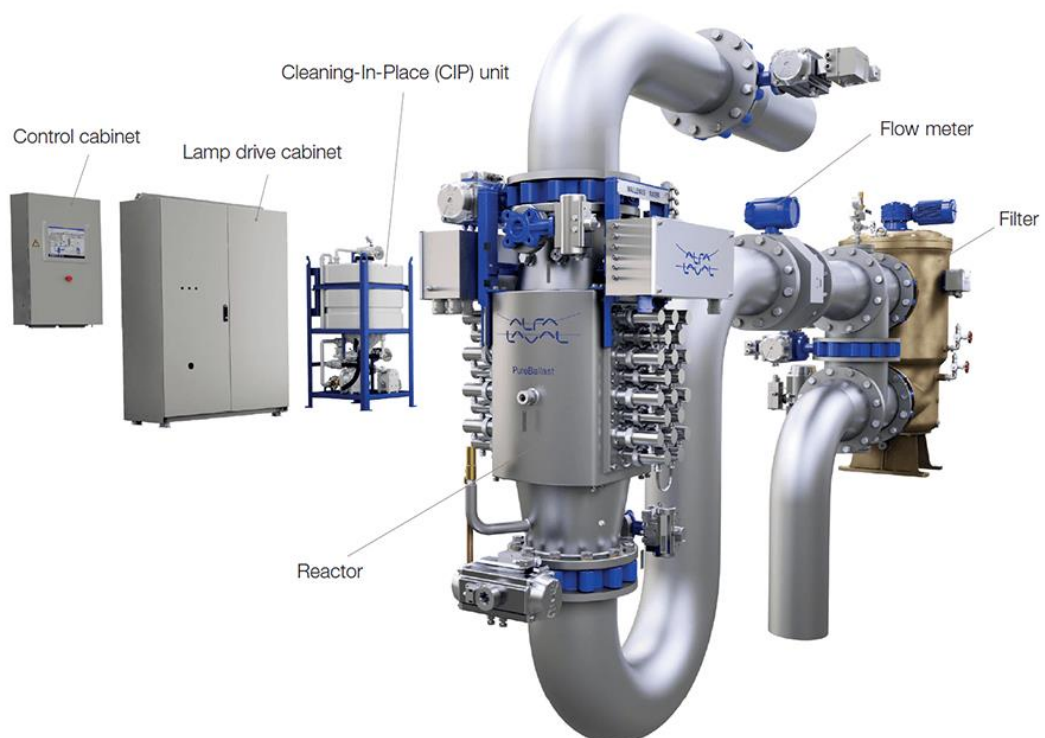
4.2.3 ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ ΦΩΣ – UV RADIATION

Η φυσική απολύμανση με υπεριώδες φως (*UV Radiation*) αποτελεί μια δοκιμασμένη λύση σε επίγειες εγκαταστάσεις συστημάτων καθαρισμού νερού εδώ και αρκετές δεκαετίες. Βασίζεται στην εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας μέσω χρήσης λαμπών τεχνολογίας υδραργύρου που περιβάλλονται από κρυστάλλους χαλαζία. Η UV ακτίνες διαπερνώντας τις κυτταρικές μεμβράνες των μικροοργανισμών προκαλούν φωτοχημικές μεταβολές στα νουκλεϊκά οξέα (DNA and RNA) και τις πρωτεΐνες των οργανισμών που βρίσκονται στο νερό με απώτερο σκοπό την στείρωση και βιολογική καταστροφή τους. (Ανδρεαδάκης, 2008; David & Gollasch, 2015). Η κατασκευή συνήθως αποτελείται από συστοιχίες μακρόστενων λαμπών κάθετα προσανατολισμένων στη ροή του νερού εντός μεταλλικού περιβλήματος που παρεμβάλλεται στη γραμμή ερματισμού μετά από το φίλτρο για την αποφυγή καταστροφής των λαμπών από μεγαλύτερα σωματίδια. Η εκπομπή της ακτινοβολίας και άρα η ισχύς που καταναλώνεται προσαρμόζεται ανάλογα με την ποιότητα του εισερχόμενου νερού μέσω φωτοευαίσθητων αισθητήρων και μονάδας ελέγχου PLC. Παρόλο που η UV ακτινοβολία θεωρείται επικίνδυνη για τον άνθρωπο η κατασκευή των συστημάτων αποκλείει τη διαρροή της στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης. Έτσι το σύστημα αυτό θεωρείται από τα πιο ασφαλή για το πλοίο και για τον άνθρωπο λόγω της μη χρήσης δραστικών ουσιών και χημικών διαβρωτικών. Επίσης τα υποσυστήματα που τροφοδοτούν τις λάμπες με ρεύμα είναι δυνατό να τοποθετηθούν πολύ μακρύτερα από αυτές σε χώρους μη επικίνδυνους για έκρηξη (*Non Hazardous Zone*) όπως πχ στο μηχανοστάσιο ενώ ο ριάκτορας που περιέχει τις λάμπες μπορεί να βρίσκεται σε επικίνδυνο για εκρήξεις σημείο όπως είναι το αντλιοστάσιο (*pump room*). Σημαντικό ακόμα να αναφερθεί ότι στα περισσότερα UV συστήματα δυο σταδίων, κατά τον αφερματισμό το νερό παρακάμπτοντας το μηχανικό φίλτρο ξαναπερνάει από τον UV reactor για να εξαλειφθεί η πιθανότητα αναγέννησης μικροοργανισμών που μπορεί να έχει συμβεί κατά το ταξίδι. Μετά από κάθε χρήση ή ακόμα και κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους τα συστήματα αυτά διενεργούν απόπλυση και καθαρισμό της ευαίσθητης επιφάνειας των κρυστάλλων χαλαζία για βελτιστοποίηση της φωτεινότητας και άρα της συνολικής απόδοσης του συστήματος, μειώνοντας τις ανάγκες σε ισχύ.

How UV Works



Εικόνα 15: Επίδραση UV ακτινοβολίας στο DNA μικροοργανισμών
<http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4210/mec%2042941.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



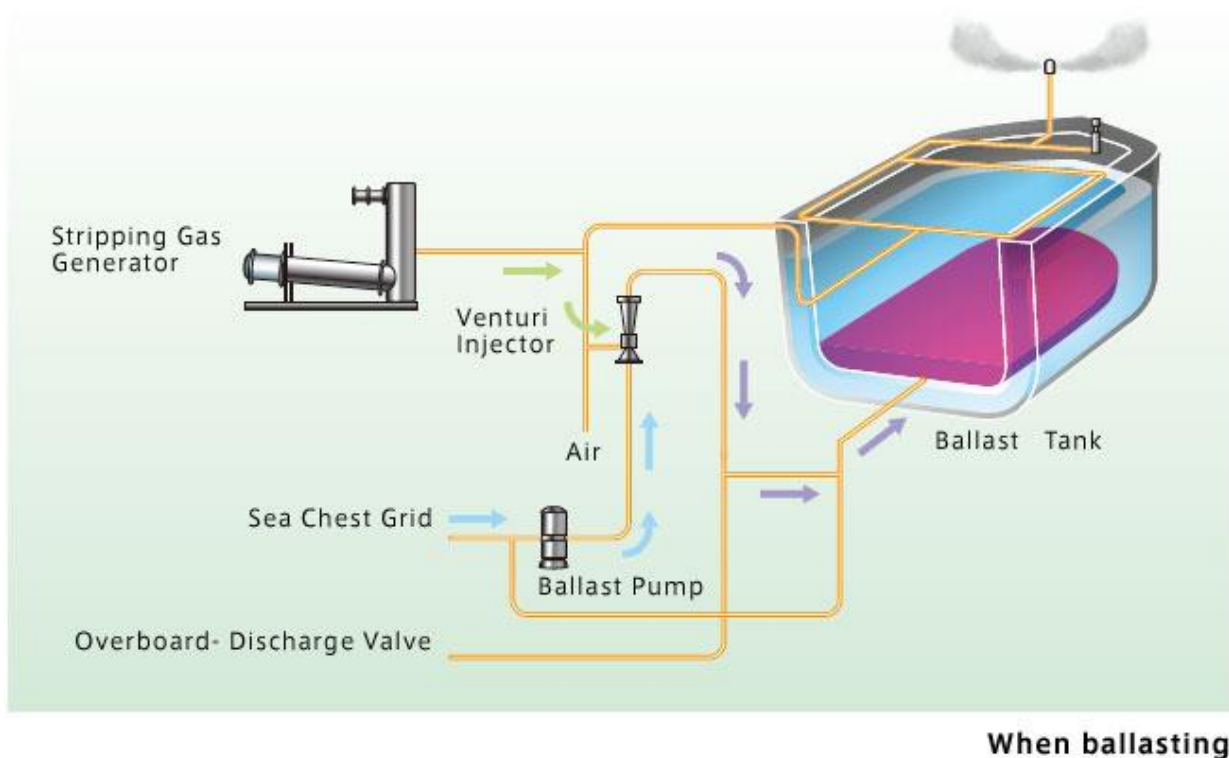
Εικόνα 16: Σύστημα δύο σταδίων επεξεργασίας με φίλτρο και λάμπες UV της ALFA LAVAL
<https://www.alfalaval.com/microsites/pureballast/uvballastwatertreatment/>

4.2.4 ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ – CAVITATION

Η φυσική απολύμανση με σπηλαίωση είναι μια μέθοδος που σκοπό έχει τη δημιουργία σπηλαίωσης εντός του έρματος προς επεξεργασία με χρήση υπερήχων είτε με έγχυση αερίου. Η σπηλαίωση που προκαλείται λόγω της πτώσης πίεσης στο νερό και η δημιουργία φυσαλίδων προκαλεί καταπόνηση στις κυτταρικές μεμβράνες των υδρόβιων οργανισμών καταστρέφοντας τες με αποτέλεσμα την άμεση θανάτωσή τους. Πλεονέκτημα αποτελεί ότι η χρήση της δεν παράγει επικίνδυνα υποπροϊόντα άρα είναι φιλική προς το περιβάλλον. Για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής αυτού του συστήματος καθίσταται απαραίτητη η χρήση και άλλων μεθόδων καθώς έχει ικανοποιητική απόδοση μόνο όταν χρησιμοποιείται σαν αρχικό στάδιο επεξεργασίας. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το ότι η σπηλαίωση εντός των σωληνώσεων επιταχύνει πολύ τη φθορά τους και κατά τα αλλά πρέπει να αποφεύγεται.

4.2.5 ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΠΟΟΞΥΓΟΝΩΣΗ – DE-OXYGENATION

Η φυσική απολύμανση με αποοξυγόνωση είναι μια μέθοδος που η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στην απομάκρυνση οξυγόνου από τις δεξαμενές έρματος και επιτυγχάνεται με έγχυση αδρανούς αερίου (Inert Gas). Άζωτο ή άλλο αδρανές αέριο εγχέεται στο χώρο πάνω από τη στάθμη του νερού στις δεξαμενές έρματος. Αυτό προκαλεί την απομάκρυνση του οξυγόνου από το νερό και οι μικροοργανισμοί παθαίνουν υποξία και πεθαίνουν. Για να επιτύχει η αποοξυγόνωση, οι δεξαμενές έρματος πρέπει να είναι απόλυτα αεροστεγείς. Για να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα η διαδικασία αυτή χρειάζονται δύο έως τέσσερις ημέρες, συνεπώς η συγκεκριμένη μέθοδος δεν ενδείκνυται για πλοία που εκτελούν βραχείς πλόες. Αυτή η μέθοδος είναι φιλική προς το περιβάλλον και επίσης επιβραδύνει την οξείδωση εντός των δεξαμενών μειώνοντας ταυτόχρονα και τη φθορά των προστατευτικών ανοδίων.



Εικόνα 17: Σχηματική διάταξη συστήματος αποξυγονοποίησης με έγχυση αδρανούς αερίου

(<http://www.kakoki.co.jp/english/products/m-006/index.html>)

4.2.6 ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ – *HEAT TREATMENT*

Η φυσική απολύμανση με θερμικές τεχνικές είναι μια *In Tank Treatment* μέθοδος που η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στη θέρμανση των υδάτων που βρίσκονται στις δεξαμενές έρματος σε πολύ υψηλή θερμοκρασία επιτυγχάνοντας την εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων υδρόβιων οργανισμών. Αποτελέσματα των εργαστηριακών πειραμάτων έδειξαν ότι η διατήρηση του υδάτινου έρματος για 48 ώρες στους 35 ° C κατάφερε να εξουδετερώσει το 80% των μικροοργανισμών, ενώ για 36 ώρες στους 40 C, εξουδετέρωσε το 90% των μικροοργανισμών. Αυτά τα ποσοστά είναι μη αποδεκτά με βάση τα πρότυπα της σύμβασης του *IMO*. Αν διατηρήσουμε τη θερμοκρασία σε 45°C για τέσσερις ώρες τότε η αποτελεσματικότητα στη θανάτωση των μικροοργανισμών φτάνει περίπου το 95%. Αυτό το ποσοστό μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητικό, αλλά η μέθοδος πρέπει να εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα, με βάση τα πρότυπα πιστοποίησης της Συνθήκης του *IMO*. Για την εφαρμογή της μεθόδου σε υφιστάμενο πλοίο θεωρήθηκε κατάλληλη η χρήση μιας μόνο δεξαμενής έρματος για θέρμανση. Επομένως, μετά την εφαρμογή της μεθόδου, το επεξεργασμένο έρμα πρέπει να μεταφέρεται από αυτήν τη δεξαμενή σε κάποια άλλη. Στη συνέχεια φρέσκο νερό θα πρέπει να πληρώσει την δεξαμενή θέρμανσης ώστε και αυτή να θερμανθεί και να γεμίσει κάποια

άλλη δεξαμενή. Λόγω αυτής της χρονικής καθυστέρησης, η μέθοδος επεξεργασίας του νερού έρματος με θέρμανση είναι κατάλληλη για εκείνους τους τύπους πλοίων που χρειάζονται μικρές ποσότητες έρματος προς επεξεργασία, για παράδειγμα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβώτιων και γενικά φορτία, παρά μεγάλα δεξαμενόπλοια που ξεφορτώνουν όλο το φορτίο τους και πρέπει να γεμίσουν τις περισσότερες δεξαμενές έρματος με θαλασσινό νερό, σχεδόν ταυτόχρονα.

Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η θέρμανση εντός των δεξαμενών έρματος μπορεί να συμβάλλει στην διάβρωση τους και να επιτρέψει τη δημιουργία – ανάπτυξη τροπικών φυκιών που ευδοκιμούν στις υψηλές θερμοκρασίες. Αν τέλος η θέρμανση των υδάτων δεν μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω των μηχανών, και η χρήση λεβήτων κρίνεται απαραίτητη, τότε το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας τους με επιπλέον κατανάλωση καυσίμου μπορεί να καταστήσει τη μέθοδο τελικά αντιοικονομική.

4.2.7 ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΒΙΟΚΤΟΝΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ – CHEMICAL DISINFECTION

Είναι μια ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδος επεξεργασίας που χρησιμοποιείται από πολλά συστήματα επεξεργασίας σαν το δεύτερο στάδιο καθαρισμού του υδάτινου έρματος και βρίσκονται σε υπηρεσία με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Τα χημικά βιοκτόνα αυτά χωρίζονται σε οξειδωτικά και μη οξειδωτικά με κύρια διαφορά τη δράση των οξειδωτικών στις κυτταρικές μεμβράνες με σκοπό την καταστροφή τους ενώ τα μη οξειδωτικά βιοκτόνα, αλληλοεπιδρούν με αναπαραγωγικές, νευρικές ή μεταβολικές λειτουργίες των οργανισμών.

Για οσα χημικά έχουν σαν βάση το χλώριο, είναι απαραίτητο να γίνεται έλεγχος για παραμένοντα υπολείμματα του και να εξουδετερώνονται κατά τον αφερματισμό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αποχλωρίωση και πραγματοποιείται με κάποιο αναγωγικό μέσο, όπως το *Sodium Bisulfite* μέσω ελέγχου της συγκέντρωσης του χλωρίου από το σύστημα. Τα χημικά βιοκτόνα συνήθως για πρακτικούς λόγους αποθήκευσης και διαχείρισης, συναντιούνται είτε σε συμπυκνωμένη στερεή είτε σε συμπυκνωμένη υγρή μορφή. Ωστόσο τα οξειδωτικά χημικά είναι πολύ επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και πρέπει να χειρίζονται με προσοχή σύμφωνα με τις οδηγίες της παρούσας σύμβασης. Ένα δυνητικό μειονέκτημα στα συστήματα που χρησιμοποιούν προπαρασκευασμένα βιοκτόνα ή χρησιμοποιούν περισσότερες από μια αποθηκευμένες ουσίες για την παρασκευή τους είναι και ο βαθμός διαθεσιμότητας τους στα λιμάνια που χρησιμοποιεί το πλοίο όπως και ο

επιχειρησιακός σχεδιασμός για την επάρκεια τους εντός του πλοίου από την Ναυτιλιακή η Διαχειρίστρια Εταιρία

Στην επεξεργασία των υδάτων έρματος εκτελούνται οι εξής διεργασίες ανάλογα με το οξειδωτικό χημικό που χρησιμοποιούν:

- Χλωρίωση - *Chlorination*:

Αυτή η διεργασία επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μοριακό χλώριο (Cl_2), υποχλωριώδες οξύ ($HOCL$), υποχλωριώδες ανιόν (OCL), διοξείδιο του χλωρίου (ClO_2), υπεροξικό οξύ ($CH_3CO - OOH$) και υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) και αφού είναι μια διεργασία που χρησιμοποιεί οξειδωτικά χημικά προκαλεί το θάνατο στους υδρόβιους οργανισμούς καταστρέφοντας τους την κυτταρική μεμβράνη τους.

Συγκεκριμένα όταν χρησιμοποιούνται:

- ο Μοριακό Χλώριο (Cl_2), Υποχλωριώδες Οξύ ($HOCL$), Υποχλωριώδες Ανιόν (OCL):

Για να είναι σαν διεργασία περισσότερο αποτελεσματική και όχι μόνο στην καταστροφή των κυστών θα πρέπει να έχει συγκέντρωση μεγαλύτερη από αυτή των $2 \frac{mg}{L}$. Αυτή η μέθοδος όπως είναι λογικό αφού χρησιμοποιούνται χημικά παράγει παραπροϊόντα που είναι επιβλαβή καθώς αντιδρούν με την οργανική ύλη που υπάρχει μέσα στο νερό. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου επηρεάζεται από παράγοντες όπως το pH και τη θερμοκρασία του νερού αλλά και το είδος των υδρόβιων οργανισμών. Επίσης, είναι απαραίτητη η αποχλωρίωση του έρματος προτού γίνει η απόρριψη του στη θάλασσα καθώς αυτά τα χημικά μπορούν όταν βρεθούν σε μεγάλη συγκέντρωση να προκαλέσουν ζημιά στο οικοσύστημα απόρριψής τους.

- ο Διοξείδιο του Χλωρίου (ClO_2):

Μπορεί να θανατώσει όλους τους υδρόβιους μικροοργανισμούς και επιπλέον μπορεί να απορριφθεί χωρίς περαιτέρω επεξεργασία στη θάλασσα μετά από 24 ώρες καθώς έχει χρόνο ζωής από 6 έως 12 ώρες στις συγκεντρώσεις που υπάρχει στο έρμα. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα που έχει είναι ότι έχει εξίσου καλά αποτελέσματα ακόμα και όταν το νερό είναι θολό, αυτό επιτυγχάνεται λόγω του ότι δεν αντιδρά με την οργανική ύλη.

- Υπεροξικό Οξύ ($CH_3CO - OOH$) και Υπεροξειδίο του Υδρογόνου (H_2O_2):

Αυτά τα δύο χημικά χρησιμοποιούνται ως μίγμα. Παρόλο που διαλύονται αρκετά εύκολα στο νερό και δεν παράγουν πολλά επιβλαβή προϊόντα για να είναι αποτελεσματικά πρέπει να υπάρχουν σε μεγάλη συγκέντρωση. Επιπλέον, απαιτούνται κατάλληλες εγκαταστάσεις αποθήκευσης και σαν χημικά είναι αρκετά ακριβά σε σχέση με άλλα.

- Ηλεκτροχλωρίωση – Ηλεκτρόλυση – *Electro-chlorination*:

Σε αυτή τη διεργασία με ηλεκτρόλυση επιτυγχάνεται η μετατροπή του χλωρίου που περιέχεται στο θαλασσινό νερό, *in situ*, σε υποχλωριώδες ανιόν. Βασική προϋπόθεση για τη λειτουργία αυτής της μεθόδου είναι ότι το νερό πρέπει να έχει ένα ελάχιστο βαθμό αλατότητας για να υποβοηθήσει την ηλεκτρόλυση. Η αρχή λειτουργίας είναι ίδια με αυτή που περιγράφηκε για τη χλωρίωση με τη διαφορά ότι παρασκευάζεται εντός του πλοίου ώστε να χρειάζεται προμήθεια και αποθήκευση, ενώ το πλήρωμα πρέπει να διαχειριστεί μόνο την ουσία ουδετεροποίησης του χλωρίου (*Neutralizer Agent*), που χρησιμοποιείται για την αποχλωρίωση του έρματος προτού γίνει η απόρριψη του στη θάλασσα, αν το χλώριο βρεθεί σε μεγάλη συγκέντρωση ώστε να προκαλέσει καταστροφές στο οικοσύστημα. Σημαντικό κρίνεται επίσης να αναφερθεί ότι τα συστήματα αυτά εμπίπτουν σε δύο γενικές κατηγορίες. Τα επονομαζόμενα συνολικής ροής (*full flow*) και αυτά της παράπλευρης επεξεργασίας (*side stream*). Η βασική διαφορά τους είναι ότι στα πρώτα η ηλεκτροχλωρίωση συντελείται με τη συμμετοχή της συνολικής ροής που αντλείται. Στα επονομαζόμενα *side stream* μόνο ένα μικρό μέρος της ροής μεταφέρεται στο ηλεκτρολυτικό κελί για την παραγωγή του χλωρίου, που στη συνέχεια ενώνεται πάλι με την κεντρική ροή πριν καταλήξει στις δεξαμενές έρματος. Και οι δύο κατηγορίες έχουν σαν θετικό την μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ενώ η *side stream* μέθοδος παρόλο που έχει μικρότερο χωροταξικό αποτύπωμα παράγει μεγάλες συγκεντρώσεις υδρογόνου που πρέπει, μέσω ειδικών ανεμιστήρων και σωληνώσεων, να διοχετεύονται πάνω από το κατάστρωμα μακριά από σημεία και συστήματα όπου εγκυμονεί κίνδυνος, όπως π.χ. τα κλιματιστικά για τους χώρους παρουσίας του πληρώματος. (πχ. Σύστημα *SUN RUI BalChlor*)



- ECU (Electro Chamber Unit)
- TSU (TRO Sensor Unit)
- PDE (Power Distributor Equipment)
- ANU (Auto Neutralization Unit)
- CPC (Control PC)
- T-strainer
- FMU (Flow Meter Unit)
- CSU (Conductivity Sensor Unit)
- FTS (Freshwater Temperature Sensor)

Ballasting



All the incoming ballast water passes through T-strainer before it is treated by ECU. ECU can disinfect marine organisms in the ballast water with one time treatment during ballasting.

Deballasting

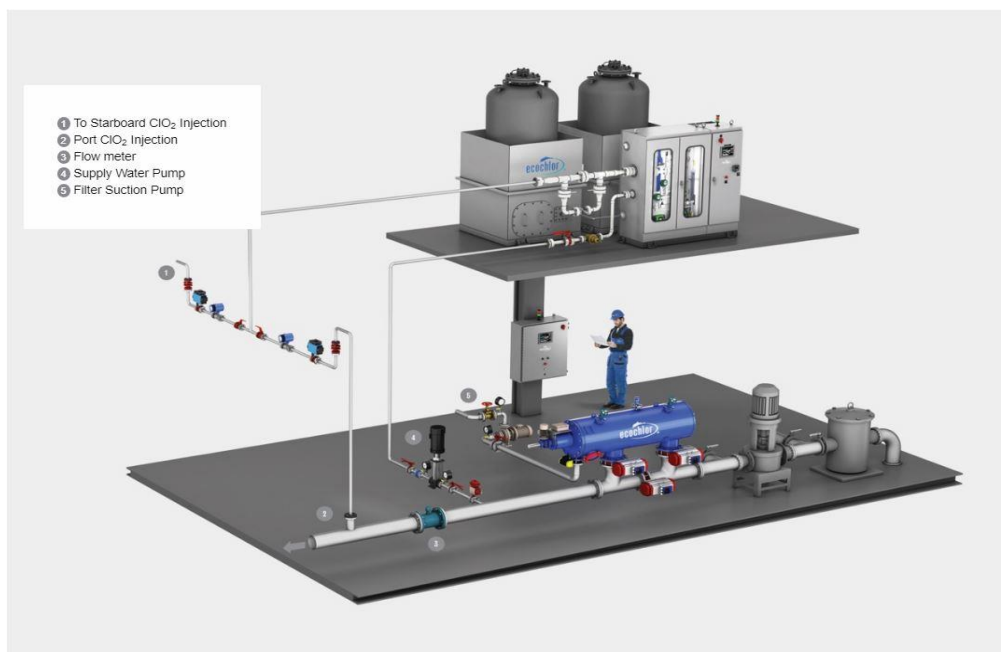


A main process during deballasting operation is neutralization of the treated water by ANU. ANU is designed to automatically neutralize the treated water according to data about flow rate and TRO concentration by FMU & TSU.

Εικόνα 18: Σύστημα διαχείρισης υδάτων έρματος μέσω ηλεκτρόλυσης τύπου *full flow* χωρίς τη χρήση φίλτρου διήθησης

(*Electro-Clean System της TECHCROSS*)

<https://www.eumt.eu/images/TechCross/TECHCROSS.pdf>



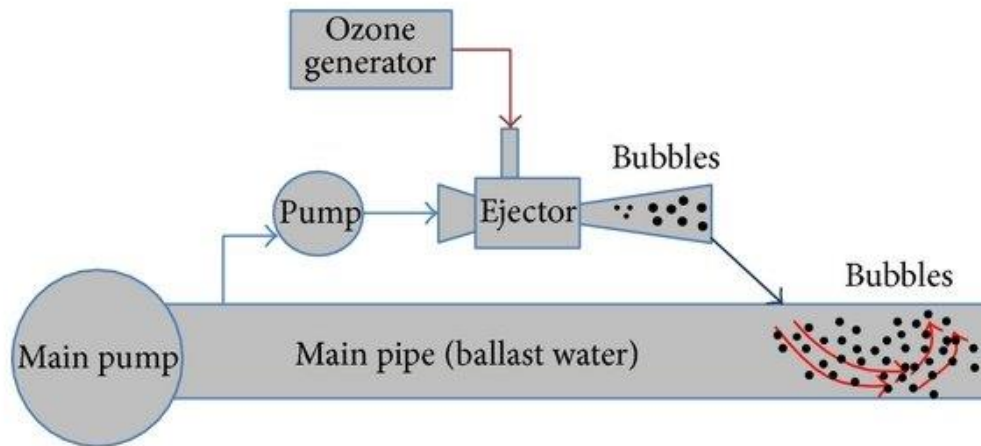
Εικόνα 19: Σύστημα διαχείρισης υδάτων έρματος τύπου *sidestream*

(*ECOCHLOR*)

http://www.tritechmc.com/ballast_water.asp

- Οζόνωση - *Ozonation*:

Το όζον θεωρείται ως πολύ αποτελεσματικό για την καταπολέμηση ιών και βακτηρίων. Όταν χρειάζεται να επεξεργαστούν μεγάλες ροές η παρασκευή του γίνεται εντός του πλοίου μέσω ειδικών γεννητριών όζοντος οι οποίες χρειάζονται αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους ενώ θεωρούνται ως μια ακριβή επένδυση λόγω του μεγάλου τους κόστους σε σχέση με άλλα φθηνότερα συστήματα. Τα υποπροϊόντα της οζόνωσης θεωρούνται ύποπτα καρκινογενέσεων και αυτό είναι ένα σοβαρό μειονέκτημα που δεν καθιστά τη μέθοδο αυτή τόσο ελκυστική.



Εικόνα 20: Αρχή λειτουργίας συστήματος οζόνωσης

https://www.researchgate.net/publication/265963259_Numerical_Investigation_of_a_Liquid-Gas_Ejector_Used_for_Shipping_Ballast_Water_Treatment/figures?lo=1

- Τα μη-οξειδωτικά χημικά βιοκτόνα προκαλούν το θάνατο στους υδρόβιους οργανισμούς επεμβαίνοντας στις ζωτικές τους λειτουργίες. Το μη-οξειδωτικό χημικό βιοκτόνο που συνήθως χρησιμοποιείται είναι η μεναδιόνη (*seakleen*) ή βιταμίνη *K*. Το συγκεκριμένο χημικό είναι αποτελεσματικό στα ασπόνδυλα και στα διαπαυσιακά αυγά τους (*restingeggs*). Η αδρανοποίηση των διαπαυσιακών αυγών που προκαλείται μέσω αυτής της ουσίας μπορεί να είναι περιστασιακή γιατί αν επικρατήσουν ευνοϊκές συνθήκες εντός των δεξαμενών έρματος μπορεί αυτά να ενεργοποιηθούν εκ νέου. Παρόλο που είναι μη βλαβερά για τον άνθρωπο πρέπει να αδρανοποιούνται πριν απορριφθούν στη θάλασσα.

4.3 USCG – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Η Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών United States Coast Guard, USCG), γνωστή και ως Αμερικανική Ακτοφυλακή, είναι κλάδος των Ενόπλων Δυνάμεων των Ηνωμένων Πολιτειών, Η Ακτοφυλακή είναι μια ναυτική, στρατιωτική υπηρεσία, και έχει ως αποστολή την επιβολή του νόμου στη θάλασσα αποτελώντας μια ομοσπονδιακή ρυθμιστική αρχή. Δημιουργήθηκε από το Κογκρέσο στις 4 Αυγούστου του 1790, και αποτελεί την παλαιότερη εν ενεργεία θαλάσσια υπηρεσία των Ηνωμένων Πολιτειών. Η σύγχρονη ακτοφυλακή δημιουργήθηκε από τη συγχώνευση μιας οικονομικής υπηρεσίας και της υπηρεσίας Ναυτικής διάσωσης στις 28 Ιανουαρίου του 1915. Στη σημερινή της μορφή, η φρουρά της Ακτοφυλακής των ΗΠΑ, θεωρείται η 12η μεγαλύτερη ναυτική δύναμη στον κόσμο.

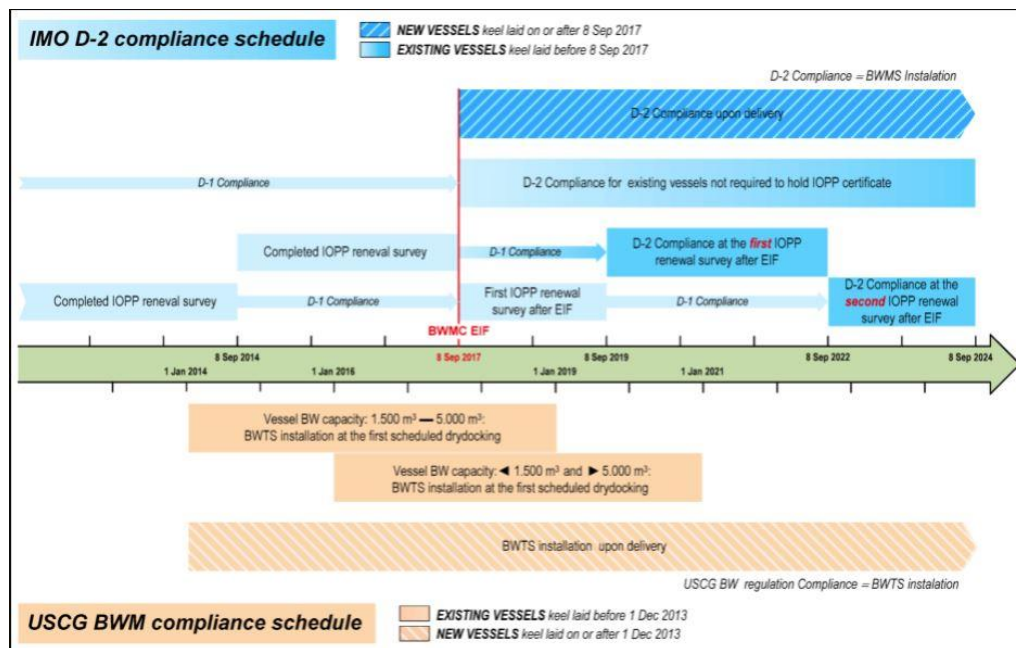
Μαζί με τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO), η Ναυτική Διοίκηση των Ηνωμένων Πολιτειών (USMA) έχει αναπτύξει τη δική της νομοθεσία για τη διαχείριση των υδάτων έρματος υπό τη διπλή επίβλεψη της Ακτοφυλακής των ΗΠΑ (USCG) και της Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος. Οι κανονισμοί διαχείρισης των υδάτων έρματος του IMO και των ΗΠΑ αναγνωρίζονται παγκοσμίως ως οι πιο σημαντικοί και μεγαλύτερης επιρροής παγκοσμίως. Η πολυπλοκότητα και ορισμένες κανονιστικές διαφορές προκαλούν σημαντική ανησυχία μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων στη ναυτιλιακή βιομηχανία, κυρίως των πλοιοκτητών πλοίων. Αυτές τις διαφορές θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντικό εμπόδιο στην αποτελεσματική και ομαλή εφαρμογή της διαχείρισης των υδάτων έρματος.

Η Αμερική έχει ήδη αρκετές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα της από τα χωροκατακτητικά υδρόβια είδη γι' αυτό το λόγο έχει δώσει καθολική απαγόρευση στα πλοία να μην εκφορτώνουν τα ύδατα έρματος αν προτού δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Αυτή η απαγόρευση συνοδεύεται και από κάποιους κανονισμούς που θέσπισε το 2004 και είναι συναρτήσεως του Εθνικού Νόμου για τα χωροκατακτητικά είδη του 1996 για τον έλεγχο της απόρριψης υδρόβιων οργανισμών με τα ύδατα έρματος στα χωρικά ύδατα της. Οι κανονισμοί της USCG τέθηκαν σε ισχύ από 21 Ιουνίου του 2012. Αξίζει να σημειωθεί ότι διαθέτει χρονοδιάγραμμα εγκατάστασης συστημάτων διαχείρισης έρματος ανάλογα με την χωρητικότητα του νερού έρματος και είναι πιο αυστηρό από αυτό του IMO. Τέλος, για να επιτραπεί σε ένα πλοίο να απορρίψει τα ύδατα έρματος σε λιμάνι της δικαιοδοσίας της εκτός από τους κανονισμούς του IMO απαιτεί να πληρούνται και κάποιοι επιπλέον κανόνες οι οποίοι είναι οι εξής:

Το Έρμα του πλοίου πρέπει να έχει υποστεί επεξεργασία με κάποιο πιστοποιημένο από την USCG σύστημα. Εναλλακτικά στην περίπτωση που το πλοίο δε φέρει σύστημα διαχείρισης υδάτων έρματος εγκεκριμένο από την ίδια (USCG), μπορεί να κάνει ανταλλαγή των υδάτων έρματος σε συγκεκριμένες περιοχές που απέχουν τουλάχιστον 200 μίλια από την στεριά. Να αποφεύγει ή να ελαχιστοποιεί τις διαδικασίες ερματισμού και αφερματισμού σε επικίνδυνες ή προστατευόμενες περιοχές. Να πραγματοποιείται συχνός καθαρισμός των

δεξαμενών έρματος και του εξοπλισμού που σχετίζονται με τον ερματισμό για την απομάκρυνση των ιζημάτων. Να ακολουθείται ανελλιπώς το πλάνο της διαχείριση έρματος και να διατηρείται πλήρως ενημερωμένο το σχετικό βιβλίο καταγραφής (*record book for uptake, transfer, discharge*). Το πλοίο να ενημερώνει την πρόθεση προσέγγισης του σε κάποιο λιμάνι της Αμερικανικής επικράτειας αναφέροντας σχετικές πληροφορίες για αυτό, και τις διαδικασίες που έχει πραγματοποιήσει για τη διαχείριση του έρματος, 24 ώρες πριν την άφιξη του στο λιμάνι. Να έχει επιβεβαιωθεί ότι λειτουργούν σωστά οι αισθητήρες που εμπλέκονται στη διαδικασία ερματισμού, επεξεργασίας και αφερματισμού. Να λαμβάνονται περιοδικά δείγματα από το έρμα και από τα βιοκτόνα και να διατηρούνται στο πλοίου για 3 χρόνια.

Μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία έγκρισης των υπάρχοντων συστημάτων διαχείρισης έρματος και για την αποφυγή καταστρεπτικών προβλημάτων στο εμπόριο και τη διεθνή ναυτιλία ο USCG εισήγαγε την έννοια του εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης του έρματος (Alternate Management System – AMS) ως προσωρινό μέτρο. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του AMS συνοψίζονται παρακάτω (Lloyd's Register, 2015). Τα AMS είναι συστήματα επεξεργασίας έρματος εγκεκριμένα από άλλες χώρες τα οποία έχουν γίνει προσωρινά αποδεκτά για χρήση στα αμερικανικά νερά, έως ότου η USCG δώσει έγκριση τύπου για κάποιο σύστημα. Ωστόσο η αποδοχή ενός AMS δεν σημαίνει ότι θα λάβει έγκριση τύπου από τη USCG. Ένα πλοίο με εγκατεστημένο ένα AMS μπορεί να το χρησιμοποιήσει στα αμερικανικά νερά για πέντε χρόνια μετά την ημερομηνία κατά την οποία σε άλλη περίπτωση θα έπρεπε να συμμορφωνόταν με το πρότυπο της USCG. Παρόλα αυτά η τελική έγκριση από την USCG των AMS συστημάτων είναι μια δύσκολη διαδικασία λόγω του περιορισμένου αριθμού πιστοποιημένων εργαστηρίων για δοκιμές. Με βάση εισηγήσεις του ABS υπάρχει πιθανότητα οι επεκτάσεις αδείας τύπου AMS να χορηγηθούν έως και το 2022, 2023. Σήμερα που ο αριθμός εγκεκριμένων από την USCG συστημάτων αυξάνεται συνέχεια, όλο και μεγαλύτερο ποσοστό του παγκόσμιου στόλου εγκαθιστά συστήματα επεξεργασίας έρματος ανεξάρτητα από την πορεία της σύμβασης BWM του IMO.



Πίνακας 4: Παράλληλο χρονοδιάγραμμα εγκατάστασης συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος σύμφωνα με τον IMO και USCG

<https://www.mdpi.com/2077-1312/7/9/283/htm>

Η βασική διαφορά μεταξύ της USCG και των κανονισμών της BWMC αφορά επιπλέον απαιτήσεις για την έγκριση των συστημάτων. Ουσιαστικά οι διαφορές εντοπίζονται στον τρόπο – τη διαδικασία – τις δοκιμές που υποβάλλονται αυτά τα συστήματα σε σχέση με ένα σύνολο προτύπων τόσο στην ξηρά όσο και πάνω στο πλοίο προκειμένου να διαπιστωθεί, αν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του κανονισμών. Η διαδικασίες έγκρισης που ακολουθούν ο IMO και η USCG για την έκδοση πιστοποιητικού Type Approval στα BWMS παρουσιάζει 4 βασικές τεχνικές διαφορές που είναι τα πρότυπα αφερματισμού – εκκένωσης, των δοκιμών επί του πλοίου, του χρόνου αναμονής, των δοκιμών των εξαρτημάτων και περιβαλλοντικών δοκιμών. Γι’ αυτό το λόγο υπάρχουν δυο διαφορετικές λίστες συστημάτων ανάλογα με το αν έχουν το Type Approval του IMO ή της USCG. Οι δύο οργανισμοί παρόλο που έχουν τα ίδια επιτρεπτά όρια όσον αφορά τον αριθμό των υδρόβιων οργανισμών που επιτρέπεται να απορρίψουν στη θάλασσα, παρουσιάζουν άλλη μια διαφορά. Ο IMO μετράει μόνο τους υδρόβιους οργανισμούς που μετά την επεξεργασία έχουν την ικανότητα να αναπαραχθούν γι’ αυτόν το λόγο γίνεται και μια αξιολόγηση της δομής τους, της βιωσιμότητάς τους και του μεταβολισμού τους, ενώ η USCG μετράει όλους τους υδρόβιους οργανισμούς του έρματος, δηλαδή ζωντανούς και μη.

Ο ακόλουθος συγκριτικός Πίνακας 5 βοηθά στη σύνοψη των απαιτήσεων που προστέθηκαν πρόσφατα στις νέες Οδηγίες της G8 και εντοπίζει τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ των παλαιών, νέων Οδηγιών G8 και του Τελικού Κανονισμού/Πρωτόκολλου ETV του USCG.

Items	MEPC.174(58)	MEPC.279(70), superseded by MEPC.300(72) by October 2019	USCG Final Rule/ETV Protocol
General Requirements			
Viable Organisms (Definition)	<ul style="list-style-type: none"> Organisms and any life stages thereof that are living IMO uses the viable/unviable organism approach to measure the efficacy of the BWMS 	<ul style="list-style-type: none"> Organisms that have the ability to successfully generate new individuals in order to reproduce the species 	<ul style="list-style-type: none"> Refers to the old G8 Guidelines Final Rule uses the number of living organisms approach to measure the performance or efficacy of the BWMS
Report of Test Results for Shipboard Testing & Land-Based Testing (Specific Tests)	<ul style="list-style-type: none"> Lack of detailed information and transparency that entail the methods of validation and the results of each treatment test cycle 	<ul style="list-style-type: none"> Reporting of the test results section has been updated Report requirements includes information from Resolution MEPC.228 (65), the USCG Final Rule and (ETV) protocol. 	<ul style="list-style-type: none"> Covered in the Final Rule and ETV Protocol
Type Approval Certificate	<ul style="list-style-type: none"> Limited required information provided 	<ul style="list-style-type: none"> Inserted in a new Part 7 in the new G8 Guidelines More transparency to the Type Approval Certificate and Type Approval Report Additional Requirements: <ul style="list-style-type: none"> System design limitations Limiting operational conditions (Temperatures, Salinities) Restrictions due to minimum holding time Shipboard and Land-based test results. 	<ul style="list-style-type: none"> Conditions of approval applicable to the BWMS to be listed in the Type approval Certificate
System Design Limitations (SDL)	<ul style="list-style-type: none"> No requirements 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporated in Part 6 of the new G8 Guidelines Known as Critical Parameters To be identified by the manufacturer Validated minimum and maximum to be indicated in the Type Approval Certificate 	<ul style="list-style-type: none"> Similar to the new G8 Guidelines Conditions of approval applicable to the BWMS to be listed in the USCG Type approval certificate
Test Facilities	<ul style="list-style-type: none"> Required to meet the International Recognized standard (ISO/IEC 17025) requirements A quality control/quality assurance program to be implemented Quality management plan (QAP) 	<ul style="list-style-type: none"> To be conducted by an independent facility accepted to the satisfaction of the Administration Requires a Test/Quality Assurance Plan (TQAP) in addition to the QMP and QAPP 	<ul style="list-style-type: none"> Similar requirements to the new G8 Guidelines To be conducted by an independent laboratory (IL) designated by the USCG To be independent of the BWMS

Πίνακας 5.1: Comparison Table between MEPC.174(58), MEPC.279(70), and USCG/ETV Protocol

<https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/reference-report/2019-bwms-best-practices.pdf>

	<ul style="list-style-type: none"> Quality Assurance Project Plan (QAPP) 		vendors/manufacturers
Control & Monitoring Equipment	<ul style="list-style-type: none"> Limited to the monitoring of the treatment dosage or other aspect with regards to the operation of the BWMS 	<ul style="list-style-type: none"> Design requirements scope expanded Requires additional documentation (i.e., software change handling logbook, detailed functional description) Self-monitoring parameters to be recorded automatically for the performance and safe operation of the BWMS More emphasis placed on the storage and protection of the recorded data 	<ul style="list-style-type: none"> Design requirements covered in the ETV Protocol and Final Rule
Environmental Testing (Electronics Equipment and Components of BWMS)	<ul style="list-style-type: none"> Specific requirements listed in Part 3 	<ul style="list-style-type: none"> Requires compliance with IACS UR E10, Rev.6, October 2014- Test Specification for Type Approval 	<ul style="list-style-type: none"> Requirements covered in 46 CFR 162.060-30 of the Final Rule
Installation Survey and Commissioning Procedures	<ul style="list-style-type: none"> Provides Installation Survey and Commissioning Procedures 	<ul style="list-style-type: none"> Enhanced specification for required documentation Helps to assist the ship operators and Administration 	<ul style="list-style-type: none"> Covered in the Final Rule and ETV protocol
Bypass Arrangement	<ul style="list-style-type: none"> Requires bypass alarms to be recorded in the Control Equipment 	<ul style="list-style-type: none"> Bypass events to be recorded in the Ballast water record book Requirements are in addition to the Control Equipment in the old G8 	<ul style="list-style-type: none"> Similar to the old G8 Guidelines
Land-Based Testing			
Challenge Water Types and its Salinity Range (PSU)	<ul style="list-style-type: none"> < 3 PSU; 2 – 32 PSU; > 32 PSU 	<ul style="list-style-type: none"> Fresh (< 1 PSU); Brackish (10-20 PSU; Marine (28-36 PSU) Amended water salinity ranges to reflect different challenge natural water type conditions (i.e., shipboard environment) In line with ETV Protocol 	<ul style="list-style-type: none"> Fresh (< 1 PSU); Brackish (10-20 PSU); Marine (28-36 PSU)
Minimum Challenge Water Quality Characteristics <ul style="list-style-type: none"> Dissolved Organic Carbon (DOC) Particulate Organic Carbon (POC) Total Suspended Solid (TSS) 	<ul style="list-style-type: none"> No augmentation requirements 	<ul style="list-style-type: none"> Varies with Salinities Requires validation for augmenting the test water with DOC/POC/TSS effects (i.e. UV absorption, oxidation demand, TRO decay, particle size distribution of suspended solids) Allows assessment of the impact of TSS and the DOC source on the BWMS 	<ul style="list-style-type: none"> Allows the augmentation of the challenge water using the DOC/TSS/POM Source of augmentation to be validated by the Test Facility (TF)
Standard Test Organism (STO)	<ul style="list-style-type: none"> Naturally occurring in the challenge test water or cultured species added to the challenge test water 	<ul style="list-style-type: none"> Supplemental use of STO to ensure adequate robustness in Land-based testing is introduced 	<ul style="list-style-type: none"> Allows ETV recommended STOs to be replaced with other test organisms

Πίνακας 5.2: Comparison Table between MEPC.174(58), MEPC.279(70), and USCG/ETV Protocol

<https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/reference-report/2019-bwms-best-practices.pdf>

5 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΗΣ BULK CARRIER 92,500 DWT ΓΙΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕ ΜΕΡC.279(70), και USCG/ETV

Για τη μελέτη συμμόρφωσης με τους κανονισμούς επιλέχθηκε ένα πλοίο που παρουσίασε αρκετά προβλήματα μετασκευής λόγω της ιδιαίτερης τοπολογίας του δικτύου έρματος. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ύπαρξη ξεχωριστού δικτύου τροφοδοσίας των επάνω πλευρικών δεξαμενών του (*Top Side Tanks* ή *T.S.T.*) όπως επίσης και η χρήση βαλβίδων άμεσης απελευθέρωσης του έρματος μέσω βαρύτητας κατά τον αφερματισμό (*direct overboard*). Αυτή η ιδιαιτερότητα του πλοίου σε συνδυασμό με την ανάγκη των περισσότερων συστημάτων για κεντροποιημένο τρόπο αφερματισμού, οδήγησαν σε αρκετές ενδιαφέρουσες αλλαγές στο παρόν δίκτυο αλλά και στην υιοθέτηση διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης έρματος αποδεικνύοντας έμπρακτα τις προκλήσεις και τις δυσκολίες που συνοδεύουν κατά κανόνα μια μετασκευή. Ας ξεκινήσουμε αναφέροντας κάποιες γενικές δυσκολίες που αφορούν αυτού του είδους τις μετασκευές και στη συνέχεια θα ακολουθήσει η παρουσίαση του πλοίου και του επιλεγθέντος συστήματος.

5.1 Προκλήσεις κατά την εγκατάσταση BWTS σε πλοία εν λειτουργία

Η επιλογή, μελέτη και εγκατάσταση BWMS είναι ένα πολύπλοκο εγχείρημα και απαιτεί πολλά στάδια και διαδικασίες όπως και συνεργασία πολλών εμπλεκόμενων μερών. Η ομάδα με την ευρύτερη έννοια του όρου που θα αναλάβει την μελέτη τον σχεδιασμό η και την επίβλεψη εγκατάστασης είναι απαραίτητο να έχει πρόσβαση σε ένα μεγάλο εύρος πληροφοριών σχετικά με τις ιδιαίτερες ανάγκες, τη διαχείριση έρματος του πλοίου, τους θαλάσσιους πλόες που θα εκτελεί, άλλα και την συχνότητα ερματισμού και αφερματισμού του. Επίσης είναι απαραίτητη η διεξοδική μελέτη των σχεδίων διαφόρων δικτύων και υποσυστημάτων του πλοίου από το στάδιο της προμελέτης ώστε η όλη διαδικασία να οδηγηθεί εξ αρχής στις σωστές επιλογές που θα εξασφαλίσουν στο μέλλον την εύρυθμη λειτουργία του νέου συστήματος αλλά και των υπαρχόντων που θα σχετίζονται με αυτό. Η δυσκολία αυξάνεται στα μη νεότευκτα πλοία όπου τις περισσότερες φορές δεν έχει προβλεφθεί κατάλληλος χώρος άλλα και υποδομές για την εγκατάστασή τους. Για παράδειγμα η μελέτη όσον αφορά την ικανότητα η μη, των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών του πλοίου να ανταποκριθούν στο επιπλέον φορτίο κατά τη χρήση του συγκεκριμένου BWTS. Κρίνεται σκόπιμο επίσης να αναφερθεί ότι τα εγκεκριμένα συστήματα που κυκλοφορούν στην διεθνή αγορά διαφέρουν σημαντικά ως προς τις ανάγκες τους σε ηλεκτρικό φορτίο οπότε αυτό μπορεί να αποτελέσει ένα από τα βασικά κριτήρια για την τελική επιλογή συστήματος. Επίσης, μεγάλο ρόλο παίζει και ο τύπος του πλοίου και το σημείο που πρόκειται το σύστημα να εγκατασταθεί επ' αυτού. Παραδείγματος χάριν η μετασκευή δεξαμενόπλοιου προϋποθέτει επιλογή

ασφαλούς και πιστοποιημένου συστήματος (Explosion Proof), για εγκατάσταση σε χώρο με ύπαρξη αναθυμιάσεων πτητικών συστατικών (επικίνδυνη περιοχή αερίων), όπως το αντλιοστάσιο η γύρω από εξαεριστικά καταστρώματος. Σημαντικός παράγοντας είναι το κόστος εγκατάστασης (κόστος κεφαλαίου) ενός τέτοιου συστήματος καθώς είναι πολύ δαπανηρό αλλά και το κόστος λειτουργίας του ιδιαίτερα όταν διαχειρίζεται μεγάλες ποσότητες υδάτων έρματος. Τελευταίος αλλά όχι λιγότερης σημασίας παράγοντας είναι η διαθεσιμότητα ανα τον κόσμο των αναλώσιμων, των ανταλλακτικών και των υπηρεσιών άμεσης υποστήριξης του συστήματος που έχει επιλεγεί.

5.2 Η χρήση του 3D scanning για την εγκατάσταση BWTS

Η αποτύπωση της τρισδιάστατης τοπολογίας του δικτύου έρματος αλλά και των υπάρχοντων υπόλοιπων συστημάτων ήταν στο παρελθόν μια πολύ χρονοβόρα διαδικασία με αβέβαια αποτελέσματα ως προς την ακρίβεια της. Το πρόβλημα αυτό ήρθε να επιλύσει η εφαρμογή της νέας τεχνολογίας 3D Laser Scanning σαν απαραίτητη προϋπόθεση για κάθε μεγάλης έκτασης μετατροπή εντός του πλοίου. Η σύγχρονη αυτή τεχνολογία που εφαρμόζεται εδώ και αρκετά χρόνια στο χώρο της ναυπηγικής και ιδιαίτερα στον κλάδο των μετασκευών, είναι ουσιαστικά μια τρισδιάστατη σάρωση μέσω laser με μεγάλη ταχύτητα. Με αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται η ανάλυση ενός πραγματικού αντικείμενου ή χώρου με σκοπό τη συλλογή δεδομένων σχετικά με το σχήμα, το μέγεθος, το χρώμα κ.λπ.. Με άλλα λόγια είναι μια μέθοδος συλλογής χωρικών δεδομένων από απόσταση που αντιστοιχούνται σε ένα σύστημα συντεταγμένων τριών διαστάσεων. Σε πολλές περιπτώσεις για το σκανάρισμα μεγάλων χώρων είναι απαραίτητη η λήψη πολλαπλών σαρώσεων σε διάφορα κατάλληλα επιλεγμένα σημεία.



Εικόνα 21: Οι λευκές σφαιρικές ανακλαστικές επιφάνειες επιτρέπουν τη δημιουργία εκτεταμένου νέφους σημείων, που αποτελείται από πολλαπλές διαδοχικές σαρώσεις.

Η ενσωμάτωση των σαρώσεων σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς, επιτυγχάνεται μέσω λογισμικού και με τη χρήση κοινών σφαιρών, στόχων ή επίπεδων επιφανειών, για δυο η περισσότερες διαδοχικές λήψεις. Έτσι δημιουργείται το τρισδιάστατο μοντέλο ή νέφος αντιπροσωπευτικών σημείων των σαρωθέντων επιφανειών και επιτυγχάνεται η αναγνώριση της τρισδιάστατης θέσης του κάθε σημείου της εικόνας. Στη συνέχεια αφού έχει επιτευχθεί η ψηφιοποίηση του αντικειμένου ή του χώρου, και καθαριστεί από αδιάφορα σημεία, είναι δυνατή πλέον η ψηφιακή περιήγηση σε αυτό υπό οποιαδήποτε γωνία και απόσταση αλλά και η δημιουργία τομών ώστε να μας φέρουν σε άμεση επαφή με το αντικείμενο του ενδιαφέροντος μας εντός του νέφους.



Εικόνα 22: Απεικόνιση μέρους του πλοίου από την φρακτή του μηχανοστασίου έως την πρύμνη του. Το τελικό νέφος αποτελείται από 75 διαδοχικές σαρώσεις.

Έτσι μέσω κατάλληλου λογισμικού επιτρέπεται η ταυτόχρονη τρισδιάστατη απεικόνιση του πλοίου και του μοντέλου και αποφεύγονται κατά το στάδιο του σχεδιασμού συγκρούσεις (clashes) υπαρχόντων, και υπό σχεδίαση αντικειμένων. Ουσιαστικά αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο στα χέρια του σχεδιαστή μειώνοντας στο ελάχιστο την ανάγκη φυσικής παρουσίας του εντός του πλοίου, προσφέροντας του τη δυνατότητα αποφυγής λαθών αλλά και βελτιστοποίησης του σχεδιασμού. Με βάση τα παραπάνω γίνεται κατανοητός ο λόγος που η χρήση του 3D Laser Scanning έχει επικρατήσει σαν μοναδική επιλογή για τη διαδικασία εγκατάστασης συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος σε υπάρχοντα πλοία. Οι πολλαπλές τρισδιάστατες σαρώσεις στην προκείμενη φάση γίνονται για τη δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου των χώρων που πρόκειται να εγκατασταθεί το BWMS. Οι χώροι αυτοί αφορούν το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο, χώρους καταστρώματος, και δεξαμενές υδάτων έρματος (ως επί το πλείστο δεξαμενόπλοιων εφοδιασμένων με εμβραπτιζόμενες αντλίες τύπου FRAMO) αλλά και των υπαρχόντων συστημάτων. Η μελέτη των διαγραμματικών σχεδίων του πλοίου, και η επισήμανση και καταγραφή βασικών σημείων ενδιαφέροντος, (όπως sea

chests, αντλίες έρματος, βαλβίδες, δίκτυα σωληνώσεων, και συστημάτων που θα συνεργαστούν με το σύστημα διαχείρισης υδάτων έρματος) θα έχει σαν αποτέλεσμα μια επαρκή αποτύπωση του χώρου από το συνεργείο σάρωσης, απαραίτητη για τη επιτυχή και χωρίς προβλήματα, μελέτη σχεδίαση, και εγκατάσταση του.



Εικόνα 23: Συγκριτική απεικόνιση των αντλιών έρματος του πλοίου, με χρήση φωτογραφίας και νέφους (Point Cloud).



Εικόνα 24: Φωτογράφιση σημείων ενδιαφέροντος του δικτύου έρματος κατά την επίσκεψη συνεργείου αποτύπωσης του πλοίου μέσω 3D scanning. Εδώ παρατηρούμε μέρος του τελικού δικτύου απορροής έρματος στο χώρο του μηχανοστασίου (Port Side). Πιθανό σημείο τοποθέτησης δειγματοληψίας G2.

5.3 Περιληπτική αναφορά των σταδίων μελέτης για την εγκατάσταση BWTS σε υπάρχον πλοίο

Η διαδικασία εγκατάστασης ενός συστήματος διαχείρισης υδάτων έρματος χωρίζεται σε 3 στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η επιθεώρηση – έρευνα επι του πλοίου. Το δεύτερο στάδιο αφορά τη μελέτη για την εύρεση του συστήματος που θα τοποθετηθεί ενώ το τρίτο στάδιο αφορά την φυσική εγκατάσταση του BWMS επι του πλοίου.

Αρχικά τεχνικοί της εταιρείας που θα αναλάβει τη μελέτη την εγκατάσταση του συστήματος πραγματοποιούν μια αρχική επιθεώρηση του υπό μετασκευή πλοίου κατά τη διάρκεια δεξαμενισμού ή όταν αυτό βρίσκεται στο λιμάνι. Σκοπός αυτής τις επιθεώρησης είναι να διερευνήσουν τη σκοπιμότητα της εγκατάστασης του συστήματος. Η διαδικασία της μελέτης για την εγκατάσταση ενός συστήματος διαχείρισης υδάτων έρματος σε οποιοδήποτε υπάρχον πλοίο ξεκινάει με το *3D laser scanning*, δηλαδή με την τρισδιάστατη σάρωση με *laser* των χώρων που είναι απαραίτητο να σαρωθούν για την εγκατάσταση του συστήματος. Κατά τη διάρκεια της σάρωσης οι τεχνικοί κάνουν μια πρώτη εκτίμηση του χώρου ώστε να προτείνουν πιθανά σημεία εγκατάστασης του συστήματος στο πλοίο. Αφού συμπληρωθεί μια λίστα με απαραίτητες πληροφορίες και παρθούν φωτογραφίες των διάφορων σημείων ενδιαφέροντος, αναπαράγεται στο γραφείο πλέον το συνολικό νέφος από τις επιμέρους σαρώσεις (*cloud Registration*) που περιέχει το τρισδιάστατο μοντέλο του χώρου εγκατάστασης. Στη συνέχεια εξετάζονται τα υποψήφια συστήματα και σημεία εγκατάστασης και αξιολογούνται με βάση διάφορα κριτήρια. Ένα από αυτά τα κριτήρια αφορά και τη μελέτη πτώσης πίεσης του νέου δικτύου που θα προκύψει μετά την εγκατάσταση, ώστε να αξιολογηθεί κατά πόσον οι υπάρχουσες αντλίες έρματος είναι ικανές να ανταποκριθούν τόσο στις απαιτήσεις του BWTS όσο και από επιχειρησιακής πλευράς (συνολικός χρόνος ερματισμού κλπ). Μέσα από αυτήν την μελέτη σκοπιμότητας προκύπτουν συνήθως κάποια σχετικά ισοδύναμα επικρατέστερα σενάρια. Την τελική απόφαση λαμβάνει η πλοιοκτήτρια εταιρία αφού της προσφερθούν τα υπέρ και τα κατά κάθε λύσης. Πολλές φορές όπως και στην περίπτωση του συγκεκριμένου πλοίου που θα μελετήσουμε η πλοιοκτήτρια εταιρία προτείνει μια δική της λύση οπότε πρέπει να εξετασθεί κατά πόσο αυτή είναι εφικτή και δεν παραβιάζει τους κανονισμούς που αναφέραμε στα πρώτα κεφάλαια αλλά και τους νόμους της ρευστομηχανικής όπως στο συγκεκριμένο πλοίο! Αφού επιλεγεί το τελικό σύστημα και η χωροθεσία του, εκτελείται μιας μηχανολογική μελέτη για την εγκατάσταση του συστήματος η οποία βασίζεται στα διαθέσιμα έγγραφα, στα αποτελέσματα των ερευνών που έγιναν επι του πλοίου και στην πλήρη μοντελοποίηση του συστήματος διαχείρισης υδάτων έρματος, των σωληνώσεων με όλες τις λεπτομέρειες τους (ισομετρικά σχέδια σωληνώσεων, λίστα υλικών και ανταλλακτικών), προδιαγραφές δομών και τροποποιήσεις εξοπλισμού και τα σχέδια που απαιτούνται από την Κλάση. Το επόμενο στάδιο

είναι η συγκέντρωση και η υποβολή των τροποποιημένων σχεδίων (σχέδια που δέχτηκαν τροποποίηση σε σχέση με το πώς ήταν αρχικά), όπως δομικά σχέδια, σχέδια σωληνώσεων και εξαρτημάτων και ηλεκτρικά σχέδια, στον πελάτη ώστε να τα εγκρίνει και να επισημάνει πιθανές αντιρρήσεις που έχει. Όταν τα σχέδια είναι σύμφωνα με τις «απαιτήσεις» του πελάτη αυτά θα υποβληθούν από την εταιρεία που έχει αναλάβει την εγκατάσταση του συστήματος στο Νηογνώμονα ή / και στο Κράτος Σημαίας στο οποίο το λιμένα νηολόγησης ανήκει το εν λόγω πλοίο για έγκριση. Στη συνέχεια γίνεται προετοιμασία των τεχνικών προδιαγραφών των τροποποιήσεων και των μετασκευών που θα λάβουν χώρα, ενώ παραδίδεται στον πλοιοκτήτη πλήρης κατάλογος των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν (*Bill of Material*) προκειμένου να υποβληθούν σε διάφορα ναυπηγεία και εγκαταστάσεις επισκευών για τη λήψη προσφορών.

Παράλληλα αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία έγκρισης από το νηογνώμονα, το σύστημα με όλα τα εξαρτήματα και τις νέες σωληνώσεις που θα χρειαστούν, θα πρέπει να βρίσκονται από πριν στο χώρο εγκατάστασης του *BWTS*. Η όλη διαδικασία γίνεται συνήθως κατά τη διάρκεια δεξαμενισμού του πλοίου αλλά και μέρος αυτής μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια του ταξιδιού (απαγορεύεται οποιαδήποτε τροποποίηση του δικτύου σωληνώσεων κατά τη διάρκεια του ταξιδιού για λόγους ασφαλείας).

Εξειδικευμένο προσωπικό εκ μέρους του πλοιοκτήτη η και του γραφείου μελετών αναλαμβάνει την παρακολούθηση και επιθεώρηση των διάφορων εργασιών και τροποποιήσεων από τα συνεργεία (*On field*), για να εξασφαλιστεί ότι η μελέτη εγκατάστασης και τα διάφορα σχέδια ακολουθούνται πιστά. Στο ναυπηγείο ή στο χώρο επισκευών γίνεται η προκατασκευή και η εγκατάσταση των νέων σωληνώσεων και βαλβίδων ενώ ολοκληρώνεται και η σύνδεση τους με τον εξοπλισμό επεξεργασίας – διαχείρισης υδάτων έρματος.

Στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η σύνδεση των ηλεκτρικών εξαρτημάτων και των συστημάτων ελέγχου και η δημιουργία νέων ηλεκτρικών συνδέσεων. Αφού ολοκληρωθεί η εγκατάσταση του συστήματος και του απαραίτητου εξοπλισμού γίνεται η παραμετροποίηση και η τελική δοκιμή ορθής λειτουργίας του από τον προμηθευτή (*Commissioning*).

Αφού πιστοποιηθεί από επιθεωρητή της κλάσης η σωστή εγκατάσταση και λειτουργία του, ολοκληρώνεται και το πρακτικό μέρος της έγκρισης του συστήματος με την έκδοση του αντίστοιχου πιστοποιητικού που αποδεικνύει τη συμμόρφωση του, με τους κανόνες εγκατάστασης, μηχανικού εξοπλισμού, συστημάτων σωληνώσεων, και των ηλεκτρολογικών εφαρμογών.

5.4 Κύρια χαρακτηριστικά του Πλοίου

Το πλοίο το οποίο επιλέχθηκε προκειμένου να διεξαχθεί η μελέτη είναι *bulk carrier* με τα εξής κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία συγκεντρώθηκαν από σχέδια του εν λόγω πλοίου:

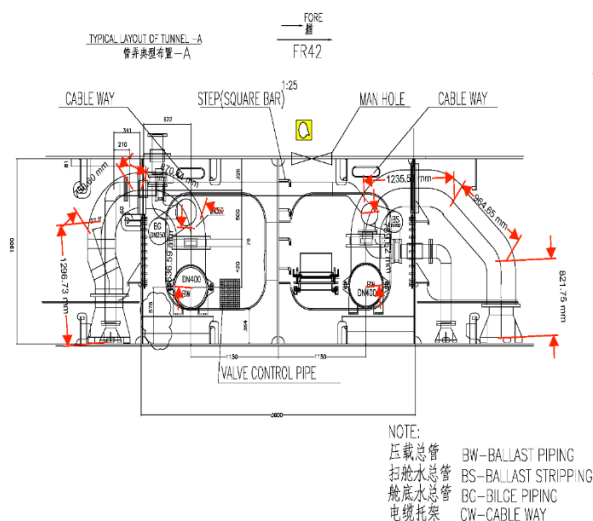
- Έτος Κατασκευής- *Built Year*: 2011
- Ολικό Μήκος – *Length Over All (L.O.A.)*: 229.2 (m)
- Μήκος Μεταξύ Καθέτων – *Length Between Perpendiculars (L.B.P.)*: 222 (m)
- Μέγιστο Πλάτος – *Beam Moulded*: 38.040 (m)
- Κοίλο – *Depth Moulded*: 20.70 (m)
- Βύθισμα Σχεδίασης - *Design Draft (MLD)*: 12.50 (m)
- Βύθισμα υπολογισμών Αντοχής – *Scantling Draught*: 14.90 (m)
- Νεκρό Φορτίο – *Deadweight*: 93.231 (MT)
- Εκτόπισμα – *Displacement*: 108.708 (MT)
- Βάρος Κενού Πλοίου – *Lightship*: 15.417 (MT)
- Κλάση – *Classification Society*: Ιαπωνικός Νηογνώμονας - *Nippon Kaiji Kyokai (NK)*
- Κύρια Μηχανή – *Main Engine*: MAN B&W 6S60MC –C / 2 stroke cycle (M.C.R.: 13560 KW = 18436 BHP, 105 rpm / C.S..R (85% of MCR): 11526 KW, , inline (vertical) 6cy. 600 x 2400 type diesel engine / max speed 15.00kts / service speed 14.1kts
- Ηλεκτρογεννήτριες – *Generators*: 3 x 6L23/30H, 4 stroke 6 cy. 225 x 300, Mcr:780 kW 720 rpm with A.C. rated output 730kW/450V 60 Hz
- Ηλεκτρογεννήτρια Έκτακτης Ανάγκης – *Emergency Generator*: 1 x (MAN D 2866 TE20 199 kW,, hp, 60 Hz, 1800 rpm) / with A.C. Rated output 10 kW/ 450V 60 Hz
- Συνολική Χωρητικότητα Υδάτων Έρματος – *Total Ballast Water Capacity*: 27198.5 (m³)
- Αντλίες Έρματος – *Ballast Pumps*: 2 x 1650 ($\frac{m^3}{h}$) x 0.3Mpa (315 kW, 1200 rpm)
- Αντλία σεντινών & γενικής χρήσης (*Bilge & G.S. pump*) 130/270 m³/h x 1.1/0.3 Mpa



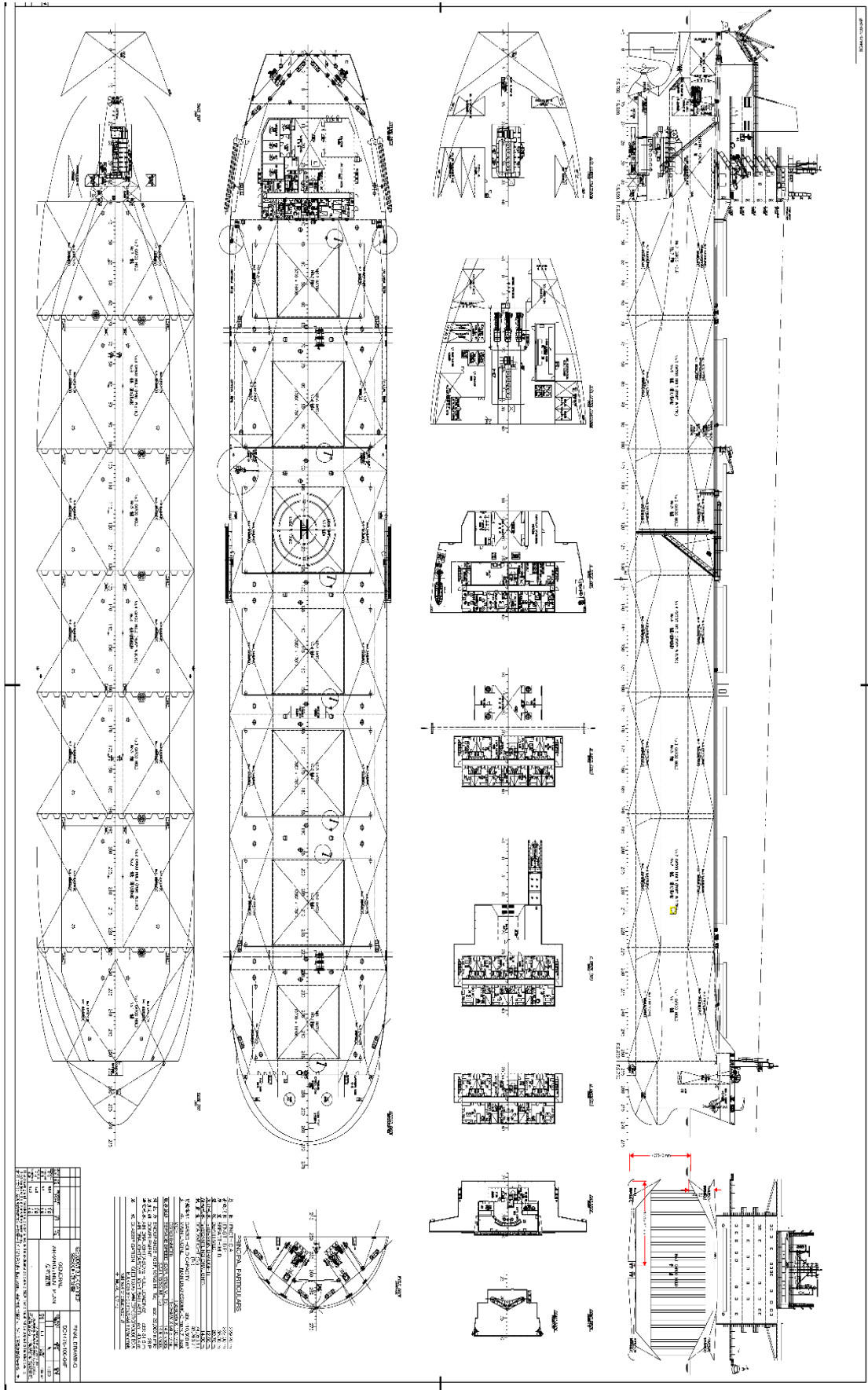
Εικόνα 25: Η εγκατάσταση ενός αξιόπιστου συστήματος επεξεργασίας έρματος για τα φορτηγά πλοία, Ιαπωνικής συνήθως κατασκευής, που διαθέτουν *by gravity discharge Top Side Tanks*, αποτελεί μεγάλη πρόκληση.

<https://safety4sea.com/bwts-challenges-bulk-carriers-gravity-discharged-top-side-tanks/>

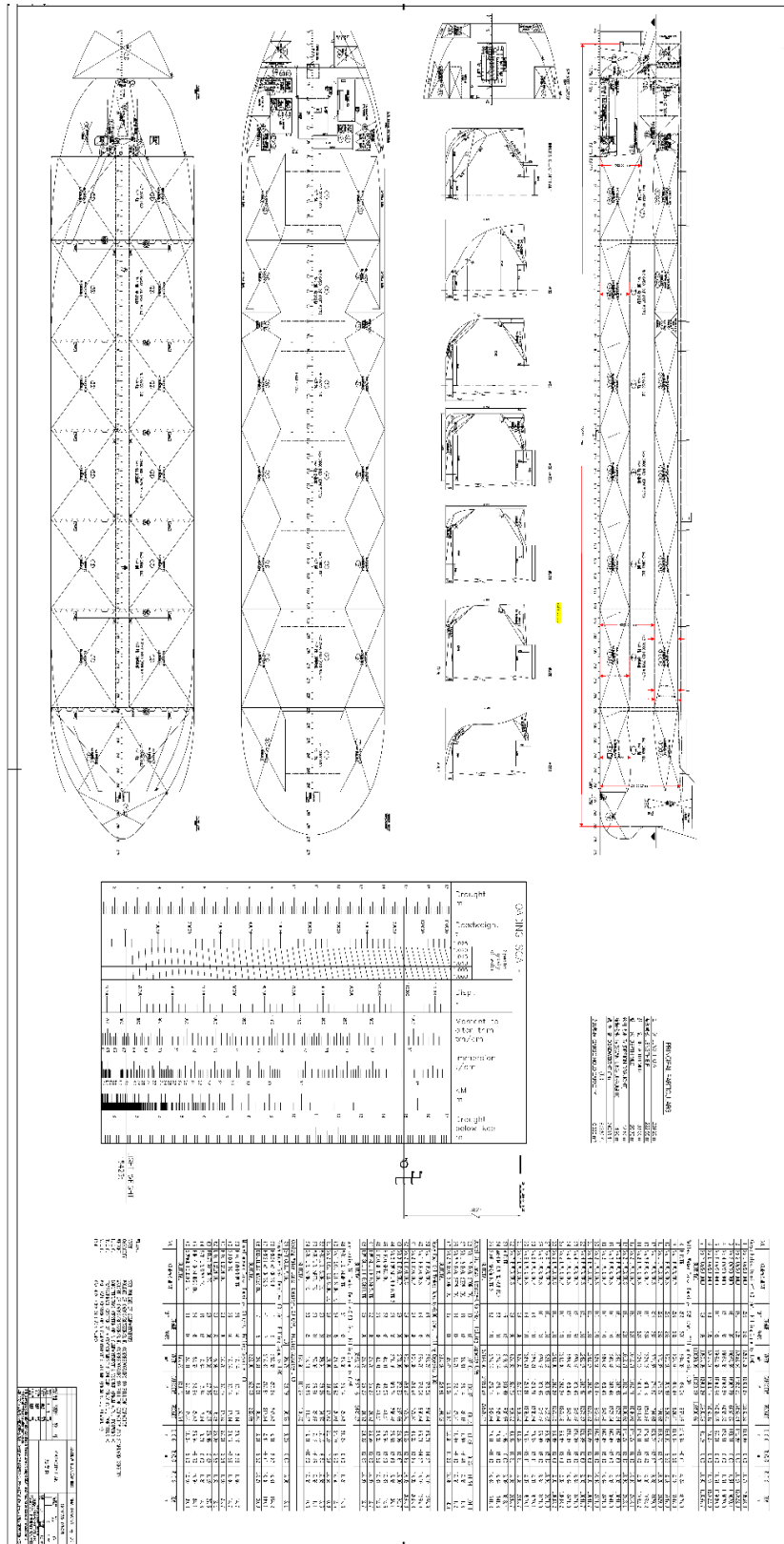
Στη συνέχεια κρίνεται αναγκαίο να παρουσιάσουμε σχέδια και διαγράμματα του πλοίου που μπορούν να μας δώσουν μια γενική εικόνα για το δίκτυο έρματος με την εξής σειρά, το Διαγραμματικό Σχέδιο Διάταξης για το Δίκτυο Έρματος του Κοίτους του Πλοίου (*Hull Ballast Piping Arrangement*), Σχέδιο Γενικής Διάταξης (*General Arrangement Plan*), το Σχέδιο Διάταξης Δεξαμενών (*Capacity Plan*), το Σχέδιο Γενικής Διάταξης του Μηχανοστασίου (*Engine room arrangement*), το Σχέδιο Μέσης Τομής (*Mid Ship Section*), και τέλος το Διαγραμματικό Σχέδιο Μηχανοστασίου για το Δίκτυο Έρματος (*Engine Room Piping Diagram for Ballast Line*).



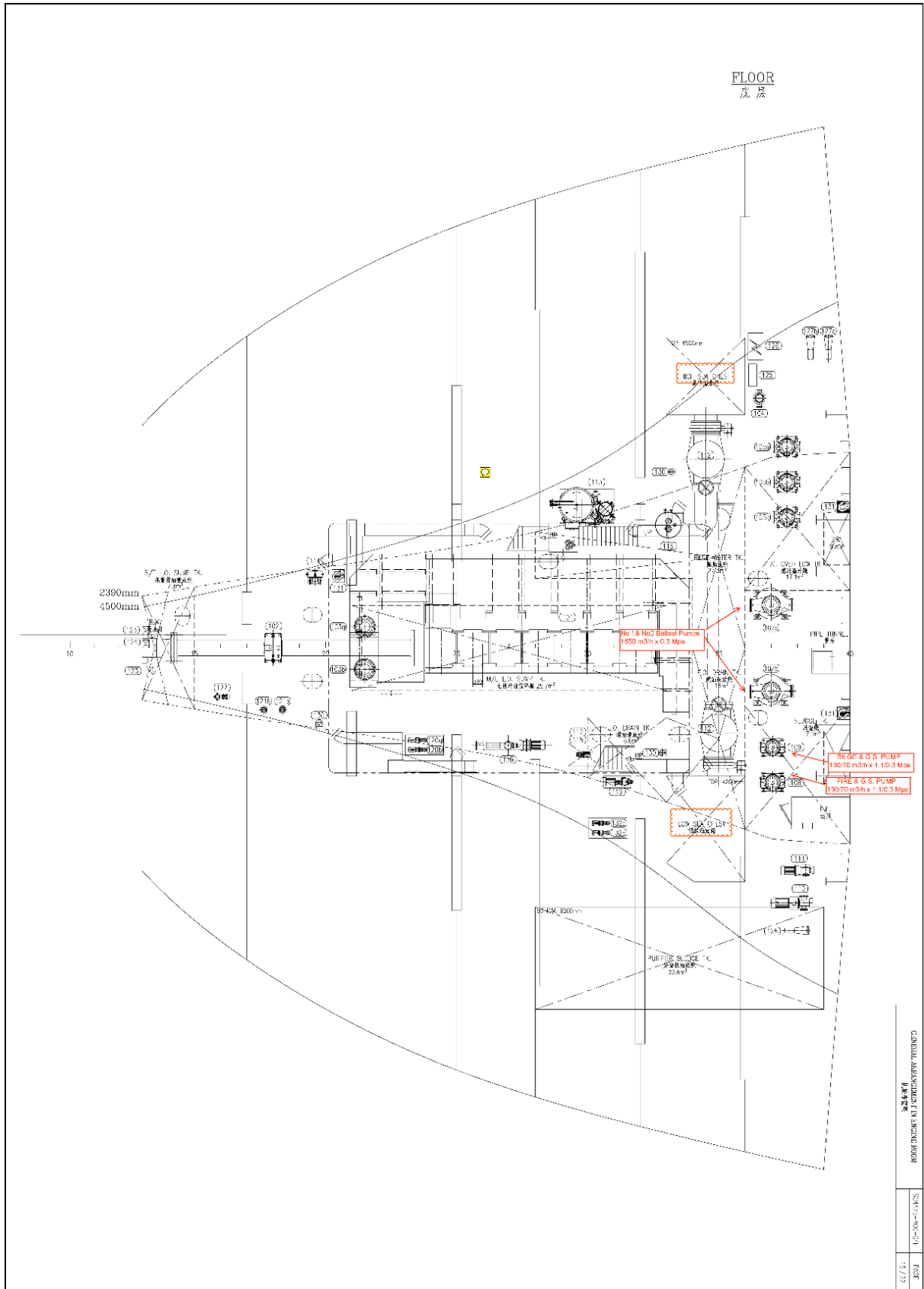
Εικόνα 26: Τυπική διάταξη κύριου δικτύου έρματος εντός του κεντρικού διαμήκου τούνελ (*Hull Ballast Piping Arrangement in Keel Duct*).



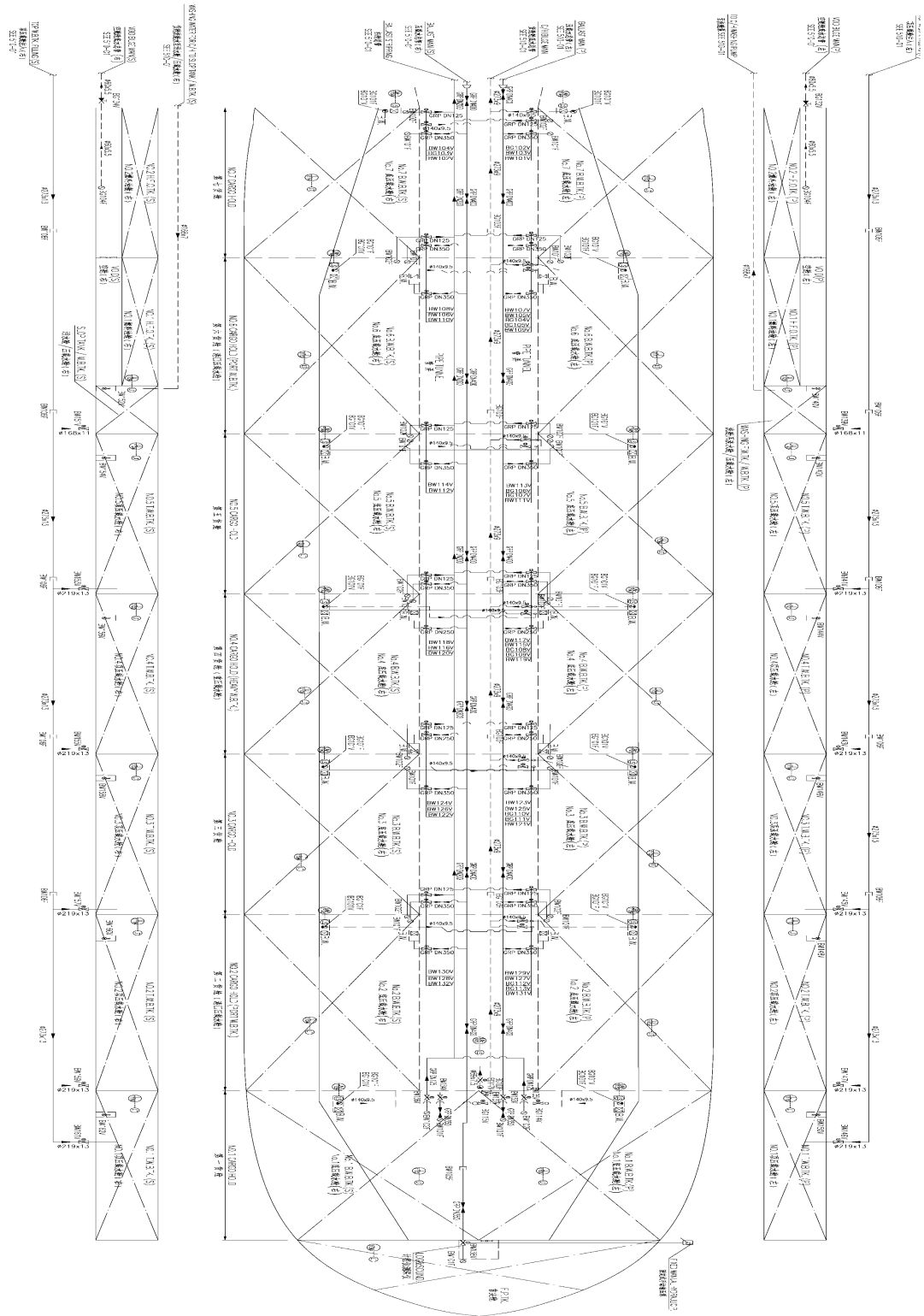
Εικόνα 27: Σχέδιο Γενικής Διάταξης (General Arrangement Plan)



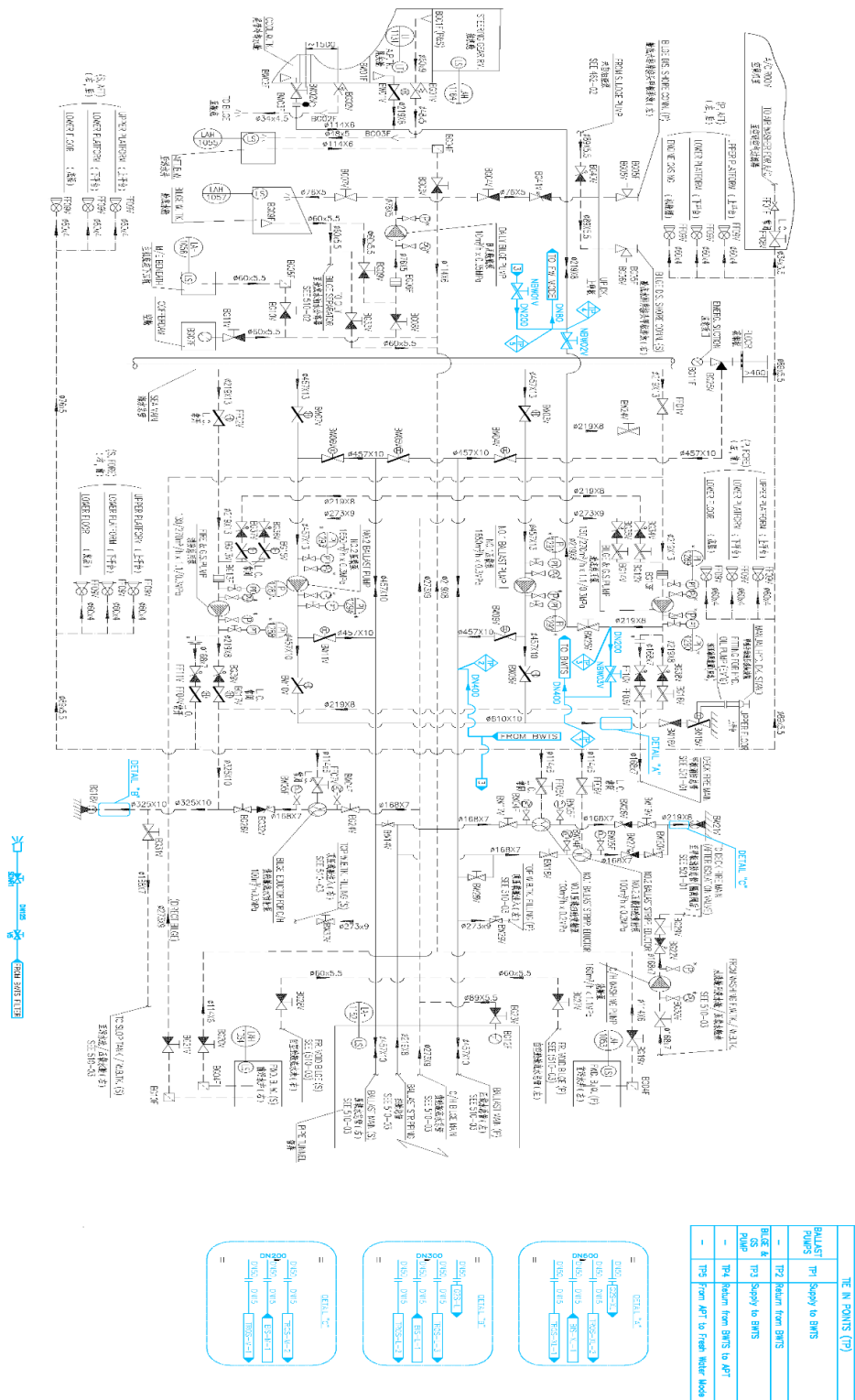
Εικόνα 28: Σχέδιο Λιάταξης Δεξαμενών (Capacity Plan)



Εικόνα 29α: Σχέδιο Γενικής Λιάταξης Μηχανοστασίου (Engine Room Arrangement Plan)



Εικόνα 31: Δίκτυο Έρματος Κήτους του Πλοίου (Hull Ballast Pipping Arrangement).



Εικόνα 32: Διαγραμματικό σχέδιο του δικτύου έρματος εντός του μηχανοστασίου. (Engine Room Ballast Piping Arrangement).

Στο παραπάνω διαγραμματικό σχέδιο του δικτύου έρματος εντός του μηχανοστασίου μπορούμε να διακρίνουμε όλες τις απαραίτητες επεμβάσεις (βάνες απομόνωσης κλπ) όπως και τα σημεία ζεύξης του δικτύου με το νέο σύστημα επεξεργασίας έρματος της ERMA FIRST (με μπλε χρώμα).

5.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΜΑΤΟΣ ERMA FIRST FIT – 1500

Το σύστημα ERMA FIRST FIT 1500 κατασκευάζεται από την Ελληνική εταιρία ERMA FIRST S.A. Η εταιρία ξεκίνησε το 2009 ως θυγατρική της BOLD ENTREPRENEURIAL SPIRIT από μια έμπειρη ομάδα επιστημόνων με γνωστικό αντικείμενο τη διαχείριση αποβλήτων και την επεξεργασία νερού για ναυτικές εφαρμογές. Υποκινουμένη από τις ανάγκες της Διεθνούς Ναυτιλίας λόγω των αυστηρότερων περιβαλλοντολογικών μέτρων που υιοθετήθηκαν τα τελευταία χρόνια από τα περισσότερα κράτη σημαίες. Σήμερα τα συστήματα της έχουν πάρει έγκριση από τον IMO και τη USCG μετά από αυστηρά και απαιτητικά εργαστηριακά τεστ αλλά και έχει βραβευθεί πολλές φορές για τα τεχνολογικά της επιτεύγματα. Σήμερα η ERMA FIRST κατέχει μια ισχυρή θέση στην παγκόσμια αγορά έχοντας ολοκληρώσει επιτυχώς εκατοντάδες εγκαταστάσεις διαχείρισης έρματος πλοίων συνεργαζόμενη με ναυπηγεία στην Κίνα, Κορέα, Ιαπωνία, όπως και σε άλλα μέρη ανα τον κόσμο.

5.5.1 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το σύστημα επεξεργασίας υδάτων έρματος ERMA FIRST FIT 1500 ανήκει στην κατηγορία (*full flow*) δύο βαθμίδων. Το πρώτο στάδιο καθαρισμού αποτελείται από μια μονάδα μηχανικής διήθησης με αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο 40 μm και το δεύτερο από μία μονάδα χημικής απολύμανσης (*TRO*) με οξειδωτικό μέσο το υποξείδιο του χλωρίου (*OCL*) που παράγεται με ηλεκτρόλυση. Το σύστημα είναι απλό στη χρήση του, με χαμηλή πτώση πίεσης και μικρή κατανάλωση ενέργειας ($1.8 \text{ kW}/100\text{m}^3$ στα 30 PSU). Επιπλέον, μπορεί να λειτουργεί επιτυχώς ακόμα και όταν το νερό έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε αλάτι (0.9 PSU Salinity στους 3°C ή $1.07 \text{ PSU Salinity}$ στους 2°C) όπως και σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας (-2°C) με εξίσου μικρή κατανάλωση ενέργειας.

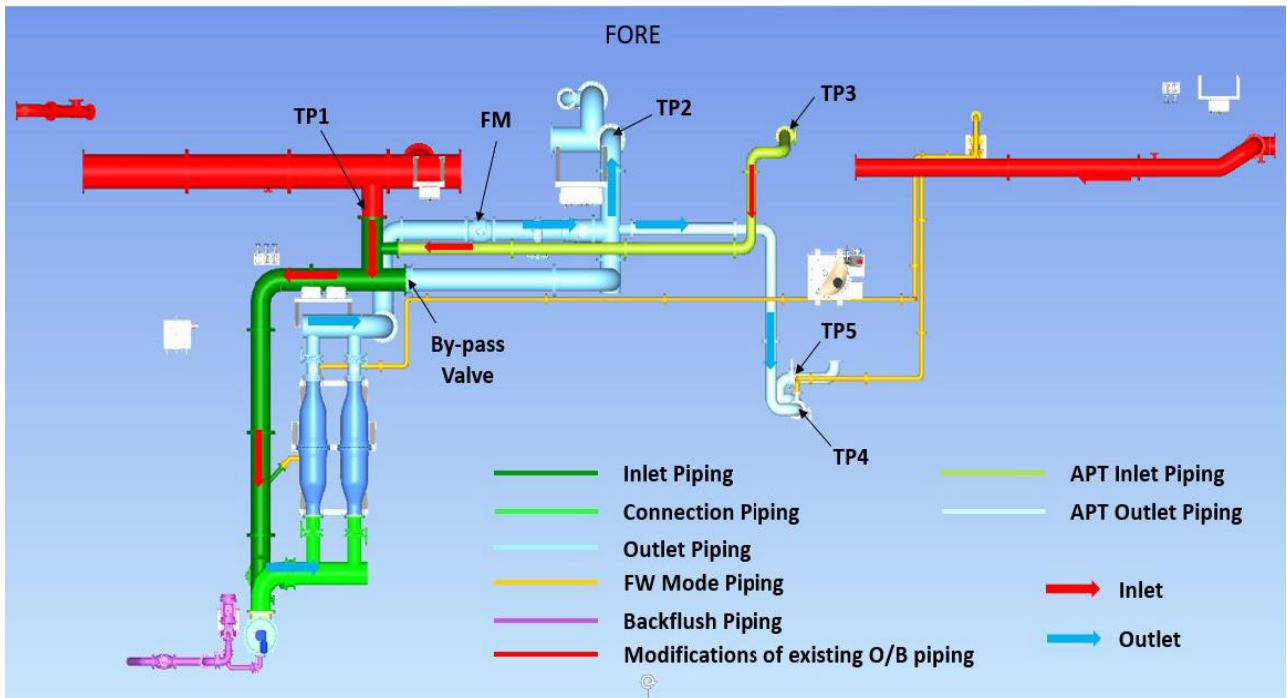
5.5.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα τρία κυριότερα μέρη του συστήματος παρουσιάζονται παρακάτω. Τα υπολοιπα θεωρούνται ως υποστηρικτικά για την σωστή λειτουργία και τον έλεγχο του.

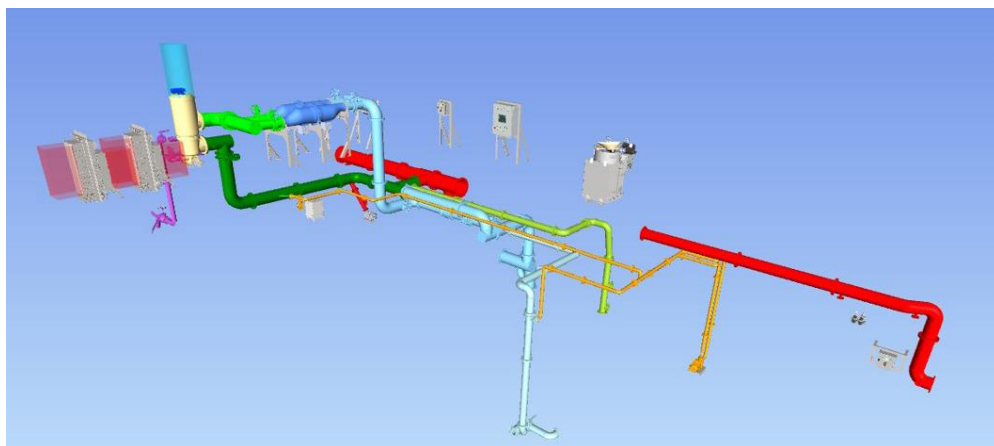
- Ένα Φίλτρο μάρκας *FILTREX* που θα τοποθετηθεί στο αριστερό μέρος της χαμηλότερης πλατφόρμας (*Lower Platform*) του μηχανοστασίου σε ύψος 10000 mm από την βασική γραμμή (*Base Line*) ανάμεσα στους νομείς 26-28 (*Fr.26-28*), και τις διαδοκίδες 9-10 (*LP9-LP10*).
- Δύο Ηλεκτρολυτικά κελιά (*Electrolytic Cells*) που θα τοποθετηθούν επίσης στην χαμηλότερη πλατφόρμα δίπλα στο φίλτρο.
- Δυο μετασχηματιστές - ανορθωτές τάσεως υπεύθυνους για την τροφοδοσία των Ηλεκτρολυτικών κελιών με ρεύμα τοποθετημένους δίπλα στα κελιά.

Erma First BWTS FIT 1 x 1500 / Main components	Qty	Location
FILTER ACB-9100 (F-1-A)	1	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.26-28
Backflush Pump (SP-1-A) "CENTRIFUGAL PUMP 126m ³ -20m 440V-60Hz"	1	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.27-28
Electrolytic cells (C-1-A, C-2-A), (ECF750)	2	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.29-33
Control panel (CP1)	1	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.36-38
Filter Starter Panel (FSP-1-A)	1	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.36-38
Repeater Panel (RP1)	1	Ship's Office, Upper Deck
Transformer/Rectifier (T/R-1-A, T/R-2-A) (7M)	2	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.22-26
Chlorine sensors (TRO1, TRO2)	2	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.33-35
Flow meter (FM-1-A)	1	Engine Room/ Floor 4500 A/B, Port Side, close to No.1 Ballast Pump
Sea Water Pump (SWP) "CENTRIFUGAL PUMP 42m ³ -35m 440V-60Hz"	1	Engine Room/ Floor 4500 A/B, Stbd Side, Fr.37-38
Sea Water Pump Starter Panel (SWPSP)	1	Engine Room/ Floor 4500 A/B, Stbd Side, Fwd BHD
Diaphragmatic air pumps (DAP 1,2,3)	3	Engine Room/ Port Side, High Sea Chest (H.S.C.)
Diaphragmatic air pumps (DAP 4,5)	2	Engine Room/ Floor 4500 A/B, Stbd Side, Fwd BHD
Connection Panel (JB1)	1	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, Fr.36-38
Neutralizing Agent Tank (NAT) (600L) set including: Agent dosing pump Motor starter for dosing pump (MS)	1	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Stbd Side, Fr.34-35
TRO Gravity Drain Tank (TGDT) – Metallic Rectangular Tank (150L)	1	Engine Room/ Port side/ High Sea Chest (H.S.C.)
Temperature Indicators (range: 0-100°C, correspond to DN20 pipe) (TI1, TI2, TI3, TI4) (Transformer/Rectifier)	4	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, close to T/Rs
Pressure Gauge (range: 0-6bar, correspond to DN20 pipe) (GI1, GI2, GI3, GI4) (Transformer/rectifier)	4	Engine Room/ Lower Plat. 10000 A/B, Port Side, close to T/Rs

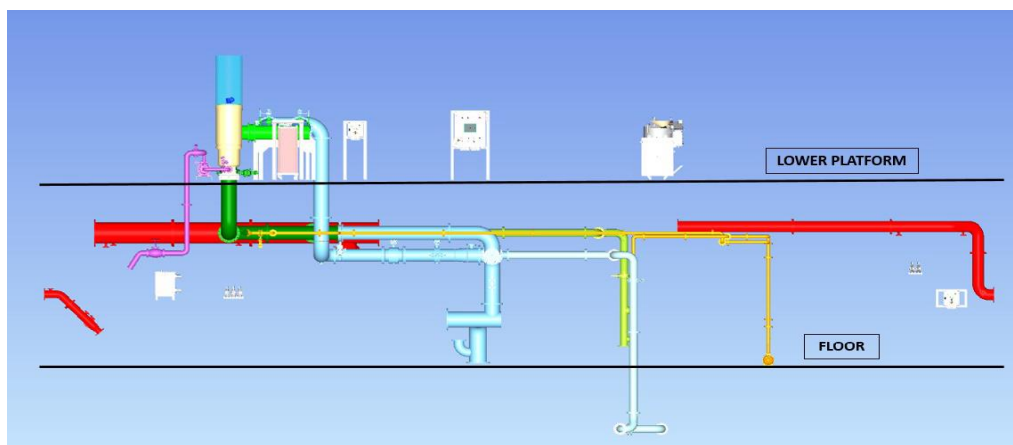
Πίνακας 6: Περιλαμβάνει όλα τα μέρη του συστήματος ERMA FIRST BWTS FIT 1500



Εικόνα 33: Διάταξη του συστήματος εντός του μηχανοστασίου. Φωτογραφία κάτοψης μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος SOLIDWORKS.



Εικόνα 34: Ισομετρική απεικόνιση του συστήματος εντός του μηχανοστασίου, μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος SOLIDWORKS.



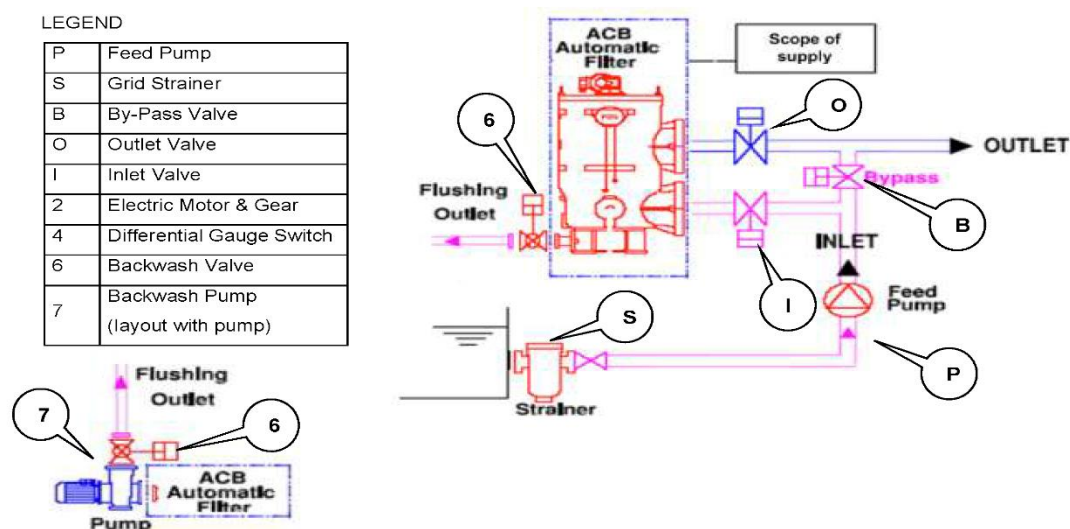
Εικόνα 35: Γενική διάταξη του συστήματος κοιτώντας μπροστά, μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος SOLIDWORKS.

5.5.2.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ (FILTREX ACB-9100-400)

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως το φίλτρο αποτελεί το πρώτο στάδιο μηχανικού καθαρισμού του συστήματος. Το εύρος λειτουργίας του είναι μεταξύ 126m³/h και 1500m³/h. Μπορεί να δεχτεί πίεση μέχρι 10 bar.g . Το κυρίως πλέγμα του είναι φτιαγμένο από μεταλλικό νήμα AISI 316L με διαπερατότητα 40μ

Για τον αποτελεσματικό αυτοκαθαρισμού του, δεδομένης της ύπαρξης ειδικής αντλίας υποβοήθησης, ο κατασκευαστής έχει απαίτηση ελάχιστης πίεσης στην εισαγωγή του το 1.1 bar.g Αυτό αποτελεί και σημαντικό μέρος της μελέτης πτώσης πίεσης που θα αναφέρουμε σε επόμενο κεφάλαιο. Η διαδικασία αυτοκαθαρισμού ξεκινά όταν η διαφορική πίεση ξεπεράσει τα 0.5 bar.g. Αν η πτώση πίεσης εντός του φίλτρου ξεπεράσει τα 5 bar.g ενεργοποιείται συναγερμός και η βαλβίδα εισαγωγής απομονώνει το φίλτρο για να μην καταστραφεί το διάφραγμα του. Η διαδικασία αυτοκαθαρισμού κατά μέσο όρο διαρκεί είκοσι δευτερόλεπτα. Η σχετικά μικρή απαίτηση σε πίεση σε σχέση με τον ανταγωνισμό καθιστά αυτό το φίλτρο δημοφιλές, ειδικά σε περιπτώσεις που λόγω έλλειψης χώρου πρέπει να τοποθετηθεί σε σχετικά ψηλό σημείο, κάτι που γενικά πρέπει να αποφεύγεται, ή όταν οι αντλίες αδυνατούν να παρέχουν ικανοποιητική πίεση. Για τη μελέτη της πτώσης πίεσης που θα αναφέρουμε σε επόμενο κεφάλαιο, θα θεωρήσουμε το φίλτρο καθαρό όταν το Δρ εντός του είναι 0.2 bar.g και ακάθαρτο (Clogged) όταν φτάνει τα 0.5 bar.g αντίστοιχα.

Κατά την εγκατάσταση του φίλτρου επίσης θα πρέπει να προβλεφθεί επαρκής χώρος για την ασφαλή και εύκολη συντήρησή του.



Εικόνα 36: Διαγραμματικό σχέδιο με τα κύρια μέρη και τη βασική συνδεσμολογία του φίλτρου (OMSM VOL 1)



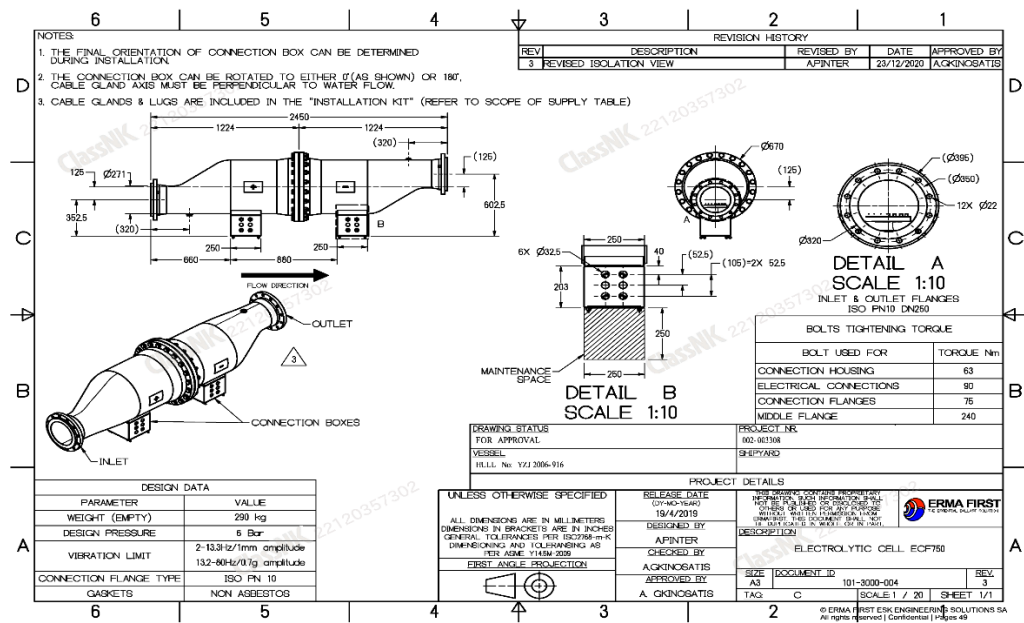
Εικόνα37: Κατά το σχεδιασμό του συστήματος πρέπει να ληφθεί υπόψιν ο απαραίτητος χώρος και τα μέσα για τη συντήρηση του φίλτρου

(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL 1)

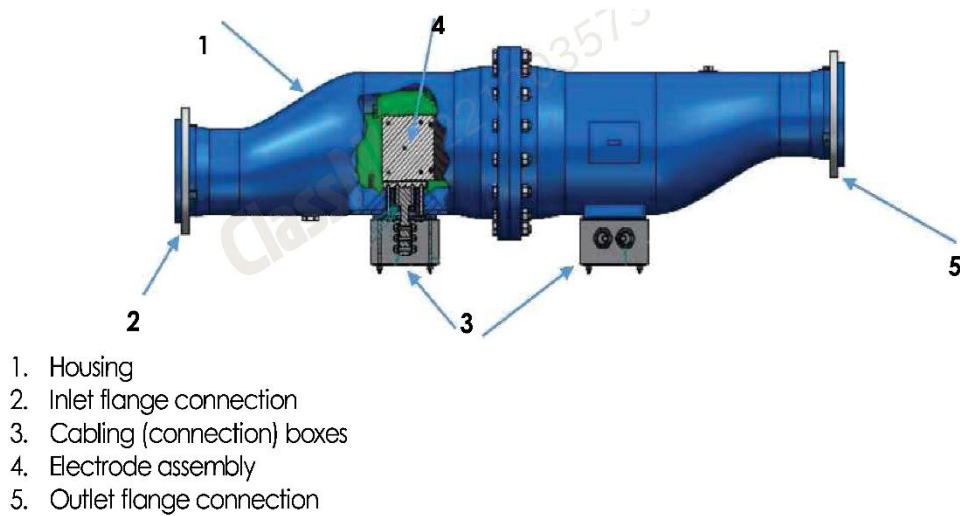
5.5.2.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΑ ΚΕΛΙΑ

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως το νερό αφού περάσει το πρώτο στάδιο μηχανικού καθαρισμού και απομακρυνθούν οι μικροοργανισμοί μεγαλύτεροι από 40 μm εισέρχεται στα ηλεκτρολυτικά κελιά που είναι υπεύθυνα για την δημιουργία IN SITU ενεργού συστατικού (sodium Hypochlorite)- παράγωγο του χλωρίου, που εξαλείφει την περίπτωση περαιτέρω ανάπτυξης μικροοργανισμών. Για τη μείωση του βάρους το περίβλημα του κελιού είναι κατασκευασμένο από GRP . Τα ηλεκτρόδια είναι φτιαγμένα από τιτάνιο και είναι ικανά να παράγουν το ενεργό συστατικό με συγκέντρωση έως 8ppm κατευθείαν στη συνολική ροή εντός των κελιών (Full flow system). Η μέγιστη αποδεκτή πίεση εντός των κελιών είναι τα 6 bar.g ενώ το εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας κυμαίνεται από -2 C έως 45 C . Επίσης η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να φτάσει τους 60 C . Ένας διακόπτης θερμοκρασίας στην έξοδο των κελιών διακόπτει την τροφοδοσία ρεύματος όταν αυτή φτάσει τους 45 C (Max Operating Temp) Οι παράμετροι λειτουργίας του ηλεκτρολυτικού κελιού που είναι το ρεύμα, και η τάση όπως και οι ώρες λειτουργίας, καταγράφονται στη μονάδα PLC (σύστημα αυτόματου ελέγχου) του εν λόγω συστήματος. Η μέγιστη τάση που εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια είναι 50 V συνεχούς ρεύματος (DC). Κατά το σχεδιασμό, για την αποφυγή φυσαλίδων αέρα (air Pockets) εντός θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε η έξοδος του κελιού να βρίσκεται υψηλότερα από την είσοδο (κάθετη τοποθέτηση) ή όταν βρίσκεται σε οριζόντια θέση η είσοδος του κελιού θα πρέπει να βρίσκεται σε χαμηλότερο σημείο από την έξοδο. Για τους υπολογισμούς πτώσης πίεσης η ERMA FIRST θεωρεί ως χειρότερο σενάριο την πτώση πίεσης εντός του κελιού ως 0.2 bar.g ανεξάρτητα από την ροή που διέρχεται από αυτό. Τέλος η ελάχιστη παροχή λειτουργίας τους

καθορίζεται ως το 20% της ονομαστικής μέγιστης παροχής τους. Στην περίπτωση μας η ελάχιστη παροχή υπολογίζεται ως $0.2 \times 1500 = 300 \text{ m}^3/\text{h}$



Εικόνα 38:Μηχανολογικό σχέδιο απεικόνισης του ηλεκτρολυτικού κελιού της EPMA FIRST (OMSM VOL 2)

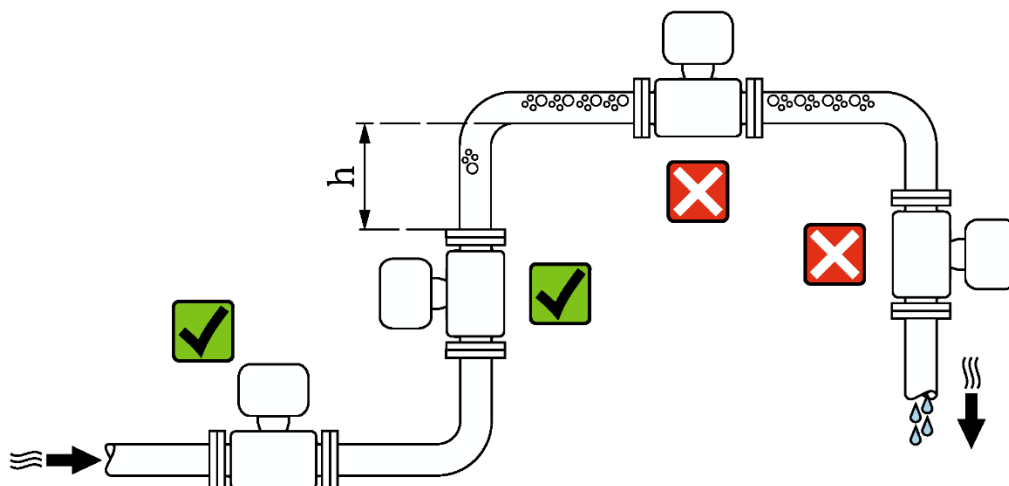


Εικόνα 39:Κύρια μέρη που αποτελούν το ηλεκτρολυτικό κελί της EPMA FIRST

(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL 1)

5.5.2.3 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ

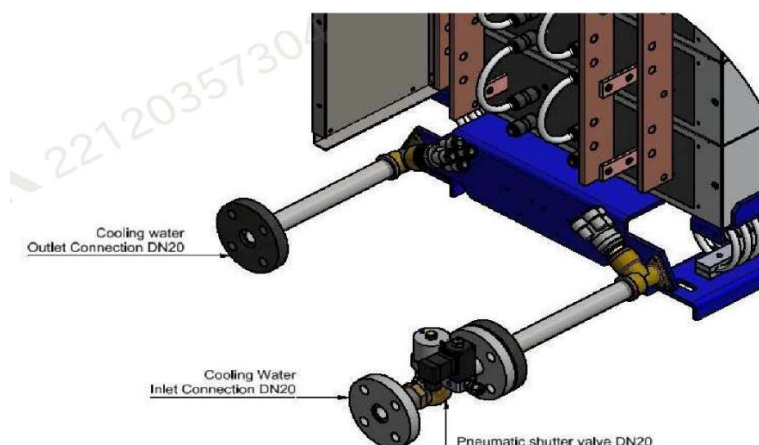
Βασική συσκευή του συστήματος που μετράει το ρυθμό ροής του νερού. Για να δώσει αξιόπιστες μετρήσεις είναι απαραίτητο να ενσωματωθεί στο σύστημα με κατάλληλο τρόπο. Η τοποθέτηση του πρέπει να εξασφαλίζει στρωτή ροή, απαλλαγμένη από φυσαλίδες. Οι ελάχιστες απαιτήσεις μήκους σωλήνα εισόδου είναι 3 φορές η διάμετρος του σωλήνα ενώ για την έξοδο απαιτούνται τουλάχιστον 2 μήκη σωλήνα. Είναι θεμιτό επίσης να βρίσκεται σε χαμηλότερο σημείο σε σχέση με το κοντινό του δίκτυο, και κοινή πρακτική αν αυτό είναι εφικτό, είναι η μείωση κατά ένα μέγεθος της διαμέτρου της σωλήνας που θα εγκατασταθεί.



Εικόνα 40: Σωστή και λάθος τοποθέτηση του μετρητή ροής σε σχέση με τη γεωμετρία των σωληνώσεων. Το h αφορά την ελάχιστη απόσταση από γωνιακό σωλήνα και πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από το διπλάσιο της διαμέτρου του. (ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL 1)

5.5.2.4 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΑΝΟΡΘΩΤΕΣ (T/R UNITS)

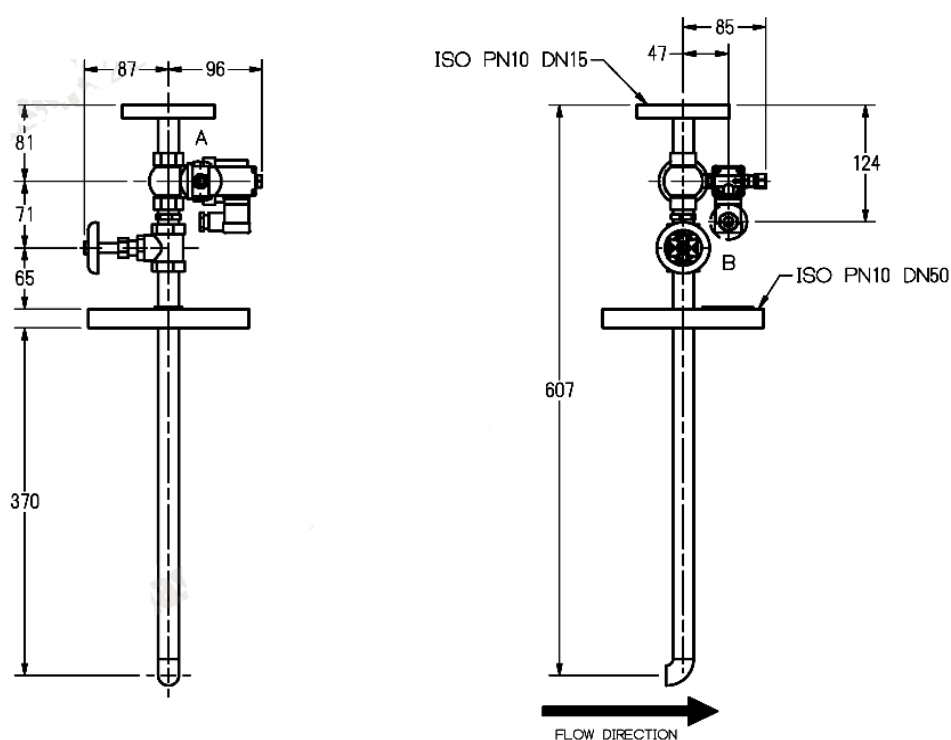
Αποτελούν τις μονάδες οδήγησης ηλεκτρικής ισχύος των ηλεκτρολυτικών κελιών. Παρέχουν τάση στα κελιά από 0 έως 50 V DC που καθορίζεται ανάλογα με την συγκέντρωση του χλωρίου που μετράται στις μονάδες TRO. Είναι υδρόψυκτα ενώ τα χαρακτηριστικά του φρέσκου νερού ψύξης είναι: πίεση (2- 5) bar.g θερμοκρασία (20 – 42) C , τυπική παροχή 1.05 m³.h ενώ η πτώση πίεσης εντός τους είναι 2 bar.g



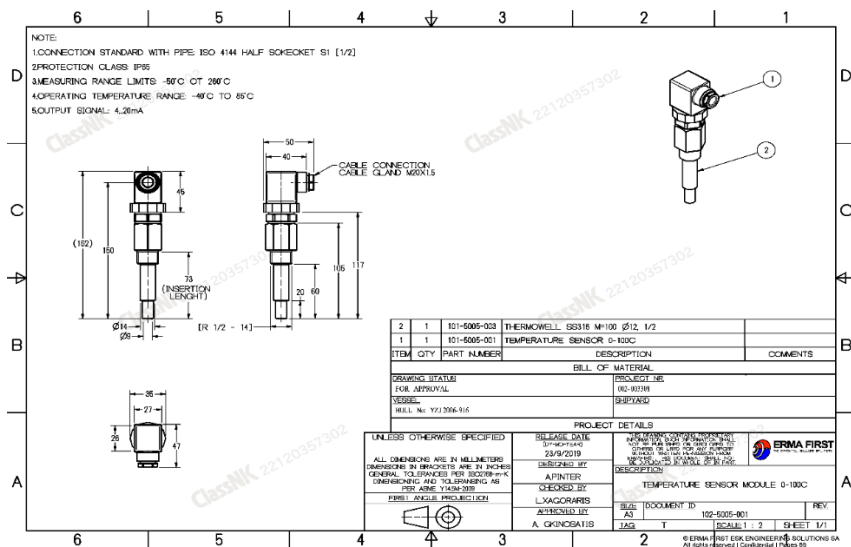
Εικόνα 41: Μετασχηματιστής /Ανορθωτής. Συνδέσεις παροχής νερού ψύξης (OMSM VOL 1)

5.5.2.5 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΧΛΩΡΙΝΗΣ (TRO1, TRO2 UNITS)

Ο σκοπός ύπαρξης των αισθητήρων χλωρίνης (TRO1 – TRO2) είναι η μέτρηση συγκέντρωσης χλωρίνης TRO κατά τη διαδικασία επεξεργασίας του νερού στον ερματισμό και τον αφερματισμό του. Διαφραγματικές αντλίες (DAP) οδηγούν το δείγμα νερού που συλλέγεται προς ανάλυση από την κεντρική ροή μέσω ειδικών διατάξεων (TRO sampling port). Με βάση αυτές τις μετρήσεις (TRO1), κατά τον ερματισμό καθορίζεται το ρεύμα που εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια των κελιών, ενώ κατά τον αφερματισμό (TRO1 και TRO2) καθορίζεται η ποσότητα του χημικού παράγοντα εξουδετέρωσης του χλωρίου (*neutralizer*), ώστε η συγκέντρωση του να μην ξεπερνά τα 0.1 mg/L. Ειδικά το TRO2 μετρά το TRO μετά την έκχυση του *neutralizer* λίγο πριν την αποβολή του νερού και οπωσδήποτε πριν το σημείο δειγματοληψίας G2.



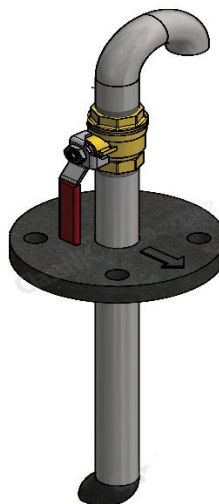
Εικόνα 42: Διαγραμματικό σχέδιο σωλήνα δειγματοληψίας νερού έρματος (TRO sampling port). Διακρίνεται η ορθή φορά τοποθέτησης ως προς την ροή του νερού εντός του σωλήνα. [\(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL 2\)](#)



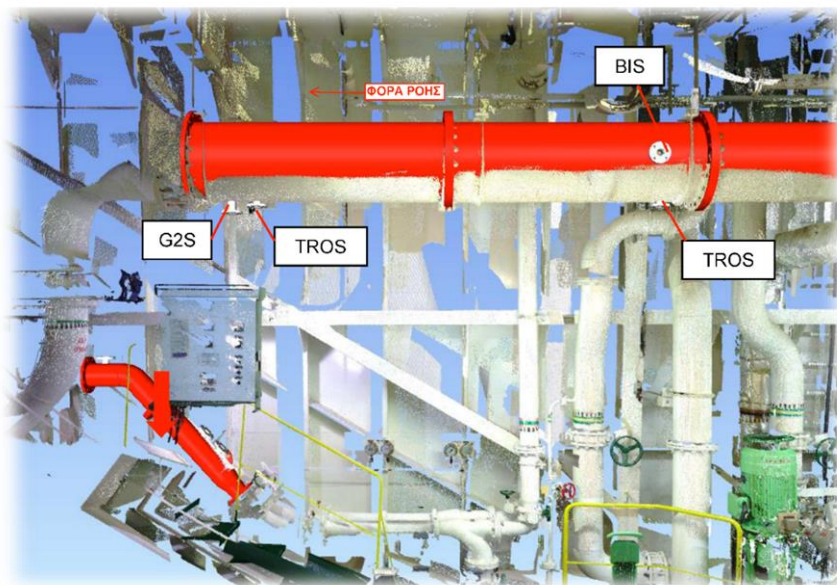
Εικόνα 43: Μηχανολογικό σχέδιο μετρητή θερμοκρασίας (OMSM VOL 2)

5.5.2.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ G2

Η εγκατάσταση θυρών δειγματοληψίας θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο εκροής (Ballast water discharge point). Για την εξασφάλιση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων θα πρέπει οι ταχύτητες τόσο του δείγματος όσο και της κύριας ροής να είναι ίσες στο σημείο που διαχωρίζονται (το δείγμα από την κύρια ροή). Η παραπάνω συνθήκη αναφέρεται από τους κανονισμούς ως ισοκινητική δειγματοληψία. (Λεπτομέρειες για το G2 στο κεφάλαιο 3.6.2 της παρούσας εργασίας)



Εικόνα 44: Σωλήνας δειγματοληψίας νερού G2 που χρησιμοποιείται κατά τον αφερματισμό του πλοίου (OMSM VOL 2)



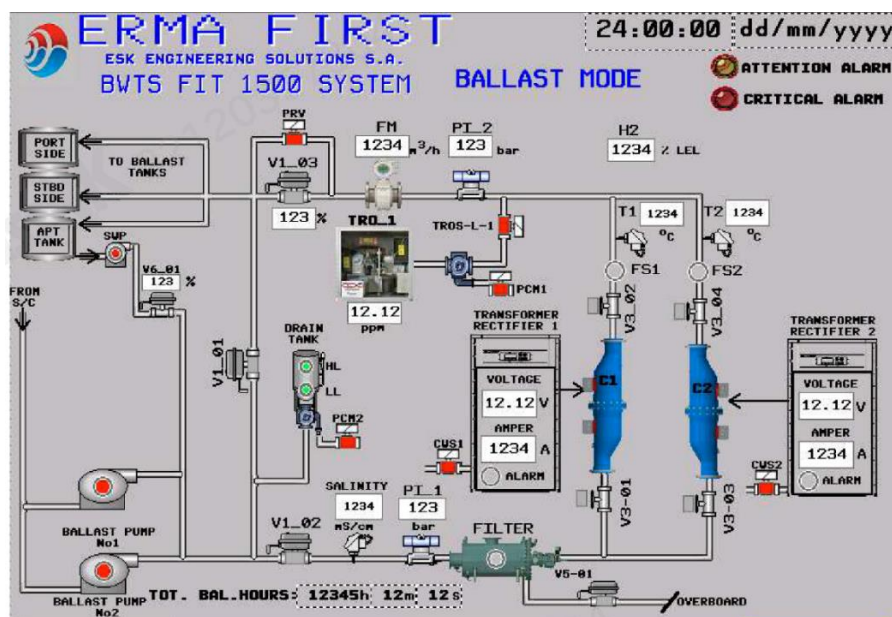
Εικόνα 45: Γραμμική διάταξη συστήματος δειγματοληψίας (TROS,G2S) και αποχλωρίωσης (BIS) πάνω στο σωλήνα εκροής έρματος στην αριστερή πλευρά του πλοίου (κοιτώντας μπροστά)

5.5.2.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ

Normal ballasting

Η διαδικασία ερματισμού ξεκινάει όταν το θαλασσινό νερό αναρροφάται από μια αντλία μέσω των κιβώτιων αναρροφήσεων (*sea chests*). Στη συνέχεια το θαλασσινό νερό που αντλήθηκε διέρχεται μέσα από το αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο το οποίο κατακρατεί μόρια, υδρόβιους ζωντανούς οργανισμούς και ιζήματα που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 40 μ m καθώς παραμένουν στα τοιχώματα του και στη συνέχεια απορρίπτονται στη θάλασσα. Έπειτα, τα ύδατα που πέρασαν από το φίλτρο εισέρχονται στο ονομαζόμενο κελί ηλεκτρόλυσης (*Electrolysis Cell*) όπου εκεί παράγεται το χλώριο (*TRO*) μέσω της διαδικασίας της ηλεκτρόλυσης του οποίου η συγκέντρωση είναι πολύ χαμηλή, με μέγιστη συγκέντρωση τα 6 mg/L, ενώ πριν το κελί ηλεκτρόλυσης υπάρχει διακόπτης ροής για λόγους ασφαλείας. Στην έξοδο του κελιού ηλεκτρόλυσης υπάρχουν διακόπτες θερμοκρασίας και ροής οι οποίοι τερματίζουν τη διαδικασία επεξεργασίας των υδάτων έρματος και ενεργοποιούν έναν συναγερμό σε περίπτωση που ανιχνευτεί θερμοκρασία μεγαλύτερη των 40°C ή διακοπή της ροής. Επίσης, μετά το κελί ηλεκτρόλυσης υπάρχει ειδική συσκευή δειγματοληψίας και καταγραφής (*TROI*) του παραχθέντος χλωρίου. Η σύνδεση της συσκευής για δειγματοληψίας *TRO*, είναι εξοπλισμένη με βαλβίδες απομόνωσης (*Isolation valves*) που θα πρέπει να είναι πάντα ανοιχτές και με μια βαλβίδα τύπου διαφράγματος (*Shutter valve*) η οποία ανοίγει μόνο κατά τη διαδικασία ερματισμού. Σκοπός αυτής της σύνδεσης είναι η συνεχής παρακολούθηση του χλωρίου στον πίνακα ελέγχου του BWMS μέσω του αισθητήρα *TROI*. Οι ενδείξεις αυτές καθορίζουν και την ποσότητα του ρεύματος που εφαρμόζεται στα κελιά ηλεκτρόλυσης για την παραγωγή χλωρίου μέχρι τη

μέγιστη συγκέντρωση. Αφού επιτευχθεί η επεξεργασία και το έρμα πληροί όλες τις προϋποθέσεις, τελικά εισέρχεται στις δεξαμενές έρματος. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι μετρήσεις τόσο του διακόπτη ροής όσο και του αισθητήρα θερμοκρασίας παρακολουθούνται και καταγράφονται συνεχώς στον πίνακα ελέγχου του εν λόγω συστήματος.



Εικόνα 46: Διαγραμματική απεικόνιση πίνακα ελέγχου κατά τη διαδικασία ερματισμού (ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL 1)

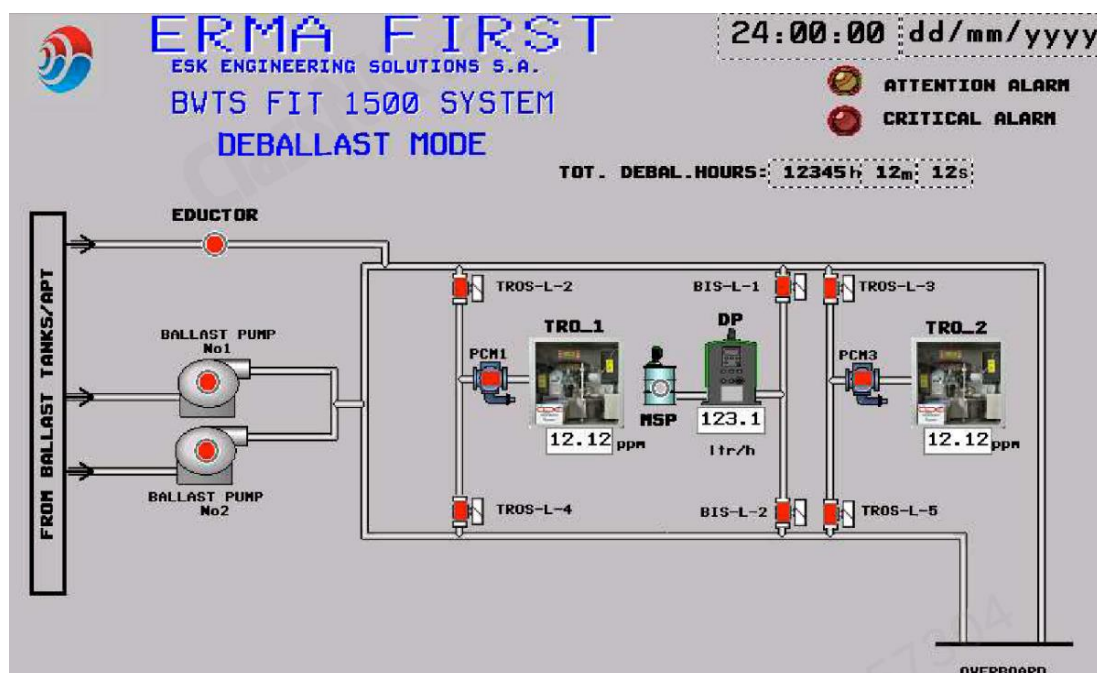
Fresh Water Mode

(Πρόβλεψη λειτουργίας του συστήματος σε γλυκό νερό)

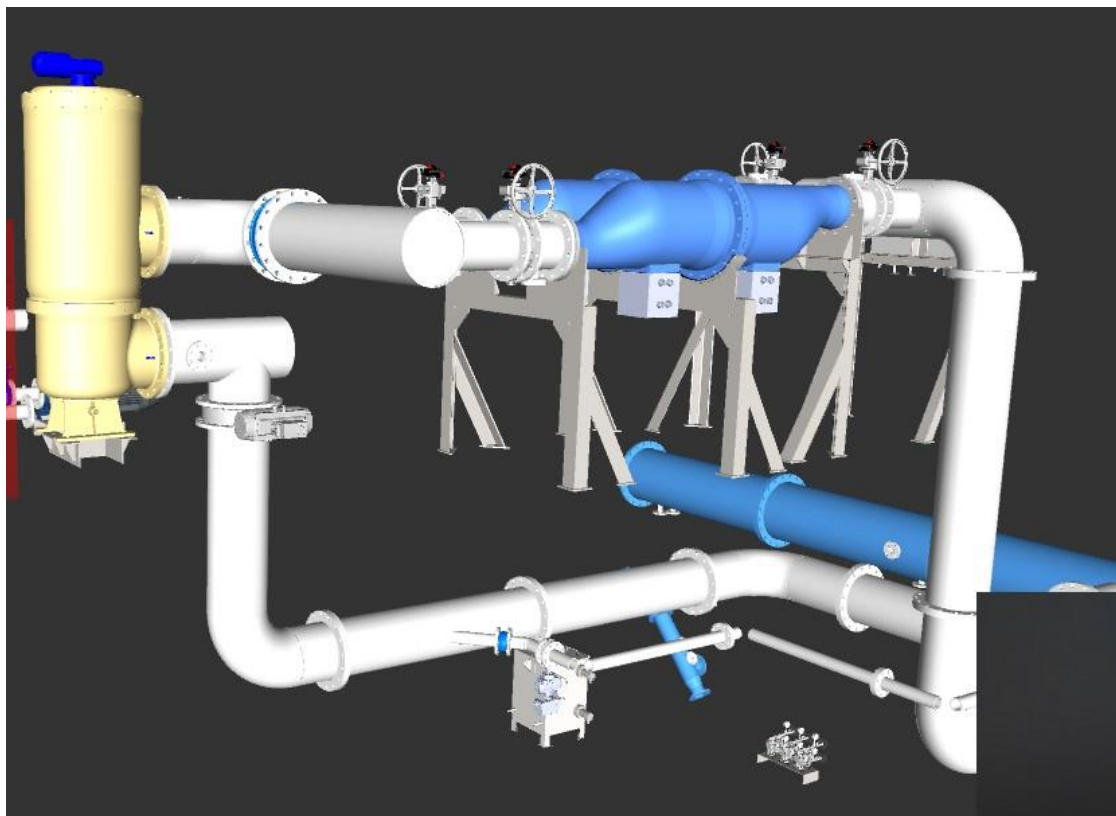
Στην περίπτωση που ο ερματισμός του πλοίου πραγματοποιείται σε γλυκά ή υφάλμυρα νερά υπάρχει περίπτωση το ηλεκτρολυτικό κελί να μην παράγει ικανή ποσότητα χλωρίου λόγω της χαμηλής αλατότητας του νερού (<1.7 PSU στους -2 C) Σε αυτήν την περίπτωση ενεργοποιείται συναγερμός και το σύστημα πρέπει να γυρίσει χειροκίνητα σε “FRESH WATER MODE”. Αυτό προϋποθέτει ότι μια δεξαμενή που συνήθως είναι η APT (After Peak Tank) μπορεί να προσφέρει ικανή ποσότητα θαλασσινού νερού για τον συνολικό χρόνο λειτουργίας του συστήματος ώστε να επιτευχθεί ο πλήρης ερματισμός του πλοίου. Η παροχή του νερού γίνεται με κατάλληλη αντλία (Sea water pump) που έχει συνδεδεμένη την αναρρόφηση της με τη δεξαμενή θαλασσινού νερού. Η κατάθλιψη της αντλίας συνδέεται στο δίκτυο πριν το φίλτρο του συστήματος. Ένας αισθητήρας αλατότητας καθορίζει μέσω βαλβίδας (FCV) τη ροή του θαλασσινού νερού ώστε να επιτευχθεί η ελάχιστη περιεκτικότητα σε αλάτι που όπως αναφέραμε παραπάνω είναι τα 1.7 PSU (Practical Salinity Unit). Σε περίπτωση που ο όγκος της δεξαμενής του θαλασσινού νερού δεν είναι επαρκής πρέπει να δημιουργηθεί συμπληρωματική δεξαμενή. Σε αντίθετη περίπτωση το πλοίο θα έχει άδεια να επιχειρεί μόνο σε θαλασσινό νερό.

5.5.2.8 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ

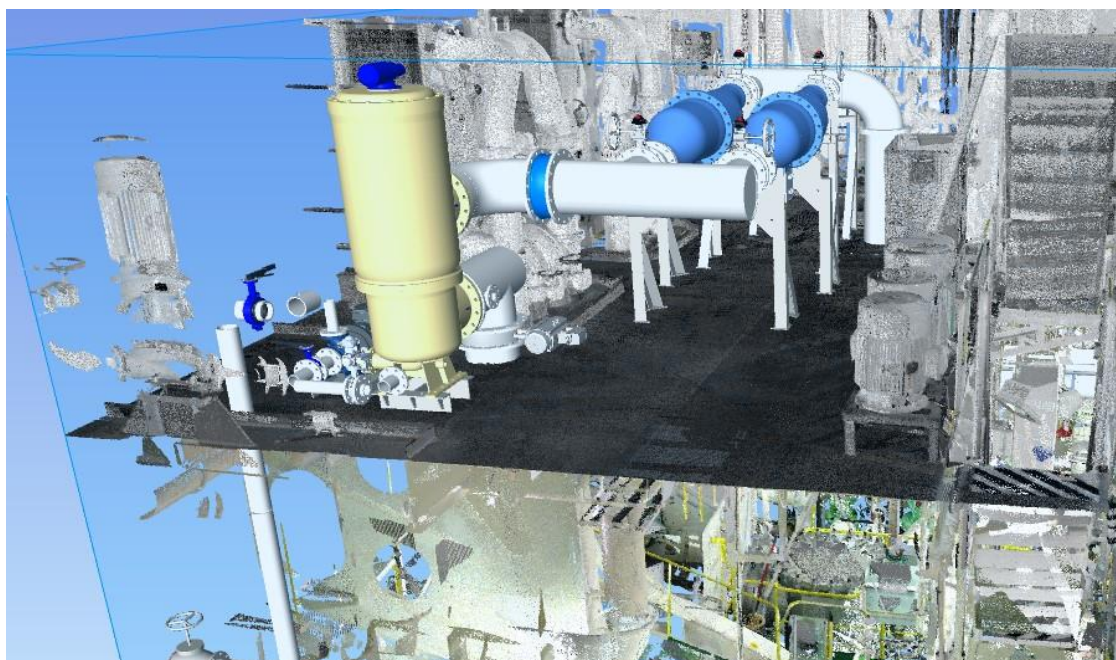
Κατά τη διαδικασία αφερματισμού το ήδη επεξεργασμένο νερό αφού παρακάμψει το κεντρικό σύστημα, οδηγείται στις απορροές (*Overboard Discharge*). Πριν την τελική απόρριψη του, το σύστημα ανιχνεύει σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσω διπλής διάταξης δειγματοληψίας (*TRO sampling connection*) και ελέγχου (*TRO Monitor*) το συνολικό υπολειμματικό οξειδωτικό (*Total Residual Oxidants Sensor – TRO*) και στην περίπτωση που είναι πάνω από τα επιτρεπόμενα επίπεδα, δηλαδή έχει συγκέντρωση μεγαλύτερη από 0.1 mg/L τότε ξεκινά τη διαδικασία αποχλωρίωσης. Μια δοσομετρική αντλία τίθεται σε λειτουργία απελευθερώνοντας από τη δεξαμενή αποθήκευσης του χημικού παράγοντα εξουδετέρωσης (*Neutralizing Agent*) όση ποσότητα **διθειώδους νατρίου** απαιτείται. Το σημείο απελευθέρωσης του αποχλωριωτικού μέσου τοποθετείται ανάμεσα στα δύο σημεία δειγματοληψίας. Στη συνέχεια μέσω του δεύτερου σημείου δειγματοληψίας *TRO_2* ελέγχονται ξανά τα επίπεδα του συνολικού υπολειμματικού οξειδωτικού στο τελικό σημείο της γραμμής απορροής. Σκοπός της τοποθέτησης του συστήματος παρακολούθησης *TRO* σε αυτό το σημείο είναι η επαλήθευση του αποτελέσματος της εξουδετέρωσης (*Neutralisation Process*) δηλαδή ότι βρίσκεται εντός επιτρεπτών ορίων συγκέντρωσης πριν την απόρριψη των επεξεργασμένων κατά τον ερματισμό υδάτων στη θάλασσα. Επιπλέον, στη γραμμή εκκένωσης τοποθετείται μια ισοκινητική θύρα δειγματοληψίας (*G2*) η οποία δίνει τη δυνατότητα στις Αρχές να πάρουν δείγμα από τα επεξεργασμένα ύδατα έρματος πριν την απόρριψη τους και να επαληθεύσουν τη λειτουργία και την αποδοτικότητα του εν λόγω συστήματος μέσω μιας βαλβίδας δειγματοληψίας.



Εικόνα 47: Διαγραμματική απεικόνιση του πίνακα ελέγχου κατά τη διαδικασία αφερματισμού [\(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL 1\)](#)



Εικόνα 48: Το σύστημα επεξεργασίας υδάτων έρματος *ERMA FIRST BWTS FIT 1500* με φίλτρο τύπου *FILTREX*. Διακρίνεται η συνδεσμολογία φίλτρου και ηλεκτρολυτικών κελιών (Λήψη εικόνας από Solidworks)



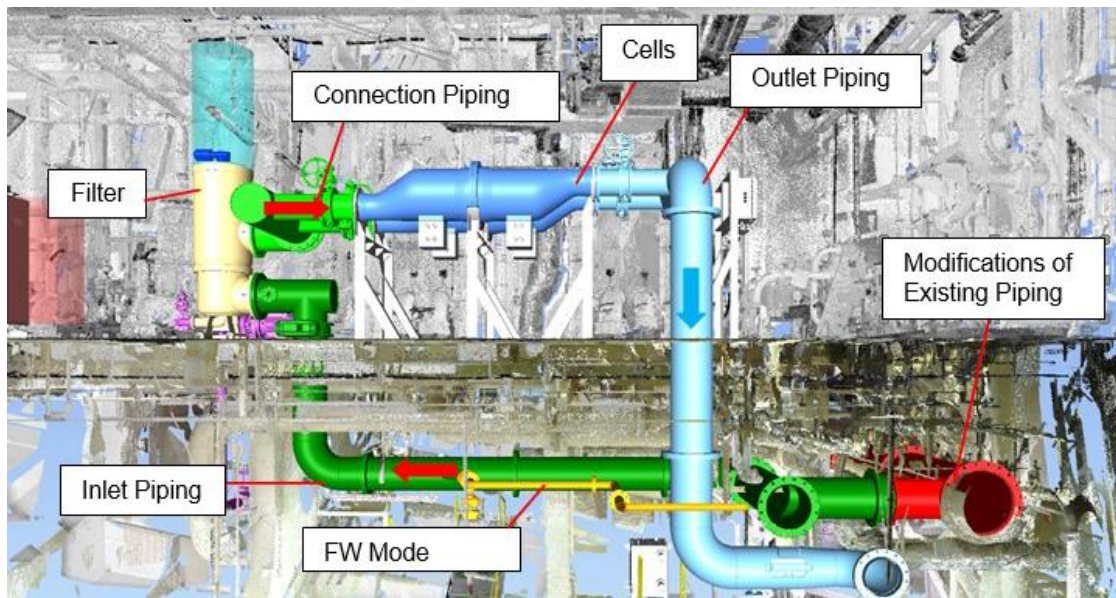
Εικόνα 49: Συνδυάζοντας το νέφος του πλοίου και το μοντέλο του συστήματος καθαρισμού έρματος (Solidwork) μέσω του προγράμματος Navisworks.

Abbreviation	Description
BWTS	Ballast Water Treatment System
BWMC	Ballast Water Management Convention
IMO	International Maritime Organization
%	Percentage
°C	Celsius Degree
LR	Lloyd's Register
USCG	United States Coast Guard
psu	Practical Salinity Unit (gr/lit)
mg/L	milligrams per liter
TRO	Total Residual Oxidant
MADC	Maximum Allowable Discharge Concentration
DC	Direct Current
DN	Diameter Nominal (mm)
mA	milliampere
Hz	Hertz
ECR	Engine Control Room
N/A	Not Applicable
F	Filter
C	Electrolytic cell
SMD	Salinity measuring device
FM	Flow meter
DP	Dosing pump
SP	Suction pump
DAP	Diaphragm air pump
PRV	Pressure relief valve
FCWP	Fresh cooling water pump
FCWPSP	Fresh cooling water pump starter panel
SSV	Shutter sampling valve
GV	Globe valve
MBV	Mini ball valve
T	Temperature sensor
FS	Flow switch
PI	Pressure indicator
G	Pressure gauge
VS-B	Neutralizing agent inlet valve
SNRV	Sampling non-return valve
VS	G2 sampling valve
SWP	Sea water pump
BP	Ballast pump
T/R	Transformer/ rectifier
CWS	Cooling water shutter valve
SP2SP	Suction pumps' starter panel
CP	Control panel
RP	Repeater panel
MSP	Mixer starter panel
SWPSP	Sea water pump starter panel
H2	Hydrogen
TROS	TRO sampling port
TROR	TR return port
BIS	Neutralizing agent injection port
G2S	G2 sampling port
NAT	Neutralizing agent tank
NAM	Neutralizing agent mixer
DTV	Drip tray valve
LS	Level Sensor
ARF	Air relief filter
DAPS	Diaphragm air pump solenoid valve
PS	Pressure switch
TS	Temperature switch
TGDT	TRO gravity drain tank

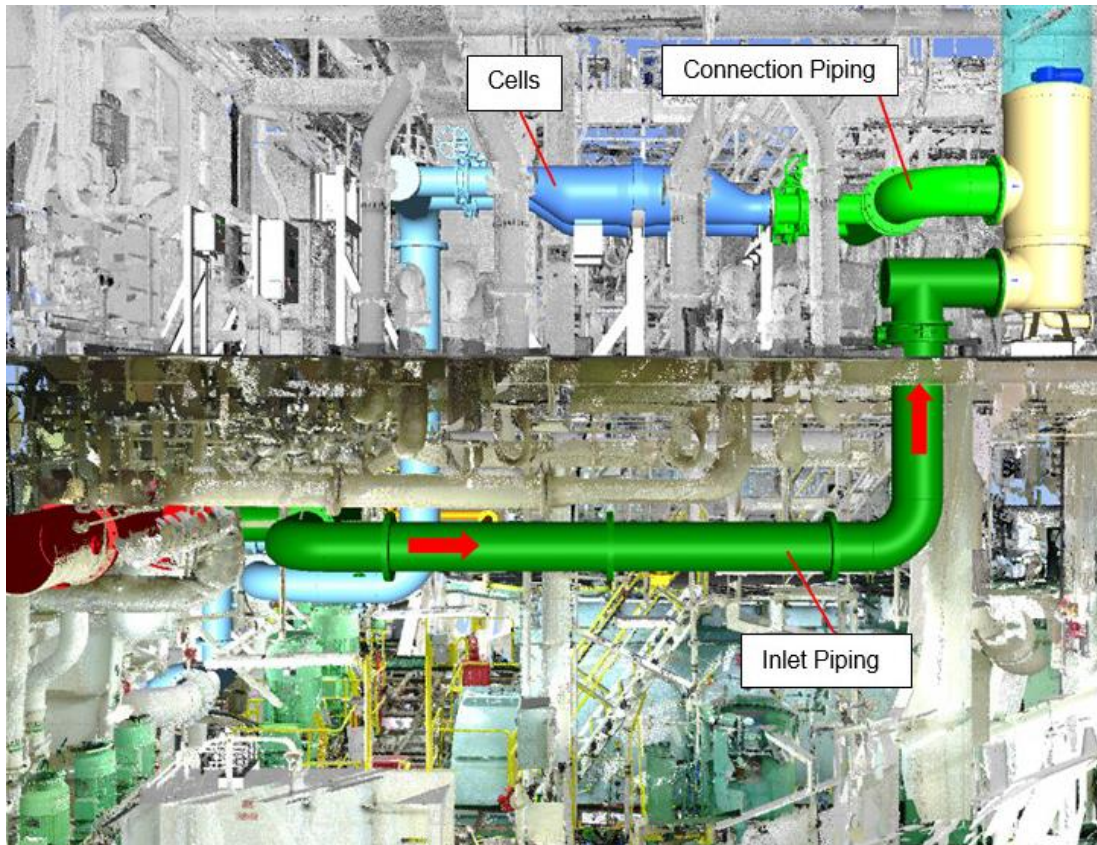
Πίνακας 7: Συνομογραφία γενικών όρων και των εξαρτημάτων που απαρτίζουν το σύστημα ERMA FIRST BWTS FIT 1500 (QMSM VOL 1)



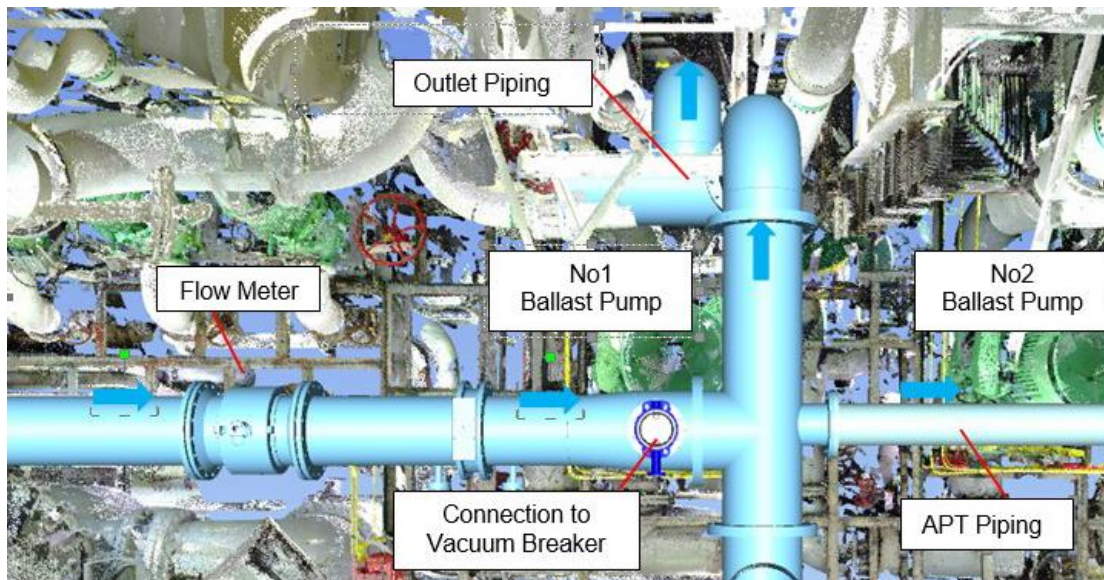
Εικόνα 50: Κυρίως σύστημα και ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του BWTS (κάτοψη). Τα κόκκινα βέλη συμβολίζουν τη ροή προς την είσοδο του συστήματος ενώ τα μπλε, την ροή της εξόδου από το σύστημα προς τις δεξαμενές έρματος.



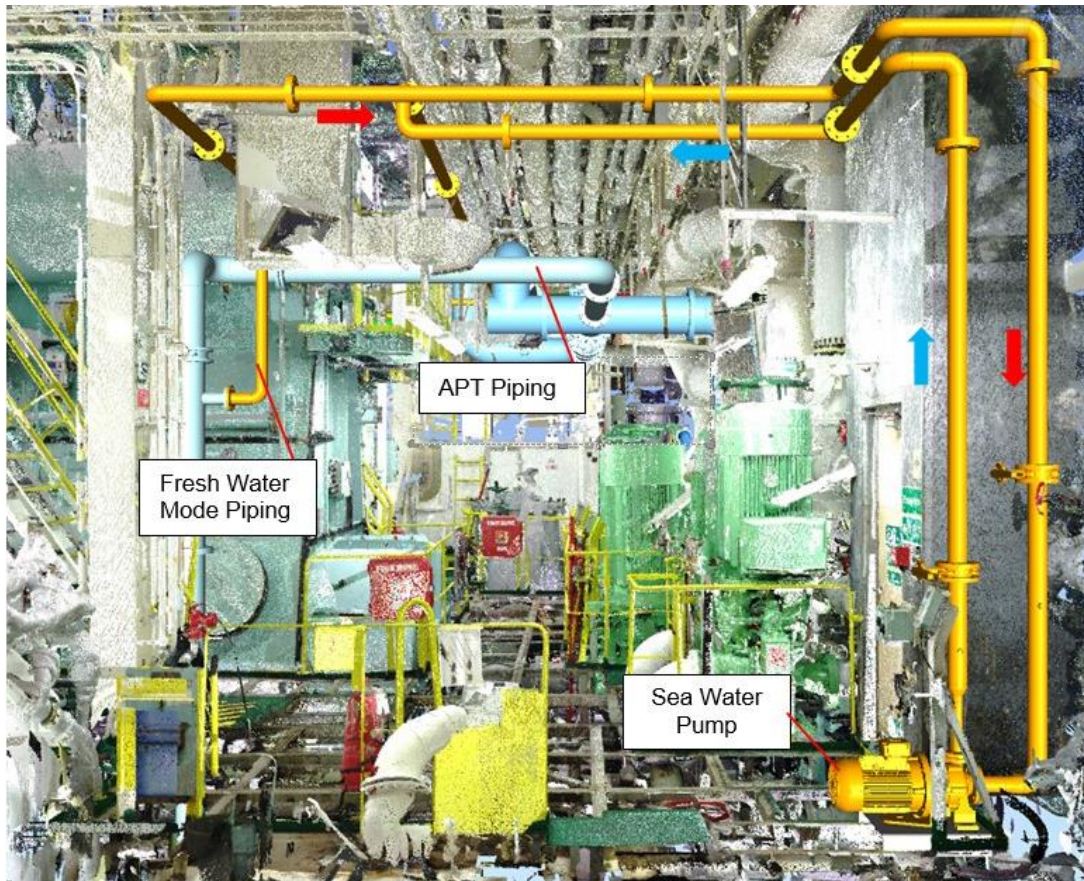
Εικόνα 51: Φίλτρο και ηλεκτρολυτικά κελιά, σωληνώσεις εισόδου και εξόδου από το σύστημα. Κοιτάζοντας αριστερά.



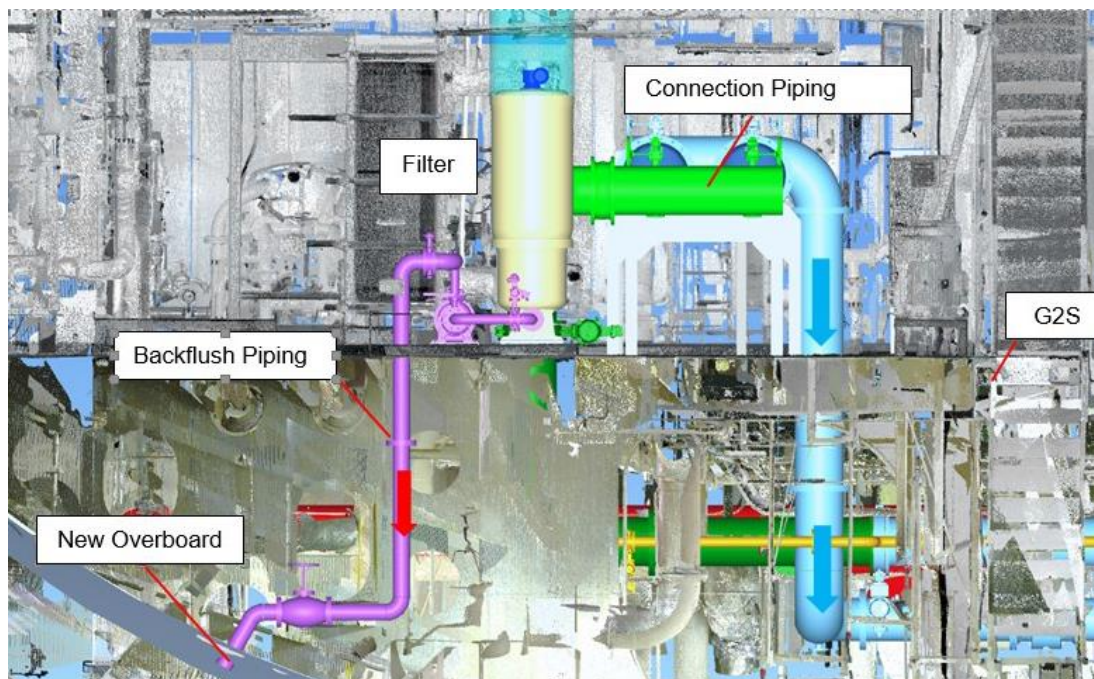
Εικόνα 52: Σωληνώσεις εισόδου. Κοιτώντας προς τα δεξιά στο ύψος της κατώτερης πλατφόρμας του μηχανοστασίου.



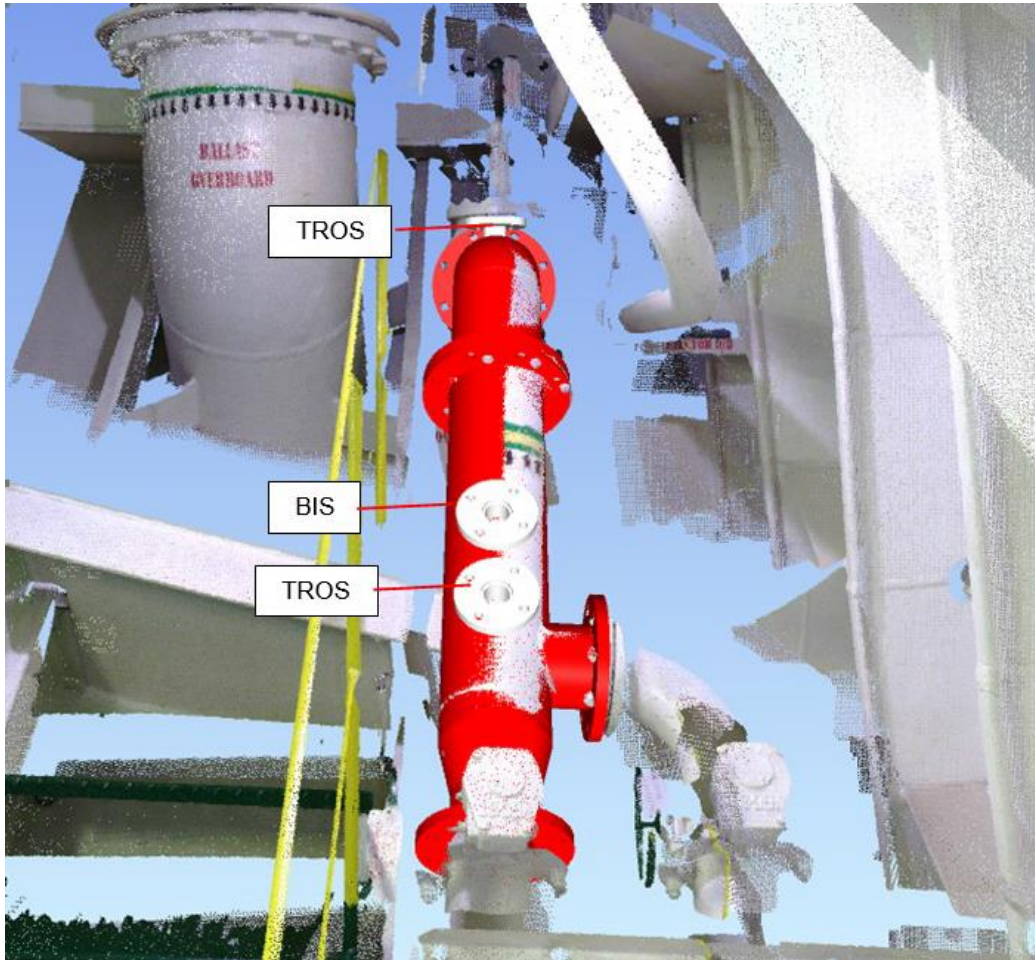
Εικόνα 53: Σωληνώσεις εξόδου από το σύστημα προς τις δεξαμενές έρματος. Κάτοψη δαπέδου μηχανοστασίου.



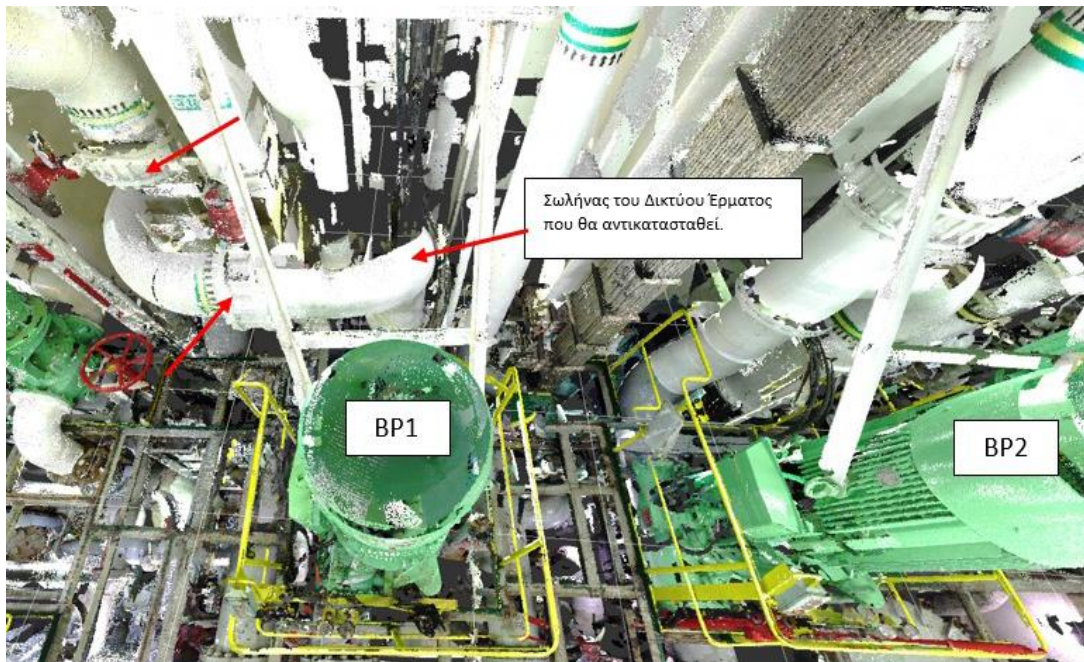
Εικόνα 54: Σωληνώσεις λειτουργίας γλυκού νερού (FreshWater Mode) στο δάπεδο του μηχανοστασίου κοιτώντας αριστερά.



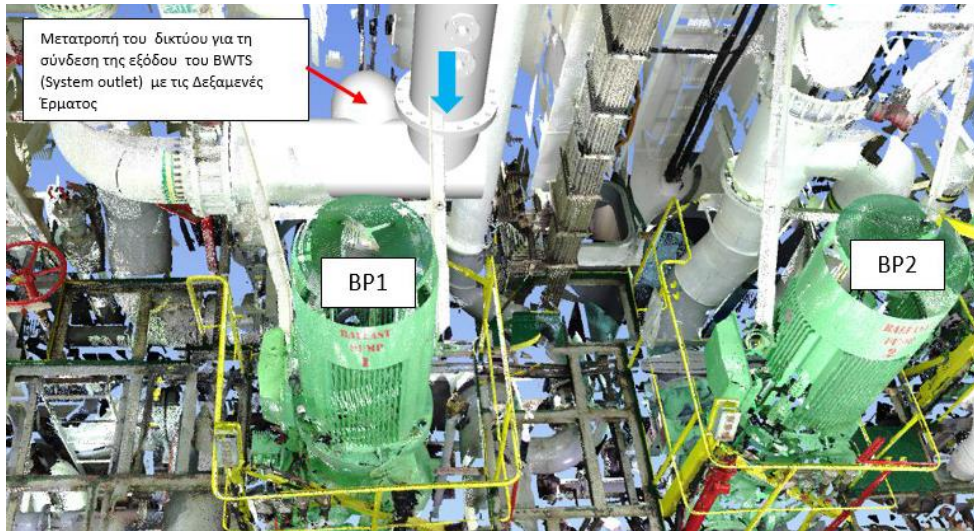
Εικόνα 55: Σωληνώσεις απορροής για τη λειτουργία αυτοκαθαρισμού του φίλτρου. Κάτω αριστερά φαίνεται το σημείο που θα γίνει η νέα οπή (Overboard) εξόδου του ακάθαρτου νερού ανάμεσα στους νομείς 26 και 27. Κοιτώντας μπροστά στο δάπεδο του Μηχανοστασίου.



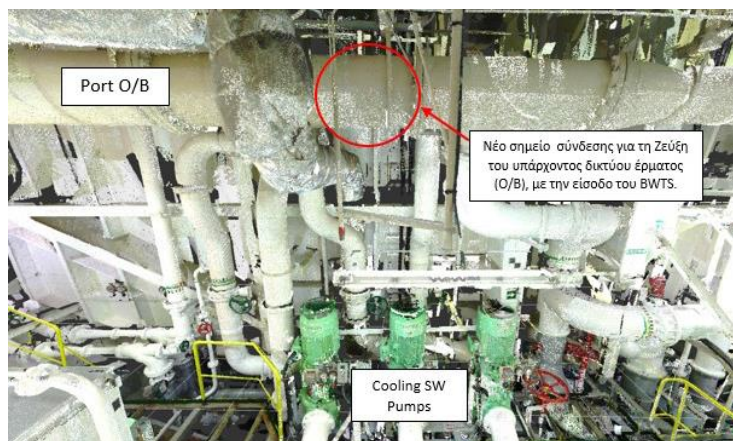
Εικόνα 56: Σωληνώσεις απορροής τζιφαριού (Eductors O/B) κοιτώντας την αριστερή πλευρά στο ύψος του δαπέδου του μηχανοστασίου. Διακρίνονται τα τρία σημεία δειγματοληψίας (Sampling Points)



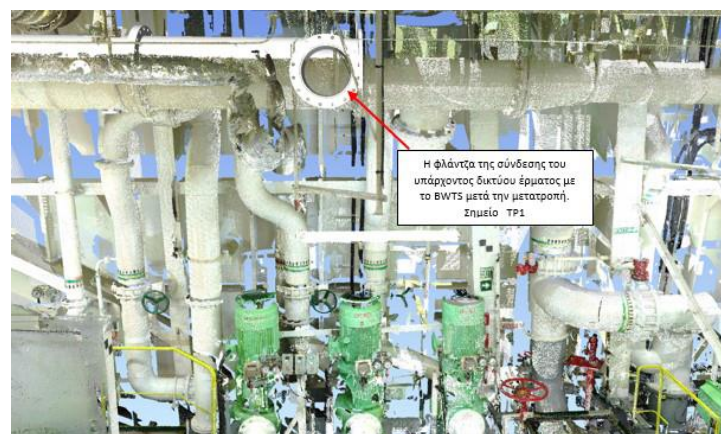
Εικόνα 57: Σημείο μετατροπής σωληνώσεων (Spools) για την ζεύξη του υπάρχοντος δικτύου με το BWTS



Εικόνα 58: Το δίκτυο μετά την μετατροπή. Το βέλος με μπλε χρώμα συμβολίζει το επεξεργασμένο νερό και δείχνει τη φορά με κατεύθυνση προς τις δεξαμενές έρματος. Η καθοδική πορεία του νερού από μεγάλο ύψος, προκαλεί εντός των σωληνώσεων υποπίεση λόγω της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Το πρόβλημα αυτό και η επίλυση του θα αναφερθεί σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.



Εικόνα 59: Το σημείο ζεύξης του υπάρχοντος δικτύου και της εισόδου του BWTS πάνω στις σωληνώσεις απορροής έρματος προς την αριστερή πλευρά του πλοίου .

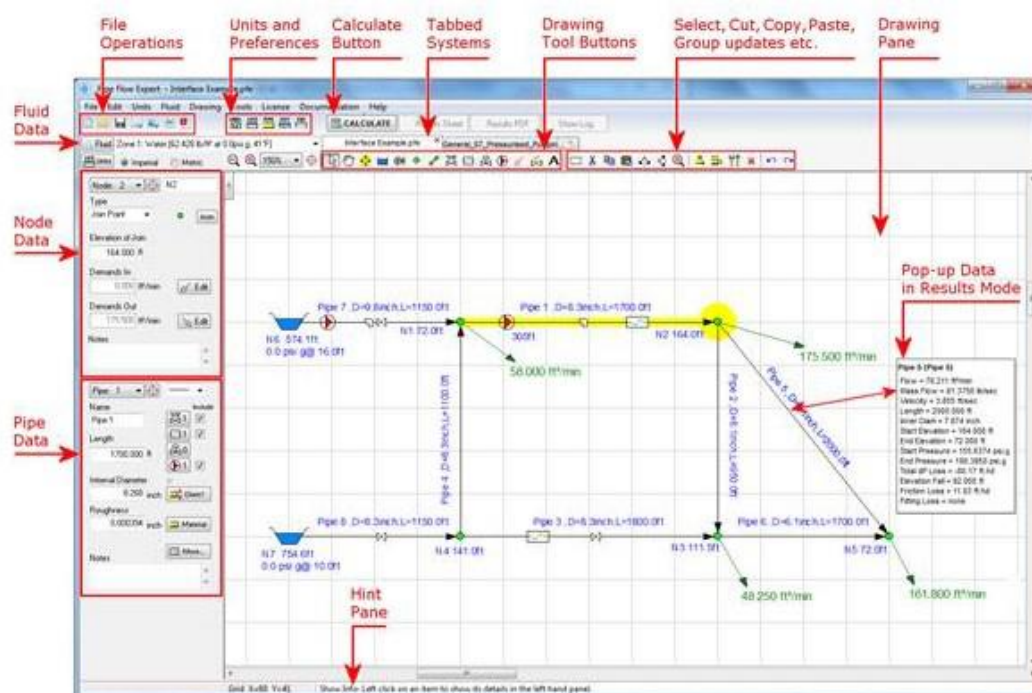


Εικόνα 60: Τοποθέτηση της φλάντζας πάνω στο αριστερό O/B.

6 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΥΚΤΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ

6.1 Παρουσίαση του προγράμματος Pipeflow Expert

Το Pipe Flow Expert είναι μια εφαρμογή λογισμικού που εκτελείται στο λειτουργικό σύστημα Microsoft Windows. Χρησιμοποιείται από μηχανικούς σε περισσότερες από 75 χώρες παγκοσμίως, για τη μοντελοποίηση συστημάτων σωλήνων όπου πρέπει να υπολογιστούν οι παροχές, οι απώλειες πίεσης και οι απαιτήσεις άντλησης του συστήματος. Το λογισμικό Pipe Flow Expert διαθέτει ένα πλούσιο σε επιλογές interface που διευκολύνει τους χρήστες να μοντελοποιήσουν δίκτυα σωληνώσεων σε ένα 2D ή 3D ισομετρικό πλέγμα.



Εικόνα 61: PIPEFLOW EXPERT interface

Τα συστήματα αγωγών κυμαίνονται από πολύ απλά με έναν μόνο σωλήνα έως πολύ μεγάλα και πολύπλοκα δίκτυα με εκατοντάδες σωλήνες διασύνδεσης. Ο σκοπός ύπαρξης του δικτύου μπορεί να αφορά ένα μεμονωμένο σωλήνα που μεταφέρει νερό από μια δεξαμενή σε μια άλλη ή μπορεί να αφορά περίπλοκους συνδυασμούς με πολλούς αγωγούς που διασυνδέονται για να διανέμουν υγρό σε μια μεγάλη περιοχή όπου η διαδρομή από ένα σημείο A σε ένα σημείο B δεν είναι μοναδική. Ακόμα θα μπορούσε να αφορά μεταφορά ενός χημικού ρευστού από ένα δοχείο παροχής σε πολλαπλά σημεία διεργασίας.

Οι αγωγοί μπορεί να ποικίλλουν σε μέγεθος και υλικό, και συνήθως περιλαμβάνουν αλλαγές στο υψόμετρο από το ένα σημείο στο άλλο. Αυτά τα συστήματα σωληνώσεων μπορεί να περιλαμβάνουν δεξαμενές, δεξαμενές υπό πίεση, αντλίες, βαλβίδες, συσκευές ελέγχου ροής (Flow Control Valves – FCV),

φίλτρα καθαρισμού, εναλλάκτες θερμότητας και άλλα εξαρτήματα που επηρεάζουν τη ροή στους αγωγούς.

Το σύστημα σωληνώσεων μοντελοποιείται σχεδιάζοντας τα σημεία σύνδεσης (Nodes) και τους σωλήνες σύνδεσης πάνω σε ένα σταυρόνημα σχεδίασης. Για τη σύνδεση ενός κόμβου με έναν άλλο κόμβο μπορούν να χρησιμοποιηθούν οριζόντιες, κάθετες ή κεκλιμένες γραμμές.

Τα φυσικά δεδομένα που περιγράφουν το σύστημα εισάγονται από τον χρήστη και συνήθως περιλαμβάνουν:

- Την εσωτερική διάμετρο και τραχύτητα όπως και το μήκος κάθε συνδετικού σωλήνα
- Το υψόμετρο κάθε σημείου σύνδεσης (κόμβος ή Node)
- Η εισροή και η εκροή ρευστού σε κάθε σημείο σύνδεσης (εάν υπάρχει)
- Τα δεδομένα ανύψωσης από ένα σταθερό σημείο αναφοράς, στάθμης υγρού και επιφανειακής πίεσης για κάθε δεξαμενή.
- Η χαρακτηριστική καμπύλη απόδοσης για κάθε αντλία εντός του συστήματος

Τα πλαίσια εισαγωγής δεδομένων βρίσκονται στην αριστερή πλευρά του παραθύρου σχεδίασης. Αυτά τα πλαίσια εισόδου εμφανίζουν τα δεδομένα για τον τρέχοντα επιλεγμένο κόμβο ή σωλήνα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροποποίηση των αρχικών δεδομένων. Επίσης τα δεδομένα για έναν κόμβο, σωλήνα, αντλία κ.λπ. μπορούν να τροποποιηθούν σε οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας σχεδιασμού.

Μόλις ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός, το σύστημα μπορεί να αναλυθεί και να υπολογιστούν τα αποτελέσματα της ροής και της πίεσης. Για συστήματα υγρών, οι απώλειες πίεσης εντός του δικτύου υπολογίζονται χρησιμοποιώντας συντελεστές τριβής που λαμβάνονται από την εξίσωση Colebrook-White ενώ η απώλεια πίεσης λόγω τριβής σε κάθε σωλήνα λαμβάνεται από την εξίσωση Darcy-Weisbach. Για συστήματα αερίου, οι απώλειες πίεσης υπολογίζονται χρησιμοποιώντας εξισώσεις συμπίεσιμης ισοθερμικής ροής όπως η Γενική Εξίσωση Ροής (General Flow Equation).

Μια αρχική και κατά προσέγγιση λύση λαμβάνεται χρησιμοποιώντας υπολογιστικές μεθόδους Γραμμικής Θεωρίας (Linear Theory) και μια επαναληπτική διαδικασία που προσαρμόζει τους ρυθμούς ροής μέχρι να επιτευχθεί μια κατά προσέγγιση ισορροπία πίεσης στους κόμβους. Στη συνέχεια η αρχική λύση συγκλίνει σε μια ακριβέστερη λύση χρησιμοποιώντας εξελιγμένες τεχνικές πινάκων και άλλους επαναληπτικούς αλγόριθμους.

Το λογισμικό του προγράμματος Pipe Flow Expert ορίζει τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος αγωγών μέσω μιας σειράς μαθηματικών εξισώσεων. Τα συστήματα σωληνώσεων μπορούν να παράγουν ένα εξαιρετικά μη

γραμμικό σύνολο εξισώσεων που είναι δύσκολο να λυθούν. Το λογισμικό Pipe Flow Expert χρησιμοποιεί τη μέθοδο Newton και άλλους αποκλειστικά δικούς της αλγόριθμους επίλυσης των εξισώσεων, για τον προσδιορισμό του ρυθμού ροής και της απώλειας πίεσης σε κάθε σωλήνα, οι οποίες τελικά θα μας δώσουν μια ισορροπημένη λύση.

Τα αποτελέσματα των παροχών και οι ταχύτητες ρευστού για κάθε σωλήνα, οι αριθμοί Reynolds, συντελεστές τριβής, απώλειες πίεσης τριβής για κάθε σωλήνα, απώλειες πίεσης εξαρτημάτων, πίεση στα σημεία σύνδεσης (κόμβοι), Hydraulic Grade Line (HGL), το σημείο λειτουργίας μιας ή περισσοτέρων αντλιών και άλλα στοιχεία μπορούν να προβληθούν πάνω στο πλαίσιο σχεδίασης ή να παρουσιαστούν σε μορφή πινάκων (EXCEL) ώστε να μπορούν να επεξεργασθούν περαιτέρω για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Τέλος σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα δεν είναι σε θέση να μοντελοποιήσει τη ροή δύο φάσεων, όπως μίγματα αερίων/υγρού. Όταν δύο διαφορετικά ρευστά αναμειγνύονται μεταξύ τους, είναι πιθανό να συμβεί διφασική ροή σε κάποιο σημείο ενός συστήματος. Η ροή δύο φάσεων μπορεί να προκαλέσει μια εξαιρετικά υψηλή πτώση πίεσης πολλές φορές μεγαλύτερη από την πτώση πίεσης οποιουδήποτε μεμονωμένου ρευστού. Ο χρήστης θα πρέπει να λαμβάνει δεόντως υπόψη την πτώση πίεσης ροής δύο φάσεων χρησιμοποιώντας ένα εξάρτημα (Component) για να προσθέσει μια κατάλληλη πρόσθετη απώλεια πίεσης. Στην παρούσα μελέτη η συνθήκη ύπαρξης δυο διαφορετικών ρευστών παρουσιάζεται κατά τη δημιουργία υποπίεσης εντός των σωληνώσεων στο σημείο εξόδου από το σύστημα ακριβώς πριν την καθοδική του πορεία προς το σημείο σύνδεσης με το υπάρχον δίκτυο.

6.2 Η εξίσωση Colebrook-White.

Οι συντελεστές τριβής για τυρβώδη ροή που χρειάζονται για τον υπολογισμό πτώσης πίεσης εντός του δικτύου λαμβάνονται από την εξίσωση Colebrook-White:

$$1/\sqrt{f} = 1.14 - 2 \log_{10} [e/D + 9.35/(Re \times \sqrt{f})]$$

f = συντελεστής τριβής (friction factor)

e = εσωτερική τραχύτητα σωλήνα (internal roughness)

D = εσωτερική διάμετρος σωλήνα (internal diameter)

Re = Reynolds number

Ο συντελεστής τριβής για τη στρωτή ροή υπολογίζεται από το τύπο:

$$f = 64/Re$$

6.3 Η εξίσωση Darcy-Weisbach.

Ο υπολογισμός πτώσης πίεσης για μη συμπιεστά υγρά εντός του δικτύου λαμβάνεται μέσω της εξίσωσης Darcy-Weisbach.

Υψος πίεσης υγρού = $f (L/D) \times (v^2/2g)$

f = συντελεστής τριβής (friction factor)

L = Μήκος σωλήνα

D = εσωτερική διάμετρος σωλήνα (internal diameter)

v = Ταχύτητα του ρευστού (fluid velocity)

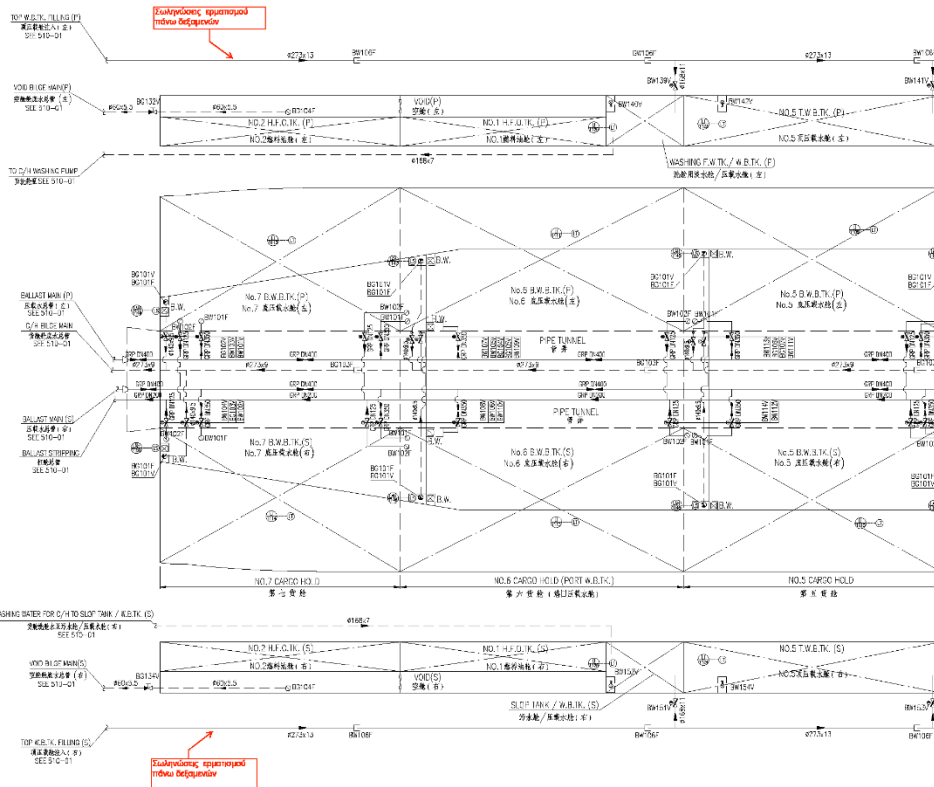
g = Επιτάχυνση της βαρύτητας (gravity acceleration)

6.4 Τρόπος εργασίας για τη μοντελοποίηση του δικτύου έρματος

Η διαδικασία Μοντελοποίησης του δικτύου έρματος πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας τα εξής βήματα:

1) Συλλογή όλων των απαραίτητων πληροφοριών σχετικά με το δίκτυο έρματος μέσα από τη βιβλιοθήκη σχεδίων του πλοίου και από φωτογραφίες που έχουν παρθεί κατά την επίσκεψη τεχνικών για τη διενέργεια σάρωσης (3D Scanning). Από τις φωτογραφίες αυτές είναι δυνατή η επισήμανση συγκεκριμένων μερών του δικτύου μέσα από την ταυτοποίηση της ονομασίας των βαλβίδων στα αντίστοιχα διαγραμματικά σχέδια. Επιπρόσθετα το νέφος σημείων που προκύπτει μετά τη σάρωση, αποτελεί ένα σημαντικό βοήθημα για την κατανόηση της τοπολογίας και των εξαρτημάτων που αποτελούν το δίκτυο ιδιαίτερα στο χώρο του μηχανοστασίου η και του αντλιοστάσιου αν υπάρχει.

Συγκεκριμένα από το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου (General Arrangement Plan ή G.A.) αφού επιβεβαιώσουμε την κλίμακα και στους δύο άξονες μετράμε την απόσταση του σημείου εισόδου του νερού κάθε δεξαμενής έρματος (Elevation) από την βασική γραμμή του πλοίου όπως και το μέγιστο ύψος στάθμης νερού εντός αυτής (Liquid Level). Επίσης μέσω του G.A. , αν δεν είναι διαθέσιμο το διάγραμμα διάταξης των σωληνώσεων εντός του κήτους του πλοίου, μπορούμε να μετρήσουμε σχετικά αξιόπιστα τα μήκη των σωληνώσεων από το μηχανοστάσιο μέχρι και την πλωριά δεξαμενή ζυγοστάθμισης (Fore Peak Tank ή F.P.T). Επίσης από το σχέδιο χωρητικότητας δεξαμενών (Capacity Plan) μπορούμε να έχουμε μια ένδειξη αν κάποιες δεξαμενές συνδέονται μεταξύ τους όπως αυτές που βρίσκονται στο διπύθμενο του πλοίου σε συνδυασμό με τις πάνω πλάγιες δεξαμενές (Top Side Tanks ή T.S.T.).



Εικόνα 62: Διαγραμματικό σχέδιο δικτύου ερματισμού & σεντινών έμπροσθεν της φρακτής του μηχανοστασίου έως την πλώρη (LAYOUT OF SHIPS BILGE & BALLAST PIPING). Διακρίνονται οι ξεχωριστές σωληνώσεις που τροφοδοτούν με έρμα τις πάνω δεξαμενές.

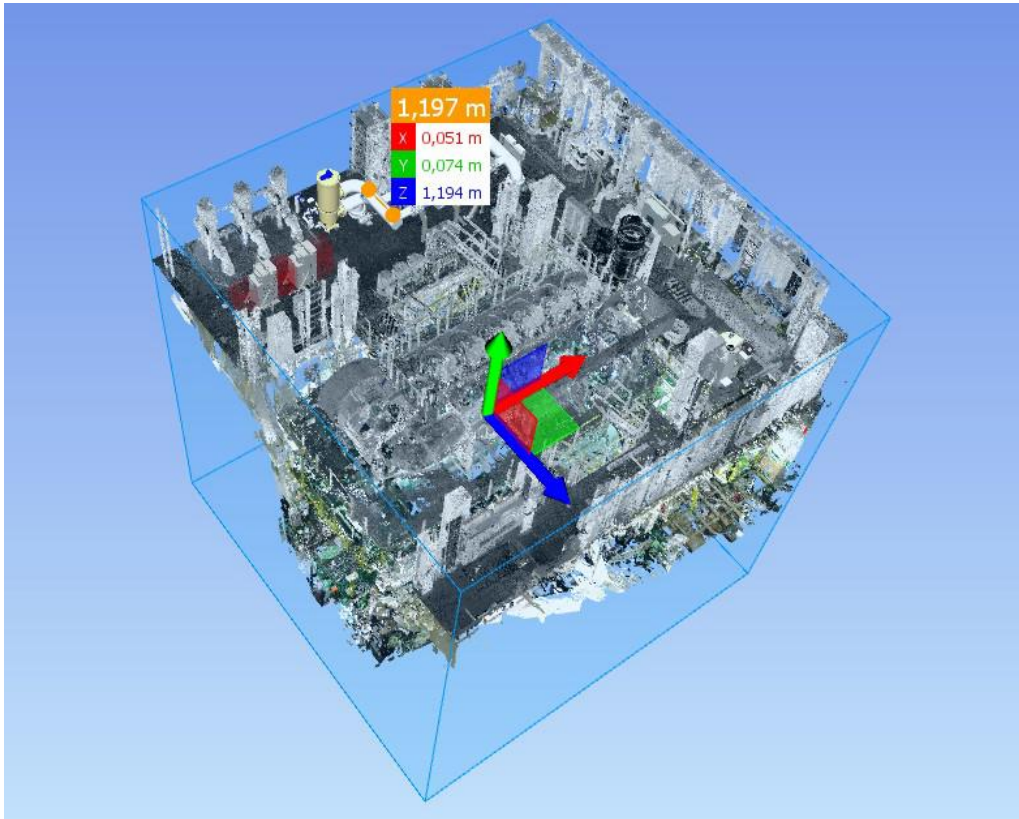
Ballast Water Tanks: Density=1.025 t/m ³ , Filling Capacity 1.00										
8	F. P. TK.	252	270	934.03	934.03	957.38	216.94	-0.01	4.24	4976.0
9	No. 1 B. W. B. TK. P	224	252	804.40	804.40	824.51	199.34	9.26	2.18	5747.0
10	No. 1 B. W. B. TK. S	224	252	804.40	804.40	824.51	199.34	-9.26	2.18	5747.0
11	No. 1 T. W. B. TK. P	224	252	774.67	774.67	794.03	198.74	13.97	19.28	2129.0
12	No. 1 T. W. B. TK. S	224	252	774.67	774.67	794.03	198.74	-13.97	19.28	2129.0
13	No. 2 B. W. B. TK. P	191	224	1309.13	1309.13	1341.86	173.91	12.40	2.05	11082.2
14	No. 2 B. W. B. TK. S	191	224	1309.13	1309.13	1341.86	173.91	-12.40	2.05	11082.2
15	No. 2 T. W. B. TK. P	191	224	1012.71	1012.71	1038.02	174.27	15.10	18.84	2718.1
16	No. 2 T. W. B. TK. S	191	224	1012.71	1012.71	1038.02	174.27	-15.10	18.84	2718.1
17	No. 3 B. W. B. TK. P	161	191	1242.48	1242.48	1273.54	147.49	12.63	2.03	10841.0
18	No. 3 B. W. B. TK. S	161	191	1242.48	1242.48	1273.54	147.49	-12.63	2.03	10841.0
19	No. 3 T. W. B. TK. P	161	191	920.45	920.45	943.46	147.49	15.10	18.84	2471.0
20	No. 3 T. W. B. TK. S	161	191	920.45	920.45	943.46	147.49	-15.10	18.84	2471.0
21	No. 4 B. W. B. TK. P	131	161	1242.47	1242.47	1273.53	121.99	12.63	2.03	10841.7
22	No. 4 B. W. B. TK. S	131	161	1242.47	1242.47	1273.53	121.99	-12.63	2.03	10841.7
23	No. 4 T. W. B. TK. P	131	161	920.45	920.45	943.46	121.99	15.10	18.84	2471.0
24	No. 4 T. W. B. TK. S	131	161	920.45	920.45	943.46	121.99	-15.10	18.84	2471.0
25	No. 5 B. W. B. TK. P	101	131	1242.30	1242.30	1273.36	96.49	12.63	2.03	10838.2
26	No. 5 B. W. B. TK. S	101	131	1242.30	1242.30	1273.36	96.49	-12.63	2.03	10838.2
27	No. 5 T. W. B. TK. P	101	131	920.45	920.45	943.46	96.49	15.10	18.84	2471.0
28	No. 5 T. W. B. TK. S	101	131	920.45	920.45	943.46	96.49	-15.10	18.84	2471.0
29	No. 6 B. W. B. TK. P	68	101	1229.21	1229.21	1259.94	70.53	12.11	2.07	9970.1
30	No. 6 B. W. B. TK. S	68	101	1229.21	1229.21	1259.94	70.53	-12.11	2.07	9970.1
31	No. 7 B. W. B. TK. P	39	68	827.63	827.63	848.32	43.68	10.51	3.65	2443.7
32	No. 7 B. W. B. TK. S	39	68	827.63	827.63	848.32	43.68	-10.51	3.65	2443.7
33	A. P. TK.	-5	13	819.49	819.49	839.98	4.46	0.00	13.09	10818.4
34	WASHING F. W. TK. /W. B. TK. P	92	101	276.14	276.14	283.04	79.91	15.10	18.84	741.3
35	SLOP TANK/W. B. TK. S	92	101	276.14	276.14	283.04	79.91	-15.10	18.84	741.3
	SUBTOTAL			27198.50	27198.50	27878.47				

Πίνακας 8: Συγκεντρωτικός πίνακας δεξαμενών έρματος του πλοίου από το σχέδιο Capacity plan

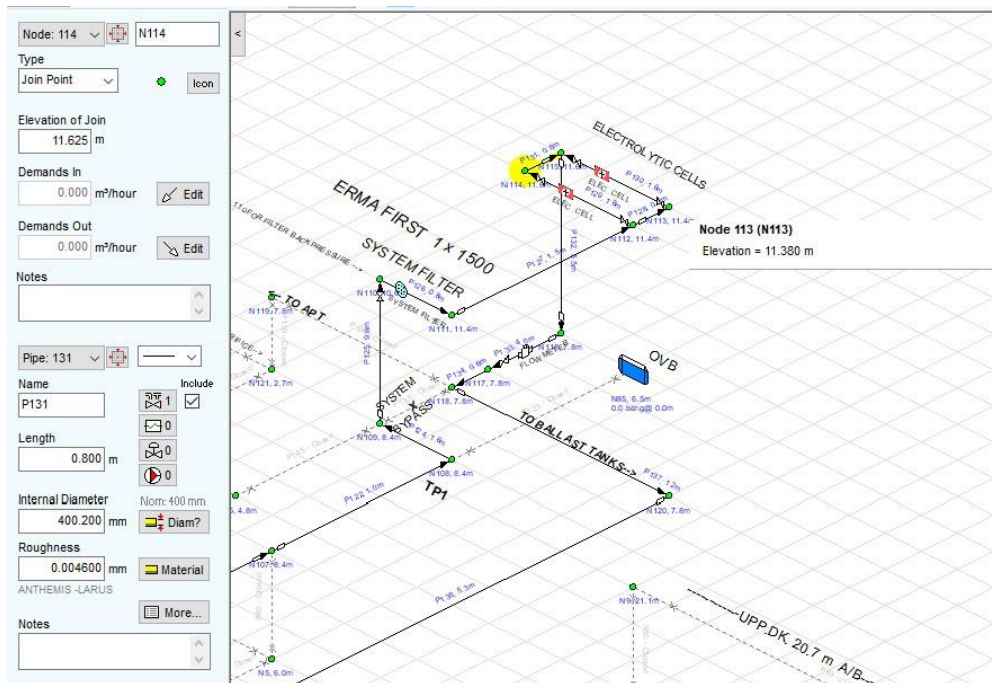
Όπως βλέπουμε και στον παραπάνω πίνακα, στο υπό μελέτη πλοίο, αναφέρονται ξεχωριστά οι δεξαμενές του διπύθμενου (B.W.B.TK) και οι αντίστοιχες “Ανω δεξαμενές” (T.W.B.TK) κάθε πλευράς. Αυτή η πληροφορία μας οδηγεί εξ αρχής σε διαφορά συμπεράσματα για την πορεία της μελέτης που θα πρέπει να ακολουθήσουμε πχ ότι θα πρέπει να εντοπίσουμε τον τρόπο που γεμίζουν οι πάνω δεξαμενές του πλοίου όπως αντίστοιχα και τον τρόπο που αυτές αδειάζουν. Περισσότερα πάνω στο θέμα θα αναφέρουμε στο κεφάλαιο που αφορά τους υπολογισμούς πτώσης πίεσης.

Επόμενο βήμα είναι η προσεκτική μελέτη των διαγραμματικών σχεδίων έρματος και σεντινών στο κύτος του πλοίου όσο και εντός του μηχανοστασίου. Σε συνδυασμό με το σχέδιο γενικής διάταξης του μηχανοστασίου μπορούμε να εντοπίσουμε τα κυβώτια εισαγωγής θαλασσινού νερού (Sea Chests), τις αντλίες που αφορούν τον ερματισμό και αφερματισμό του πλοίου (Main Ballast Pumps , Bilge Fire & G.S pumps, stripping eductors), και τα σημεία απορροής έρματος (Overboards ή O/B). Αν είναι εφικτό καταγράφουμε επίσης τις μετρήσεις ύψους για όλα τα παραπάνω. Μετα από αυτό είμαστε έτοιμοι να τα προσδιορίσουμε μέσα στο νέφος σημείων χρησιμοποιώντας τα εργαλεία τομών που μας επιτρέπουν να εστιάζουμε κάθε φορά στο συγκεκριμένο σημείο του ενδιαφέροντος μας. Ξεκινώντας από τα sea chest προχωράμε στην αναρρόφηση των αντλιών και από εκεί στη κατάθλιψη τους όπου διακρίνουμε το υποδίκτυο προς τις δεξαμενές έρματος (ερματισμός) και το υποδίκτυο απορροής του έρματος στη θάλασσα μέσω του Overboard (αφερματισμός). Σε αυτό συνήθως γίνεται και η ζεύξη του δικτύου με το BWTS όπως και στο συγκεκριμένο πλοίο της μελέτης μας. Κατόπιν ακολουθεί η καταγραφή των σωληνώσεων εισόδου (system inlet piping) , του φίλτρου, των ηλεκτρολυτικών κελιών, του μετρητή ροής, της βαλβίδας ρύθμισης παροχής (Flow Control Valve ή FCV) και ακολουθούν οι σωληνώσεις εξόδου που καταλήγουν στο δίκτυο μπροστινών δεξαμενών έρματος ή στην πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης (APT).

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδρομής για κάθε σωλήνα που μοντελοποιούμε στο Pipeflow καταγράφουμε το αρχικό και το τελικό του ύψος, το μήκος του, την εσωτερική του διάμετρο (την γνωρίζουμε από τα διαγραμματικά σχέδια) και όλα τα στοιχεία που περιλαμβάνει και προκαλούν πτώση πίεσης όπως γωνίες 90 ή 45 μοιρών, βαλβίδες, διακλαδώσεις κλπ. Ειδικά το φίλτρο και τα ηλεκτρολυτικά κελιά καταγράφονται σαν components και τους δίδεται η πτώση πίεσης βασισμένη στα στοιχεία του κατασκευαστή . Συγκεκριμένα η πτώση πίεσης στο φίλτρο κυμαίνεται από 0.2 bar.g όταν είναι καθαρό έως 0.5 bar.g όταν ξεκινά η διαδικασία αυτοκαθαρισμού του (Filter Backflusing). Για τα ηλεκτρολυτικά κελιά δίνεται πτώση πίεσης 0.2 bar.g. Πρέπει να διευκρινίσουμε ότι οι αποστάσεις και τα ύψη μπορούν να προσδιορισθούν πάνω στο νέφος με μεγάλη ακρίβεια μέσω της εντολής Measure.

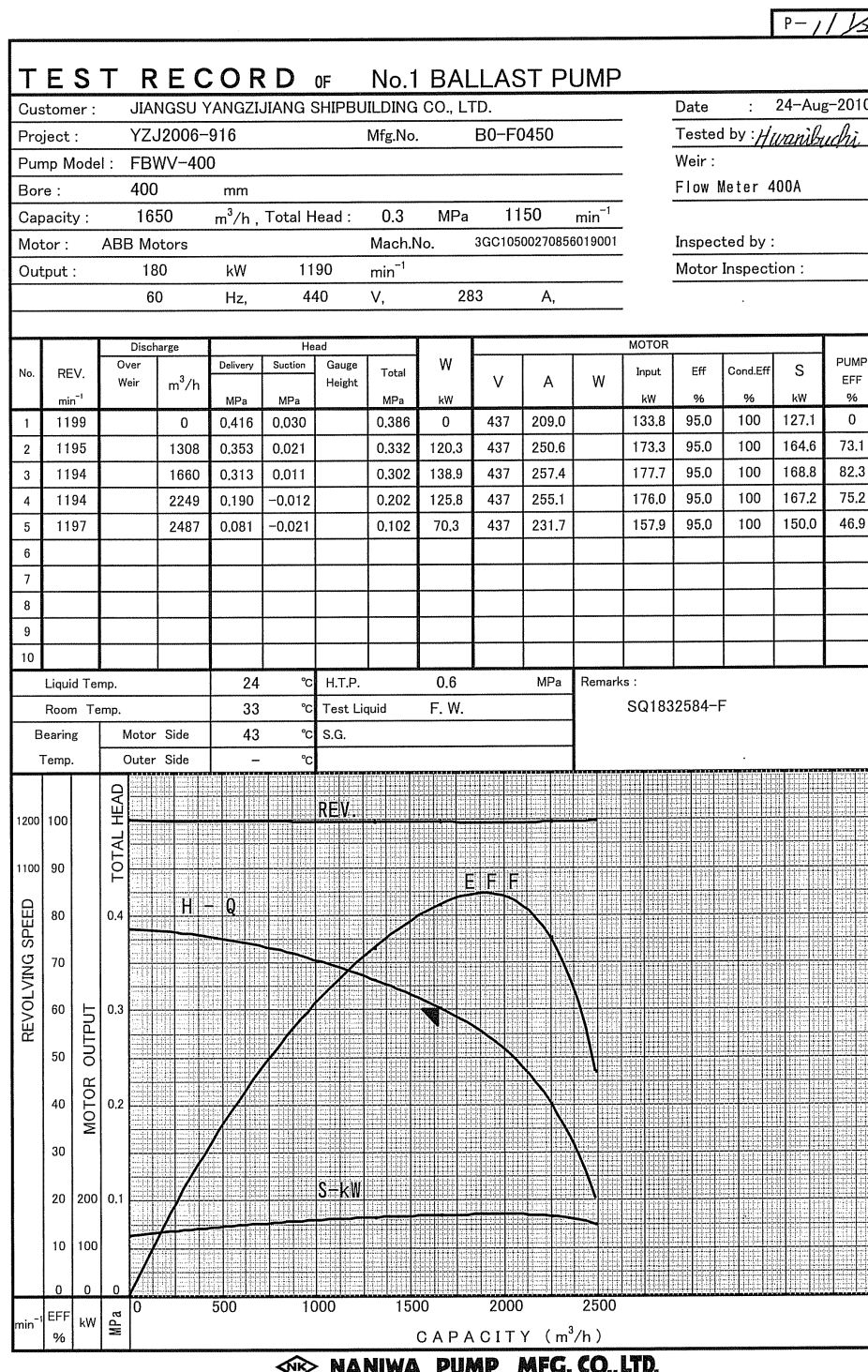


Εικόνα 63: Εργαλείο τομών και μέτρηση αποστάσεων στο πρόγραμμα Navisworks το οποίο απεικονίζει ταυτόχρονα το νέφος σημείων και το μοντέλο SOLIDWORKS του BWTS σε ένα κοινό σύστημα συντεταγμένων.

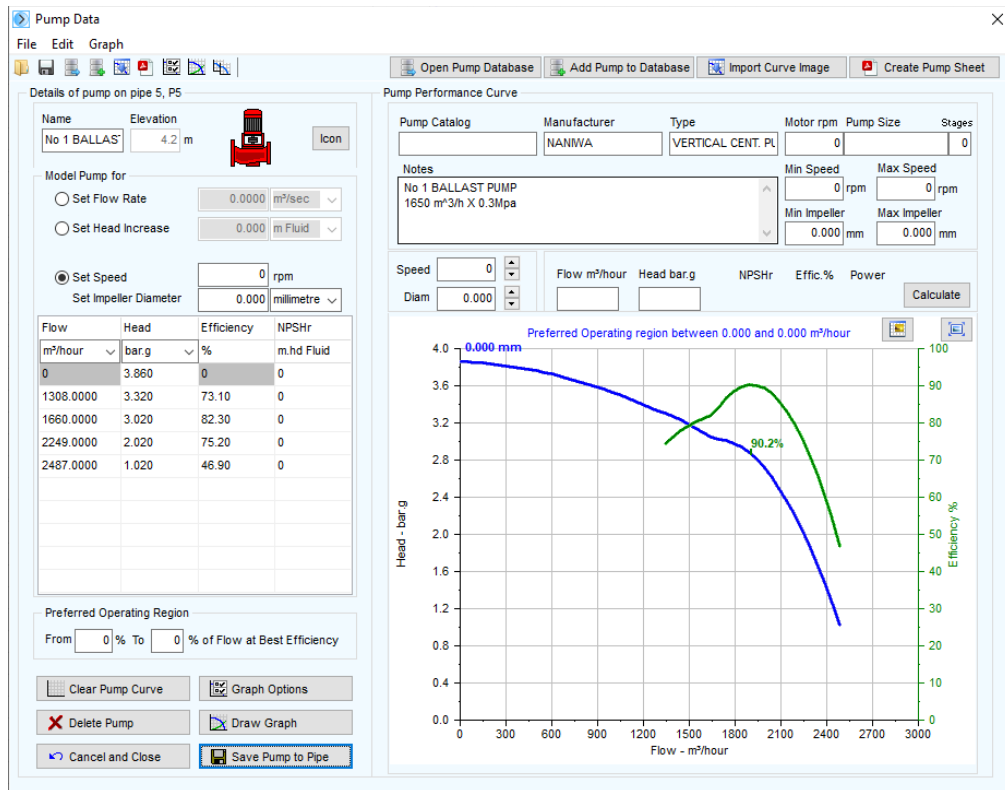


Εικόνα 64: Pipeflow Expert. Στην στήλη αριστερά παρατηρούμε το interface εισαγωγής δεδομένων για τον κόμβο 114 και τη σωλήνα Νο 131 με στοιχεία ύψους, μήκους, εσωτερικής διαμέτρου και εσωτερικής τραχύτητας σωλήνα. Δεξιά διακρίνεται το μοντέλο του συστήματος καθαρισμού έρματος σε απεικόνιση ISO.

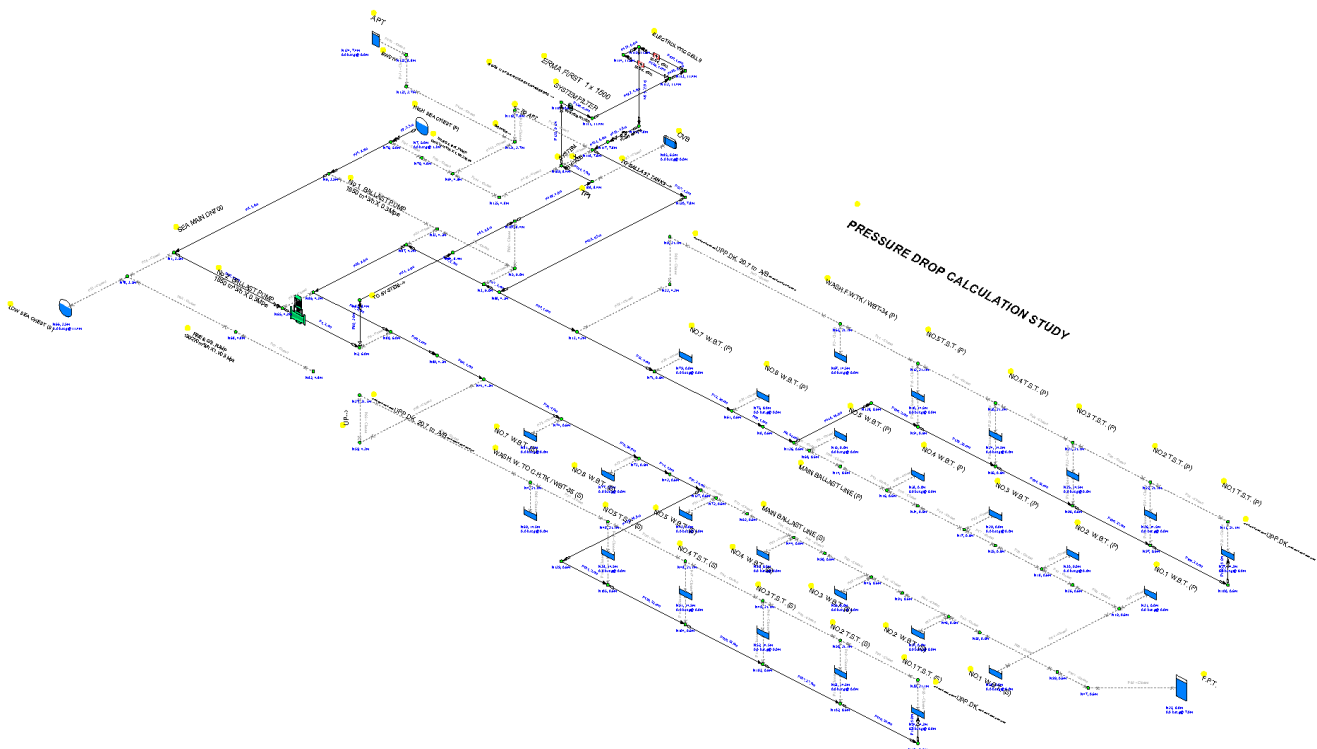
Αφήσαμε για το τέλος ένα πολύ σημαντικό μέρος της μοντελοποίησης που αφορά την καμπύλη λειτουργίας των αντλιών έρματος του πλοίου. Η μεταφορά τους στο *Pipeflow Expert* μπορεί να γίνει προσθέτοντας τα δοθέντα σημεία παροχής-πίεσης από τον κατασκευαστή ή μέσω της εισαγωγής στο πρόγραμμα μιας φωτογραφίας του γραφήματος της καμπύλης, και στη συνέχεια ιχνηλάτησης της παίρνοντας πάνω της κατάλληλα σημεία.



Εικόνα 65: Στοιχεία της No1 Ballast Pump μετρηθέντα από εργαστήριο (Shop test).



Εικόνα 66: Διεπαφή (interface) εισαγωγής στοιχείων για τις καμπύλες των αντλιών. Πρόγραμμα Pipeflow Expert.



Εικόνα 67: Η τελική μορφή του μοντέλου έρματος του πλοίου . Πρόγραμμα Pipeflow Expert.

7 ΜΕΛΕΤΗ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΠΑΡΟΧΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε με τη σειρά τα στάδια της συνολικής μελέτης μέχρι να αποφασιστεί η τελική μορφή του δικτύου. Στη συνέχεια θα επιβεβαιωθεί ότι πληροί όλες τις προϋποθέσεις εγκατάστασης του συστήματος εκ μέρους του κατασκευαστή, όσον αφορά τις συνθήκες πίεσης και παροχής εντός του νέου δικτύου. Κατά αυτόν τον τρόπο, και σε συνδυασμό με διάφορες άλλες τεχνικές απαιτήσεις και ελέγχους, θα εγκριθούν τα σχέδια (Plan Approval) από την κλάση, ώστε να ξεκινήσει η μετασκευή του πλοίου. Μετα την εγκατάσταση του συστήματος και την διενέργεια ελέγχου ορθής λειτουργίας θα εκδοθεί το πιστοποιητικό της συμμόρφωσης του πλοίου με τις απαιτήσεις της Διεθνούς Σύμβασης για τη διαχείριση του θαλασσιού έρματος.

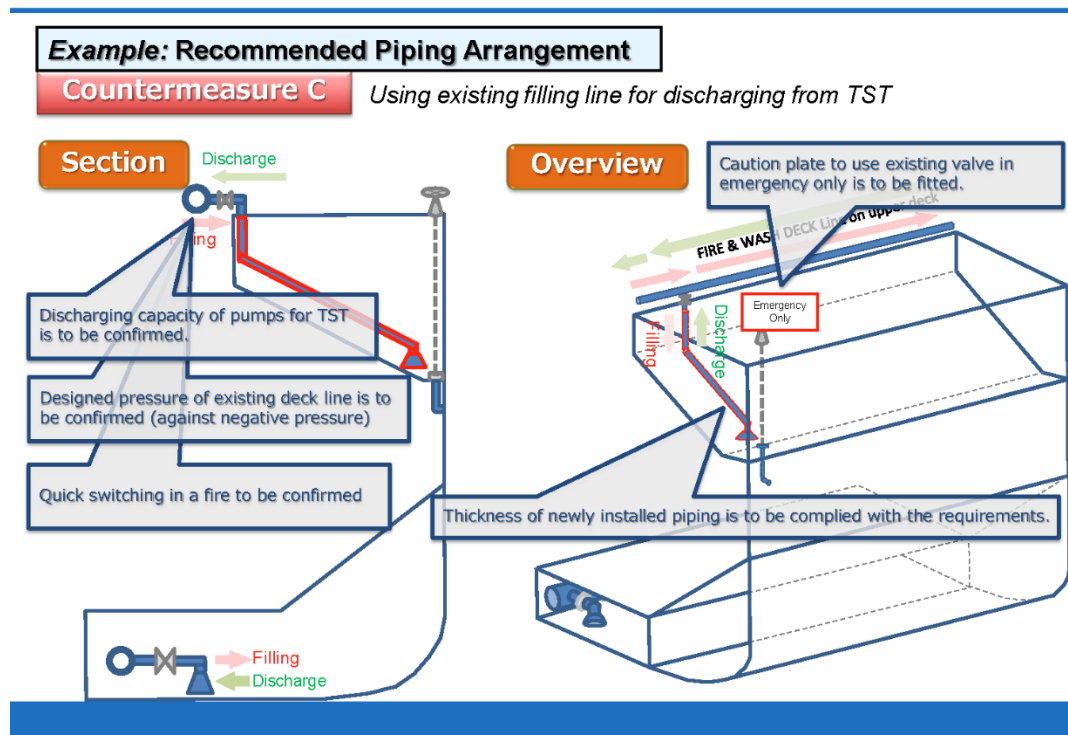
7.1 ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΙΟΥ ΤΩΝ ΑΝΩ-ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.

Όπως αναφέραμε και στην αρχή του κεφαλαίου 5, ένα κύριο χαρακτηριστικό του πλοίου μας είναι η ύπαρξη ξεχωριστού δικτύου τροφοδοσίας των επάνω πλευρικών δεξαμενών του (*Top Side Tanks* ή *TST*), σε συνδυασμό με τη χρήση βαλβίδων άμεσης απελευθέρωσης του έρματος μέσω της βαρύτητας κατά τον αφερματισμό (*Direct Overboard*). Το σύστημα της ERMA FIRST που επέλεξε ο πλοιοκτήτης και που παρουσιάσαμε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο, ολοκληρώνει την διαδικασία επεξεργασίας του ύδατος με την αποχλωρίωση των υδάτων κατά τον αφερματισμό (*Neutralisation Process*). Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται κατά κανόνα εντός των σωλήνων απορροής (*Overboards*) λίγο πριν την έξοδο του έρματος από την γάστρα. Το συγκεκριμένο πλοίο φέρει τρία *Overboards* εντός του Μηχανοστασίου. Τα δυο κύρια (*Port & Starboard*) αφορούν τον αφερματισμό ενώ το τρίτο την αποστράγγιση των δεξαμενών του δικτύου μέσω τζιφαριού (*Eductor*). Το πρόβλημα επικεντρώνεται στα υπολοιπα 12 *Direct Overboard* των άνω πλευρικών δεξαμενών καθώς κρίνεται ανέφικτη η παρακολούθησή τους μέσω σημείων δειγματοληψίας *TROs*. Στο σημείο αυτό γίνεται αντιληπτό ότι κατά τη διαδικασία αφερματισμού το νερό θα έπρεπε να απορρίπτεται στη θάλασσα μόνο διαμέσου των απορροών του μηχανοστασίου αφού υποστεί τη διαδικασία ελέγχου και αποχλωρίωσης (*TRO unit-Neutralisation Process*)

Έτσι αρχικά τέθηκε το ερώτημα αν το ήδη υπάρχον δίκτυο ερματισμού των άνω πλευρικών δεξαμενών θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κατά την αντίθετη φορά και για τον αφερματισμό του πλοίου. Οι σωληνώσεις τροφοδοσίας του νερού θα έπρεπε να προεκταθούν μέχρι τον πυθμένα των δεξαμενών ώστε να αδειάζουν πλήρως και επιπροσθέτως να κλείσουν οι οπές των απορροών σε κάθε *TST (Direct Overboard Blinding)*. Αυτή η λύση θεωρείται ως η απλούστερη ως προς το μέγεθος της μετασκευής αλλά και φυσικά ως οικονομικά συμφερότερη.

Ο προβληματισμός για την επιλογή αυτή ήταν το ύψος των δεξαμενών που μετρήθηκε στα 6.7 μέτρα όπως επίσης ότι το ύψος του DN250 διαμήκους δικτύου στο κατάστρωμα 21.1 μέτρα πάνω από την βασική γραμμή του πλοίου. Αυτό διότι οι περισσότερες αντλίες έρματος έχουν τυπική ικανότητα άντλησης τα 5 μέτρα.

Τέλος η κάθετη απόσταση από το κατάστρωμα μέχρι το ύψος του μηχανοστασίου (4.2 m A/B) είναι 16.9 μ. Η κατακόρυφη ή σχεδόν κατακόρυφη πτώση του νερού από μεγάλα ύψη εντός σωλήνων, προκαλεί λόγω της επιτάχυνσης της βαρύτητας, επικίνδυνα φαινόμενα υποπίεσης (Vacuum) εντός των σωληνώσεων. Είναι γνωστό πως το νερό βράζει στους 100 βαθμούς Κελσίου. Αυτό όμως που είναι λιγότερο γνωστό είναι πως το νερό μπορεί να αρχίσει να βράζει επίσης, ακόμα και σε θερμοκρασία δωματίου, όταν η ατμοσφαιρική πίεση μειωθεί σημαντικά. Εάν η πίεση πέσει χαμηλότερα από μία συγκεκριμένη τιμή, το νερό αρχίζει να βράζει με αποτέλεσμα τον σχηματισμό κοιλιοτήτων αμού (φουσαλίδες). Καθώς οι φουσαλίδες αυτές κινούνται χαμηλότερα όπου η πίεση είναι υψηλότερη, αρχίζουν να συμπυκνώνονται και να προκαλούν επαναλαμβανόμενες εκρήξεις, κάποιες φορές τόσο ισχυρές που είναι ικανές να οδηγήσουν σε κόπωση της επιφάνειας του μετάλλου και τελικά σε σημαντική φθορά του. Επίσης η υποπίεση εντός των σωληνώσεων είναι ανεπιθύμητη διότι μπορεί να επιφέρει ακόμα και την κατάρρευση των τοιχωμάτων του σωλήνα αν έχουν σχεδιαστεί ώστε να φέρουν οριακά κατάλληλο πάχος με βάση τους κανονισμούς. Αξίζει να αναφερθεί ότι η χρήση *Vacuum Breaker* στο ύψος του καταστρώματος πριν την κατακόρυφη πτώση του νερού για την εξάλειψη του προβλήματος είναι απαγορευτική επειδή θα τοποθετηθεί στην πλευρά αναρρόφησης της Αντλίας.



Εικόνα 68: Σχέδιο της μετασκευής για τις άνω πλευρικές δεξαμενές με χρήση του υπάρχοντος δικτύου. Με κόκκινο χρώμα φαίνεται η προέκταση των σωληνώσεων έως τον πυθμένα. (ClassNK Increase of Water Head by Tank Connection)

Τα αποτελέσματα μέσω του *Pipeflow* επιβεβαίωσαν τις αρχικές ανησυχίες και παραθέτονται παρακάτω.

Γενικό σενάριο υπό εξέταση:

1) Αφερματισμός των άνω πλευρικών δεξαμενών (TST) μέσω της υπάρχουσας γραμμής πάνω στο κατάστρωμα.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής
Άδεια-> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Το βύθισμα του πλοίου
Ελάχιστο βύθισμα -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Ο αριθμός των ζευγαριών δεξαμενών που αφερματίζονται ταυτόχρονα
1..2..κτλ.
1 ζευγάρι -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Η διαμήκης θέση των δεξαμενών επι του πλοίου.
Δεξαμενές No1 -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Η χρήση της overboard Valve (BW15V) ώστε να προκαλέσει αύξηση της πίεσης στην κατάθλιψη (discharge) της αντλίας άρα και μείωση της υποπίεσης στην αναρρόφηση της (Suction)

Περίπτωση 1a) (Δυσμενέστερη)

Η No1 αντλία έρματος αφερματίζει τα No1 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Χωρίς χρήση της OVB Valve (ανοικτή) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Με βάση το παραπάνω σενάριο το πρόγραμμα δεν μπόρεσε να δώσει αποτελέσματα γιατί αν το έκανε θα έπρεπε σε κάποιους κόμβους του δικτύου η πίεση να ήταν μικρότερη από 0 Bar a*, κάτι που είναι φυσικώς αδύνατον. Οπότε το συμπέρασμα πρακτικά είναι ότι η αντλία δεν θα μπορούσε να αποστραγγίσει πλήρως τις δεξαμενές. [* 0 bar a (absolute zero) equals to -1.0132 bar.g. *Pressure at node 9 (N9) would need to be -3.5404 bar.g (not physically possible)*]. Να σημειωθεί ότι ο κόμβος 9 (N9) βρίσκεται στο ύψος του καταστρώματος (21.1 m A/B) ακριβώς πριν την κατακόρυφη σωλήνα που καταλήγει στο μηχανοστάσιο.

Περίπτωση 1b)

Η No1 αντλία έρματος αφερματίζει τα No1 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Με χρήση της OVB Valve (παροχή 400 m³/h) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Μέγιστη Υποπίεση στην αναρρόφηση -0.8488 bar.g

Πτώση πίεσης πάνω στη βαλβίδα απορροής $\Delta p = 4.2 \text{ bar.g}$

Και τα δυο αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χρήση της βαλβίδας δεν μπορεί να εξασφαλίσει από μόνη της την ομαλή λειτουργία του δικτύου κατά τον αφερματισμό, αφού η υποπίεση παραμένει εξαιρετικά υψηλή ενώ η βαλβίδα απορροής θα πρέπει να προκαλέσει πολύ υψηλή πτώση πίεσης. (Οι περισσότεροι κατασκευαστές δίνουν μέγιστο Δp τα 2 bar.g).

Περίπτωση 1c)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα Νο5 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Με χρήση της OVB Valve (παροχή 400 m³/h) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Μεγιστη Υποπίεση στην αναρρόφηση -0.7694

Πτώση πίεσης πάνω στη βαλβίδα απορροής $\Delta p = 4.3 \text{ bar.g}$

Παρατηρούμε σε σχέση με το σενάριο 1b) ότι τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με μια πολύ μικρή καλυτέρευση όσον αφορά την υποπίεση αφού οι Νο 5 TST δεξαμενές είναι οι κοντινότερες αποκλειστικής χρήσης δεξαμενές έρματος σε σχέση με τις αντλίες άρα έχουν και την μικρότερη πτώση πίεσης ως προς τις υπόλοιπες δεξαμενές. Αυτό έχει πάλι σαν αποτέλεσμα μια μικρή αύξηση στην πτώση πίεσης πάνω στη βαλβίδα απορροής.

Περίπτωση 1d)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα Νο1 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι στη μέση / Με χρήση της OVB Valve (παροχή 400 m³/h) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Μέγιστη Υποπίεση στην αναρρόφηση -0.4960 bar.g

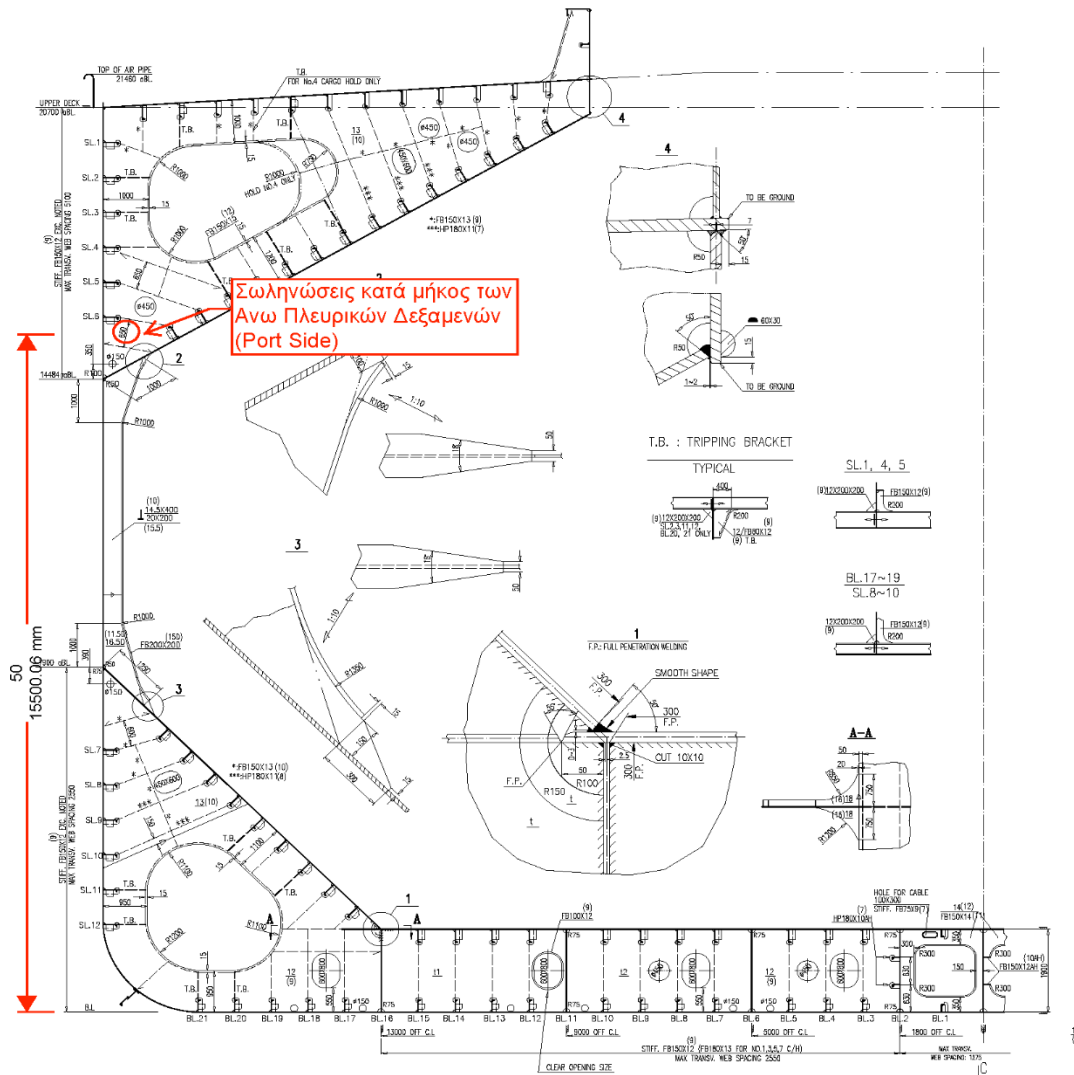
Πτώση πίεσης πάνω στη βαλβίδα απορροής $\Delta p = 4.6 \text{ bar.g}$

Εδώ παρατηρούμε την μεγάλη μείωση της υποπίεσης σε σχέση με τη αύξηση της στάθμης του νερού εντός των δεξαμενών. Παρόλα αυτά η υποπίεση παραμένει σε μη αποδεκτά επίπεδα.

Αν και από την περίπτωση 1a) είναι σχεδόν σαφές ότι η συγκεκριμένη λύση είναι μη εφικτή, θεωρείται πάντα σκόπιμη μια μελέτη της ευαισθησίας των μεταβλητών που επηρεάζουν το αποτέλεσμα δηλαδή το κατά πόσο είναι σημαντικές στη διαμόρφωση των πιέσεων και της παροχής εντός του δικτύου. Επίσης με αυτόν τον τρόπο αποκτούμε μια καλύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα και καλλιεργούμε τη φυσική διαίσθηση μας σε σχέση με τους νόμους που διέπουν το μοντέλο μας.

7.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΘΑ ΤΙΣ ΔΙΑΠΕΡΝΟΥΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΥΨΟΣ 15.5 m ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε μια εναλλακτική πρόταση τοποθέτησης του υπάρχοντος διαμήκους δικτύου ερματισμού, στο ελάχιστο επιτρεπόμενο ύψος των 15.5, εντός των άνω πλευρικών δεξαμενών. Με αυτόν τον τρόπο λόγω της μείωσης του κατακόρυφου ύψους των σωληνώσεων από το δάπεδο του μηχανοστασίου (άρα και μείωση της υποπίεσης) αλλά και της πολύ μικρής απόστασης τους από το δάπεδο κάθε δεξαμενής (αποτελεσματικότερη αναρρόφηση) περιμένουμε σίγουρα καλύτερα αποτελέσματα. Μέσω της χρήσης του μοντέλου που δημιουργήσαμε στο Pipeflow Expert θα δούμε αν τελικά τα αποτελέσματα είναι και αποδεκτά για την εύρυθμη και αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος μετά την εγκατάσταση του BWTS.



Εικόνα 69: Σχέδιο Μέσης Τομής του υπό εξέταση Πλοίου. Διακρίνεται η σωλήνα που θα διαπερνά τις άνω πλευρικές δεξαμενές (P&S) στο ύψος των 15.5 A/B αν προκριθεί αυτή η λύση.

Περίπτωση 2α) (Δυσμενέστερη)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα Νο1 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Χωρίς χρήση της OVB Valve (ανοικτή) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Με βάση το παραπάνω σενάριο το πρόγραμμα πάλι δεν μπόρεσε να δώσει αποτελέσματα γιατί αν το έκανε θα έπρεπε σε κάποιους κόμβους του δικτύου η πίεση να ήταν μικρότερη από 0 Bar a*, κάτι που είναι φυσικώς αδύνατον. Οπότε το συμπέρασμα πρακτικά είναι ότι η αντλία δεν θα μπορούσε να αποστραγγίσει πλήρως τις δεξαμενές.

[* 0 bar a (absolute zero) equals to -1.0132 bar.g. Pressure at node 9 (N9) would need to be -2.9040 bar.g (not physically possible)].

Έτσι έχουμε μια αλλαγή στην υποπίεση από -3.5404 bar.g της περίπτωσης 1α) σε -2.9040 bar.g χωρίς να υπάρχει πρακτική σημασία και σε αυτό το αποτέλεσμα.

Περίπτωση 2b)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα **Νο5 TST (P&S)** / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Χωρίς χρήση της OVB Valve (ανοικτή) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Με βάση το παραπάνω σενάριο το πρόγραμμα πάλι δεν μπόρεσε να δώσει αποτελέσματα. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η αντλία δεν θα μπορούσε να αποστραγγίσει πλήρως και αυτές τις δεξαμενές που είναι πιο κοντά στο μηχανοστάσιο.

Υποπίεση στον κόμβο 9 : -2.4142 bar.g μη φυσικά υπαρκτή.

Το αποτέλεσμα είναι σχετικά αναμενόμενο και μας βεβαιώνει ότι το πρόβλημα είναι καθολικό και αφορά όλα τα ζευγάρια των άνω πλάγιων δεξαμενών.

Περίπτωση 2c)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα Νο5 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Χωρίς χρήση της OVB Valve (ανοικτή) / Πλοίο στο **μέγιστο βύθισμα**.

Αποτελέσματα:

Υποπίεση στον κόμβο 9 : -2.3386 bar.g μη φυσικά υπαρκτή.

Βλέπουμε ότι το μέγιστο βύθισμα του πλοίου προκαλεί μια σχετική μείωση στην υποπίεση αλλά όχι πρακτικά χρήσιμη.

Περίπτωση 2d)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα Νο1 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Με χρήση της OVB Valve (παροχή 800 m³/h) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Μέγιστη Υποπίεση -0.6696 bar.g

Πτώση πίεσης πάνω στη βαλβίδα απορροής $\Delta p = 3.6$ bar.g

Μη πρακτικά εφαρμόσιμη μέθοδος λόγω της μεγάλης πίεσης που πρέπει να μειωθεί πάνω στη βαλβίδα και της υπερβολικής υποπίεσης

Περίπτωση 2e)

Η Νο1 αντλία έρματος αφερματίζει τα Νο1 TST (P&S) / Οι δεξαμενές είναι άδειες / Με χρήση της OVB Valve (παροχή 400 m³/h) / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα.

Αποτελέσματα:

Μέγιστη Υποπίεση -0.2747 bar.g

Πτώση πίεσης πάνω στη βαλβίδα απορροής $\Delta p = 4.2$ bar.g

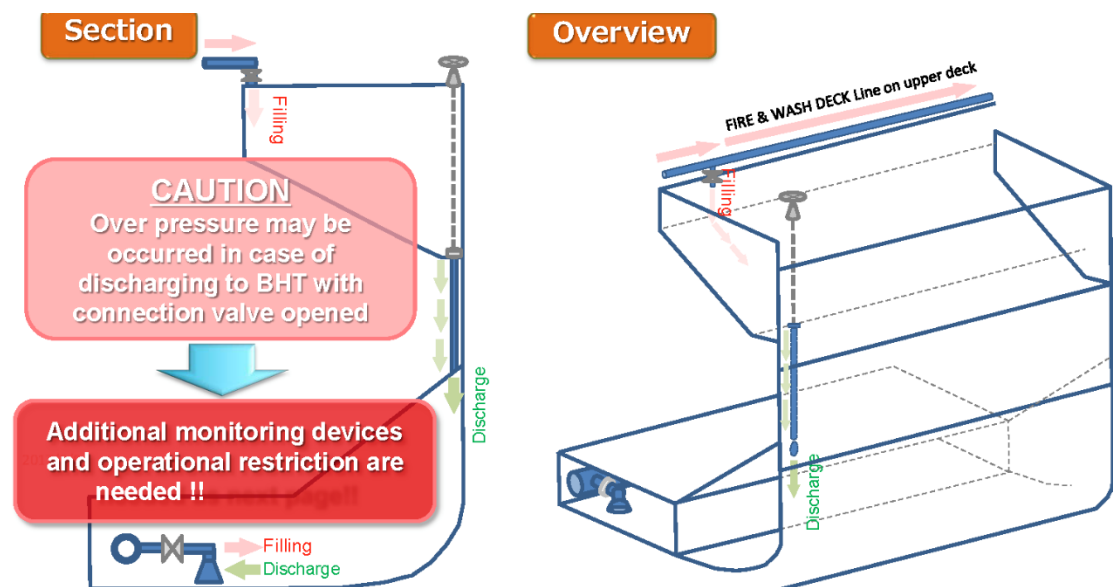
Μη πρακτικά εφαρμόσιμη μέθοδος λόγω της μεγάλης πίεσης που πρέπει να μειωθεί πάνω στη βαλβίδα απορροής, αλλά και της σχετικά μεγάλης υποπίεσης που βρέθηκε στο δίκτυο. Η μικρή παροχή θα μπορούσε έστω να δικαιολογηθεί επειδή οι δεξαμενές είναι άδειες αλλά σε σύγκριση με την προτέρα κατάσταση του αφερματισμού μέσω της βαρύτητας από τα *direct Overboard* θα μπορούσε να θεωρηθεί και επιχειρησιακά ανεπαρκής γιατί θα προκαλούσε περαιτέρω καθυστερήσεις στο πλοίο κατά την φόρτωση εμπορεύματος στα λιμάνια.

7.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΝΩ – ΠΛΑΓΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΔΥΚΤΙΟ (AS BUILT) Η ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ.

Σαν τελικό συμπέρασμα για τους παραπάνω δύο τρόπους επίλυσης του προβλήματος αφερματισμού χωρίς εκτεταμένες μετατροπές, όπως παρουσιάσαμε στις παραγράφους 7.1 και 7.2 αντίστοιχα, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι και οι δυο προτεινόμενες λύσεις απαιτούν τη χρήση επιστομίων απορροής (OVB VALVE) ή κάποιας αντίστοιχης βαλβίδας για τον έλεγχο της ροής (*throttling Valve*) ώστε μέσω της μεγάλης πτώσης πίεσης που θα προκαλούσαν να επιτρέψουν απλά τον υπολογισμό του δικτύου χωρίς ουσιαστικά να το προστατεύουν από την υποπίεση, μειώνοντας ταυτόχρονα την παροχή σε μη επιχειρησιακές τιμές. Έτσι αφού τελικά απορρίφθηκαν και οι δυο παραπάνω έγινε μελέτη άλλων δυο προτάσεων που απαιτούν αρκετά εκτεταμένες εργασίες μετασκευής και που θα παρουσιάσουμε στις επόμενες δυο παραγράφους.

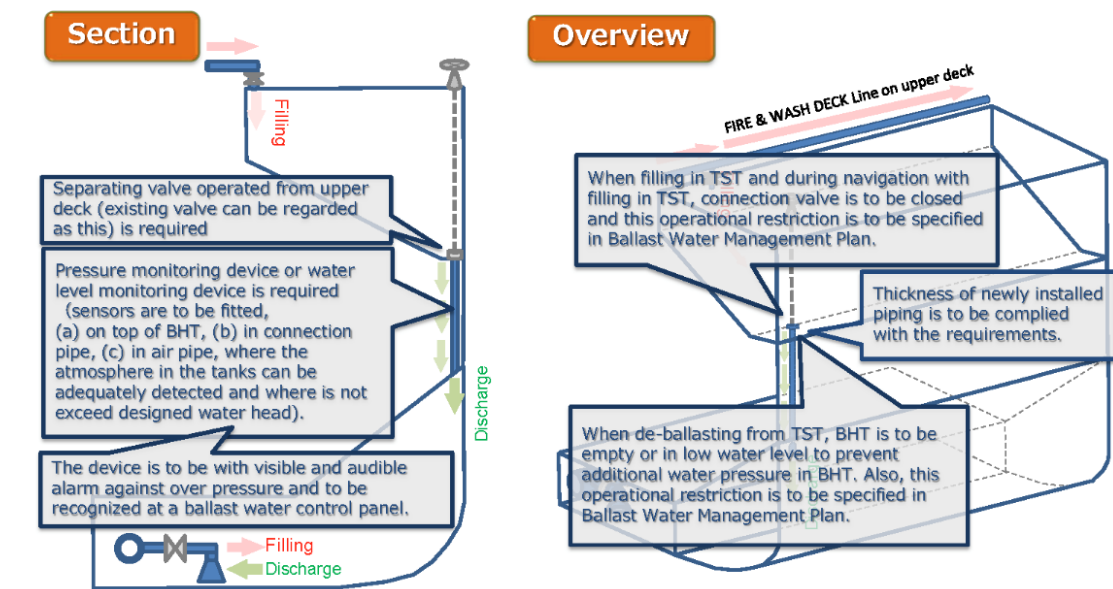
7.4 ΤΡΙΤΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΦΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΝΩ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΔΙΠΥΘΜΕΝΟΥ ΜΕ DN200 ΣΩΛΗΝΕΣ

Σαν τρίτη σε σειρά επιλογή εξετάστηκε η σύνδεση των Δεξαμενών Διτύθμενου (DBWBT) με τις TST μέσω καθέτων σωλήνων DN200 τοποθετημένων και στηριγμένων ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς νομείς του πλοίου όπως στα παρακάτω σχήματα.



Increase of Water Head by Tank Connection

Connecting tanks with monitoring device and operational restriction

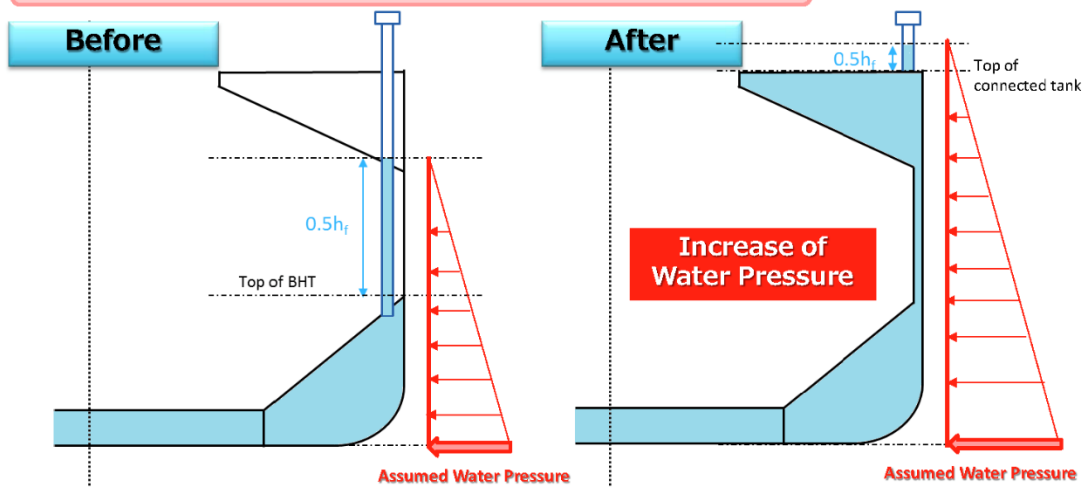


Εικόνες 70α , 70β : Ένωση των DBWBT και TST μέσω σωλήνα DN200. Η μετατροπή αυτή είναι πιθανόν να υπόκειται σε περιορισμούς και να χρειάζεται εγκατάσταση επιπλέον συσκευών ελέγχου πίεσης ή ύψους στάθμης νερού ([ClassNK Increase of Water Head by Tank Connection](#))

Increase of Water Head by Tank Connection

(1) Long-term Load: By water pressure in tank

Vertical distance (m) measured from the lower edge of plate to the midpoint of the distance between the top of tanks and the top of overflow pipes



Εικόνα 71 : Θεωρούμενη υδροστατική Πίεση στο διτύθμενο πριν και μετά την ένωση των DBWBT και TST. Παρατηρούμε την αυξημένη πίεση που προκύπτει μετά την μετατροπή. [\(ClassNK Increase of Water Head by Tank Connection\)](#)

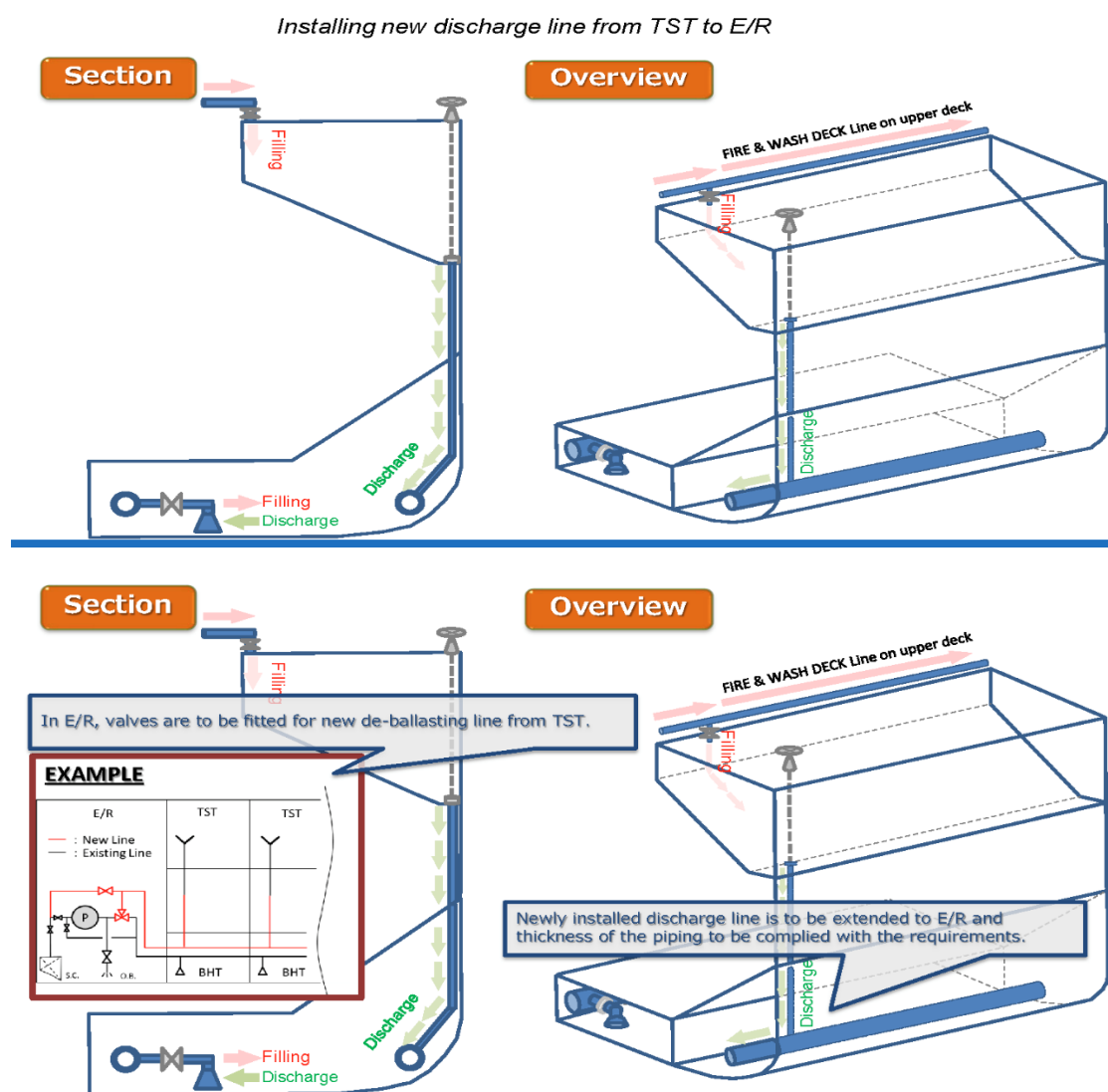
Η επιλογή αυτής της μετατροπής απαιτεί έλεγχο του πάχους των ελασμάτων του πυθμένα και των σχετικών εγκάρσιων και διάμηκων ενισχυτικών. Σε περίπτωση που, λόγω της αύξησης της υδροστατικής πίεσης, αυτά βρεθούν ανεπαρκή κρίνεται αναγκαία η εγκατάσταση επιπλέον συσκευών ελέγχου πίεσης ή ύψους στάθμης νερού αλλά τίθενται και περιορισμοί κατά την διάρκεια του ερματισμού και του αφερματισμού.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση που εξετάζουμε, το πλοίο λόγω ανεπάρκειας στο πάχος των ελασμάτων του πυθμένα, αναγκαστικά θα έπρεπε να επιβαρυνθεί με επιπλέον εξοπλισμό ελέγχου και περιορισμούς στο σύστημα ερματισμού. Για αυτόν τον λόγο η πλοιοκτήτρια εταιρία αποφάσισε να ακολουθήσει το πιο δύσκολο όσον αφορά την μετασκευή σενάριο, αλλά απροβλημάτιστο κατά τη μετέπειτα επιχειρησιακή λειτουργία του συστήματος.

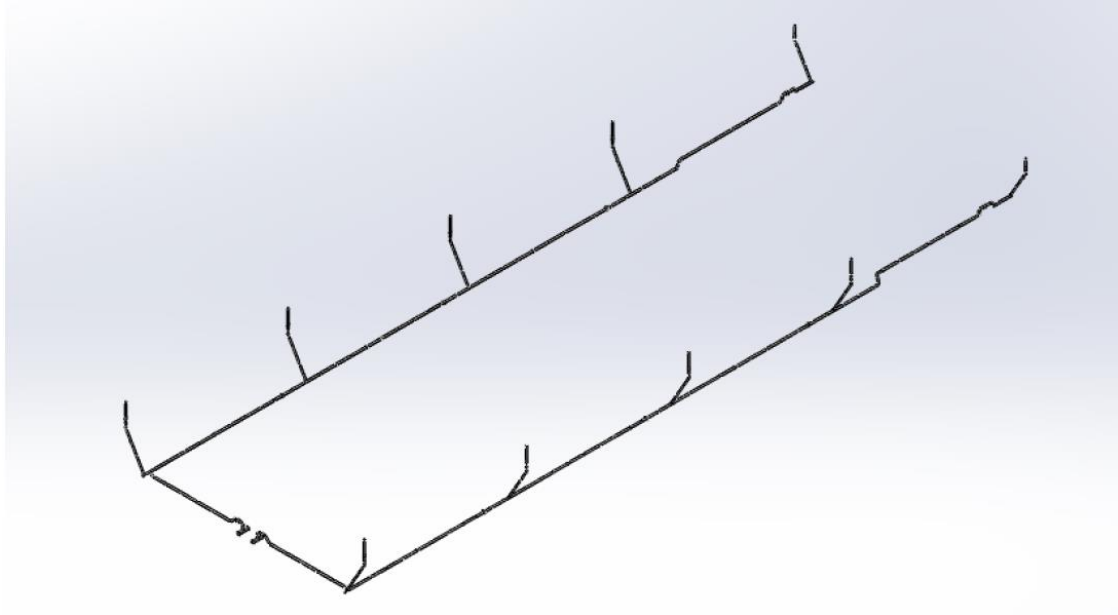
Στην επόμενη παράγραφο θα αναφερθούμε σε αυτό το σενάριο παρουσιάζοντας και φωτογραφίες που περιγράφουν ακριβώς την νέα τοπολογία του δικτύου έρματος.

7.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΩ ΠΛΑΓΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

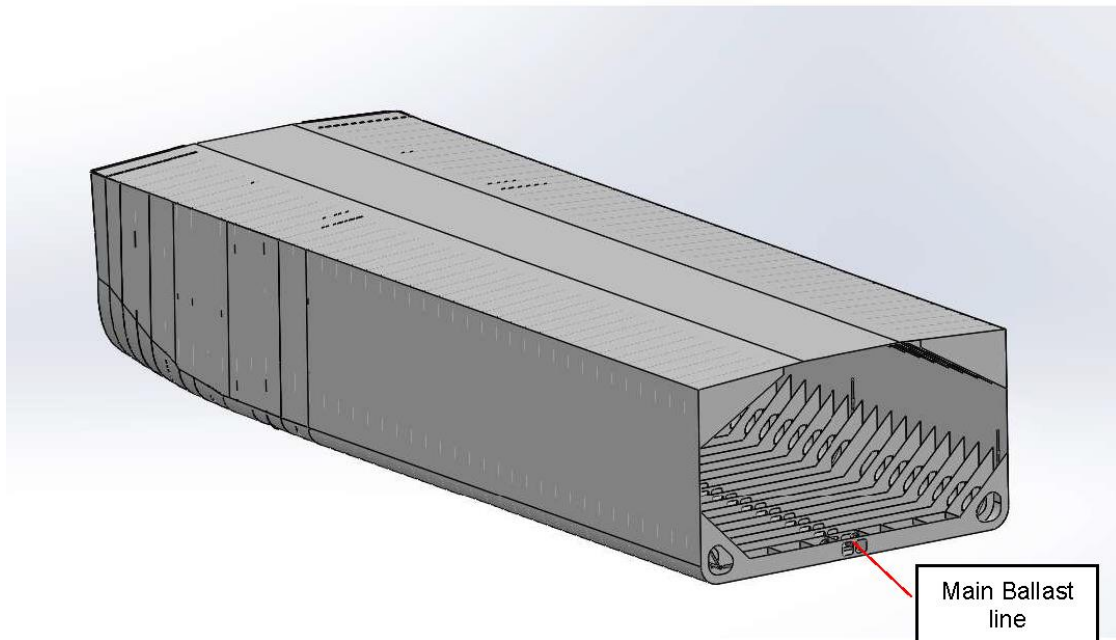
Η ιδέα πάνω στην οποία βασίζεται ο σχεδιασμός του δικτύου που τελικά προκρίθηκε είναι η αποφυγή υψηλής υδροστατικής πίεσης εντός του διπύθμενου ενώνοντας όχι τις άνω- πλάγιες με τις κάτω δεξαμενές αλλά κατευθείαν κάθε άνω- πλάγια με μια από τις δύο κύριες παράλληλες γραμμές έρματος (*main ballast lines P&S*) που κείτονται εντός του διπύθμενου και το διατρέχουν κατά μήκος. Κατά αυτόν τον τρόπο η υδροστατική πίεση καταλήγει εντός του δικτύου έρματος που κατά γενική περίπτωση διαθέτει την κατάλληλη αντοχή αφού συνήθως έχει προδιαγραφές πίεσης 5K όπως και στο πλοίο μας, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται το πλεονέκτημα του ερματισμού και αφερματισμού μέσω του κεντρικού δικτύου που συνδέεται με τις δεξαμενές του διπύθμενου (*DB. WBT*).



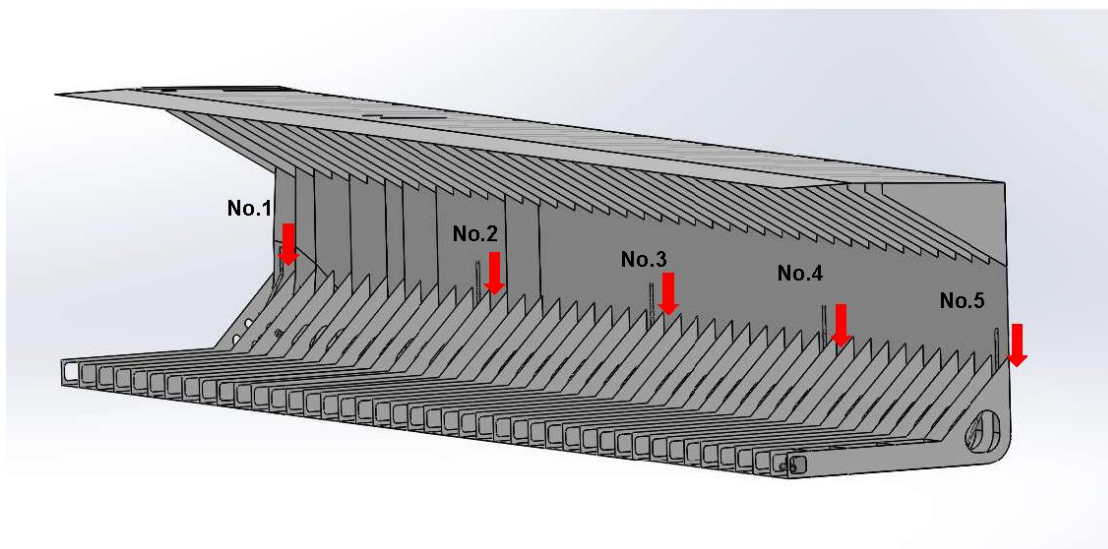
Εικόνες 72α 72β : Ένωση *TST* και δικτύου έρματος μηχανοστασίου μέσω κατακόρυφου σωλήνα DN200 που καταλήγει σε παράλληλο DN250 δίκτυο το οποίο με τη σειρά του συνδέεται με την αντίστοιχη *main ballast line*. [\[ClassNK Increase of Water Head by Tank Connection\]](#)



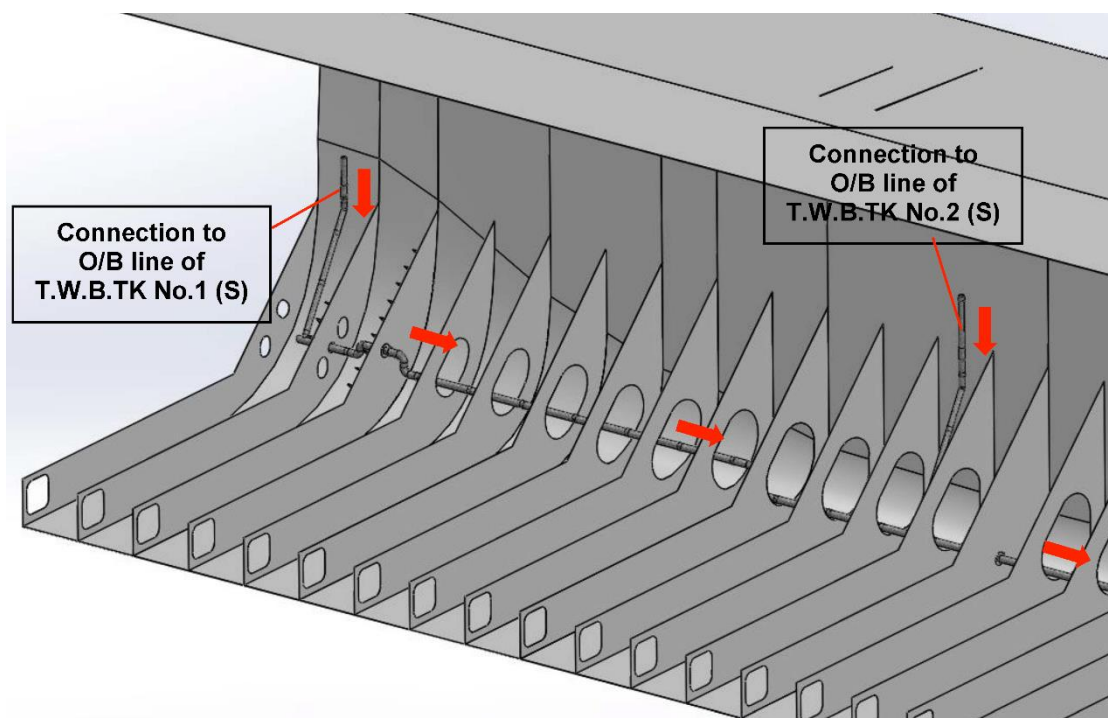
Εικόνα 73: Ισομετρική 3D άποψη διάταξης των νέων σωληνώσεων εντός του κοίτους.. Σχεδιασμός μέσω Solidworks.



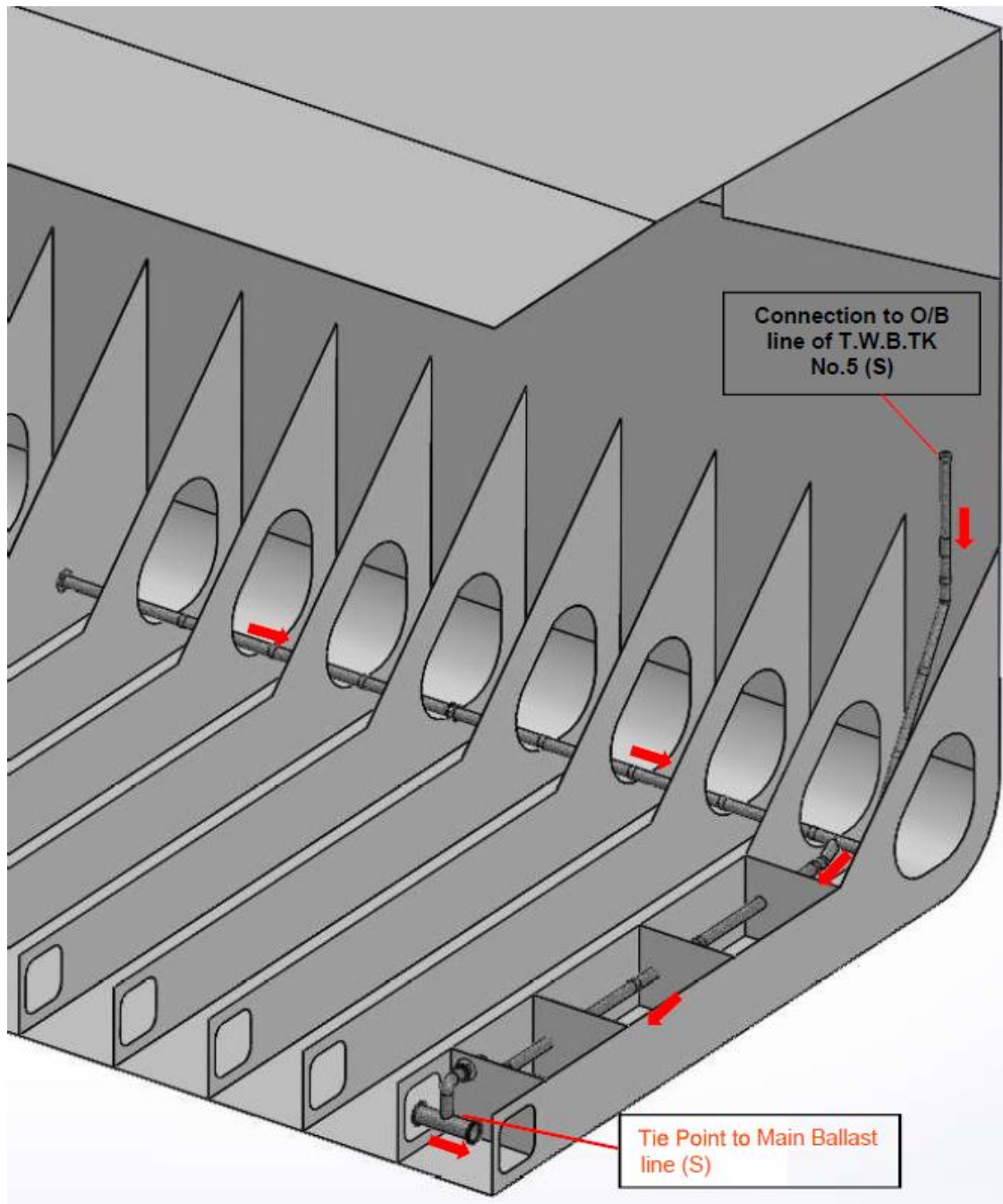
Εικόνα 74: Ισομετρική άποψη απλουστευμένου μοντέλου της γάστρας από τον νομέα 104 έως τον 230. Παρατηρούμε τις κύριες γραμμές έρματος εντός του κεντρικού τούνελ (Keel Duct) στο διπύθμενο.



Εικόνα 75: Ισομετρική άποψη τομής της γάστρας (δεξιά πλευρά). Διακρίνονται οι 5 σωληνώσεις διασύνδεσης, ως προέκταση των υπάρχοντων αντίστοιχων απορροών των άνω πλευρικών δεξαμεμών. Οι υπάρχουσες βαλβίδες απορροής θα επαναχρησιμοποιηθούν για την απομόνωση των δεξαμεμών από το κεντρικό δίκτυο.



Εικόνα 76: Άποψη τομής της γάστρας (δεξιά πλευρά). Λεπτομέρειες του νέου δικτύου για τις άνω πλευρικές δεξαμεμές No 1 και No 2. Οι υπάρχουσες βαλβίδες απορροής θα επαναχρησιμοποιηθούν για την απομόνωση των δεξαμεμών από το κεντρικό δίκτυο.



Εικόνα 77: ISO 3D τομή της γάστρας (S). Το νέο δίκτυο, στο σημείο σύνδεσης με τη σωλήνα που κατέρχεται από το No.5 TST (S), διασχίζει εγκάρσια το αμπάρι No 5 και ενώνεται με την δεξιά κύρια γραμμή έρματος στο ύψος του keel duct.

7.6 ΤΕΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΘΕΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

Σε αυτήν την παράγραφο θα περιγράψουμε τα σενάρια και θα παραθέσουμε τα αποτελέσματα που σχετίζονται με

- Ελέγχους επιβεβαίωσης της επιχειρησιακής δυνατότητας του νέου δικτύου έρματος
- Ελέγχους διάφορων απαιτήσεων του κατασκευαστή
- Ελέγχους αποφυγής προβλημάτων εντός του δικτύου

7.6.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΜΠΡΟΣΘΕΝ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάρια είναι

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Γεμάτη -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Το βύθισμα του πλοίου
Ελάχιστο Βύθισμα -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- High or Low SeaChest
High SeaChest -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Η διαμήκης θέση των δεξαμενών επι του πλοίου.
Ανω-Πλαγιες Δεξαμενές (TST) No1 -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Κατάσταση του Φίλτρου (μόνο όπου χρησιμοποιείται το BWTS)
Ακάθαρο -> Δυσμενέστερη περίπτωση

Περίπτωση α

Η No1 αντλία ερματίζει τα No1 TST (P&S) μέσω του υπάρχοντος Δικτύου καταστρώματος χωρίς το BWTS (*As build*) / Οι δεξαμενές είναι Γεμάτες / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα./ *High SeaChest* /

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 3.4898 bar.g

Παροχή :1278.212 m³/h

Ύψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) :33.154 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : ---

Υποπίεση : οχι

Περίπτωση β (Δυσμενέστερη)

Η Νο1 αντλία ερματίζει τα Νο1 TST (P&S) μέσω του υπάρχοντος Δικτύου καταστρώματος με χρήση του **BWTS** / Οι δεξαμενές είναι Γεμάτες / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα./ *High SeaChest* / Φίλτρο ακάθαρτο $\Delta p=0.5$ bar.g)

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 3.726 bar.g

Παροχή : 961.611 m³/h

Υψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) :35.226 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : 2.9759 bar.g

Υποπίεση : όχι

Περίπτωση γ

Η Νο1 αντλία ερματίζει τα Νο1 TST (P&S) μέσω του νέου Δικτύου Έρματος / Οι δεξαμενές είναι Γεμάτες / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα./ *High SeaChest* / Φίλτρο ακάθαρτο ($\Delta p=0.5$ bar.g)

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 3.6854 bar.g

Παροχή : 1022.373 m³/h

Υψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) :34.869 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : 2.92 bar.g

Υποπίεση : όχι

Παρατηρούμε ότι η αρχική παροχή του πλοίου στην περίπτωση α (*As build*), είναι και η μεγαλύτερη 1278.212 m³/h. Ακολουθεί η περίπτωση γ με ενεργό το BWTS και το νέο δίκτυο με παροχή 1022.373 m³/h και τελευταία έρχεται η περίπτωση β όπου γίνεται χρήση του δικτύου καταστρώματος σε συνδυασμό με το BWTS με παροχή 961.611 m³/h. Η διαφορά παροχής μεταξύ των περιπτώσεων α και β είναι 316.6 m³/h. Η σχετική μείωση της παροχής για αυτές τις περιπτώσεις υπολογίζεται στο 25%. Αυτό μας δείχνει ότι η εγκατάσταση του συστήματος θα επιφέρει καθυστερήσεις στα λιμάνια κατά την διαδικασία ερματισμού.

7.6.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΟ ΦΙΛΤΡΟ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΠΙΕΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Για τη μελέτη της πτώσης πίεσης θα θεωρήσουμε το φίλτρο καθαρό όταν το Δp εντός του είναι 0.2 bar.g και ακάθαρτο (Clogged) όταν φτάνει τα 0.5 bar.g αντίστοιχα. Η μέγιστη παροχή που μπορεί να δεχθεί το BWTS σύμφωνα με τον κατασκευαστή είναι 1500 m³/h. Η ελάχιστη πίεση στην είσοδο του φίλτρου για να εξασφαλιστεί η επιτυχής διαδικασία αυτοκαθαρισμού είναι μεγαλύτερη ή ίση με 1.1 bar.g

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Άδεια -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Το βύθισμα του πλοίου
Ελάχιστο Βύθισμα -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- *High or Low SeaChest*
High SeaChest -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Η διαμήκης θέση των δεξαμενών επι του πλοίου.
Δεξαμενές Διπύθμενου DB. WBT No 7 -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Κατάσταση του Φίλτρου
Ακάθαρτο -> Δυσμενέστερη περίπτωση

Περίπτωση α

Η Νο1 αντλία ερματίζει τα No 7 DB. WBT (P&S) / Οι δεξαμενές είναι Άδειες / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα./ *High SeaChest* / Φίλτρο ακάθαρτο (*Buckflushing mode*) $\Delta p=0.5$ bar.g/ Χωρίς χρήση ρυθμιστικής βαλβίδας παροχής (*Flow Control Valve* ή *FCV*)

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 2.2794 bar.g

Παροχή : 2177.867 m³/h > 1500 m³/g (Max BWTS Flow)

Υψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) : 22.342 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : 1.1153 bar.g

Υποπίεση : -0.2907 bar.g (Στην έξοδο των ηλεκτρολυτικών κελιών)

Παρατηρούμε ότι η παροχή σε αυτό το σενάριο ξεπερνά κατά πολύ τη μέγιστη παροχή του συστήματος που είναι 1500 m³/h . Γνωρίζουμε ότι το σύστημα είναι εξοπλισμένο με *FCV* που ρυθμίζει την παροχή ώστε να μην ξεπεράσει αυτό το όριο. Το *Pipeflow* μας δίνει τη δυνατότητα χρήσης *FCV*. Στο σενάριο που ακολουθεί θα δούμε πως επηρεάζει τα αποτελέσματα . Η ελάχιστη πίεση στο φίλτρο επιτυγχάνεται οριακά.

Περίπτωση β

Η Νο1 αντλία ερματίζει τα Νο 7 DB. WBT (P&S) / Οι δεξαμενές είναι Άδειες / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα./ *High SeaChest* / Φίλτρο ακάθαρτο (*Buckflushing mode*) $\Delta p=0.5 \text{ bar.g}$ / Με χρήση ρυθμιστικής βαλβίδας παροχής (*Flow Control Valve set at 1500 m3/h*)

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 3.3075 bar.g

Παροχή : 1500 m3/h (*Max BWTS Flow*)

Ύψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) : 31.583 mhd

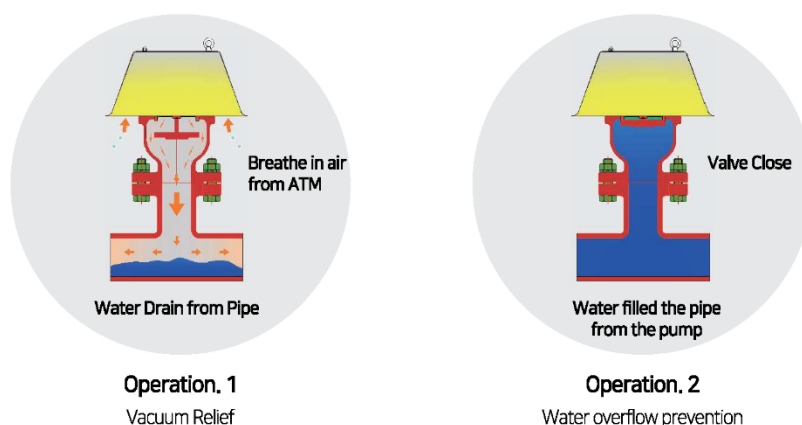
Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : 2.4132 bar.g > 1.1 bar.g

Υποπίεση : -0.5551 bar.g (*Node 118* μετά την ρυθμιστική βαλβίδα παροχής)

Παρατηρούμε ότι η παροχή στην περίπτωση β μέσω της χρήσης *FCV* μειώνεται στα 1500 m3/h και η πίεση στην είσοδο του φίλτρου αυξάνεται σημαντικά ξεπερνώντας κατά πολύ τα 1.1 bar.g. Η λειτουργία της όμως επιδεινώνει περαιτέρω την υποπίεση εμπροσθεν αυτής, στα ανώτερα σημεία των σωληνώσεων εξόδου από το σύστημα λόγω της μείωσης της παροχής.

Για την αποφυγή της υποπίεσης θα πρέπει να προσθέσουμε στο νέο δίκτυο ένα *Vacuum Breaker* σε κατάλληλο σημείο. Αυτός θα πρέπει να τοποθετηθεί στην έξοδο από το σύστημα και μετά την *FCV* στην άκρη του ψηλότερου σημείου των σωληνώσεων ακριβώς πριν την κάθοδο τους.

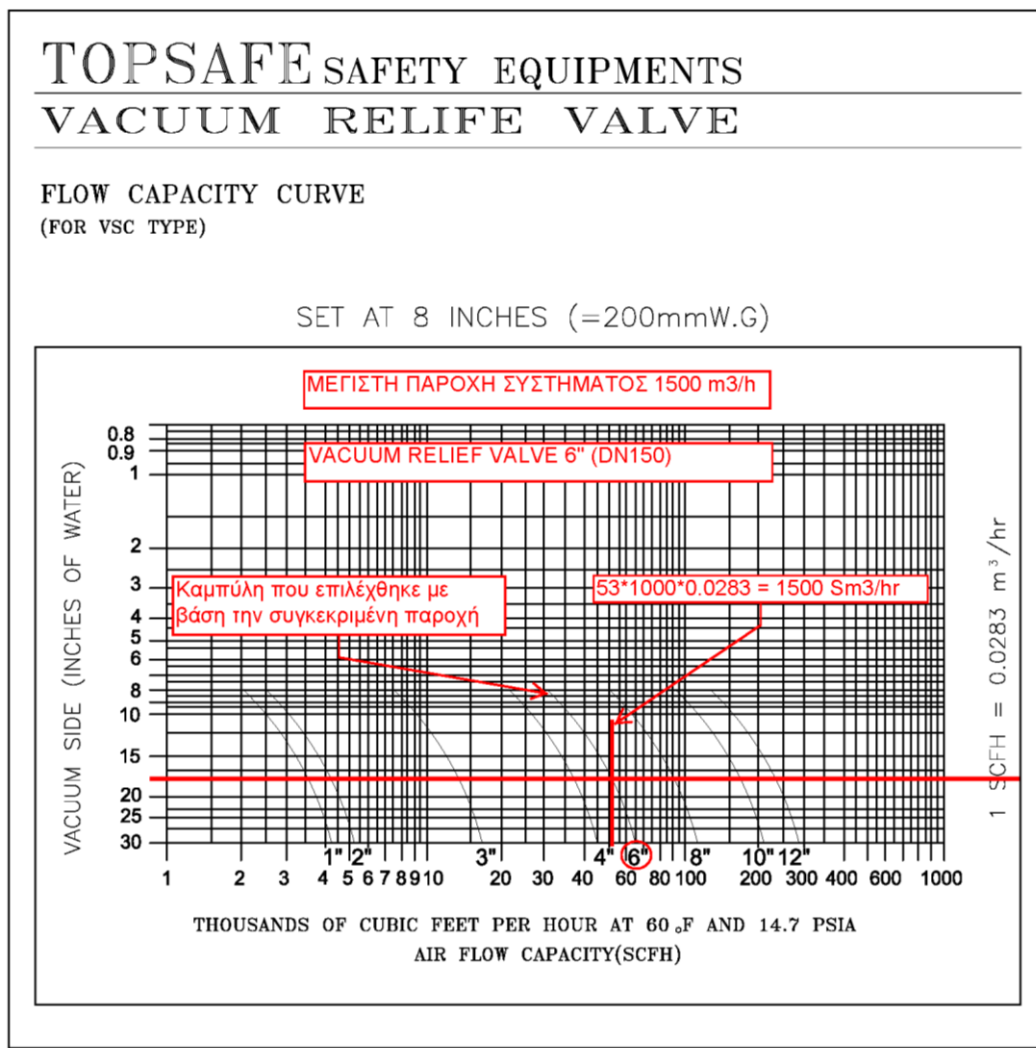
The VSC is a spring loaded model, designed to handle under pressure with a minimum pressure of -200mmW.C. and a maximum setting of -7,000mmW.C.



Εικόνα 78: Αρχή διπλής λειτουργίας του Vacuum Breaker τύπου ελατηρίου της TOP SAFE. ([TOPSAFE PRODUCT CATALOG sect. 6.1](#))

Διαστασιολόγηση του *Vacuum Breaker (VB)* της εταιρίας *TOPSAFE*

Για τη διαστασιολόγηση του *Vacuum Breaker* εργαζόμαστε με βάση το σχετικό διάγραμμα της εταιρίας ως εξής. Μετατρέπουμε τα 1500 m³/h σε SCFH (*Standard Cubic Feet per Hour*) διαιρώντας τα με 0.0283 οπότε βρίσκουμε ότι 1500 m³/h = 53.000 SCFH . Με βάση τον αριθμό αυτό, μπαίνουμε στο διάγραμμα στον άξονα X των παροχών και επιλέγουμε μία καμπύλη προσπαθώντας ο αριθμός μας να βρίσκεται όσο το δυνατόν στο κέντρο της . Στην περίπτωση μας επιλέγουμε την καμπύλη των 6” ιντσών που αντιστοιχεί στο μοντέλο με φλάντζα DN150. Σύμφωνα με το διάγραμμα η αναρρόφηση αέρα 1500 m³/h που αντιστοιχεί στην μέγιστη παροχή μας, θεωρώντας τον αέρα ασυμπίεστο, επιτυγχάνεται όταν η υποπίεση φτάσει στα -400 mmW.G ή ~ -0.04 bar.g.



Εικόνα 79: Διάγραμμα επιλογής Vacuum Breaker της TOP SAFE με βάση την παροχή αέρα που θεωρούμε ότι ισοδυναμεί με την παροχή νερού παραδεχόμενοι τον αέρα ως ασυμπίεστο.

7.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ (APT) ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Όπως αναφέρθηκε σε σχετική παράγραφο του κεφαλαίου που παρουσιάστηκε το σύστημα καθαρισμού έρματος η ελάχιστη παροχή για τη λειτουργία των ηλεκτρολυτικών κελιών καθορίζεται ως το 20% της ονομαστικής μέγιστης παροχής τους. Στην περίπτωση μας για τον ερματισμό της APT επαρκεί η χρήση μόνο ενός ηλεκτρολυτικού κελιού οπότε η ελάχιστη παροχή υπολογίζεται ως $0.2 \times 750 \text{ m}^3/\text{h} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$. Σε αυτήν την παροχή πρέπει να προσθέσουμε και τις ανάγκες παροχής της βοηθητικής αντλίας για τον αυτοκαθαρισμό του φίλτρου που είναι $120 \text{ m}^3/\text{h}$. Άρα η συνολική παροχή που χρειάζεται το BWTS για να λειτουργήσει επαρκώς κατά τον ερματισμό της APT είναι $270 \text{ m}^3/\text{h}$. Από το διαγραμματικό σχέδιο σωληνώσεων και από την αντίστοιχη λίστα εξοπλισμού του μηχανοστασίου γνωρίζουμε ότι για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται μια εκ των δύο *FIRE BILGE & G/S. PUMP* ($30/270 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.1/0.3 \text{ Mpa}$). Η μέγιστη ονομαστική παροχή αυτών των αντλιών είναι $270 \text{ m}^3/\text{h}$ γεγονός που τις καθιστά οριακά επαρκείς. Παρόλα αυτά η καμπύλη λειτουργίας τους μας έδειξε μέγιστη παροχή τα $460 \text{ m}^3/\text{h}$. Σε επόμενο σενάριο θα διαπιστώσουμε ότι η αντλία σε κάθε περίπτωση είναι ικανή να γεμίζει την πρυμνιά δεξαμενή ζυγοστάθμισης με την μέγιστη παροχή των $460 \text{ m}^3/\text{h}$. Παρόλα αυτά ο Νηογνώμονας απαίτησε να αντικατασταθούν από τις κύριες αντλίες ερματισμού με επιπρόσθετη χρήση *Orifice*, εσωτερικής διαμέτρου 97mm επι του 219×8 (DN200) δικτύου, ώστε να αποτραπεί η αύξηση της παροχής άρα και της ταχύτητας εντός των σωληνώσεων προς την APT και να παραμείνει σε τιμές παρόμοιες, με αυτές πριν την εγκατάσταση του συστήματος αλλά και για την αποφυγή αλλαγής (αύξησης της διαμέτρου) των εξαεριστικών (DN250) την εν λόγω δεξαμενής. Στη συνέχεια θα δούμε αναλυτικά τα σενάρια που ελέγχθηκαν και τα αποτελέσματα που μας έδωσαν.

7.7.1 ΕΥΡΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ BILGE & G/S. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Γεμάτη -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- Το βύθισμα του πλοίου
Ελάχιστο Βύθισμα -> Δυσμενέστερη περίπτωση
- *High or Low SeaChest*
High SeaChest -> Δυσμενέστερη περίπτωση

Σενάριο που εξετάστηκε

Η Νο1 *FIRE BILGE & G/S. PUMP* ερματίζει την πίσω δεξαμενή ζυγοστάθμισης (*As build*) / Οι δεξαμενή είναι γεμάτη / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα./ *High SeaChest*

Αποτελέσματα:

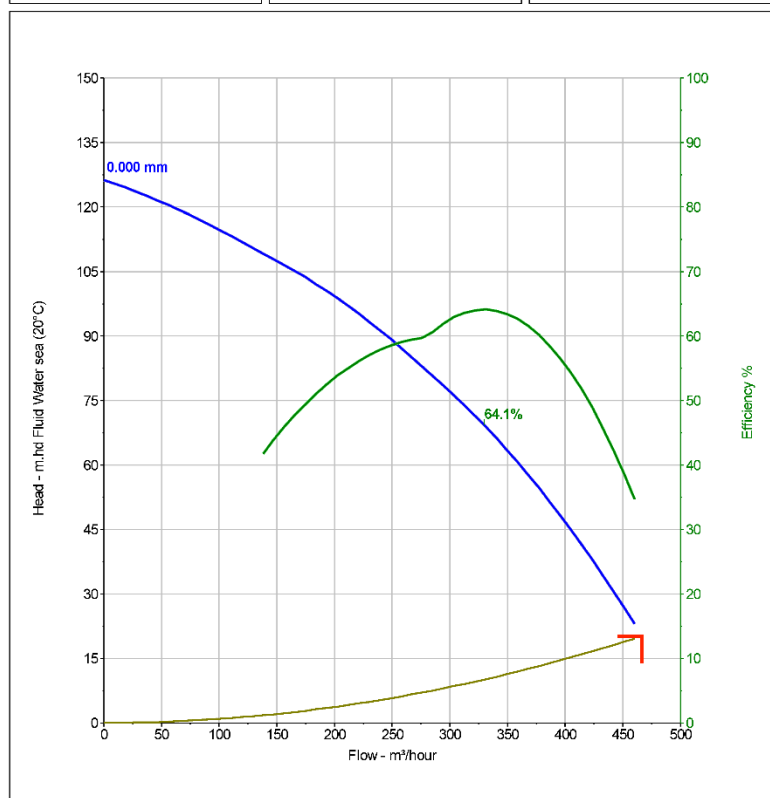
Παροχή :466.6 m³/h με παρεκβολή της καμπύλης της αντλίας μέχρι να συναντήσει την καμπύλη παροχής του δικτύου. Θα πρέπει να θεωρήσουμε ως μέγιστη παροχή αυτή που δίνεται από την καμπύλη που παρέχει ο κατασκευαστής και είναι **460.1 m³/h**.

Ταχύτητα εντός του DN200 υποδικτύου για την APT : 3.94 m/s

PUMP DATA SHEET generated using Pipe Flow Expert software

pipeFLOW
www.pipeflow.com

Pump Data	Fluid Data	Operating Notes
Name: Pump 2	Fluid: Water-sea	Prof. Op. Region: 0% - 0% of BEP
Catalog:	Density: 1028.000000 kg/m ³	Prof. Flow Range: 0.000 - 0.000 m ³ /hour
Manufacturer: NANIWA PUMP	Viscosity: 1.0700 cP	Notes: SLGE & G.S. PUMP
Type: VERTICAL CENT. PUMP	Temperature: 20.000 °C	130270 m ³ /h x 1.1 / 0.3 Mpa
Size:	Vapor Pressure: 0.0234 bar.a	
Stages: 0	Atm Pressure: 1.0132 bar.a	
Speed: Not Specified		
Impeller Diam: Not Specified		
Min Speed: Not Specified		
Max Speed: Not Specified		
Min Diam: Not Specified		
Max Diam: Not Specified		
	Design Curve	Data Point
	Shutoff Head: 126.274 m.hd Fluid	Flow: 466.600 m ³ /hour
	Shutoff dP: 12.7300 bar.g	Head: 0.000 m.hd Fluid
	BEP: 64.1% @ 329.769 m ³ /hour	Efficiency: 31.69%
	Power at BEP: 99.80 kW	Power: 83.28 kW
	NPSHr at BEP: 0.000 m.hd Fluid	NPSHr: 0.000 m.hd Fluid
	Max Flow Power: 85.45 kW @ 460.100 m ³ /hour	



Εικόνα 80: Διάγραμμα Παροχής-Ύψους αντλίας πυρκαγιάς-σεντινών Με μπλε χρώμα διακρίνεται η καμπύλη της αντλίας ενώ με χακί αποτυπώνεται η καμπύλη του δικτύου. Παρατηρούμε ότι συναληθεύουν στην νοητή προέκταση της καμπύλης της αντλίας (Παρεκβολή). Με πράσινο χρώμα φαίνεται η καμπύλη απόδοσης.

7.7.2 ΕΥΡΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ BILGE & G/S. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Άδεια -> Ευνοϊκότερη περίπτωση
- Το βύθισμα του πλοίου
Μέγιστο Βύθισμα -> Ευνοϊκότερη περίπτωση
- *High or Low SeaChest*
Low SeaChest -> Ευνοϊκότερη περίπτωση

Σενάριο που εξετάστηκε

Η No1 *FIRE BILGE & G/S. PUMP* ερματίζει την πίσω δεξαμενή ζυγοστάθμισης (*As build*) / Η δεξαμενή είναι άδεια / Πλοίο στο μέγιστο βύθισμα./ *Low SeaChest*

Αποτελέσματα:

Παροχή :499 m³/h με παρεκβολή της καμπύλης της αντλίας μέχρι να συναντήσει την καμπύλη παροχής του δικτύου. Θα πρέπει να θεωρήσουμε ως μέγιστη παροχή αυτή που δίνεται από την καμπύλη που παρέχει ο κατασκευαστής και είναι **460.1 m³/h**.

Ταχύτητα εντός του DN200 υποδικτύου για την APT : 3.94 m/s.

Με βάση τα αποτελέσματα παροχών των παραγράφων 7.7.1 και 7.7.2 παρατηρούμε ότι η υπάρχουσα αντλία λόγω της ικανότητας υψηλής πίεσης αποδίδει τη μέγιστη παροχή της που είναι **460.1 m³/h** σε κάθε περίπτωση.

7.7.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ORIFICE ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΚΤΙΟ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.

Το πρόγραμμα *PIPEFLOW EXPERT* δεν διαθέτει κάποιο αυτόματο τρόπο υπολογισμού ORIFICE. Ένας έμμεσος τρόπος προσδιορισμού του μέσω αυτού του προγράμματος μπορεί να γίνει με τη απλή χρήση εξαρτήματος (*Fitting*) με ένα συντελεστή αντίστασης (*K factor in Pipeflow*). Για να υπολογισθεί ο συντελεστής αυτός εργαζόμαστε ως εξής. Τοποθετούμε στο σημείο που θέλουμε να μπει το *Orifice* μια βαλβίδα ελέγχου ροής (FCV) ρυθμίζοντας την στην επιθυμητή παροχή. Αφού τρέξουμε το συγκεκριμένο σενάριο στο πρόγραμμα παίρνουμε το αποτέλεσμα της πτώσης πίεσης (*Head loss*) πάνω στην FCV και το εισάγουμε στον παρακάτω τύπο :

$$Head\ loss = K \times v^2 / 2g$$

Επιλύοντας ως προς K έχουμε: $K = (Head\ loss \times 2g) / (v^2)$ (Τύπος 7.7.3.1)

Όπου v είναι η ταχύτητα εντός των DN200 σωλήνων που μας είναι γνωστή αφού εμείς θέσαμε την παροχή, και g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Έτσι τελικά παίρνουμε την τιμή του συντελεστή αντίστασης K ενός εξαρτήματος που θα το χρησιμοποιήσουμε ως *Orifice*, το οποίο και θα αντικαταστήσει την βοηθητική FCV, δίνοντας μας ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα.

Στη συνέχεια απομένει να αντιστοιχίσουμε τον συντελεστή K με την εσωτερική διάμετρο του *Orifice*. Για τη διαστασιολόγηση του *Orifice* χρησιμοποιήσαμε ένα σχετικό πίνακα από το εγχειρίδιο υδραυλικής αντίστασης του *I.E.IDELCHIK* ο οποίος προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:

$$K_o = [(1 - (F_o/F_1)) + 0.707 * ((1 - (F_o/F_1))^{0.375})]^2 * (F_1/F_o)^2 \quad (\text{Τύπος 7.7.3.2})$$

Όπου F_o/F_1 = συντελεστής εμβαδού εσωτερικής διατομής *Orifice* και σωλήνα (Area ratio). Ο πίνακας αυτός αντιστοιχεί στους συντελεστές απωλειών K και των ποσοστών D_0 των εσωτερικών διαμέτρων ORIFICE αιχμηρής διατομής τοποθετημένων σε ευθεία σωλήνα.

Equivalent K factors for sharp edged orifices in a straight tube					
Sharp edge orifice Idelchik - page 221					
D1	D0	Fo/F1	Idelchik		
			Table	Pipe K	PFE orifice suggestions (based on Idelchik formula)
100.00	14.142	0.02	7000.00	7070.26	
100.00	17.321	0.03	3100.00	3094.60	
100.00	20.000	0.04	1670.00	1714.50	
100.00	22.361	0.05	1050.00	1080.41	
100.00	24.495	0.06	730.00	738.73	
100.00	28.284	0.08	400.00	402.64	
100.00	31.623	0.10	245.00	249.51	
100.00	34.641	0.12	165.00	167.68	
100.00	37.417	0.14	117.00	119.13	
100.00	40.000	0.16	86.00	88.15	
100.00	42.426	0.18	65.60	67.27	
100.00	44.721	0.20	51.50	52.58	
100.00	46.904	0.22	40.60	41.90	
100.00	48.990	0.24	32.00	33.92	
100.00	50.990	0.26	26.80	27.83	
100.00	52.915	0.28	22.30	23.08	
100.00	54.772	0.30	18.20	19.32	
100.00	56.569	0.32	15.60	16.30	
100.00	58.310	0.34	13.10	13.84	
100.00	60.000	0.36	11.60	11.83	
100.00	61.644	0.38	9.55	10.16	
100.00	63.246	0.40	8.25	8.76	
100.00	65.574	0.43	6.62	7.06	
100.00	68.557	0.47	4.95	5.35	
100.00	70.711	0.50	4.00	4.37	
100.00	72.111	0.52	3.48	3.82	
100.00	74.162	0.55	2.85	3.14	
100.00	77.460	0.60	2.00	2.26	
100.00	80.623	0.65	1.41	1.62	
100.00	83.666	0.70	0.97	1.15	
100.00	86.603	0.75	0.65	0.80	
100.00	89.443	0.80	0.42	0.54	
100.00	92.195	0.85	0.25	0.34	
100.00	94.868	0.90	0.13	0.20	
100.00	97.468	0.95	0.05	0.09	
100.00	100.000	1.00	0.00	0.00	

The above data relates to pseudo sharp edged orifice K factors to be used with pipe velocities
D1 = Pipe ID
D0 = Orifice ID
Fo/F1 = Area ratio

Πίνακας 9: Συντελεστές απωλειών K σε σχέση με την ποσοστιαία διάμετρο του *Orifice* επί της εσωτερικής διαμέτρου του αγωγού.

[\(Handbook of hydraulic resistance\) σελίδα 221\)](#)

7.7.4 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ORIFICE ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΟ ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΙΣΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΖΥΓΟΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PIPEFLOW EXPERT ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Μετά την εγκατάσταση του BWTS όλες οι δεξαμενές θα γεμίζουν με χρήση μιας εκ των δυο κύριων αντλιών έρματος. Θεωρούμε ως μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα εντός των σωλήνων στο δίκτυο της APT την τιμή **455 m³/h** που είναι λίγο μικρότερη από την παροχή 460.1 m³/h του υπάρχοντος δικτύου όπως υπολογίσαμε σε προηγούμενη παράγραφο. Στη συνέχεια θα εξομοιώσουμε στο πρόγραμμα τις συνθήκες μέγιστης παροχής προς την APT χρησιμοποιώντας μια βοηθητική βαλβίδα ρύθμισης παροχής ώστε να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης πάνω της, και μέσω του τύπου 7.7.3.1 να υπολογίσουμε τον συντελεστή απωλειών K του Orifice που τελικά θα μας δώσει μέσω του πίνακα 9 την τελική εσωτερική διάμετρο του.

1) Προσομοίωση συνθηκών εύρεσης μέγιστης παροχής.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι :

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής
Άδεια -> Ευνοϊκότερη περίπτωση
- Το βύθισμα του πλοίου
Μέγιστο Βύθισμα -> Ευνοϊκότερη περίπτωση
- *High or Low SeaChest*
Low SeaChest -> Ευνοϊκότερη περίπτωση
- Κατάσταση του Φίλτρου
Καθαρό -> Ευνοϊκότερη περίπτωση

Σύντομη περιγραφή σεναρίου

Η No1 *Ballast Pump* ερματίζει την πίσω δεξαμενή ζυγοστάθμισης / Η δεξαμενή είναι άδεια / Φίλτρο καθαρό / Πλοίο στο μέγιστο βύθισμα / *Low SeaChest* /

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης Δρ στην προσωρινή Ρυθμιστική βαλβίδα Παροχής (FCV) : **29.526 mhd**

Παροχή (FCV) :455 m³/h

Ταχύτητα εντός του DN200 υποδικτύου για την APT : 3.905 m/s.

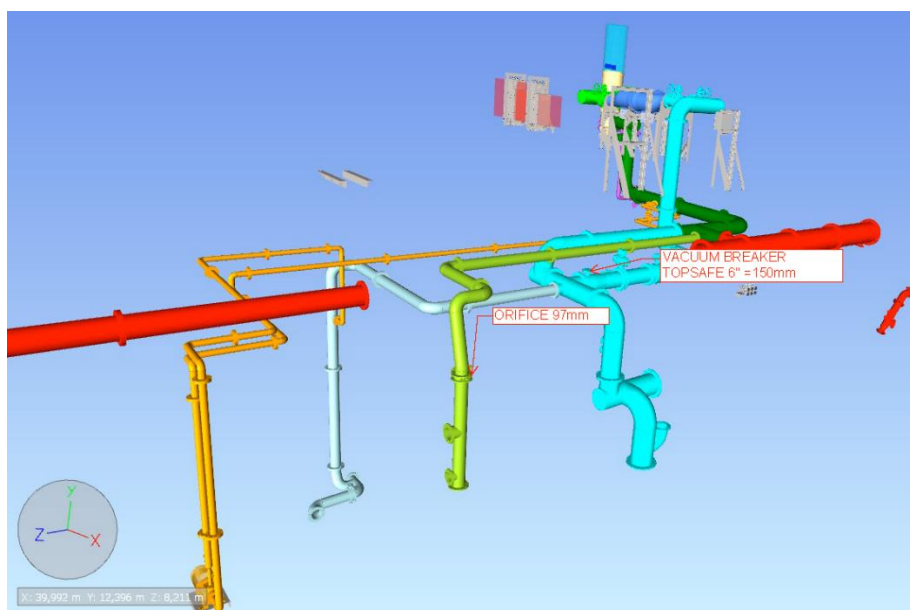
Με χρήση του τύπου (7.7.3.1) υπολογίζουμε το

$$K = (29.526 \text{ m} \times 2 \times 9,80665 \text{ m/s}^2) / (3.905^2 \text{ m}^2/\text{s}^2) = \mathbf{37.97}$$
 (αδιάστατος αριθμός)

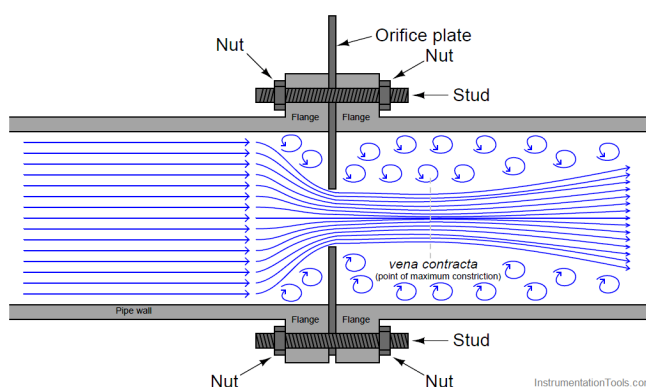
Με βάση τον πίνακα 9 (με χρήση της δεξιά μπλε στήλης για τα K) βρίσκουμε ότι το D0 ισούται με 47.94 % της εσωτερικής διαμέτρου της σωλήνας. Άρα το *Orifice* θα έχει εσωτερική διάμετρο ίση με $0.4794 \times 203 \text{ mm} = 97.29\text{mm}$ οπότε επιλέγουμε τελική τιμή διαμέτρου *Orifice* τα **97mm**.

Στη συνέχεια θα αφαιρέσουμε από το μοντέλο μας την προσωρινή FCV και στη θέση της θα τοποθετήσουμε το *Orifice* που θα έχει επίσης συντελεστή απωλειών $K=37.97$. Κάνουμε επαλήθευση τρέχοντας ξανά το μοντέλο, και διαπιστώνουμε ότι η παροχή παραμένει 455 m³/h.

Αφού εξασφαλίσαμε ότι το νέο σύστημα με τις αντλίες *ballast* θα έχει παρόμοια μέγιστη παροχή μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε στα κύρια σενάρια ελέγχου για την πρυμνιά δεξαμενή ζυγοστάθμισης και να ολοκληρώσουμε την μελέτη μας



Εικόνα 81: Η θέση που επιλέχθηκε να τοποθετηθούν το *VACUUM BREAKER* και το *ORIFICE* στο νέο δίκτυο σωληνώσεων.



Εικόνα 82: Τομή σωλήνα με τοποθετημένο *orifice plate* (<https://instrumentationtools.com/orifice-plates>)

2) Προσομοίωση συνθηκών εύρεσης ελάχιστης παροχής.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι :

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Γεμάτη -> Συνεισφέρει στην μείωση της παροχής
- Το βύθισμα του πλοίου
Ελάχιστο Βύθισμα -> Συνεισφέρει στην μείωση της παροχής
- *High or Low SeaChest*
High SeaChest -> Συνεισφέρει στην μείωση της παροχής
- Κατάσταση του Φίλτρου
Ακάθαρτο -> Συνεισφέρει στην μείωση της παροχής

Σύντομη περιγραφή σεναρίου

Η No1 *Ballast Pump* ερματίζει την πίσω δεξαμενή ζυγοστάθμησης / Η δεξαμενή είναι γεμάτη / Φίλτρο ακάθαρτο / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα / *Low SeaChest* / 1 Ηλεκτρολυτικό κελί / *Orifice 97 mm* /

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 4.0148 bar.g

Παροχή : **333.23** m³/h

Υψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) :37.777 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : 3.354 bar.g

Ταχύτητα εντός του DN200 υποδικτύου για την APT : 2.86 m/s.

Υποπίεση : όχι

Παρατηρούμε ότι με την χρήση *Orifice* η ελάχιστη παροχή (*worst case scenario*) είναι 333.23 m³/h και με τη λειτουργία μόνο ενός ηλεκτρολυτικού κελιού είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη απαίτηση παροχής του κατασκευαστή που είναι 270 m³/h. Σε περίπτωση χρήσης και των δυο ηλεκτρολυτικών κελιών η απαίτηση αυξάνεται στα 420 m³/h, οπότε διαπιστώνουμε ότι η APT πρέπει να γεμίζει αποκλειστικά με την χρήση μόνο ενός κελιού.

3) Προσομοίωση συνθηκών εύρεσης ελάχιστης πίεσης στην είσοδο του φίλτρου. (Ελάχιστη πίεση για επιτυχή αυτοκαθαρισμό με βάση τον κατασκευαστή **1.1 bar.g**)

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι :

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Άδεια -> Συνεισφέρει στην μείωση της πίεσης
- Το βύθισμα του πλοίου
Ελάχιστο Βύθισμα -> Συνεισφέρει στην μείωση της πίεσης
- *High or Low SeaChest*
High SeaChest -> Συνεισφέρει στην μείωση της πίεσης
- Κατάσταση του Φίλτρου
Ακάθαρτο (Διότι ο έλεγχος ελάχιστης πίεσης αφορά την διαδικασία αυτοκαθαρισμού του)

Σύντομη περιγραφή σεναρίου

Η No1 *Ballast Pump* ερματίζει την πίσω δεξαμενή ζυγοστάθμισης / Η δεξαμενή είναι άδεια / Φίλτρο ακάθαρτο / Πλοίο στο ελάχιστο βύθισμα / *High SeaChest* / 1 Ηλεκτρολυτικό κελί / *Orifice* 97 mm

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 3.999 bar.g

Παροχή : 386.51 m³/h

Ύψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) : 37.641 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : **3.334** bar.g

Ταχύτητα εντός του DN200 υποδικτύου για την APT : 3.31 m/s.

Υποπίεση : όχι

Βλέπουμε ότι η ελάχιστη πίεση στο φίλτρο του συστήματος που μετρήθηκε ως 3.334 bar.g ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κατασκευαστή που είναι 1.1 bar.g

Στη συνέχεια για λόγους πληρότητας της μελέτης θα ελέγξουμε και το αντίστοιχο σενάριο που αφορά όμως την μέγιστη πίεση στην είσοδο του φίλτρου

4) Προσομοίωση συνθηκών εύρεσης μέγιστης πίεσης στην είσοδο του φίλτρου.
(Μέγιστη πίεση συστήματος με βάση τον κατασκευαστή τα 5 bar.g)

Οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτό το σενάριο είναι :

- Το ύψος στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής Γεμάτη -> Συνεισφέρει στην αύξηση της πίεσης
- Το βύθισμα του πλοίου
Μέγιστο Βύθισμα -> Συνεισφέρει στην αύξηση της πίεσης
- *High or Low SeaChest*
Low SeaChest -> Συνεισφέρει στην αύξηση της πίεσης
- Κατάσταση του Φίλτρου
Ακάθαρτο -> Συνεισφέρει στην αύξηση της πίεσης

Σύντομη περιγραφή σεναρίου

Η No1 *Ballast Pump* ερματίζει την πίσω δεξαμενή ζυγοστάθμισης / Η δεξαμενή είναι γεμάτη / Φίλτρο ακάθαρτο / Πλοίο στο μέγιστο βύθισμα / *Low SeaChest* / 1 Ηλεκτρολυτικό κελί / *Orifice 97 mm*

Αποτελέσματα:

Πτώση πίεσης από την κατάθλιψη της αντλίας μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής (*Pressure drop*) : 4.8663 bar.g

Παροχή : 392.36 m³/h

Υψος πίεσης αντλίας (*Pump Head*) : 37.626 mhd

Πίεση στην είσοδο του Φίλτρου Καθαρισμού : **4.20** bar.g

Ταχύτητα εντός του DN200 υποδικτύου για την APT : 3.36 m/s.

Υποπίεση : όχι

Παρατηρούμε ότι στο δυσμενέστερο σενάριο η πίεση στη είσοδο του συστήματος βρέθηκε 4.2 bar.g και δεν ξεπερνά το ανώτατο οροί των 5 bar.g. Σε περίπτωση που αυτό συμβεί το σύστημα μετα από προειδοποίηση (*System Alarm*) κλείνει για να αυτοπροστατευθεί.

παγκόσμια νομοθεσία που διέπει την ναυτιλία και αποσκοπεί στην πρόληψη της εξάπλωσης των επιβλαβών χωροκατακτητικών υδρόβιων ειδών από τη μια θάλασσα περιοχή στην άλλη με την θέσπιση προτύπων και διαδικασιών για τη σωστή και αποτελεσματική διαχείριση αλλά και τον έλεγχο των υδάτων έρματος και ιζημάτων που δημιουργούνται σε ορισμένες περιοχές εσωτερικά των δεξαμενών. Η BWMC απαρτίζεται από 22 άρθρα και ένα παράρτημα με 5 ενότητες και περιλαμβάνει τεχνικά πρότυπα και απαιτήσεις των Κανονισμών για τη διαχείριση και τον έλεγχο των υδάτων έρματος και των ιζημάτων των πλοίων. Επιπρόσθετα, συμπληρώνεται με ένα σετ από 14 κατευθυντήριες οδηγίες οι οποίες υιοθετήθηκαν από τον IMO ως ψηφίσματα (Αποφάσεις) της MEPC. Εκτός από το σετ με τις 14 κατευθυντήριες οδηγίες ο IMO έχει εκδώσει διάφορα ψηφίσματα, κατευθυντήριες οδηγίες και εγκυκλίους που σχετίζονται με τη Σύμβαση για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της. Οι τελικές τροποποιήσεις που δέχθηκε ο BWMS Code εγκρίθηκαν κατά την εβδομηκοστή δεύτερη συνεδρίαση που έγινε τον Απρίλιο του 2018 από τη MEPC 72 και τέθηκε σε ισχύ 13 Οκτωβρίου του 2019. Παράλληλα με τον IMO, υπήρξαν και άλλοι εθνικοί φορείς οι οποίοι εξέδωσαν κανονισμούς σχετικά με τη διαχείριση των υδάτων έρματος. Αυτός με την σημαντικότερη επίδραση ήταν η Αμερικανική Ακτοφυλακή (United States Coast Guard – USCG). Συγκεκριμένα, η USCG θέσπισε με τη σειρά της τόσο κανονισμούς όσο και οδηγίες για την αποφυγή της εισαγωγής και εξάπλωσης των χωροκατακτητικών ειδών μέσω του έρματος. Η ολοκληρωμένη μορφή της νομοθεσίας δημοσιεύτηκε τον Μάρτιο του 2012 και τέθηκε σε ισχύ στις 21 Ιουνίου του 2012.

Η διεθνής σύμβαση για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος τέθηκε σε ισχύ παγκοσμίως στις 8 Σεπτεμβρίου του 2017 υποχρεώνοντας τα πλοία να φέρουν ένα Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων Έρματος (Ballast Water Management Plan) το οποίο είναι ξεχωριστό για κάθε πλοίο και περιγράφει λεπτομερώς τις ενέργειες που πρέπει να λάβουν χώρα για να εφαρμοστούν οι απαιτήσεις της Σύμβασης. Ακόμα πρέπει να φέρουν συστήματα καθαρισμού έρματος τα οποία είτε σκοτώνουν είτε καθιστούν ανίκανους τους επιβλαβείς και παθογόνους οργανισμούς να αναπαραχθούν στο νέο οικοσύστημα που θα απελευθερωθούν, να διατηρούν το ονομαζόμενο Ballast Water Record Book στο οποίο θα αναγράφονται πληροφορίες όπως ημερομηνίες άντλησης, επεξεργασίας και απόρριψης υδάτων έρματος στη θάλασσα ή σε εγκαταστάσεις υποδοχής κ.α. και να λάβουν το Διεθνές Πιστοποιητικό Διαχείρισης Υδάτων Έρματος το οποίο πιστοποιεί ότι το πλοίο συμμορφώνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Σύμβασης. Κάθε νέο σύστημα υποβάλλεται απαραίτητα σε μια σειρά δοκιμών προκειμένου να ελεγχθεί και εφόσον πληροί τις απαιτήσεις λαμβάνει το λεγόμενο Type Approval. Οι περισσότερες σύγχρονες διαθέσιμες πιστοποιημένες τεχνολογίες, αποτελούν συνδυασμό μηχανικής και φυσικής ή χημικής επεξεργασίας με διάφορες παραλλαγές ως προς τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούν, και τον τρόπο που αυτές παρασκευάζονται. Με βάση την μέχρι τώρα αποκτηθείσα εμπειρία πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η τήρηση των απαιτήσεων του κατασκευαστή αλλά και των νηογνομόνων όσον αφορά την μετέπειτα ορθή λειτουργία τους και την ασφάλεια του πλοίου και των πληρωμάτων. Έτσι γίνεται φανερό ότι η απόκτηση ενός αξιόπιστου συστήματος δεν εξασφαλίζει από μόνη της την επιτυχή μετασκευή του δικτύου

έρματος αλλά πρέπει να ληφθούν εξίσου υπόψη οι ιδιαιτερότητες τόσο του πλοίου όσο και του συστήματος. Η χρήση της νέας τεχνολογίας *3D scanning* σε συνδυασμό με την υφιστάμενη τεχνολογία *CAD* είναι αδιαμφισβήτητα ένα πολύ δυνατό εργαλείο που μπορεί να συνεισφέρει στη βελτιστοποίηση της επιλογής και του τελικού σχεδιασμού των συστημάτων διαχείρισης έρματος προσφέροντας άμεσα εναλλακτικές προσεγγίσεις και την δυνατότητα ελέγχου της εφικτότητας τους. Οστόσο η κάθε πρόθεση σχεδίασης του νέου δικτύου έρματος είναι απαραίτητο να ελέγχεται ως προς την ορθότητα του σχεδιασμού της με μια αντίστοιχη υδραυλική μελέτη που μπορεί να βοηθήσει να λυθούν σε αρχικό στάδιο τα όποια προβλήματα θα μπορούσαν να προκύψουν. Στην παρούσα εργασία έγινε κατά το δυνατόν, μια προσπάθεια ορθολογικής προσέγγισης όλων των κρίσιμων σημείων του δικτύου με έμφαση στις απαιτήσεις του κατασκευαστή, του Νηογνώμονα αλλά και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του πλοίου και του συστήματος με σκοπό την αρμονική ζεύξη τους. Η εκτεταμένη μετατροπή της υπάρχουσας τοπολογίας του δικτύου στο χώρο των δεξαμενών κρίθηκε ως μια αναγκαία παρέμβαση που θα προσδώσει πολλά χρόνια απροβλημάτιστης λειτουργίας του συστήματος αφού απαιτεί την ελάχιστη παρέμβαση και έλεγχο από το πλήρωμα αποφεύγοντας μελλοντικά δομικά προβλήματα στο διπύθμενο λόγω αστοχίας του συστήματος η από κάποιο λάθος ανθρώπινο χειρισμό.

9 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Προτείνεται η εκ μέρους των ναυτιλιακών εταιριών, δημιουργία ανοιχτής πλατφόρμας υπό μορφή *Forum* που θα φιλοξενεί καταγραφές σημαντικών συμβάντων – προβλημάτων που προκύπτουν κατά την λειτουργία και διαχείριση των συστημάτων καθαρισμού θαλασσιού έρματος ώστε με την πάροδο του χρόνου να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων με σκοπό την αξιολόγηση και βελτίωση των υπαρχόντων κανονισμών, την βελτίωση των συστημάτων αλλά και για την αντιμετώπιση των προβλημάτων από σφάλματα χειρισμού. (παράδειγμα η κατά λάθος χρήση των κύριων αντλιών έρματος μέσω παράκαμψης του συστήματος για ερματισμό της πίσω δεξαμενής ζυγοστάθμισης με αποτέλεσμα την κατάρρευση των τοιχωμάτων της δεξαμενής από υπερβολική πίεση λόγω ανεπαρκούς διατομής των εξαεριστικών). Επίσης προτείνεται η επέκταση της παρούσας Σύμβασης συμπεριλαμβάνοντας τη διαχείριση των ραδιενεργών ρύπων που μεταφέρονται από ορισμένες θαλάσσιες περιοχές μέσω των υδάτων έρματος μολύνοντας και άλλα οικοσυστήματα.

Σημαντικό εργαλείο για να υποστηρίξει την επιλογή συστήματος αλλά και για να δώσει μια σαφή εικόνα των επιχειρησιακών δυνατοτήτων του πλοίου μετα την μετασκευή θα ήταν η παροχή συγκριτικών στοιχείων για το χρόνο ερματισμού των δεξαμενών σε διάφορες αντιπροσωπευτικές καταστάσεις λειτουργίας πριν και μετά την εγκατάσταση του συστήματος, ώστε να αποφασιστεί έγκαιρα η ανάγκη μετατροπής των αντλιών. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με χρήση του προγράμματος *Pipeflow expert* σε συνδυασμό με την ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού.

10 ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Μηχ. Αλέξανδρο Θεοδουλίδη, καθώς μου πρόσφερε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα συνδυαστικό θέμα ως προς την ευρύτητα των γνώσεων που απαιτεί, το οποίο θεωρώ ότι με βοήθησε να κατανοήσω σε βάθος ένα σημαντικό επιχειρησιακό παράγοντα της λειτουργίας των πλοίων, όπως είναι το δίκτυο έρματος.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία ALFA MARINE CONSULTING PC και ιδιαίτερα τον κύριο Ζαχαρία Γερασίμου για την πολύτιμη προσφορά του προγράμματος Pipeflow Expert αλλά και για τις πληροφορίες και τα σχέδια του πλοίου που μου εμπιστεύθηκε, ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα διπλωματική εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγο μου Κωνσταντίνα για την πολύτιμη ενθάρρυνση, υπομονή και στήριξη που μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια συγγραφής της εργασίας αυτής.

11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

11.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ

11.1.1 ΕΛΛΗΝΙΚΗ

[Κοτρίκλα Α. \(Ιανουάριος 2015\). ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ. \[Κεφάλαιο Συγγράμματος\]. Στο Κοτρίκλα, Α. 2015. Ναυτιλία και περιβάλλον. \[ηλεκτρ. βιβλ.\] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 5. <http://hdl.handle.net/11419/5481> \(ημ. ανα.: 18/09/2021\)](#)

<http://www.hellenicaworld.com/Transport/Ships/gr/Ermatismos.html> (ημ. ανα.: 18/09/2022)

[Διπλωματική Εργασία Διεθνής Σύμβαση για τη Διαχείριση των Υδάτων Έρματος-Πιτσικούλη Ευαγγελία](#) (ημ. ανα.: 15/09/2021)

http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/9864/Sevdali_Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y (ημ. ανα.: 20/09/2021)

http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/10679/Laou_Eleni.pdf?sequence=1&isAllowed=y (ημ. ανα.: 20/09/2021)

<http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/3542?show=full> (ημ. ανα.: 01/04/2020)

<https://www.e-nomothesia.gr/kat-naytilia-nausiploia/elegkhos-emporikon-ploion/upourgike-apophase-2263-1-14-60551-2019.html> (ημ. ανα.: 29/09/2021)

<http://medsos.gr/medsos/2008-08-12-07-14-43/2008-08-28-11-24-40/2008-08-28-11-51-26/849-2010-03-29-09-32-55.html> (ημ. ανα.: 26/05/2020)

<https://www.isalos.net/2020/01/diacheirisi-ermatos-tropopoiiseis-stin-pistopoiisi-ton-systimaton/> (ημ. ανα.: 01/10/2021)

11.1.2 ΞΕΝΗ

[IMO-INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE CONTROL AND MANAGEMENT OF SHIP'S BALLAST WATER AND SEDIMENTS, 2004](#)

<https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/reference-report/2019-bwms-best-practices.pdf>(ημ. ανα.: 25/09/2021)

https://en.wikipedia.org/wiki/Ballast_Water_Management_Convention (ημ. ανα.: 01/10/2021)

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Documents/Table%20of%20BA%20FA%20TA%20updated%20January%202020.pdf> (ημ. ανα.: 02/10/2021)

<https://www.dnvgl.com/maritime/ballast-water-management/type-approval.html> (ημ. ανα.: 03/10/2020)

https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Coast_Guard (ημ. ανα.: 07/10/2021)

<https://www.ballast-water-treatment.com/en/ballast-water-management-regulation/uscg-bwm-standards> (ημ. ανα.: 07/10/2021)

https://en.wikipedia.org/wiki/Colony-forming_unit (ημ. ανα.: 7/10/2021)

<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Brasov/STAED/STAED-05.pdf>(ημ. ανα.: 12/10/2021)

<https://www.ermafirst.com/about/> (ημ. ανα.: 7/10/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/convention_ballast.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

<https://maritime-mea.com/blog/2015/01/09/the-role-of-the-flag-state-at-a-seagoing-ship/?cookie-state-change=1588592875799> (ημ. ανα.: 04/05/2020)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g1.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g2.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g3.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g4.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g5.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g6.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g7.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g8_rev.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g9_rev.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g10.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g11.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g12.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g13.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/guideline_g14.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/approval_ballast_e.pdf (ημ. ανα.: 7/09/2021)

https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/microsites/pureballast/pdf/alfa_laval_pureballast_chapter_extract_retrofit.pdf (ημ. ανα.: 9/09/2021)

<https://www.rivieramm.com/opinion/lack-of-filters-is-no-obstruction-for-effective-treatment-25101> (ημ. ανα.: 28/12/2021)

<http://info.lr.org/1/12702/2018-05-17/4xg1c5> (ημ. ανα.: 01/10/2021)

https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/DCO%20Documents/5p/5ps/Operating%20and%20Environmental%20Standards/OES-3/FAQ/Ballast_Water_FAQs.pdf?ver=2018-05-02-084930-037 (ημ. ανα.: 28/10/2021)

https://mfame.guru/10-step-guide-selecting-ballast-water-management-system/?fbclid=IwAR2FgT_jMbz4ErlC_0HStvseA4DNqtvGJkpdAlK18_xSqlzKyDDEcPuS1YE (ημ. ανα.: 10/01/2022)

http://www.anave.es/images/seguridad/ihs_fairplay-ballast_water_guide_2013.pdf (ημ. ανα.: 12/1/2022)

<https://www.mr-marinegroup.com/mr-ballast/overview-of-bwts/type-of-systems> (ημ. ανα.: 12/1/2022)

[ClassNK Structural Issues Increase of Water Head by Tank Connection](#)

[Handbook of hydraulic resistance](#)

[PIPEFLOW EXPERT USER GUIDE](#)

[\(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL I\)](#)

[\(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL II\)](#)

[\(ERMA FIRST FIT 1500 OMSM VOL III\)](#)

[Lessons-learnt-EBP-by-BEMA](#)

[Comparisons of interdisciplinary ballast water treatment systems and operational experiences from ships](#)
<https://link.springer.com/article/10.1186/s40064-016-1916-z>