



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

*ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ*

*‘ΝΑΥΤΙΚΗ & ΘΑΛΑΣΣΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΕΠΙΣΤΗΜΗ’*

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ &
ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝ
ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΣΟΥΜΑ Γ.ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :
ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής Σχολής Ναυπηγών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

*Στους γονείς μου, Βάσω και Γιώργο,
& στην αδερφή μου Μαρία.*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Α. Παπανικολάου

Καθηγητής

Κ. Σπύρου

Καθηγητής

Γ. Ζαραφωνίτης

Αν.Καθηγητής

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: Διεθνείς & Εθνικοί Κανονισμοί	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	7
2.1. Διεθνείς Κανονισμοί.....	7
2.2. Εθνικοί και Περιφερειακοί Κανονισμοί.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Τεχνολογίες & Συστήματα Επεξεργασίας Έρματος	19
1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	19
2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	22
2.1. Γενικά.....	22
2.2. Διαδικασίες Διαχωρισμού.....	25
2.3. Απολύμανση	26
2.4. Σχηματική αναπαράσταση ορισμένων εμπορικών συστημάτων	29
2.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων επεξεργασίας έρματος	32
3. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	35
4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: Παρουσίαση Συστήματος HYDE Guardian	47
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	47
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	48
3. ΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ & ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥΣ	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Προμελέτη Εγκατάστασης στο επιλεγμένο πλοίο	57
1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ	57
2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	62
3. ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	63
4. ΧΩΡΟΙ ΠΛΟΙΟΥ.....	64
5. ΠΡΟΤΑΣΗ Νο. 1.....	76
5.1. Περιοχή της μετασκευής.....	76
5.2. Στάδια της μετασκευής	76
6. ΠΡΟΤΑΣΗ Νο. 2.....	87
6.1. Περιοχή της μετασκευής.....	87
6.2. Στάδια της μετασκευής	88
7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ.....	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Ανακεφαλαίωση..... 99
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 100

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής εργασίας, που εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος 'Ναυτική & Θαλάσσια Τεχνολογία & Επιστήμη', είναι να εξεταστεί το πρόβλημα της επεξεργασίας του θαλασσίου έρματος.

Για τη καλύτερη κατανόηση και εξέταση του θέματος κρίθηκε σκόπιμο να γίνει αρχικά μια ανασκόπηση τόσο των διεθνών όσο και των εθνικών κανονισμών και προτύπων που αφορούν την επεξεργασία του έρματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφερόμαστε στις διαδικασίες που ακολουθούνται προκειμένου να κριθεί κατάλληλο ένα σύστημα επεξεργασίας. Ακόμα, γίνεται παρουσίαση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται και είναι αποδεκτές και προτείνουμε κριτήρια τα οποία θα μας βοηθήσουν στη διαδικασία επιλογής του καταλληλότερου συστήματος επεξεργασίας.

Εν συνεχεία, προχωράμε στην επιλογή του κατά τη γνώμη μας καταλληλότερου συστήματος για το προς μελέτη πλοίο βάση των διαθέσιμων στοιχείων που έχουμε και αναλύουμε το τρόπο λειτουργίας του και τα μέρη από τα οποία αυτό αποτελείται.

Τέλος, γίνεται προμελέτη της εγκατάστασης του συστήματος αυτού σε ένα υφιστάμενο δεξαμενόπλοιο.

ABSTRACT

The purpose of this thesis, which was prepared during the post graduate program 'Naval & Marine Technology & Science', is to address the problem the ballast water treatment.

For a better understanding of the matter it was deemed necessary to make an initial review of both international and national regulations and standards relating to the treatment of ballast water.

In the second chapter we describe the procedures followed in order for a system to receive a type approval certificate. Also, we present the technologies that are being currently used or are under development and we propose criteria that will help us during the selection of the most suitable ballast water treatment system.

In the following chapter we conclude to the system which in our opinion is the most suitable of all and we describe how it works and from which parts it consists of.

Finally, we present a preliminary feasibility study of the system's installation on board an existing tanker.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: Διεθνείς & Εθνικοί Κανονισμοί

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έχει υπολογιστεί πως ο παγκόσμιος στόλος μεταφέρει περίπου από τρία έως πέντε δισεκατομμύρια τόνους θαλάσσιου έρματος ετησίως. Ιστορικά, οι απορρίψεις έρματος έχουν αποτελέσει τη σημαντικότερη πηγή για την εισαγωγή εξωτικών ειδών, συμπεριλαμβανομένων και πολλών ειδών φυκιών και ζωοπλαγκτόν, στα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί, οι οποίοι είναι αρκετά μικροί σε μέγεθος ώστε να καταφέρουν να περνούν μέσα από τις αντλίες του έρματος του πλοίου, μεταφέρονται κατά την απόρριψη ή τη πρόσληψη θαλάσσιου έρματος από το πλοίο. Οι εν λόγω μικροοργανισμοί όταν μεταφέρονται μαζί με το έρμα μέσα στις δεξαμενές του πλοίου μεταξύ των διάφορων περιοχών, έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν νέους βιώσιμους πληθυσμούς στις περιοχές που δεν είναι εγγενείς. Δυνητικά, η εισαγωγή αυτών των εξωτικών ειδών μπορεί να προκαλέσει σοβαρές και μόνιμες επιπτώσεις για το θαλάσσιο περιβάλλον, την αειφόρο ανάπτυξη, τη βιοποικιλότητα και τη δημόσια υγεία και σε αντίθεση με άλλες πηγές ρύπων των θαλασσών, όπως για παράδειγμα η διαρροή πετρελαίου, οι νέοι μικροοργανισμοί είναι γενικά αδύνατο να εξαλειφθούν. Ο ρόλος του θαλασσιού έρματος ως φορέα μεταφοράς των μικροοργανισμών αυτών φαίνεται πως αυξάνεται με το χρόνο, λόγω των νέων εμπορικών δρομολογίων καθώς και λόγω της μείωσης των χρόνων ταξιδιού και την αύξηση των δρομολογίων.

Η χρήση έρματος είναι απαραίτητη για τη ασφαλή λειτουργία των περισσότερων μεγάλων πλοίων, καθώς αυτό βοηθά στην επίτευξη ικανοποιητικού βυθίσματος όταν το πλοίο ταξιδεύει χωρίς φορτίο, στην αύξηση της ευστάθειας και στον έλεγχο της διαγωγής του πλοίου. Τα περισσότερα από τα μεγάλα πλοία διαθέτουν συστήματα έρματος με δεξαμενές, αντλίες, σωληνώσεις και άλλο εξοπλισμό αποκλειστικά για το σύστημα αυτό. Αντί για ή επιπλέον με το σύστημα αυτό, ορισμένα πλοία (για παράδειγμα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου) μπορούν να μεταφέρουν έρμα σε κατά τα άλλα άδειους χώρους φορτίου (π.χ. σε καταστάσεις κακοκαιρίας μπορεί να γεμίσουν με έρμα μία δεξαμενή φορτίου αν πρόκειται για δεξαμενόπλοιο ή ένα αμπάρι εάν πρόκειται για φορτηγό πλοίο ώστε το πλοίο να έχει καλύτερη ευστάθεια). Ο ρυθμός εκφόρτωσης και οι συγκεντρώσεις των μικροοργανισμών που περιέχονται εντός του έρματος θα διαφέρουν ανάλογα με το τύπο του πλοίου, τη χωρητικότητα των δεξαμενών έρματος, τον τύπο του εξοπλισμού που διαθέτει το πλοίο, την ποιότητα του νερού από το οποίο αντλήθηκε το έρμα, την αποτελεσματικότητα τυχόν πρακτικών διαχείρισης έρματος και την ύπαρξη συστήματος κατεργασίας του έρματος. Τα πλοία μπορεί να μεταφέρουν από λιγότερο από εκατό κυβικά μέτρα έρματος μέχρι και δεκάδες χιλιάδες κυβικά, ανάλογα τον τύπο τους. Για παράδειγμα, αντιπροσωπευτικά μεγέθη της χωρητικότητας των δεξαμενών έρματος ανάλογα με τον τύπου του πλοίου είναι για τα επιβατηγά πλοία περίπου τρεις χιλιάδες κυβικά μέτρα, ενώ για τα VLCC είναι ενενήντα πέντε χιλιάδες κυβικά μέτρα. Ο ρυθμός απόρριψης του έρματος είναι γενικά ανάλογος με το μέγεθος των δεξαμενών του πλοίου, αν και υπάρχουν και εξαιρέσεις.

Σε διεθνές επίπεδο, οι απορρίψεις υδάτινου έρματος από τα πλοία ακολουθούν, κατά κύριο λόγο, διατάξεις που θεσπίζονται υπό την αιγίδα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΙΜΟ).

Ballast Water Capacity & Ballast Pump Rates by Vessel Type

Vessel Category	Vessel Type	Representative Ballast Capacity (m ³)	Representative Pump Rate (m ³ /hr)
High Ballast Dependent Vessels	Bulk Carriers		
	Handy	18,000	1,300
	Panamax	35,000	1,800
	Capesize	65,000	3,000
	Tankers		
	Handy	6,500	1,100
	Handymax-Aframax	31,000	2,500
	Suezmax	54,000	3,125
Low Ballast Dependent Vessels	Containerships		
	Feeder	3,000	250
	Feedermax	3,500	400
	Handy	8,000	400
	Subpanamax	14,000	500
	Panamax	17,000	500
	Postpanamax	20,000	750
	Other Vessels		
	Chemical Carriers	11,000	600
	Passenger Ships	3,000	250
	General Cargo	4,500	400
	Ro/Ro	8,000	400
Combination Vessels	7,000	400	

Note: Representative values

Εικόνα 1.1: Ενδεικτικές χωρητικότητες δεξαμενών Έρματος ανάλογα με το τύπο του πλοίου (Πηγή: Α.Β.Σ.¹)

2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

2.1. Διεθνείς Κανονισμοί

Το Φεβρουάριο του 2004 ο Ι.Μ.Ο μέσω της επιτροπής του για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee-MEPC) ανέπτυξε νέες διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές και κανονισμούς για τη μείωση του κινδύνου εισαγωγής νέων θαλάσσιων ειδών. Η Διεθνής σύμβαση για τον Έλεγχο και την Διαχείριση του έρματος των πλοίων και των ιζημάτων (International Convention for the control and management of Ship Ballast and Sediments²) περιλαμβάνει ένα σύνολο προτύπων για την επεξεργασία του υγρού έρματος και ισχύει για όλα τα πλοία που είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν έρμα και πλέουν υπό τη σημαία χώρας μέλους του ΙΜΟ. Η Σύμβαση περιλαμβάνει ακόμα τις πλωτές δεξαμενές, τις πλωτές μονάδες αποθήκευσης (FSUs και FPSOs), αλλά εξαιρούνται από αυτή

¹ Βιβλιογραφία: [4]

² Βιβλιογραφία: [1]

τα πλοία που δεν είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν έρμα, τα πολεμικά, τα βοηθητικά και όποια άλλα πλοία χρησιμοποιούνται από ένα κράτος και τα πλοία που έχουν μόνιμο έρμα σε κλειστές δεξαμενές.

Για να γίνουν δεκτές οι τεχνολογίες επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος από τον ΙΜΟ, θα πρέπει αυτές να πληρούν αυστηρά κριτήρια που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα τους και κατά συνέπεια θα απαιτηθούν αυστηρές επιστημονικές δοκιμές στο στάδιο της ανάπτυξης. Τα σχετικά μέρη της σύμβασης σχετικά με τα πρότυπα παρατίθενται κατωτέρω.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D1- Πρότυπο Ανταλλαγής Νερού Έρματος (Ballast Water Exchange Standard)

1. Τα πλοία που πραγματοποιούν ανταλλαγή έρματος σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό θα πρέπει να το πράξουν σε βαθμό 95% τουλάχιστον του όγκου του έρματος.
2. Για τα πλοία που πραγματοποιούν ανταλλαγή έρματος με τη μέθοδο της διαμέσου άντλησης (Flow Through), θα πρέπει να αντλείται τριπλάσιος όγκος νερού από τη χωρητικότητα της κάθε δεξαμενής έρματος, ώστε να θεωρείται ότι πληρούν το πρότυπο που περιγράφεται στην παράγραφο.

Το πρότυπο της ανταλλαγής του νερού έρματος βασίζεται στην αρχή ότι οι παθογόνοι οργανισμοί που περιέχονται στο νερό έρματος που προέρχονται από τα παράκτια ύδατα δεν θα επιβιώσουν όταν απορρίπτονται στους ωκεανούς ή στις ανοικτές θάλασσες, καθώς τα νερά αυτά έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, αλατότητα και χημική σύνθεση. Ομοίως, στα νερά των ωκεανών ή στις ανοικτές θάλασσες, σε σύγκριση με τα παράκτια ύδατα, περιέχονται λιγότεροι παθογόνοι οργανισμοί και μικροοργανισμοί, οι οποίοι είναι λιγότερο πιθανό να προσαρμοστούν στο νέο αυτό παράκτιο περιβάλλον. Ως εκ τούτου, η πιθανότητα μεταφοράς μικροοργανισμών και παθογόνων μέσω του έρματος έχει μειωθεί σημαντικά. Αποδεκτές μέθοδοι ανταλλαγής έρματος είναι η μέθοδος της διαμέσου άντλησης (Flow Through), η διαδοχική άντληση (Sequential Method) και η διάλυση (Dilution Method). Πρέπει να σημειωθεί πως η μέθοδος ανταλλαγής του έρματος δεν είναι πάντα τόσο αποδοτική στη μείωση της εξάπλωσης των θαλάσσιων μικροοργανισμών και πως ενίοτε παρουσιάζει σημαντικά λειτουργικά προβλήματα.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D2 - Προδιαγραφές Απόδοσης Διαχείρισης Έρματος (Ballast Water Performance Standard)

1. Πλοία που διεξάγουν τη διαχείριση του έρματος τους, σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό, θα πρέπει να εκφορτώνουν λιγότερο από 10 βιώσιμους μικροοργανισμούς ανά κυβικό μέτρο ελάχιστης διάστασης ίσης ή μεγαλύτερης από 50 μικρόμετρα και λιγότερο από 10 βιώσιμους μικροοργανισμούς ανά κυβικό εκατοστό ελάχιστης διάστασης λιγότερο από 50 μικρόμετρα και μεγαλύτερης ή ίσης διάσταση από 10 μικρόμετρα, και η συγκέντρωση των μικροβιολογικών δεικτών³ δε

³ Η μικροβιολογική καταλληλότητα των υδάτων καθορίζεται με την καταμέτρηση συγκεκριμένων μικροοργανισμών, των μικροβιακών δεικτών. Οι μικροβιακοί δείκτες είναι ομάδες ή είδη μικροοργανισμών οι οποίοι μπορούν εύκολα να προσδιοριστούν και οι οποίοι διαβιούν μέσα σε υδάτινο περιβάλλον (Πηγή: http://www.ecodonet.gr/microb_indices_greek.php)

θα πρέπει να υπερβαίνει τις καθορισμένες συγκεντρώσεις που περιγράφονται στην παράγραφο 2.

2. Μικροβιολογικοί δείκτες, ως πρότυπο για την υγεία του ανθρώπου, θα πρέπει να περιλαμβάνουν:
 - i) Τοξινογόνους *Vibrio Cholera* (O1 και O135) με λιγότερο από μία μονάδα σχηματισμού αποικίας (c.f.u.) ανά 100 κ.εκ. ή λιγότερο από 1 c.f.u. ανά 1 γραμμάριο (υγρού νερού) δείγματος ζωοπλαγκτόν.
 - ii) *Escherichia coli*: λιγότερο από 250 c.f.u. ανά 100 κ.εκ.
 - iii) Εντερόκοκκοι: λιγότερο από 100 c.f.u. ανά 100 κ.εκ.

Το πρότυπο D2 είναι το 'μέτρο' που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος επεξεργασίας και ισχύει και για το σύστημα όπως αυτό έχει εγκατασταθεί επάνω στο πλοίο και χρησιμοποιείται πλέον σε πραγματικές συνθήκες. Όλα τα συστήματα επεξεργασίας θα πρέπει να έχουν λάβει έγκριση τύπου (Type Approval) από μια Αρχή ύστερα από δοκιμές που γίνονται ακολουθώντας συγκεκριμένες διαδικασίες που επιβεβαιώνουν πως πληρούνται οι απαιτήσεις των ορίων του προτύπου D2 σε συνθήκες πλήρους λειτουργίας. Σε οποιοδήποτε λιμένα, ένας επιθεωρητής εξουσιοδοτημένος από κράτος μέλος της Σύμβαση μπορεί να επιβιβαστεί σε ένα σκάφος στο οποίο εφαρμόζεται η Σύμβαση και να ελέγξει εάν η λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας συμμορφώνεται με τα όρια που αναφέρονται στο πρότυπο D2 με τη λήψη δειγμάτων.

Discharge Standards

Organism Size	IMO Regulation D-2
> 50µm in min dimension	< 10 viable organisms/m ³
≤ 50µ and >10µ in min. dimension	< 10 viable organisms/ml
< 10µm in min. dimension	no limit
<i>Escherichia coli</i>	< 250 cfu/100 ml
Intestinal enterococci	< 100 cfu/100 ml
Toxicogenic <i>Vibrio cholerae</i>	< 1 cfu/100 ml or < 1 cfu/gram wet weight zooplankton samples

Εικόνα 2.2: Αποδεκτά όρια συγκέντρωσης μικροοργανισμών στο έρμα (Πηγή: I.M.O⁴)

⁴ Βιβλιογραφία: [1]

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D3 - Απαιτήσεις έγκρισης για τα συστήματα διαχείρισης έρματος (Approval requirements for Ballast Water Management systems)

1. Εκτός από ότι ορίζεται στην παράγραφο 2, τα συστήματα διαχείρισης έρματος που χρησιμοποιούνται για να συμμορφωθούν με τη σύμβαση αυτή, θα πρέπει να έχουν εγκριθεί από την Αρχή λαμβάνοντας υπόψη τις κατευθυντήριες γραμμές που έχει αναπτύξει ο Οργανισμός.
2. Τα συστήματα διαχείρισης έρματος που κάνουν χρήση δραστικών ουσιών για να συμμορφωθούν με τη παρούσα σύμβαση θα πρέπει να έχουν εγκριθεί από τον Οργανισμό, βάση διαδικασίας που έχει αναπτυχθεί από τον Οργανισμό. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να περιγράφει την έγκριση και την ανάκληση της έγκρισης των δραστικών ουσιών καθώς και τον προτεινόμενο τρόπο εφαρμογής τους. Στην ανάκληση της έγκρισης η χρήση της σχετικής δραστικής ουσίας ή ουσιών θα πρέπει να απαγορεύεται εντός ενός έτους από την ημερομηνία της εν λόγω ανάκλησης.
3. Τα συστήματα διαχείρισης έρματος που χρησιμοποιούνται για να συμμορφωθούν με την παρούσα Σύμβαση θα πρέπει να είναι ασφαλή όσον αφορά το πλοίο, τον εξοπλισμό του και το πλήρωμά του.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D4 - Πρωτότυπες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Θαλάσσιου Έρματος (Prototype Ballast Water Treatment Technologies)

1. Για κάθε πλοίο που, πριν από την ημερομηνία κατά την οποία ο κανονισμός D2 ούτως ή άλλως θα τεθεί σε ισχύ για αυτό, συμμετέχει σε ένα πρόγραμμα το οποίο έχει εγκριθεί από την Αρχή για να δοκιμάσει και να αξιολογήσει μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία επεξεργασίας έρματος, η εφαρμογή του κανονισμού D2 δε θα ισχύει για το πλοίο αυτό μέχρι και πέντε έτη από την ημερομηνία κατά την οποία σε διαφορετική περίπτωση θα απαιτείται από το πλοίο να συμμορφωθεί με τον εν λόγω κανονισμό.
2. Για κάθε πλοίο που, μετά την ημερομηνία κατά την οποία ο κανονισμός D2 έχει τεθεί σε ισχύ για αυτό, συμμετέχει σε ένα πρόγραμμα που έχει εγκριθεί από την Αρχή, λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες που αναπτύχθηκαν από τον Οργανισμό, για να δοκιμάσει και να αξιολογήσει μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος με προοπτική να οδηγήσει η τεχνολογία επεξεργασίας σε υψηλότερα πρότυπα από εκείνα του κανονισμού D2, τα πρότυπα του κανονισμού D2 παύουν αν ισχύουν στο εν λόγω πλοίο για μια περίοδο πέντε ετών από την ημερομηνία εγκατάστασης της εν λόγω τεχνολογίας.
3. Κατά το καθορισμό και την εκτέλεση κάθε προγράμματος με σκοπό να δοκιμάσει και να αξιολογήσει πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες επεξεργασίας θαλασσίου έρματος, τα εμπλεκόμενα μέρη θα πρέπει:
 - i) Να λαμβάνουν υπόψη τις κατευθυντήριες γραμμές που έχουν αναπτυχθεί από τον Οργανισμό, και
 - ii) Να επιτρέψουν τη συμμετοχή μόνο από τον ελάχιστο αριθμό πλοίων που απαιτούνται για να ελεγχθούν αποτελεσματικά τέτοιες τεχνολογίες.
4. Καθ'όλη τη διάρκεια της δοκιμής και της αξιολόγησης, το σύστημα θα πρέπει να λειτουργεί με συνέπεια και όπως έχει σχεδιαστεί.

Η σύμβαση θα τεθεί σε ισχύ δώδεκα μήνες αφότου 30 Σημαίες που αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 35% της χωρητικότητας της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας την έχουν επικυρώσει, και θα εφαρμοστεί σύμφωνα με το Κανονισμό Β3 (παρατίθεται κατωτέρω). Έως και σήμερα (Ιανουάριος 2014) την σύμβασή έχουν επικυρώσει συνολικά 38 Σημαίες που αντιπροσωπεύουν το 30,38% της χωρητικότητας της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας⁵. Η λίστα με τις σημαίες που έχουν επικυρώσει την σύμβαση παρατίθεται στη συνέχεια.

Άγιος Χριστόφορος και Νέβις	Ισπανία	Μεξικό	Ολλανδία
Αίγυπτος	Καναδάς	Μονγγολία	Παλάου
Αλβανία	Κένια	Μπαρμπάντος	Ρωσία
Αντίγκουα και Μπαρμπούντα	Κιρμπάτι	Νήσοι Κούκ	Σιέρα Λεόνε
Βραζιλία	Κροατία	Νήσοι Μάρσαλ	Σουηδία
Γαλλία	Λίβανος	Νιγηρία	Συρία
Γερμανία	Λιβερία	Νιούε	Τουβαλού
Δανία	Μαλαισία	Νορβηγία	Τρινιντάντ και Τομπάγκο
Ελβετία	Μαλδίβες	Νότια Κορέα	
Ιράν	Μαυροβούνιο	Νότιος Αφρική	

Πίνακας 3.1: Λίστα χωρών που έχουν επικυρώσει τη Σύμβαση για το Έρμα (Πηγή: Ι.Μ.Ο)

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ Β3 – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ

1. Πλοία κατασκευασμένα πριν το 2009:
 - i) Με συνολική χωρητικότητα έρματος από 1500 έως 5000 κυβικά μέτρα, χωρίς αποκλεισμούς, θα διεξάγουν διαχείριση του έρματος που πληροί τουλάχιστον το πρότυπο που περιγράφεται στον κανονισμό D1 ή D2 μέχρι το 2014, οπότε και πρέπει να ανταποκρίνεται τουλάχιστον στο πρότυπο που περιγράφεται στο κανονισμό D2.
 - ii) Με συνολική χωρητικότητα έρματος μικρότερη από 1500 ή μεγαλύτερη από 5000 κυβικά μέτρα, χωρίς αποκλεισμούς, θα διεξάγει διαχείριση του έρματος που πληροί τουλάχιστον το πρότυπο που περιγράφεται στον κανονισμό D1 ή D2 μέχρι το 2016, οπότε και πρέπει να ανταποκρίνεται τουλάχιστον στο πρότυπο που περιγράφεται στο κανονισμό D2.
2. Τα πλοία για τα οποία ισχύει η παράγραφος 1, θα πρέπει να είναι σύμφωνα με αυτή το αργότερο μέχρι το πρώτο intermediate ή renewal survey, όποιο από τα δύο συμβεί πρώτο, μετά την ημερομηνία της επετείου παράδοσης του πλοίου, κατά το έτος στο οποίο το πλοίο θα πρέπει να είναι σύμφωνο με το κανονισμό.
3. Ένα πλοίο που έχει κατασκευαστεί το ή μετά το 2009, και έχει χωρητικότητα έρματος μικρότερη από 5000 κυβικά μέτρα, θα πρέπει να διεξάγει διαχείριση έρματος που πληροί τουλάχιστον το πρότυπο που περιγράφεται στο κανονισμό D2.

⁵ <http://www.imo.org/About/Conventions/StatusOfConventions/Documents/Status%20-%202014%20New%20Version.pdf> page 502

4. Ένα πλοίο που έχει κατασκευαστεί το ή μετά το 2009 αλλά πριν το 2012, και έχει χωρητικότητα έρματος μεγαλύτερη από 5000 κυβικά μέτρα, θα πρέπει να διεξάγει διαχείριση έρματος σύμφωνα με τη παράγραφο 1.2
5. Ένα πλοίο που έχει κατασκευαστεί το ή μετά το 2012, και έχει χωρητικότητα έρματος μεγαλύτερη από 5000 κυβικά μέτρα, θα πρέπει να διεξάγει διαχείριση έρματος που πληροί τουλάχιστον το πρότυπο που περιγράφεται στο κανονισμό D2
6. Οι απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού δεν εφαρμόζονται στα πλοία τα οποία εκφορτώνουν το έρμα τους σε εγκαταστάσεις στη ξηρά, λαμβάνοντας υπόψη τις κατευθυντήριες γραμμές που έχουν αναπτυχθεί από τον Οργανισμό για τέτοιες εγκαταστάσεις.
7. Άλλες μέθοδοι διαχείρισης έρματος, πέρα από αυτές που περιγράφονται στις παραγράφους 1 έως 5, μπορούν να γίνουν δεκτές ως εναλλακτικές, με τη προϋπόθεση ότι οι μέθοδοι αυτές εξασφαλίζουν τουλάχιστον το ίδιο επίπεδο προστασίας για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία, τη περιουσία ή τους πόρους και έχουν εγκριθεί από την Επιτροπή.

IMO BWM Convention Implementation Schedule
Revised per Resolution A.1005(25) & MEPC.188(60)

Ballast Cpty (m ³)	Build Date	*First Intermediate or Renewal Survey, whichever occurs first, after the anniversary date of delivery in the respective year									
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
< 1,500	< 2009	D-1 or D-2								D-2*	
	in 2009	Note: D-1; D-2 by 2nd Annual but not beyond 31 Dec. 2011 or EIF, whichever is later									
	> 2009	D-2 (at delivery or EIF, whichever is later)									
≥ 1,500 or ≤ 5,000	< 2009	D-1 or D-2							D-2*		
	in 2009	Note: D-1; D-2 by 2nd Annual but not beyond 31 Dec. 2011 or EIF, whichever is later									
	> 2009	D-2 (at delivery or EIF, whichever is later)									
≥ 5,000	< 2012	D-1 or D-2								D-2*	
	≥ 2012	N/A			D-2 (at delivery or EIF, whichever is later)						

Note: EIF = Entry into force

Εικόνα 4.3: Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της Σύμβασης (Πηγή: A.B.S.⁶)

Από την έγκριση της Σύμβασης, ο IMO έχει εργαστεί και έχει αναπτύξει δεκατέσσερις κατευθυντήριες γραμμές, οι οποίες παρατίθενται παρακάτω:

Τεχνικές κατευθυντήριες γραμμές του IMO για την υποστήριξη της Σύμβασης για τη Διαχείριση του Θαλάσσιου Έρματος (IMO Technical Guidelines supporting the Ballast Water Management Convention)⁷

- G1 - Οδηγίες για εγκαταστάσεις παραλαβής ιζημάτων, MEPC.152 (55), που εγκρίθηκε στις 13 Οκτωβρίου 2006 (GUIDELINES FOR SEDIMENT RECEPTION FACILITIES)

⁶ Βιβλιογραφία: [4]

⁷ Βιβλιογραφία: [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

- G2 – Οδηγίες για τη δειγματοληψία του θαλάσσιου έρματος, MEPC.173 (58), που εγκρίθηκε στις 10 Οκτωβρίου 2008 (GUIDELINES FOR BALLAST WATER SAMPLING)
- G3 - Οδηγίες για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, MEPC.123 (53), που εγκρίθηκε στις 22 Ιουλίου 2005 (GUIDELINES FOR BALLAST WATER MANAGEMENT EQUIVALENT COMPLIANCE)
- G4 – Οδηγίες για τη διαχείριση του θαλασσίου έρματος και ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος, MEPC.127 (53), εγκρίθηκε στις 22 Ιουλίου 2005 (GUIDELINES FOR BALLAST WATER MANAGEMENT AND DEVELOPMENT OF BALLAST WATER MANAGEMENT PLANS)
- G5 - Οδηγίες για τις εγκαταστάσεις λήψης του θαλασσίου έρματος, MEPC.153 (55), που εγκρίθηκε στις 13 Οκτωβρίου 2006 (GUIDELINES FOR BALLAST WATER RECEPTION FACILITIES)
- G6 – Οδηγίες για την ανταλλαγή του θαλασσίου έρματος, MEPC.124 (53), που εγκρίθηκε στις 22 Ιουλίου 2005 (GUIDELINES FOR BALLAST WATER EXCHANGE)
- G7 – Οδηγία για την εκτίμηση κινδύνου βάση του κανονισμού A4 της Σύμβασής Διαχείρισης Θαλασσίου Έρματος, MEPC.162 (56), που εγκρίθηκε στις 13 Ιούλιου 2007 (GUIDELINES FOR RISK ASSESSMENT UNDER REGULATION A-4 OF THE BWM CONVENTION)
- G8 – Οδηγίες για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, MEPC.125 (53),), που εγκρίθηκε στις 22 Ιουλίου 2005, και τροποποιήθηκε από την MEPC.174 (58) στις 10 Οκτωβρίου 2008 (GUIDELINES FOR APPROVAL OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS)
- G9 – Διαδικασία έγκρισης συστημάτων διαχείρισης θαλασσίου έρματος που κάνουν χρήση δραστικών ουσιών, MEPC.126 (53), που εγκρίθηκε στις 22 Ιουλίου 2005, και τροποποιήθηκε από τη MEPC.169 (57) στις 4 Απριλίου 2008 (PROCEDURE FOR APPROVAL OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS THAT MAKE USE OF ACTIVE SUBSTANCES)
- G10 – Οδηγίες για την έγκριση και εποπτεία προγραμμάτων πρωτότυπων τεχνολογιών επεξεργασίας θαλασσίου έρματος, MEPC.140 (54), η οποία εγκρίθηκε στις 24 Μαρτίου 2006 (GUIDELINES FOR APPROVAL AND OVERSIGHT OF PROTOTYPE BALLAST WATER TREATMENT TECHNOLOGY PROGRAMMES)
- G11 – Οδηγίες και προδιαγραφές για το σχεδιασμό και τη κατασκευή συστημάτων θαλασσίου έρματος, MEPC.149 (55), που εγκρίθηκε στις 13 Οκτωβρίου 2006 (GUIDELINES FOR BALLAST WATER EXCHANGE DESIGN AND CONSTRUCTION STANDARDS)
- G12 – Οδηγίες πάνω στο σχεδιασμό και τη κατασκευή ώστε να διευκολυνθεί ο έλεγχος ιζημάτων επάνω στα πλοία, MEPC.150 (55), που εγκρίθηκε στις 13 Οκτωβρίου 2006 (GUIDELINES ON DESIGN AND CONSTRUCTION TO FACILITATE SEDIMENT CONTROL ON SHIPS)
- G13 – Οδηγίες για πρόσθετα μέτρα για τη διαχείριση του θαλασσίου έρματος συμπεριλαμβανομένων και περιπτώσεων έκτακτης ανάγκης, MEPC.161 (56), που εγκρίθηκε στις 13 Ιουλίου 2007 (GUIDELINES FOR ADDITIONAL MEASURES REGARDING BALLAST WATER MANAGEMENT INCLUDING EMERGENCY SITUATIONS)
- G14 – Οδηγίες για τον καθορισμό των περιοχών που θα γίνεται η ανταλλαγή έρματος, MEPC.151 (55), που εγκρίθηκε στις 13 Οκτωβρίου 2006 – Οδηγίες για την ανταλλαγή έρματος στη περιοχή της Συνθήκης της Ανταρκτικής, MEPC.163 (56), που

εκδόθηκε στις 13 Ιουλίου 2007 (GUIDELINES ON DESIGNATION OF AREAS FOR BALLAST WATER EXCHANGE, GUIDELINES FOR BALLAST WATER EXCHANGE IN THE ANTARCTIC TREATY AREA)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους πλοιοκτήτες και τους κατασκευαστές έχουν οι απαιτήσεις για τη δειγματοληψία του θαλάσσιου έρματος που περιέχονται στην κατευθυντήρια οδηγία G2 καθώς έχουν επιπτώσεις στο σχεδιασμό και τη λειτουργία του συστήματος έρματος. Ο στόχος της κατευθυντήριας οδηγίας G2 είναι να παρέχει σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη πρακτικές και τεχνικές οδηγίες για τη δειγματοληψία και την ανάλυση του νερού έρματος, ώστε να προσδιοριστεί εάν το πλοίο βρίσκεται σε συμμόρφωση με τη Σύμβαση για τη διαχείριση του υδάτινου έρματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατευθυντήρια οδηγία G2 συζητά γενικές διαδικασίες δειγματοληψίας και δεν εξετάζει τις νομοθετικές διαδικασίες και τις νομικές απαιτήσεις που αφορούν σε βιολογικές δοκιμές καθώς αυτές διαφέρουν σημαντικά από χώρα σε χώρα. Η κατευθυντήρια οδηγία περιλαμβάνει τα ακόλουθα ζητήματα που σχετίζονται με τη λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας:

- Έχει οριστεί από τον IMO ότι η δειγματοληψία πρέπει να είναι απλή, γρήγορη, να πραγματοποιείται στο σημείο απόρριψης του έρματος και να είναι ασφαλής για το πλοίο και το πλήρωμα. Ο χρόνος που απαιτείται για την ανάλυση του συλλεγόμενου δείγματος δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως βάση για την αδικαιολόγητη καθυστέρηση της λειτουργίας, της αναχώρησης ή της κίνησης του πλοίου.
- Το δείγμα θα πρέπει να λαμβάνεται από την γραμμή εκφόρτωσης του έρματος κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης. Να σημειωθεί ότι η και κατευθυντήρια οδηγία G8 κάνει λόγο επίσης για σημεία δειγματοληψίας, ωστόσο, τα σημεία στην κατευθυντήρια οδηγία G2 δεν είναι μόνο για τους ελέγχους κατά τη διάρκεια της έγκρισης τύπου, αλλά και για τους ελέγχους σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας.
- Συνιστούνται σημεία δειγματοληψίας όπου το δείγμα συλλέγεται στην ίδια ταχύτητα ροής με αυτή που έχει το νερό έρματος στη γραμμή εκφόρτωσης, δεδομένου ότι αυτό θα μειώσει την πιθανότητα να υπάρχει μια διαφορά στις συγκεντρώσεις ύλης, οργανισμών και σωματιδίων.
- Πραγματοποιείται αρχική και ενδεικτική ανάλυση για να διαπιστωθεί αν ένα πλοίο συμμορφώνεται με το πρότυπο D2, αν παρόλα αυτά υπάρχουν περαιτέρω αμφιβολίες τα δείγματα πρέπει να υποβάλλονται σε μια πιο αυστηρή ανάλυση για να διαπιστωθεί αν το πρότυπο D2 ικανοποιείται.

Επιτρέπεται σε ένα μέλος της Σύμβασης, είτε μεμονωμένα είτε από κοινού με άλλα μέλη, να λάβει πρόσθετα μέτρα, πέραν εκείνων της Σύμβασης, για την πρόληψη, τη μείωση ή την εξάλειψη της μεταφοράς επιβλαβών οργανισμών και παθογόνων οργανισμών. Αναγνωρίζοντας τον ενδεχόμενο αντίκτυπο που μπορεί να έχουν στη διεθνή ναυτιλία τα μέτρα αυτά, ο IMO συνέταξε την κατευθυντήρια οδηγία G13.

Οι διατάξεις της παρούσας κατευθυντήριας οδηγίας υπόκεινται σε ορισμένες περιπτώσεις σε έγκριση από τον IMO, ο οποίος επιτρέπει να ληφθούν συμπληρωματικά μέτρα. Η MEPC μπορεί να χορηγήσει έγκριση για πρόσθετα μέτρα για τον έλεγχο των υδρόβιων ειδών που εισβάλλουν σε μια καθορισμένη περιοχή, ως μέρος των κριτηρίων αξιολόγησης. Η MEPC καθορίζει αν αυτά τα πρόσθετα μέτρα θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά περιοχές που γειτνιάζουν με την επιλεγμένη περιοχή ή να επηρεάσουν την ασφάλεια ή τον εμπορικό χαρακτήρα των διεθνών ναυτιλιακών δραστηριοτήτων. Τα μέτρα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τα πλοία τα οποία προτίθενται να δραστηριοποιηθούν σε περιοχές με τοπικές προδιαγραφές και απαιτήσεις και θα αναφερθούμε σε ορισμένα από αυτά στη συνέχεια.

2.2. Εθνικοί και Περιφερειακοί Κανονισμοί

Εκτός από τις οδηγίες του I.M.O. για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, όπως είδαμε και παραπάνω αρκετές είναι και οι χώρες οι οποίες έχουν θεσπίσει και εθνικούς κανονισμούς για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος από τα πλοία που προσεγγίζουν τα λιμάνια τους. Ορισμένες από τις χώρες αυτές είναι η Αργεντινή, η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Νορβηγία, η Μεγάλη Βρετανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής κ.α.. Παρακάτω αναφέρουμε ενδεικτικά κάποιους από τους κανονισμούς των χωρών αυτών.

- Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Στις Ηνωμένες Πολιτείες η Επιτροπή Προστασίας Περιβάλλοντος (United States Environmental Protection Agency - EPA) μαζί με την Ακτοφυλακή (The United States Coast Guard - USCG) έχει θεσπίσει εθνικούς κανονισμούς, η εφαρμογή των οποίων είναι υποχρεωτική για όλα τα πλοία που καταπλέουν σε λιμάνια των Ηνωμένων Πολιτειών από τον Ιούνιο του 2012. Αξίζει να αναφέρουμε επίσης πως πέρα από τους ακόλουθους κανονισμούς που ισχύουν για όλα τα λιμάνια των Ηνωμένων Πολιτειών, ορισμένες Πολιτείες (όπως η Νέα Υόρκη, η Καλιφόρνια κ.α.) έχουν θέσει εκείνες τους δικούς τους επιπλέον κανονισμούς.

Όλα τα πλοία θα πρέπει να εκτελούν πλήρη ανταλλαγή του έρματος σε μία περιοχή 200 ναυτικά μίλια μακριά από οποιαδήποτε ακτή, πριν από την εκφόρτωση του έρματος σε ύδατα βάθους πάνω από 200 μέτρα. Η διαδικασία ανταλλαγής του έρματος θα πραγματοποιείται μέχρι να απαιτείται η επεξεργασία του έρματος. Όλα τα πλοία που θα καταπλέουν σε λιμάνια των Ηνωμένων Πολιτειών θα πρέπει να χρησιμοποιούν ένα εγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας έρματος, που να είναι σύμφωνο με τα πρότυπα των Ηνωμένων Πολιτειών (τα οποία είναι ίδια με το πρότυπο D2 του IMO), σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του πίνακα που ακολουθεί. Η Ακτοφυλακή θα επιτρέψει στον πλοίαρχο, στον ιδιοκτήτη, διαχειριστή, πράκτορα, ή στον υπεύθυνο του πλοίου που δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις για την ανταλλαγή του έρματος, επειδή η διαδρομή του δεν περνά 200 ή περισσότερα ναυτικά μίλια από οποιαδήποτε ακτή για επαρκές χρονικό διάστημα ενώ το πλοίο μεταφέρει έρμα ή επειδή ο πλοίαρχος εξέφρασε ανησυχίες για την ασφάλεια ή την ευστάθεια του πλοίου, να γίνει η απόρριψη του έρματος σε περιοχές εκτός από την περιοχή των Μεγάλων Λιμνών, καθώς και στον ποταμό Hudson βόρεια της γέφυρας George Washington.

Δεν θα επιτρέψει όμως μια τέτοια απόρριψη, εφόσον το σκάφος πρέπει να έχει ένα εγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος σύμφωνα με το παραπάνω χρονοδιάγραμμα εφαρμογής. Εάν το σύστημα επεξεργασίας διακόψει την λειτουργία του για οποιοδήποτε λόγο το πλοίο οφείλει να αναφέρει το γεγονός στον πλησιέστερο διοικητή της Ακτοφυλακής, το συντομότερο δυνατό.

	Vessel's ballast water capacity	Date constructed	Vessel's compliance date
New vessels	All	On or after 1 December, 2013	On delivery
Existing vessels	Less than 1,500 m ³	Before 1 December, 2013	First scheduled drydocking after 1 January, 2016
	1,500-5,000 m ³	Before 1 December, 2013	First scheduled drydocking after 1 January, 2014
	Greater than 5,000 m ³	Before 1 December, 2013	First scheduled drydocking after 1 January, 2016

Εικόνα 5.4: Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Η.Π.Α. (Πηγή: USCG)

Οι κανονισμοί απαιτούν επίσης από τα πλοία:

- i. Να καθαρίζουν τις δεξαμενές έρματος για την απομάκρυνση των ιζημάτων. Τα ιζήματα θα πρέπει να απορρίπτονται σύμφωνα με τους τοπικούς, πολιτειακούς και ομοσπονδιακούς κανονισμούς.
- ii. Να ξεπλένουν τις άγκυρες και τις αλυσίδες των αγκυρών, όταν η άγκυρα ανακτάται για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών και των ιζημάτων στους τόπους καταγωγής τους.
- iii. Να καθαρίζουν τη γάστρα, τις σωληνώσεις και τις δεξαμενές σε τακτικά χρονικά διαστήματα.
- iv. Να διατηρούν ένα Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος που να περιλαμβάνει διαδικασίες για τη ρύπανση και την απομάκρυνση των ιζημάτων – δεν υπάρχει έως τώρα απαίτηση να είναι εγκεκριμένο το σχέδιο.
- v. Το πλοίο θα πρέπει να διατηρεί αρχεία διαχείρισης του έρματος και της ρύπανσης και να υποβάλλει έκθεση 24 ώρες πριν την άφιξή του στο λιμάνι.

Όσον αφορά τους μικροοργανισμούς και άλλους παθογόνους οργανισμούς που περιέχονται μέσα στο έρμα, θα πρέπει να αποφεύγεται η απόρριψη ή πρόσληψη έρματος σε περιοχές που βρίσκονται μέσα ή μπορεί να επηρεάσουν άμεσα τα θαλάσσια καταφύγια, τα θαλάσσια πάρκα ή τους κοραλλιογενείς υφάλους. Περιοχές στις οποίες θα πρέπει να αποφεύγεται ή να ελαχιστοποιείται ή πρόσληψη έρματος είναι οι:

- i. Περιοχές όπου είναι γνωστό πως υπάρχουν πληθυσμοί επιβλαβών οργανισμών και παθογόνων.
- ii. Περιοχές κοντά σε εκβολές λυμάτων.
- iii. Περιοχές κοντά σε εργασίες βυθοκόρησης.

- Νορβηγία

Σύμφωνα με τους Νορβηγικούς κανονισμούς, οι οποίοι έχουν τεθεί σε ισχύ από τον Ιούλιο του 2010, το θαλάσσιο έρμα θα πρέπει να ανταλλάσσεται σε περιοχή υδάτων με τουλάχιστον 200 μέτρα βάθος και 200 ναυτικά μίλια μακριά από την πλησιέστερη ακτή. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, το έρμα θα μπορεί να ανταλλάσσεται σε ύδατα με βάθος 200 μέτρα και όχι λιγότερο από 50 ναυτικά μίλια από την πλησιέστερη ακτή. Τα πλοία δεν υποχρεούνται να αποκλίνουν από προγραμματισμένο ταξίδι τους για να ανταποκριθούν στην απαίτηση αυτή. Η επεξεργασία του έρματος θα πρέπει να γίνεται με σύστημα το οποίο θα είναι εγκεκριμένο από τον IMO, και εναλλακτικά υπάρχει η δυνατότητα να παραδίδεται το έρμα του πλοίου σε ειδικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας στην ακτή. Ακόμα, η Νορβηγική Ναυτική Διεύθυνση (Norwegian Maritime Directorate) μπορεί, σε μεμονωμένες περιπτώσεις και κατόπιν γραπτής αιτήσεως, να χορηγεί απαλλαγή από τις απαιτήσεις αυτές. Πρέπει να υπάρχουν ειδικοί λόγοι που καθιστούν την απαλλαγή απαραίτητη και πρέπει να δικαιολογείται αυτό από άποψη ασφάλειας. Εάν παρόλα αυτά ένα πλοίο δεν μπορεί να ανταλλάξει έρμα στο συγκεκριμένο βάθος του νερού ή στην απαιτούμενη απόσταση από την ξηρά, θα πρέπει να το ανταλλάξει σε μία από τις τρεις καθορισμένες ζώνες ανταλλαγής ανοικτά των νορβηγικών ακτών.

Το νερό έρματος των πλοίων με προορισμό τα λιμάνια της Νορβηγίας θα πρέπει να προέρχεται έξω από τις ακόλουθες περιοχές: τη Θάλασσα του Μπάρεντς, τη Νορβηγική Θάλασσα, τη Βόρεια Θάλασσα, τη Θάλασσα της Ιρλανδίας, το Βισκαϊκό Κόλπο και τη γύρω Ιβηρική χερσόνησο, καθώς και το βόρειο τμήμα του Ατλαντικού Ωκεανού. Έως και σήμερα δεν υπάρχουν προδιαγραφές σχετικά με τη διαδικασία της δειγματοληψίας του έρματος. Όλα τα πλοία όμως είναι υποχρεωμένα να έχουν Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος (Ballast Water Management Plan – BWMP), το οποίο θα είναι σύμφωνο με τις σχετικές απαιτήσεις του IMO (MEPC.127 (53) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER MANAGEMENT AND DEVELOPMENT OF BALLAST WATER MANAGEMENT PLANS (G4)), και επιπλέον να τηρούν ειδικό ημερολόγιο στη γέφυρα του πλοίου όπου θα καταγράφονται όλες τις πράξεις ερματισμού του πλοίου.

- Αυστραλία

Στην Αυστραλία ήδη από το 1992 εφαρμόζονται διαδικασίες που αφορούν την απόρριψη του έρματος κοντά στις ακτές της χώρας για την αποτροπή εισαγωγής ξένων μικροοργανισμών στα τοπικά οικοσυστήματα. Οι κανονισμοί αυτοί είναι υποχρεωτικοί για όλα τα πλοία που προσεγγίζουν τα λιμάνια της Αυστραλίας και προέρχονται από υπερπόντια ταξίδια χωρίς καμία εξαίρεση. Η ανταλλαγή του έρματος σύμφωνα και με αυτούς τους κανονισμούς θα πρέπει να γίνεται μακριά από τις ακτές (στη μέση του ωκεανού όπου τα βάθη είναι αρκετά μεγάλα) και θα πρέπει να γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο:

- Οι δεξαμενές θα πρέπει να αποστραγγίζονται μέχρι η αντλία να μην μπορεί να αναρροφήσει άλλο.
- Εάν γίνεται διάμεσος άντληση, θα πρέπει να αντλείται τριπλάσιος όγκος νερού από τη χωρητικότητα των δεξαμενών έρματος.
- Οι διαδικασίες που ακολουθούνται θα πρέπει να είναι σύμφωνες με της αρχές της Australian Quarantine and Inspection Service – AQIS.

Για την ώρα δεν υπάρχουν συγκεκριμένα όρια για τη συγκέντρωση μικροοργανισμών και παθογόνων στο έρμα, καθώς και οδηγίες για το από που θα πρέπει να προέρχεται το έρμα που μεταφέρει το πλοίο στις δεξαμενές του. Ορίζεται όμως πως είναι απαραίτητο να γίνονται τυχαίες και υποχρεωτικές δειγματοληψίες υπό την επίβλεψη αξιωματικού της AQIS,

να είναι εφοδιασμένο το πλοίο με Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος και να τηρείται στη γέφυρα του πλοίου ημερολόγιο με τους ερματισμούς που έχουν γίνει και να καταγράφονται εκεί η περιοχή όπου έγινε ο ερματισμός, ο όγκος του νερού που αντλήθηκε, η συνολική ποσότητα έρματος που μεταφέρει το πλοίο, η αλατότητα του νερού και το σημείο όπου έγινε η εκφόρτωση του έρματος.

Για να μπορέσει να επιτραπεί σε ένα πλοίο με προορισμό κάποιο λιμάνι της Αυστραλίας να εκφορτώσει το έρμα που μεταφέρει θα πρέπει πρώτα να γίνει αξιολόγηση του κινδύνου (Risk Assessment) λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο του σκάφους, την προέλευσή του και τους παράγοντες κινδύνου στο λιμάνι εισόδου. Ακόμα, δε θα επιτραπεί να γίνει εκφόρτωση του έρματος μέχρι την ολοκλήρωση της ανάλυσης των δειγμάτων και να διαπιστωθεί ότι είναι απαλλαγμένα από επιβλαβείς οργανισμούς. Μόνο τότε το πλοίο μπορεί να μεταβεί σε συγκεκριμένο χώρο ή στην ανοιχτή θάλασσα με στόχο την εκφόρτωση του έρματος.

- Μεσόγειος Θάλασσα

Όσον αφορά την περιοχή της Μεσογείου έχουν τεθεί σε ισχύ από τον Ιανουάριο του 2012 μέτρα των οποίων η εφαρμογή δεν είναι ακόμα υποχρεωτική, αλλά εκούσια. Σύμφωνα με αυτά θα πρέπει τα πλοία να πραγματοποιούν ανταλλαγή του έρματος προτού εισέλθουν ή αφότου εξέλθουν από τη θάλασσα της Μεσογείου, έτσι ώστε να τηρείται το πρότυπο D1 της σύμβασης. Η ανταλλαγή του έρματος θα πρέπει να διενεργείται τουλάχιστον 200 ναυτικά μίλια από την πλησιέστερη ακτή και σε νερά βάθους τουλάχιστον 200 μέτρων. Αποδεκτές μέθοδοι ανταλλαγής έρματος είναι η μέθοδος της διαμέσου άντλησης (Flow Through), η διαδοχική άντληση (Sequential Method) και η διάλυση (Dilution Method) μιας και πληρούν τις προϋποθέσεις του προτύπου D1.

Για τα πλοία τα οποία πρόκειται να κινηθούν από και προς λιμάνια εντός της Μεσογείου, της Ερυθράς και της Μαύρης Θάλασσας οφείλουν να πραγματοποιήσουν την ανταλλαγή του έρματος σε απόσταση όχι μικρότερη από 50 ναυτικά μίλια από τη πλησιέστερη στεριά και σε βάθος 200 μέτρων ή και μεγαλύτερο. Σε περιπτώσεις όπου αυτό δεν είναι δυνατό επειδή το πλοίο θα πρέπει να αποκλίνει από το προγραμματισμένο ταξίδι του, ή διότι η ανταλλαγή θα καθυστερήσει το πλοίο ή για λόγους ασφαλείας, η ανταλλαγή θα πρέπει να πραγματοποιηθεί πριν από την είσοδό του στην περιοχή της Μεσογείου, ή μετά από την έξοδο από την περιοχή της Μεσογείου, όμως θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να τηρείται το ελάχιστο όριο των 50 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή και τουλάχιστον 200 μέτρα βάθος. Τα ιζήματα που συλλέγονται κατά τον καθαρισμό ή την επισκευή των δεξαμενών έρματος πρέπει να παραδίδονται σε ειδικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας ιζημάτων στη στεριά ή να απορρίπτονται στη θάλασσα σε απόσταση πέρα των 200 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή, όταν το πλοίο πλέει στην περιοχή της Μεσογείου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Τεχνολογίες & Συστήματα Επεξεργασίας Έρματος

1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Οι τεχνολογίες που αναπτύσσονται για την επεξεργασία του νερού έρματος υπόκεινται για έγκριση μέσω ειδικών διαδικασιών και κατευθυντήριων γραμμών σε δοκιμές που αποσκοπούν να εξασφαλίσουν ότι αυτές οι τεχνολογίες πληρούν τις σχετικές προδιαγραφές του IMO, έχουν ελάχιστες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και είναι κατάλληλες για χρήση στο συγκεκριμένο περιβάλλον πλοίου. Η έγκριση τύπου ενός συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος δεν θα πρέπει να θεωρείται ως ένδειξη ότι ένα δεδομένο σύστημα θα μπορεί λειτουργήσει σε όλα τα πλοία και σε όλες τις καταστάσεις. Ακόμη και μετά την εγκατάσταση ενός συστήματος εγκεκριμένου τύπου, ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής του πλοίου εξακολουθεί να είναι υπεύθυνος για την τήρηση των προτύπων και των κανονισμών που διέπουν την επεξεργασία του έρματος σε όλη τη διάρκεια της ζωής του σκάφους.

Μια εταιρεία η οποία προσφέρει ένα σύστημα επεξεργασίας πρέπει να έχει την έγκριση για το τρόπο της επεξεργασίας από την διοίκηση κάποιας σημαίας. Γενικά, μία εταιρεία θα προσπαθήσει να λάβει από τη χώρα στην οποία εδρεύει την έγκριση αυτή, αν και αυτό δεν είναι μια συγκεκριμένη απαίτηση και ορισμένες εταιρείες μπορούν να επιλέξουν να λάβουν την έγκριση από τη σημαία του κράτους όπου γίνεται η δοκιμή του συστήματος ή μία οποιαδήποτε άλλη σημαία. Στη συνέχεια η σημαία πιθανώς θα επιλέξει να χρησιμοποιήσει ένα αναγνωρισμένο οργανισμό – όπως ένα νηογνώμονα - για να επαληθεύσει και να εξασφαλίσει την ποιότητα των δοκιμών και των δεδομένων που προκύπτουν από αυτές.

Η διαδικασία τη δοκιμής περιγράφεται στις κατευθυντήριες γραμμές του IMO για *Έγκριση των Συστημάτων Διαχείρισης του Έρματος* (συχνά αναφέρεται ως *κατευθυντήριες γραμμές G8*) και *Διαδικασία έγκρισης συστημάτων διαχείρισης θαλασσίου έρματος που κάνουν χρήση δραστικών ουσιών* (συχνά αναφέρεται ως *κατευθυντήριες γραμμές G9*). Η διαδικασία έγκρισης βάση των οδηγιών G8 και G9 είναι μια μακρόχρονη διαδικασία που απαιτεί περίπου ένα χρόνο για να ολοκληρωθεί και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Επανεξέταση του σχεδιασμού και της κατασκευής του συστήματος και αξιολόγηση του για να καθοριστεί εάν υπάρχουν ουσιαστικά προβλήματα που θα μπορούσαν να περιορίσουν την ικανότητα του συστήματος να διαχειριστεί και επεξεργαστεί το θαλάσσιο έρμα ή να λειτουργήσει με ασφάλεια μέσα στο περιβάλλον του πλοίου.
- Επιτυχής συμμόρφωση με την περιβαλλοντική δοκιμή από εγκεκριμένο εργαστήριο όλων των στοιχείων του συστήματος. Αυτή η δοκιμή περιλαμβάνει το καθορισμό των ορίων για τη δόνηση, τη θερμοκρασία, την υγρασία, τις διακυμάνσεις στη παροχή του ρεύματος, τη κλίση και κατά περίπτωση τη προστασία από τις επιπτώσεις του φαινομένου του «πράσινου νερού» (green water impact: Μια μεγάλη ποσότητα νερού στο κατάστρωμα ενός πλοίου, ως αποτέλεσμα τεράστιων κυμάτων κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης καταιγίδας, καταστρέφοντας συχνά τον εξοπλισμό και την δυνατότητα επικοινωνίας του πλοίου με τη στεριά).

- Χερσαίες δοκιμές για να επιβεβαιωθεί ότι το σύστημα μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις του προτύπου D-2, για μια σειρά από διάφορα είδη νερού (φρέσκο, υφάλμυρο και θαλασσινό). Οι χερσαίες δοκιμές έγκρισης γίνονται με σκοπό να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων και αναπαραγωγής τους με ή σε άλλα συστήματα επεξεργασίας. Τυχόν περιορισμοί που επιβάλλονται από το σύστημα θα πρέπει να σημειώνονται και να αξιολογούνται από τη διοίκηση της σημαίας κατά την εξέταση για την έγκριση τύπου.
- Δοκιμή και έλεγχος επάνω στο πλοίο ενός πλήρους συστήματος στη διάρκεια ενός κανονικού ερματισμού (πρόσληψη, αποθήκευση, επεξεργασία, και την εκφόρτωση). Απαιτούνται τουλάχιστον τρεις διαδοχικοί επιτυχημένοι κύκλοι δοκιμών που να συμμορφώνονται με το κανονισμό D2 σε μια περίοδο όχι μικρότερη των έξι μηνών.

Περαιτέρω απαιτήσεις ισχύουν εάν το σύστημα επεξεργασίας χρησιμοποιεί μια δραστική ουσία (active substance). Η δραστική ουσία ορίζεται από τον IMO ως:

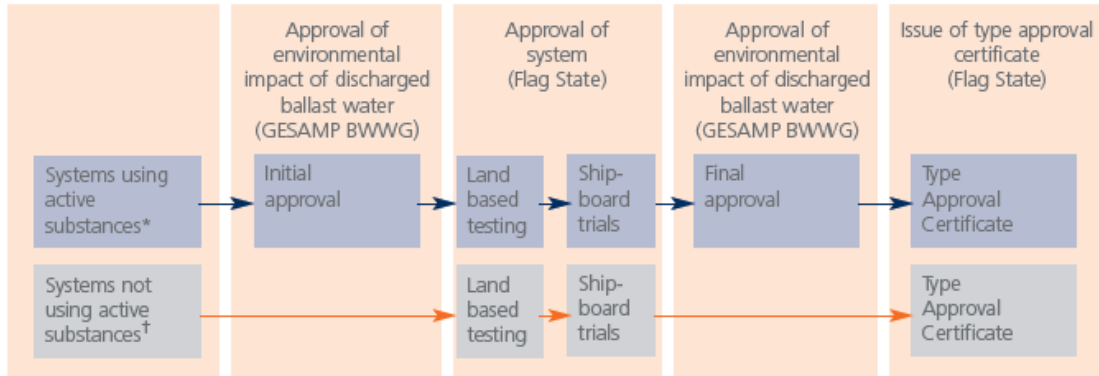
‘Μια ουσία ή οργανισμός, συμπεριλαμβανομένων των ιών ή των μυκήτων που έχει γενική ή ειδική δράση επί ή κατά επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων μικροοργανισμών’

Για τα συστήματα που χρησιμοποιούν δραστική ουσία απαιτείται η αρχική έγκριση από την *‘Ομάδα Εργασίας Νερού Έρματος’* (Ballast Water Working Group - BWWG) της *‘Μικτής Ομάδας Εμπειρογνομόνων σχετικά με τις επιστημονικές πτυχές της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος’* (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection - GESAMP), μια επιτροπή εμπειρογνομόνων που λειτουργεί υπό την αιγίδα του IMO, προτού ξεκινήσουν οι δοκιμές επάνω στο πλοίο.

Αυτό γίνεται καθαρά για την προστασία του περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας ότι η χρήση της δραστικής ουσίας δεν προκαλεί καμία ζημιά στο θαλάσσιο περιβάλλον μετά την επεξεργασία του έρματος, στο πλοίο και στο προσωπικό και ότι το νερό έρματος δεν είναι πλέον τοξικό. Απαιτείται έλεγχος της τοξικότητας για να επιβεβαιωθεί ότι η δραστική ουσία ή τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται δεν δημιουργούν συνθήκες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να βλάψουν το περιβάλλον ή την ανθρώπινη ζωή. Επίσης, γίνεται για να αποτρέψει τις εταιρείες να επενδύσουν σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη συστημάτων που χρησιμοποιούν τέτοιες δραστικές ουσίες οι οποίες στη συνέχεια μπορεί να βρεθεί πως είναι επιβλαβής για το περιβάλλον και δεν θα εγκριθεί η χρήση τους.

Η αξιολόγηση και η έγκριση των συστημάτων που χρησιμοποιούν δραστική ουσία γίνεται σε δύο στάδια, στο στάδιο της βασικής και στο στάδιο της τελικής έγκρισης.

Η βασική έγκριση είναι το πρώτο βήμα στη διαδικασία έγκρισης, όταν χρησιμοποιείται δραστική ουσία. Στις περισσότερες περιπτώσεις η βασική έγκριση έχει χορηγηθεί με περιοριστικούς όρους και έχουν ζητηθεί περαιτέρω πληροφορίες για τους σκοπούς της τελικής έγκρισης. Η βασική έγκριση αποτελεί επομένως καταρχήν την έγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της δραστικής ουσίας, η οποία μπορεί στη συνέχεια να επιταχύνει τις διαδικασίες που θα επιτρέπουν τη δοκιμή του συστήματος στη θάλασσα.



Summary of approval pathway for ballast water treatment systems

* Includes chemical disinfectants, e.g. chlorine, ClO₂, ozone

† Includes techniques not employing chemicals, e.g. deoxygenation, ultrasound

Εικόνα 2.1: Διαδικασία για τη λήψη έγκρισης (Πηγή: L.R.⁸)

Η τελική έγκριση επιβεβαιώνει τις προηγούμενες αξιολογήσεις των κινδύνων για το πλοίο, το πλήρωμα και το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου της αποθήκευσης, του χειρισμού και της εφαρμογής των δραστικών ουσιών ή των παρασκευασμάτων. Επιπλέον, βεβαιώνεται ότι η τοξικότητα των καταλοίπων κατά την εκφόρτωση του έρματος είναι σύμφωνη με την αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε κατά το στάδιο για την απόκτηση της βασικής έγκρισης. Τέλος γίνεται και αξιολόγηση των κινδύνων που παρουσιάστηκαν κατά το στάδιο της τελικής έγκρισης για τον ποιοτικό προσδιορισμό των επιπτώσεων που μπορεί να προκύψουν λόγω του χαρακτήρα της ναυτιλίας και των διάφορων δραστηριοτήτων στα λιμάνια.

Μόλις ολοκληρωθεί η τεχνική αξιολόγηση και ο έλεγχος του συστήματος και βρεθεί πως όχι μόνο ικανοποιούνται οι απαιτήσεις, αλλά παρέχονται και οι απαιτούμενες εγγυήσεις προς τη διοίκηση της σημαίας ότι το πρόγραμμα διασφάλισης της ποιότητας που χρησιμοποιείται από τον κατασκευαστή θα διασφαλίζει ότι ο εξοπλισμός μπορεί να παράγεται με συνέπεια και σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές, μπορεί τότε να εκδοθεί το πιστοποιητικό έγκρισης τύπου.

Κάθε σύστημα που εξετάζεται για την εγκατάσταση σε ένα πλοίο θα πρέπει να διαθέτει έγκυρο πιστοποιητικό έγκρισης τύπου, στην κατάλληλη μορφή και να είναι υπογεγραμμένο από τη διοίκηση της σημαίας του πλοίου. Το πιστοποιητικό αυτό θα πρέπει:

- Να προσδιορίζει τον τύπο και το μοντέλο του συστήματος, τον εξοπλισμό που σχετίζεται με το μοντέλο αυτό, σχέδια συναρμολόγησης και εξαρτημάτων καθώς και τις προδιαγραφές του μοντέλου.
- Να συνοδεύεται από ένα αντίγραφο των πραγματικών αποτελεσμάτων και επιδόσεων του συστήματος κατά τη διάρκεια των δοκιμών.
- Να αναφέρει τη συγκεκριμένη εφαρμογή για την οποία έχει εγκριθεί το σύστημα επεξεργασίας, π.χ. συγκεκριμένους όγκους έρματος, όρια παροχών του συστήματος, όρια θερμοκρασιών και αλατότητας του νερού ή άλλα όρια λειτουργίας κατά περίπτωση.

⁸ Βιβλιογραφία: [7]

Ενώ υπάρχει μία σημαντική ποσότητα από δημοσιευμένες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των εμπορικών διαθέσιμων ή των υπό ανάπτυξη συστημάτων επεξεργασίας του έρματος τα δεδομένα αυτά δεν έχουν ληφθεί όλα υπό τις ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Αυτό καθιστά την εκτίμηση των διαφόρων συστημάτων αρκετά δύσκολη. Επομένως οι κατευθυντήριες γραμμές G8 και G9 του IMO για την έγκριση των συστημάτων διαχείρισης έρματος αποσκοπούν στη δημιουργία ισότιμων όρων ανταγωνισμού για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των διαθέσιμων συστημάτων. Οι κανονισμοί προβλέπουν αυστηρό και δαπανηρό τρόπο κάτω από τον οποίο θα γίνουν οι απαιτούμενες δοκιμές. Η θαλάσσια μόνο δοκιμή του συστήματος απαιτεί έξι μήνες για την ολοκλήρωση της, με αποτελέσματα που προκύπτουν από τριπλές δοκιμές και με βιολογική ανάλυση που πρέπει να ολοκληρωθεί μέσα σε έξι ώρες από τη δειγματοληψία. Η χερσαία δοκιμή βασίζεται σε συγκεκριμένους οργανισμούς που ως εκ τούτου θα πρέπει να είναι είτε αυτόχθονες στο νερό ή καλλιεργούνται ειδικά για τη δοκιμή. Τόσο οι χερσαίες όσο και οι θαλάσσιες δοκιμές εποπτεύονται από τη σημαία ή από ένα αναγνωρισμένο οργανισμό, συνήθως ένα νηογνώμονα.

Μπορεί να χρειαστούν έως και δύο χρόνια από την πρώτη υποβολή αίτησης για βασική έγκριση συστήματος με δραστική ουσία, μέχρι και την ολοκλήρωση των δοκιμών και την τελική έγκριση σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του IMO.

2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1. Γενικά

Ο Ι.Μ.Ο. καθορίζει το σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος ως:

‘... το σύστημα που με μηχανικές, φυσικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες, είτε μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, καθιστά αβλαβή ή οδηγεί στην αποφυγή της πρόσληψης ή της απόρριψης επιβλαβών οργανισμών ή παθογόνων οργανισμών. Το σύστημα επεξεργασίας μπορεί να λειτουργήσει είτε κατά την πρόσληψη είτε κατά την εκφόρτωση του έρματος κατά τον πλου’

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του νερού έρματος γενικά προέρχονται από αστικές και άλλες βιομηχανικές εφαρμογές. Ωστόσο η χρήση τους περιορίζεται από παράγοντες, όπως είναι ο χώρος, το κόστος και η αποτελεσματικότητα (σε σχέση με τα πρότυπα του IMO για την απόρριψη έρματος). Υπάρχουν δύο κυρίαρχες τεχνολογίες στα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του νερού έρματος:

- Διαχωρισμός στερεού-υγρού, και
- Απολύμανση.

Ο διαχωρισμός στερεού-υγρού είναι απλώς ο διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών υλικών, συμπεριλαμβανομένων των μεγαλύτερων αιωρούμενων μικροοργανισμών, από το έρμα, είτε με καθίζηση (επιτρέποντας στα στερεά να καθιζάνουν λόγω του βάρους τους), ή

με διήθηση (οι πόροι στο υλικό φιλτραρίσματος είναι μικρότεροι από το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων ή των οργανισμών).

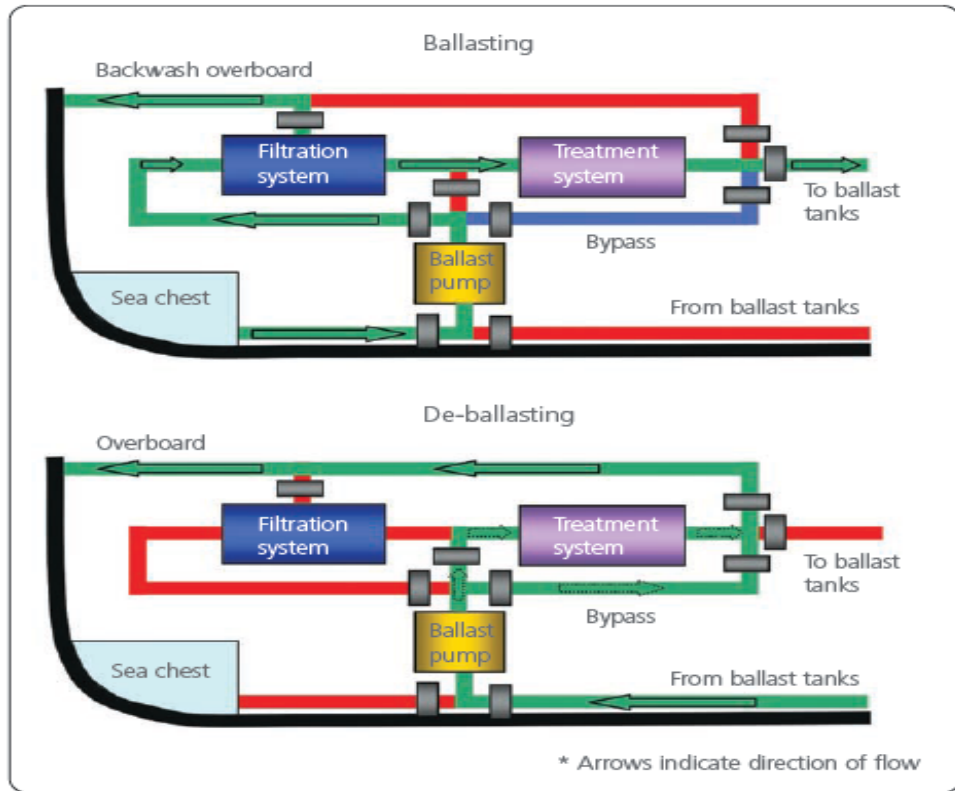
Όλες οι διαδικασίες διαχωρισμού στερεού-υγρού παράγουν απόβλητα που περιέχουν τα αιωρούμενα στερεά. Αυτά τα απόβλητα απαιτούν κατάλληλη διαχείριση και κατά τη διάρκεια ερματισμού μπορούν να απορρίπτονται με ασφάλεια στο σημείο όπου παρελήφθησαν. Κατά τη διάρκεια της απόρριψης του έρματος η λειτουργία διαχωρισμού στερεού-υγρού μπορεί και να παρακαμφθεί.

Η απολύμανση θανατώνει ή και αδρανοποιεί τους μικροοργανισμούς με τη χρήση μίας ή περισσότερων από τις ακόλουθες μεθόδους:

- Χημική αδρανοποίηση των μικροοργανισμών μέσω:
 - I. Οξειδωτικών βιοκτόνων – είναι γενικά απολυμαντικά που δρουν καταστρέφοντας τις οργανικές δομές, όπως τις κυτταρικές μεμβράνες, ή τα νουκλεϊνικά οξέα.
 - II. Μη-οξειδωτικών βιοκτόνων - Αυτά επηρεάζουν τις λειτουργίες αναπαραγωγής, ή τις μεταβολικές λειτουργίες των οργανισμών.
- Φυσικοχημική αδρανοποίηση με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας, η οποία αναδιατάσσει το DNA του μικροοργανισμού και ως εκ τούτου αποτρέπει την αναπαραγωγή του. Οι υπέρηχοι ή η σπηλαίωση είναι επίσης φυσικοχημικές μέθοδοι απολύμανσης.
- Η αποξυγόνωση επιτυγχάνεται με τη μείωση της μερικής πίεσης του οξυγόνου στο χώρο πάνω από το νερό με έγχυση ενός αδρανούς αερίου ή με την εμφάνιση υποπίεσης, στερώντας το οξυγόνο από τους μικροοργανισμούς.

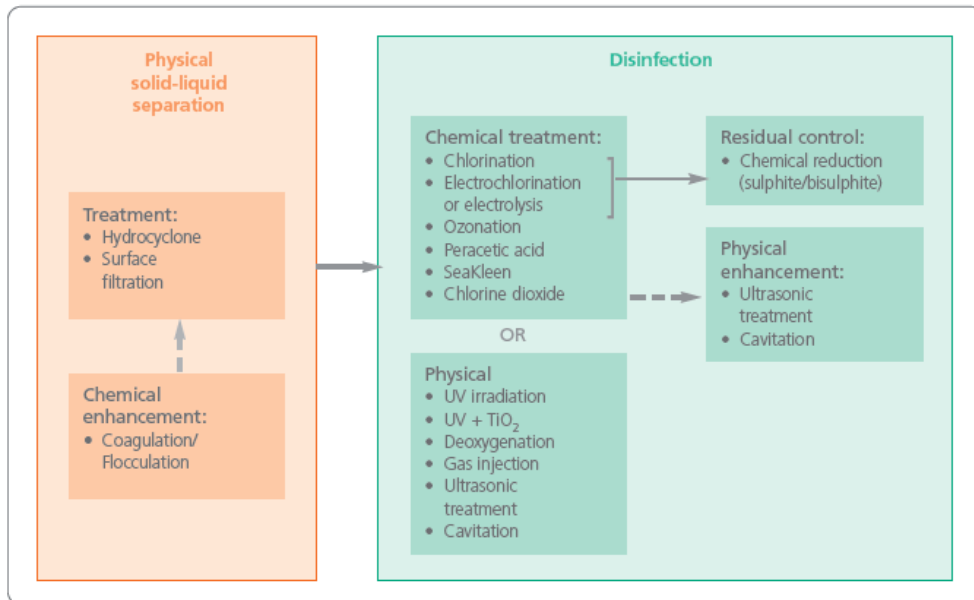
Όλες οι παραπάνω μέθοδοι απολύμανσης έχουν εφαρμοστεί σε συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος. Τα περισσότερα εμπορικά συστήματα περιλαμβάνουν δύο στάδια επεξεργασίας, ένα στάδιο διαχωρισμού στερεού-υγρού το οποίο ακολουθείται από την απολύμανση, αν και ορισμένες τεχνολογίες απολύμανσης χρησιμοποιούνται και μεμονωμένα. Άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας έρματος που χρησιμοποιούνται είναι η χημική ενίσχυση (δηλαδή πήξη ή κροκίδωση) ανάντη του διαχωρισμού στερεού-υγρού καθώς και η χρήση διοξειδίου του τιτανίου για να ενταθεί η υπεριώδης ακτινοβολία.

Όπως ισχύει έως τώρα, τα συστήματα που χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες θα μπορούν να επεξεργάζονται το έρμα μόνο κατά την πρόσληψη (με εξαίρεση την εξουδετέρωση πριν από την απόρριψη), ενώ όλες οι άλλες μηχανικές μέθοδοι θα μπορούν να επεξεργάζονται το έρμα τόσο κατά την πρόσληψη, όσο και κατά την απόρριψη του.



Τυπική διάταξη συστήματος επεξεργασίας

Εικόνα 2.2: Τυπική διάταξη συστήματος επεξεργασίας (Πηγή: L.R.⁹)



Εικόνα 2.3: Τεχνολογίες Επεξεργασίας Έρματος (Πηγή: L.R.¹⁰)

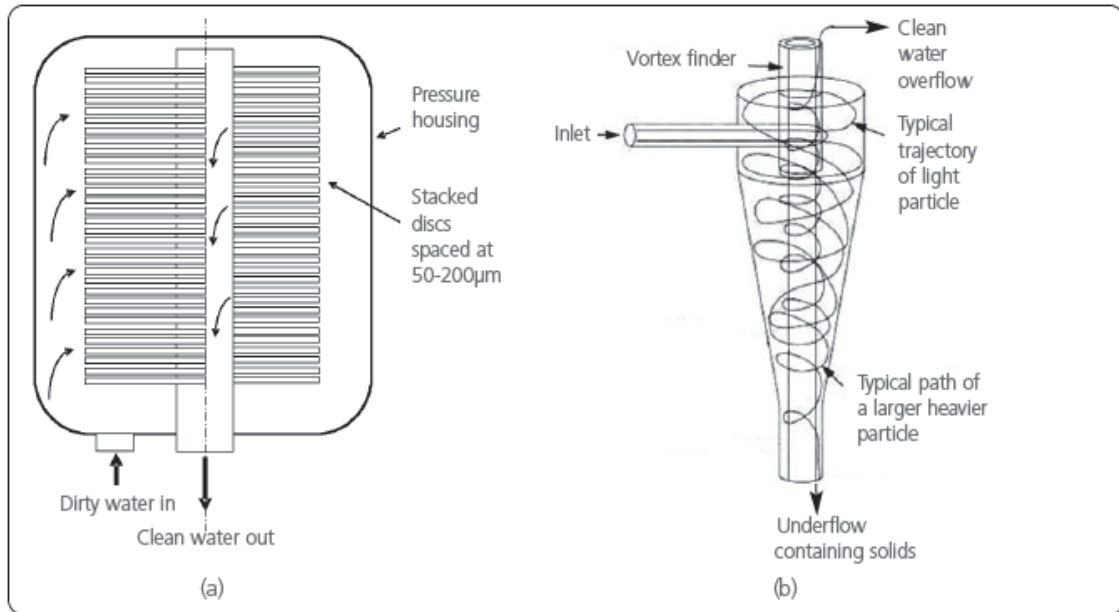
⁹ Βιβλιογραφία: [7]

¹⁰ Βιβλιογραφία: [9]

2.2. Διαδικασίες Διαχωρισμού

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι χημικές ή οι φυσικοχημικές διεργασίες που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση ακολουθούν συνήθως διαδικασίες φυσικού διαχωρισμού στερεού-υγρού, όπως για παράδειγμα η διήθηση. Οι τρόποι διήθησης που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος είναι αυτόματου τύπου επανάπλυσης, χρησιμοποιώντας είτε δίσκους είτε σταθερά φίλτρα (disc & screen filters). Τα ιζήματα και τα σωματίδια απομακρύνονται κατά τη διάρκεια της πρόσληψης του έρματος και τα απόβλητα από την επεξεργασία απορρίπτονται πάνω από την ίσαλο του πλοίου πίσω στη θάλασσα (overboard ballast water discharge). Δεδομένου ότι οι κανόνες που αφορούν την επεξεργασία του νερού έρματος έχουν σα βάση το μέγεθος των μικροοργανισμών και των σωματιδίων, οι τεχνολογίες που μπορούν να οδηγήσουν στην απομάκρυνση των μικροοργανισμών και σωματιδίων που υπερβαίνουν ένα συγκεκριμένο μέγεθος είναι οι πιο κατάλληλες. Η απομάκρυνση με διήθηση των μεγαλύτερων οργανισμών όπως το πλαγκτόν, απαιτεί ένα φίλτρο ισοδύναμου μεγέθους πλέγματος μεταξύ 10 και 50 μm . Τέτοια φίλτρα είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα για το διαχωρισμό στερεού –υγρού στα συστήματα επεξεργασίας του νερού έρματος, και η αποτελεσματική λειτουργία τους σχετίζεται με τη παροχή που επιτυγχάνεται για μια δεδομένη πίεση λειτουργίας. Για τη διατήρηση της ομαλής ροής απαιτείται ότι το φίλτρο θα πρέπει να καθαρίζεται τακτικά, και πως η ισορροπία μεταξύ της παροχής, της πίεσης λειτουργίας και της συχνότητας καθαρισμού είναι αυτή που καθορίζει την αποτελεσματικότητα της διήθησης. Κατά κανόνα, η επιφανειακή διήθηση μπορεί να αφαιρέσει μικροοργανισμούς μεγέθους λιγότερο από 1 μm . Ωστόσο, τέτοιες μέθοδοι δεν είναι κατάλληλες για την επεξεργασία νερού έρματος λόγω της σχετικά χαμηλής διαπερατότητας του υλικού της μεμβράνης τους.

Η τεχνολογία του υδροκυκλώνα χρησιμοποιείται επίσης ως εναλλακτική λύση αντί για διήθηση, προσφέροντας ενισχυμένη καθίζηση εγχέοντας το νερό σε υψηλή ταχύτητα για να του προσδώσει περιστροφική κίνηση η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φυγόκεντρου δύναμης, η οποία αυξάνει την ταχύτητα του σωματιδίου σε σχέση με το νερό. Η αποτελεσματικότητα του διαχωρισμού εξαρτάται από την διαφορά μεταξύ της πυκνότητας του σωματιδίου του και του νερού, το μέγεθος των σωματιδίων, την ταχύτητα περιστροφής και χρόνο το παραμονής. Δεδομένου ότι τόσο οι υδροκυκλώνες, όσο και τα φίλτρα είναι αποτελεσματικότερα για τα μεγαλύτερα σωματίδια, προ-επεξεργασία με τη χρήση πηκτικών για να συσσωματωθούν με τα σωματίδια μπορεί να χρησιμοποιηθεί πριν από τη διήθηση ή τον υδροκυκλώνα, για να αυξήσει την αποδοτικότητά τους. Ωστόσο, επειδή η κροκίδωση εξαρτάται από τον χρόνο, ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής ώστε η διαδικασία να είναι αποτελεσματική απαιτεί μια σχετικά μεγάλη δεξαμενή έρματος. Οι διαδικασίες μπορεί να επιταχυνθούν χορηγώντας επικουρικά σκόνη υψηλής πυκνότητας (όπως μαγνητίτης ή άμμος) μαζί με το πηκτικό για να δημιουργηθούν κροκίδες οι οποίες καθιζάνουν πιο γρήγορα. Αυτό μερικές φορές αναφέρεται και ως 'έρμα κροκίδωσης'.



Εικόνα 2.4: Τυπική διάταξη α) Διήθησης β) Υδροκυκλώνα (Πηγή: L.R.¹¹)

2.3. Απολύμανση

A. Χημική Απολύμανση

Αρκετές είναι οι χημικές ουσίες ή και οι χημικές διεργασίες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επεξεργασίας έρματος, όπως οι ακόλουθες:

- Η χλωρίωση
- Η ηλεκτροχλωρίωση ή ηλεκτρόλυση
- Ο οζονισμός
- Το διοξείδιο του χλωρίου
- Το υπεροξεικό οξύ
- Το υπεροξείδιο του υδρογόνου
- Η μεναδιόνη / βιταμίνη Κ

Η αποτελεσματικότητα αυτών των διαδικασιών ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες του νερού όπως το pH, η θερμοκρασία και κυρίως λόγω του είδους του οργανισμού. Το χλώριο, ενώ είναι σχετικά φθηνό, ουσιαστικά είναι αναποτελεσματικό ενάντια στις κύστεις, εκτός και εάν χρησιμοποιούνται συγκεντρώσεις τουλάχιστον 2 mg / l. Επίσης έχει ως αποτέλεσμα ανεπιθύμητα χλωριωμένα παραπροϊόντα, με κυριότερα τους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες και τα τριαλογονομεθάνια. Από την άλλη πλευρά, το όζον έχει ως αποτέλεσμα λιγότερο επιβλαβή υποπροϊόντα, με κυριότερο από αυτά το βρωμικό άλας, αλλά απαιτεί σχετικά πολύπλοκο εξοπλισμό τόσο για την παραγωγή του, όσο και για τη διάλυσή του μέσα στο νερό. Διοξείδιο του χλωρίου παράγεται κανονικά επί τόπου, αν και

¹¹ Βιβλιογραφία: [9]

αυτό παρουσιάζει από μόνο του κίνδυνο, δεδομένου ότι τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή του είναι και τα ίδια χημικώς επικίνδυνα.

Τα συστήματα ηλεκτρόλυσης περιλαμβάνουν την επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος με την παραγωγή ελεύθερου χλωρίου, υποχλωριώδους νάτριο και ριζών υδροξυλίου, και με ηλεκτροχημική οξειδωση, χωρίς την προσθήκη ή ανάμιξη οποιωνδήποτε άλλων χημικών ουσιών. Αυτή η μέθοδος δεν απαιτεί την αποθήκευση των χημικών ουσιών στο πλοίο με τα συναφή προβλήματα αποθήκευσης και ασφάλειας.

Το υπεροξικό οξύ και το υπεροξείδιο του υδρογόνου (παρέχονται ως ένα μίγμα των δύο χημικών ουσιών στην μορφή του ιδιοσκευάσματος Peraclean) είναι απείρως διαλυτά στο νερό, παράγουν λίγα επιβλαβή υποπροϊόντα και είναι σχετικά σταθερά στη μορφή του Peraclean. Ωστόσο αυτό το αντιδραστήριο είναι σχετικά ακριβό, δοσολογείται σε αρκετά υψηλά επίπεδα και απαιτεί αρκετά μεγάλους χώρους αποθήκευσης .

Για όλα αυτά τα χημικά, είναι επιθυμητό να γίνεται προ-επεξεργασία του έρματος νερού με ανάντη διαχωρισμό στερεού-υγρού, ώστε να μειωθεί η χρήση των χημικών αυτών ουσιών, μιας και αυτές μπορούν να αντιδράσουν και με τα οργανικά και τα άλλα συστατικά που βρίσκονται μέσα στο έρμα.

Περαιτέρω επεξεργασία για να απομακρυνθούν τυχόν υπολείμματα χημικών απολυμαντικών, κι ειδικότερα χλωρίου, πριν γίνει η απόρριψη του έρματος μπορεί να χρειαστεί εάν η συγκέντρωση του απορρυπαντικού είναι μεγάλη. Αυτό γίνεται με τη χρήση χημικού παράγοντα αναγωγής, συνήθως αυτός είναι το θειώδες νάτριο. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κατά κόρον στην επεξεργασία του πόσιμου νερού. Όταν εφαρμόζεται στην επεξεργασία του έρματος, η δοσολογία χλωρίου που χρησιμοποιείται είναι 2 mg / l, η οποία είναι ικανή να απολυμάνει το έρμα στις δεξαμενές του πλοίου. Το επίπεδο συγκέντρωσης του χλωρίου στη συνέχεια μειώνεται στο μηδέν πριν από την απόρριψη.

Η μεναδιόνη, ή βιταμίνη K, είναι ένα φυσικό προϊόν (παράγεται συνθετικά για χύδην εμπορική χρήση) και είναι σχετικά ασφαλές στη χρήση του. Όπως και με άλλες απολυμαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται πλέον στην επεξεργασία του έρματος, η χρήση της μεναδιόνης ή βιταμίνης K έχει προέρθει από αλλού. Πρόκειται για ουσία που κυρίως χρησιμοποιείται στη καλλιέργεια του γατόψαρου.

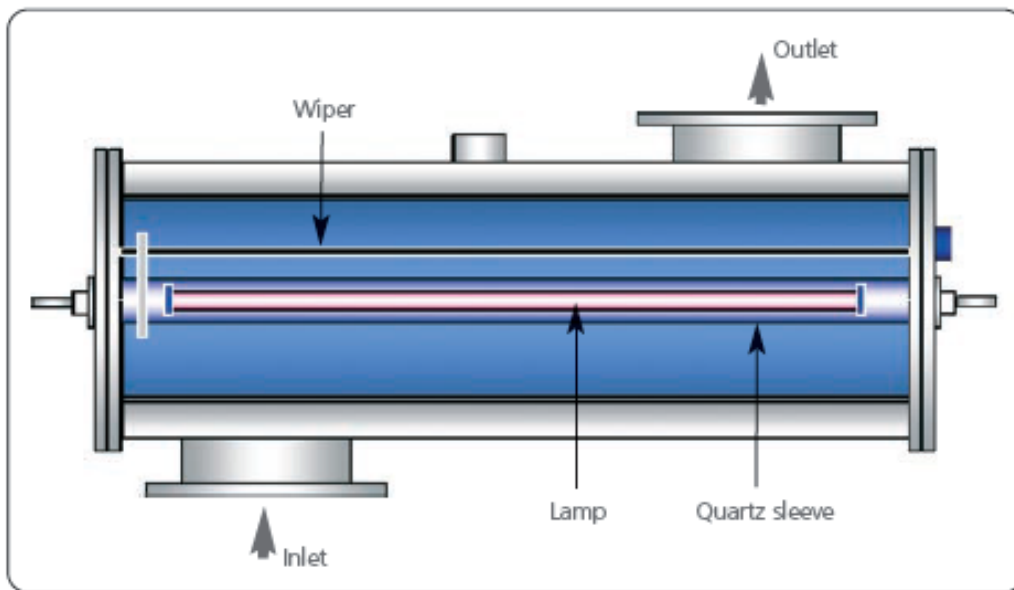
B. Φυσική απολύμανση

Από τις φυσικές επιλογές απολύμανσης η πιο διαδεδομένη είναι η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως σε βιομηχανικές εφαρμογές επεξεργασίας του νερού. Η μέθοδος χρησιμοποιεί λαμπτήρες αμαλάγματος που περιβάλλονται από ένα χιτώνιο χαλαζία, το οποίο μπορεί να παρέχει το υπεριώδες φως σε διαφορετικά μήκη κύματος και εντάσεις, ανάλογα με τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Είναι ευρέως γνωστό ότι η υπεριώδης ακτινοβολία είναι αποτελεσματική ενάντια σε ένα ευρύ φάσμα μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των ιών και των κυστών, στηρίζεται όμως στην καλή μετάδοσή της μέσα στο νερό και ως εκ τούτου χρειάζεται καθαρό νερό για να είναι αποτελεσματική. Η απομάκρυνση της θολότητας του νερού είναι συνεπώς απαραίτητη για

την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να ενισχυθεί συνδυάζοντάς το με ένα άλλο αντιδραστήριο, όπως το όζον, το υπεροξείδιο του υδρογόνου ή το διοξείδιο του τιτανίου, με αποτέλεσμα να παρέχει μεγαλύτερη οξειδωτική δύναμη από ότι παρείχε είτε το UV ή το συμπληρωματικό χημικό αντιδραστήριο από μόνα τους. Οι υπόλοιπες διεργασίες φυσικής απολύμανσης δεν απαιτούν εκ φύσεως να γίνεται προ-επεξεργασία του έρματος. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των δύο διαδικασιών υπόκειται σε περιορισμούς. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι τεχνολογίας λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας:

- Λάμπες μέσης πίεσης που εκπέμπουν φως σε ένα ευρύ φάσμα υπεριώδους ακτινοβολίας, είναι υψηλής έντασης, παράγουν πολυχρωματικό φως και ισοδυναμούν με περίπου 10 λαμπτήρες χαμηλής πίεσης.
- Λάμπες χαμηλής πίεσης που εκπέμπουν φως στο κατώτερο άκρο του φάσματος. Είναι αποτελεσματικές θανάτωση μικροοργανισμών, είναι χαμηλής έντασης και εκπέμπουν μονοχρωματικό φως.

Η αποοξυγόνωση χρειάζεται αρκετές μέρες για να δράσει, εξαιτίας του χρόνου που απαιτείται από τους οργανισμούς για να πεθάνουν από ασφυξία. Ωστόσο, η διάρκεια των περισσότερων δρομολογιών υπερβαίνει το χρόνο αυτό με αποτέλεσμα να μην αποτελεί σημαντικό εμπόδιο.



UV tube and system

Εικόνα 2.5: Τυπική διάταξη συστήματος υπεριώδους ακτινοβολίας (U.V.) (Πηγή: L.R.¹²)

Οι εφαρμογές της σπηλαίωσης ή των υπερήχων χρησιμοποιούν σωλήνες βεντούρι ή πλάκες με σχισμή για την παραγωγή φυσαλίδων σπηλαίωσης. Η δημιουργία φυσαλίδων υψηλής ενέργειας και η κατάρρευσή τους οδηγεί σε υδροδυναμικές δυνάμεις και υπερηχητικές ταλαντώσεις, ή θορύβου υψηλής συχνότητας, με αποτέλεσμα να διασπάται το κυτταρικό τοίχωμα των οργανισμών και να θανατώνονται. Παρόλο που δεν

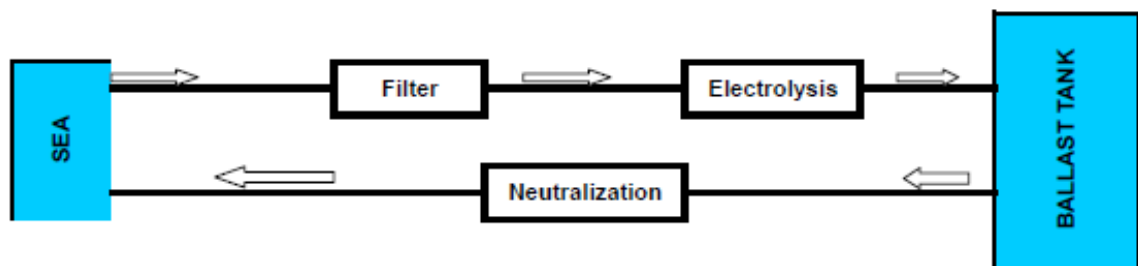
¹² Βιβλιογραφία: [7]

χρησιμοποιούνται ευρέως σε χερσαίες μεθόδους επεξεργασίας νερού ή λυμάτων, αρκετά συστήματα που χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες έχουν ήδη σήμερα λάβει έγκριση τύπου.

2.4. Σχηματική αναπαράσταση ορισμένων εμπορικών συστημάτων

✓ Πρόσληψη Έρματος – Διήθηση & Ηλεκτρόλυση - Εξουδετέρωση – Απόρριψη Έρματος

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει ένα τυπικό σχηματικό διάγραμμα ενός τέτοιου συστήματος.



Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από:

- Μονάδα διήθησης (προαιρετικά σε ορισμένες περιπτώσεις)
- Μονάδα ηλεκτρόλυσης για την παραγωγή δραστικής ουσίας
- Μονάδα εξουδετέρωσης
- Μονάδα ελέγχου του συστήματος και
- Μονάδα δειγματοληψίας

Το προκύπτον διάλυμα οξειδωτικών στοιχείων από τη μονάδα ηλεκτρόλυσης εγχέεται πίσω στο εισερχόμενο νερό έρματος σε ένα κατάλληλο ρυθμό για να το απολυμάνουν. Τυχόν πλεόνασμα οξειδωτικών στοιχείων εξουδετερώνονται κατά την εκροή του έρματος.

✓ Φίλτρο & Ηλεκτρόλυση - επεξεργασία μόνο κατά την πρόσληψη του έρματος

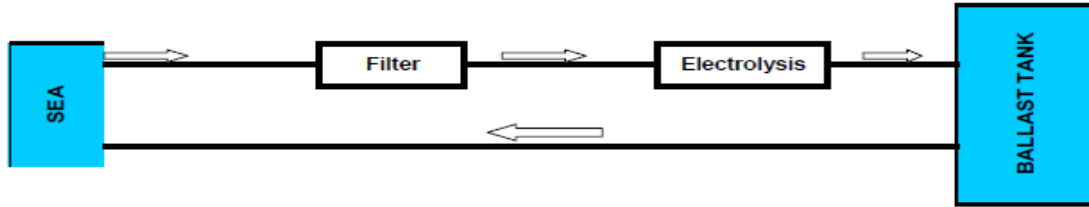
Τέτοια συστήματα που επεξεργάζονται το έρμα μόνο κατά την πρόσληψη, κάνουν χρήση δραστικής ουσίας μέχρι τη μέγιστη επιτρεπόμενη δόση των 6 mg / L στο νερό έρματος, στην ελάχιστη ποσότητα ώστε κατά την απόρριψη του έρματος να έχουμε την μέγιστη συγκέντρωση απαλλαγής (Maximum Allowable Discharge Concentration- MADC). Σε τέτοια συστήματα, η ηλεκτρόλυση ελέγχεται με μέτρηση του δυναμικού οξειδοαναγωγής του έρματος που επεξεργάζεται.

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από:

- Μονάδα διήθησης
- Μονάδα ηλεκτρόλυσης για την παραγωγή δραστικών ουσιών

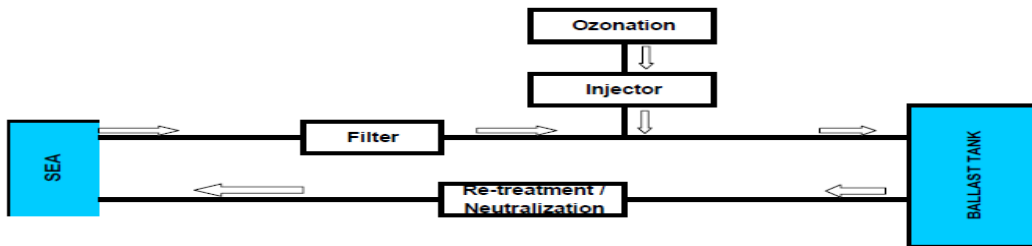
- Μονάδα ελέγχου του συστήματος και
- Μονάδα δειγματοληψίας

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει ένα τυπικό σχηματικό διάγραμμα ενός τέτοιου συστήματος.



✓ Πρόσληψη Έρματος – Διήθηση & Όζον - Εξουδετέρωση – Απόρριψη Έρματος

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει ένα τυπικό σχηματικό διάγραμμα ενός τέτοιου συστήματος.



Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από :

- Μονάδα διήθησης
- Γεννήτρια όζοντος
- Τον εγχυτήρα όζοντος
- Μονάδα εξουδετέρωσης
- Μονάδα ελέγχου του συστήματος και
- Μονάδα δειγματοληψίας

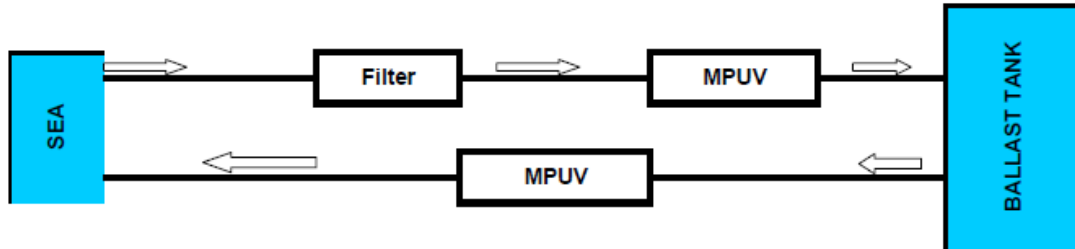
Η δοσολογία του όζοντος και ο έλεγχος έγχυσής του έχουν συνήθως ενσωματωθεί στο σύστημα διαχείρισης του έρματος και η οποία θα ελέγχεται από τη γέφυρα ή και το δωμάτιο ελέγχου του φορτίου και αποτελείται από τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Ενεργοποίηση , πλήρωση και σταθεροποίηση - σταθεροποιεί την πίεση παροχής οξυγόνου και τη ροή προς την γεννήτρια όζοντος
- Έναρξη της πρόσληψης έρματος ενεργοποιεί το σύστημα επεξεργασίας και αρχίζει η οζονοποίηση

Εκτός από το ανωτέρω σύστημα, το όζον μπορεί να συνδυαστεί με ηλεκτρόλυση ή υπεριώδη ακτινοβολία . Κατά τη διάρκεια της απόρριψης του έρματος στο σύστημα του όζοντος σε συνδυασμό με ηλεκτρόλυση διαπιστώθηκε ότι δεν απαιτείται καμία επεξεργασία.

✓ Πρόσληψη Έρματος – Διήθηση & Υπεριώδης Ακτινοβολία - Υπεριώδης Ακτινοβολία – Απόρριψη Έρματος

Το παρακάτω διάγραμμα περιλαμβάνει μια τυπική σχηματική παράσταση ενός τέτοιου συστήματος που χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό της διήθησης με υπεριώδη ακτινοβολία μέσης πίεσης για την επεξεργασία του έρματος.



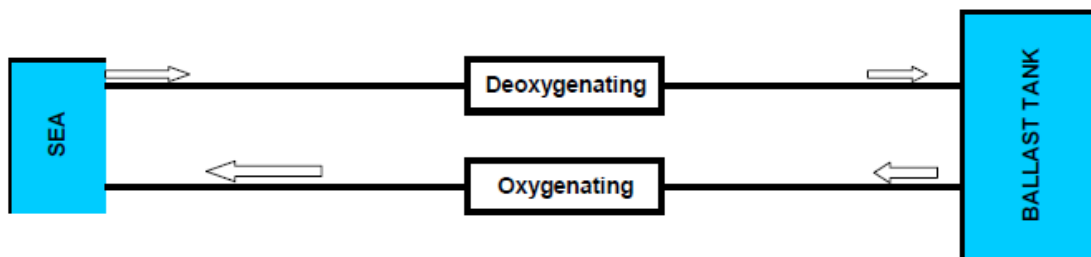
Αυτό το είδος του συστήματος διαχείρισης έρματος αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια τμήματα:

- Μονάδα διήθησης
- Αντιδραστήρα UV
- Μονάδα ελέγχου και καθαρισμού και
- Μονάδα δειγματοληψίας

Η επεξεργασία κατά τη διάρκεια της πρόσληψης, εξασφαλίζει ότι ένα ελάχιστο ποσό των ζωντανών οργανισμών εισέρχεται στις δεξαμενές νερού έρματος και μειώνει την συσσώρευση ιζημάτων στις δεξαμενές έρματος, η οποία είναι μια πιθανή περιοχή για την επιβίωση και την ανάπτυξη των οργανισμών. Το νερό κατεργάζεται και πάλι κατά τη διάρκεια της απόρριψης, για να εξασφαλιστεί ότι η τυχόν επανάπτυξη των οργανισμών στις δεξαμενές έρματος αποτρέπεται. Η αρχή λειτουργίας είναι η απολύμανση ή την καταστροφή των οργανισμών μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας, χωρίς προσθήκη χημικών ουσιών.

✓ Πρόσληψη Έρματος- Αποοξυγόνωση - Οξυγόνωση – Απόρριψη Έρματος

Το παρακάτω διάγραμμα περιλαμβάνει μία τυπική διάταξη ενός συστήματος που χρησιμοποιεί αποοξυγόνωση για την επεξεργασία του έρματος.



Τα βασικά στοιχεία του συστήματος είναι:

- Η γεννήτρια αερίου
- Ο εγχυτήρας αερίου
- Η μονάδα ελέγχου, και
- Η μονάδα δειγματοληψίας

Κατά την απόρριψη του έρματος το νερό διέρχεται μέσω του εγχυτήρα, όπου προστίθεται αέρας πίσω στο νερό πριν αυτό απορριφθεί στο περιβάλλον, ενώ την ίδια στιγμή οι δεξαμενές έρματος γεμίζουν με αδρανές αέριο προκειμένου να διατηρηθεί η χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο, επιτυγχάνοντας με αυτό το τρόπο ότι:

- Κατά τη διάρκεια της χρήσης έρματος, το νερό δεν θα οξυγονωθεί εκ νέου από το οξυγόνο του αέρα, και
- Αυξάνεται η διάρκεια ζωής της επίστρωσης των δεξαμενών έρματος.

2.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων επεξεργασίας έρματος

Συνοπτικά, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα μερικών από τις μεθόδους επεξεργασίας που εφαρμόζονται σήμερα, καθώς και ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά κάθε μεθόδου επεξεργασίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στις εικόνες που ακολουθούν.

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΗΘΗΣΗ (Filtration)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Διαδικασίες αυτοκαθαρισμού ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον ✓ Εύκολη και απλή εγκατάσταση 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Μείωση της ονομαστικής παροχής ✓ Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας ✓ Παρουσίαση αντίθλιψης ✓ Δεν είναι αποτελεσματική για τους μικροοργανισμούς
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ (Cyclonic Separation)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ελάχιστη συντήρηση ✓ Δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον ✓ Κατάλληλο για υψηλούς ρυθμούς ροής ✓ Βελτιώνει την διαύγεια του νερού 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Αφαιρεί μόνο βαριά σωματίδια
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (Heat Treatment)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον ✓ Οικονομικά αποδοτικό ✓ Εξάλειψη μεγάλου εύρους φάσματος μικροοργανισμών 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Κατάλληλο για μικρούς ρυθμούς ροής ✓ Αποτελεσματική μόνο σε θερμές θάλασσες
ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV Radiation)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Αποτελεσματική μέθοδος επεξεργασίας ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον ✓ Κατάλληλο για θαλασσινό και γλυκό νερό 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας ✓ Αυξημένο λειτουργικό κόστος ✓ Συντήρηση ✓ Μη αποτελεσματική για τα παραγμένα νερά
ΣΠΗΛΛΙΩΣΗ (Cavitation)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Αποτελεσματική μέθοδος επεξεργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ακόμα σε πειραματικό στάδιο ✓ Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας ✓ Αυξημένος θόρυβος ✓ Μη αποτελεσματική για τα μεγάλους ρυθμούς ροής
ΠΗΞΗ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Φιλικό προς το περιβάλλον 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η

(Coagulation Flocculation)		<ul style="list-style-type: none"> ✓ διάρκεια του ταξιδιού ✓ Απαιτείται δεξαμενή για τα στερεά κατάλοιπα ✓ Απαιτείται δεξαμενή αποθήκευσης για τις πρόσθετες ύλες που χρειάζονται
ΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ (Chemical disinfection)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Αποτελεσματική μέθοδος επεξεργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Μη φιλική προς το περιβάλλον ✓ Απαιτείται να παραμείνει το έρμα για ορισμένο χρόνο μέσα στη δεξαμενή ✓ Τα οξείδια επηρεάζουν την επίστρωση των δεξαμενών ✓ Μπορεί να απαιτείται αποθήκευση των χημικών ουσιών
ΑΠΟΞΥΓΩΝΟΣΗ (De-oxygenation)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Μειωμένη διάβρωση στις δεξαμενές έρματος ✓ Απλή εγκατάσταση, εάν υπάρχει ήδη γεννήτρια αδρανούς αερίου εγκατεστημένη στο πλοίο 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διάρκεια του ταξιδιού ✓ Ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στις δεξαμενές ✓ Χρειάζεται χώρο

Treatment Process	Method of Treatment	When Applied	Time for Lethality	Corrosion Potential
Chlorine Generation	Use electrolytic cell to generate chlorine and bromine that act as biocides. Next, sodium sulfate neutralizes the ballast water prior to discharge. As long as free chlorine exists in the tank, biocide will be active so dosage can be adjusted to keep biocide always active.	At uptake and neutralize at discharge	Hours	High dosage levels promote steel corrosion
Chemical Application	Mix proprietary chemicals with the ballast water in metered dosage rates at intake to kill living organisms. Chemicals degrade over time so ballast will be safe to discharge.	At uptake via eductor	24 hours	High dosage levels promote steel corrosion
Filtration & Radiation	Filtration of the incoming water, usually with self cleaning 50 micron filters, in parallel with discharge of filtrate to the waters where intake takes place. Ballast water is exposed to a form of radiation, such as UV energy or other hydroxyl radical generator, to kill smaller organisms and bacteria.	At uptake for filter and UV and at discharge for UV	At treatment	No effect
De-oxygenation	Mix inert gas generated on board with the ballast water, either by a venturi eductor or by bubbling from pipes in the tanks. This removes oxygen from the water and lowers pH, therefore killing the living organisms. This process requires the atmosphere in the ballast tank be maintained in an inert condition.	At uptake for some systems and in tanks for others	4 to 6 days	Relatively less corrosive
Ozone Generation	Ozone is generated on board and acts as a biocide. It is applied during the ballast pumping process by eductor either at uptake or discharge. It can be combined with filtration or other methods of treatment.	At uptake for some systems and at discharge for others	Up to 15 hours	Limited effect as ozone has short life. If treated at discharge, no effect.

Εικόνα 2.6: Σημαντικά χαρακτηριστικά της μεθόδου κατεργασίας (Πηγή: A.B.S¹³)

¹³ Βιβλιογραφία: [4]

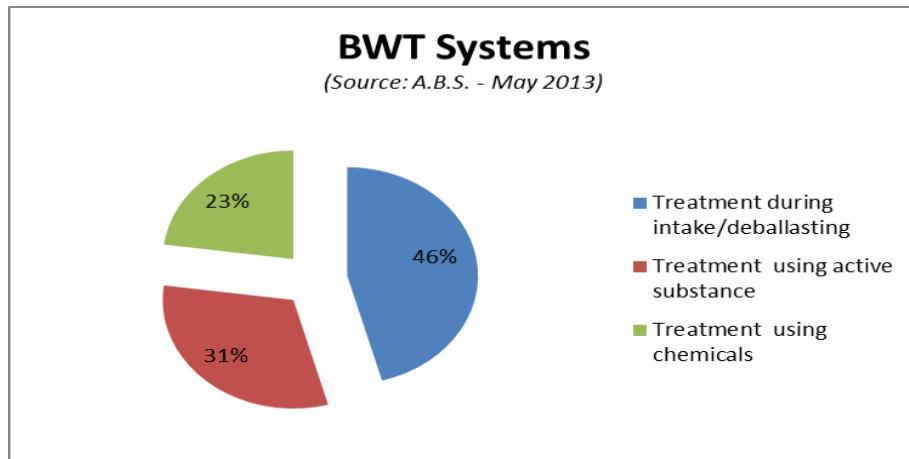
Process	Method	Benefit	Considerations	Comments
Solid-liquid separation				
Filtration	Generally using discs or fixed screens with automatic backwashing	Effective for larger particles and organisms	Maintaining flow with minimum pressure drop requires backwashing. Low membrane permeability means surface filtration of smaller micro-organisms is not practical.	Mesh sizes are proportional to size of organism filtered (e.g., larger organisms such as plankton require mesh between 10 and 50 µm)
Hydrocyclone	High velocity centrifugal rotation of water to separate particles	Alternative to filtration and can be more effective	Effective only for larger particles	Effectiveness depends on density of particle and surrounding water, particle size, speed of rotation and time
Coagulation	Optional pre-treatment before separation to aggregate particles to increase their size	Increasing size of particles increases efficiency of filtration or hydrocyclone separation	May require additional tank space to store water which has been treated due to long residence time for process to be effective	Ballasted flocculation uses ancillary powder (e.g., magnetite or sand) to help generate flocs which settle more quickly
Chemical disinfection (oxidising biocides)				
Chlorination	Classed as an oxidising biocide that, when diluted in water, destroys cell walls of micro-organisms	Well established and used in municipal and industrial water disinfection applications	Virtually ineffective against cysts unless concentration of at least 2 mg/l used. May lead to by-products (e.g., chlorinated hydrocarbons/trihalomethanes)	Efficiency of these processes varies according to conditions of the water such as pH, temperature and type of organism
Electro-chlorination	Creates oxidising solution by employing direct current into water which creates electrolytic reaction	As chlorination	As chlorination. Brine, needed to produce the chlorine, can be stored on board the vessel as feedstock for the system	Upstream pre-treatment of the water is desirable to reduce the 'demand' on the chlorination process
Ozonation	Ozone gas (1-2 mg/l) is bubbled into the water which decomposes and reacts with other chemicals to kill micro-organisms	Especially effective at killing micro-organisms	Not as effective at killing larger organisms. Produces bromate as a by-product. Ozonate generators are required in order to treat large volumes of ballast water. These may be expensive and require sufficient installation space	Systems in which chemicals are added normally need to be neutralised before discharge to avoid environmental damage in the ballast water area of discharge. Most ozone and chlorine systems are neutralised but some are not.
Chlorine dioxide	As chlorination	Effective on all micro-organisms as well as bacteria and other pathogens. It is also effective in high turbidity waters as it does not combine with organics.	Reagents used can be chemically hazardous	Chlorine dioxide has a half life in the region of 6-12 hours, according to suppliers, but at the concentrations at which it is typically employed it can be safely discharged after a maximum of 24 hours.
Peracetic acid and hydrogen peroxide	As chlorination	Infinitely soluble in water. Produces few harmful by-products and relatively stable.	Reagent is typically dosed at high levels, requires suitable storage facilities and can be relatively expensive	
Chemical disinfection (non-oxidising biocides)				
Menadione /Vitamin K	Menadione is toxic to invertebrates	Natural product often used in catfish farming but produced synthetically for commercial use. Safe to handle.	Treated water will typically require neutralising before discharge	
Physical disinfection				
Ultraviolet (UV) irradiation	Amalgam lamps surrounded by quartz sleeves produce UV light which denatures the micro-organism's DNA and prevents it from reproducing	Well established, used extensively in municipal and industrial water treatment applications. Effective against wide range of micro-organisms	Relies on good UV transmission through the water. Hence, needs clear water and unfouled quartz sleeves to be effective	Can be enhanced by combining with other reagents such as ozone, hydrogen peroxide or titanium dioxide
Deoxygenation	Reduces pressure of oxygen in space above the water with inert gas injection or by means of a vacuum to asphyxiate the micro-organisms	Removal of oxygen may result in a decrease in corrosion propensity. If an inert gas generator is already installed on the ship, deoxygenation plant would take up little additional space.	Typically, the time required for organisms to be asphyxiated is between one and four days	Process has been developed specifically for ballast water treatment whereby the de-aerated water is stored in sealed ballast tanks
Cavitation	Induced by ultra-sonic energy or gas injection. Disrupts the cell wall of organisms.	Useful as pre-treatment to aid overall treatment process	Must be used in conjunction with additional treatment process downstream in order to kill all micro-organisms	
Pressure/vacuum	The majority of organisms are eliminated with a low temperature boiling condition. However, the process does not eliminate all of the bacteria.	Easy installation with a small footprint as the process does not require filters, chemicals and neutralisers.	Must be used in conjunction with additional treatment process to kill bacteria. Sediment build up must be managed as the process does not use filter.	

Εικόνα 2.7: Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα τεχνολογιών επεξεργασίας (Πηγή: L.R.¹⁴)

¹⁴ Βιβλιογραφία: [7]

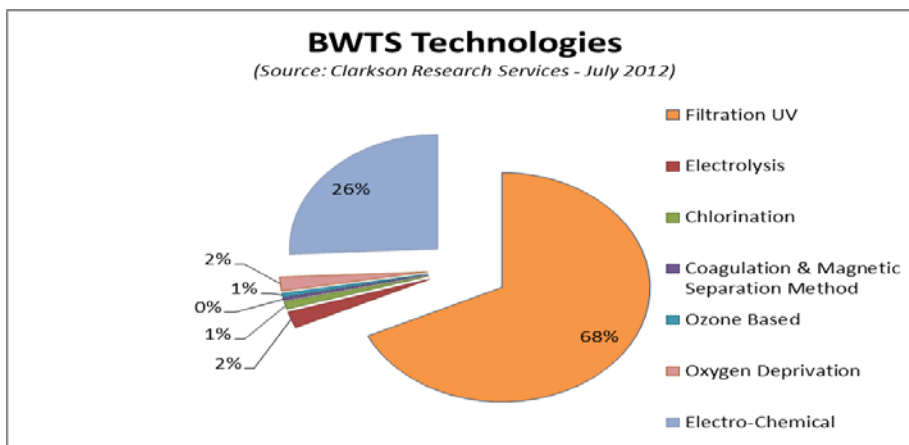
3. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Σήμερα είναι διαθέσιμα στην αγορά τουλάχιστον 70 συστήματα επεξεργασίας διαφόρων τύπων, τα οποία έχουν λάβει έγκριση τύπου (βασική ή τελική) και μερικά από αυτά έχουν ήδη εγκατασταθεί επάνω σε πλοία ή σχεδιάζονται να εγκατασταθούν στο άμεσο μέλλον, ώστε να προλάβουν οι ενδιαφερόμενοι να συμμορφωθούν με τις προθεσμίες που ορίζονται από τον Ι.Μ.Ο. Από αυτά, σύμφωνα με στοιχεία του Αμερικανικού Νηογνώμονα (A.B.S.), κάτι λιγότερο από το 50% πραγματοποιεί την επεξεργασία κατά τη διάρκεια της πρόσληψης ή και της εκφόρτωσης του έρματος όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.1: Τύποι εμπορικών διαθέσιμων συστημάτων¹⁵

Ακόμα, σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2012 και αφορούσε συστήματα που είχαν εγκατασταθεί έως τότε σε πλοία (πάνω από 500 πλοία διαφόρων τύπων στο σύνολό τους), προέκυψε πως στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι πλοιοκτήτες επέλεξαν να εγκαταστήσουν συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν ως μέθοδο επεξεργασίας τη διήθηση σε συνδυασμό με την υπεριώδη ακτινοβολία.



Διάγραμμα 2.2: Τύποι συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί σε πλοία¹⁶

¹⁵ Βιβλιογραφία: [6]

¹⁶ Βιβλιογραφία: [34]

Στους πίνακες που παρατίθενται στη συνέχεια της παραγράφου παρουσιάζονται τα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα επεξεργασίας έρματος (διαφόρων τεχνολογιών) τα οποία έχουν λάβει έγκριση τύπου (βασική ή τελική) σύμφωνα με στοιχεία του Ι.Μ.Ο μέχρι και το τέλος του 2013. Σε κάποια από τα συστήματα αυτά θα αναφερθούμε συνοπτικά στη αμέσως παρακάτω.

Table (1) – List of ballast water management systems that make use of Active Substances which received Basic Approval from IMO

	Name of the system and proposing country	Name of manufacturer	Date of Basic Approval
1	Peraclean [®] Ocean (subsequently changed to SEDNA [®] Ballast Water Management System (Using Peraclean [®] Ocean)), Germany	Degussa GmbH, Germany	24 March 2006
2	Electro-Clean (electrolytic disinfection) system (subsequently changed to Electro-Cleen [™]), the Republic of Korea	Techcross Ltd. and Korea Ocean Research and Development Institute (KORDI)	24 March 2006
3	Special Pipe Ballast Water Management System (combined with Ozone treatment), Japan	Japan Association of Marine Safety (JAMS)	13 October 2006
4	EctoSys [™] electrochemical system, Sweden	Permascand AB, Sweden, subsequently acquired by RWO GmbH, Germany	13 October 2006
5	PureBallast System, Sweden	Alfa Laval/ Wallenius Water AB	13 July 2007
6	NK Ballast Water Treatment System, the Republic of Korea (subsequently changed to NK-O3 BlueBallast System (Ozone))	NK Company Ltd., the Republic of Korea	13 July 2007
7	Hitachi Ballast Water Purification System (ClearBallast), Japan	Hitachi, Ltd. /Hitachi Plant technologies, Ltd.	4 April 2008
8	Resource Ballast Technologies System, South Africa	Resource Ballast Technologies (Pty) Ltd.	4 April 2008
9	GloEn-Patrol [™] Ballast Water Management System, the Republic of Korea	Panasia Co., Ltd.	4 April 2008
10	OceanSaver [®] Ballast Water Management System, Norway	MetaFil AS (subsequently changed to OceanSaver AS)	4 April 2008
11	TG Ballastcleaner and TG Environmentalguard System (subsequently changed to JFE Ballast Water Management System), Japan	The Toagosei Group (TG Corporation, Toagosei Co. Ltd. and Tsurumi Soda Co. Ltd.)	10 October 2008
12	Greenship Sedinox Ballast Water Management System, the Netherlands	Greenship Ltd	10 October 2008
13	Ecochlor [®] Ballast Water Treatment System, Germany	Ecochlor, INC, Acton, the United States	10 October 2008
14	Blue Ocean Shield Ballast Water Management System, China	China Ocean Shipping (Group) Company (COSCO)	17 July 2009
15	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. (HHI) Ballast Water Management System (EcoBallast), the Republic of Korea	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. the Republic of Korea	17 July 2009

Εικόνα 2.8: Λίστα συστημάτων που έχουν λάβει βασική έγκριση τύπου και κάνουν χρήση δραστικής ουσίας (Πηγή: Ι.Μ.Ο.¹⁷)

¹⁷<http://www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Documents/table%20update%20in%20May%202013%20including%20TA%20information.pdf>

Table (2) – List of ballast water management systems that make use of Active Substances which received Final Approval from IMO

	Name of the system and proposing country	Name of manufacturer	Date of Final Approval
1	PureBallast System, Norway	Alfa Laval / Wallenius Water AB	13 July 2007
2	SEDNA [®] Ballast Water Management System (Using Peraclean [®] Ocean), Germany	Degussa GmbH, Germany	4 April 2008
3	Electro-Clean [™] System, the Republic of Korea	Techcross Ltd. and Korea Ocean Research and Development Institute (KORDI)	10 October 2008
4	OceanSaver [®] Ballast Water Management System, Norway	OceanSaver AS	10 October 2008
5	RWO Ballast Water Management System (CleanBallast), Germany	RWO GmbH Marine Water Technology, Germany	17 July 2009
6	NK-O3 BlueBallast System (Ozone), the Republic of Korea	NK Company Ltd., the Republic of Korea	17 July 2009
7	Hitachi Ballast Water Purification System (ClearBallast), Japan	Hitachi, Ltd. /Hitachi Plant technologies, Ltd.	17 July 2009
8	Greenship Sedinox Ballast Water Management System, the Netherlands	Greenship Ltd	17 July 2009
9	GloEn-Patrol [™] Ballast Water Management System, the Republic of Korea	Panasia Co., Ltd.	26 March 2010
10	Resource Ballast Technologies System, South Africa	Resource Ballast Technologies (Pty) Ltd.	26 March 2010
11	JFE BallastAce [®] Ballast Water Management System, Japan	JFE Engineering Corporation	26 March 2010
12	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. (HHI) Ballast Water Management System (EcoBallast), the Republic of Korea	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. the Republic of Korea	26 March 2010
13	Special Pipe Hybrid Ballast Water Management System combined with Ozone treatment version (SP-Hybrid BWMS Ozone version), Japan	Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.	1 October 2010
14	"ARA Ballast" Ballast Water Management System, the Republic of Korea	21st Century Shipbuilding Co., Ltd.	1 October 2010
15	BalClor Ballast Water Management System, China	Qingdao Sunrui Corrosion and Fouling Control Company	1 October 2010
16	OceanGuard [™] Ballast Water Management System, Norway	Qingdao Headway Technology Co., Ltd.	1 October 2010
17	Ecochlor [®] Ballast Water Management System, Germany	Ecochlor, INC, Acton, the United States	1 October 2010

Εικόνα 2.9: Λίστα συστημάτων που έχουν λάβει τελική έγκριση τύπου και κάνουν χρήση δραστικής ουσίας (Πηγή: Ι.Μ.Ο.¹⁸)

¹⁸<http://www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Documents/table%20update%20in%20May%202013%20including%20TA%20information.pdf>

Table (3) – List of ballast water management systems which received Type Approval Certification by their respective Administrations (resolution MEPC.175(58))³

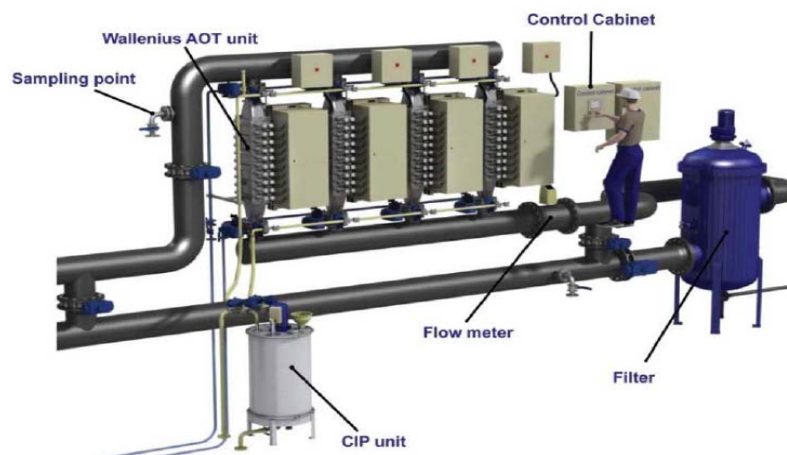
	Approval Date	Name of the Administration	Name of the ballast water management system	Copy of Type Approval Certificate	Active Substance employed	MEPC report granting Final Approval
1	June 2008	Det Norske Veritas, on behalf of the Norwegian Administration	PureBallast System	Provided (MEPC 61/INF.3)	Yes, please refer to MEPC 56/2/2, annex 5	MEPC 56/23, paragraph 2.8
2	29 April 2009	Lloyd's Register, as delegated by the Administration of the United Kingdom	Hyde GUARDIAN™ ballast water management system	Provided (MEPC 59/INF.20)	No Active Substances used	Not applicable
3	31 December 2008	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, the Republic of Korea	Electro-Clean™ System	Provided (MEPC 59/INF.6)	Yes, please refer to MEPC 58/2/7, annex 7	MEPC 58/23, paragraph 2.8
4	17 April 2009	Det Norske Veritas, on behalf of the Norwegian Maritime Directorate	OceanSaver® Ballast Water Management System	Provided (MEPC 59/INF.17 and MEPC 62/INF.15)	Yes, please refer to MEPC 58/2/8, annex 4	MEPC 58/23, paragraph 2.10
5	24 November 2009	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, the Republic of Korea	NK-O3 BlueBallast System (Ozone)	Provided (MEPC 60/INF.14)	Yes, please refer to MEPC 59/2/16, annex 6	MEPC 59/24, paragraph 2.8.
6	4 December 2009	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, the Republic of Korea	GloEn-Patrol™ Ballast Water Management System	Provided (MEPC 61/2/19)	Yes, please refer to MEPC 60/2/11, annex 4	MEPC 60/22, paragraph 2.7
7	5 March 2010	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	Hitachi Ballast Water Management System (ClearBallast)	Provided (MEPC 61/INF.21)	Yes, please refer to MEPC 59/2/19, annex 4	MEPC 59/24, paragraph 2.8
8	28 January 2011	China Maritime Safety Administration	BalClor™ Ballast Water Management System	Provided (MEPC 62/INF.29)	Yes, please refer to MEPC 61/2/15, annex 9	MEPC 61/24, Paragraph 2.7.3
9	26 May 2010 and 25 March 2011	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	JFE BallastAce® Ballast Water Management System	Provided (MEPC 62/INF.25)	Yes, please refer to MEPC 60/2/12, annex 5	MEPC 60/22 paragraph 2.7

Εικόνα 2.10: Λίστα συστημάτων που έχουν λάβει έγκριση τύπου (Πηγή: Ι.Μ.Ο.¹⁹)

¹⁹<http://www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Documents/table%20update%20in%20May%202013%20including%20TA%20information.pdf>

Alfa Laval – PureBallast System

Κατασκευάζεται από τη Νορβηγική εταιρεία Alfa Laval και χρησιμοποιεί διήθηση σε συνδυασμό με υπεριώδη ακτινοβολία. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην τεχνολογία της προηγμένης οξειδωσης (Advanced Oxidation Technology – AOT). Ως καταλύτης χρησιμοποιείται το διοξείδιο του τιτανίου το οποίο δημιουργεί ελεύθερες ρίζες όταν χτυπηθεί από φως. Οι ελεύθερες αυτές ρίζες, των οποίων η διάρκεια ζωής είναι μόνο μερικά milliseconds, διασπούν τη κυτταρική μεμβράνη των οργανισμών χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών ή δημιουργώντας επικίνδυνα υπολείμματα. Παρόλα αυτά το σύστημα έχει εγκριθεί βάσει των όσων ισχύουν για τα συστήματα που κάνουν χρήση δραστικών ουσιών. Κατά την πρόσληψη του έρματος το νερό διέρχεται μέσα από τα φίλτρα για να απομακρυνθούν με το τρόπο αυτό τυχόν σωματίδια ή οργανισμοί μεγαλύτεροι από 50 μικρά σε μέγεθος. Στη συνέχεια και πριν καταλήξει στις δεξαμενές του πλοίου, το έρμα διέρχεται από το σύστημα οξειδωσης. Το νερό που χρησιμοποιείται για την ανάπλυση (back-flushing) του συστήματος απορρίπτεται πάνω από την ίσαλο του πλοίου πίσω στη θάλασσα (overboard discharge). Τέλος, πριν την εκφόρτωση του έρματος, αυτό παρακάμπτει το φίλτρο και διέρχεται μια δεύτερη φορά από το σύστημα οξειδωσης πριν καταλήξει ξανά στη θάλασσα.



OceanSaver AS – OceanSaver Ballast Water Management System

Κατασκευάζεται από τη Νορβηγική επίσης εταιρεία OceanSaver. Είναι ένα σύστημα το οποίο συνδυάζει για την καλύτερη επεξεργασία του έρματος, τις μεθόδους της διήθησης, της υδροδυναμικής σπηλαίωσης, της αποοξυγόνωσης και της ηλεκτρόλυσης. Μετά το αρχικό στάδιο της διήθησης, δημιουργείται με τη βοήθεια παλμών πίεσης υδροδυναμική σπηλαίωση τέτοιας έντασης ώστε να μπορεί να προκαλέσει θραύση των κυτταρικών μεμβρανών και να καταστρέψει τα σωματίδια και τους οργανισμούς. Εν συνεχεία, εγχέεται στο νερό του έρματος άζωτο ώστε αυτό να κορεστεί και να οδηγήσει στην απελευθέρωση του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο στο νερό. Το απελευθερωμένο οξυγόνο και το άζωτο απομακρύνονται από τις δεξαμενές μέσω ενός συστήματος αερισμού (συνήθως μέσω μιας συσκευής πίεσης κενού), ώστε να αποφευχθεί η περαιτέρω φυσική απελευθέρωση αζώτου από τη δεξαμενή προς τον εξωτερικό χώρο με τη πάροδο του χρόνου και επίσης να αποφευχθεί ενδεχόμενη είσοδος ατμοσφαιρικού αέρα στη δεξαμενή. Όλες οι δραστικές ουσίες αποικοδομούνται με φυσικό τρόπο σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.



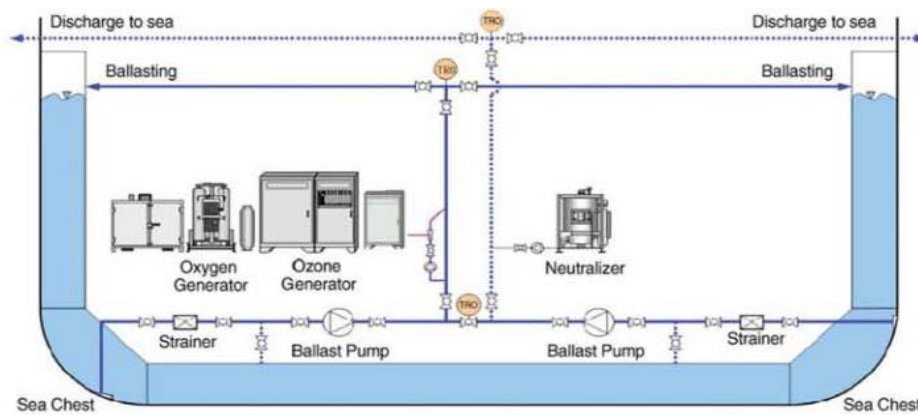
HYDE Marine - HYDE Guardian

Πρόκειται για ένα σύστημα που αποτελεί συνδυασμό διήθησης και υπεριώδους ακτινοβολίας. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πρόσληψης έρματος, το νερό σε πρώτο στάδιο υφίσταται επεξεργασία μέσα από το φίλτρο για την απομάκρυνση τυχόν σωματιδίων ή οργανισμών μεγαλύτερων από 50 μικρά σε μέγεθος. Στη συνέχεια οδηγείται να περάσει από τη διάταξη της υπεριώδους ακτινοβολίας προτού καταλήξει στις δεξαμενές του πλοίου. Στη διάρκεια της διαδικασίας αφερματισμού το φίλτρο παρακάμπτεται και το έρμα λαμβάνει μία δεύτερη δόση υπεριώδους ακτινοβολίας πριν την απόρριψη του στη θάλασσα. Το σύστημα δεν χρησιμοποιεί καθόλου δραστικές ουσίες για την επεξεργασία του έρματος. Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στο σύστημα αυτό (τρόπος λειτουργίας, μέρη από τα οποία αποτελείται, κόστος κ.α.). Χώρα προέλευσης του συστήματος αυτού είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες.



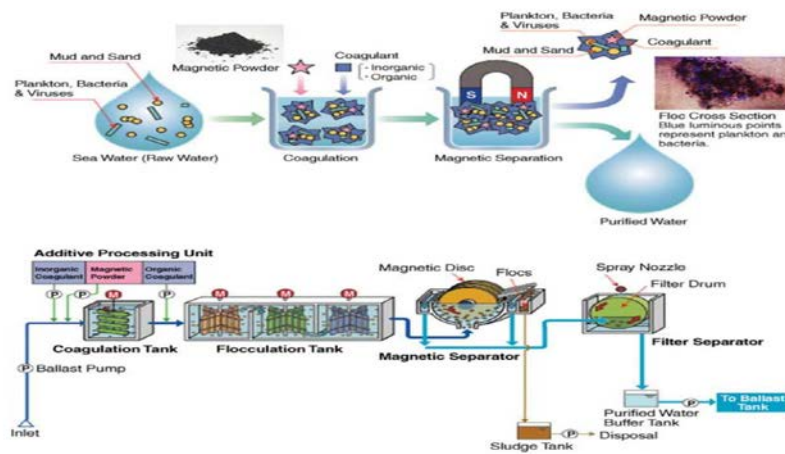
N.K. Company Ltd. - NK-03 Blue Ballast

Σύστημα επεξεργασίας με βάση το όζον. Η μετατροπή του οξυγόνου σε όζον πραγματοποιείται με ένα ηλεκτρικό πεδίο εκκένωσης. Στη συνέχεια το όζον εγχέεται εντός της ροής του έρματος στην έξοδο των αντλιών και σκοτώνει ένα ποσοστό των παρασιτικών θαλάσσιων οργανισμών εξαιτίας της άμεσης επαφής. Οι υπόλοιποι οργανισμοί σκοτώνονται όταν το όζον αντιδρά με το βρώμιο που υπάρχει φυσικά στο νερό της θάλασσας για να δημιουργήσουν άλλα βιοκτόνα. Τα βιοκτόνα που σχηματίζονται και έχουν ως βάση το όζον και το βρώμιο αποσυντίθενται με φυσικό τρόπο. Μόνον ίχνη των ενώσεων βρωμίου παραμένουν στο επεξεργασμένο νερό και αν τα επίπεδα είναι πολύ υψηλά διοχετεύεται τότε ένας θειοθειικός εξουδετερωτής για να μειώσει τη συγκέντρωσή τους σε αποδεκτά επίπεδα. Αν και το σύστημα του όζοντος χρησιμοποιεί για την επεξεργασία του έρματος δραστικές ουσίες, εν τέλει η συγκέντρωσή τους είναι αρκετά χαμηλή.



HITACHI – HITACHI Clear Ballast System

Σύστημα επεξεργασίας που βασίζεται στη τεχνολογία της πήξης σχηματίζοντας μαγνητικές κροκιδώσεις με την προσθήκη και ανάδευση πηκτικού μέσου και μαγνητικής σκόνης στο θαλασσινό νερό για να συλλάβει πλαγκτόν, ιούς, λάσπη και άμμο. Ένας υψηλής ταχύτητας μαγνητικός διαχωριστής συλλέγει τις μαγνητικές κροκίδες και οι παραμένουσες κροκιδώσεις αφαιρούνται μέσω φίλτρου. Απαιτείται η αποθήκευση επάνω στο πλοίο προμεμιγμένων κροκιδωτικών και άλλων χημικών ουσιών, καθώς επίσης απαιτείται και η αποθήκευση και διάθεση των αποθηκευμένων καταλοίπων.



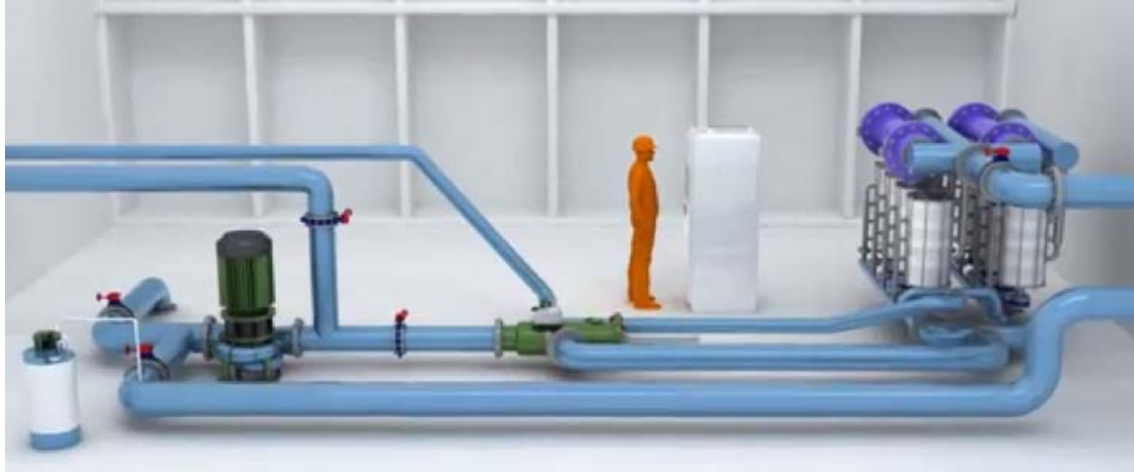
RWO Marine Water Technology– RWO CleanBallast System

Χρησιμοποιεί δισκοειδή φίλτρα για το μηχανικό διαχωρισμό σωματιδίων και οργανισμών μεγέθους 40 έως 45 μικρών κατά τη πρόσληψη του έρματος και ακολούθως οδηγείται το έρμα στη μονάδα απολύμανσης. Αυτή η μονάδα είναι ένα ηλεκτρο-χημικό σύστημα που χρησιμοποιεί ηλεκτρόδια για να παράγει ισχυρά απολυμαντικά, όπως οι ρίζες υδροξυλίου, και να προκαλέσει άμεση οξείδωση των μικροοργανισμών και των παθογόνων στην επιφάνεια του ηλεκτροδίου. Για την επεξεργασία δεν χρησιμοποιούνται καθόλου χημικές ή άλλες ουσίες, ενώ ούτε οι ρίζες υδροξυλίου ούτε κάποιο από τα άλλα παραγόμενα προϊόντα της διεργασίας συναντάται σε μεγάλη συγκέντρωση. Τέλος, το έρμα μπορεί να διέλθει από τη μονάδα απολύμανσης και κατά την εκφόρτωση του από τις δεξαμενές του πλοίου.



ERMA-FIRST ESK Engineering Solutions S.A. – ERMA-FIRST B.W.T.S.

Είναι το μοναδικό σύστημα Ελληνικής προέλευσης και κατασκευής που διατίθεται για την επεξεργασία του έρματος. Η λειτουργία του συστήματος συνδυάζει τη τεχνολογία της ηλεκτρόλυσης με το μηχανικό διαχωρισμό με χρήση υδροκυκλώνων. Το φίλτρο του συστήματος είναι αυτοκαθαριζόμενο και μπορεί να απομακρύνει σωματίδια μεγέθους μεγαλύτερου από 200 μικρά (200 microns) ώστε να εξασφαλίζεται η υψηλή απόδοση των υδροκυκλώνων. Εν συνεχεία, με τη χρήση ηλεκτρολυτικού στοιχείου σχηματίζεται υποχλωριώδες νάτριο για την απολύμανση του έρματος. Τέλος, κατά τη διαδικασία απόρριψης του έρματος εγχέεται στο ήδη επεξεργασμένο θαλάσσιο έρμα, διαμέσου μιας δοσομετρικής αντλίας, όξινο διάλυμα θειικού νατρίου για την εξουδετέρωση του εναπομείναντος ελεύθερου χλωρίου.



4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η τεχνολογία της επεξεργασίας του έρματος νερού βρίσκεται ακόμα σε διαρκή εξέλιξη με έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό κατασκευαστών να αναπτύσσουν συστήματα για την κάλυψη των μελλοντικών απαιτήσεων. Η τωρινή κατάσταση σημαίνει ότι υπάρχει περιορισμένη λειτουργική εμπειρία για τα συστήματα που προσφέρονται και υπάρχει μια γενική αντίληψη ότι δεν υπάρχει ένας μόνο τύπος συστήματος που να είναι κατάλληλος για όλους τους τύπους πλοίων. Θα πρέπει λοιπόν ο πλοιοκτήτης ή ο διαχειριστής του πλοίου να κάνει μία επιλογή συστήματος που θα ταιριάζει και θα καλύπτει καλύτερα τις ανάγκες του πλοίου, λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές του συστήματος καθώς και τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν τόσο στην ακτή όσο και επάνω στο πλοίο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας έγκρισης τύπου. Χρειάζεται επομένως μία προσεκτική ανάλυση που θα βοηθήσει στη λήψη της καλύτερης δυνατής απόφασης. Η ανάλυση αυτή θα πρέπει να καλύπτει τα ακόλουθα θέματα:

Χαρακτηριστικά πλοίου και υπηρεσία

- **Τύπος πλοίου και χωρητικότητα:**

Στις περισσότερες περιπτώσεις ο τύπος του πλοίου είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας. Για το λόγο αυτό ταξινομούμε τα πλοία σε δύο ομάδες : Πλοία εξαρτώμενα σε μεγάλο βαθμό από το έρμα, όπως τα δεξαμενόπλοια και τα φορτηγά πλοία, και πλοία εξαρτώμενα σε μικρό βαθμό από το έρμα, όπως τα πλοία γενικού φορτίου και τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Αυτές οι ομαδοποιήσεις γίνονται με βάση τις διαφορές στην συνολική χωρητικότητα του έρματος, του ποσού της εκφόρτωσης σε κάθε λιμάνι και στη παροχή του έρματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πλοία που είναι εξαρτώμενα σε μεγάλο βαθμό από το έρμα πλέουν αρκετά συχνά χωρίς φορτίο (ballast condition). Η παροχή των αντλιών τους έχει σχεδιαστεί έτσι να μπορούν να λειτουργούν σε συνθήκες πλήρους φορτίου έρματος ή να μπορούν να εκφορτώσουν το έρμα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα ενώ βρίσκονται σε κάποιο λιμάνι (συνήθως 12, 18 ή 24 ώρες). Από την άλλη τα πλοία με μικρή εξάρτηση από το έρμα

έχουν γενικά μικρότερης χωρητικότητας δεξαμενές και σπάνια πραγματοποιούν ταξίδια σε άφορτη κατάσταση. Οι αντλίες τους δε χρειάζονται συνήθως να λειτουργούν σε συνθήκες πλήρους φορτίου έρματος μιας και πραγματοποιείται συχνά μετακίνηση του έρματος από μια δεξαμενή σε μία άλλη (για τη ρύθμιση της διαγωγής και της κλίσης) και όχι λειτουργία πλήρους πρόσληψης ή εκφόρτωσης έρματος.

- **Χαρακτηριστικά του έρματος**

Η θολότητα, η αλατότητα και η περιεκτικότητα της λάσπης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα, τη συντήρηση ή και την αξιοπιστία ορισμένων τεχνολογιών.

- **Χαρακτηριστικά της υπηρεσίας του πλοίου**

Η εμπορική οδός στην οποία δραστηριοποιείται το πλοίο μπορεί επίσης να είναι κρίσιμη για την επιλογή του συστήματος επεξεργασίας. Για παράδειγμα, ορισμένα πλοία μπορεί να μην δραστηριοποιούνται στις ΗΠΑ κι έτσι δεν θα υπάρξει ανάγκη να συμμορφωθούν με τους κανονισμούς των ΗΠΑ, εκτός από τις απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων και για τη τήρηση αρχείων ερματισμού.

Τεχνολογία επεξεργασίας

Ο δεύτερος πιο σημαντικός παράγοντας για την επιλογή ενός κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας, μετά από τον τύπο του πλοίου, είναι τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και οι απαιτήσεις των επιμέρους τεχνολογιών επεξεργασίας. Οι τεχνολογίες αυτές διαφέρουν ως προς τη μέθοδο, το χρόνο που απαιτείται για την επεξεργασία, τις απαιτήσεις ισχύος, τη πιθανότητα διάβρωσης και την εγγενή ασφάλεια.

- **Μέθοδος επεξεργασίας**

- ✓ Μηχανικά συστήματα:

Αυτά απαιτούν την ανακατεύθυνση της πλήρους ροής του έρματος μέσα από τα φίλτρα, τους υδροκυκλώνες ή τα άλλα διαχωριστικά. Για μεγάλο όγκο έρματος το μέγεθος του εξοπλισμού που απαιτείται μπορεί να αποτελεί πρόβλημα. Αν χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης του έρματος, το διήθημα θα πρέπει να διατηρείται επάνω στο σκάφος. Υψηλή συγκέντρωση ιζημάτων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα για τα φίλτρα.

- ✓ Φυσική απολύμανση:

Η υπεριώδης ακτινοβολία και η σπηλαιώση απαιτούν τη επεξεργασία ολόκληρης της ποσότητας του έρματος, αλλά ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της επεξεργασίας είναι μικρός, μιας και αυτό γίνεται όταν το νερό περνά διαμέσου του εξοπλισμού. Η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία γίνεται συνήθως τόσο κατά τη λήψη όσο και κατά την απόρριψη του έρματος. Η αποξυγόνωση μπορεί να γίνει κατά την πρόσληψη του έρματος ή απευθείας στις δεξαμενές δημιουργώντας φυσαλίδες. Ωστόσο για να φτάσουμε στα επιθυμητά ποσοστά θανάτωσης των οργανισμών μπορεί να χρειαστούν αρκετές ημέρες και για το λόγο αυτό οι δεξαμενές έρματος θα πρέπει να έχουν ένα κλειστό σύστημα εξαερισμού και να αδρανοποιούνται πλήρως.

✓ Χημική επεξεργασία:

Στις μεθόδους αυτές οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται εγχέονται στη κατάλληλη δοσολογία μέσα στην υπάρχουσα σωλήνωση του έρματος κατά τη διάρκεια της πρόσληψης ή απευθείας στις δεξαμενές. Η ποσότητα της δόσης θα πρέπει να προσαρμόζεται κατάλληλα ώστε να παρέχει τον επιθυμητό ποσοστό θανάτωσης των οργανισμών. Οι χημικές αυτές ουσίες μπορεί να είναι θανατηφόρες εντός λίγων ωρών συνήθως και έτσι δεν απαιτείται μεγάλος χρόνος για την επεξεργασία του έρματος. Είναι απαραίτητο οι ουσίες αυτές να εξουδετερώνονται προτού το έρμα να μπορεί να θεωρηθεί ασφαλές ώστε να εκφορτωθεί.

• **Πτώση πίεσης του συστήματος επεξεργασίας**

Τα συστήματα που επεξεργάζονται την πλήρη ποσότητα του έρματος μέσα από φίλτρα, συστήματα διαχωρισμού ή σωλήνες Βεντούρι, δημιουργούν μία πρόσθετη αντίσταση στη ροή του έρματος. Οι πτώσεις πίεσης για αυτά τα συστήματα ποικίλλουν, με τα περισσότερα να φέρονται πως είναι το λιγότερο από 1 bar έως περίπου 2 bar. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ανεπίστροφες βαλβίδες μπορεί να χρειαστεί να προστεθούν στο σύστημα μετά από ένα σύστημα διαχωρισμού για να παρέχουν επαρκή πίεση για την απομάκρυνση της ιλύος και / ή για τον αυτοκαθαρισμό. Εάν η εγκατάσταση απαιτεί να προστεθούν σημαντικά μήκη νέων σωληνώσεων έρματος αυτό θα οδηγήσει σε επιπλέον πτώσεις πίεσης κάτι το οποίο θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη.

• **Μέγεθος του συστήματος και απαιτήσεις χώρου**

Οι απαιτήσεις χώρου των συστημάτων ποικίλλουν, μιας και το 'αποτύπωμα' (footprint) μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 25m² για ένα σύστημα που μπορεί να χειριστεί ως 200m³/hour, ενώ για ένα σύστημα των 2,000 m³/hour οι απαιτήσεις σε χώρο μπορεί να είναι από 1 έως 100m². Τα συστήματα που χρησιμοποιούν φίλτρα ή απαιτούν επιπλέον εξοπλισμό για την απολύμανση, όπως για παράδειγμα γεννήτριες αδρανούς αερίου (inert gas), έχουν συνήθως μεγαλύτερες απαιτήσεις χώρου σε σύγκριση με τα συστήματα κάνουν χρήση χημικών ουσιών. Ένα άλλο πολύ σημαντικό ζήτημα από άποψη χώρου είναι οι σωληνώσεις του έρματος. Αν το σύστημα επεξεργασίας απαιτεί την εγκατάσταση νέων γραμμών, αυτό μπορεί να έχει μερικές φορές ακόμη μεγαλύτερο αντίκτυπο στις απαιτήσεις του χώρου από τον ίδιο τον εξοπλισμό επεξεργασίας. Τα συστήματα που δεν απαιτούν την ανακατεύθυνση της κύριας ροής του έρματος έχουν σίγουρα ένα πλεονέκτημα σε αυτή την περίπτωση. Εκτός από το συνολικό μέγεθος του εξοπλισμού επεξεργασίας, η ικανότητα του συστήματος να διασπάται εύκολα σε μικρότερες μονάδες βοηθά μιας και παρέχει περισσότερες επιλογές για το που θα γίνει η εγκατάσταση αυτών των μονάδων. Τέλος, δεν πρέπει να παραβλέπεται κατά την αναζήτηση του κατάλληλου χώρου για την εγκατάσταση του συστήματος η ανάγκη να προβλεφθεί επαρκής πρόσβαση στον εξοπλισμό για τη συντήρηση και την επιθεώρηση του. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει σκάλες, επιπλέον φωτισμό, ανθρωποθυρίδες, χώρο για την αποθήκευση των αναλωσίμων και τον καθαρισμό των εσωτερικών εξαρτημάτων όταν αυτό απαιτείται.

- **Υλικά κατασκευής και προστασία του συστήματος**

Ένα σύστημα επεξεργασίας θα πρέπει να πληροί όλες τις απαιτήσεις για τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν επάνω στο πλοίο, για την προστασία του εξοπλισμού και για την ασφάλεια των επικίνδυνων χώρων. Για το λόγο αυτό, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα εξαρτήματα του συστήματος και το επίπεδο προστασίας εξοπλισμού που παρέχεται θα πρέπει να επανεξεταστεί κατά το στάδιο της έγκρισης τύπου και να πιστοποιηθεί ώστε να είναι σε συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της κλάσης για παρόμοιο εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος σε παρόμοιες θέσεις επάνω στο πλοίο.

- **Απαιτήσεις ισχύος**

Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας από τα συστήματα επεξεργασίας του έρματος είναι δυνητικά ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εκλογή συστήματος, ειδικά για τα πλοία τα οποία έχουν μεγάλη εξάρτηση από το έρμα. Υψηλή κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζουν τα συστήματα ηλεκτρόλυσης, αποοξυγόνωσης και τα συστήματα χλωρίωσης, τα οποία μπορεί να έχουν κατανάλωση από 150 έως και 200 KW όταν πρόκειται να επεξεργαστούν ροές που φτάνουν μέχρι 2.000 m³/hour. Η ηλεκτροπαραγωγική ικανότητα του πλοίου μπορεί να καταστεί ανεπαρκής εάν το σύστημα επεξεργασίας χρειαστεί να λειτουργήσει ταυτόχρονα με άλλα συστήματα του πλοίου τα οποία καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας (π.χ. γερανοί, αντλίες εκφόρτωσης, boiler κ.α.)

- **Επιπτώσεις στην δεξαμενή έρματος και διάβρωση των σωληνώσεων**

Συστήματα επεξεργασίας που αλλάζουν τη χημική σύνθεση του υδάτινου έρματος ή και την ατμόσφαιρα στις δεξαμενές έρματος μπορεί να επηρεάσουν τα ποσοστά διάβρωσης τόσο στις δεξαμενές όσο και στις σωληνώσεις. Ακόμα, εάν δεν έχει γίνει σωστός σχεδιασμός και χειρισμός του συστήματος επεξεργασίας, τότε μπορεί επίσης να προκληθούν βλάβες και στις επιστρώσεις των δεξαμενών έρματος. Συστήματα που απομακρύνουν το οξυγόνο και διατηρούν μια αδρανή κατάσταση στις δεξαμενές μπορούν να βοηθήσουν να υπάρξουν σημαντικές μειώσεις στα ποσοστά διάβρωσης.

- **Επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια (χειρισμός, λειτουργία και συντήρηση)**

Η εγκατάσταση συστημάτων που κάνουν χρήση χημικών βιοκτόνων και άλλων δραστικών ουσιών στα πλοία εγείρει την ανησυχία για την υγεία και την ασφάλεια των μελών του πληρώματος που είναι υπεύθυνα για τη λειτουργία του εξοπλισμού και το χειρισμό των υλικών, καθώς επίσης ανησυχία και για τον κίνδυνο της ακούσιας απόρριψης στο περιβάλλον. Κάθε σύστημα που χρησιμοποιεί δραστικές ουσίες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με 'Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας' (Material Safety Data Sheet – MSDS) το οποίο περιγράφει το τρόπο της κατάλληλης αποθήκευσης και τις κατάλληλες διαδικασίες χειρισμού, καθώς και πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα που πρέπει να προστίθεται στο έρμα και τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση των χημικών ουσιών στο επεξεργασμένο νερό του έρματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: Παρουσίαση Συστήματος HYDE Guardian

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

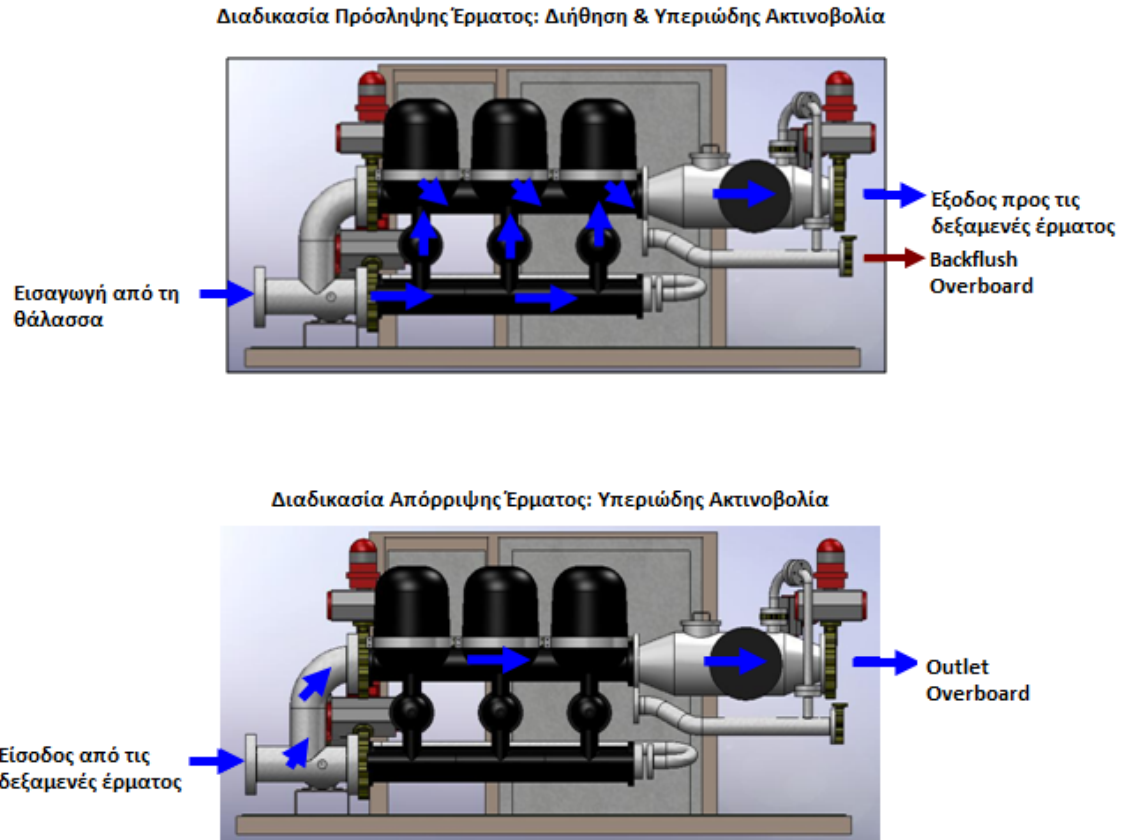
Το σύστημα στο οποίο καταλήξαμε πως είναι το καταλληλότερο να εγκαταστήσουμε στο προς μελέτη δεξαμενόπλοιο μας (oil/chemical product tanker) είναι αυτό της εταιρείας HYDE. Περισσότερα στοιχεία για το προς μελέτη πλοίο παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής, όπου και προτείνουμε το χώρο που θα εγκατασταθεί το σύστημα αυτό. Η επιλογή μας βασίστηκε στο γεγονός πως πρόκειται για ένα εμπορικά επιτυχημένο και αξιόπιστο σύστημα [έχει λάβει Έγκριση Τύπου από τον Αγγλικό (L.R.), Αμερικάνικο (A.B.S.), Ρωσικό (R.S.) και Νορβηγικό (D.N.V.) νηογνώμονα, από την Αγγλική και Ολλανδική σημαία και από την Αμερικανική Ακτοφυλακή (USCG). Επίσης, έως και σήμερα (Ιανουάριος 2014) υπάρχουν πάνω από 300 εγκατεστημένα συστήματα σε πάνω από 200 πλοία διαφόρων τύπων], στο γεγονός πως δεν χρησιμοποιεί καμία δραστική ή άλλη χημική ουσία για την επεξεργασία του έρματος και ο τρόπος επεξεργασίας δεν εγκυμονεί δευτερεύοντες κινδύνους για το πλοίο ή την υγεία του πληρώματος, όπως για παράδειγμα διάβρωση των δεξαμεμών ή των σωληνώσεων του έρματος. Ακόμα, σημαντικό παράγοντα για την συγκεκριμένη επιλογή συντέλεσε το γεγονός πως είχαμε πλήρη πρόσβαση σε όλα τα τεχνικά στοιχεία και χαρακτηριστικά του συστήματος. Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου θα γίνει προσπάθεια παρουσίασης του τρόπου λειτουργίας του συστήματος και των επί μέρους μερών από τα οποία αυτό αποτελείται.

Ship Type	No. Of Vessels
Offshore	102
Cruise	23
Tanker	21
LNG/LPG	4
Container	21
RORO/Ferry	5
Heavy Lift	3
General Cargo	15
Warships	9
Bulk Carrier	2
Other (Tug, Survey, Research, Dredger, Rescue, Fishing, Private Passenger)	44
Total No. of Ships	249
Total No. of Units	302
Ships	
New Building	Retrofit
207	42

Πίνακας 3.1: Εγκατεστημένα συστήματα HYDE Guardian (Πηγή: HYDE Marine)

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα προκειμένου να επεξεργαστεί το θαλάσσιο έρμα συνδυάζει σε πρώτη φάση τη διήθηση με τη χρήση φίλτρων για την απομάκρυνση των μεγαλύτερων σε μέγεθος σωματιδίων και οργανισμών, και στη συνέχεια ολόκληρη η ποσότητα του έρματος διέρχεται από τη διάταξη των λαμπτήρων της υπεριώδους ακτινοβολίας, προτού το έρμα εισέλθει στις δεξαμενές του πλοίου.



Εικόνα 3.1: Σχηματική αναπαράσταση της επεξεργασίας του έρματος κατά α) την πρόσληψη και β) την απόρριψη του.

Κατά τη διαδικασία απόρριψης του έρματος, το θαλασσινό νερό δεν διέρχεται τώρα από τη διάταξη των φίλτρων του συστήματος, αλλά τα παρακάμπτει μέσω ενός σωλήνα by-pass και διέρχεται για δεύτερη φορά από τη διάταξη των λαμπτήρων της υπεριώδους ακτινοβολίας προτού απορριφθεί πίσω στη θάλασσα.

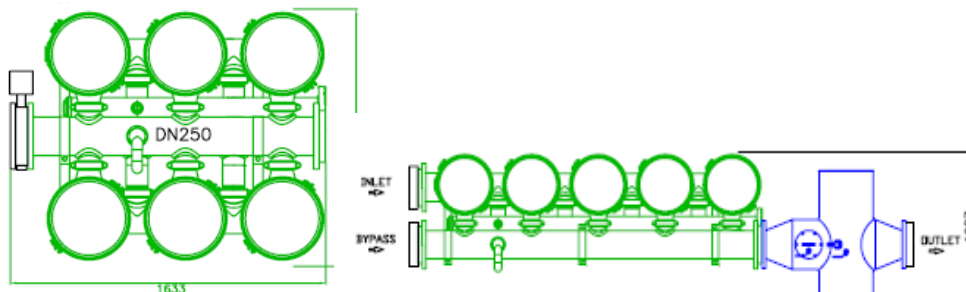
Υπάρχει επίσης η δυνατότητα πλύσης των φίλτρων (εφόσον παρατηρηθεί μείωση της απόδοσης τους ή αύξηση της πτώσης πίεσης του συστήματος, κάτι το οποίο μπορεί να σημαίνει πως υπάρχει συσσώρευση ακαθαρσιών στα φίλτρα). Κατά τη διαδικασία της ανάπλυσης το θαλάσσιο έρμα διέρχεται από τα φίλτρα με αντίθετη φορά από ότι κατά της διαδικασία της πρόσληψης του έρματος. Οι ακαθαρσίες από τα φίλτρα συγκεντρώνονται και καταλήγουν σε ένα σωλήνα αποστράγγισης (drain) και στη συνέχεια απορρίπτονται πίσω στη θάλασσα.

Ανάλογα με το είδος του πλοίου, τη χωρητικότητα των δεξαμενών έρματος τους και την παροχή των αντλιών του, μπορεί να γίνει επιλογή του κατάλληλου τύπου συστήματος μιας και υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης μεγάλου εύρους παροχών από 60 έως και 6000m³/hour.

Hyde GUARDIAN Model	System Capacity m ³ /hr (GPM)	Hyde Disc Filter Model	Hyde UV Model
HG60	60 (264)	3" x 4	080620
HG100	100 (440)	Galaxy 4" x 3	160620
HG150	150 (660)	Galaxy 4" x 4	160620
HG200	200 (880)	Galaxy 4" x 5	160635
HG250	250 (1100)	Galaxy 4" x 6	160635
HG300	300 (1320)	Galaxy 4" x 8	160835
HG350	350 (1540)	Galaxy 4" x 8	161235
HG450	450 (1980)	Galaxy 4" x 10	161235
HG500	500 (2200)	Galaxy 4" x 12	201235
HG600	600 (2640)	Galaxy 6" x 8	201235
HG700	700 (3080)	Galaxy 6" x 10	201835
HG800	800 (3520)	Galaxy 6" x 12	201835
HG900	900 (3960)	Galaxy 6" x 12	201835
HG1000	1000 (4400)	Galaxy 6" x 14	201835
HG1250	1250 (5500)	Galaxy 6" x 16	201850
HG1350	1350 (5940)	Galaxy 6" x 18	201850
HG1488	1488 (6550)	Galaxy 6" x 20	201850
HG1600	1600 (7040)	4 x SF50 3 x SF70	2 x 201835
HG2000	2000 (8800)	5 x SF50 4 x SF70 3 x SF90	2 x 201835
HG2500	2500 (11000)	4 x SF70	2 x 201850
HG2975	2975 (13090)	5 x SF70 4 x SF90	2 x 201850
HG4000	4000 (17600)	8 x SF70 5 x SF90	3 x 201850
HG5000	5000 (22000)	8 x SF70	4 x 201850
HG5950	5950 (26180)	8 x SF90	4 x 201850

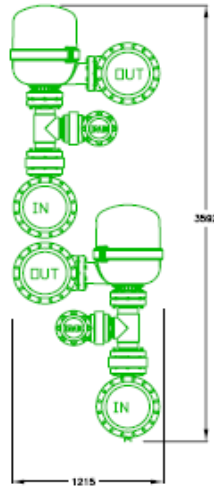
Πίνακας 3.2: Εύρος παροχών συστήματος

Σημαντικό πλεονέκτημα του συστήματος είναι η δυνατότητα που έχει να διαιρείται σε μικρότερες μονάδες, γεγονός που καθιστά την εύρεση χώρου για την εγκατάσταση του ευκολότερη καθώς προσφέρει αρκετές εναλλακτικές λύσεις για το πως θα είναι η διάταξη των επιμέρους συστημάτων του όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα.



Εικόνα

3.2α: Εναλλακτικοί τρόποι διάταξης του συστήματος α) παράλληλα β) σε σειρά



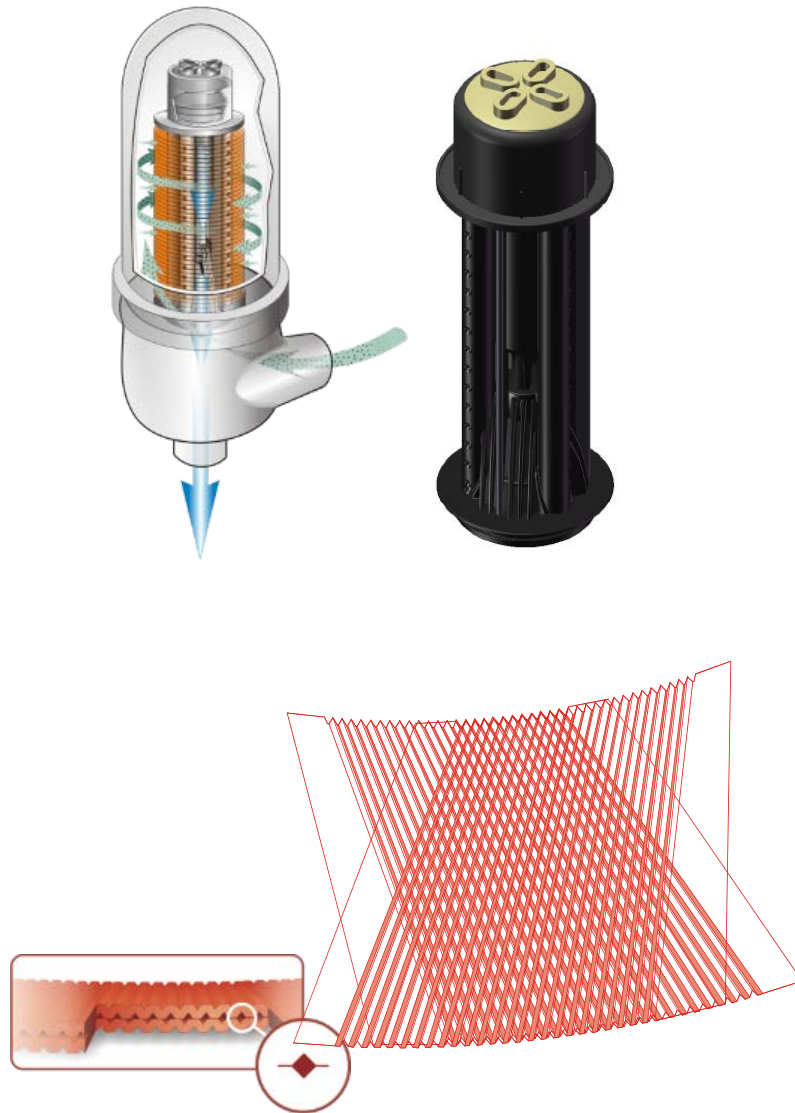
Εικόνα 3.2β: Εναλλακτικοί τρόποι διάταξης του συστήματος γ) οριζόντια

3. ΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ & ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥΣ

- **Φίλτρο (Stacked Disc Filter)**

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στη πρώτη φάση το σύστημα απομακρύνει τους μικροοργανισμούς και τα σωματίδια με τη χρήση φίλτρου. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται είναι πολυεπίπεδα φίλτρα δίσκου αυτόματης ανάπλυσης (backwash) με αποτέλεσμα την αποδοτική αφαίρεση σωματιδίων μεγέθους 25-50 μικρών. Η μεγάλη επιφάνεια διήθησης οδηγεί σε μικρότερη ταχύτητα διήθησης και ως εκ τούτου έχουμε καλύτερη και αποτελεσματικότερη συγκράτηση των οργανισμών και των ιζημάτων, επιτρέποντας παράλληλα στα μικρότερα στερεά σωματίδια να επικάθονται με τη βοήθεια της βαρύτητας εντός του πλέγματος του φίλτρου.

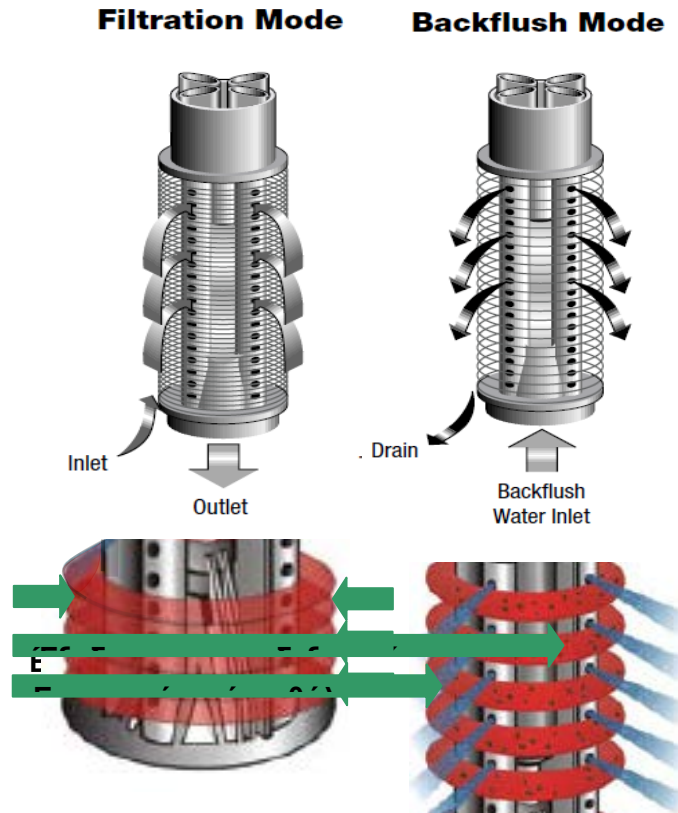
Τα φίλτρα δίσκων επηρεάζονται λιγότερο από τη υψηλή συγκέντρωση ιζημάτων από ότι τα φίλτρα άλλου είδους. Αυτό οφείλεται εξαιτίας της μεγάλης επιφάνειας διήθησης και του βάθους του φίλτρου, χάρη στα οποία μπορεί να μεταφέρει μεγαλύτερο αριθμό στερεών σωματιδίων πριν από την αύξηση της πίεσης με αποτέλεσμα την αυτόματη ανάπλυση για το καθαρισμό του φίλτρου. Η πτώση πίεσης στα φίλτρα αυτού του είδους είναι πολύ χαμηλή, της τάξης των 0,2 bar όταν τα φίλτρα είναι καθαρά και των 0,7 bar κατά τη στιγμή της ανάπλυσης. Επακόλουθο αυτής της μικρής πτώσης πίεσης είναι να απαιτείται μικρότερος όγκος νερού για την ανάπλυση των φίλτρων. Η κατασκευή τους γίνεται από τέτοια υλικά ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης, να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, να μην απαιτούν αντικατάσταση και να χρειάζονται τη λιγότερη δυνατή συντήρηση.



Εικόνα 3.2: α) διάταξη στελέχους φίλτρων β) στέλεχος φίλτρων
γ) αυλακώσεις στην επιφάνεια του φίλτρου δ) πλέγμα φίλτρων

Οι δίσκοι που αποτελούν τα φίλτρα στοιβάζονται και συμπιέζονται σε ένα ειδικά σχεδιασμένο στέλεχος (spline). Κάθε δίσκος έχει στην επιφάνεια του αυλακώσεις (grooves) και όπως είναι στοιβαγμένοι στο στέλεχος δημιουργούν ένα πυκνό πλέγμα από τεμνόμενες αυλακώσεις οι οποίες παγιδεύουν τα στερεά. Το στέλεχος που περιλαμβάνει τα φίλτρα κατασκευάζεται και αυτό από υλικό που αντέχει σε υψηλές πιέσεις και στη διάβρωση. Κατά τη διάρκεια της διήθησης, οι δίσκοι είναι σφικτά συμπιεσμένοι παρέχοντας έτσι υψηλή αποδοτικότητα φιλτραρίσματος. Η διήθηση λαμβάνει χώρα ενώ το νερό του έρματος περνάει από την εξωτερική διάμετρο προς την εσωτερική διάμετρο του στοιχείου. Κατά τη διάρκεια της ανάπλυσης οι δίσκοι μέσα στο στέλεχος παύουν να είναι στοιβαγμένοι. Το φιλτραρισμένο νερό έρματος ρέει διαμέσου ακροφυσίων μέσα στο ειδικό στέλεχος από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του κάθε στοιχείου φίλτρου. Η ροή του νερού κάνει τους δίσκους να καμφθούν και να απελευθερώσουν τα στερεά σωματίδια που συγκρατούν, τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται στη γραμμή αποστράγγισης (drain line). Ο χρόνος που

χρειάζεται για την ανάπτυξη ενός τέτοιου φίλτρου είναι της τάξης των 10 – 20 δευτερολέπτων.



Εικόνα 3.3: α) Λειτουργία κατά τη διήθηση β) Λειτουργία κατά την ανάπτυξη

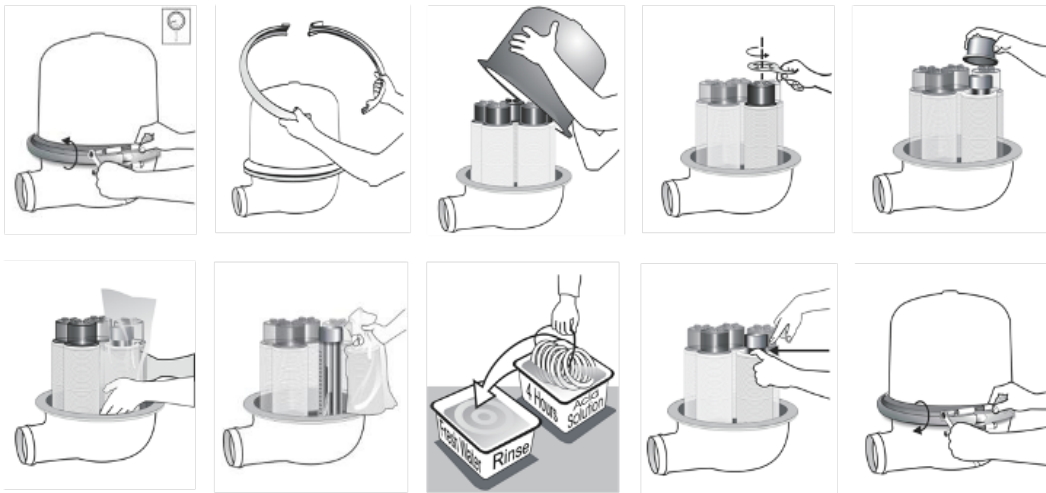


Εικόνα 3.4: Πραγματική εικόνα φίλτρου

Τα φίλτρα διατίθενται σε δύο μεγέθη ανάλογα με τη παροχή που έχουμε. Υπάρχουν φίλτρα 4 ιντσών, καθένα από τα οποία αποτελείται από πέντε στελέχη φίλτρων (κάθε τέτοιο

φίλτρο μπορεί να επεξεργαστεί έως 50m³/hour έρματος) και φίλτρα 6 ιντσών, καθένα από τα οποία αποτελείται από οκτώ στελέχη φίλτρων (κάθε τέτοιο φίλτρο μπορεί να επεξεργαστεί έως 80m³/hour έρματος).

Όπως αναφέραμε και προηγούμενα, δεν υπάρχει ανάγκη για τακτική συντήρηση των φίλτρων. Ωστόσο, εάν δεν επιθυμούμε να χρησιμοποιήσουμε για μεγάλο χρονικό διάστημα τα ίδια φίλτρα ή στη περίπτωση που το νερό του έρματος βρεθεί να περιέχει υπολείμματα από λάδι, θα πρέπει τότε να πραγματοποιείται χειροκίνητη αντικατάσταση ή καθαρισμός των στοιβάδων των φίλτρων. Η διαδικασία αυτή της συντήρησης είναι σχετικά απλή.



Εικόνα 3.5: Διαδικασία καθαρισμού ή αντικατάστασης φίλτρου

- **Διάταξη υπεριώδους ακτινοβολίας (U.V. Reactor)**

Όταν το DNA εκτεθεί στο υπεριώδες φως, προκαλούνται αλλοιώσεις στη δομή του με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η αναπαραγωγή των παθογόνων και των μικροοργανισμών που ακτινοβολούνται και να πεθαίνουν.

Η ποσότητα της ακτινοβολίας που είναι ικανή να προκαλέσει αυτές τις αλλοιώσεις στο γενετικό υλικό των μικροοργανισμών και να σταματήσει την αναπαραγωγή τους, είναι συνάρτηση της έντασης και του χρόνου.

$$Dose = I \times T$$

$$I: Ένταση \left(\frac{mW}{cm^2} \right)$$

$$T: Χρόνος (sec)$$

Καθώς αυξάνεται η παροχή έρματος, ο αριθμός ή η ένταση των λαμπτήρων UV θα πρέπει να αυξάνεται αναλογικά για να διατηρήσει τις ίδιες προδιαγραφές απολύμανσης. Ως εκ τούτου, το σύστημα UV πρέπει να είναι σχεδιασμένο για τη μέγιστη παροχή του έρματος καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής του λαμπτήρα.

Η απόδοση του συστήματος της υπεριώδους ακτινοβολίας μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες όπως η ύπαρξη αιωρούμενων σωματιδίων στο έρμα, από τη θερμοκρασία και την αλατότητα του νερού, από την ύπαρξη υψηλής συγκέντρωσης σιδήρου στο νερό και από τη διάρκεια της ζωής του λαμπτήρα.

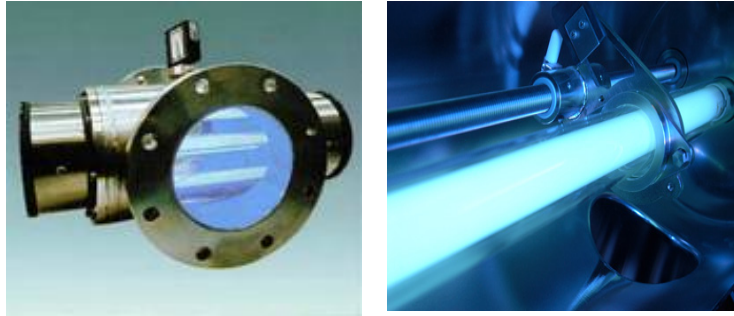
Τα είδη των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στα συστήματα επεξεργασίας έρματος είναι δύο, χαμηλής και μέσης πίεσης. Η διαφορά τους έγκειται στη θερμοκρασία λειτουργίας τους (40 έως 160 ° C έναντι 600 έως 800 ° C) και στο ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιούν για τη θανάτωση των μικροοργανισμών (25-40% μετατροπή της ονομαστικής ισχύος σε μικροβιοκτόνο υπεριώδες φως έναντι ποσοστού 10-15%).

Για τη παραγωγή της υπεριώδους ακτινοβολίας εφαρμόζεται ισχύς στα ηλεκτρόδια του λαμπτήρα δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο εξαιτίας του θερμού ιονισμένου αργού. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του τόξου ο υδράργυρος που υπάρχει στο λαμπτήρα ατμοποιείται παράγοντας το υπεριώδες φως. Η ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας εξαρτάται από τη ποσότητα του υδραργύρου που υπάρχει στο λαμπτήρα και από τη πίεση των ατμών του.

Πλεονέκτημα του λαμπτήρα μέσης πίεσης υπεριώδους ακτινοβολίας που χρησιμοποιεί το σύστημα της HYDE είναι πως λόγω της συμπαγούς σχεδίασης του έχει το μικρότερο 'αποτύπωμα' από κάθε άλλο σύστημα υπεριώδους ακτινοβολίας, και λειτουργεί σχεδόν χωρίς καμία πτώση πίεσης. Ο λαμπτήρας που έχει το σύστημα προσφέρει μεγάλη οικονομία στη κατανάλωση ενέργειας και παράλληλα αξιοπιστία, αφού η διάρκεια ζωής του σύμφωνα με το κατασκευαστή είναι 8,000 ώρες. Για την εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει σύστημα αυτόματου εντοπισμού της σχετικής έντασης της ακτινοβολίας, με δύο εναλλακτικά επίπεδα ισχύος. Αυτό της ονομαστικής ισχύος και της υψηλής ισχύος, για όταν κρίνεται απαραίτητο. Πρωτοπορία αποτελεί ακόμα η ύπαρξη αυτόματου συστήματος καθαρισμού από τεφλόν για τους σωλήνες ('μανίκια') χαλαζία (quartz sleeves), χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών, ελαχιστοποιώντας έτσι τις απαιτήσεις του συστήματος για συντήρηση. Τέλος, έχει λάβει πιστοποίηση ATEX (αντιεκρηκτική πιστοποίηση) για την εγκατάσταση σε επικίνδυνους χώρους (π.χ. Pump Room).

Επιπρόσθετα, η διάταξη διαθέτει ειδική θυρίδα για την επιθεώρηση ή την αντικατάσταση των λαμπτήρων (στο πέρας της διάρκειας ζωής τους ή εξαιτίας κάποιας ζημιάς), αισθητήρα παρακολούθησης της θερμοκρασίας του νερού (σημαίνει συναγερμός στους 60 ° C), σύστημα ψύξης και βαλβίδα εξαερισμού. Για τη επαρκή ψύξη του συστήματος θα πρέπει η παροχή του ψυκτικού να είναι τουλάχιστον 0.5 m³/hr ανά παραγόμενο kW υπεριώδους ακτινοβολίας.





Εικόνα 3.6: Διάταξη λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας



Εικόνα 3.7: Λαμπτήρας U.V. και σύστημα καθαρισμού

- **Πίνακας Ελέγχου (Control System)**

Ο πίνακας ελέγχου αποτελείται από το Programmable Logic Controller (PLC), το Operator Interface Terminal (OIT) και τη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Ορισμένες λειτουργίες του συστήματος μπορεί να εκτελούνται με το χέρι από την οθόνη του OIT ενώ βρισκόμαστε στη κατάσταση της χειροκίνητης λειτουργίας. Οι λειτουργίες αυτές είναι:

- Άνοιγμα και κλείσιμο των βαλβίδων
- Ενεργοποίηση / Απενεργοποίηση της βοηθητικής αντλίας (booster pump)
- Εκτέλεση λειτουργίας ανάπλυσης (backwash)

Αντίστοιχα, αυτόματες λειτουργίες που εκτελούνται / ελέγχονται από το πίνακα ελέγχου είναι:

- Παράκαμψη του συστήματος επεξεργασίας σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης του πλοίου ή σε περίπτωση συναγερμού του συστήματος
- Πρόσληψη Έρματος
- Εκφόρτωση Έρματος
- Stripping
- Ψύξη των λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας

Ακόμα, ο πίνακας ελέγχου μας ενημερώνει με διάφορους συναγερμούς για πιθανές βλάβες κατά τη λειτουργία του συστήματος (χωρίς όμως να διακόπτεται η λειτουργία του), όπως:

- Χαμηλή ένταση των λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας που μπορεί να προκληθεί από την υψηλή θολότητα του νερού, ή τη μικρή ικανότητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο νερό, ή επειδή βρισκόμαστε κοντά στο τέλος της ζωής του λαμπτήρα. Το κατώτερο όριο είναι το 70% της ονομαστικής έντασης.
- Πρόβλημα λαμπτήρα UV (δεν διέρχεται ρεύμα από το λαμπτήρα)
- Υψηλή θερμοκρασία συστήματος (η θερμοκρασία του αέρα στο περίβλημα υπερβαίνει τους 60 ° C)

Αντίθετα, ο πίνακας ελέγχου διακόπτει άμεσα τη λειτουργία του συστήματος όταν σημάνει κάποιος από τους ακόλουθους συναγερμούς:

- Η θερμοκρασία στο περίβλημα ξεπεράσει τους 70° C
- Η θερμοκρασία του νερού στον αντιδραστήρα του υπεριώδους φωτός ξεπεράσει και αυτή τους 70° C
- Παρουσιαστεί υπερφόρτωση της αντλίας ανάπλυσης
- Αποτυχία ανάπλυσης των φίλτρων
- Αποτυχία στο άνοιγμα ή κλείσιμο των βαλβίδων (απαιτείται χρόνος μεγαλύτερος των 5 sec)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Προμελέτη Εγκατάστασης στο επιλεγμένο πλοίο

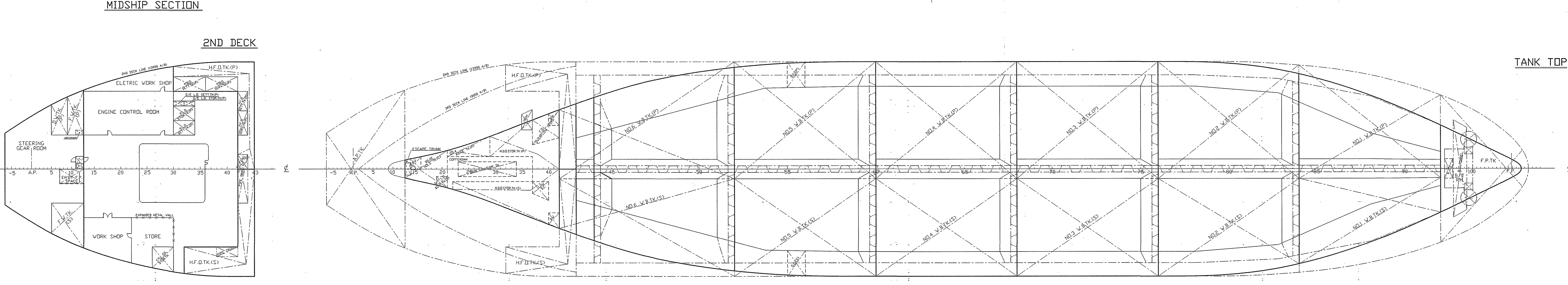
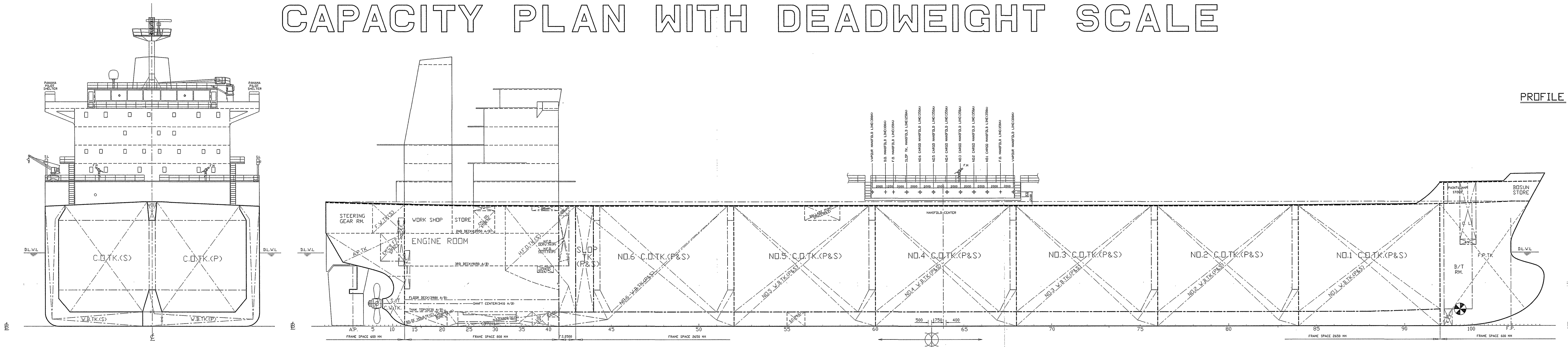
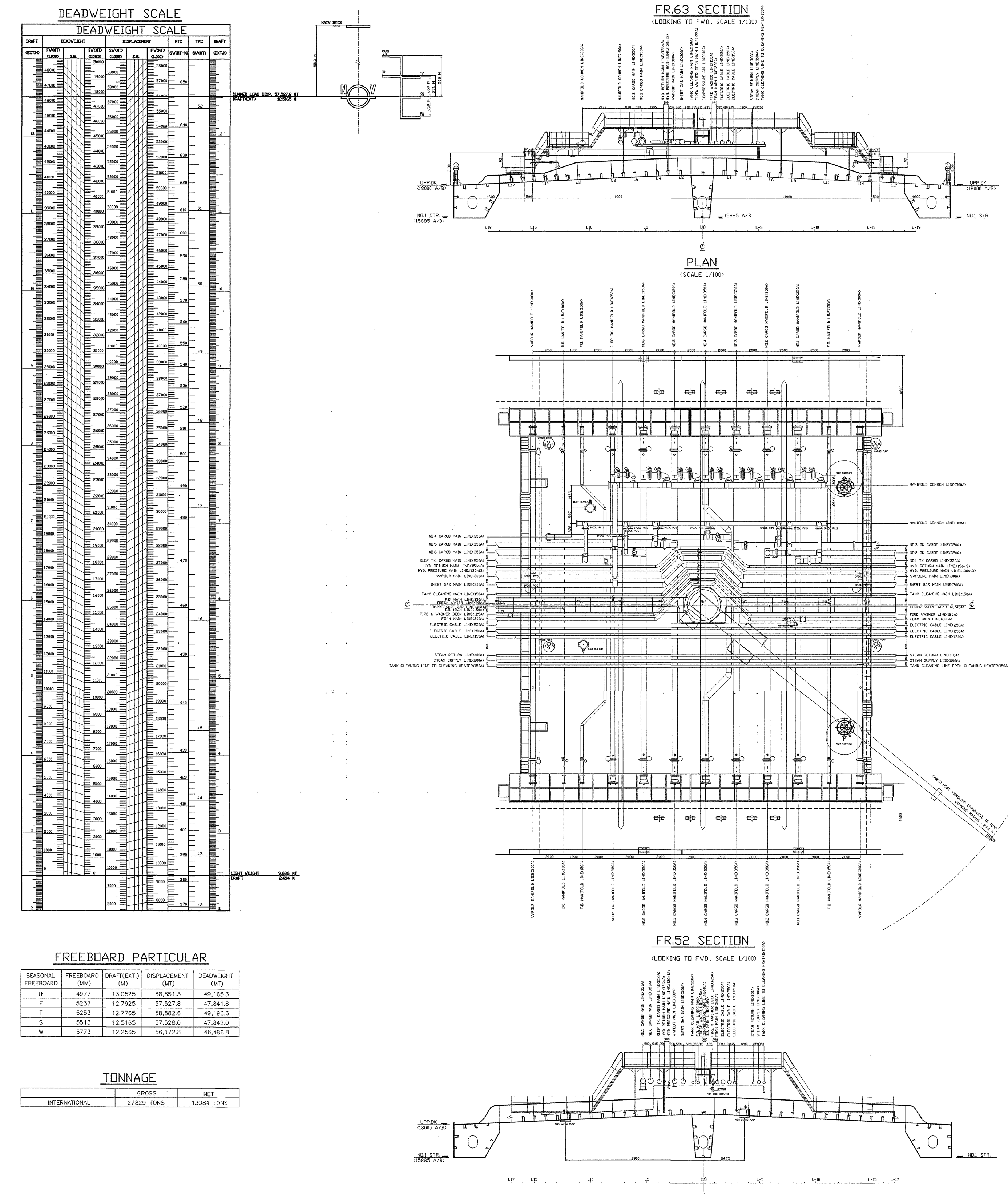
1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ

Το προς μελέτη πλοίο, στο οποίο θέλουμε να εξετάσουμε τη δυνατότητα εγκατάστασης συστήματος επεξεργασίας έρματος, είναι ένα double hull δεξαμενόπλοιο (oil/chemical product tanker) με πτυχωτή φραχτή και εγκάρσιες ελαιοστεγής (oil tight) πτυχωτές φραχτές. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

- Έτος Κατασκευής: 2003
- Χώρα Κατασκευής: Κορέα
- Μήκος (L.O.A.): 183.20 (m)
- Μήκος (L.B.P.): 174.00 (m)
- Πλάτος (MLD): 32.20 (m)
- Κοίλο (MLD): 18.00 (m)
- Βύθισμα Σχεδίασης (Design Draft): 11.00 (m)
- Βύθισμα Θέρους (Summer Draft): 12.517 (m)
- Νεκρό Φορτίο (Deadweight): 47.791 (MT)
- Εκτόπισμα (Displacement): 57.528 (MT)
- Βάρος κενού πλοίου (Lightship): 9.737 (MT)
- Κλάση (Classification Society): D.N.V.
- Κύρια Μηχανή: HYUNDAI B&W 7S50MC-C (MCR 15,015 BHP @ 127 RPM / NCR 11,390 BHP @ 115.8 RPM)
- Ηλεκτρικές Γεννήτριες: 4 (3 Κύριες + 1 Έκτακτης Ανάγκης) 910KW 450V/3PH/60HZ @ 720 RPM
- Μέγιστη Ταχύτητα: 14,5 Κόμβοι
- Συνολική Χωρητικότητα Έρματος: 22,218.7 m³
- Αντλίες Έρματος: 2 FRAMO x 750m³/h x 25m T. H.

Η κύρια εμπορική δραστηριότητα του πλοίου εντοπίζεται στη περιοχή της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής, πραγματοποιώντας τακτικά ταξίδια μεταξύ Σάντος (Βραζιλία) και Χιούστον – Τέξας (Η.Π.Α.), απόσταση 6,741 ναυτικών μιλίων την οποία διανύει σε περίπου 23 με 28 ημέρες (μέση ταχύτητα περίπου 11.5 κόμβοι). Κατά τη διάρκεια αυτού του δρομολογίου, ο κύκλος ερματισμού του πλοίου αποτελείται από μία πρόσληψη και μία εκφόρτωση έρματος συνολικής διάρκειας περίπου 30 ωρών. Αντιλαμβανόμαστε, βάση των αριθμών αυτών, πως στη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους το πλοίο πραγματοποιεί 24 ερματισμούς και αφερματισμούς. Οι αριθμοί αυτοί θα μας χρησιμεύσουν στη συνέχεια στον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας του συστήματος που θα εγκαταστήσουμε. Παρακάτω, παρατίθεται το σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου, το Capacity Plan και το σχέδιο Μέσης Τομής του.

CAPACITY PLAN WITH DEADWEIGHT SCALE



TANK SEGREGATION GROUP

GROUP	COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	100% (M3)	98% (M3)	96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
ND1	ND1 CARGO TANK (P)	83.6-92.0	3206.3	3142.2	19763.8	10.847	64.25	2476
	ND1 CARGO TANK (S)	83.6-92.0	3206.3	3142.2	19763.8	10.847	64.25	2476
	ND1 CARGO TANK (P)	75.6-84.0	4465.6	4377.2	27531.0	10.415	41.88	4975
	ND1 CARGO TANK (S)	75.6-84.0	4465.6	4377.2	27531.0	10.415	41.88	4975
ND2	ND2 CARGO TANK (P)	67.6-76.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	22.80	5177
	ND2 CARGO TANK (S)	67.6-76.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	22.80	5177
	ND2 CARGO TANK (P)	59.6-68.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	1.60	5177
	ND2 CARGO TANK (S)	59.6-68.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	1.60	5177
ND3	ND3 CARGO TANK (P)	44.0-52.0	3932.2	3853.5	24237.8	10.977	-39.98	4952
	ND3 CARGO TANK (S)	44.0-52.0	3932.2	3853.5	24237.8	10.977	-39.98	4952
	ND3 CARGO TANK (P)	43.0-44.4	514.4	504.1	3170.1	11.508	-51.95	843
	ND3 CARGO TANK (S)	43.0-44.4	514.4	504.1	3170.1	11.508	-51.95	843
SUB-TOTAL			18020.2	17659.8	111076.8			
TOTAL			51592.8	50561.0	318018.8	10.573	9.32	

CARGO OIL & SLOP TANKS S.G. = 1000

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
ND1 CARGO TANK (P)	83.6-92.0	3206.3	3142.2	19763.8	10.847	64.25	2476
ND1 CARGO TANK (S)	83.6-92.0	3206.3	3142.2	19763.8	10.847	64.25	2476
ND2 CARGO TANK (P)	75.6-84.0	4465.6	4377.2	27531.0	10.415	41.88	4975
ND2 CARGO TANK (S)	75.6-84.0	4465.6	4377.2	27531.0	10.415	41.88	4975
ND3 CARGO TANK (P)	67.6-76.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	22.80	5177
ND3 CARGO TANK (S)	67.6-76.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	22.80	5177
ND4 CARGO TANK (P)	59.6-68.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	1.60	5177
ND4 CARGO TANK (S)	59.6-68.0	4563.6	4472.3	28129.9	10.403	1.60	5177
ND5 CARGO TANK (P)	44.0-52.0	3932.2	3853.5	24237.8	10.977	-39.98	4952
ND5 CARGO TANK (S)	44.0-52.0	3932.2	3853.5	24237.8	10.977	-39.98	4952
ND6 CARGO TANK (P)	44.0-52.0	3932.2	3853.5	24237.8	10.977	-39.98	4952
ND6 CARGO TANK (S)	44.0-52.0	3932.2	3853.5	24237.8	10.977	-39.98	4952
SLOP TANK (P)	43.0-44.4	514.4	504.1	3170.1	11.508	-51.95	843
SLOP TANK (S)	43.0-44.4	514.4	504.1	3170.1	11.508	-51.95	843
TOTAL			51592.8	50561.0	318249.1	10.573	9.32

WATER BALLAST TANKS S.G. = 1025

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
F.P.TK	92.0-118.1	1915.4	1863.3	10.649	81.40	4547	
ND1 W.B.TK (P)	84.0-92.0	1680.9	1722.9	6.754	65.57	3758	
ND1 W.B.TK (S)	84.0-92.0	1417.7	1453.2	7.579	65.53	1632	
ND2 W.B.TK (P)	76.0-84.0	1698.6	1741.0	5.429	44.90	8729	
ND2 W.B.TK (S)	76.0-84.0	1435.2	1471.1	6.001	44.96	4973	
ND3 W.B.TK (P)	68.0-76.0	1698.6	1740.9	5.195	23.76	9566	
ND3 W.B.TK (S)	68.0-76.0	1435.1	1471.0	5.724	23.83	5543	
ND4 W.B.TK (P)	60.0-68.0	1698.6	1740.9	5.194	2.56	3568	
ND4 W.B.TK (S)	60.0-68.0	1435.1	1471.0	5.724	2.63	5543	
ND5 W.B.TK (P)	52.0-60.0	1698.7	1727.9	5.244	-18.61	9161	
ND5 W.B.TK (S)	52.0-60.0	1432.4	1458.0	5.788	-18.53	5265	
ND6 W.B.TK (P)	44.0-52.0	2137.9	2191.3	5.616	-41.95	6539	
ND6 W.B.TK (S)	44.0-52.0	1841.6	1887.7	6.148	-42.01	3650	
4.P.TK	-6.5-13.0	716.0	733.9	13.912	-83.68	8263	
TOTAL			22218.7	22774.2	6.451	13.40	

LUB. OIL TANKS S.G. = 0.900

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
MAIN L.O. SUMP TK	23.0-34.0	20.4	18.0	1.224	-67.02	8	
M.L.O. SUMP TK (P)	30.0-34.0	22.8	20.1	15.600	-64.00	3	
M.L.O. SUMP TK (S)	30.0-34.0	22.8	20.1	15.600	-64.00	3	
G.V.E. L.O. SUMP TK (P)	30.0-32.0	3.8	3.3	15.600	-64.80	0	
G.V.E. L.O. SUMP TK (S)	32.0-34.0	3.8	3.3	15.600	-63.20	0	
C.O.I.L. SUMP TK(S)	26.0-30.0	33.6	31.4	15.600	-67.16	10	
S/T L.O. SUMP TK(S)	19.0-21.0	1.8	1.6	15.637	-73.56	0	
TOTAL			110.9	97.8	1.809	-65.72	

MISCELLANEOUS TANKS S.G. = 0.900

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
BILGE HOLD TK(S)	13.0-21.0	41.4	36.5	1.303	75.55	39	
DILY BILGE TK(P)	21.0-29.0	17.5	15.4	1.363	-68.90	6	
SURGE TK(P)	31.0-39.0	11.0	9.7	8.690	-61.60	8	
H.P.P.M. GAS OIL TK(P)	39.0-41.0	15.6	14.6	8.650	-59.00	135	
HYD. OIL TK(S)	42.0-42.6	10.7	9.5	15.600	-55.25	1	
TOTAL			97.2	85.7	4.943	-67.53	

FRESH WATER TANKS S.G. = 1.000

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
F.W.TK(P)	9.0-13.0	64.8	64.5	16.130	-80.37	50	
F.W.TK(S)	9.0-13.0	119.1	119.1	15.198	-81.45	80	
BRINK W.TK(P)	5.0-9.0	53.9	53.9	16.163	-82.76	28	
TOTAL			237.8	237.5	16.181	-81.45	

HEAVY FUEL OIL TANKS S.G. = 0.990

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
H.F.O.TK(P)	30.0-43.0	752.6	737.5	730.1	11.303	-66.41	1568
H.F.O.TK(S)	42.0-42.6	859.9	833.9	826.5	11.530	-68.61	1537
H.F.O. SERV.TK(P)	42.0-42.6	40.1	39.3	39.0	13.572	-55.26	6
H.F.O. SETT.TK(P)	42.0-42.6	35.6	34.9	34.5	13.173	-55.26	3
F.O.I. DIVER.TK(P)	38.0-42.0	15.6	15.7	15.6	1.286	-57.72	10
TOTAL			1695.2	1661.3	1644.2	11.415	-56.39

DIESEL OIL TANKS S.G. = 0.900

COMPARTMENTS	LOCATION (FRAME)	VOLUME 100% (M3)	VOLUME 98% (M3)	VOLUME 96% (M3)	V.C.G. FROM MIDSHIP (M)	L.C.G. FROM MIDSHIP (M)	I MAX. (M4)
M.D.D. STOR TK(P)	29.0-42.0	83.3	81.6	73.5	1.197	-60.60	129
M.D.D. STOR TK(S)	29.0-42.0	103.6	101.5	81.4	1.237	-61.79	182
ND.D. SETT.TK(P)	36.0-42.0	34.1	34.1	30.2	15.622	-58.40	4
M.D.D. SERV.TK(P)	30.0-36.0	34.8	34.1	30.2	15.622	-63.20	4
TOTAL			256.4	251.3	226.2	5.128	-61.71

PLAN HISTORY

DATE	REV	BY	DESCRIPTION	CHECKED BY
JAN 2007	001		ORIGINALLY PREPARED FOR DWS NO. 14099999.	
JUN 2007	002		REFLECTED OWNER'S COMMENTS: - CARGO MANIFEST - FUEL AND SECTION WITH LADING FOR IN SCALE 1/100 - SURVEY SCHEDULE AND P&C SHEET - FINE STRUCTURE DUMP INFORMATION - DEADWEIGHT SCALE - FREIGHT PARTICULARS - TONNAGE PARTICULARS (USED) - USE OF BARRELS BASED ON OIL CAPACITY TABLE - USE VOLUME ADDED IN FUEL AND DIESEL OIL CAPACITY TABLE - SLOP TANK VOLUME REFLECTED	
AUG 2007	003		HEIGHT IN PROFILE 1/2 WAS REFLECTED FREIGHT MARK AND FREIGHT PARTICULAR WAS REFLECTED	

* NOTE
VOLUME AND MANIFOLD ARRANGEMENT CAN BE CHANGED/REFLECTED ACCORDING TO THE DESIGN PROGRESS.

220-B PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH D. A. obt. 183.2 M
LENGTH B.L. 174.00 M
BREADTH MLD. 32.20 M
DEPTH MLD. 18.00 M
DRAFT DESIGN MLD. 11.00 M
DRAFT SCANT. MLD. 12.50 M
EXT. 12.517 M

MAIN ENGINE : HYUNDAI-B&W 7550MC-C
MCR : 15,015 BHP X 127.0 RPM
NCR : 11,390 BHP X 115.8 RPM

SPEED (SERVICE SPEED) : 14.5 KTS
(AT DESIGN DRAFT AND NCR WITH 15% S.M.)

CLASSIFICATION : DNV
-IA1 Tanker For DR ESP, Tanker For Chemicals ESP, Ship type 3, EO, ICE-1A

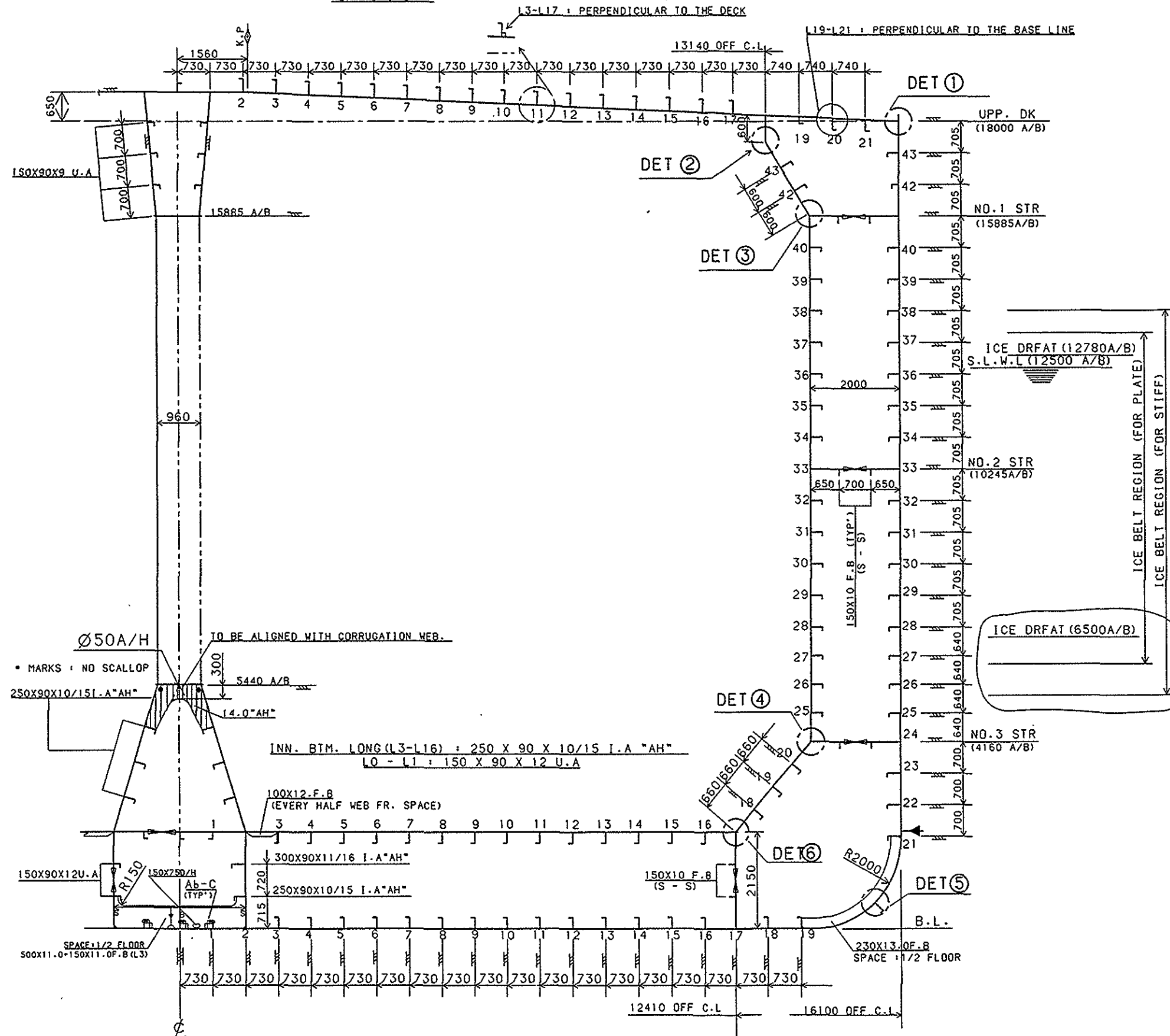
FLAG : **PERIA**

COMPLEMENT : **FINISHED PLAN**
0125 ANICKOV BRIDGE

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECKED
001	01/25/07	BASIC DESIGN DEPT		
002	01/25/07	TYPE 47K DWT OIL/CHEMICAL TANKER		
003	01/25/07	FINISHED PLAN		
004	01/25/07	FINISHED PLAN		
005	01/25/07	FINISHED PLAN		
006	01/25/07	FINISHED PLAN		
007	01/25/07	FINISHED PLAN		
008	01/25/07	FINISHED PLAN		
009	01/25/07	FINISHED PLAN		
010	01/25/07	FINISHED PLAN		
011	01/25/07	FINISHED PLAN		
012	01/25/07	FINISHED PLAN		
013	01/25/07	FINISHED PLAN		
014	01/25/07	FINISHED PLAN		
015	01/25/07	FINISHED PLAN		
016	01/25/07	FINISHED PLAN		
017	01/25/07	FINISHED PLAN		
018	01/25/07	FINISHED PLAN		
019	01/25/07	FINISHED PLAN		
020	01/25/07	FINISHED PLAN		
021	01/25/07	FINISHED PLAN		
022	01/25/07	FINISHED PLAN		
023	01/25/07	FINISHED PLAN		
024	01/25/07	FINISHED PLAN		
025	01/25/07	FINISHED PLAN		
026	01/25/07	FINISHED PLAN		
027	01/25/07	FINISHED PLAN		
028	01/25/07	FINISHED PLAN		
029	01/25/07	FINISHED PLAN		
030	01/25/07	FINISHED PLAN		
031	01/25/07	FINISHED PLAN		
032	01/25/07	FINISHED PLAN		
033	01/25/07	FINISHED PLAN		
034	01/25/07	FINISHED PLAN		
035	01/25/07	FINISHED PLAN		
036	01/25/07	FINISHED PLAN		
037	01/25/07	FINISHED PLAN		
038	01/25/07	FINISHED PLAN		
039	01/25/07	FINISHED PLAN		
040	01/25/07	FINISHED PLAN		
041	01/25/07	FINISHED PLAN		
042	01/25/07	FINISHED PLAN		
043	01/25/07	FINISHED PLAN		
044	01/25/07	FINISHED PLAN		
045	01/25/07	FINISHED PLAN		
046	01/25/07	FINISHED PLAN</		



ORDINARY SECTION DK LONG SPACE 730 MM (EX. AS SHOWN)



UPP. DK LONG

N O	STIFF. SIZE
0	150 X 90 X 9 U.A
2 - 17	300 X 90 X 11/16 I.A "AH"
19	150X90X12 U.A "AH"
20 - 21	250X90X12/16 I.A "AH"

L. BHD LONG

N O	STIFF. SIZE
18 - 19	250X90X12/16 I.A
20 - 42	250X90X10/15 I.A
43	250X90X12/16 I.A

S. SHELL LONG

N O	STIFF. SIZE
21 - 23	300X90X11/16 I.A
25 - 38	250X90X12/16 I.A "AH"
39 - 40	250x90x10/15 I.A
42	150X90X12 U.A
43	250X90X12/16 I.A "AH"

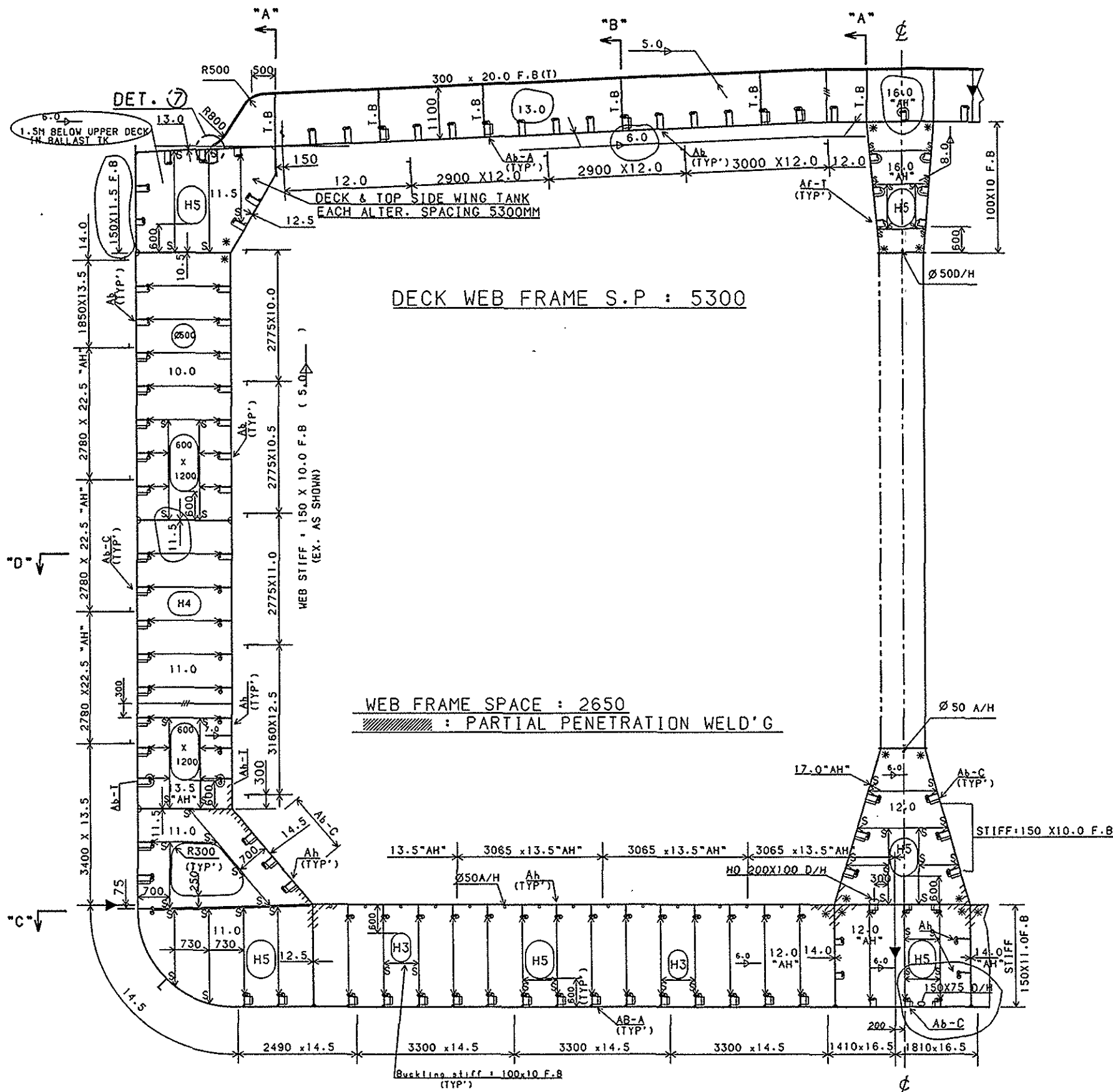
BTM. LONG.

N O	STIFF. SIZE
0 - 1	150X90X12 U.A
3 - 19	250X90X10/15 I.A "AH"

H0125-1A000H001-



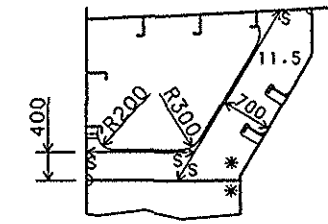
TYP. WEB. SECTION



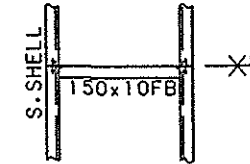
DECK & TOP SIDE WING TANK

STIFF : 100X11.5F.B (S-S)

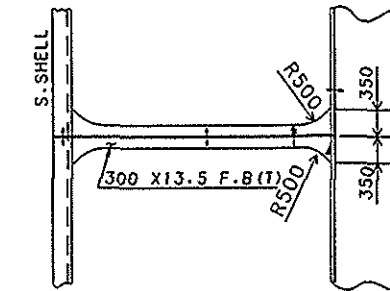
DECK & TOP SIDE WING TANK
 EACH ALTER. SPACING 5300MM



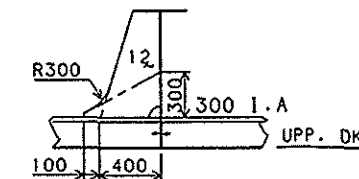
'D' PLAN



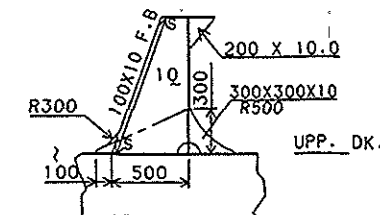
'C' PLAN



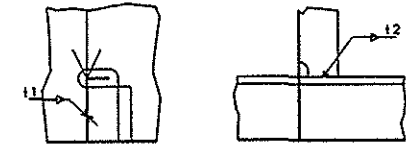
'B' ELEV.
(SC:1/50)



'A' ELEV.
(SC:1/50)



WELDING DETAIL



POSITION	L. NO	t1	t2
8TH. SHELL	3-19	7.0	6.0
L.BMD	32	6.0	6.0
L.BMD	34-35	5.5	5.5

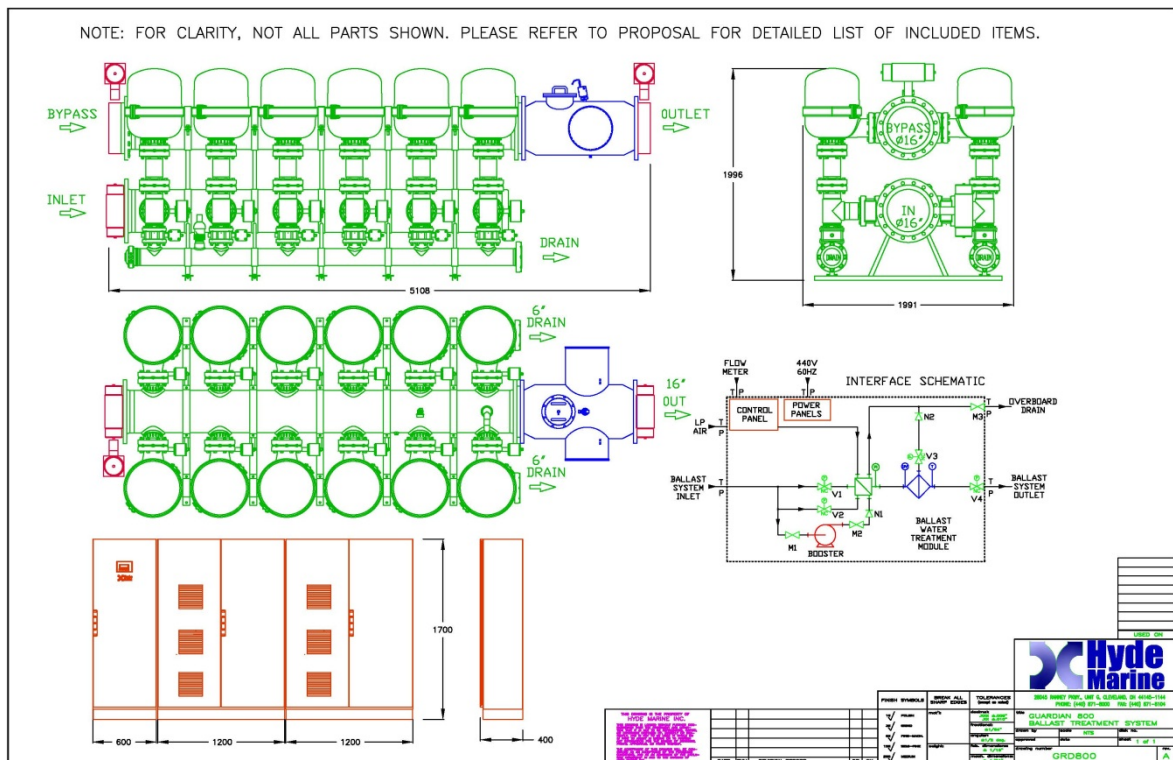
H0125-1A000H001-

2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα επεξεργασίας έρματος το οποίο επιλέγουμε να εγκαταστήσουμε στο προς μελέτη πλοίο είναι το HYDE GUARDIAN HG800. Οι προτεινόμενες λύσεις για την εγκατάσταση θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τους ισχύοντες κανονισμούς της Διεθνούς Σύμβασης για τον έλεγχο και τη διαχείριση του έρματος.

Η επιλογή του μοντέλου HG800 έγινε έτσι ώστε να ταιριάζει με τις υπάρχουσες αντλίες έρματος του πλοίου (υδραυλικά κινούμενες), ονομαστικής παροχής $2 \times 750 \text{ m}^3/\text{h}$ x 25m T. H. Τα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης εγκατάστασης επεξεργασίας είναι τα ακόλουθα:

- 2 Μονάδες HG800
- Ικανότητα ροής: $2 \times 800 \text{ m}^3/\text{h}$ (abt $2 \times 3.520 \text{ gpm}$)
- 12 Φίλτρα 6 ιντσών για κάθε μία μονάδα
- Ονομαστική / Μέγιστη κατανάλωση Ισχύος (kW) στο UV: 53 - 75 kW, ανά μονάδα
- Συνολικό βάρος ανά μονάδα (Φίλτρο, UV, πάνελ ισχύος και πίνακας ελέγχου): 3.145 kg
- Βαθμός διήθησης: 55 μικρά
- Μήκος x Πλάτος x Ύψος: 3900 x 1900 x 1900 mm
- Πτώση Πίεσης: 0.3-0.7 bar
- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 70 °C



Σχέδιο 4.1: Διάταξη συστήματος HG800

3. ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Για να καλυφθούν επαρκώς οι ανάγκες του πλοίου θα πρέπει να εγκατασταθούν σε αυτό συνολικά τρία συστήματα επεξεργασίας, δύο HG800 για την κάλυψη των δεξαμενών έρματος Νο. 1-6 (P&S) και ένα HG300 για την πρυμναία δεξαμενή έρματος. Το συνολικό κόστος κτήσης για τις τρεις αυτές μονάδες ανέρχεται στο ποσό των 752,000 δολαρίων (2 x 264,000 + 1 x 164,000).

Σύμφωνα με στοιχεία που μας παρέχει ο κατασκευαστής θεωρώντας ότι το κόστος της ενέργειας ανά kWh είναι ίσο με \$0,15/kWh, υπολογίζεται πως το κόστος για τη λειτουργία του συστήματος HG800 κυμαίνεται ανάμεσα στα \$8.0 με \$11.3 ανά ώρα λειτουργίας (μέση 53 - 75 kW ανά μονάδα), ενώ για το HG300 κυμαίνεται ανάμεσα στα \$3.5 με \$5.1 ανά ώρα λειτουργίας (μέση 24 - 34 kW ανά μονάδα). Επομένως για το πλοίο μας το κόστος λειτουργίας για τα τρία συστήματα που πρόκειται να εγκαταστήσουμε θα κυμαίνεται από \$19.5 έως \$27.7 ανά ώρα λειτουργίας τους.

Ακόμα, βάση των προδιαγραφών του κατασκευαστή, προληπτική συντήρηση σε βάθος χρόνου απαιτούν οι λαμπτήρες, τα quartz sleeves, και οι ελαστικοί δακτύλιοι (o-rings) του αντιδραστήρα υπεριώδους ακτινοβολίας.

Από διαθέσιμα στοιχεία του πλοίου, γνωρίζουμε πως ο ετήσιος κύκλος ερματισμού του αποτελείται από συνολικά 24 ερματισμούς και αφερματισμούς. Ο χρόνος που απαιτείται για προκειμένου να γεμίσουν ή αδειάσουν οι δεξαμενές έρματος του πλοίου είναι περίπου 15 ώρες (θεωρώντας πως οι αντλίες λειτουργούν στη μέγιστη παροχή τους και πως οι δεξαμενές έρματος γεμίζουν στο 100% της χωρητικότητάς τους). Επομένως, ετησίως ο κύκλος ερματισμού του πλοίου διαρκεί 35 ώρες και εάν δεχθούμε σύμφωνα με το κατασκευαστή πως η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων είναι 8,000 ώρες, προκύπτει τότε πως η αντικατάσταση των λαμπτήρων θα πρέπει να γίνεται κάθε 22,5 χρόνια (ή κάθε 270 μήνες). Για καθαρά προληπτικούς λόγους όμως, συστήνεται από το κατασκευαστή η αντικατάσταση τους να πραγματοποιείται κάθε 3 έτη (36 μήνες). Το κόστος της αντικατάστασης τους μαζί με τα λοιπά ανταλλακτικά τους είναι \$790 ανά λαμπτήρα, δηλαδή για το σύστημα HG800 που αποτελείται από 18 λαμπτήρες το κόστος είναι \$14,220 και για το HG300 που αποτελείται από 8 λαμπτήρες το κόστος είναι \$6,320. Πέρα από τη προληπτική αντικατάσταση των λαμπτήρων κάθε 3 έτη, ο κατασκευαστής προτείνει επιπλέον να γίνεται προληπτική συντήρηση σε ολόκληρο το σύστημα μία φορά το χρόνο. Το κόστος της συντήρησης αυτής συμπεριλαμβανομένων και των ανταλλακτικών που χρειάζονται, ανέρχεται στα \$2,000 ανά σύστημα το χρόνο. Βάση λοιπών όλως των παραπάνω δεδομένων, παρουσιάζεται στους επόμενους πίνακες το κόστος για τη προληπτική συντήρηση καθενός από τα δύο συστήματα που πρόκειται να εγκατασταθούν στο πλοίο, σε βάθος χρόνου.

Cost of Energy	0.15	USD/kWh
B.W. Tank Capacity	22,218.70	m ³
B.W. Pump 1	750	m ³ /h
B.W. Pump 2	750	m ³ /h
Ballast & Deballast Cycle	29.62	hrs
Cost of Lamps	650	USD/pcs
Expected Lamp lifelenght	8,000	rhrs
Ballast Time	14.81	hrs
Deballast Time	14.81	hrs
Annual B.W.T. Time (rhrs)	355	rhrs
Annual B.W.T. Time (days)	15	
Lamp renewal every	22.5	years
<i>or</i> lamp renewal every	270	month
Reccomeded lamp renewal by maker	36	months
Preventive Maintenance Cost		
Average cost of U.V. lamp	650	USD/pc
Average cost of U.V. quarts sleeve	100	
Average cost of Wiper rings	30	
Average cost of O-rings	10	
Total	790	USD / lamp
Other maintenance cost of system	2,000	USD / system / year

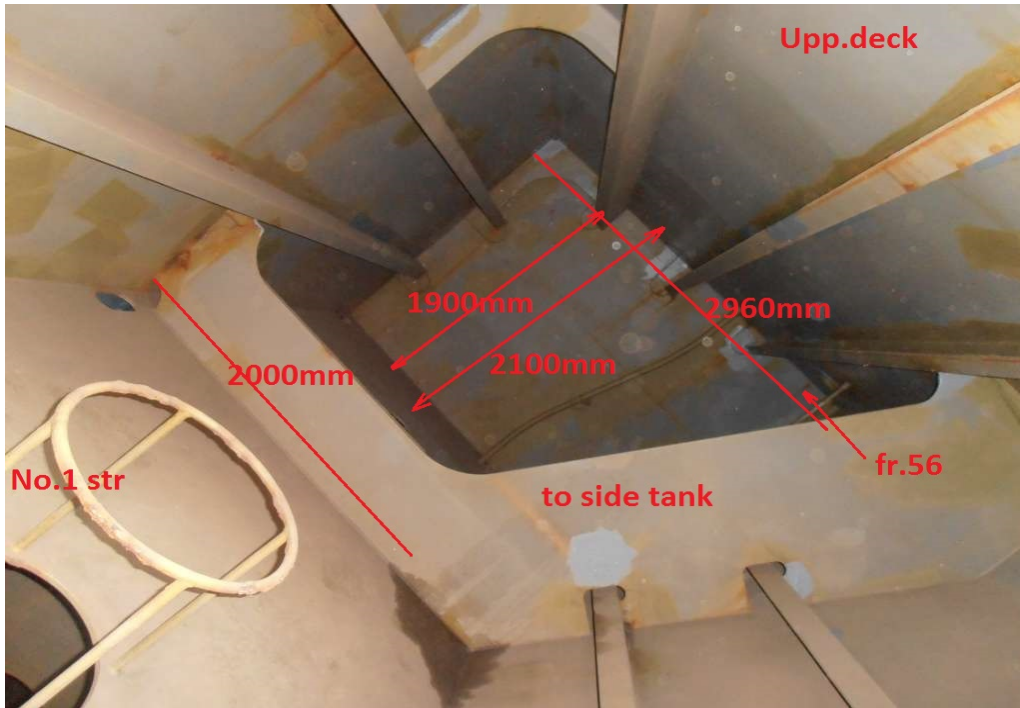
Πίνακας 4.1 – Υπολογισμός λειτουργικού κόστους

	EXPECTED PREVENTIVE MAINTENANCE COST		
System	3 Years	10 Years	Average/Year
HG800	\$20,220.00	\$67,400.00	\$6,740.00
HG300	\$12,320.00	\$41,066.67	\$4,106.67
Vessel's Total Cost (2*HG800,1*HG300)	\$52,760.00	\$175,866.67	\$17,586.67

Πίνακας 4.2 – Υπολογισμός λειτουργικού κόστους

4. ΧΩΡΟΙ ΠΛΟΙΟΥ

Η επιλογή του συγκεκριμένου δεξαμενόπλοιου έγινε γιατί είχαμε στη διάθεση μας όλα τα απαραίτητα σχέδια του (General Arrangement, Capacity Plan, Midship Section, Ballast Pump Room Design, Engine Room Machinery Arrangement, Engine Room Piping, Hull Piping Diagram, Piping Arrangement Upper Deck, Electric Load Analysis) και φωτογραφικό υλικό από χώρους του, ώστε να έχουμε μία όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης του πλοίου. Αποτέλεσμα της εξέτασης των σχεδίων και του υπόλοιπου υλικού για τους χώρους του πλοίου ήταν η εύρεση δύο εναλλακτικών λύσεων για το που μπορεί να γίνει η εγκατάσταση και οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια. Ακόμα, παρατίθενται και χαρακτηριστικές φωτογραφίες από τους χώρους αυτούς του πλοίου.



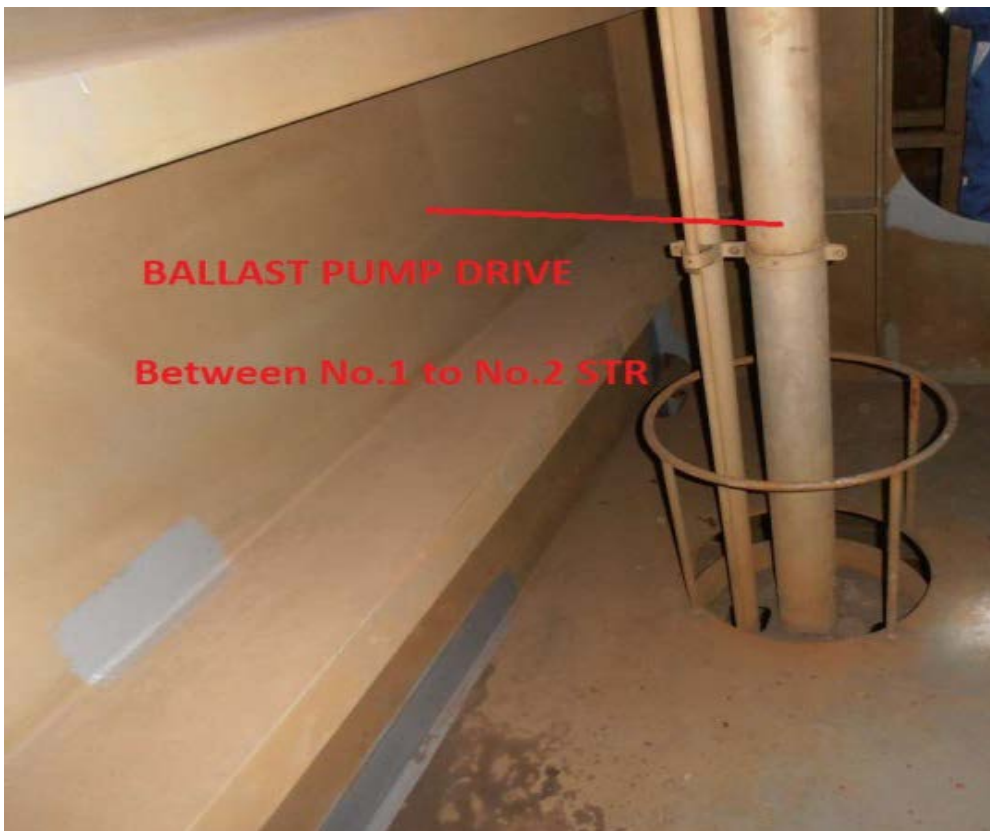
Εικόνα 4.1: Top Side Tank



Εικόνα 4.2: Top Side Tank



Εικόνα 4.3 Κατεβαίνοντας προς το No.2 Stringer



Εικόνα 4.4: No.2 Stringer



Εικόνα 4.5: No.2 Stringer



Εικόνα 4.6: No.2 Stringer



Εικόνες 4.7: No.2 Stringer



Εικόνα 4.8: No.2 Stringer



Εικόνα 4.9: No.2 Stringer



Εικόνα 4.10: No.2 Stringer



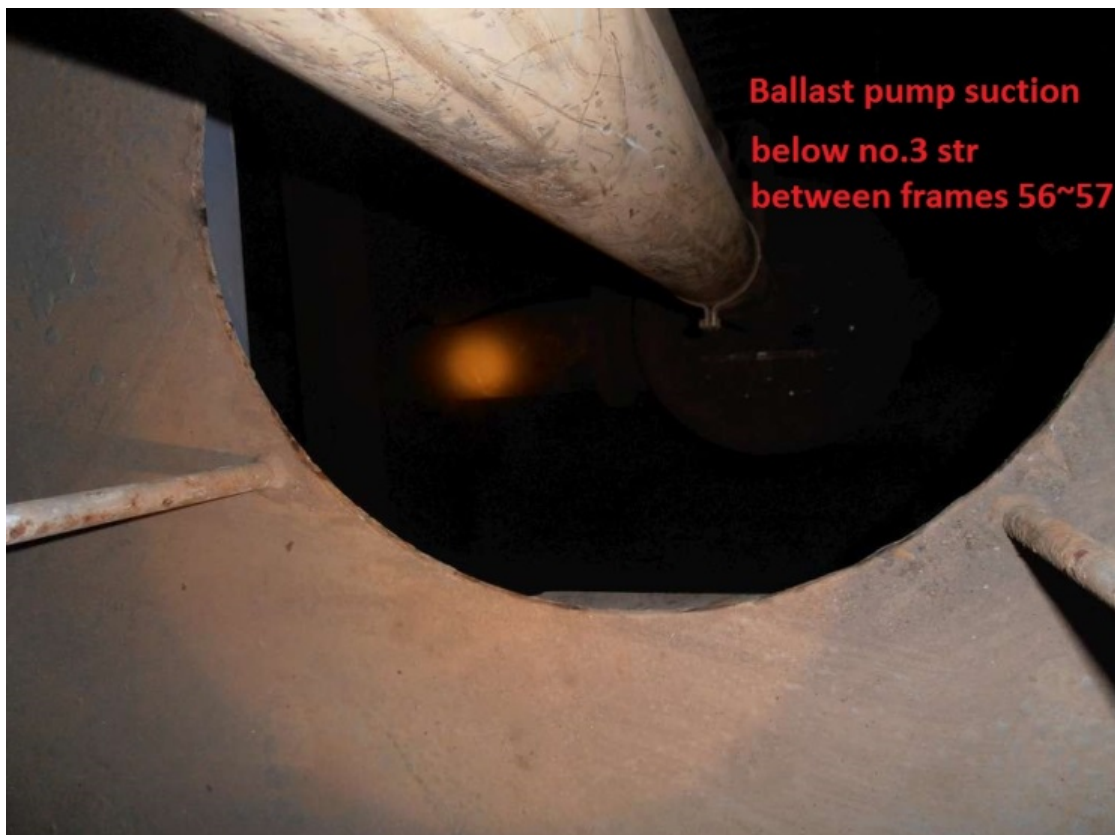
Εικόνα 4.11: No.2 Stringer



Εικόνα 4.12: No.2 Stringer



Εικόνα 4.13: Χώρος ανάμεσα στα 2 web frames



Εικόνα 4.14: No.3 Stringer



Εικόνα 4.15: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.16: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.17: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.18: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.19: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.20: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.21: Κατάστρωμα Πλοίου



Εικόνα 4.22: Κατάστρωμα Πλοίου

5. ΠΡΟΤΑΣΗ Νο. 1

Η εγκατάσταση των δύο επιλεγμένων μονάδων επεξεργασίας του έρματος προτείνεται να γίνει μέσα στις Νο. 5 υπάρχουσες δεξαμενές έρματος του πλοίου, όπως φαίνεται και στα σχέδια που ακολουθούν στη συνέχεια (Φωτογραφίες 4.1 – 4.14).

5.1. Περιοχή της μετασκευής

Οι υφιστάμενες Νο.5 δεξαμενές έρματος του πλοίου (No.5 W.B.T. P&S) που εκτείνονται στο διπύθμενο και στα wings, μπορούν να χωριστούν και να δημιουργήσουμε δύο νέα διαμερίσματα:

- ✓ Το στεγανό άνω τμήμα που θα εκτείνεται από το νομέα #52 ως το νομέα #56, από το No.1 Stringer έως το Κύριο Κατάστρωμα, σχηματίζοντας έτσι ένα στεγανό χώρο στα δεξιά και τα αριστερά του πλοίου μέσα στον οποίο μπορεί να εγκατασταθεί το σύστημα επεξεργασίας.
- ✓ Το στεγανό κάτω τμήμα της, που θα είναι η νέα Νο. 5 δεξαμενής έρματος.

5.2. Στάδια της μετασκευής

Κατασκευαστικές Τροποποιήσεις

Η κατασκευαστική επάρκεια του πλοίου καθώς και η συνολική αντοχή του, υπόκεινται σε αυστηρό έλεγχο από την κλάση του πλοίου, και ως εκ τούτου όλες οι απαιτούμενες κατασκευαστικές τροποποιήσεις και σχέδια υποβάλλονται εκ των προτέρων στη κλάση για έγκριση, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανόνες. Η κλάση θα εγκρίνει την ποιότητα των απαιτούμενων εργασιών για την εγκατάσταση του συστήματος, τις απαιτούμενες ενισχύσεις, τις συγκολλήσεις, κοψίματα κλπ. βάση των παρατηρήσεων και των σχολίων του Επιθεωρητή της που παρακολουθεί τη μετασκευή.

Οι εργασίες οι οποίες θα πρέπει να γίνουν, είναι οι εξής:

- ✓ Τοπικές κατασκευαστικές ενισχύσεις κατά μήκος της Νο.5 δεξαμενής έρματος απαιτούνται για τη θεμελίωση και τοποθέτηση του πρόσθετου εξοπλισμού κατεργασίας.
- ✓ Μόνιμο σφράγισμα τριών ανοιγμάτων διαστάσεως το καθένα 300x600, από κάθε πλευρά, που βρίσκονται στο No.1. Stringer στους νομείς 53 ½, 54 ½ και 55 ½(P & S)
- ✓ Μόνιμο κλείσιμο επτά ανοιγμάτων φωτισμού κι επικοινωνίας διαστάσεων Η0 200x100 που βρίσκονται στο No.1. Stringer κατά μήκος της Νο.5 δεξαμενής, στους νομείς:
 - 52 +200, 53 +200, 54 +200 (Αριστερή πλευρά)
 - 53 -200, -200 54, 55 -200, -200 56 (Δεξιά πλευρά)

- ✓ Επιθεώρηση των προσβάσεων που απαιτούνται από την κλάση για την πρόσβαση, την επιθεώρηση, τον εξαερισμό και τη συντήρηση των νέων κλειστών χώρων. Για παράδειγμα, μπορούμε να διατηρήσουμε τις υπάρχουσες ανθρωποθυρίδες που βρίσκονται στο κατάστρωμα για να αποκτήσουμε πρόσβασης στους νέους υδατοστεγής χώρους, καθώς και να γίνει μετατροπή των υπαρχόντων ανοιγμάτων πρόσβασης (ανθρωποθυρίδες) διαστάσεων 600x800mm του βρίσκονται στο νομέα 52 ½ πάνω στο No.1 stringer σε υδατοστεγής ανθρωποθυρίδες για πρόσβαση και επιθεώρηση της νέας No. 5 δεξαμενής έρματος.
- ✓ Η φραχτή του νομέα 54 θα πρέπει να τροποποιηθεί προκειμένου να καταστεί δυνατή η εγκατάσταση του συστήματος επεξεργασίας σε δύο γειτονικά διαμερίσματα. Η απαιτούμενη αυτή τροποποίηση της φραχτής απαιτεί και περαιτέρω ενίσχυσή της.
- ✓ Κατασκευαστικά απαιτείται και τοπική ενίσχυση για τη βάση, τον εξαερισμό, τις σωληνώσεις, τις απαραίτητες διόδους και το επιπλέον έρμα.
- ✓ Θα πρέπει να γίνει αναβάθμιση της υπάρχουσας δομής κατά μήκος των νέων κενών διαμερισμάτων στα απαιτούμενα πρότυπα για θερμική μόνωση και πυροπροστασία.
- ✓ Εκτιμάται πως το συνολικό βάρος χάλυβα για τις απαιτούμενες εργασίες μετασκευής θα είναι περίπου 10,8 μετρικοί τόνοι.

Τροποποιήσεις σωληνώσεων (Έρματος και άλλων σωληνώσεων)

Οι τροποποιήσεις στο δίκτυο των σωληνώσεων του πλοίου υπόκεινται και αυτές σε αυστηρό έλεγχο από την κλάση του πλοίου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει όλα τα απαιτούμενα σχέδια να προετοιμαστούν σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και να υποβάλλονται για έγκριση από τη κλάση.

Οι εργασίες οι οποίες θα πρέπει να γίνουν, είναι οι εξής:

- ✓ Για τη σύνδεση του συστήματος επεξεργασίας στο υφιστάμενο δίκτυο αναρρόφησης και στη γραμμή απόρριψης που βρίσκεται στο διπύθμενο του πλοίου, θα χρειαστούν νέες σωληνώσεις έρματος ND350/Sch.20 ή Sch.40 μήκους από 140 έως 150 περίπου μέτρα και πάχους 12,7 mm (υλικού και ποιότητας τουλάχιστον ίδιας με του αρχικού σχεδιασμού του πλοίου), καθώς και βαλβίδες και λοιπά εξαρτήματα (περίπου 20 'γωνιές' 90°, τέσσερις βαλβίδες butterfly, τέσσερις ανεπίστροφες βαλβίδες κλπ.).
- ✓ Για τη σύνδεση της γραμμής ανάπτυξης του συστήματος στη υπάρχουσα γραμμή απόρριψης του έρματος του πλοίου (overboard discharge) θα χρειαστούν νέοι σωλήνες ND150/Sch20 ή Sch.40 μήκους περίπου 27 έως 30 μέτρα,), καθώς και βαλβίδες και λοιπά εξαρτήματα (περίπου 6 'γωνιές' 90°, δύο βαλβίδες butterfly ή δύο ανεπίστροφες βαλβίδες κλπ.).
- ✓ Τόσο οι νέοι χώροι που θα δημιουργηθούν, όσο και η τροποποιημένη δεξαμενή No.5 θα πρέπει να εφοδιαστούν με κατάλληλα μέσα φυσικού εξαερισμού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κλάσης του πλοίου. Εκτιμάται πως τα υφιστάμενα εξαεριστικά καλύπτουν πλήρως τις απαιτήσεις για εξαερισμό των νέων δημιουργούμενων χώρων στους νομείς #52 ως #56. Ο εξαερισμός όμως της τροποποιημένης δεξαμενής No.5 θα πρέπει να επανασχεδιαστεί και να τοποθετηθούν δύο νέα εξαεριστικά. Μπορούν

να εξεταστούν και άλλες εναλλακτικές λύσεις με βάση τις πραγματικές συνθήκες που θα επικρατούν στο πλοίο εν πλω. Τα νέα εξαιριστικά της δεξαμενής θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κλάσης και του επιθεωρητή που θα επιθεωρήσει το πλοίο (εγκεκριμένου τύπου εξαιριστικό νερού στο επάνω μέρος, συσκευή αυτόματου κλεισίματος με φλογοπαγίδα, ύψος εξαιριστικού τουλάχιστον 760mm από το νερό (ILLC), επίστρωση με κατάλληλο εποξικό χρώμα και ανοδική προστασία από διάβρωση).

- ✓ Τόσο οι νέοι χώροι, όσο και η τροποποιημένη δεξαμενή θα πρέπει να εξοπλιστούν με κατάλληλα όργανα για τη μέτρηση της στάθμης των υγρών (sounding). Ένα νέο, παρόμοιο με το υπάρχον σύστημα που χρησιμοποιείται μπορεί να τοποθετηθεί για να εξυπηρετεί ξεχωριστά κάθε ένα από τους νέους χώρους που δημιουργούνται. Ωστόσο, οι σωλήνες για τη βυθομέτρηση της τροποποιημένης δεξαμενής No.5 μπορεί να χρειαστεί να επανασχεδιαστούν ή να μετακινηθούν σε άλλο σημείο, ανάλογα με την πραγματική γεωμετρία της δεξαμενής και το διαθέσιμο χώρο.
- ✓ Εκτιμώμενο βάρος των νέων σωληνώσεων και των λοιπών πρόσθετων εξαρτημάτων, περίπου 17,5-19 μετρικοί τόνοι.

Επιχειρησιακές και πρόσθετες πτυχές που πρέπει να εξεταστούν κατά τη μετασκευή

- ✓ Το βάρος του άφορτου πλοίου θα αυξηθεί ελαφρώς από το αρχικό κατά 0,4% περίπου (εκτίμηση 36 έως 38,5 μετρικούς τόνους), και ως εκ τούτου η διαθέσιμη μεταφορική ικανότητα θα μειωθεί εξ ίσου.
- ✓ Όλα τα επιπλέον βάρη είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και μετρήσιμα και ως εκ τούτου η ελαφρά αύξηση του lightship (η οποία είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια: $0,4% < 2%$) δεν απαιτεί την εκτέλεση πειράματος ευστάθειας του πλοίου μετά το πέρας των εργασιών τοποθέτησης του συστήματος επεξεργασίας του έρματος. Έτσι το βιβλίο ευστάθειας του πλοίου, το βιβλίο της ευστάθειας μετά από ζημία και τα λοιπά βιβλία του πλοίου δε θα χρειαστούν επανεξέταση, εκτός και αν υπάρχει σαφής ένδειξη πως το βάρος του άφορτου πλοίου έχει μεταβληθεί σημαντικά από το τελευταίο πείραμα ευστάθειας, λόγω οποιασδήποτε μεταβολής των βαρών του άφορτου πλοίου που μπορεί να συμβεί με το πέρασμα του χρόνου (πρόσθεση ή αφαίρεση μηχανημάτων και εξοπλισμού, απώλεια χάλυβα με τη πάροδο του χρόνου κ.α.).
- ✓ Μετά την τροποποίηση στη δεξαμενή έρματος No5 (P,S), η συνολική χωρητικότητα θα μειωθεί περίπου κατά $2 \times 59,9 \times 0,985 = 118,0m^3$, κατά το 0,5% της συνολικής αρχικής χωρητικότητας. Η μείωση κατά αυτό το ποσοστό είναι σχεδόν απίθανο πως θα επηρεάσει τη συμμόρφωση του πλοίου με τις απαιτήσεις της MARPOL (π.χ. ελάχιστο μέσο βύθισμα, διαγωγή, ευστάθεια, διαμήκη αντοχή, βύθιση προπέλας κ.α.) για ταξίδια άφορτης κατάστασης (ballast condition voyages).
- ✓ Τα ακόλουθα στοιχεία μπορούν να ζητηθεί να αναθεωρηθούν ή επιθεωρηθούν από τη κλάση ή τη Σημαία του πλοίου:
 - Σχέδιο γενικής διάταξης (General Arrangement Plan)
 - Σχέδιο χωρητικότητας (Capacity Plan with DWT Scale)
 - Βιβλίο Διαγωγής & Ευστάθειας (Trim & Stability Booklet)
 - Εγχειρίδιο Φόρτωσης (Loading Manual)
 - Πρόγραμμα Φόρτωσης (Loadicator)

- Σχέδιο σωληνώσεων και άντλησης έρματος (Ballast Water pumping and piping Plan)
 - Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος (Ballast Water Management Plan)
 - Διάγραμμα βυθομέτρησης (Air Vent and Sounding Diagram)
 - Σχέδιο Επικίνδυνων Ζωνών (Dangerous Zones Drawing)
 - Σχέδιο Πυροπροστασία (Fire and Safety Control Plan)
 - Ενεργειακοί Υπολογισμοί (Power Balance Calculation)
 - Πιστοποιητικό Χωρητικότητας (DWT & GT Certification)
- ✓ Κατανομή ηλεκτρικής ισχύος (νέες συνδέσεις και τροποποιήσεις στο υπάρχον δίκτυο): Για να μπορούν τα συστήματα να λειτουργούν κανονικά στο μέγιστο φορτίο τους, απαιτείται πρόσθετη (ονομαστική) ισχύς η οποία είναι 150 kW / 440V / 60Hz. Σε περίπτωση που χρειαστεί να κατασκευαστούν νέες γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος από το μηχανοστάσιο προς το χώρο εγκατάστασης του συστήματος και του πίνακα ελέγχου του, το συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων των προστατευτικών σωληνώσεων μπορεί να ανέλθει σε 25.000 δολάρια ΗΠΑ.
- ✓ Εκτιμώμενο κόστος εργασιών για την εγκατάσταση σύμφωνα με τη «Πρόταση 1»: Το κόστος για τις εργασίες τροποποίησης που απαιτούνται για την εγκατάσταση του συστήματος μέσα στη δεξαμενή έρματος Νο5, μπορεί να ανέλθει περίπου στις 144.000 δολάρια ΗΠΑ ± 5% και αναλύεται στα επιμέρους κόστη του Πίνακα 4.1. Το ποσό αυτό αποτελεί μια πρώτη εκτίμηση του κόστους των απαιτούμενων εργασιών και δεν περιλαμβάνει τα επιπλέον έξοδα για το δεξαμενισμό του πλοίου (κόστος ρυμουλκών, δεξαμενής, κόστος προσορμισμού, λοιπά γενικά κόστη δεξαμενισμού κ.α.), τα οποία παρουσιάζονται ενδεικτικά στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί. Οι τιμές προκύπτουν σύμφωνα με τις χρεώσεις (για την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2013) του κινεζικού ναυπηγείου SCSC στη περιοχή της Σαγκάης.

Στις επόμενες σελίδες απεικονίζεται τρισδιάστατα η εγκατάσταση μέσα στη Νο.5 δεξαμενή έρματος. Τα σχέδια έγιναν με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος Rhinoceros 4.0.

Piping											
Diam. (mm) Sch 40	Pipe Price (\$/m)	Total meters	Factor for installation in pump room	Factor for installation in double bottom	Factor for galvanized pipes	Factor for installation	Bend 90	Bend Price (\$/pc)	Flange	Flange Price (\$/pc)	Total Cost
350	390	150	-	1.3	1.25	1.2	20	165	12	190	\$117,577.00
150	120	30	1.25	-	1.25	1.2	6	55	5	35	\$7,120.00
											\$124,697.00

Valves						
Diam. (mm) Sch 40	Butterfly Valve (\$/pc)	Non-Return Valve (\$/pc)	No of Butterfly Valves	No of Non-Return Valves	Factor for installation in pump room	Total Cost
350	455	178	4	4	1.25	\$3,165.00
150	230	85	2	2	1.25	\$787.50
						\$3,952.50

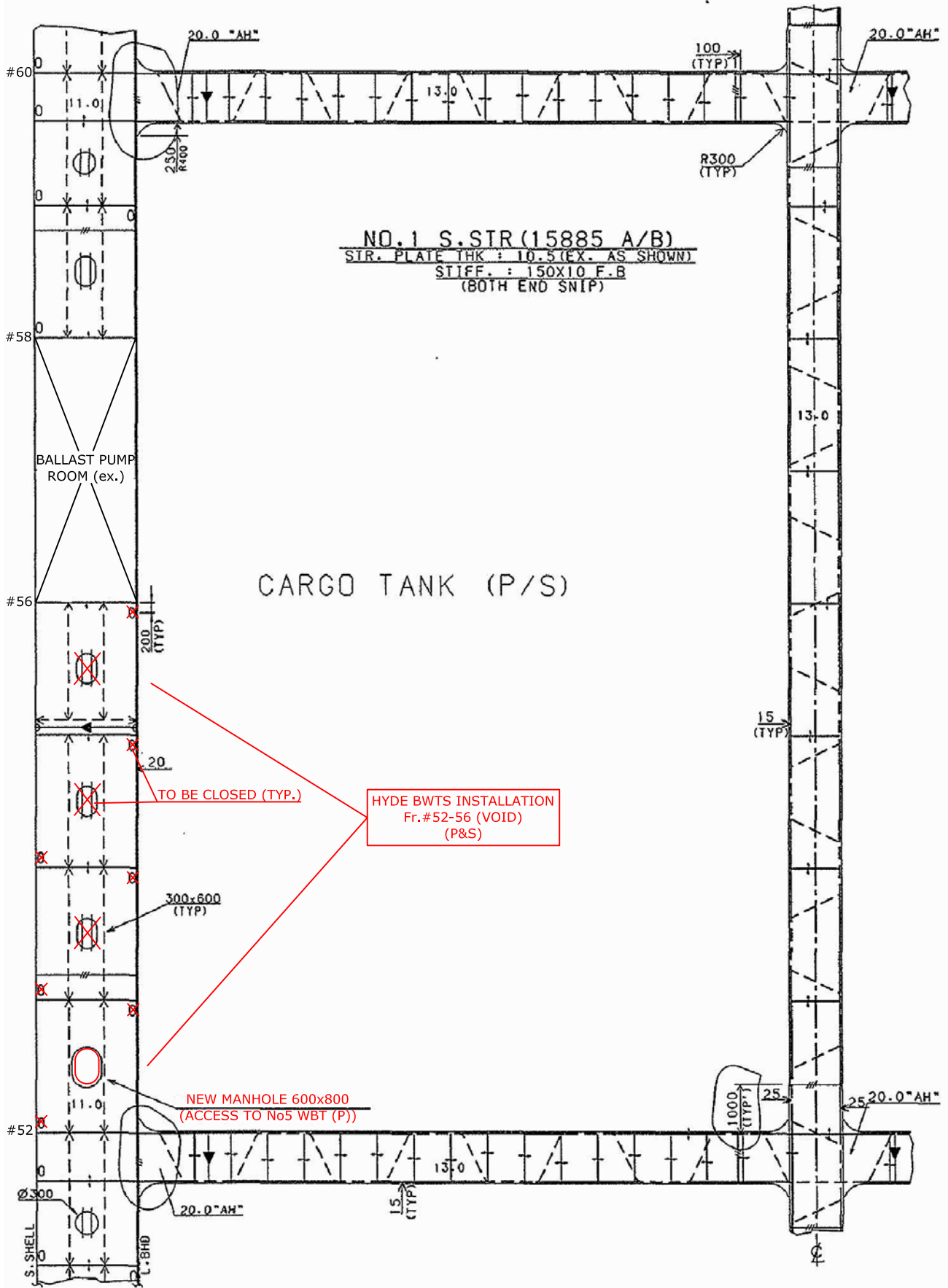
Steel Works					
Steel (kg)	Price (\$/kg)	Factor for High Tensile Steel	Factor for installation in pump room	Factor for installation in double bottom	Total Cost
10800	1	1.2	1.2	1.3	\$15,552.00

Final Cost for Proposal 1
\$144,201.50

Πίνακας 4.3 – Εκτίμηση κόστους Προτεινόμενης Πρότασης 1

Drydocking and General Service		
Work Description	Unit	Unit Price (USD)
<i>Drydocking/undocking</i>		
First two days	lot	\$16,280.00
Subsequent day	day	\$3,750.00
Wharfage	day	\$1,000.00
Mooring and unmooring	shift	\$950.00
Tugboat for arrival/departure	shift	\$4,200.00
Tugboat for docking/undocking	shift	\$4,200.00
Pilotage for arrival/departure	shift	\$1,000.00
Pilotage for docking/undocking	shift	\$1,000.00
Gangway	shift	\$750.00
Riggers for assistant	shift	\$950.00
<i>Blocking arrangement</i>		
Keel block	pc	\$150.00
Side block	pc	\$100.00
<i>General Services</i>		
Shore electric power(440V,60Hz)		
Connection/disconnection	line.time	\$100.00
Supply	kwh	\$0.30
Cooling water		
Connection/disconnection	line.time	\$40.00
Maintain pressure	line.day	\$40.00
Ballast water		
Connection/disconnection	line.time	\$40.00
Supply	ton	\$0.40
Fire line		
Connection/disconnection	line.time	\$40.00
Keep pressure	line.day	\$40.00
Fire watchman(2 men 24 hours)	day	\$120.00
Security Guard man (2 men 24 hours)	day	\$120.00
Fire extinguishers	day	\$30.00
Fresh water		
Connection/disconnection	line.time	\$40.00
Supply	ton	\$2.00
Galley refuse disposal	day	\$30.00
Gas free certificate		
Intinal inspection on arrival	time	\$250.00
Additional inspection	visit.tk	\$40.00
Bottom plug to remove/refit	pc	\$20.00
Vacuum test	pc	\$27.00
Wooden plugs to fit and remove with extension pipe	pc	\$10.00
Crane service for loading owners stores	set.hr	\$60.00
Sewage disposal		
Connection/disconnection	line.time	\$90.00
Removal/disposal	m3	\$90.00
Certificate from MSA	time	\$860.00

Πίνακας 4.4 – Γενικά Κόστη Δεξαμενισμού



NO. 1 S. STR (15885 A/B)
 STR. PLATE THK : 10.5 (EX. AS SHOWN)
 STIFF. : 150X10 F.B
 (BOTH END SNIP)

CARGO TANK (P/S)


BALLAST PUMP ROOM (ex.)

TO BE CLOSED (TYP.)
 HYDE BWTS INSTALLATION
 Fr. #52-56 (VOID)
 (P&S)

NEW MANHOLE 600x800
 (ACCESS TO No5 WBT (P))

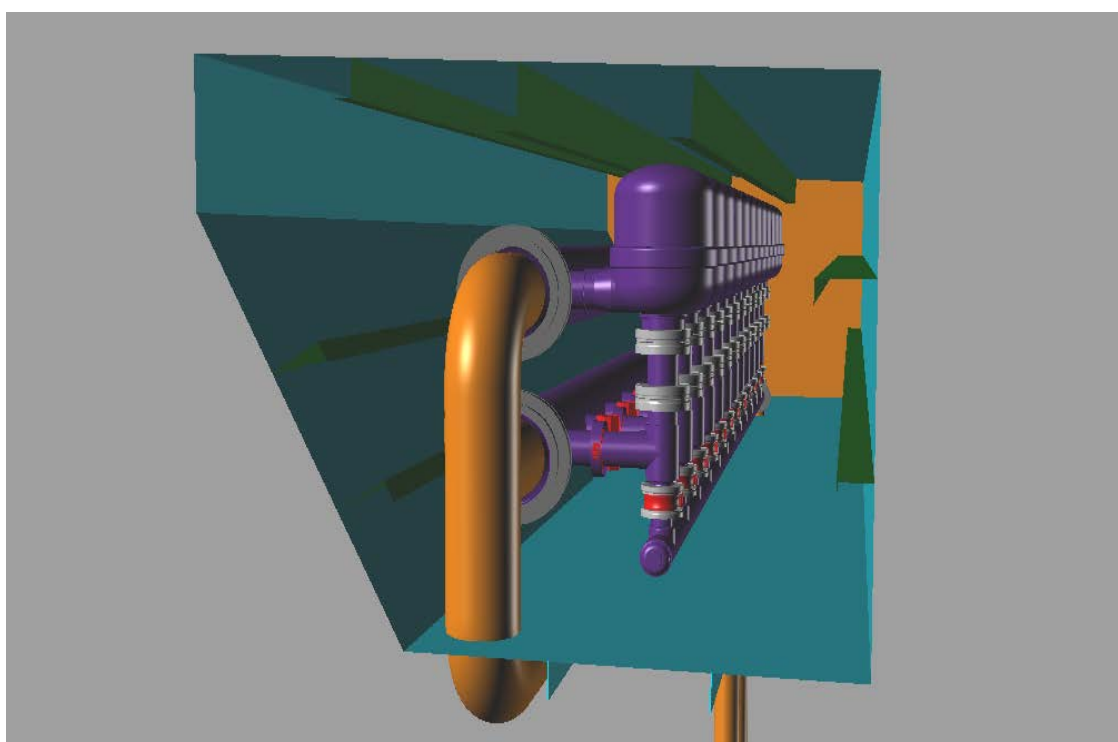
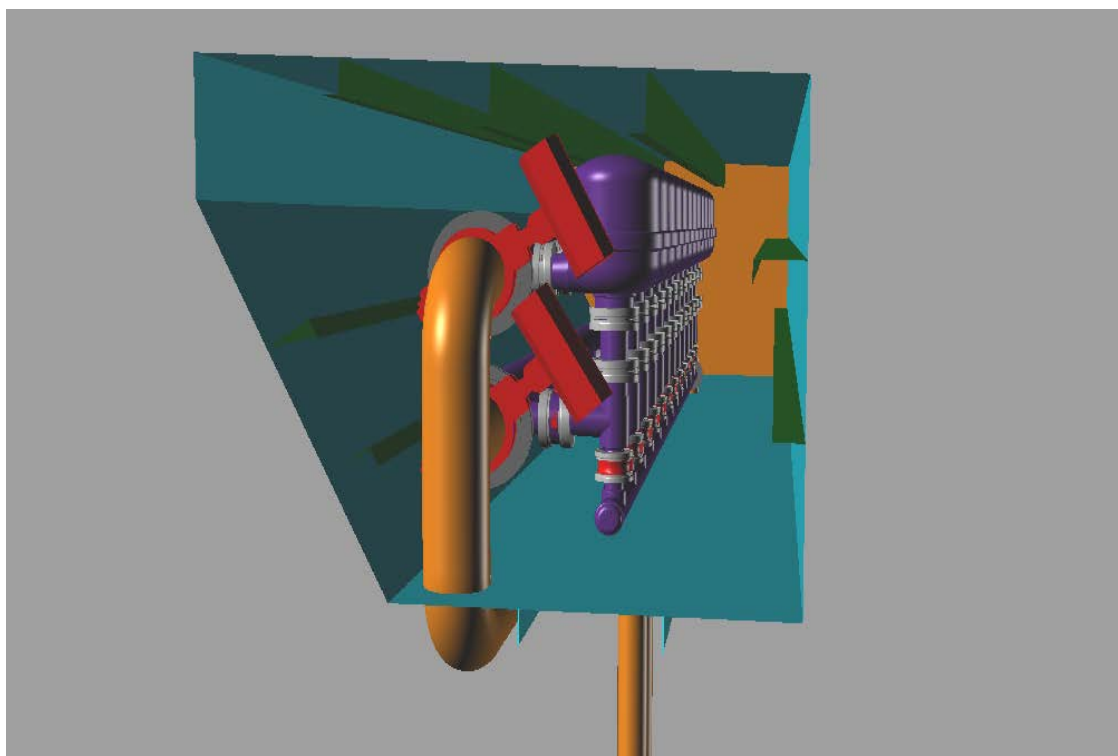
Designed	Date	Material
Checked	Date	Weight

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY of ATHENS
 28is Diktovriou 42, Athina 106 82
 TEL: +21 0362 1379

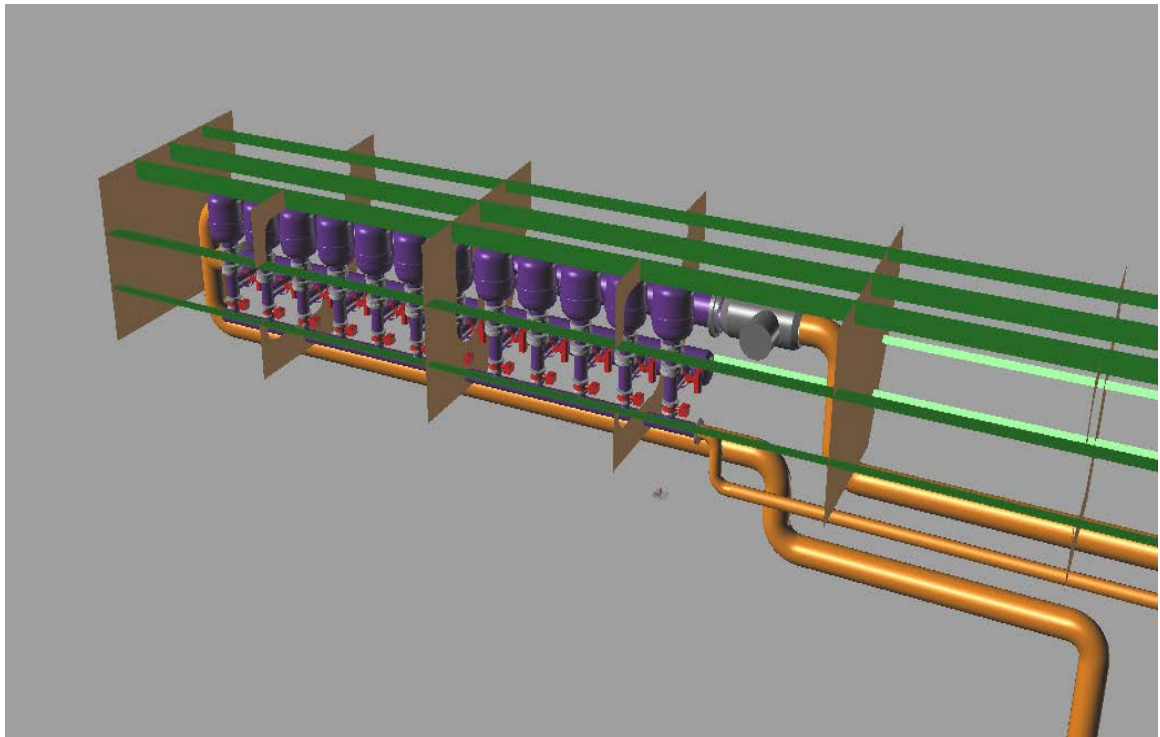
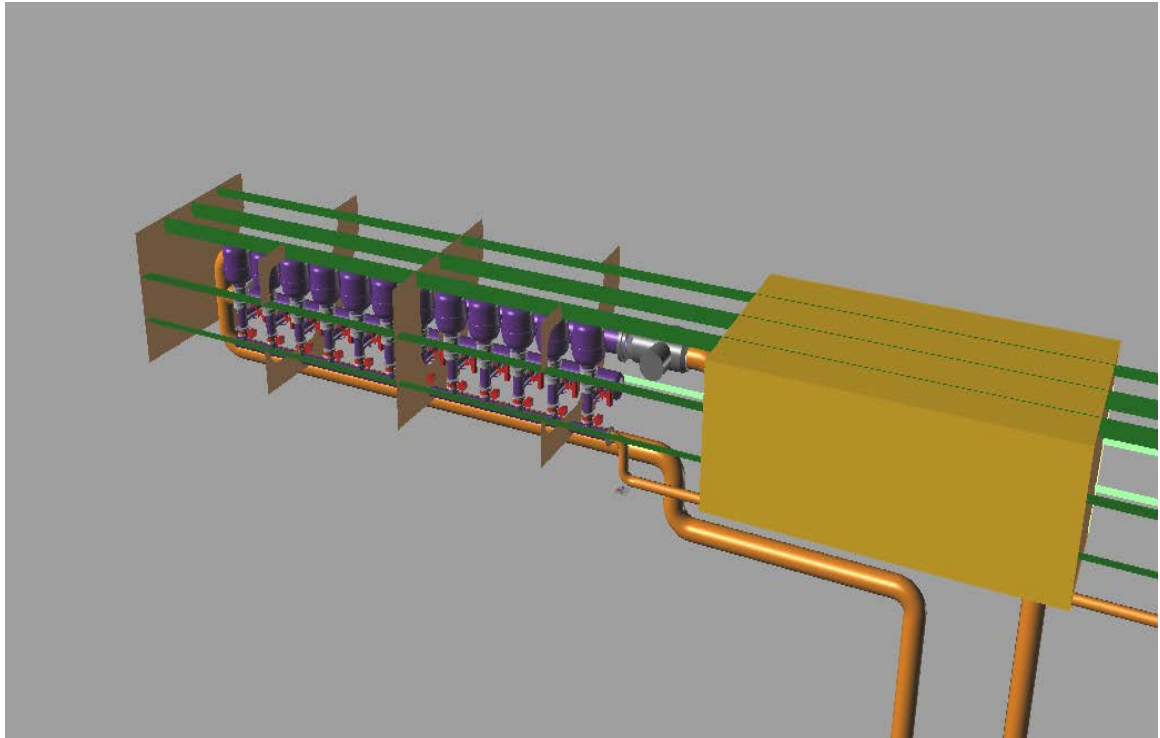


Pg. No :
 Paper Size: A4
 Title : **MODIFICATION IN WAY OF No1 STRINGER FOR WATERTIGHTNESS & ACCESS**

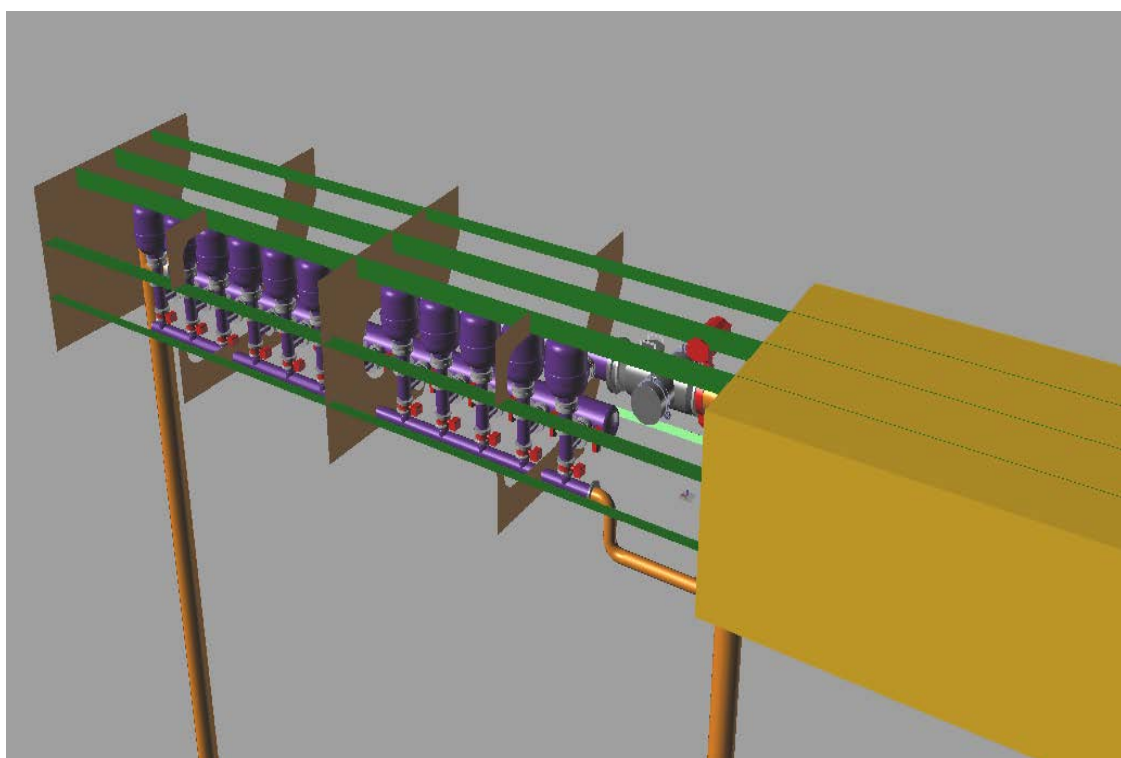
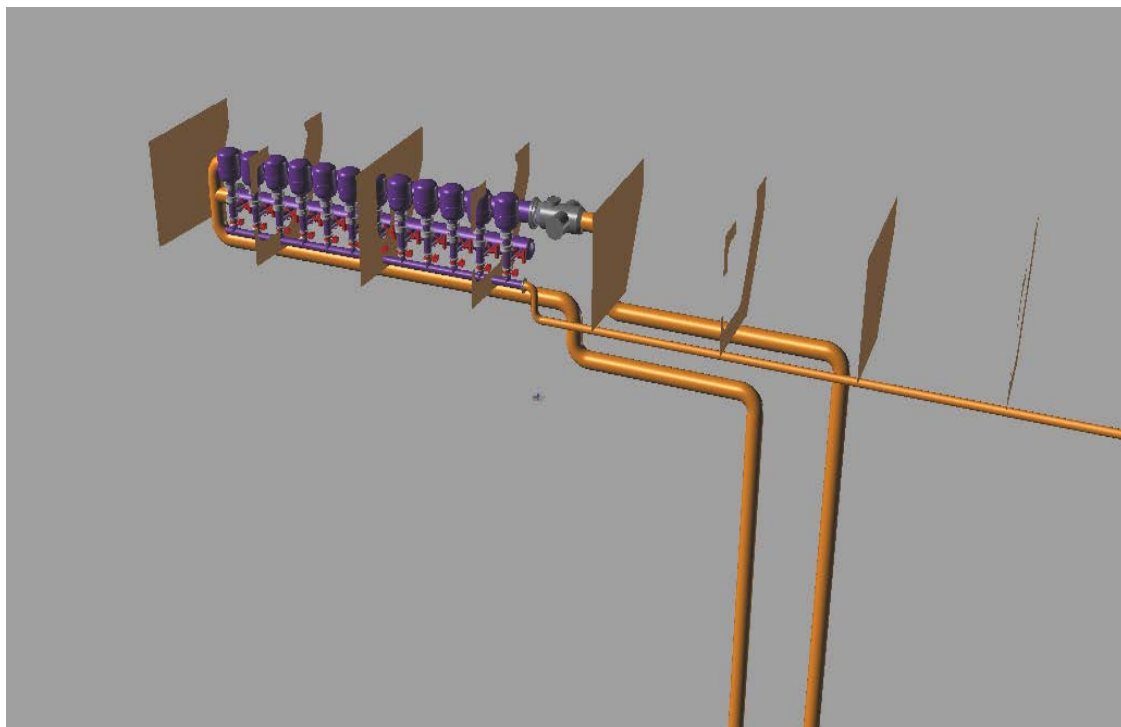
Drawing No : WOPN
 Scale : As shown



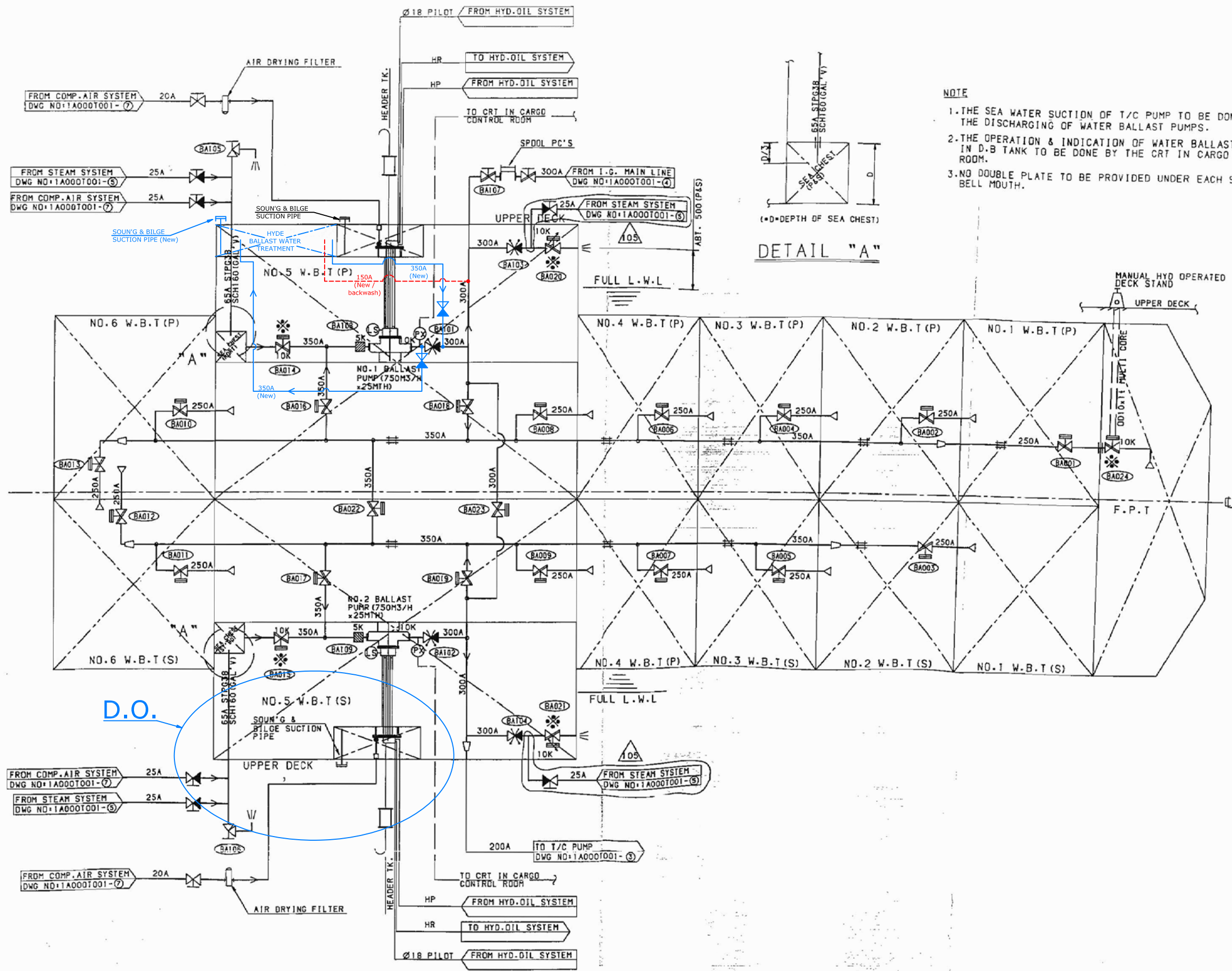
Εικόνες 4.23-4.24: 3D Απεικόνιση της εγκατάστασης μέσα στη δεξαμενή No.5 (Πρόταση No.1)



Εικόνες 4.25-4.26: 3D Απεικόνιση της εγκατάστασης μέσα στη δεξαμενή No.5 (Πρόταση No.1)



Εικόνες 4.27-4.28: 3D Απεικόνιση της εγκατάστασης μέσα στη δεξαμενή No.5 (Πρόταση No.1)



NOTE

1. THE SEA WATER SUCTION OF T/C PUMP TO BE DONE BY THE DISCHARGING OF WATER BALLAST PUMPS.
2. THE OPERATION & INDICATION OF WATER BALLAST VALVES IN D.B TANK TO BE DONE BY THE CRT IN CARGO CONTROL ROOM.
3. NO DOUBLE PLATE TO BE PROVIDED UNDER EACH SUCTION BELL MOUTH.

DETAIL "A"

D.O.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
of ATHENS
28is Oktovriou 42, Athina 106 82
TEL: 21 0362 1379



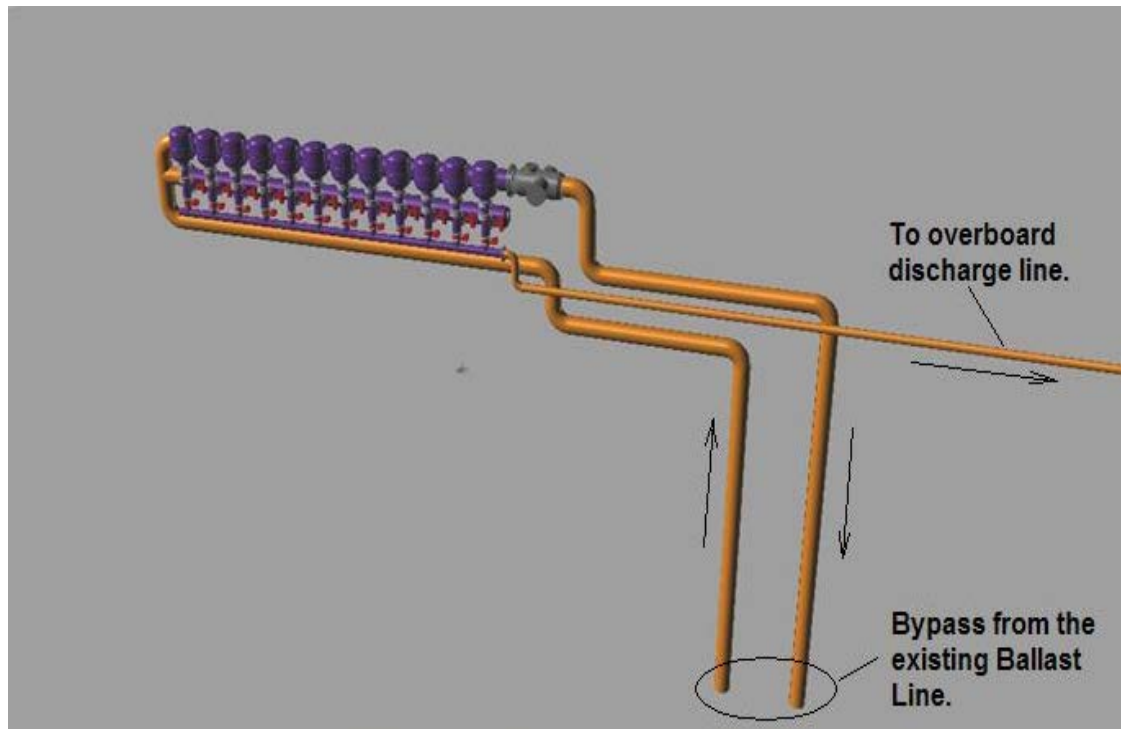
TITLE : B.W. PIPING ARRANGEMENT
HYDE B.W.T.S. INSTALLATION
Alt. 1

SCALE :	DESIGN	DATE	NAME	PROJECT No	DWG. No
REV. 00	DRAWN				
	APPR.				

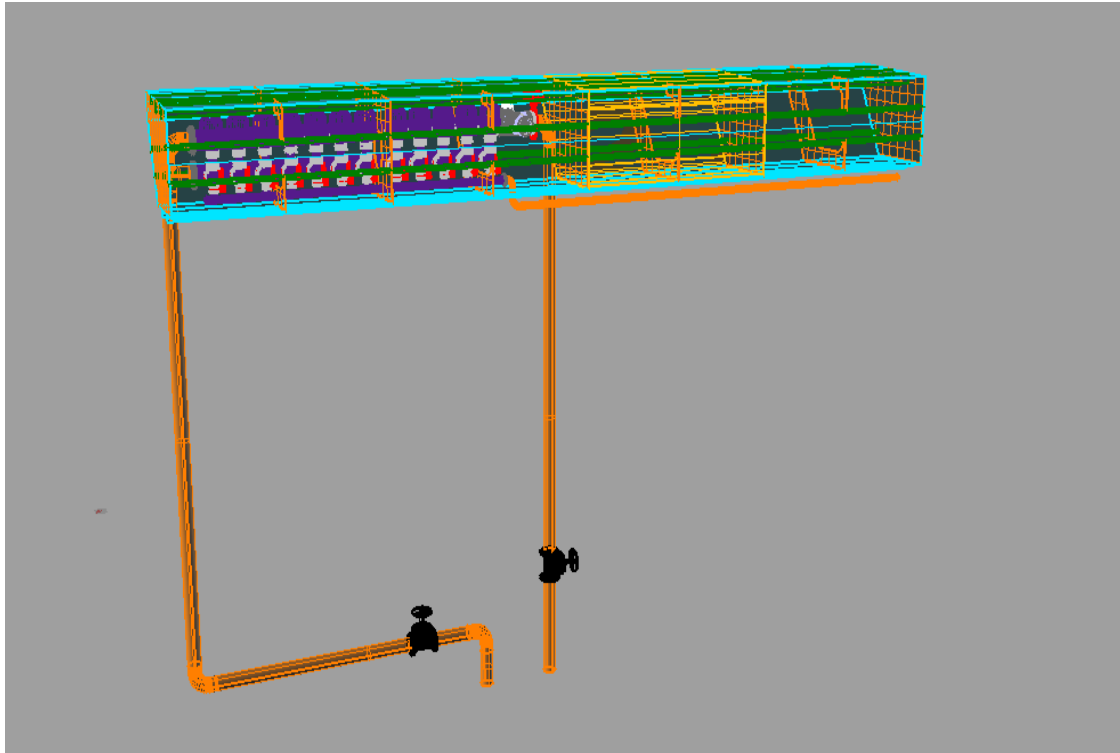
REV	DESCRIPTION	DATE	BY
-----	-------------	------	----

Από το σχέδιο των σωληνώσεων του πλοίου βλέπουμε τη θέση στην οποία βρίσκονται οι δύο καταδυόμενες αντλίες FRAMO που χρησιμοποιούνται για τη πρόσληψη και την απόρριψη του έρματος. Ο χώρος του αντλιοστασίου κάθε μίας από τις αντλίες αυτές είναι μέσα στο χώρο της Νο.5 δεξαμενής έρματος. Το πλοίο διαθέτει έξι (6) δεξαμενές έρματος και δύο (2) δεξαμενές ακαθάρτων/πλυσιμάτων (slop tanks) στη δεξιά και αριστερή του πλευρά. Η Νο.1 αντλία γεμίζει και αδειάζει τις δεξαμενές που βρίσκονται στη αριστερή πλευρά του πλοίου καθώς και τη δεξαμενή που βρίσκεται στο fore peak, ενώ η δεύτερη αντλία FRAMO είναι 'υπεύθυνη' για τις δεξαμενές που είναι στη δεξιά πλευρά του πλοίου. Υπάρχουν βέβαια στο δίκτυο και βαλβίδες και διακλαδώσεις μεταξύ των δύο κύριων γραμμών για περιπτώσεις ανάγκης ή για να μοιράζεται το φορτίο μεταξύ των δύο αντλιών. Οι δύο κύριες γραμμές έρματος είναι διαμέτρου 250mm και διακλαδίζονται στις δεξαμενές έρματος, ενώ δεν υπάρχουν ξεχωριστές σωληνώσεις για το στριπάρισμα. Η αναρρόφηση των αντλιών βρίσκεται κοντά στα sea chest (ένα στη δεξιά και ένα στην αριστερή πλευρά του πλοίου) και ο σωλήνας για την overboard απόρριψη του έρματος βρίσκεται 500 mm (τουλάχιστον) από την ίσαλο πλήρους φόρτωσης (F.L. W.L. - Full Load Water Line).

Οι σωληνώσεις του συστήματος επεξεργασίας (διαμέτρου 350 mm) συνδέονται ακριβώς μετά την Νο.1 και την Νο.2 αντλία (πριν από τη κύρια γραμμή ερματισμού) διοχετεύοντας τη ροή του έρματος μέσα από τα φίλτρα αρχικά και το σύστημα U.V. στη συνέχεια. Το επεξεργασμένο πλέον έρμα καταλήγει στη κύρια γραμμή ερματισμού του πλοίου για τη φόρτωση των δεξαμενών (ballasting) ή για την overboard απόρριψη (de-ballasting). Στη γραμμή της overboard απόρριψης συνδέεται και ξεχωριστή σωλήνωση που εξυπηρετεί την ανάπλυση (backwash) του συστήματος.



Εικόνα 4.29: 3D Απεικόνιση των νέων σωληνώσεων έρματος (Πρόταση Νο.1)



Εικόνα 4.30: 3D Απεικόνιση των νέων σωληνώσεων έρματος (Πρόταση Νο.1)

6. ΠΡΟΤΑΣΗ Νο. 2

Η εγκατάσταση των δύο επιλεγμένων συστημάτων επεξεργασίας του έρματος προτείνεται να γίνει μέσα σε δύο νέα υπερστεγάσματα που θα κατασκευαστούν ειδικά για το σκοπό αυτό. Τα υπερστεγάσματα αυτά προτείνεται να εκτείνονται σε μήκος από το νομέα # 54 έως το νομέα # 58, και στα πλάγια του πλοίου από το εξωτερικό διάμηκες ενισχυτικό L8 έως το L12 (δηλαδή από το σημείο 5,840 mm έως το 8,769 mm πάνω από το centerplate) και να τοποθετηθούν επάνω στα εγκάρσια ενισχυτικά του καταστρώματος, ενώ το ύψος τους θα είναι 2,700 mm (Φωτογραφίες 4.15 – 4.22).

6.1. Περιοχή της μετασκευής

Τα υπερστεγάσματα που θα κατασκευαστούν θα είναι από ατσάλι, θα έχουν διαστάσεις ΜxΠxΥ: 10.60x2.92x2.70 και θα τοποθετηθούν σε κατάλληλη θέση στο ανώτερο κατάστρωμα του πλοίου (ένα σε κάθε μεριά P&S), έτσι ώστε να μην εμποδίζουν την οπτική επαφή του πληρώματος με τις πολλαπλές διανομές φορτίου (cargo manifolds) και να μην παρεμβαίνει με τον υπάρχοντα εξοπλισμό του καταστρώματος (μηχανήματα ,σωληνώσεις, αντλίες κ.α.).

6.2. Στάδια της μετασκευής

Κατασκευαστικές Τροποποιήσεις

Οι εργασίες οι οποίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν, είναι οι εξής:

- ✓ Κατασκευή των δύο νέων υπερστεγασμάτων όπου θα τοποθετηθεί το σύστημα και τοπικές κατασκευαστικές ενισχύσεις (εάν χρειαστούν) κατά μήκος των νομέων 54 έως 58 και στα πλάγια του πλοίου από το ενισχυτικό L8 έως το L12.
- ✓ Τοποθέτηση στους νέους κλειστούς χώρους που δημιουργούνται κατάλληλων μέσων πρόσβασης (π.χ. ανθρωποθυρίδες, πόρτες), μέσων εξαερισμού (φυσικό και μηχανικό) και υδροσυλλεκτών (bilge suction).
- ✓ Απαιτούνται τοπικές ενισχύσεις για τα θεμέλια του υπερστεγάσματος καθώς και για τις νέες σωληνώσεις έρματος που θα τοποθετηθούν.
- ✓ Τα νέα αυτά υπερστεγάσματα θα πρέπει να κατασκευαστούν σύμφωνα με τα πρότυπα για την απαιτούμενη θερμομόνωση και πυροπροστασία.
- ✓ Εκτιμάται πως το συνολικό βάρος χάλυβα για τις απαιτούμενες εργασίες μετασκευής θα είναι περίπου 23,4 μετρικοί τόνοι.

Τροποποιήσεις σωληνώσεων (Έρματος και άλλων σωληνώσεων)

Οι εργασίες οι οποίες θα πρέπει να γίνουν, είναι οι εξής:

- ✓ Για τη σύνδεση του συστήματος επεξεργασίας στο υφιστάμενο δίκτυο αναρρόφησης και στη γραμμή απόρριψης που βρίσκεται στο διπύθμενο του πλοίου, θα χρειαστούν νέες σωληνώσεις έρματος ND350/Sch.20 ή Sch.40 μήκους από 125 έως 135 περίπου μέτρα (υλικού και ποιότητας τουλάχιστον ίδιας με του αρχικού σχεδιασμού του πλοίου), καθώς και βαλβίδες και λοιπά εξαρτήματα (περίπου 14 'γωνιές' 90°, τέσσερις βαλβίδες butterfly, τέσσερις ανεπίστροφες βαλβίδες κλπ.)
- ✓ Για τη σύνδεση της γραμμής ανάπλυσης του συστήματος στη υπάρχουσα γραμμή απόρριψης του έρματος του πλοίου (overboard discharge) θα χρειαστούν νέοι σωλήνες ND150/Sch20 ή Sch.40 μήκους περίπου 25 έως 28 μέτρα, , καθώς και βαλβίδες και λοιπά εξαρτήματα (περίπου 6 'γωνιές' 90°, δύο βαλβίδες butterfly ή δύο ανεπίστροφες βαλβίδες κλπ.).
- ✓ Εκτιμώμενο βάρος των νέων σωληνώσεων και των λοιπών πρόσθετων εξαρτημάτων, περίπου 16-17 μετρικοί τόνοι.

Επιχειρησιακές και πρόσθετες πτυχές που πρέπει να εξεταστούν κατά τη μετασκευή

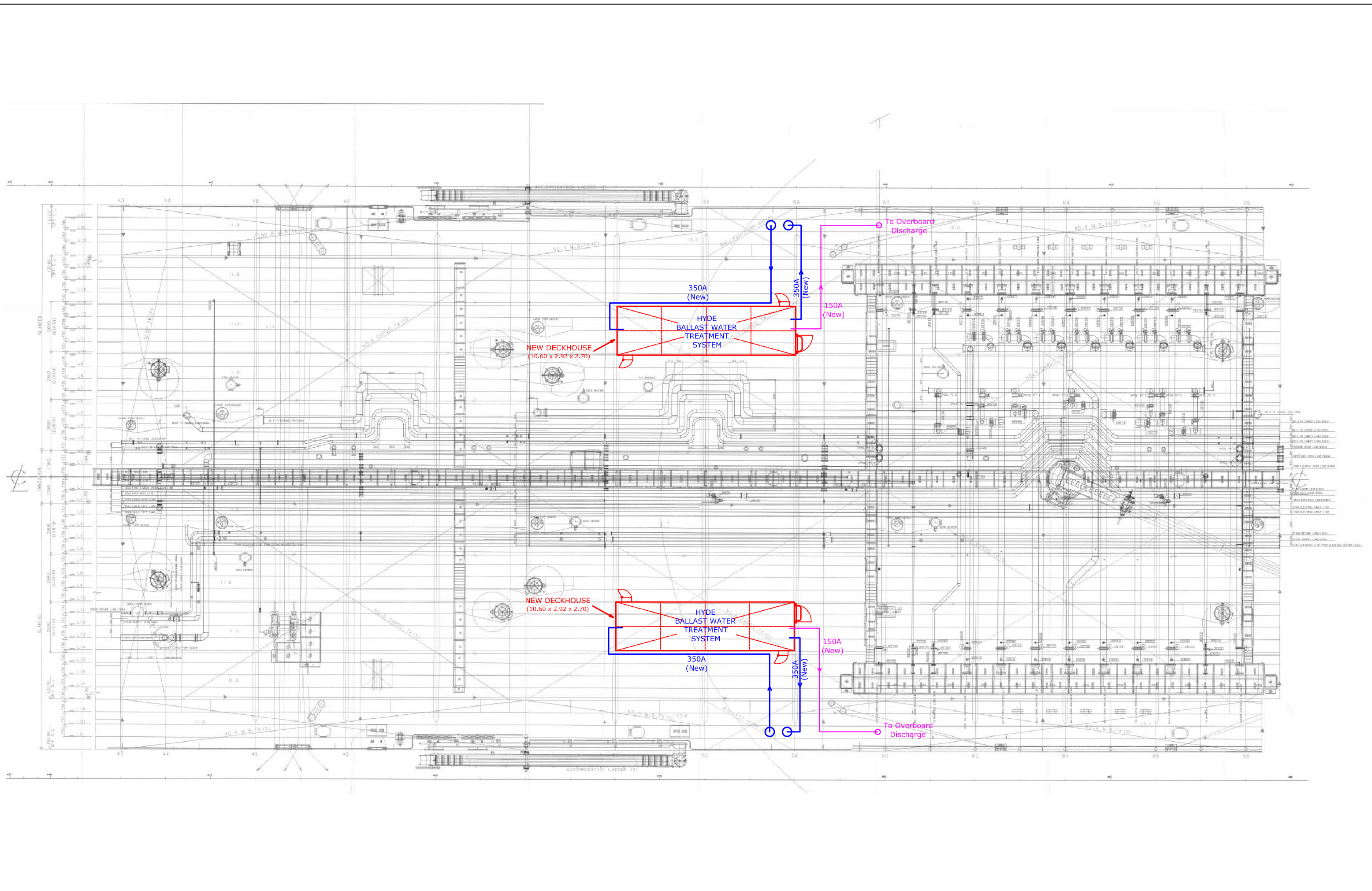
- ✓ Το βάρος του άφορτου πλοίου θα αυξηθεί ελαφρώς από το αρχικό κατά 0,4% περίπου (εκτίμηση 46,5 έως 48,5 μετρικούς τόνους), και ως εκ τούτου η διαθέσιμη μεταφορική ικανότητα θα μειωθεί εξ ίσου.
- ✓ Όλα τα επιπλέον βάρη είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και μετρήσιμα και ως εκ τούτου η ελαφρά αύξηση του lightship (η οποία είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια: 0,4%<2%) δεν απαιτεί την εκτέλεση πειράματος ευστάθειας του πλοίου μετά το πέρας των εργασιών

τοποθέτησης του συστήματος επεξεργασίας του έρματος. Έτσι το βιβλίο ευστάθειας του πλοίου, το βιβλίο της ευστάθειας μετά από ζημία και τα λοιπά βιβλία του πλοίου δε θα χρειαστούν επανεξέταση, εκτός και αν υπάρχει σαφής ένδειξη πως το βάρος του άφορτου πλοίου έχει μεταβληθεί σημαντικά από το τελευταίο πείραμα ευστάθειας, λόγω οποιασδήποτε μεταβολής των βαρών του άφορτου πλοίου που μπορεί να συμβεί με το πέρασμα του χρόνου (πρόσθεση ή αφαίρεση μηχανημάτων και εξοπλισμού, απώλεια χάλυβα με τη πάροδο του χρόνου κ.α.).

- ✓ Παρά την προαναφερθείσα ελαφρά μείωση στο dwt, η συνολική χωρητικότητα του φορτίου και των δεξαμενών έρματος νερού θα παραμείνει αμετάβλητη.
- ✓ Τα ακόλουθα στοιχεία μπορούν να ζητηθεί να αναθεωρηθούν ή επιθεωρηθούν από τη κλάση ή τη Σημαία του πλοίου:
 - Σχέδιο γενικής διάταξης (General Arrangement Plan)
 - Σχέδιο χωρητικότητας (Capacity Plan with DWT Scale)
 - Βιβλίο Διαγωγής & Ευστάθειας (Trim & Stability Booklet)
 - Εγχειρίδιο Φόρτωσης (Loading Manual)
 - Πρόγραμμα Φόρτωσης (Loadicator)
 - Σχέδιο σωληνώσεων και άντλησης έρματος (Ballast Water pumping and piping Plan)
 - Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος (Ballast Water Management Plan)
 - Διάγραμμα βυθομέτρησης (Air Vent and Sounding Diagram)
 - Σχέδιο Επικίνδυνων Ζωνών (Dangerous Zones Drawing)
 - Σχέδιο Πυροπροστασία (Fire and Safety Control Plan)
 - Ενεργειακοί Υπολογισμοί (Power Balance Calculation)
 - Πιστοποιητικό Χωρητικότητας (DWT & GT Certification)
- ✓ Κατανομή ηλεκτρικής ισχύος (νέες συνδέσεις και τροποποιήσεις στο υπάρχον δίκτυο): Για να μπορούν τα συστήματα να λειτουργούν κανονικά στο μέγιστο φορτίο τους, απαιτείται πρόσθετη (ονομαστική) ισχύς η οποία είναι 150 kW / 440V / 60Hz. Σε περίπτωση που χρειαστεί να κατασκευαστούν νέες γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος από το μηχανοστάσιο προς το χώρο εγκατάστασης του συστήματος και του πίνακα ελέγχου του, το συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων των προστατευτικών σωληνώσεων μπορεί να ανέλθει σε 25.000 δολάρια ΗΠΑ.
- ✓ Εκτιμώμενο κόστος εργασιών για την εγκατάσταση σύμφωνα με τη «Πρόταση 1»: Το κόστος για τις εργασίες τροποποίησης που απαιτούνται για την εγκατάσταση του συστήματος μέσα στη δεξαμενή έρματος Νο5, μπορεί να ανέλθει περίπου στις 153.000 δολάρια ΗΠΑ ± 5% και αναλύεται στα επιμέρους κόστη του Πίνακα 4.3 και του Πίνακα 4.4.. Το ποσό αυτό αποτελεί μια πρώτη εκτίμηση του κόστους των απαιτούμενων εργασιών και δε περιλαμβάνει τα επιπλέον έξοδα για το δεξαμενισμό του πλοίου (κόστος ρυμουλκών, δεξαμενής, κόστος προσορμισμού, λοιπά γενικά κόστη δεξαμενισμού κ.α.) τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω στον Πίνακα 4.2. Οι τιμές προκύπτουν σύμφωνα με τις χρεώσεις (για την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2013) του κινεζικού ναυπηγείου SCSC στη περιοχή της Σαγκάης.

Piping											
Diam. (mm) Sch 40	Pipe Price (\$/m)	Total meters	Factor for installation in pump room	Factor for installation in double bottom	Factor for galvanized pipes	Factor for installation	Bend 90	Bend Price (\$/pc)	Flange	Flange Price (\$/pc)	Total Cost
350	390	135	-	1.3	1.25	1.2	14	165	9	190	\$105,176.50
150	120	28	1.25	-	1.25	1.2	6	55	4	35	\$6,669.00
											\$111,845.50
Valves											
Diam. (mm) Sch 40	Butterfly Valve (\$/pc)	Non-Return Valve (Check Valve) (\$/pc)	No of Butterfly Valves	No of Non-Return Valves	Factor for installation in pump room	Total Cost					
350	455	178	4	4	1.25	\$3,165.00					
150	230	85	2	2	1.25	\$787.50					
						\$3,952.50					
Final Cost for Proposal 2		\$153,071.53									

Πίνακας 4.6 – Εκτίμηση κόστους Προτεινόμενης Πρότασης 2



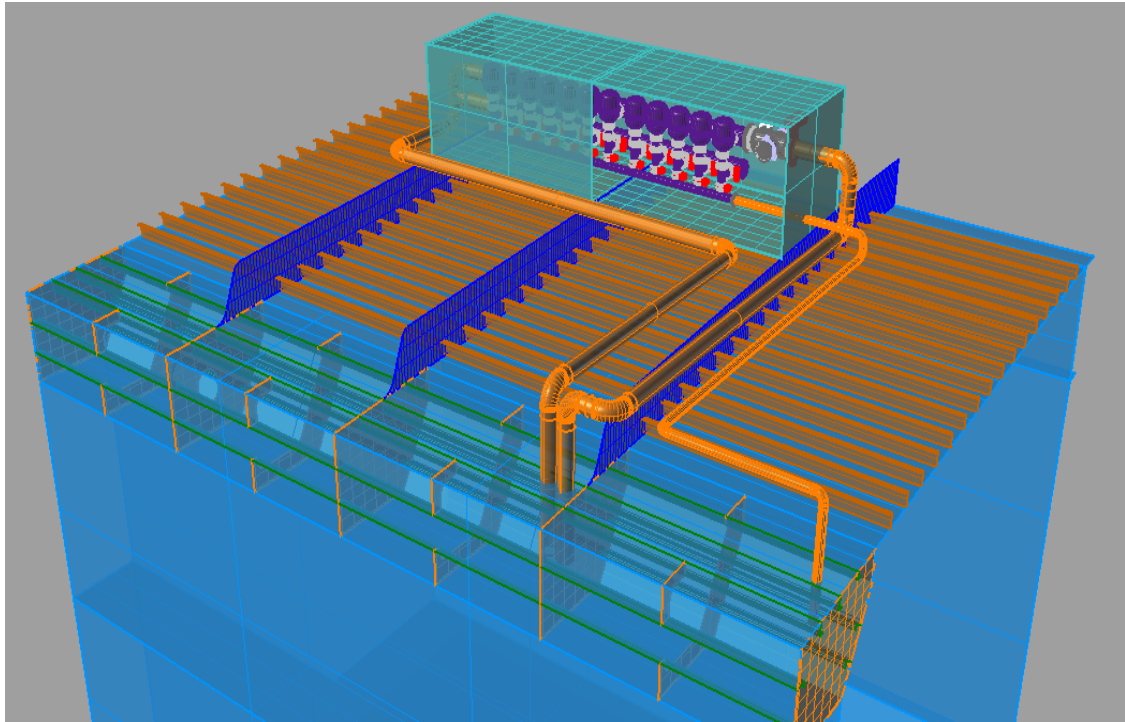
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
of ATHENS
28is Oktovriou 42, Athina 106 82
TEL: 21 0362 1379



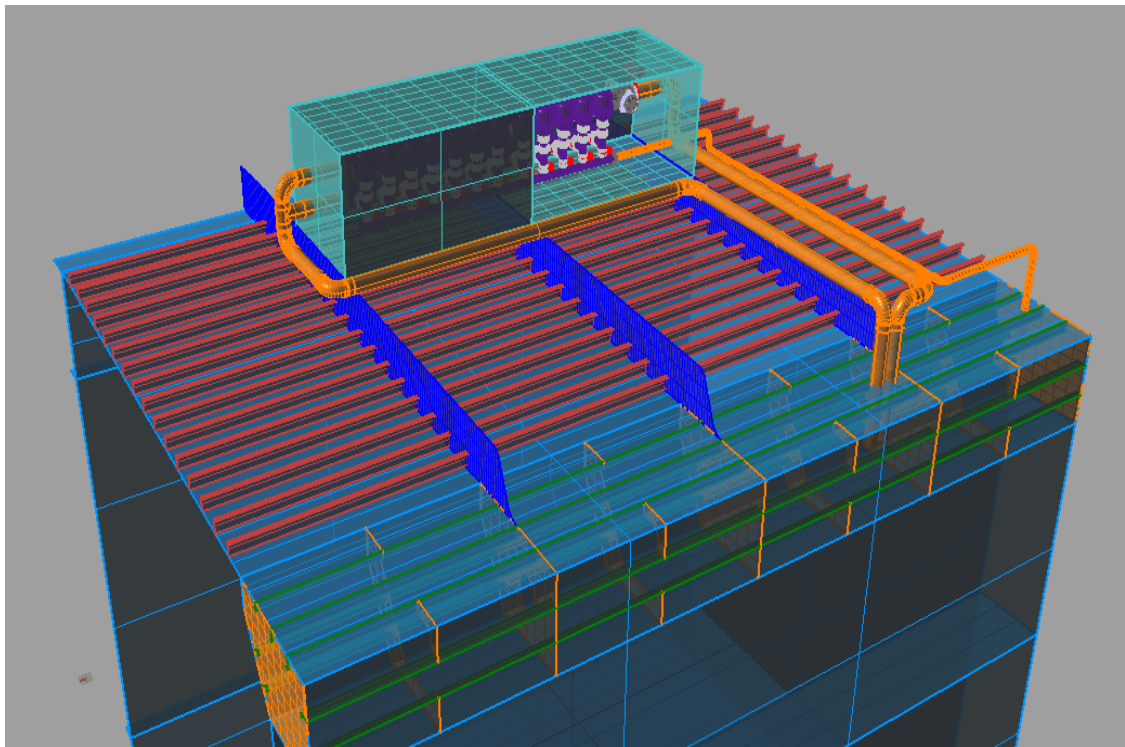
TITLE : HYDE B.W.T.S. INSTALLATION
ON UPPER DECK
Alt. 2

SCALE : ~	DATE	NAME	PROJECT No	DWG. No
	DESIGN	NT		
	REV. 00	APPR.		

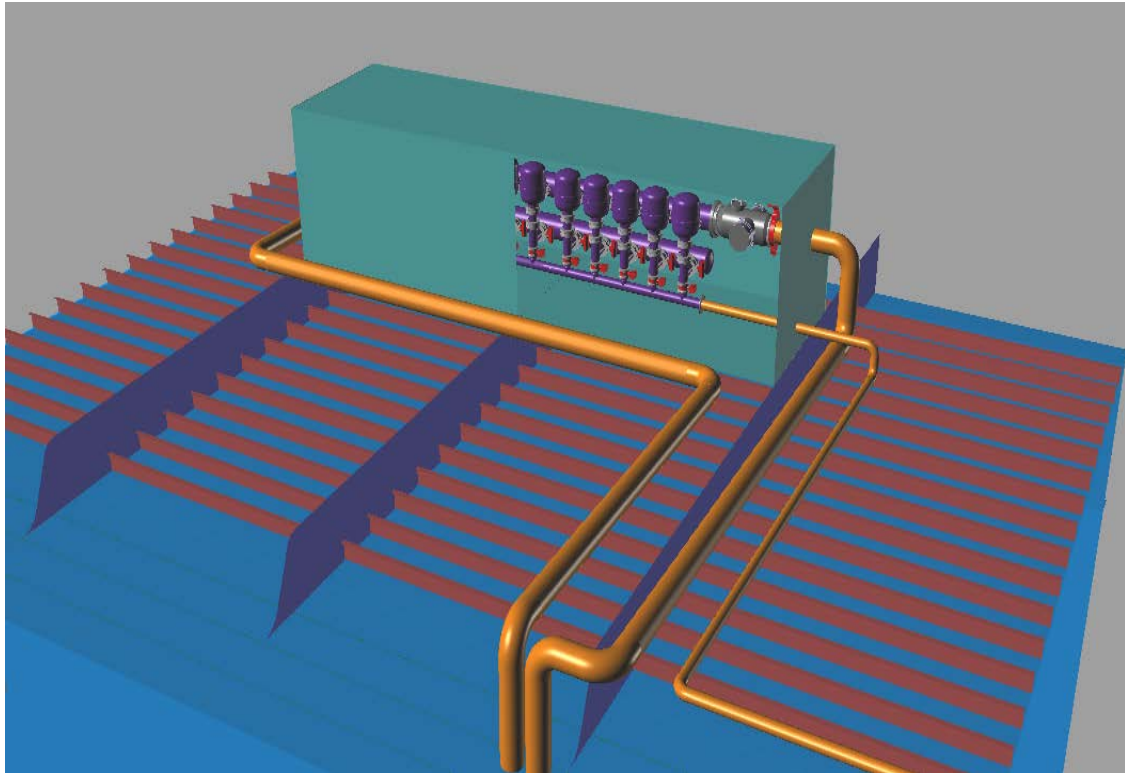
REV	DESCRIPTION	DATE	BY



Εικόνα 4.31: 3D Απεικόνιση της εγκατάστασης επάνω στο κατάστρωμα του πλοίου (Πρόταση Νο.2)

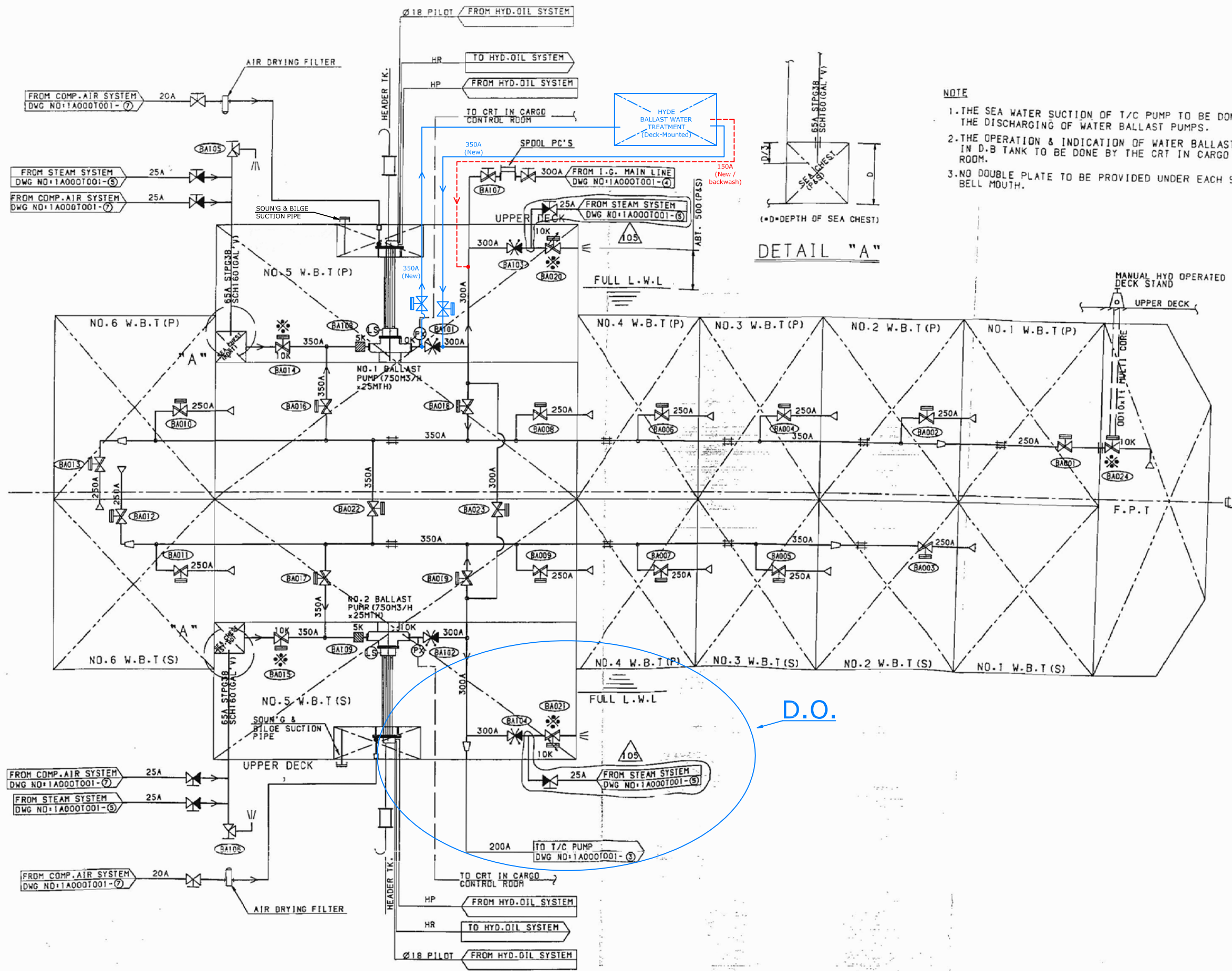


Εικόνα 4.32: 3D Απεικόνιση της εγκατάστασης επάνω στο κατάστρωμα του πλοίου (Πρόταση Νο.2)



Εικόνα 4.33: 3D Απεικόνιση των νέων σωληνώσεων έρματος (Πρόταση No.2)

Όπως και στη Πρόταση No.1 έτσι και εδώ οι σωληνώσεις του συστήματος επεξεργασίας (διαμέτρου 350 mm) συνδέονται ακριβώς μετά την No.1 και την No.2 αντλία (πριν από τη κύρια γραμμή ερματισμού) διοχετεύοντας τη ροή του έρματος μέσα από τα φίλτρα αρχικά και το σύστημα U.V. στη συνέχεια. Το επεξεργασμένο πλέον έρμα καταλήγει στη κύρια γραμμή ερματισμού του πλοίου για τη φόρτωση των δεξαμενών (ballasting) ή για την overboard απόρριψη (de-ballasting). Στη γραμμή της overboard απόρριψης συνδέεται και ξεχωριστή σωλήνωση που εξυπηρετεί την ανάπλυση (backwash) του συστήματος.



- NOTE**
1. THE SEA WATER SUCTION OF T/C PUMP TO BE DONE BY THE DISCHARGING OF WATER BALLAST PUMPS.
 2. THE OPERATION & INDICATION OF WATER BALLAST VALVES IN D.B TANK TO BE DONE BY THE CRT IN CARGO CONTROL ROOM.
 3. NO DOUBLE PLATE TO BE PROVIDED UNDER EACH SUCTION BELL MOUTH.

DETAIL "A"

D.O.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
of ATHENS
28is Oktovriou 42, Athina 106 82
TEL: 21 0362 1379



TITLE : B.W. PIPING ARRANGEMENT
HYDE B.W.T.S. INSTALLATION
Alt. 2

SCALE :	DESIGN	DATE	NAME	PROJECT No	DWG. No
REV. 00	DRAWN				
	APPR.				

REV	DESCRIPTION	DATE	BY
-----	-------------	------	----

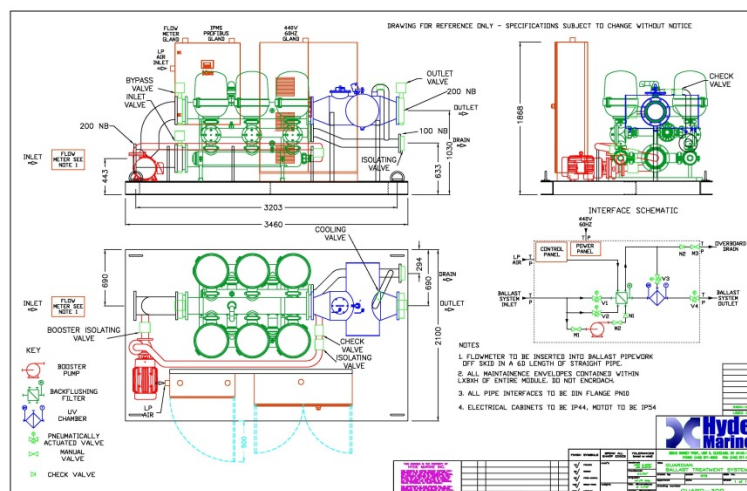
7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ

Στο σημείο αυτό της διπλωματικής θα γίνει αναφορά στην εγκατάσταση συστήματος επεξεργασίας έρματος (Hyde Guardian HG300) μέσα στο χώρο του μηχανοστασίου του πλοίου, προκειμένου να καλυφθούν οι μεμονωμένες απαιτήσεις της πρυμναίας δεξαμενής έρματος (AFP Tank), η οποία είναι απομονωμένη από το κεντρικό σύστημα έρματος του πλοίου. Για το λόγο αυτό προτείνεται η λύση της εγκατάστασης ενός ξεχωριστού συστήματος.

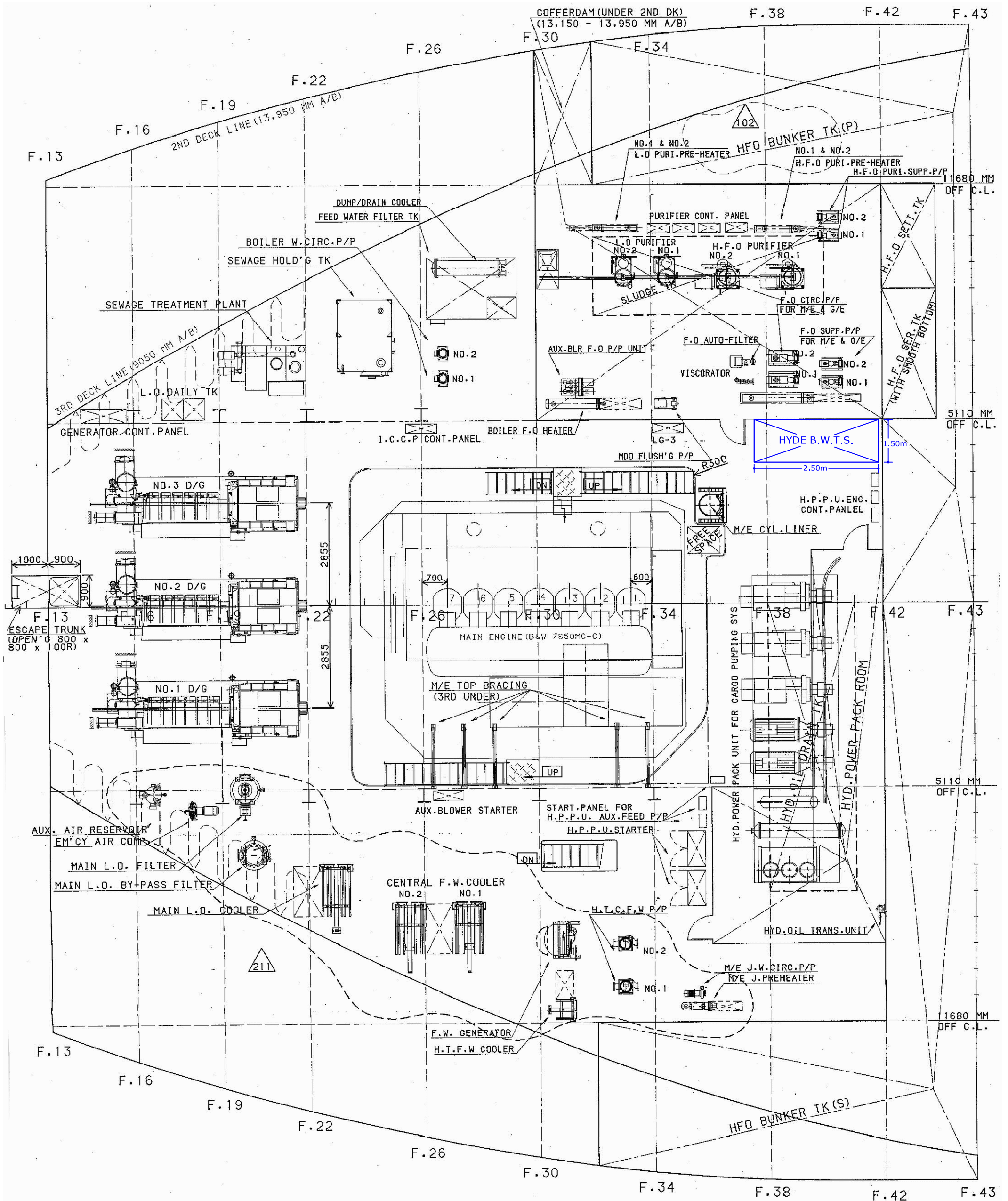
Η ξεχωριστή πρυμναία δεξαμενή έρματος έχει χωρητικότητα 716 m³ και εξυπηρετείται από τις δύο υφιστάμενες αντλίες αυτόματης αναρρόφησης, No 1 & No 2, (χρησιμοποιούνται οι αντλίες αυτές και σε κατάσταση πυρκαγιάς καθώς και για άλλες εργασίες – Fire, Bilge and General Service DESMI pump), καθεμία από τις οποίες έχει ονομαστική παροχή 270/115 m³/hr x 100/30 m.T.H. και βρίσκονται μέσα στο μηχανοστάσιο. Η επιλογή του μοντέλου HG300 έγινε έτσι ώστε να ταιριάζει με τις υπάρχουσες αυτές αντλίες. Τα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης εγκατάστασης επεξεργασίας είναι τα ακόλουθα:


- 1 Μονάδα HG300
- Ικανότητα ροής: 1 x 300 m³/h (abt 1.320 gpm)
- 6 Φίλτρα 4 ιντσών
- Ονομαστική / Μέγιστη κατανάλωση Ισχύος (kW) στο UV: 24 - 34 kW, ανά μονάδα
- Συνολικό βάρος (Φίλτρο, UV, πάνελ ισχύος και πίνακας ελέγχου): 1.150 kg
- Βαθμός διήθησης: 55 μικρά
- Πτώση Πίεσης: 0.3-0.7 bar
- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 70 °C

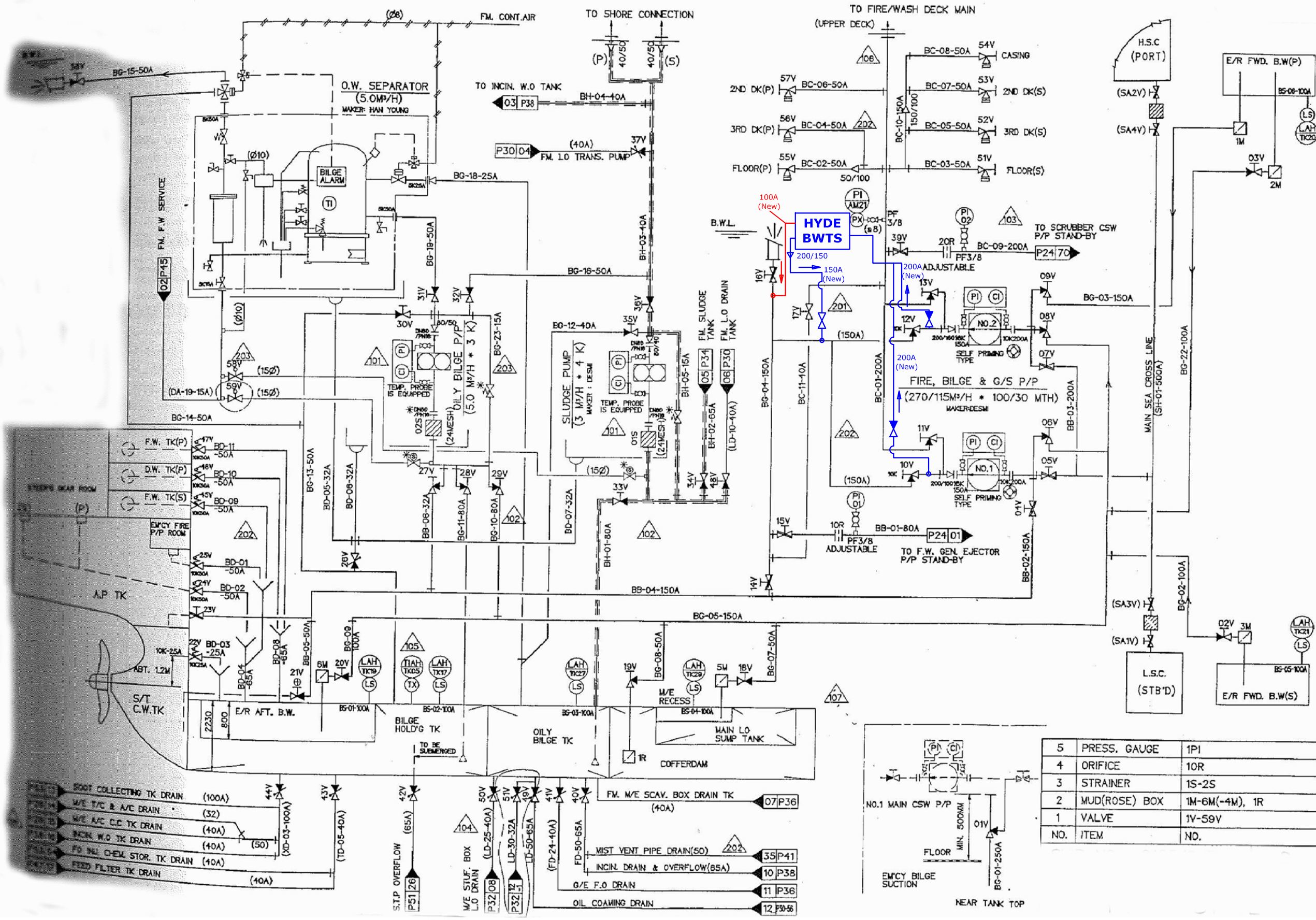
Οι διαστάσεις του συστήματος είναι 2.500mm x 1.500mm και η τοποθέτηση θα γίνει σε κατάλληλο και βολικό χώρο μέσα στο μηχανοστάσιο, έτσι ώστε να μην παρεμποδίζει καμία λειτουργία του πλοίου. Προτεινόμενος χώρος για αυτή την εγκατάσταση είναι το 3^ο επίπεδο του μηχανοστασίου, 9.050mm A.B. στην αριστερή πλευρά από το νομέα 37 ½ έως 42 ½ κοντά στις αντλίες No.1 & No.2 που εξυπηρετούν την πρυμναία δεξαμενή.



Σχέδιο 4.2: Διάταξη συστήματος HG300



Designed	Date		 NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY of ATHENS 28is Oktovriou 42, Athina 106 82 TEL: +21 0362 1379
Checked	Date		
Pg. No :	Title :		Drawing No :
Paper Size:	HYDE B.W.T.S. INSTALLATION IN E/R		WOPN
A3			Scale : As shown



5	PRESS. GAUGE	1P1
4	ORIFICE	10R
3	STRAINER	1S-2S
2	MUD(ROSE) BOX	1M-6M(-4M), 1R
1	VALVE	1V-59V
NO.	ITEM	NO.

REV DESCRIPTION		DATE	BY	NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY of ATHENS 28is Oktovriou 42, Athina 106 82 TEL: 21 0362 1379		TITLE : B.W. PIPING ARRANGEMENT HYDE B.W.T.S. INSTALLATION (A.P. TANK)		SCALE :	DESIGN	DATE	NAME	PROJECT No	DWG. No
								~	DRAWN				
								REV. 00	APPR.				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Ανακεφαλαίωση

Στη παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια να αναφερθούμε όσο το δυνατόν αναλυτικότερα στο πρόβλημα της επεξεργασίας του θαλασσιού έρματος λόγω της μεταφοράς μέσω του έρματος παθογόνων και άλλων μικροοργανισμών ανάμεσα στις περιοχές όπου κινούνται τα πλοία σήμερα. Έως σήμερα έχουν γίνει και συνεχίζουν να γίνονται προσπάθειες τόσο σε διεθνές επίπεδο από τον Ι.Μ.Ο., αλλά όσο και σε εθνικό επίπεδο, για τον περιορισμό της μόλυνσης των υδάτων εξαιτίας της μεταφοράς και απόρριψης έρματος από τα εμπορικά κυρίως πλοία. Το κύριο νομοθετικό πλαίσιο κανονισμών που διέπει σήμερα τις διαδικασίες διαχείρισης του θαλασσιού έρματος είναι η Σύμβαση για το Έρμα (International Convention for the control and management of ship's ballast water and sediments) η οποία υπογράφηκε το 2004, αλλά ακόμα έως σήμερα δεν έχει επικυρωθεί από τον προβλεπόμενο αριθμό μελών του Ι.Μ.Ο. ώστε να τεθεί σε άμεση ισχύ. Κάτι τέτοιο είναι αρκετά πιθανό να συμβεί στο άμεσο μέλλον. Αυτή τη στιγμή, όλα τα νέα πλοία που κατασκευάζονται από το 2012 και ύστερα πρέπει εξ'αρχής να είναι εφοδιασμένα με ένα εγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας του έρματος, ενώ όλα τα υπόλοιπα εν ενεργεία πλοία έχουν περιθώριο μέχρι το 2016 για να εγκαταστήσουν ένα τέτοιο σύστημα. Τα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα, τα οποία έχουν λάβει έγκριση τύπου, και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν για την επεξεργασία του έρματος των πλοίων παρουσιάστηκαν ως ένα βαθμό για να μπορέσουμε να αποκτήσουμε μία σφαιρική εικόνα του τί συμβαίνει αυτή τη στιγμή στο χώρο της παγκόσμιας ναυτιλίας σχετικά με την επεξεργασία του έρματος.

Στο δεύτερο μισό της εργασίας, αφού επιλέξαμε ένα από τα εμπορικά διαθέσιμα αυτή τη στιγμή συστήματα επεξεργασίας, προσπαθήσαμε να βρούμε επαρκή και κατάλληλο χώρο για την εγκατάσταση του σε ένα ήδη υπάρχον δεξαμενόπλοιο κατασκευής του 2003. Από σχετική μελέτη των σχεδίων και των χώρων του πλοίου καταλήξαμε σε δύο εναλλακτικές λύσεις για την εγκατάσταση του συστήματος. Εν συνεχεία προχωρήσαμε σε προμελέτη της εγκατάστασης, παραθέτοντας οικονομικά στοιχεία για το κόστος κτήσης, λειτουργίας και μετασκευής αλλά και σχέδια της εγκατάστασης και τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου όπου αυτή θα γίνει.

Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να αναφέρουμε πως αν και για το συγκεκριμένο πλοίο που επιλέξαμε η εγκατάσταση του συστήματος ήταν σχετικά εύκολη μιας και υπήρχε διαθέσιμος χώρος, αρκετά είναι τα εν ενεργεία πλοία τα οποία δεν διαθέτουν επαρκείς χώρους για μία τέτοιου είδους εγκατάσταση. Ακόμα, σε πολλές περιπτώσεις το κόστος της μετασκευής ή και το κόστος κτήσης ενός συστήματος, ανάλογα με το τύπο του πλοίου και τη χωρητικότητα των δεξαμενών έρματος του, μπορεί να είναι τόσο υψηλό που να καθιστά τους πλοιοκτήτες αρκετά σκεπτικούς για την ώρα ώστε να προχωρήσουν σε τόσο μεγάλες επενδύσεις (από τη στιγμή που και η αγορά δεν έχει παρουσιάσει σημαντικά σημάδια ανόδου), περιμένοντας να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της επεξεργασίας του έρματος όταν πλέον τεθεί σε υποχρεωτική ισχύ η συνθήκη. Τότε, θα πρέπει να εγκατασταθεί σύστημα επεξεργασίας σε όλα τα υπάρχοντα πλοία στο πρώτο δεξαμενισμό τους μετά την πλήρη εφαρμογή της συνθήκης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. I.M.O. – International Convention for the control and management of ship’s ballast water and sediments, 2004
2. I.M.O. – Hong Kong International Convention for the safe and environmentally sound recycling of ships, 2009
3. Germanischer Lloyd (G.L.) – Ballast Water Treatment A General Note, October 2010
4. American Bureau of Shipping (A.B.S.) – Ballast Water Treatment Advisory, April 2011
5. American Bureau of Shipping (A.B.S.) – Ballast Water Management Update, September 2011
6. American Bureau of Shipping (A.B.S.) – Ballast Water Management Systems for Tankers, May 2013
7. Lloyd’s Register (L.R.) – Ballast Water Treatment Technology, February 2010
8. Lloyd’s Register (L.R.) – Ballast Water Treatment Systems – Guidance for ship operators on procurement, installation and operation, September 2010
9. Lloyd’s Register (L.R.) – Ballast Water Treatment Technology, June 2011
10. Lloyd’s Register (L.R.) – Ballast Water Treatment Technology, March 2012
11. Lloyd’s Register (L.R.) – Approval and Installation of Ballast Water Treatment Systems on LR classed ships, May 2012
12. Lloyd’s Register (L.R.) – How to comply with the Ballast Water Management Convention, October 2012
13. Lloyd’s Register (L.R.) - National Ballast Water Management Requirements, December 2013
14. Lloyd’s Register (L.R.) – Understanding Water Ballast Management – Guidance for ship owners and operators, December 2013
15. Lloyd’s Register (L.R.) – Shipping and the Environment –Issue 02, Spring 2011
16. Det Norske Veritas (D.N.V.) – Ballast Water Management Convention – General Information, October 2010
17. Det Norske Veritas (D.N.V.) – Ballast Water Management Convention – Status, installations and experience, October 2011
18. ClassNK – Guidelines on the Installation of Ballast Water Management Systems, July 2011
19. I.M.O. - ANNEX 4 RESOLUTION MEPC.152(55) - GUIDELINES FOR SEDIMENT RECEPTION FACILITIES (G1), October 2006
20. I.M.O. - ANNEX 3 RESOLUTION MEPC.173(58) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER SAMPLING (G2), October 2008
21. I.M.O. - ANNEX 1 RESOLUTION MEPC.123(53) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER MANAGEMENT EQUIVALENT COMPLIANCE (G3), July 2005
22. I.M.O. - ANNEX 5 RESOLUTION MEPC.127(53) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER MANAGEMENT AND DEVELOPMENT OF BALLAST WATER MANAGEMENT PLANS (G4), July 2005
23. I.M.O. - ANNEX 5 RESOLUTION MEPC.153(55) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER RECEPTION FACILITIES (G5), October 2006

24. I.M.O. - ANNEX 2 RESOLUTION MEPC.124(53) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER EXCHANGE (G6), July 2005
25. I.M.O. - ANNEX 2 RESOLUTION MEPC.162(56) - GUIDELINES FOR RISK ASSESSMENT UNDER REGULATION A-4 OF THE BWM CONVENTION (G7), July 2007
26. I.M.O. - ANNEX 4 RESOLUTION MEPC.174(58) - GUIDELINES FOR APPROVAL OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS (G8), October 2008
27. I.M.O. - ANNEX 1 RESOLUTION MEPC.169(57) - PROCEDURE FOR APPROVAL OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS THAT MAKE USE OF ACTIVE SUBSTANCES (G9), April 2008
28. I.M.O. – ANNEX 1 RESOLUTION MEPC.140(54) - GUIDELINES FOR APPROVAL AND OVERSIGHT OF PROTOTYPE BALLAST WATER TREATMENT TECHNOLOGY PROGRAMMES (G10), March 2006
29. I.M.O. – ANNEX 1 RESOLUTION MEPC.149(55) - GUIDELINES FOR BALLAST WATER EXCHANGE DESIGN AND CONSTRUCTION STANDARDS (G11), October 2006
30. I.M.O. - ANNEX 3 RESOLUTION MEPC.209(63) - 2012 GUIDELINES ON DESIGN AND CONSTRUCTION TO FACILITATE SEDIMENT CONTROL ON SHIPS (G12), March 2012
31. I.M.O. - RESOLUTION MEPC.161(56) - GUIDELINES FOR ADDITIONAL MEASURES REGARDING BALLAST WATER MANAGEMENT INCLUDING EMERGENCY SITUATIONS (G13), July 2007
32. I.M.O. - ANNEX 3 RESOLUTION MEPC.151(55) - GUIDELINES ON DESIGNATION OF AREAS FOR BALLAST WATER EXCHANGE (G14), October 2006
33. I.M.O. - INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE CONTROL AND MANAGEMENT OF SHIPS' BALLAST WATER AND SEDIMENTS - List of ballast water management systems that make use of Active Substances which received Basic or Final Approval, May 2013
34. Clarksons Research Services Ltd. – BWTS Machinery to Vessel Coverage, July 2012
35. Rajoo Balaji & Omar Yaakob – Emerging Ballast Water Treatment Technologies: A Review, June 2011
36. Ryan Albert, Rich Everett, John Lishman & Daniel Smith – Availability and Efficacy of Ballast Water Treatment Technology: Background and Issue Paper, June 2010
37. The Glosthen Associates - Ballast Water Treatment System Evaluation for Small Vessels, June 2011
38. IHS Maritime – Guide to Ballast Water Treatment Systems 2013
39. United States Environmental Protection Agency (E.P.A.) – Efficacy of Ballast Water Treatment Systems; a report by the E.P.A. Science Advisory Board, May 2011
40. HANSA International Maritime Journal (page 69-77) - A challenge for the shipping industry (by Michael vom Baur), 2011
41. S. Hillaman, F. Hoedt & P. Schneider – The Australian Pilot Project for the Treatment of Ship's Ballast Water (Report for the Australian Government Department of the Environment and Heritage), June 2004
42. Magnus Berntzen – Guidelines for Selection of a Ship Ballast Water Treatment System, Autumn 2010
43. HYDE Marine – HYDE Guardian Ballast Water Treatment System Installation, Operations & Maintenance Manual
44. D. Wright, R. Dawson, C. Orano-Dawson & S. Moesel – A test of the Efficacy of a Ballast Water Treatment System Aboard the Vessel Coral Princess, January 2007