



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

*Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος  
Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον  
Δεξαμενόπλοιο*

---

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΚΟΤΟΛΟΥΛΗΣ Β.  
ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ nm13553

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :  
ΒΕΝΤΙΚΟΣ Π. ΝΙΚΟΛΑΟΣ  
*Αναπληρωτής Καθηγητής Σχολής Ναυπηγών Μηχανικών Ε.Μ.Π.*

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

*Στους γονείς μου, Βασίλειο και Γεωργία,  
Στα αδέρφια μου Θωμά και Χρήστο.*

## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	4
Abstract .....	5
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή .....	6
Κεφάλαιο 2ο: Κανονιστικό Πλαίσιο για την Επεξεργασία Θαλασσίου Έρματος.....	8
2.1. Διεθνείς Κανονισμοί.....	8
Κεφάλαιο 3ο: Μεθόδοι Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος .....	16
3.1. Επισκόπηση των Τεχνολογιών Επεξεργασίας Έρματος.....	16
3.2. Μηχανικές Μέθοδοι.....	18
3.3. Φυσικές Μέθοδοι.....	19
3.4. Χημικές Μέθοδοι.....	25
3.5. Κριτήρια Επιλογής Τεχνολογίας επεξεργασίας Έρματος.....	28
Κεφάλαιο 4ο: Διαδικασία της Μελέτης Εγκατάστασης του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος .....	30
4.1. Σάρωση με Λέιζερ 3D .....	31
4.2. Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης .....	34
4.3. Σχέδια για τον Νηογνώμονα.....	36
4.4. Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση .....	38
4.5. Τεχνική Προδιαγραφή .....	39
Κεφάλαιο 5ο: Επιλογή Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος και Εκτίμηση του Ρίσκου Εγκατάστασης.....	42
5.1. Τρόπος Λειτουργίας του συστήματος GloEn Patrol P1000 Ex και GloEn Patrol P250.....	42
5.2. Εκτίμηση του Ρίσκου Εγκατάστασης του Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος .	46
Κεφάλαιο 6ο: Μελέτη Εγκατάστασης του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος στο πλοίο Pine Meadow.....	51
6.1. Πληροφορίες Δεξαμενόπλοιου .....	51
6.2. Πληροφορίες Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος.....	51
6.3. 3D Laser Scanning για το υπό μελέτη Δεξαμενόπλοιο .....	52
6.4. Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης .....	58
6.5. Μελέτη Θέσης Εγκατάστασης του εξοπλισμού BWTS .....	61
6.6. Σχέδια για τον Νηογνώμονα.....	66
6.7. Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση .....	88
6.8. Τεχνική Προδιαγραφή .....	90
Κεφάλαιο 7ο: Εγκατάσταση του BWTS σε Ναυπηγείο στο πλοίο Pine Meadow.....	102
Κεφάλαιο 8ο: Συμπεράσματα .....	107
Βιβλιογραφία.....	109

## Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η εξέταση της Μελέτης για την εγκατάσταση Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου έρματος πάνω σε υπάρχοντα Δεξαμενόπλοιο, αλλά και η εγκατάσταση αυτού. Πρόκειται για μία διαδικασία που περιλαμβάνει όλα τα βήματα που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί επιτυχώς μία τέτοιου μεγέθους Μετασκευή σε υπάρχον εν ενεργεία πλοίο σε Ναυπηγείο. Στο πλαίσιο αυτό χρησιμοποιήθηκαν σαν παράδειγμα πληροφορίες που ελήφθησαν από την εταιρία «Sea World Management and Trading Inc.», παρουσιάζοντας το σύστημα της επιλογής τους και τους λόγους που οδήγησαν σε αυτήν.

Εισαγωγικά αναφέρονται οι διεθνείς και τοπικοί κανονισμοί κάτω από τους οποίους εντάσσεται η επεξεργασία του θαλασσίου έρματος, ενώ στη συνέχεια, αναλύεται η διαθέσιμη αγορά των κατασκευαστών αλλά και οι διαθέσιμες τεχνολογίες και μέθοδοι για να πληρούνται οι ανωτέρω κανονισμοί. Σε αυτό το σημείο αναλύονται τα κριτήρια επιλογής των Συστημάτων ανάλογα με τις ανάγκες και το προφίλ του Υπάρχοντος Πλοίου από άποψης λειτουργίας και περιοχής δραστηριοποίησης..

Έπειτα, περιγράφεται η εκτίμηση της Διακινδύνευσης ενός ολόκληρου έργου Μετασκευής για την εγκατάσταση, καθώς και η φάση της μελέτης για τις εγκαταστάσεις των εξοπλισμών αυτών σε δεξαμενόπλοιο ιδιοκτησίας της προαναφερθείσας εταιρείας. Επίσης αναλύεται η διαδικασία της Εγκατάστασης του εξοπλισμού πάνω στο πλοίο και της εκπόνησης των ανανεωμένων σχεδίων προς έγκριση από τον Νηογνόμωνα του Πλοίου, αλλά και η προετοιμασία με την προπαρασκευή και εισαγωγή του εξοπλισμού επί του πλοίου από το Ναυπηγείο, κατά την προγραμματισμένη επισκευή του.

Τέλος, περιγράφεται η διαδικασία της εγκατάστασης πάνω στο πλοίο και οι τυχόν αλλαγές που πρέπει να συμβούν κατά την διάρκεια της εγκατάστασης σε σχέση με την αρχική μελέτη της εγκατάστασης. Η Διπλωματική Εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα σχετικά με τον κανονισμό της Επεξεργασίας Έρματος, αλλά και τις προκλήσεις από την ανάγκη εγκατάστασης του εξοπλισμού επί του πλοίου. Οι βασικοί άξονες πάνω στους οποίους προκύπτει η Μετασκευή υπάρχοντος Δεξαμενοπλοίου είναι, ο εξοπλισμός να είναι κατά το δυνατόν μικρός και απλός στην χρήση / συντήρηση, αλλά και η μελέτη να επιφέρει κατά το δυνατόν ελάχιστες αλλαγές επί του πλοίου.

## *Abstract*

The purpose of this Diplomatic thesis is to examine the Study for the installation of Ballast Water Treatment Equipment on an existing Tanker, as well as its installation process. This is a process that includes all the steps that are required in order to successfully complete a Retrofit of this size on an existing operating vessel at a Shipyard. In this context, information received from the shipping company "Sea World Management and Trading Inc.", which was used as an example, presenting the system of their choice and the reasons that led to it. .

As an introduction, the international and local regulations under which the processing of marine ballast is included are mentioned, while then, the available market of manufacturers is analyzed, as well as the available technologies and methods to meet the above regulations. At this point, the criteria for selecting the Systems are analyzed according to the needs and the profile of the Existing Ship in terms of operation and area of operation.

Then, the assessment of the Risk of an entire Retrofitting project for the installation is described, as well as the study phase for the installations of these equipments on a tanker owned by the aforementioned company. Also the process of installing the equipment on board the ship and the preparation of the updated plans for approval by the Ship's Classification Society, as well as the preparation with the prefabrication and installation of the equipment on board the ship from the Shipyard, during its planned repair.

Finally, the process of the installation on the ship is described and any changes that must occur during the installation in relation to the initial design of the Retrofit project. The Thesis ends up with the conclusions regarding the regulation of Ballast Handling, but also with the challenges from the need to install the equipment on board. The main axes on which the conversion of an existing Tanker vessel are both the equipment to be as small as possible and simple to operate / maintain, but also the Retrofit study to bring about as few changes as possible on the ship.

## Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Περίπου το 80% των παγκόσμιων εμπορευμάτων αποστέλλονται από ένα σημείο σε κάποιο άλλο διαμέσω θαλάσσης. Μαζί με τη μεταφορά εμπορευμάτων, η ναυτιλία μεταφέρει 3-5 δισεκατομμύρια τόνους έρματος σε όλο τον κόσμο κάθε χρόνο (European Environmental Agency, European Maritime Transport Environmental Report 2021). Ιστορικά, οι απορρίψεις έρματος έχουν αποτελέσει σημαντική πηγή εισαγωγής εξωτικών ειδών (American Bureau of Shipping (ABS), (2019). Ballast Water Management Advisory), συμπεριλαμβανομένων και πολλών ειδών φυκιών και ζωοπλαγκτόν, στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Η ανεξέλεγκτη εξάπλωση μη αυτόχθονων ειδών εξακολουθεί να αποτελεί μία σημαντική ανησυχία για τη θαλάσσια βιομηχανία.

Τα πλοία έχουν σχεδιαστεί για να μεταφέρουν πλήθος φορτίων όπως λάδι, σπόρους, παράγωγα πετρελαίου, φρούτα κ.λπ., και φυσικά ανθρώπους. Μετακινούνται από λιμάνι σε λιμάνι, φορτώνουν και εκφορτώνουν σε κάθε σταθμό τους. Σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, αναμένουμε ότι με κάθε αλλαγή στο βάρος του περιεχομένου του πλοίου, το συνολικό του βάρος αλλάζει, επιφέροντας αλλαγές στο βύθισμα. Οι αλλαγές στο βύθισμα επηρεάζουν ευθείως την ευστάθεια και την δυνατότητα ελιγμών του πλοίου, ενώ κρίνεται σημαντικό η έλικα, το πηδάλιο και ο βολβός να μην ανεβαίνουν πάνω από την επιφάνεια του νερού. Εξ' ορισμού, το έρμα είναι οποιοδήποτε στερεό ή υγρό που χρησιμοποιείται από τα πλοία εδώ και εκατοντάδες χρόνια σαν επιπρόσθετο φορτίο για την ευστάθεια και τη σωστή πλεύση, λόγω του μειωμένου βυθίσματος από την εκφόρτωση του μεταφερόμενου φορτίου. Με την εισαγωγή των χαλύβδινων πλοίων και της τεχνολογίας άντλησης, το νερό έγινε η καλύτερη επιλογή για χρήση ως έρμα, καθώς αντλείται εύκολα μέσα και έξω από τις δεξαμενές έρματος. Δεν υπάρχει σχεδόν κανένα πρόβλημα σταθερότητας και είναι διαθέσιμο παντού. Κατά τη διαδικασία του ερματισμού, φορτώνεται νερό από ένα λιμάνι και αποβάλλεται στο επόμενο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις φόρτωσης – εκφόρτωσης του εκάστοτε Συμβολαίου - Ναύλου. Η σύσταση του νερού αλλάζει από περιοχή σε περιοχή, λόγω του περιβάλλοντος και της γεωλογίας του εδάφους, ενώ και τα οικοσυστήματα διαφέρουν ανά τις περιοχές.

Το νερό που λαμβάνεται από μία περιοχή αναμιγνύεται με νερό κάποιας άλλης περιοχής, με αποτέλεσμα το μη επεξεργασμένο έρμα να έχει επίδραση στο περιβάλλον της γηγενούς περιοχής (European Environmental Agency, European Maritime Transport Environmental Report 2021). Στο νερό υπάρχει μια πληθώρα υδρόβιων ειδών, συμπεριλαμβανομένων όλων των ειδών βακτηρίων, μικροφυκών και διαφόρων υδρόβιων φυτικών και ζωικών ειδών. Τα είδη αυτά θεωρούνται «ξένα» αν δεν προέρχονται από το συγκεκριμένο οικοσύστημα (στην εκάστοτε περιοχή απόρριψης). Υπό βέλτιστες συνθήκες, τα ξένα είδη μπορούν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, ενώ μόλις κυριαρχήσουν, τα εγγενή είδη δυσκολεύονται να επιβιώσουν και μπορεί ακόμα και να εξαφανιστούν.

Αυτό διασπά την υπάρχουσα βιοποικιλότητα του τόπου επηρεάζοντας τις παράκτιες βιομηχανίες, την αλιεία και τις τοπικές κοινωνίες, είτε στην οικονομία είτε στην υγεία. Η εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας έρματος για καινούρια και υπάρχοντα πλοία κρίνεται απαραίτητη για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό ενός πλοίου, ειδικά στην τρέχουσα εποχή της πράσινης ναυτιλίας.

Τη δεκαετία του 1980, η Αυστραλία και ο Καναδάς αντιμετώπισαν προβλήματα που προκλήθηκαν από διεισδυτικά είδη και έφεραν τις ανησυχίες τους στην Επιτροπή Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO). Αυτές οι ενέργειες οδήγησαν στην ανάπτυξη της διεθνούς σύμβασης του 2004 για τον έλεγχο και τη διαχείριση

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο του έρματος και των ιζημάτων των πλοίων (Σύμβαση διαχείρισης του έρματος BWM - The Ballast Water Management (BWM) Convention).

Η Σύμβαση για τη διαχείριση του έρματος του 2004 τέθηκε τελικά σε ισχύ παγκοσμίως στις 8 Σεπτεμβρίου 2017, γνωστή ως Σύμβαση BWM (Σύμβαση Ballast Water Management ή αλλιώς Ballast Water Management Convention), η οποία απαιτεί από όλα τα πλοία να επεξεργάζονται το νερό έρματος τους σε κάθε ταξίδι, με ανταλλαγή ή εξωγενή επεξεργασία, χρησιμοποιώντας ένα εγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας έρματος.

Η επόμενη φάση της Σύμβασης BWM αποφασίζεται από την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC - Marine Environment Protection Committee) του IMO (International Maritime Organization) να είναι ο Κώδικας Συστημάτων Διαχείρισης Έρματος (BWMS Code - Ballast Water Management System Code).

Ο Κωδικός BWMS τέθηκε σε ισχύ τον Οκτώβριο του 2019 και απαιτεί την εγκατάσταση εγκεκριμένων συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος σε όλα τα πλοία με διεθνή δρομολόγια, σε αντίθεση με τον ισχύοντα κανονισμό που επέτρεπε στα πλοία να μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα στο να εκτελούν ανταλλαγή νερού έρματος εντός των δεξαμενών ή επεξεργασία του νερού έρματος μέσω εγκεκριμένων συστημάτων (American Bureau of Shipping (ABS), (2019). Ballast Water Management Advisory).

Η επιβολή του κώδικα BWMS και οι επακόλουθες αλλαγές που θα επιφέρουν στη λειτουργία των πλοίων, οδηγούν στην εξέταση των σχετικών μετασκευών σε υπάρχοντα πλοία. Όσον αφορά τα Συστήματα Διαχείρισης Νερού Έρματος, τα οποία αποτελούν αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, η μετασκευή για την εγκατάσταση ενός εγκεκριμένου Συστήματος Επεξεργασίας Νερού Έρματος (BWTS - Ballast Water Treatment System) φαίνεται να είναι η μόνη λύση προκειμένου τα υπάρχοντα πλοία να συμμορφώνονται με τους νέους κανονισμούς.

Η μετασκευή βάσει του κώδικα BWMS συνίσταται στη σύνδεση του υπάρχοντος συστήματος σωληνώσεων έρματος του πλοίου με ένα BWTS που σχεδιάζουν και προμηθεύουν αρκετοί εγκεκριμένοι κατασκευαστές. Με αυτόν τον τρόπο, το θαλασσινό νερό που εισάγεται από τις αναρροφήσεις του πλοίου οδηγείται, μέσω του μετασχηματισμένου συστήματος σωληνώσεων έρματος, για επεξεργασία, πριν μεταφερθεί στις δεξαμενές έρματος σε λειτουργία ερματισμού. Μερικοί από τους κατασκευαστές παρέχουν BWTS που επεξεργάζεται το νερό έρματος και κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης έρματος ή αποερματισμού, στην παρούσα μελέτη θα εξεταστεί μία τέτοιου είδους εγκατάσταση BWTS, δηλαδή επεξεργασία του νερού έρματος κατά την εισαγωγή και απόρριψη του.

Με αυτόν τον τρόπο, έχοντας τους λόγους που οδηγούν σε αυτές τις αλλαγές στους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, στον Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> αναλύονται όλοι οι διαθέσιμοι κανονισμοί. Έπειτα, στο Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> και Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>, πραγματοποιείται μία επισκόπηση των διαθέσιμων τεχνολογιών για Συστήματα Επεξεργασίας Έρματος και η διαδικασία Μελέτης της Μετασκευής για την εγκατάσταση τέτοιου συστήματος αντίστοιχα. Στην συνέχεια, στο Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> αναλύεται η επιλογή συστήματος από την Ναυπηγική Εταιρία του θέματος μαζί με την ανάλυση του Ρίσκου μίας τέτοιας Μετασκευής καθώς και στο επόμενο Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup> γίνεται η ανάλυση των βημάτων για την Μελέτη Μετασκευή για το υπό μελέτη Δεξαμενόπλοιο. Αυτό οδηγεί στο Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup> το οποίο περιέχει όλα τα βήματα για την εγκατάσταση ενός συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος κατά την Μετασκευή σε Ναυπηγείο μαζί με τις τυχόν αστοχίες και τα σημεία που ελοχεύουν κίνδυνοι. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα μαζί με τις μελλοντικές προκλήσεις στο Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup>.

## Κεφάλαιο 2ο: Κανονιστικό Πλαίσιο για την Επεξεργασία Θαλασσίου Έρματος

### 2.1. Διεθνείς Κανονισμοί

Οι συνεχιζόμενες ανησυχίες σχετικά με την εξάπλωση των μη αυτόχθονων ειδών έχουν οδηγήσει σε διάφορους περιφερειακούς κανονισμούς ανά τον κόσμο, όπως παραδείγματος χάριν η ενεργοποίηση της Σύμβαση διαχείρισης του έρματος BWM - The Ballast Water Management (BWM) Convention από την Αυστραλία ήδη από το 2001 σε ότι αφορά την ανταλλαγή έρματος. (European Bank for Reconstruction and Development (2014). Ballast Water Management Infrastructure Investment Guidance). Αυτοί οι κανονισμοί απαιτούν από τους εφοπλιστές και τους πλοιοκτήτες να πληρούν πολλές απαιτήσεις ερματισμού / αποερματισμού με βάση τις τρέχουσες και πιθανές μελλοντικές εργασίες τους.

Η Σύμβαση του BWM καθόρισε τις απαιτήσεις και τα πρότυπα για τη διαχείριση του έρματος σε πλοία οποιουδήποτε τύπου και ορισμένου μεγέθους Έρματος (Lloyd’s Register, “National Ballast Water Management Requirements”, 2019) , με ορισμένες εξαιρέσεις, όπως τα υποβρύχια, τα πλωτά σκάφη, τις πλωτές πλατφόρμες, τις πλωτές μονάδες αποθήκευσης (FSUs) και τις πλωτές μονάδες παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης (FPSO), σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα για να μεταφέρουν νερό έρματος.

Στις 08 Σεπτεμβρίου 2016 (American Bureau of Shipping (ABS), (2019). Ballast Water Management Advisory) δώδεκα χρόνια μετά την έγκριση της Σύμβασης του IMO BWM, πληρώθηκε η προϋπόθεση έναρξης της ισχύος της, εφόσον τουλάχιστον 30 κράτη μέλη που αντιπροσωπεύουν το 35% της παγκόσμιας μεταφορικής χωρητικότητας της εμπορικής ναυτιλίας υπέγραψαν τελικώς την Σύμβαση αυτή. Αυτό οδήγησε στην έναρξη ισχύος της στις 8 Σεπτεμβρίου 2017 (12 μήνες μετά την επικύρωση από τα συμβαλλόμενα μέρη). Από τον Απρίλιο του 2019, 81 χώρες που αντιπροσωπεύουν περίπου το 80,76% της παγκόσμιας μεταφορικής χωρητικότητας του εμπορικού στόλου έχουν επικυρώσει τη Σύμβαση BWM (βάσει των αριθμών χωρητικότητας του 2018).

Ballast needs <sup>1</sup>	Vessel types	Typical pumping rates (m <sup>3</sup> /h)
<b>Ballast replaces cargo</b> <i>Ballast required in large quantities, primarily for return voyage</i>	Dry bulk carriers	5,000-10,000
	Ore carriers	10,000
	Tankers	5,000-20,000
	Liquefied-gas carriers	5,000-10,000
	Oil bulk ore carriers	10,000-15,000
<b>Ballast for vessel control</b> <i>Ballast required in almost all loading conditions to control stability, trim and heel</i>	Container ships	1,000-2,000
	Ferries	200-500
	General cargo vessels	1,000-2,000
	Passenger vessels	200-500
	ro-ro vessels	1,000-2,000
	Fishing vessels	50
	Fish factory vessels	500
	Military vessels	50-100
<b>Ballast for loading and unloading operations</b> <i>Ballast taken on locally in large volumes and discharged in same location</i>	Float-on, float-off vessels	10,000-15,000
	Heavy lift vessels	5,000
	Military amphibious assault vessels	5,000
	Barge-carrying cargo vessels	1,000-2,000

Εικόνα 2.1: Ενδεικτικές χωρητικότητες δεξαμενών Έρματος ανάλογα με το τύπο του πλοίου (The BWM Convention and its Guidelines, IW learn Team, 2014)



## Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

### 2.1.1. Κανονισμός D1 - Πρότυπο Ανταλλαγής Νερού Έρματος (Ballast Water Exchange Standard)

Η ανταλλαγή έρματος βασίζεται στην αρχή ότι οι οργανισμοί και τα παθογόνα που περιέχονται στο θαλάσσιο έρμα που λαμβάνονται επί των παράκτιων υδάτων, δεν θα επιβιώσουν όταν απορρίπτονται σε βαθείς ωκεανούς ή ανοιχτές θάλασσες, καθώς αυτά τα ύδατα έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, αλατότητα και χημική σύνθεση.

Παρακάτω θα αναλυθούν οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η ανταλλαγή του νερού Έρματος (American Bureau of Shipping Incorporated by Act of Legislature of the State of New York 1862, ABS - BALLAST WATER EXCHANGE JUNE 2020):

**1. Διαδοχική μέθοδος (Sequential method):** Σε αυτή τη διαδικασία, η δεξαμενή έρματος αδειάζεται πρώτα και ξαναγεμίζεται με νέο θαλασσινό νερό έρματος, ώστε να επιτευχθεί τουλάχιστον 95% ογκομετρική ανταλλαγή. Όλο το νερό έρματος σε κάθε δεξαμενή πρέπει να αποφορτώνεται έως ότου χαθεί η αναρρόφηση των αντλιών και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται και αντλίες κενού (Eductor), εάν είναι δυνατόν, για να αποφευχθεί μια κατάσταση, όπου οι οργανισμοί θα συσσωρευτούν στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Τέλος, η δεξαμενή ξαναγεμίζεται με νερό. Σημειώνεται ότι ο αποερματισμός των δεξαμενών μπορεί να γίνει μεμονωμένα ή σε ζεύγη.

**2. Μέθοδος ροής (Flow-through method):** Η μέθοδος ροής είναι μια διαδικασία με την οποία το νερό έρματος αντικατάστασης αντλείται σε δεξαμενή έρματος που προορίζεται για τη μεταφορά νερού έρματος, επιτρέποντας στο νερό να ρέει μέσω υπερχειλίσσης ή άλλων διατάξεων προκειμένου να επιτευχθεί τουλάχιστον 95% ογκομετρική ανταλλαγή έρματος. Η άντληση του τριπλασιασμένου όγκου κάθε δεξαμενής έρματος θεωρείται ότι πληροί το πρότυπο D-1.

**3. Μέθοδος αραιώσης (Dilution method):** Η μέθοδος αραιώσης είναι μια διαδικασία με την οποία το νερό έρματος αντικατάστασης γεμίζει μέσω της κορυφής της δεξαμενής έρματος που προορίζεται για να μεταφέρει νερό έρματος με το ταυτόχρονο άδειασμα από τον πυθμένα, με τον ίδιο ρυθμό ροής. Διατηρείται επίσης μία σταθερή ποσότητα νερού στη δεξαμενή καθ' όλη τη λειτουργία ανταλλαγής έρματος.

Ο όγκος νερού της δεξαμενής πρέπει να αντλείται μέσα από την δεξαμενή και να ξαναερματιστεί τουλάχιστον τρεις φορές. Συνήθως, χρησιμοποιούνται δύο αντλίες έρματος ταυτόχρονα, όπου η μία λειτουργεί ως αντλία που βάζει έρμα στις δεξαμενές και η άλλη ως αντλία που αδειάζει τις δεξαμενές. Καθώς είναι απαραίτητο να διατηρείται σταθερό το επίπεδο πλήρωσης στις δεξαμενές, πρέπει να διασφαλίζεται ο ακριβής έλεγχος του όγκου που αντλείται και από τις δύο αντλίες για λόγους ασφαλείας / ευστάθειας. Στην ιδανική περίπτωση, αυτό σημαίνει ότι πραγματοποιείται σε ανοιχτές θάλασσες μακριά από τις παράκτιες περιοχές, σε απόσταση τουλάχιστον 200 ναυτικών μιλίων από την ξηρά και σε βάθος υδάτων τουλάχιστον 200 μέτρων. Με αυτόν τον τρόπο, θα επιβιώσουν και θα απορριφθούν όσο το δυνατόν λιγότεροι μικροοργανισμοί τελικά κοντά στις ακτές, οι οποίοι είναι δυνητικά επιβλαβείς για το οικοσύστημα κάθε περίπτωσης.

### 2.1.2. Κανονισμός D2 – Προδιαγραφές Απόδοσης Διαχείρισης Έρματος (Ballast Water Performance Standard)

Το πρότυπο D-2 καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα βιώσιμων οργανισμών που επιτρέπεται να

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο απορρίπτονται, συμπεριλαμβανομένων συγκεκριμένων δεικτών, επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία.

Τα πλοία που διεξάγουν Επεξεργασία Θαλασσίου Έρματος σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό πρέπει να αποβάλλουν:

- Λιγότερους από 10 βιώσιμους οργανισμούς ανά  $m^3 > 50m$  σε ελάχιστη διάσταση,
- Λιγότερους από 10 βιώσιμους οργανισμούς ανά  $m^3 < 50m$  και  $> 10m$  σε ελάχιστη διάσταση,
- Λιγότερο από τις ακόλουθες συγκεντρώσεις μικροβίων δείκτη:
  - Τοξικογόνο χολέρα *Vibrio* μικρότερη από 1 μονάδα σχηματισμού αποικιών (cfu) ανά 100 mL, ή λιγότερο από 1 cfu ανά 1 γραμμάριο δειγμάτων ζωπλαγκτού
  - *Escherichia coli* λιγότερο από 250 cfu ανά 100 mL
  - Εντεροκοκκικοί εντερικοί λιγότερο από 100 cfu ανά 100 mL.

Η συμμόρφωση με το πρότυπο απόδοσης (D-2) φαίνεται να επιτυγχάνεται μόνο με τη χρήση ενός συστήματος επεξεργασίας BWTS. Γενικά, τα συστήματα επεξεργασίας που συμμορφώνονται με το πρότυπο D-2 εγκρίνονται από κάποια Αρχή (Administration) και πρέπει να υποβληθούν σε χερσαίες δοκιμές, αλλά και επί του πλοίου, για να είναι εγκεκριμένοι βάσει πρωτοκόλλου που αποδεικνύει την ικανότητα του να επεξεργάζεται θαλάσσιο έρμα (BWMS) και να επιτυγχάνει το πρότυπο απόρριψης σε συνθήκες πλήρους λειτουργίας.

Σε οποιοδήποτε λιμένα, ένας επιθεωρητής εξουσιοδοτημένος από κράτος μέλος της Σύμβασης 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 (Εικόνα 2.2).

Constituent	Discharge Limitation
Organisms $\geq 50 \mu m$	< 10 viable organisms per $m^3$ of ballast water
$50 \mu m >$ Organisms $\geq 10 \mu m$	< 10 viable organisms per ml of ballast water
Indicator Microbes	
Toxicogenic <i>Vibrio cholera</i> (serotypes O1 and O139)	< 1 colony-forming unit (cfu) per 100 ml
<i>Escherichia coli</i>	< 250 cfu per 100 ml
Intestinal Enterococci	< 100 cfu per 100 ml

Εικόνα 2.2: Όρια απαλλαγής θαλασσίου έρματος (IRCLASS Indian Register of Shipping, Guidelines on Ballast Water Management, 2018)

### 2.1.3. Κανονισμός D3 - Απαιτήσεις έγκρισης για τα συστήματα διαχείρισης έρματος (Approval requirements for Ballast Water Management systems)

1. Απαιτήσεις έγκρισης για συστήματα διαχείρισης νερού έρματος που προβλέπει ότι τα συστήματα διαχείρισης νερού έρματος πρέπει να εγκριθούν από τους Νηογνώμονες σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του IMO. Αυτά περιλαμβάνουν συστήματα που χρησιμοποιούν χημικά ή βιοκτόνα, χρήση οργανισμών ή βιολογικών μηχανισμών ή αλλαγές στα χημικά / φυσικά χαρακτηριστικά του έρματος. Τα συστήματα

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο  
διαχείρισης νερού έρματος πρέπει να εγκριθούν από τους Νηογνώμονες (Class Societies) σύμφωνα με τις οδηγίες του IMO (Κανονισμός D-3: Απαιτήσεις έγκρισης για συστήματα διαχείρισης νερού έρματος).

2. Τα συστήματα διαχείρισης έρματος που χρησιμοποιούνται για να συμμορφωθούν με την παρούσα Σύμβαση θα πρέπει να είναι ασφαλή για το πλοίο, τόσο για τον εξοπλισμό του όσο και για το πλήρωμά του.

#### 2.1.4. Κανονισμός D4 - Πρωτότυπες Τεχνολογίες Επεξεργασίας Θαλάσσιου Έρματος (Prototype Ballast Water Treatment Technologies)

Ο κανονισμός D-4 καλύπτει τις πρωτότυπες τεχνολογίες επεξεργασίας του νερού έρματος. Επιτρέπει στα πλοία που συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα εγκεκριμένο από Νηογνώμονες να δοκιμάσουν και να αξιολογήσουν τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες επεξεργασίας νερού έρματος, ενώ έχουν περιθώριο πέντε ετών προτού συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις του κανονισμού.

Άλλες μέθοδοι διαχείρισης του έρματος μπορούν επίσης να γίνουν αποδεκτές ως εναλλακτικές για το πρότυπο ανταλλαγής νερού έρματος και το πρότυπο απόδοσης νερού έρματος, υπό την προϋπόθεση ότι τέτοιες μέθοδοι διασφαλίζουν τουλάχιστον το ίδιο επίπεδο προστασίας για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία, την ιδιοκτησία ή τους πόρους, και εγκρίνονται κατ'αρχήν από την επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO (MEPC).

#### 2.1.5. Κανονισμός B3 – Διαχείριση Θαλασσίου Έρματος για τα Πλοία

Οι ειδικές απαιτήσεις για τη διαχείριση νερού έρματος περιλαμβάνονται στον κανονισμό B-3 Διαχείριση νερού έρματος για πλοία (Εικόνα 2.3):

- Τα πλοία που κατασκευάστηκαν πριν από το 2009 με χωρητικότητα νερού έρματος μεταξύ 1500 και 5000 κυβικών μέτρων πρέπει να διεξάγουν διαχείριση νερού έρματος που τουλάχιστον πληρεί το πρότυπο ανταλλαγής νερού έρματος (D-1) ή το πρότυπο επεξεργασίας νερού έρματος (D-2) έως το 2014. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, πρέπει τουλάχιστον να πληρεί το πρότυπο επεξεργασίας του έρματος.

- Τα πλοία που κατασκευάστηκαν πριν από το 2009 με χωρητικότητα νερού έρματος μικρότερη από 1500 ή μεγαλύτερη από 5000 κυβικά μέτρα, πρέπει τουλάχιστον να πληρούν τα πρότυπα ανταλλαγής νερού έρματος ή τα πρότυπα επεξεργασίας του νερού έρματος έως το 2016. Έκτοτε θα πρέπει τουλάχιστον να πληρούν τα πρότυπα επεξεργασίας του έρματος.

- Τα πλοία που κατασκευάστηκαν το ή μετά το 2009 με χωρητικότητα νερού έρματος μικρότερη από 5000 κυβικά μέτρα πρέπει τουλάχιστον να πληρούν το πρότυπα επεξεργασίας του νερού έρματος.

- Τα πλοία που κατασκευάστηκαν εντός ή μετά το 2009, αλλά πριν από το 2012, με χωρητικότητα νερού έρματος 5000 κυβικών μέτρων και άνω, πρέπει να πληρούν τουλάχιστον το πρότυπα επεξεργασίας του νερού έρματος.

- Τα πλοία που κατασκευάστηκαν εντός ή μετά το 2012, με χωρητικότητα νερού έρματος 5000 κυβικών μέτρων και άνω, θα διεξάγουν επεξεργασία νερού έρματος που τουλάχιστον πληρεί το πρότυπο επεξεργασίας του νερού έρματος.

Ships built	BW capacity (m <sup>3</sup> )	Phase in of the D-2 standard of the BWM Convention							
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<2009	1500 - 5000	D-1 or D-2					D-2		
<2009	<1500 >5000	D-1 or D-2						D-2	
2009	<5000	D-1 or D-2		D-2					
≥2010	<5000	D-2							
≥2009 <2012	>5000	D-1 or D-2						D-2	
≥2012	>5000	D-2							

Εικόνα 2.3 Αρχικό Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του κανονισμού D-2 (David, M., & Gollasch, S. (2015))

### 2.1.6. Νέο πρόγραμμα εφαρμογής για συμμόρφωση με το πρότυπο D-2:

Ο τροποποιημένος κανονισμός B-3, όπως εγκρίθηκε από το MEPC71 (Marine Environment Protection Committee (MEPC), 71st session – Media information, July 2017)) απαιτεί:

- Τα Νέα πλοία (πλοία κατασκευασμένα / με τοποθέτηση τρόπιδας - Keel laying στις 8 Σεπτεμβρίου 2017 ή μετά) να συμμορφωθούν με το πρότυπο D-2 και να έχουν εγκαταστήσει ένα σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος κατά την παράδοσή τους, ώστε να διεξάγεται η επεξεργασία του νερού έρματος και να πληρούν το πρότυπο D2 από την ημερομηνία έναρξης λειτουργίας του πλοίου,
- Τα Υφιστάμενα πλοία (Πλοία που κατασκευάστηκαν πριν από την έναρξη ισχύος της Σύμβασης, δηλαδή πριν από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017), η MEPC διατηρεί την απόφασή της να χρησιμοποιήσει την ανανέωση του πιστοποιητικού Διεθνούς Πρόληψης Ρύπανσης Πετρελαίου (IOPP – International Oil Prevention Pollution) του πλοίου ως μηχανισμού για τον καθορισμό της σταδιακής εισαγωγής / εναρμόνισης με τον νέο Κανονισμό. Προγραμματίστηκε / εφαρμόστηκε «στις 8 Σεπτεμβρίου 2019» ως έναρξη της περιόδου σταδιακής εισαγωγής. Για τα υπάρχοντα πλοία, αυτή θα ήταν η πρώτη ή δεύτερη πενταετής Επιθεώρηση ανανέωσης του πιστοποιητικού IOPP (5 year IOPP renewal) μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2017. Ως αποτέλεσμα, η ημερομηνία κατά την οποία πρέπει να έχουν εγκαταστήσει τα συστήματα επεξεργασίας έρματος σε όλα τα πλοία έχει παραταθεί από το 2022 έως το 2024.

Οι αρχές του νέου προγράμματος εφαρμογής για συμμόρφωση με το πρότυπο D-2 απεικονίζονται στην Εικόνα 2.4.

Κατά συνέπεια, σύμφωνα με την πρόταση, τα πλοία που κατασκευάστηκαν πριν από την έναρξη ισχύος της σύμβασης στις 8 Σεπτεμβρίου 2017 και απαιτούν πιστοποιητικό διεθνούς πρόληψης ρύπανσης από πετρέλαιο (IOPP) πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο απόρριψης D-2 όπως στο εξής:

- Με την πρώτη Επιθεώρηση ανανέωσης του πιστοποιητικού IOPP: αυτό ισχύει όταν

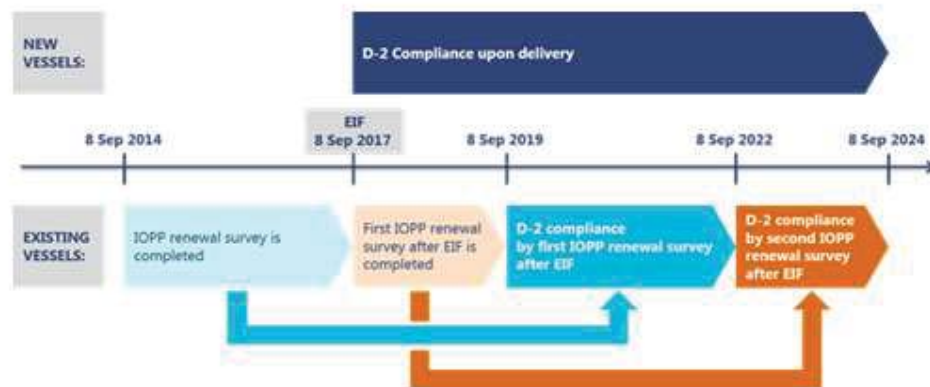
#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

η πρώτη Επιθεώρηση ανανέωσης του πλοίου πραγματοποιείται στις 8 Σεπτεμβρίου 2019 ή μετά.

- Από την πρώτη Επιθεώρηση ανανέωσης του πιστοποιητικού IOPP μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2017: αυτό ισχύει όταν η Επιθεώρηση ανανέωσης έχει ολοκληρωθεί στις 8 Σεπτεμβρίου 2014 ή μετά, αλλά πριν από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017.
- Με τη δεύτερη Επιθεώρηση ανανέωσης: αυτό ισχύει εάν η πρώτη Επιθεώρηση ανανέωσης, μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2017, πραγματοποιηθεί πριν από τις 8 Σεπτεμβρίου 2019. Σε αυτήν την περίπτωση, η συμμόρφωση πρέπει να γίνεται από τη δεύτερη Επιθεώρηση ανανέωσης (υπό την προϋπόθεση ότι η προηγούμενη Επιθεώρηση ανανέωσης δεν έχει ολοκληρωθεί κατά την περίοδο μεταξύ 8 Σεπτεμβρίου 2014 και 8 Σεπτεμβρίου 2017).

Ένα υπάρχον πλοίο στο οποίο δεν εφαρμόζεται η Επιθεώρηση ανανέωσης του IOPP βάσει του Παραρτήματος Ι της MARPOL (The BWM Convention and its Guidelines, 2014) (δηλαδή τα πετρελαιοφόρα κάτω των 150 GT και τα υπόλοιπα πλοία κάτω των 400 GT), θα πρέπει να πληρούν το πρότυπο D-2 από την ημερομηνία που αποφασίστηκε από την αρχή, αλλά όχι αργότερα από τις 8 Σεπτεμβρίου 2024.

Συνιστάται στους ιδιοκτήτες και τους διαχειριστές των πλοίων να εξετάζουν προσεκτικά και να λαμβάνουν υπόψη τις ατομικές ημερομηνίες έρευνας ανανέωσης του πλοίου τους, προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση.



Εικόνα 2.4: Ισχύον Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του κανονισμού D-2 (Draft MEPC Resolution on implementation date of the Ballast Water Management System, 2017)

Από την έγκριση της Σύμβασης, ο IMO έχει αναπτύξει δεκατέσσερις κατευθυντήριες γραμμές για την υποστήριξη της Σύμβασης για τη Διαχείριση του Θαλάσσιου Έρματος (IMO Technical Guidelines supporting the Ballast Water Management Convention)

- G1 - Οδηγίες για εγκαταστάσεις παραλαβής ιζημάτων, MEPC.152 (55),
- G2 - Οδηγίες για τη δειγματοληψία του θαλάσσιου έρματος, MEPC.173 (58),
- G3 - Οδηγίες για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, MEPC.123 (53),
- G4 – Οδηγίες για τη διαχείριση του θαλασσίου έρματος και ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος, MEPC.127 (53),
- G5 - Οδηγίες για τις εγκαταστάσεις λήψης του θαλασσίου έρματος, MEPC.153 (55),
- G6 – Οδηγίες για την ανταλλαγή του θαλασσίου έρματος, MEPC.124 (53),

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

- G7 – Οδηγία για την εκτίμηση κινδύνου βάση του κανονισμού A4 της Σύμβασής Διαχείρισης Θαλασσίου Έρματος, MEPC.162 (56), που εγκρίθηκε στις 13 Ιουλίου 2007
- G8 – Οδηγίες για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, MEPC.125 (53) / MEPC.174 (58),
- G9 – Διαδικασία έγκρισης συστημάτων διαχείρισης θαλασσίου έρματος που κάνουν χρήση δραστικών ουσιών, MEPC.126 (53) / MEPC.169 (57),
- G10 – Οδηγίες για την έγκριση και εποπτεία προγραμμάτων πρωτότυπων τεχνολογιών επεξεργασίας θαλασσίου έρματος, MEPC.140 (54),
- G11 – Οδηγίες και προδιαγραφές για το σχεδιασμό και τη κατασκευή συστημάτων θαλασσίου έρματος, MEPC.149 (55),
- G12 – Οδηγίες πάνω στο σχεδιασμό και τη κατασκευή ώστε να διευκολυνθεί ο έλεγχος ιζημάτων επάνω στα πλοία, MEPC.150 (55),
- G13 – Οδηγίες για πρόσθετα μέτρα για τη διαχείριση του θαλασσίου έρματος συμπεριλαμβανομένων και περιπτώσεων έκτακτης ανάγκης, MEPC.161 (56),
- G14 – Οδηγίες για τον καθορισμό των περιοχών που θα γίνεται η ανταλλαγή έρματος, MEPC.151 (55)
- Οδηγίες για την ανταλλαγή έρματος στη περιοχή της Συνθήκης της Ανταρκτικής, MEPC.163 (56).

Για τους πλοιοκτήτες, αλλά και τους κατασκευαστές των BWTS, η κατευθυντήρια οδηγία G2 είναι αρκετά σημαντική, διότι περιγράφει τον τρόπο συλλογής δειγμάτων του επεξεργασμένου έρματος, τα οποία μπορεί να ποικίλουν σε μέγεθος και προδιαγραφές σύμφωνα με τις μεμονωμένες εγκαταστάσεις και τις τεχνικές / συστήματα. Από αυτήν την διαδικασία εξαρτάται η τελική ολοκλήρωση / έγκριση κάποιας εγκατάστασης. Τα δείγματα συλλέγονται για αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων διαχείρισης του έρματος έναντι του κανονισμού D-2 της Διεθνούς Σύμβασης (International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004). Ο στόχος της κατευθυντήριας οδηγίας G2 είναι να παρέχει σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη τις πρακτικές και τις τεχνικές οδηγίες για τη δειγματοληψία και την ανάλυση του νερού έρματος, ώστε να προσδιοριστεί εάν το πλοίο βρίσκεται σε συμμόρφωση με τη Σύμβαση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατευθυντήρια οδηγία G2 αναφέρει 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:

- Η δειγματοληψία θα πρέπει να είναι απλή, γρήγορη και να πραγματοποιείται στο σημείο απόρριψης του έρματος (ICES/IOC/IMO Working Group on Ballast and Other Ship Vectors (WGBOSV) Copenhagen, Denmark (2017). Standard Operating Procedures Collection of Treated Ballast Water Samples using an Inline Sample Port), ενώ ταυτόχρονα να είναι ασφαλής για το πλοίο και το πλήρωμα. Ο χρόνος συλλογής δειγμάτων πρέπει να γίνεται χωρίς να εμποδίζεται η βασική λειτουργία των πλοίων (Φόρτωση / Εκφόρτωση – Cargo Operations).
- Το δείγμα θα πρέπει να λαμβάνεται από ειδικά διαμορφωμένη σωλήνα στην γραμμή της κατάθλιψης του θαλασσίου έρματος κατά την διάρκεια φόρτωσης ή εκφόρτωσης του έρματος σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας.
- Το δείγμα θα πρέπει να συλλέγεται στην ίδια ταχύτητα ροής με αυτή που έχει το νερό

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

έρματος στη γραμμή εκφόρτωσης, ώστε ο όγκος να παραμένει σταθερός. Το επιθυμητό επίπεδο απαρίθμησης οργανισμών που υπάρχει σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε ένα επιτυχώς επεξεργασμένο νερό έρματος εξαρτάται από τους ερευνητικούς στόχους και τη μέθοδο ανάλυσης.

- Αναλόγως τους εκάστοτε κανονισμούς της Σημαίας του Πλοίου (Flag Administration) απαιτείται μία αρχική ανάλυση δείγματος νερού έρματος για να διαπιστωθεί αν ένα πλοίο συμμορφώνεται με το πρότυπο D2. Για όλα τα πλοία και τις Σημαίες απαιτείται ετήσια δειγματοληψία για επιβεβαίωση ικανοποίησης του προτύπου D2.

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.

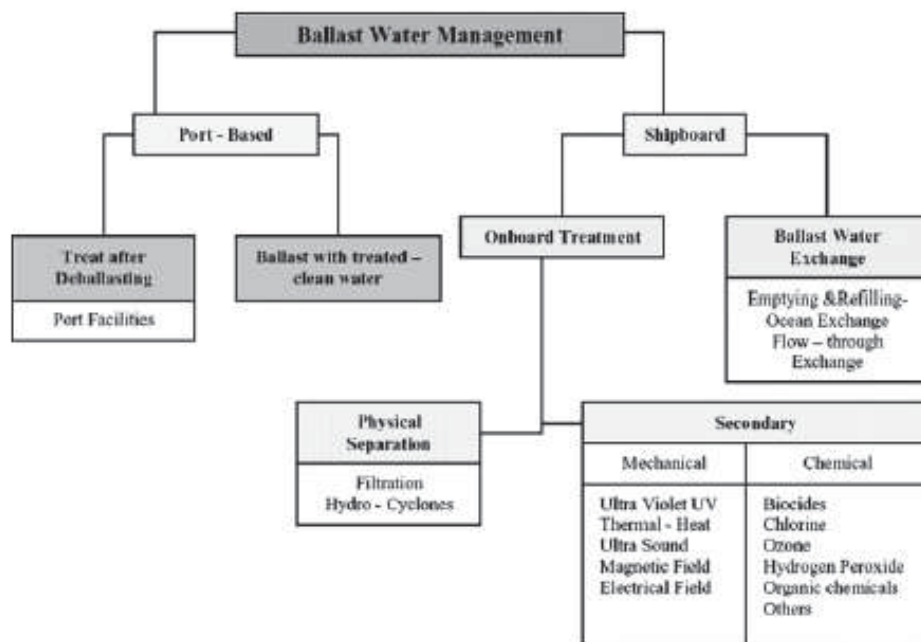
Παρόλο που ο IMO και το USCG (United States Coast Guard – Αμερικανική Ακτοφυλακή) συντονίζονται σε μεγάλο βαθμό, ιδίως όσον αφορά τα αριθμητικά όρια εκφόρτωσης / απόδοσης του BW (Ballast Water – Θαλάσσιο έρμα) καθώς και ορισμένες άλλες απαιτήσεις του BWM, οι κανονισμοί του USCG θεωρούνται δυσκολότεροι στο να επιτευχθούν

### 3.1. Επισκόπηση των Τεχνολογιών Επεξεργασίας Έρματος

Από την εφαρμογή της Σύμβασης πολλές τεχνολογίες έχουν πιστοποιηθεί. Ένας συνδυασμός διαφορετικών μεθόδων μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικός από μία μόνο μέθοδο. Ακόμα και όταν μπορεί να εφαρμοστεί πλήρως ο νέος Κανονισμός (δηλαδή όλες οι μετασκευές υπάρχοντων πλοίων ολοκληρωθούν και είναι συμβατές με το νέο Πρότυπο), αυτές οι τεχνικές είναι λιγότερο από 100% αποτελεσματικές στην απομάκρυνση των οργανισμών από νερό έρματος. Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ελαχιστοποίηση και την αποτροπή της εισαγωγής μη αυτόχθονων ειδών από το νερό έρματος. Δυστυχώς δεν υπάρχει μια τεχνική επεξεργασίας ύδατος έρματος για την απομάκρυνση όλων των μη αυτόχθονων ειδών.

Η τεχνολογία επεξεργασίας του έρματος μπορεί να είναι είτε με βάση το λιμάνι είτε με βάση το πλοίο, με την τελευταία να είναι η πιο ρεαλιστική και βιώσιμη επιλογή. Αυτό θα έχει ως συνέπεια, οι Ιδιοκτήτες των πλοίων να εγκαταστήσουν μία τεχνολογία έρματος που είναι ακριβή, αναξιόπιστη ή χρονοβόρα, για αυτόν τον λόγο δημιουργούνται κάποια κριτήρια που πρέπει να τηρούνται. Επομένως, αυτά τα κριτήρια για την επιλογή μιας μεθόδου Επεξεργασίας θα μπορούσαν να είναι (Satir, T. (2014):

- ασφάλεια του πληρώματος και των επιβατών
- αποτελεσματικότητα στην απομάκρυνση των οργανισμών-στόχων
- ευκολία λειτουργίας εξοπλισμού επεξεργασίας
- το μέγεθος της παρεμβολής στις κανονικές λειτουργίες και τα ταξίδια (χρόνος)
- δομική ακεραιότητα του πλοίου
- μέγεθος και έξοδα του εξοπλισμού επεξεργασίας
- ποσότητα πιθανής ζημίας του περιβάλλοντος και
- ευκολία των λιμενικών αρχών να παρακολουθούν τη συμμόρφωση με τους Κανονισμούς



Εικόνα 3.1: Τεχνολογίες Επεξεργασίας Θαλασσίου έρματος (Tsolaki, E., & Diamadopoulos, E. (2010))



### 3.1.1. Επεξεργασία με βάση το λιμάνι (Επεξεργασία κατά την εκφόρτωση του θαλασσιού έρματος σε λιμενικές εγκαταστάσεις)

Αυτές οι εναλλακτικές λύσεις απαιτούν το νερό έρματος να μεταφέρεται σε εγκατάσταση χερσαίας επεξεργασίας. Σε ορισμένα λιμάνια, μπορεί να υπάρχει αρκετός χώρος για τη δημιουργία μεγάλης κλίμακας εγκατάστασης επεξεργασίας νερού έρματος στην ακτή. Το μέγεθος της εγκατάστασης επεξεργασίας εξαρτάται από τον αριθμό, το χρόνο και τον τύπο των πλοίων, την αποχώρηση ή την είσοδό τους στο σύστημα του λιμένα. Το σύστημα αγωγών πρέπει να είναι κατάλληλο για τη συγκράτηση της μεταφοράς νερού μεταξύ του πλοίου και της ακτής. Ανάλογα με την ποσότητα νερού που απαιτείται για τις λειτουργίες ερματισμού από τα πλοία, οι χερσαίες εγκαταστάσεις επεξεργασίας θα μπορούσαν να αποθηκεύσουν επίσης επεξεργασμένο νερό έτοιμο προς χρήση για να επιτρέπεται σε ένα πλοίο που επισκέπτεται το λιμάνι η ανταλλαγή μη επεξεργασμένου νερού έρματος με το αντίστοιχο επεξεργασμένο νερό έρματος. Με αυτόν τον τρόπο, μόνο οι ενδιαφερόμενες χώρες θα πρέπει να επενδύσουν σε λιμάνια που μπορούν να συντηρήσουν τον εξοπλισμό επεξεργασίας και τη λειτουργία του ώστε να πληρούν τους περί διεθνείς και τοπικούς για την προστασία του περιβάλλοντος νόμους. Ωστόσο, το IMO δεν προωθεί περιφερειακά συστήματα που εξετάζουν ότι το πρόβλημα του έρματος είναι ένα παγκόσμιο ζήτημα.

Ο θαλάσσιος τερματικός σταθμός Valdez (Prince William Sound) στην Αλάσκα διαθέτει μια πολύ μεγάλη εγκατάσταση επεξεργασίας νερού έρματος με βάση στην ακτή. Η εγκατάσταση λειτουργεί εδώ και αρκετές δεκαετίες και ήταν σχεδιασμένο για την απομάκρυνση των υπολειπόμενων υδρογονανθράκων από βρώμικο νερό έρματος. Ωστόσο, η εγκατάσταση δεν είναι προς το παρόν εξοπλισμένη για επεξεργασία μη ιθαγενών ειδών από νερό έρματος. Η εγκατάσταση απασχολεί μία σειρά τεχνικών για την αφαίρεση του λαδιού, συμπεριλαμβανομένου του διαχωρισμού βαρύτητας, διάλυση αιωρούμενου αέρα και βιολογική επεξεργασία. Η εγκατάσταση ήταν σχεδιασμένη να χειρίζεται 33 εκατομμύρια γαλόνια έρματος την ημέρα.

### 3.1.2. Ενσωματωμένη Επεξεργασία πάνω στο πλοίο

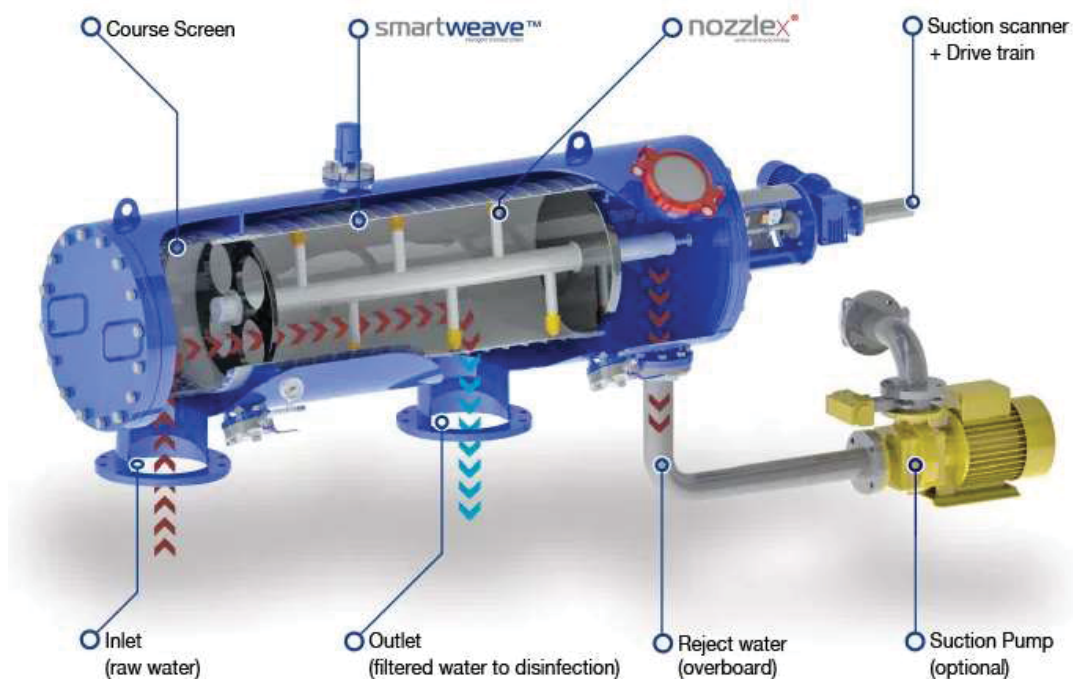
Επί του παρόντος, οι διαθέσιμες τεχνολογίες επί του πλοίου για την επεξεργασία νερού έρματος μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες: Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια τεχνική διαχωρισμού (Kazumi, J. (2007). Ballast water treatment technologies and their application for vessels entering the Great Lakes via the St. Lawrence Seaway. Florida: Transportation Research Board Special Report, 291.)

Ο πρωτογενής διαχωρισμός περιλαμβάνει φυσικές μεθόδους διαχωρισμού, όπως διήθηση (Φιλτράρισμα – Filtration) και υδροκυκλώνες, ενώ ο δευτερεύων περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα μηχανικών και χημικών μεθόδων ή συνδυασμός αυτών. Οι πιο συνηθισμένες μηχανικές μέθοδοι περιλαμβάνουν υπεριώδη ακτινοβολία (UV), θερμική, μαγνητική και ηλεκτρική επεξεργασία. Οι χημικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση βιοκτόνων, χλωρίου, όζοντος, υπεροξειδίου του υδρογόνου, διοξειδίου του χλωρίου και άλλα.

*Φίλτρα (Filtration):*

Τα φίλτρα έχουν μακρά ιστορία θαλάσσιας χρήσης, υπάρχουν πολλών ειδών φίλτρα και οι χρήσεις τους ποικίλουν. Τα φίλτρα στα πλοία χρησιμοποιούνται ήδη στο σύστημα έρματος για την απομάκρυνση σωματιδίων από την πρόσληψη θαλασσιου νερού από την αναρρόφηση του πλοίου (sea chest), έτσι ώστε η ροή του νερού στην κύρια γραμμή θάλασσας του πλοίου να διατηρείται πάντα και περίπου σταθερή. Η μέθοδος των φίλτρων είναι μια αποτελεσματική μέθοδος κατά των ιζημάτων και διαφόρων τύπων οργανισμών. Ο φυσικός διαχωρισμός μπορεί να γίνει είτε κατά τη φόρτωση του έρματος είτε κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Σε αυτή τη μέθοδο, τα σωματίδια αφαιρούνται με φίλτρα διαφόρων ειδών κατά τη φόρτωση του έρματος. Αυτά τα συστήματα φιλτραρίσματος μπορούν να δημιουργήσουν πτώσεις πίεσης και μειωμένο ρυθμό ροής λόγω αντίστασης στα στοιχεία φίλτρου. Μερικά από τα είδη με τα οποία πραγματοποιείται η Μηχανική Μέθοδος των Φίλτρων είναι (American Bureau of Shipping (ABS), (2019). Ballast Water Management Advisory):

- a) Δίσκοι (Screens/Discs): Οι δίσκοι (σταθεροί ή κινητοί) χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική αφαίρεση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων από το νερό έρματος με αυτόματο πλύσιμο τους. Αυτά είναι εξαιρετικά φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς δεν απαιτούν τη χρήση τοξικών χημικών στο νερό έρματος. Η διήθηση με δίσκους είναι αποτελεσματική για την αφαίρεση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων μεγαλύτερου μεγέθους, αλλά δεν είναι βολική στην αφαίρεση σωματιδίων και οργανισμών μικρότερων μεγεθών.
- b) Υδροκυκλώνας (Hydrocyclone): Ο υδροκυκλώνας είναι ένας αποτελεσματικός εξοπλισμός για το διαχωρισμό των στερεών από το νερό έρματος. Φυγοκεντρική δύναμη υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιείται για περιστροφή του νερού για διαχωρισμό των στερεών. Καθώς ο υδροκυκλώνας δεν έχει κινούμενο μέρος, είναι εύκολο να εγκατασταθεί, να λειτουργήσει και να συντηρηθεί σε πλοία.
- c) Πήξη (Coagulation): Καθώς οι περισσότερες από τις φυσικές μεθόδους filtration δεν είναι σε θέση να απομακρύνουν μικρότερα στερεά σωματίδια, η μέθοδος πήξης χρησιμοποιείται πριν από τη διαδικασία φιλτραρίσματος για να ενώσει μικρότερα σωματίδια, ώστε να αυξήσει το μέγεθός τους. Καθώς αυξάνεται το μέγεθος των σωματιδίων, αυξάνεται η αποτελεσματικότητα κατά τη διάρκεια των παραπάνω διαδικασιών filtration. Μια τέτοια επεξεργασία που περιλαμβάνει πήξη μικρότερων σωματιδίων και επιταχύνει την αφαίρεσή τους.
- d) Φίλτρα κυψελών (Media Filters): Τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος με φίλτρα μέσων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για το φιλτράρισμα σωματιδίων μικρότερου μεγέθους. Έχει βρεθεί ότι τα συμπιέσιμα φίλτρα μέσων (Crumb rubber) είναι πιο κατάλληλα για χρήση στο πλοίο λόγω του συμπαγούς τους μεγέθους και της χαμηλότερης πυκνότητας σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα κοκκώδους φιλτραρίσματος.
- e) Κυκλωνικός διαχωρισμός (Cyclonic Separation): Το Cyclonic Separation χρησιμοποιείται για εκείνα τα σωματίδια με ειδικό βάρος μεγαλύτερο από αυτό του νερού. Τα σωματίδια διαχωρίζονται από το νερό λόγω φυγοκεντρικών δυνάμεων. Συνήθως γίνεται με χρήση υδροκυκλώνων.

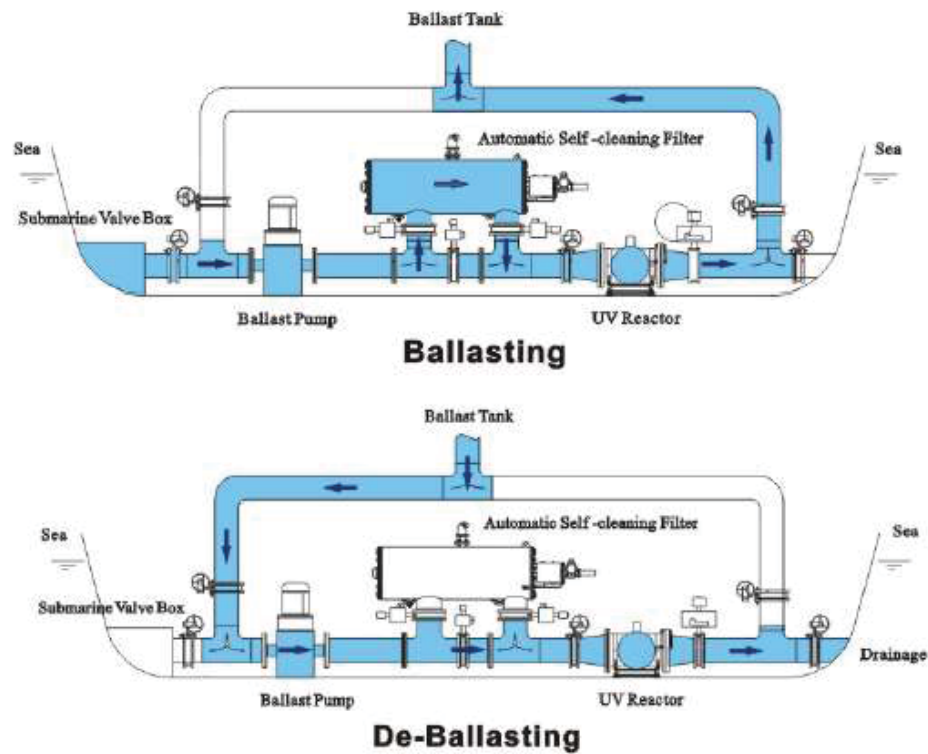


Εικόνα 3.2: Μέθοδος Επεξεργασίας με χρήση Φίλτρων Κυψελών (Our Technology, 2017)

### 3.3. Φυσικές Μέθοδοι

#### 3.3.1 Υπεριώδης Ακτινοβολία (Ultraviolet radiation treatment)

Η υπεριώδης ακτινοβολία χρησιμοποιείται για να επιτεθεί στους οργανισμούς ή για να καταστρέψει την ικανότητά τους να αναπαραχθούν (Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015). Η απόδοση εξαρτάται από τη θολότητα του νερού έρματος, καθώς αυτό μπορεί να περιορίσει τη μετάδοση της υπεριώδους ακτινοβολίας. Τα συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας είναι κατάλληλα για οποιοδήποτε πλοίο, αλλά κατά προτίμηση για όσα δεν έχουν απαιτήσεις για μεγάλες ποσότητες νερού έρματος και σχετικά χαμηλούς ρυθμούς ροής (συνήθως έως και 1000 κυβικά μέτρα ανά ώρα). Τέτοια πλοία είναι το πλοίο RO-RO, πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και πλοία εφοδιασμού ανοικτής θάλασσας. Η μέθοδος επεξεργασίας υπεριώδους ακτινοβολίας του νερού έρματος αποτελείται από λαμπτήρες υπεριώδους ακτινοβολίας που περιβάλλουν έναν θάλαμο μέσω του οποίου επιτρέπεται να διέρχεται το νερό έρματος. Οι υπεριώδεις λάμπες (λαμπτήρες Amalgam) παράγουν υπεριώδεις ακτίνες που δρουν στο DNA των οργανισμών και τις καθιστούν αβλαβείς και εμποδίζουν την αναπαραγωγή τους. Αυτή η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς παγκοσμίως για σκοπούς φιλτραρίσματος νερού και είναι αποτελεσματική έναντι ενός ευρέος φάσματος οργανισμών.



Εικόνα 3.3: Μέθοδος Επεξεργασίας με χρήση Υπεριώδους Ακτινοβολίας (PACT Marine Ballast Water Management System, 2018)

Τα περισσότερα συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος χρησιμοποιούν μία διαδικασία επεξεργασίας δύο σταδίων (two step treatment), στην οποία η απολύμανση / αδρανοποίηση των μικροοργανισμών (κύρια επεξεργασία) αποτελεί το δεύτερο στάδιο. Η προεπεξεργασία (πρώτο στάδιο) αφαιρεί τα στερεά υλικά, όπως αιωρούμενα σωματίδια και μεγαλύτερους μικροοργανισμούς. Το φίλτρο είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος προκατεργασίας, όπου περιλαμβάνει τη διέλευση νερού έρματος από σταθερά φίλτρα, με μέγεθος ωπών μικρότερο από 50 μm. Οι τύποι φίλτρων κυψελών και δίσκων είναι οι συνηθέστεροι.

Από τα συστήματα της υπεριώδους ακτινοβολίας δεν προκύπτουν επιβλαβή προϊόντα και η διαδικασία είναι ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία και την αλατότητα. Η διαδικασία μπορεί να έχει υψηλή ενεργειακή ζήτηση.

Κατά τη διάρκεια του ερματισμού, ολόκληρη η ροή του νερού πρέπει να περάσει μέσα από το μηχανικό φίλτρο και τις μονάδες UV, με αποτέλεσμα ένα λιγότερο ευέλικτο προφίλ εγκατάστασης σε αντίθεση με άλλες μεθόδους επεξεργασίας, στις οποίες ο πρόσθετος ειδικός εξοπλισμός μπορεί να εγκατασταθεί μόνο σε ένα συγκεκριμένο μέρος του σκάφους, οδηγώντας σε μικρότερο αποτύπωμα εξοπλισμού στο πλοίο, το οποίο καθίσταται σημαντικό ειδικότερα στις μετασκευές.

Κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης έρματος, το νερό έρματος περνά μόνο από τις μονάδες UV για να εξασφαλιστεί η σωστή επεξεργασία πριν από την εκφόρτωση. Ο λόγος για τη διέλευση ήδη επεξεργασμένου νερού έρματος μέσω του συστήματος είναι ότι σε παρατηρήσεις / δοκιμές υπάρχει τάση συγκεκριμένων οργανισμών να έχουν μηχανισμούς αυτο-επιδιόρθωσης, έτσι ώστε να εμφανιστεί εκ νέου ανάπτυξη οργανισμών μετά την επεξεργασία με υπεριώδη ακτινοβολία (κατά τη διάρκεια του ερματισμού). Αυτό ξεπερνιέται εν μέρει εφαρμόζοντας την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία επίσης κατά την απόρριψη

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο νερού έρματος. Σε αυτήν τη λειτουργία, το φίλτρο παρακάμπτεται, αφού το νερό είχε φιλτραριστεί προηγουμένως κατά τον ερματισμό. Σε κάθε περίπτωση, οι πρόσθετες προφυλάξεις και η εκπαίδευση για το πλήρωμα θα πραγματοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, λόγω των κινδύνων που μπορεί να προκύψουν από την έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία.

Στον Πίνακα 3.1 συνοψίζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της επεξεργασίας με UV (American Bureau of Shipping (ABS), (2019). Ballast Water Management Advisory).

Πίνακας 3.1: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Επεξεργασίας με Υπεριώδη Ακτινοβολία

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> <li>Έχει ευρεία χρήση ήδη στην βιομηχανία και για απολυμάνσεις νερού               <ul style="list-style-type: none"> <li>Σχετικά εύκολη εγκατάσταση</li> </ul> </li> <li>Ανεξάρτητο από αλατότητα και θερμοκρασία νερού</li> <li>Σχετικά χαμηλό κόστος για μικρή ποσότητα / ροή               <ul style="list-style-type: none"> <li>Μεγάλος αριθμός πλοίων έχουν ήδη εγκαταστήσει</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υψηλή κατανάλωση ενέργειας, ειδικά για μεγάλες ποσότητες / ροής</li> <li>Επεξεργασία κατά τον ερματισμό αλλά και την εκφόρτωση έρματος               <ul style="list-style-type: none"> <li>Εξαρτάται από την θολότητα του νερού</li> <li>Μεγάλη εγκατάσταση ειδικά για τα δεξαμενόπλοια με Αντλιοστάσιο</li> <li>Ο χρόνος παραμονής πριν την απόρριψη είναι κατ'ελάχιστο 3 μέρες</li> </ul> </li> </ul>

### 3.3.2. Επεξεργασία με ηλεκτρόλυση (Electrolysis Treatment)

Με αυτήν την μέθοδο επεξεργασίας, θέτοντας μια συσκευή ηλεκτρόλυσης στον κύριο σωλήνα ερματισμού / αποερματισμού για την παραγωγή υποχλωριώδους οξέος και ενισχύοντας το αποτέλεσμα απολύμανσης είναι δυνατό να απομακρυνθούν / αδρανοποιηθούν οι μικροοργανισμοί στο νερό έρματος (ERMA FIRST. BWST FIT EXCELLENCE OF SIMPLICITY),. Τέτοιες τεχνολογίες για υψηλές ποσότητες και πιέσεις χρησιμοποιούνται γενικά σε συνδυασμό με άλλα συστήματα.

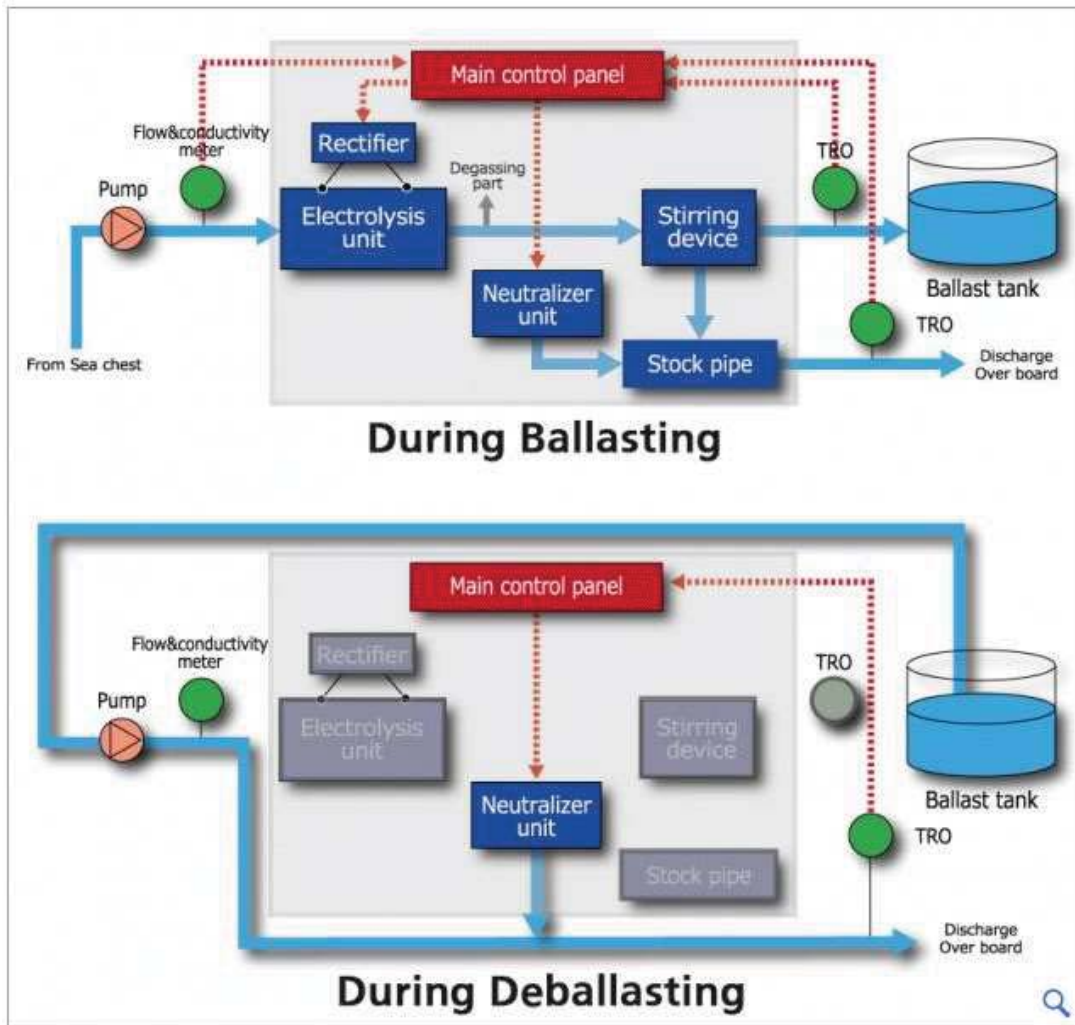
Η αλατότητα και η θερμοκρασία είναι οι δύο παράγοντες που επηρεάζουν όλες τις διαδικασίες ηλεκτρόλυσης. Κατά τη διάρκεια του ερματισμού αλλά και της απόρριψης έρματος απαιτείται επεξεργασία, υπάρχουν όμως και περιπτώσεις κατασκευαστών που δεν απαιτείται στην εκφόρτωση του έρματος. Το γεγονός αυτό εξαρτάται από την πιστοποίηση του εκάστοτε κατασκευαστή. Το νερό απόρριψης πρέπει να παρακολουθείται και να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα των IMO και USCG.

Η κατοχυρωμένη τεχνολογία ηλεκτροδιάλυσης των κυττάρων μεμβράνης διαφέρει από τις συμβατικές διαδικασίες ηλεκτρόλυσης. Δίνει πρόσθετα οφέλη σε σχέση με τα λειτουργικά έξοδα και την ασφάλεια. Το σύστημα δεν έχει σταθερή δοσολογία, έχει αυτορυθμιζόμενη παραγωγή οξειδωτικών και δοσολογία σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες νερού. Έτσι, βελτιστοποιείται η κατανάλωση ενέργειας του συστήματος, ενώ οι χειριστές δεν δαπανούν ίσες ποσότητες καυσίμου για να κάνουν την επεξεργασία του έρματος.

Σε μια συμβατική μέθοδο ηλεκτρόλυσης όλα τα προϊόντα και τα υποπροϊόντα που περιέχουν επιβλαβείς ουσίες, αέριο χλώριο και υδρογόνο παράγεται από την ροή. Στην τεχνολογία ηλεκτροδιάλυσης, το υδρογόνο παράγεται και συλλέγεται σε ξεχωριστή ροή χωρίς να γίνεται ανάμιξη οξειδωτικού και χλωρίου.

Το σύστημα προσφέρει επιπλέον ορισμένες λειτουργικές ευελιξίες και οφέλη. Συγκεκριμένα, είναι δυνατή η φόρτωση και η εκφόρτωση έρματος μέσω βαρύτητας (Gravity Ballasting and Deballasting) και υπάρχει επίσης ενσωματωμένη πλεονασματικότητα στους

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο ανορθωτές/ηλεκτρόδια. Με άλλα λόγια, εάν κατά τη λειτουργία μία μονάδα αποτύχει, το σύστημα θα συνεχίσει να λειτουργεί χρησιμοποιώντας τις εν αναμονή.



Εικόνα 3.4: Μέθοδος Επεξεργασίας με χρήση Ηλεκτρόλυσης (Panasonic Develops Ballast Water Management System to Help Protect Marine Ecosystems, 2014)

Το σύστημα περιέχει τέσσερις πρώτους παράλληλους, ειδικά σχεδιασμένους δίσκους-φίλτρα (50mm λεπτότητα φίλτρου) για αφαίρεση σωματιδίων, ιζημάτων και οργανισμών μεγαλύτερου μεγέθους. Στο επόμενη βήμα, μικρότεροι οργανισμοί και βακτήρια που παραμένουν από το φίλτρο απολυμαίνονται από ένα κελί ηλεκτρόλυσης. Και οι δύο διεργασίες εκτελούνται επί του πλοίου σε σειρά κατά τη διάρκεια του ερματισμού του πλοίου. Ενώ το πλοίο βρίσκεται καθ 'οδόν προς το επόμενο λιμάνι (όπου θα γίνει εκφόρτωση έρματος), είναι πιθανή η αναγέννηση των οργανισμών μέσα στη δεξαμενή έρματος. Για τον λόγο αυτό και για να διατηρηθεί το πρότυπο της απόδοσης / απόρριψης IMO D-2, θα πρέπει το σύστημα να λειτουργήσει και κατά την εκφόρτωση του έρματος του πλοίου. Σε αυτήν την περίπτωση, η μονάδα φίλτρου παρακάμπτεται και η ηλεκτρόλυση μόνη της εφαρμόζεται για δεύτερη φορά για να εγγυηθεί τη συμμόρφωση με τα πρότυπα και τους κανονισμούς.

Το μέγιστο ρεύμα εισόδου που εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια περιορίζεται στην παραγωγή μέγιστης αρχικής συγκέντρωσης 2 mg / L συνολικά υπολειμματικά οξειδωτικά (TRO Total Residual Oxidants) σε σχέση με τη ροή στα θαλάσσια ύδατα. Τα συστήματα αυτά επεξεργασίας του έρματος μέσω ηλεκτρόλυσης αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε υφάλμυρα νερά. Για τον λόγο αυτό σκοπίμως χρησιμοποιούνται σε συγκέντρωσεις 2 mg / L TRO τόσο σε επεξεργασία έρματος

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο κατά τον ερματισμό αλλά και την εκφόρτωση έρματος σε υφάλμυρο νερό. Γενικότερα, για συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0,1 mg/L, χρησιμοποιείται μια δοσομετρική αντλία για τη δοσολογία του παράγοντα εξουδετέρωσης (όξινο θειώδες νάτριο). Η επιτυχής εξουδετέρωση του ελεύθερου χλωρίου επιβεβαιώνεται από έναν δεύτερο αισθητήρα TRO, εγκατεστημένο στο άκρο της γραμμής εκφόρτισης έρματος. Με αυτόν το τρόπο η συγκέντρωση TRO περιορίζεται μόνο στην παραγωγή του επιπέδου απολυμαντικών που απαιτούνται πριν από την απόρριψη στο περιβάλλον.

Οι εργασίες συντήρησης στα BWTS τύπου ηλεκτρόλυσης θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι τα ηλεκτρόδια είναι καθαρά και απαλλαγμένα από την συσσώρευση λάσπης του επεξεργαζόμενου νερού και ότι το μηχανικό φίλτρο παραμένει διαυγές και απαλλαγμένο από ιζήματα. Πολλά συστήματα ενσωματώνουν ηλεκτρόδια αυτόματου καθαρισμού και φίλτρα αυτόματης πλύσης που παρακολουθούν την απόδοση και λειτουργούν, όπως και όταν απαιτείται, μειώνοντας τη χειροκίνητη συντήρηση που απαιτείται.

Πίνακας 3.2: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Επεξεργασίας με Ηλεκτρόλυση

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μέθοδος που χρησιμοποιείται αρκετά χρόνια στην Βιομηχανία               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ευκολία στη συντήρηση</li> </ul> </li> <li>• Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ειδικά για υψηλές ροές νερού</li> <li>• Μπορεί να επιτύχει μεγάλους ρυθμούς ροής               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρή εγκατάσταση, ειδικά για τα Δεξαμενόπλοια</li> </ul> </li> <li>• Επεξεργασία μόνο κατά τον ερματισμό</li> <li>• Μεγάλος αριθμός πλοίων χρησιμοποιούν ήδη την τεχνολογία</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξαρτάται από την αλατότητα και την θερμοκρασία του νερού (μπορούν να ξεπεραστούν με επιπρόσθετα μηχανήματα που δίνουν οι κατασκευαστές)</li> <li>• Χρησιμοποιούνται επιβλαβή υλικά, άρα χρειάζεται να ακολουθούνται διαδικασίες για αποφυγή επαφής με τους χειριστές/πλήρωμα</li> <li>• Δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία στο κατά πόσο επηρεάζεται η κατάσταση των χρωμάτων στις δεξαμενές έρματος (κατά την πιστοποίηση εξετάζεται από τον εκάστοτε Νηογνώμονα)</li> </ul>

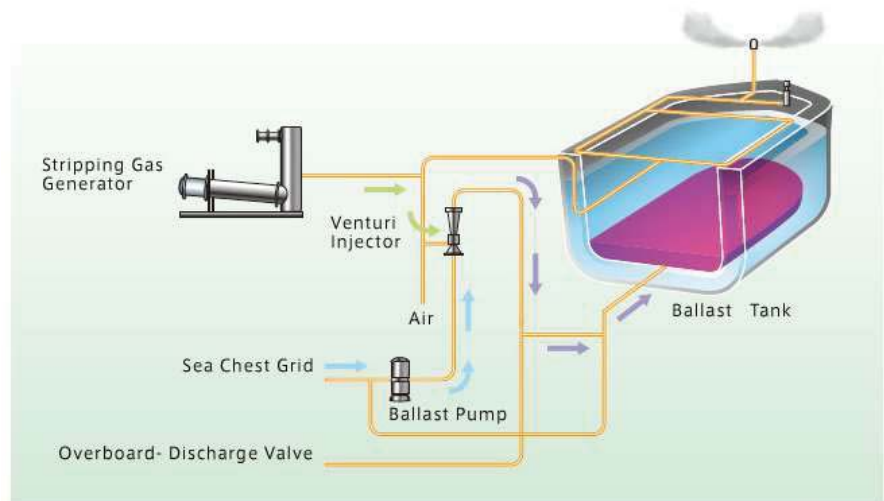
### 3.3.3. Αφαίρεση Οξυγόνου (De-Oxygenation)

Όπως υποδηλώνει και το όνομα, η μέθοδος επεξεργασίας έρματος αποξυγόνωσης περιλαμβάνει καθαρισμό / απομάκρυνση του οξυγόνου από τις δεξαμενές νερού έρματος για να προκαλέσει στους οργανισμούς ασφυξία. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με την έγχυση αζώτου ή οποιουδήποτε άλλου αδρανούς αερίου στο χώρο πάνω από τη στάθμη του νερού στις δεξαμενές έρματος (OceanGuard. Ballast Water Management System).

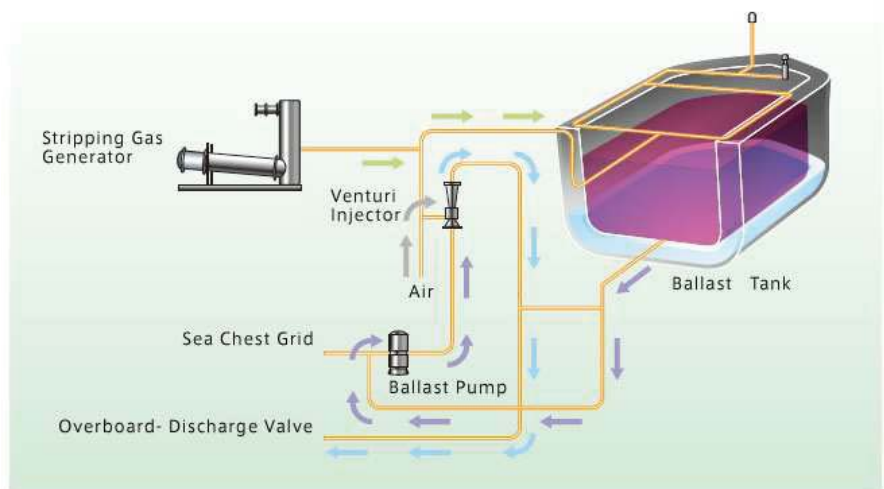
Γενικά, χρειάζονται περίπου 2-4 ημέρες για να αδρανοποιήσει το αδρανές αέριο τους οργανισμούς. Επομένως, αυτή η μέθοδος συνήθως δεν είναι κατάλληλη για πλοία με σύντομο χρόνο διέλευσης από λιμάνι σε λιμάνι. Επιπλέον, τέτοιου είδους συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλοία με καλά σφραγισμένες δεξαμενές έρματος (τα εξαεριστικά των δεξαμενών πρέπει να επιτρέπουν την αποφυγή πίεσης και υποπίεσης). Εάν σε ένα πλοίο είναι ήδη εγκατεστημένο με σύστημα αδρανούς αερίου, τότε ένα σύστημα αποξυγόνωσης δεν απαιτεί περισσότερο χώρο στα πλοία αυτά.

Λειτουργεί και ως αντιδιαβρωτικό σύστημα για τις δεξαμενές έρματος χωρίς να επηρεάζει την επίστρωση της βαφής. Το σύστημα μπορεί να εγκατασταθεί σε κάθε μεγέθους δεξαμενόπλοια, κυρίως διότι το σύστημα μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στις προδιαγραφές αντικρηκτικού τύπου και υιοθετεί την υπάρχουσα αποδεδειγμένη τεχνολογία δημιουργίας

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο αδρανούς αερίου (IGG - Inert Gas Generation). Το σύστημα είναι εξίσου αποτελεσματικό για πλοία που λειτουργούν σε γλυκό νερό, υφάλμυρα και θαλασσινό νερό και δεν χρησιμοποιεί χημικά, ούτε απαιτεί καύσιμο για να λειτουργήσει.



**When ballasting**



**When deballasting**

Εικόνα 3.5: Μέθοδος Επεξεργασίας με Αφαίρεση Οξυγόνου (Mitsubishi VOS Ballast Water Treatment System, 2021)

Πίνακας 3.3: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Επεξεργασίας με Αφαίρεση Οξυγόνου

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Βολικό για πλοία με ήδη εγκατεστημένο σύστημα παραγωγής Αδρανούς αερίου</li> <li>• Προστατεύει από διάβρωση των Δεξαμενών Έρματος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αυξημένος απαιτούμενος χρόνος παραμονής στις δεξαμενές</li> <li>• Για τις δεξαμενές Έρματος θα πρέπει να έχουν αφαλιστικά για Πίεση / Υποπίεση στην δεξαμενή (P/V valves)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλης κλίμακας εργασίες για εγκατάσταση</li> <li>• Υπάρχουν λίγοι πιστοποιημένοι κατασκευαστές (κανένας από USCG)</li> </ul> </li> </ul>



- Δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία από εγκατεστημένα συστήματα

### 3.4. Χημικές Μέθοδοι

#### 3.4.1. Επεξεργασία με χρήση Όζοντος (Ozonation Treatment)

Η χρήση όζοντος για την επεξεργασία του έρματος πριν απορριφθεί στην θάλασσα είναι μία ακόμα μέθοδος που πληροί τα κριτήρια των κανονισμών (Kuroshi, L. (2017). Design and Evaluation of Ballast Water Management Systems using Modified and Hybridised Axiomatic Design Principles).

Λόγω των υψηλών επιπέδων οξείδωσης του όζοντος, είναι σε θέση να καταστρέψει τα βακτήρια και τους μικροοργανισμούς. Αυτό σημαίνει ότι όταν χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του έρματος, εκτελεί το έργο της απενεργοποίησης μικροοργανισμών, του φυτοπλαγκτού και του ζωοπλαγκτού που υπάρχουν στο νερό, με αποτέλεσμα έναν πολύ μειωμένο αριθμό μη αυτόχθονων ειδών που απελευθερώνονται στο νέο οικολογικό σύστημα.

Ο τύπου όζοντος BWTS αποτελείται κυρίως από αεροσυμπιεστή, δεξαμενή αέρα, γεννήτρια όζοντος και δεξαμενή όζοντος. Το όζον που δημιουργείται από το σύστημα εγχέεται στην κύρια γραμμή έρματος.

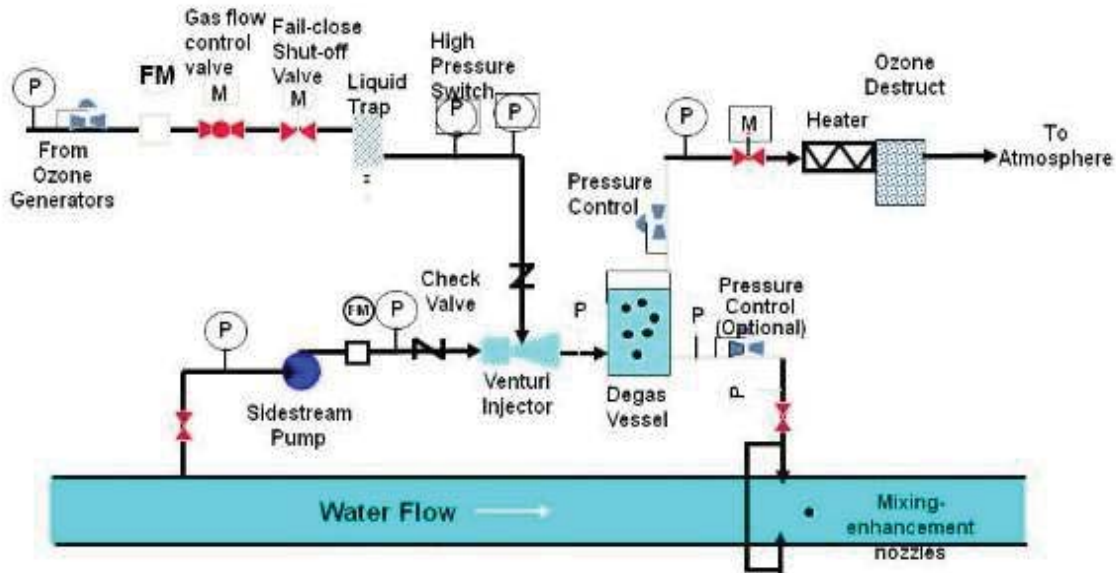
Τα συστήματα όζοντος βασίζονται στον χρόνο παραμονής για να εξασφαλίσουν αποτελεσματική επεξεργασία. Το υπολοιπούμενο όζον δεν μπορεί να απορριφθεί στη θάλασσα εκτός εάν έχει αποσυντεθεί ή εξουδετερωθεί από άλλο χημικό παράγοντα. Τα συστήματα του όζοντος ενδέχονται να έχουν απαίτηση για εξουδετέρωση ανάλογα με το επιλεγμένο σύστημα και τις συνθήκες λειτουργίας. Εάν απαιτείται εξουδετέρωση, θα ήταν παρόμοιο με αυτό που ενσωματώνεται στα συστήματα ηλεκτρόλυσης, όπου η υπερχειλίση εκφορτώνεται συνεχώς και η ποσότητα του προστιθέμενου παράγοντα εξουδετέρωσης ελέγχεται από το σύστημα.

Τα συστήματα όζοντος παρέχουν ένα ευέλικτο προφίλ εγκατάστασης λόγω της έλλειψης μηχανικού φίλτρου και της μεθόδου πλευρικής ροής που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του αερίου του όζοντος στις κύριες γραμμές έρματος. Αυτό επιτρέπει δυναμικά τμήματα του συστήματος να διαχωριστούν και να τοποθετηθούν σε διαθέσιμες θέσεις σε ολόκληρο το πλοίο χωρίς την ανάγκη σημαντικών τροποποιήσεων σε μεγάλες γραμμές έρματος.

Ωστόσο, τα συστήματα όζοντος έχουν συνήθως μεγαλύτερο χωρικό αποτύπωμα από τα συστήματα ηλεκτρόλυσης και υπεριώδους ακτινοβολίας λόγω των πολλαπλών διεργασιών που εμπλέκονται στην παραγωγή και αραίωση του αερίου όζοντος και των ενσωματωμένων δεξαμενών αποθήκευσης αέρα και οξυγόνου.

Τα συστήματα όζοντος συνήθως απαιτούν διάφορα βοηθητικά συστήματα για την υποστήριξη της λειτουργίας τους, συμπεριλαμβανομένων: τον εξαερισμό για την παραγωγή των απαιτούμενων ποσοτήτων οξυγόνου και την αραίωση / απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα του ανεπιθύμητου όζοντος, του συμπιεσμένου αέρα για τις βαλβίδες ελέγχου και την σύνδεση θαλασσινού νερού για ψυκτικές εγκαταστάσεις.

Το τύπου όζοντος BWTS είναι εξοπλισμένο με συστήματα ασφαλείας για την αποφυγή έκθεσης σε δυναμικά τοξικό αέριο. Αυτά περιλαμβάνουν συστήματα αραίωσης / καταστροφής αερίου, παρακολούθηση του αερίου και της γραμμής παροχής όζοντος με αρνητική πίεση για την αποφυγή διαρροών. Το όζον BWTS ενσωματώνει έναν θάλαμο απαερίωσης που χρησιμοποιεί τον αέρα του διαμερίσματος για να αραιώσει τυχόν παραγόμενο αέριο όζοντος.



Εικόνα 3.6: Μέθοδος Επεξεργασίας με χρήση Όζοντος (Side Stream Injection System Ozone Water Mixing, ,2019)

Πίνακας 3.4: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Επεξεργασίας με χρήση Όζοντος

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επεξεργασία του νερού μόνο κατά τον ερματισμό του πλοίου (κατά την εκφόρωση απλά γίνεται έλεγχος της ποιότητας νερού απόρριψης)</li> <li>• Μικρής έκτασης εργασία με σωλήνες στις μετασκευές                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανεξάρτητο της αλατότητας και της θερμοκρασίας                                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ευκολία στην συντήρηση</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Μπορεί να επιτύχει μεγάλους ρυθμούς ροής                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρή εγκατάσταση, ειδικά για τα Δεξαμενόπλοια</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλος αριθμός βοηθητικών μηχανημάτων, αυξάνοντας τις απαιτήσεις για τη λειτουργία, την εγκατάσταση και τη συντήρηση λόγω της πολυπλοκότητας</li> <li>• Το παραγόμενο Όζον είναι τοξικό, άρα χρειάζεται να ακολουθούνται διαδικασίες για αποφυγή επαφής με τους χειριστές/πλήρωμα</li> <li>• Δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία στο κατά πόσο επηρεάζεται η κατάσταση των χρωμάτων στις δεξαμενές έρματος, κατά την πιστοποίηση εξετάζεται από τον εκάστοτε Νηογνώμονα                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλή ενεργειακή απαίτηση, ειδικά για μικρές ροές / ποσότητες</li> </ul> </li> <li>• Υπάρχουν λίγοι πιστοποιημένοι από τον IMO κατασκευαστές με αυτού του είδους την τεχνολογία, αυτό ενέχει τον κίνδυνο να μην υπάρχουν αρκετά συγκριτικά ώστε να εξακριβωθεί η αποτελεσματικότητα</li> </ul>

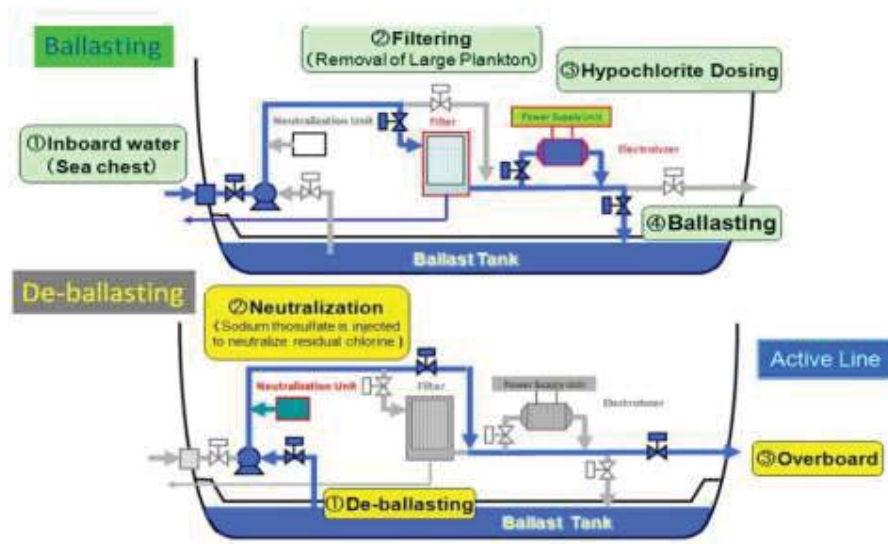
Η απόδοση της επεξεργασίας του Θαλασσίου Έρματος με χρήση χημικών εξαρτάται από το pH, τη θερμοκρασία και τους τύπους οργανισμών. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν βιοκτόνα πρέπει να είναι σχεδιασμένα ώστε να αποφεύγεται η απόρριψη στην θάλασσα των ανεπιθύμητων συγκεντρώσεων του υπολειμματικού βιοκτόνου.

Παρά το χαμηλό κόστος, το χλώριο είναι σχετικά αναποτελεσματικό έναντι των μικροοργανισμών, εκτός εάν χρησιμοποιείται σε συγκέντρωση τουλάχιστον 2 mg / l. Η χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ή του διοξειδίου του τιτανίου (TiO<sub>2</sub>) δεν είναι αποτελεσματική σε νερά με μεγαλύτερους οργανισμούς. Το διοξείδιο του χλωρίου παράγεται κανονικά επί τόπου με θειικό οξύ (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ή από συνδυασμό χλωριώδους νατρίου (NaClO<sub>2</sub>) και υπεροξειδίου του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Τα αντιδραστήρια αυτά είναι πολύ επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Στην ηλεκτροχλωρίωση, το χλώριο αποσυντίθεται σε υποχλωριώδες οξύ και το υποχλωριώδες ιόν προστίθεται στο σύστημα έρματος για την πρόληψη της ανάπτυξης υδρόβιων οργανισμών. Το ελεύθερο χλώριο και τα παράγωγα θα σκοτώσουν σχεδόν όλους τους υδρόβιους οργανισμούς και οι τελικές τους συγκεντρώσεις θα ικανοποιήσουν τον κανονισμό IMO D-2. Κατά την εκφόρτωση του έρματος, το υπόλοιπο υποχλωριώδες εξουδετερώνεται με την προσθήκη εξουδετερωτικής χημικής ουσίας που αφαιρεί όλα τα υπόλοιπα οξειδωτικά (σε αντίθετη περίπτωση θα μπορούσε να είναι επιβλαβές). Ο εξοπλισμός παραγωγής είναι πολύ σύνθετος. Το υπεροξικό οξύ και το υπεροξείδιο του υδρογόνου (Peraclean) είναι πλήρως διαλυτά στο νερό. Παράγουν πολύ μικρές ποσότητες επιβλαβών υποπροϊόντων και είναι σχετικά σταθερά. Η βιταμίνη Κ είναι ένα φυσικό βιοκτόνο και είναι σχετικά ασφαλές στο χειρισμό. Όταν χρησιμοποιούνται χημικά για την επεξεργασία νερού έρματος είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται αρχικά μια μηχανική επεξεργασία έρματος για την απομάκρυνση των μεγαλύτερων στερεών. Προκειμένου να απομακρυνθούν τα υπολείμματα χημικών απολυμαντικών (ειδικά το χλώριο), πριν από την εκφόρτωση στο θαλασσινό νερό, η απόρριψη πρέπει να αντιμετωπιστεί με πρόσθετη χημικού παράγοντα θειώδες νάτριο ή όξινο θειώδες άλας.

Τα χημικά που χρησιμοποιούνται είναι διαθέσιμα στο εμπόριο αλλά και η παροχή / διαθεσιμότητα τους ενδέχεται να περιορίζεται σε συγκεκριμένα λιμάνια. Έτσι, θα ήταν επωφελές για τέτοιους κατασκευαστές BWTs να χρησιμοποιούν συγκεκριμένες χημικές ουσίες, οι οποίες μπορούν να παρέχονται σε όλα τα λιμάνια που ταξιδεύει το πλοίο, κάτι. Οι χημικές ουσίες πρέπει να αποθηκεύονται επί του πλοίου σε κλειστά δοχεία και επειδή είναι πολύ τοξικές. Ως εκ τούτου, η χρήση χημικών απαιτεί την εφαρμογή αυστηρών προφυλάξεων ασφαλείας και εκπαίδευσης του πληρώματος, η οποία ωστόσο παρέχεται συχνά από τον κατασκευαστή.

Λόγω της προσφοράς χημικών ουσιών, τα συστήματα χημικής έγχυσης ενδέχεται να έχουν υψηλότερο λειτουργικό κόστος από άλλα συστήματα που χρησιμοποιούν άλλες τεχνολογίες.

Η αποτελεσματικότητα των χημικών διεργασιών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, για παράδειγμα ο χρόνος συγκράτησης του έρματος εντός των Δεξαμενών μπορεί να επηρεαστεί από τη θερμοκρασία. Μία χημική αντίδραση μπορεί να έχει βραδύτερο ρυθμό αντίδρασης σε ψυχρότερο νερό. Οι περιορισμοί μπορούν να αξιολογηθούν μέσω επανεξέτασης των πληροφοριών προϊόντος και των αποτελεσμάτων των δοκιμών που παρέχονται από τον κατασκευαστή.



Εικόνα 3.7: Μέθοδος Επεξεργασίας με χρήση Χημικών (Chemical Injection / Dosing) (Apetroaei, M. R., κ.α.2018, November))

Πίνακας 3.5: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Επεξεργασίας με χρήση Χημικών (Chemical Injection / Dosing)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι ανεξάρτητο της αλατότητας</li> <li>Απλή εγκατάσταση και μετασκευή</li> <li>Μικρό κόστος εγκατάστασης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής μέσα στις δεξαμενές πριν την απόρριψη του νερού έρματος επηρεάζεται από την θερμοκρασία                         <ul style="list-style-type: none"> <li>Υψηλό κόστος λειτουργίας</li> <li>Τα χρησιμοποιούμενα χημικά είναι επιβλαβή, άρα χρειάζεται να ακολουθούνται διαδικασίες για αποφυγή επαφής με τους χειριστές/πλήρωμα</li> </ul> </li> <li>Τα χημικά ίσως να μην είναι διαθέσιμα σε κάθε λιμάνι</li> <li>Δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία στο κατά πόσο επηρεάζεται η κατάσταση των χρωμάτων στις δεξαμενές έρματος, κατά την πιστοποίηση εξετάζεται από τον εκάστοτε Νηογνώμονα</li> </ul>

### 3.5. Κριτήρια Επιλογής Τεχνολογίας επεξεργασίας Έρματος

Οι πλοιοκτήτες και οι διαχειριστές των πλοίων αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες στη διαδικασία της λήψης αποφάσεων σχετικά με το ποιο σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος πρέπει να εγκατασταθεί σε κάθε πλοίο του στόλου τους. Η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος για το εκάστοτε πλοίο μπορεί να καλύφθει από τις ακόλουθα κριτήρια (Satir, T. (2014). Ballast water treatment systems design, regulations, and selection under the choice varying priorities. Environmental Science and Pollution Research, 21(18), 10686-10695):

1. Τύπος και μέγεθος πλοίου / Περιοχές λειτουργίας πλοίου

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

2. Περιορισμοί στους χρόνους ερματισμού/αποερματισμού / Ποσότητα έρματος
3. Επιδράσεις της πτώσης πίεσης / Δυνατότητα να αδειάζουν οι δεξαμενές
4. Εγκατάσταση επικίνδυνων περιοχών σε δεξαμενόπλοια (αντικρηκτικού τύπου)
5. Απαιτήσεις ισχύος / Επίδραση στη δομή του πλοίου
6. Θέματα υγείας, ασφάλειας, συστήματα προστασίας για κανονική και έκτακτη λειτουργία και επιλογές παράκαμψης και συναγερμού
7. Επίδραση στις επιφάνειες των Δεξαμενών Έρματος
8. Διαθεσιμότητα αναλώσιμων, ανταλλακτικών και υπηρεσιών / Αξιοπιστία και διάρκεια ζωής
9. Αποθήκευση και χειρισμός των χημικών ουσιών (αν υπάρχουν)
10. Κόστος εγκατάστασης / Λειτουργικά έξοδα
11. Φόρτος εργασίας του πληρώματος / Απαιτούμενη εκπαίδευση πληρώματος
12. Διαθεσιμότητα συστήματος και χρόνος παράδοσης
13. Πιστοποίηση από IMO / USCG

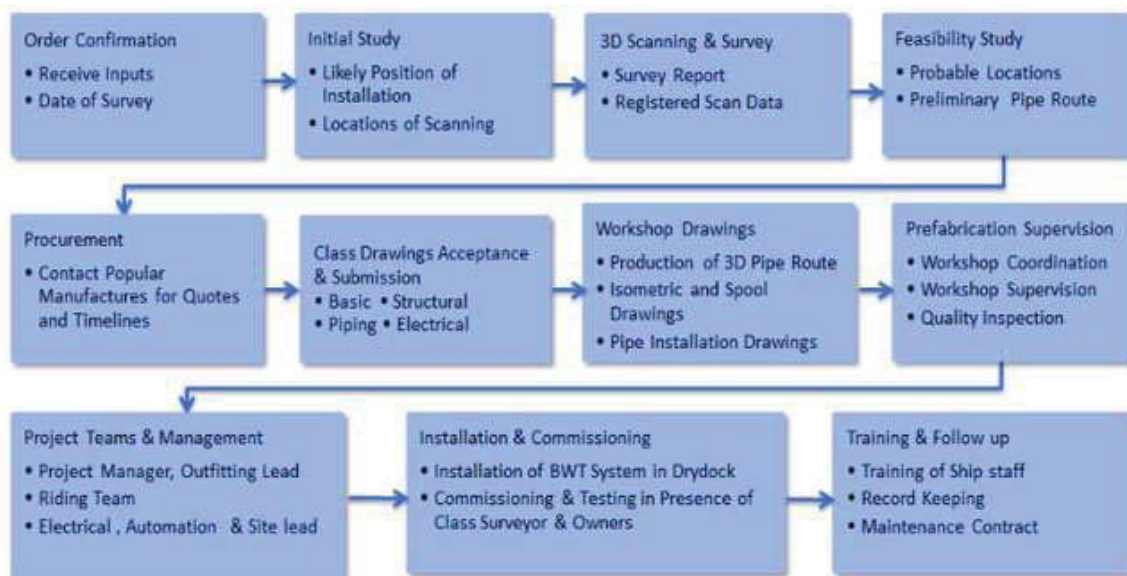
Οι μετασκευές και εγκαταστάσεις των Μηχανημάτων Επεξεργασίας Έρματος δείχνουν ότι οι κύριοι παράγοντες στην επιλογή του συστήματος είναι ο διαθέσιμος χώρος και η διαθέσιμη ηλεκτρική ισχύς του πλοίου χωρίς να γίνου Μετασκευές στους Πίνακες / Ηλεκτρογεννήτριες,. Στις μέρες μας, το οικονομικό αποτέλεσμα, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα της εγκατάστασης είναι ένας αναπόφευκτος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν, ο οποίος διερευνάται σε μελέτες οικονομικής σκοπιμότητας που οι περισσότεροι πλοιοκτήτες αναθέτουν σε τεχνικά γραφεία. Η αρχική δαπάνη, συμπεριλαμβανομένου του κόστους αγοράς μη αναλώσιμων τμημάτων των προτεινόμενων προϊόντων ή συστημάτων, είναι το αρχικό κόστος του προϊόντος και της εγκατάστασής του. Από την άλλη πλευρά, το άθροισμα των συνεχιζόμενων δαπανών για τη λειτουργία του συστήματος κατά την περίοδο του ζωής του πλοίου (κόστος των υπηρεσιών συντήρησης ή επισκευών του εγκατεστημένου BWTS) είναι τα λειτουργικά έξοδα.

Επί του παρόντος, τα πιο συνηθισμένα συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος είναι η ηλεκτρόλυση δύο σταδίων για συστήματα υψηλής χωρητικότητας και τα συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας (UVR) για συστήματα χαμηλής χωρητικότητας (MARTECMA (JUNE 2022). 2022 BWSM OPERATIONAL EXPERIENCE SURVEY). Και τα δύο συστήματα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τη μέθοδο μηχανικού Φίλτρου, για την απομάκρυνση οργανισμών και σωματιδίων μεγαλύτερων από 50 μm, προκειμένου να αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης του 2ου σταδίου επεξεργασίας έρματος.

## Κεφάλαιο 4ο: Διαδικασία της Μελέτης Εγκατάστασης του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος

Η εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος (BWTS) επί των πλοίων για την ικανοποίηση της Σύμβασης του IMO αφορά όλους τους πλοιοκτήτες / διαχειριστές τόσο στις περιπτώσεις μετασκευών σε υπάρχοντα πλοία όσο και κατά την αρχική σχεδίαση σε νέες κατασκευές. Ενώ η εγκατάσταση BWTS κατά την κατασκευή νέων πλοίων φαίνεται εύκολη υπόθεση για τα έμπειρα τεχνικά γραφεία των εκάστοτε ναυπηγείων, ιδίως λόγω της στενής συνεργασίας τους με κατασκευαστές BWTS, αυτό δεν ισχύει πάντα για τους εξοπλισμούς BWTS και τις εγκαταστάσεις σε υπάρχοντα. Οι πλοιοκτήτες τείνουν να αναθέσουν την τεχνική μελέτη για την εγκατάσταση ενός BWTS σε τεχνικά γραφεία, ανεξάρτητα από τα πολυάσχολα μεγάλα ναυπηγεία, προκειμένου να μειωθεί το κόστος και ο χρόνος παράδοσης. Η τάση αυτή έχει οδηγήσει σε αύξηση του φόρτου εργασίας των τεχνικών γραφείων, τα οποία από την πλευρά τους στοχεύουν να αναπτύξουν και να βελτιστοποιήσουν την προσφερόμενη τεχνική μελέτη τους, προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες της αγοράς.

Μια τεχνική μελέτη εγκατάστασης BWTS αποτελείται από 5 στάδια, τα οποία φαίνονται στην Εικόνα 4.1 (Ballast Water Treatment Systems, 2020) (και περιγράφουν ολόκληρη την Διαδικασία της Μετασκευής, και η συνολική διάρκεια του έργου είναι περίπου 4 μήνες, ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε πλοιοκτήτη, οι οποίες συνδέονται άμεσα με τις προγραμματισμένες Επιθεωρήσεις των πλοίων / Δεξαμενισμούς, την περιοχή που ταξιδεύει, τη ναύλωση του πλοίου αλλά και το φόρτο εργασίας του τεχνικού γραφείου κάθε φορά.



Εικόνα 4.1: Διαδικασία Μελέτης Εγκατάστασης του BWTS

Τα 5 κύρια στάδια μιας τεχνικής μελέτης BWTS μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (HYDRUS ENGINEERING EXCELLENCE (2021). BALLAST WATER TREATMENT RETROFIT STUDY & SPECIFICATION):

- **Σάρωση με Λέιζερ 3D (διάρκεια 1-3 ημέρες)**, η οποία πραγματοποιείται από δύο τεχνικούς από το τεχνικό γραφείο που έχει αναλάβει την μελέτη για το έργο μετασκευής, τον χειριστή του μηχανήματος τρισδιάστατης σάρωσης και του

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

επιβλέποντα μηχανικού, ο οποίος κρατάει και τις απαραίτητες φωτογραφίες και σημειώσεις. Το αποτέλεσμα αυτού του σταδίου είναι η δημιουργία του νέφους σημείων (Point Cloud) του πλοίου, απαραίτητο για τον μεταγενέστερο τρισδιάστατο σχεδιασμό του νέου BWTS.

- **Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης (διάρκεια 1-2 εβδομάδες)**, η οποία πραγματοποιείται από το σχεδιαστικό τμήμα των τεχνικών γραφείων (από τον υπεύθυνο του έργου). Μια μελέτη της Δυνατότητας Εγκατάστασης, ανάλογα με το χρονοδιάγραμμα του έργου, μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το πόσο λεπτομερής είναι, αλλά σε κάθε περίπτωση παρουσιάζει όλες τις δυνατές / προτεινόμενες θέσεις εγκατάστασης του κύριου εξοπλισμού BWTS, τις βασικές σωληνώσεις και ορισμένα εμπορικά / οικονομικά δεδομένα της Μετασκευής.
- **Σχέδια για τον Νηογνώμονα (διάρκεια 2 εβδομάδες - 1 μήνας)**, που περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την υποβολή των σχεδίων που απαιτούνται από τον εκάστοτε νηογνώμονα του πλοίου, για μελέτη / έγκριση. Αυτά τα σχέδια μπορεί να είναι τροποποιήσεις ή προσθήκες στο αντίστοιχο αρχικό σχέδιο του πλοίου (π.χ. σωληνώσεις έρματισμού σε Μηχανοστάσιο ή κατάστρωμα, Hull Piping/ Engine Room Piping) ή κάποιο νέο σχέδιο (π.χ. Σχεδιασμός Βάσης της Υπερκατασκευής του BWTS, BWTS Machine Case Foundation) που μετέπειτα προστίθεται στη λίστα των πιστοποιημένων σχεδίων του πλοίου. Η απαιτούμενη περίοδος για την τελική αναθεώρηση και έγκριση των υποβληθέντων σχεδίων ίσως επεκταθεί από την παραπάνω περίοδο.
- **Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση (διάρκεια 3 εβδομάδες - 1 μήνας)**, η οποία πραγματοποιείται συχνά ταυτόχρονα με τη σχεδίαση του Νηογνώμονα. Συνίσταται στην εφαρμογή των προτάσεων / αλλαγών του πλοιοκτήτη στο σχεδιασμό της μελέτης Δυνατότητας Εγκατάστασης του BWTS, στο σχεδιασμό των δευτερευόντων σωληνώσεων BWTS και στην επιβεβαίωση των θέσεων εγκατάστασης τόσο του κύριου όσο και του δευτερεύοντος εξοπλισμού του BWTS.
- **Τεχνική Προδιαγραφή (διάρκεια περίπου 1 μήνα)**, η οποία είναι το τελικό στάδιο της τεχνικής μελέτης Εγκατάστασης BWTS και ακολουθείται μόνο από την εγκατάσταση BWTS επί του πλοίου. Στο τέλος αυτού του σταδίου, στους ιδιοκτήτες / χειριστές των πλοίων παρέχονται τα λεπτομερή σχέδια κατασκευής σωληνώσεων και εξοπλισμού, αναλυτικοί κατάλογοι υλικών που απαιτούνται για τη μετασκευή και η παρουσίαση των απαιτούμενων τροποποιήσεων στα συστήματα του πλοίου (κυρίως στο μηχανοστάσιο) για την κατάλληλη εγκατάσταση του BWTS. Επιπλέον, παρέχονται οδηγίες εγκατάστασης, σύμφωνα με τα πιστοποιημένα πρότυπα του κατασκευαστή του BWTS, για τη διευκόλυνση των εργασιών του ναυπηγείου, απαραίτητες για την Εγκατάσταση του BWTS.

#### 4.1. Σάρωση με Λέιζερ 3D

Οι περιπτώσεις μετασκευών σε πλοία για την εγκατάσταση του BWTS, είναι μια σημαντική και απαιτητική μελέτη για κάθε ιδιοκτήτη / διαχειριστή των πλοίων (HYDRUS ENGINEERING EXCELLENCE (2021). BALLAST WATER TREATMENT RETROFIT STUDY & SPECIFICATION). Αυτή η δυσκολία έγκειται κυρίως στο χωροταξικό σκέλος της εργασίας, διότι απαιτούνται οι αλλαγές στον υπάρχοντα εξοπλισμό του πλοίου να είναι ελάχιστες. Δηλαδή είναι επιτακτική η ανάγκη να διατηρηθούν οι τροποποιήσεις όσο το δυνατόν λιγότερες και αν υπάρχουν να είναι εύκολα πραγματοποιήσιμες. Ένα σημαντικό εργαλείο στην προσπάθεια ελαχιστοποίησης των απαιτούμενων τροποποιήσεων για την περίπτωση της Μετασκευής του BWTS είναι το 3D Laser

## Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο Scanning (Σάρωση με Λέιζερ 3D).

Τα υπάρχοντα σχέδια και τα σχήματα των πλοίων είναι συχνά ανακριβή ή τροποποιημένα, καθιστώντας δύσκολη την αναθεώρηση / τροποποίηση για την παρουσίαση των αναβαθμίσεων και των αλλαγών μίας μετασκευής. Για αυτό το λόγο, η πραγματοποίηση της τρισδιάστατης σάρωσης με λέιζερ στο πλοίο, πριν από την έναρξη της τεχνικής μελέτης από την πλευρά του τεχνικού γραφείου, είναι απαραίτητη για τη διευκόλυνση και επομένως την επιτυχία του έργου Μετασκευή BWTS (Retrofit). Οι σαρωτές λέιζερ μπορούν να δημιουργήσουν μια πραγματική εικόνα της διάταξης του τρέχοντος πλοίου, λαμβάνοντας υπόψη κάθε δομικό στοιχείο, ήδη εγκατεστημένο εξοπλισμό ή αγωγούς, απαραίτητο για τη μετασκευή BWTS, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο ένα πλήρως λειτουργικό μοντέλο 3D, το οποίο διασφαλίζει την μεταγενέστερη ικανότητα του σχεδιαστή να αποφύγει σφάλματα, ασυνέπειες και συγκρούσεις μεταξύ του σχεδιασμού μετασκευής και του υπάρχοντος σχεδιασμού του πλοίου.

Η σάρωση με λέιζερ είναι ακριβής και διεξοδική, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε στάδιο της διαδικασίας μετασκευής, συμπεριλαμβανομένης της αρχικής αξιολόγησης Δυνατότητας Εγκατάστασης, του τρισδιάστατου σχεδιασμού και της τελικής πρότασης εγκατάστασης στη φάση Τεχνικών Προδιαγραφών. Οι σαρωτές λέιζερ τελευταίας τεχνολογίας μπορούν να φτάσουν σε βαθμό ακριβείας +/- 2 χιλιοστά, επιτρέποντας στους μηχανικούς να διαθέτουν εξαιρετικά ακριβή δεδομένα σχετικά με το πλοίο του έργου (DAMEN. 3D SCAN SERVICES Precision Measurement). Επομένως με αυτόν τον τρόπον δημιουργείται ένας βέλτιστα λεπτομερής τρισδιάστατος σχεδιασμός για οποιοδήποτε μέρος του πλοίου που πρόκειται να τοποθετηθεί εκ νέου εξοπλισμός. Σε πολλές περιπτώσεις, οι σαρώσεις με λέιζερ μπορούν να πραγματοποιηθούν σε μία μόνο ημέρα, ενώ το πλήρωμα εξακολουθεί να βρίσκεται επί του πλοίου και κατά την εκτέλεση των καθηκόντων του, επηρεάζοντας ελάχιστα την κανονική λειτουργία του πλοίου.

Επομένως, η σάρωση με λέιζερ είναι ένα γρήγορο, εύκολο και εξαιρετικά ακριβές εργαλείο για εργασίες μετασκευής σε πλοία. Η τρισδιάστατη σάρωση λέιζερ οργανώνεται από τον ιδιοκτήτη του πλοίου σε επικοινωνία με το τεχνικό γραφείο που έχει αναλάβει την μελέτη. Μετά τις απαραίτητες ρυθμίσεις, 2 μηχανικοί που αναλαμβάνουν το έργο, ο χειριστής του εξοπλισμού σάρωσης και ο επιβλέπων μηχανικός από το τεχνικό γραφείο επιβιβάζονται στο πλοίο, είτε σε λιμάνι είτε σε αγκυροβόλιο, για την εκτέλεση σχετικών εργασιών του έργου, σημαντικά για την τεχνική μελέτη, η οποία θα περιγραφεί λεπτομερώς παρακάτω:

- Σάρωση 3D Laser, που εκτελείται από τον εξειδικευμένο χειριστή σάρωσης στους χώρους ενδιαφέροντος του σκάφους για την Εγκατάσταση BWTS. Αυτοί οι χώροι ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, τον τύπο BWTS που σκοπεύει να εγκαταστήσει η πλοικτήτρια εταιρεία (εάν είναι ήδη αποφασισμένος ο κατασκευαστής στο στάδιο της σάρωσης με λέιζερ 3D, παρακάτω περιγράφονται οι χώροι που σαρώθηκαν στο υπό μελέτη Δεξαμενόπλοιο) και τον διαθέσιμο χρόνο για την σάρωση από τους μηχανικούς.
  - Στο Μηχανοστάσιο (ER) ολόκληρος ο χώρος εκτός του χώρου του Καζανιού, ειδικά στις θέσεις των Αντλιών Ερματισμού ή Πυρόσβεσης Fire & Bilge και Fire & G.S (αν υπάρχουν και δεν είναι σε άλλο χώρο), των σχετικών σωληνώσεων έρματος, σε όλες τις περιοχές που θα μπορούσαν να φιλοξενήσουν Ηλεκτρικούς Πίνακες / Εξοπλισμό BWTS, στους κεντρικούς πίνακες και πίνακες τροφοδοσίας στο Δωμάτιο Ελέγχου του Μηχανοστασίου (Engine Control Room ECR), στο Χώρο του Πηδαλίου (για αναζήτηση περιοχών εγκατάστασης δευτερεύοντος ή ηλεκτρικού εξοπλισμού) και το ανώτερο Κατάστρωμα εντός του Ακομοδεσίου (σε περιπτώσεις BWTS που περιλαμβάνουν την εγκατάσταση



- ενός καταστρώματος, λόγω περιορισμένου διαθέσιμου χώρου στο μηχανοστάσιο).
- Στο Αντλιοστάσιο (αν υπάρχει) ομοίως με το Μηχανοστάσιο θα πρέπει να σαρωθεί ολόκληρο για την προσθήκη αντίστοιχων μηχανημάτων, τις αντλίες έρματος, τα σημεία απόρριψης και εισαγωγής του νερού έρματος.
  - Το ανώτερο κατάστρωμα, λαμβάνοντας υπόψιν την κατάσταση λειτουργίας του πλοίου (Φόρτωση ή Εκφόρτωση Φορτίου), για εύρεση χώρου και σωληνώσεων σε περιπτώσεις που απαιτείται εγκατάσταση εξοπλισμού στο ανώτερο κατάστρωμα σε ειδικά σχεδιασμένο χώρο στέγασης
  - Τις δεξαμενές Έρματος, λαμβάνοντας υπόψιν την κατάσταση λειτουργίας του πλοίου (Φόρτωση ή Εκφόρτωση Φορτίου), για εύρεση χώρου και σωληνώσεων σε περιπτώσεις που απαιτείται κάποια εγκατάσταση / τροποποίηση λόγω ύπαρξης βυθιζόμενων αντλιών μέσα στην Δεξαμενή Έρματος
- Συλλογή Φωτογραφικού Υλικού από το σκάφος, που εκτελείται από τους μηχανικούς του τεχνικού γραφείου. Οι συλλεγόμενες φωτογραφίες πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες και λεπτομέρειες των θέσεων σάρωσης, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι ο σχεδιαστής που θα προετοιμάσει το 3D Μοντέλο για το BWTS θα έχει πλήρη, λεπτομερή και αντιπροσωπευτική άποψη των χώρων του πλοίου για σχεδιασμό με τα υψηλότερα δυνατά επίπεδα ακρίβειας, για να εξασφαλιστεί η κατάλληλη μετασκευή BWTS στο πλοίο. Ωστόσο, εκτός από τη λήψη φωτογραφιών από τις σαρωμένες περιοχές, είναι πολύ σημαντικό να γίνει συλλογή φωτογραφιών από τον ηλεκτρικό εξοπλισμό μέσα ή έξω από τον Χώρο Ελέγχου του Μηχανοστασίου, ώστε να διερευνηθεί εάν υπάρχουν διαθέσιμοι παροχικοί διακόπτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση του Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του BWTS. Αυτές οι απαιτούμενες συνδέσεις παρέχουν την απαραίτητη τροφοδοσία για τη λειτουργία του συστήματος ή σήματα που απαιτούνται για το τηλεχειριστήριο και την παρακολούθηση του νέου BWTS επί του πλοίου. Τέλος, ο επιβλέπων μηχανικός θα αναγνωρίσει και θα ακολουθήσει τις διαδρομές σωλήνων ή καλωδίων, λαμβάνοντας φωτογραφίες από χώρους που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν και να εντοπιστούν στο νέφος σημείων του πλοίου από τον σχεδιαστή του μοντέλου 3D BWTS. Με αυτόν τον τρόπο, θα δοθούν κατάλληλες πληροφορίες στον σχεδιαστή, προκειμένου να είναι σε θέση να κάνει ασφαλέστερες εκτιμήσεις σχετικά με το απαιτούμενο μήκος νέων καλωδίων ή υλικών σωληνώσεων στο τελικό στάδιο της Τεχνικής Προδιαγραφής.
  - Συλλογή και καταχώριση διαφόρων τεχνικών δεδομένων από το πλοίο, από τον επιβλέποντα μηχανικό του τεχνικού γραφείου. Είναι εύκολα κατανοητό ότι οι πιο έγκυρες πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του πλοίου μπορούν να ληφθούν επί του πλοίου από το πλήρωμά του. Αυτό συμβαίνει επειδή τα σχέδια των ναυπηγείων των πλοίων μπορεί να έχουν ανακρίβειες ή κάποιες τροποποιήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο πλοίο μετά την παράδοσή του και δεν απεικονίζονται στα αρχικά σχέδια. Για αυτόν τον λόγο, ο επιβλέπων μηχανικός πρέπει να υποβάλει μια λίστα ερωτήσεων σε μηχανικούς ή αξιωματικούς καταστρώματος του πλοίου στο πλαίσιο της συλλογής δεδομένων που ενδέχεται να μην μπορούν να εξαχθούν από τα σχέδια του πλοίου, αλλά έχουν μεγάλη σημασία για την μετέπειτα τεχνική μελέτη για την Εγκατάσταση του BWTS. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να αναφέρονται σε διάφορες λειτουργίες ή συστήματα του πλοίου και συνδέονται άμεσα με τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις των κατασκευαστών του BWTS.

Τα πιο σημαντικά από αυτά τα απαιτούμενα δεδομένα παρατίθενται παρακάτω:

- ✓ Τρέχουσες συνθήκες λειτουργίας, χρόνοι πλήρους ερματισμού / εκφόρτωσης έρματος σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας
- ✓ Απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς σε κανονικές συνθήκες πλήρους ερματισμού / εκφόρτωσης έρματος
- ✓ Διαθεσιμότητα συμπιεσμένου αέρα ή αέρα ελέγχου στα υποψήφια σημεία εγκατάστασης του εξοπλισμού
- ✓ Χαρακτηρισμός της Πρυμναίας Δεξαμενής Έρματος (Aft Peak Tank APT) και η χρήση της σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας
- ✓ Διαθέσιμότητα τροφοδοσίας DC / AC επί του πλοίου
- ✓ Θέση του πίνακα χειρισμού των Υδραυλικών Βαλβιδών (VRC Valve Remote Control system) και διαθέσιμες ηλεκτρικές συνδέσεις.
- ✓ Διαθεσιμότητα εξοπλισμού πυρκαγιάς και ανίχνευσης υδρογονανθράκων σε Μηχανοστάσιο και Αντλιοστάσιο
- ✓ Διαθεσιμότητα εφεδρικών παροχικών διακοπών επί του πλοίου

#### 4.2. Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης

Μετά το τέλος του 3D Laser Scanning του πλοίου, τα δεδομένα του λέιζερ που συλλέγονται από τους μηχανικούς που εκτέλεσαν την εργασία επί του πλοίου, επεξεργάζονται από το τεχνικό γραφείο. Αυτή η διαδικασία απαιτεί συνήθως 1 εβδομάδα έως ότου το τελικό 3D Νέφος Σημείων (3D Point Cloud) του πλοίου είναι διαθέσιμο για χρήση από τους σχεδιαστές του τεχνικού γραφείου. Από τη στιγμή που το γραφείο λαμβάνει το τελικό 3D Point Cloud, ξεκινά το δεύτερο στάδιο της τεχνικής μελέτης Εγκατάστασης BWTS, η Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης.

Η Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης είναι ουσιαστικά το πρώτο στάδιο του σχεδιασμού του BWTS σε ένα έργο Μετασκευής. Για το λόγο αυτό, είναι εξαιρετικά σημαντικό να παρέχεται στους ιδιοκτήτες / διαχειριστές των πλοίων μία ακριβής πρόταση ενός ή περισσότερων διαθέσιμων BWTS Makers (αν δεν έχει προαποφασιστεί από την Διαχειρίστρια Εταιρία του πλοίου) για εγκατάσταση, σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους. Αυτό συμβαίνει επειδή ένα βέλτιστο σύστημα Επεξεργασίας για κάποιο πλοίο μπορεί να μην είναι η καλύτερη ή ακόμη και μια εφικτή λύση για ένα άλλο.

Η δομή της Μελέτης Δυνατότητας Εγκατάστασης σε μία τεχνική μελέτη εξαρτάται από το χρονοδιάγραμμα κάθε έργου καθώς και από τη συμφωνία του ιδιοκτήτη με το τεχνικό γραφείο στο οποίο έχει ανατεθεί το έργο (Ingeniat. Ballast Water Treatment and Exhaust Gas Cleaning Systems). Σε κάθε περίπτωση, το πεδίο εφαρμογής μιας μελέτης σκοπιμότητας περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Πρόταση και επιλογή μέσω ενός συνόλου κριτηρίων της επιλογής του Συστήματος Επεξεργασίας Έρματος (αν δεν έχει προαποφασιστεί) σε συνεργασία με τον πλοιοκτήτρια εταιρία
- Τεχνική επισκόπηση από τους σχεδιαστές του Τεχνικού Γραφείου με προτάσεις εγκατάστασης του ανωτέρω BWTS συστήματος

Όσον αφορά τη μοντελοποίηση αυτού του συγκεκριμένου σταδίου της Τεχνικής Μελέτης Εξοπλισμού BWTS, οι χώροι των πλοίων ελέγχονται χρησιμοποιώντας την έξοδο των τρισδιάστατων σαρώσεων των περιοχών που επιλέχθηκαν για την εγκατάσταση νέων

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

εξαρτημάτων εξοπλισμού BWTS, ώστε να αξιολογηθεί σε αρχικό στάδιο. Είναι σύνηθες να προετοιμάζονται, σε αυτό το στάδιο, περισσότερα από ένα σενάρια πρότασης εγκατάστασης, είτε με διαφορετική τοποθέτηση ενός συγκεκριμένου τύπου BWTS, που έχει ήδη επιλεγεί από την πλοιοκτήτρια εταιρία, είτε να περιλαμβάνει περισσότερους από έναν κατασκευαστές BWTS, από τους οποίους η πλοιοκτήτρια εταιρία έχει λάβει προκαταρκτικές τεχνικές προσφορές.

Κάθε σενάριο πρότασης εγκατάστασης θα περιλαμβάνει συγκεκριμένες τοποθεσίες για τα κύρια στοιχεία, καθώς και την τρισδιάστατη μοντελοποίηση των βασικών σωληνώσεων χρησιμοποιώντας ένα από τα διάφορα διαθέσιμα προγράμματα 3D Design (Autodesk Inventor, Avena Model, SolidWorks κ.λπ.). Συγκεκριμένα, μια Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης θα περιλαμβάνει τις νέες γραμμές εισόδου από το υπάρχον σύστημα σωληνώσεων έρματος (τα κομμάτια σωληνών αντικατάστασης θα μοντελοποιηθούν μετά την εισαγωγή του 3D Point Cloud του πλοίου στο πρόγραμμα σχεδιασμού), σωληνώσεις μεταξύ των εξαρτημάτων του εξοπλισμού BWTS και των νέων γραμμών εξόδου BWTS που συνδέονται με τις υπάρχουσες γραμμές έρματος, και πάλι με βάση το τρισδιάστατο σύννεφο σημείων, που οδηγεί στις δεξαμενές έρματος του πλοίου. Εκτός από αυτήν τη βασική σωλήνωση, προτείνονται θέσεις δευτερεύοντος εξοπλισμού (π.χ. ηλεκτρικοί πίνακες), λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια λειτουργίας και συντήρησης, καθώς και την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων μηκών καλωδίων και των δομικών στοιχείων για τη στήριξη του εξοπλισμού που πρόκειται να εγκατασταθεί.

Το αποτέλεσμα αυτής της φάσης της τεχνικής μελέτης είναι ένα βασικό 3D Μοντέλο, συγχωνευμένο με το 3D Point Cloud, για κάθε σενάριο εγκατάστασης BWTS, το οποίο παρουσιάζεται στους ιδιοκτήτες / διαχειριστές του πλοίου, στις περισσότερες περιπτώσεις συνοδεύεται από σχετική παρουσίαση με τεχνικές μιας βασικής συγκριτικής αξιολόγησης των διαφόρων σεναρίων εγκατάστασης.

Η Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης κάθε έργου Εγκατάστασης BWTS ολοκληρώνεται με την τελική απόφαση της πλοιοκτήτριας εταιρείας σχετικά με το σύστημα που θα εγκατασταθεί στο πλοίο. Η αναθεώρηση του μοντέλου 3D και των δεδομένων κάθε πρότασης εγκατάστασης γίνεται συνήθως από τον Τεχνικό Διευθυντή ή έναν Αρχιμηχανικό της ιδιοκτήτριας εταιρείας, ο οποίος επιβεβαιώνει επίσης την τελική πρόταση εγκατάστασης, μετά από τις απαραίτητες πρόσθετες πληροφορίες και σχόλια από προηγούμενες εγκαταστάσεις και την γενική εμπειρία στον εξοπλισμό που τους παρέχονται από το τεχνικό γραφείο. Η Πλοιοκτήτρια Εταιρία αφού αποφασίσει σχετικά με την πρόταση εγκατάστασης μπορεί να λάβει τα υπόλοιπα μέρη της Μελέτης Εγκατάστασης Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος βασιζόμενη στην απόφαση αυτή. Επιπλέον, η βασική διαδρομή των σωληνώσεων, η οποία έχει σχεδιαστεί σε αυτή τη φάση, είναι η πιο δύσκολη διαδικασία, καθώς οι κύριες θέσεις του εξοπλισμού θα είναι σταθερές και δεν μπορούν να γίνουν πολλές προσαρμογές και διορθώσεις κατά την εγκατάσταση. Συμπερασματικά, η Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης, παρά τη σύντομη διάρκειά της (1-2 εβδομάδες), καθορίζει όμως σε μεγάλο βαθμό την τεχνική μελέτη και ολόκληρη τη Μετασκευή BWTS ενός πλοίου, καθώς το μεταγενέστερο λεπτομερές μοντέλο 3D του BWTS βασίζεται στον βασικό σχεδιασμό μοντέλου 3D στο τέλος της μελέτης Δυνατότητας Εγκατάστασης.

Η ιδέα της εγκατάστασης συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος σε πλοία, όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες ενότητες, οργανώνεται και κατευθύνεται κυρίως από τον IMO, τις αρχές της Σημαίας και τους Νηογνώμονες. Επομένως, είναι προφανές ότι οι νηογνώμονες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία εγκατάστασης του BWTS σε μία Μετασκευή, τόσο κατά τη χορήγηση πιστοποιητικού έγκρισης στους κατασκευαστές BWTS όσο και κατά την έγκριση κάθε συγκεκριμένου σχεδίου στην εγκατάσταση BWTS σε υπάρχοντα πλοία. Όσον αφορά το δεύτερο μέρος, η προετοιμασία και η υποβολή των απαιτούμενων σχεδίων για την έγκριση του σχεδιασμού BWTS είναι το κύριο στάδιο της τεχνικής μελέτης BWTS με την οποία το τεχνικό γραφείο θα χειριστεί και θα εκπληρώσει αποτελεσματικά.

Πρώτα, το τεχνικό γραφείο, το οποίο έχει αναλάβει την τεχνική μελέτη, θα ζητήσει από την πλοικτήτρια εταιρία του πλοίου να τους παρέχει τον πλήρη κατάλογο σχεδίων του πλοίου. Με την παραλαβή της λίστας σχεδίασης και ανάλογα με τον τύπο του πλοίου και τον νηογνώμονα που είναι εγγεγραμμένος, ο σχεδιαστής του τεχνικού γραφείου, ο οποίος είναι υπεύθυνος για το συγκεκριμένο έργο, έρχεται σε επαφή με την πλοικτήτρια εταιρεία του πλοίου για να παρέχει στο τεχνικό γραφείο όλα απαιτούμενα σχέδια για την προετοιμασία και το σχεδιασμό των σχεδίων του Νηογνώμονα για την εγκατάσταση του BWTS. Αυτά τα απαιτούμενα σχέδια για την υποβολή της Μετασκευής BWTS ενδέχεται να διαφέρουν ανά περίπτωση, αλλά και γενικώς τα νέα σχέδια ή τροποποιήσεις των υπαρχόντων σχεδίων αναφέρονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Γενικά Σχέδια**, για τροποποιήσεις στα κύρια σχέδια του πλοίου. Μερικά παραδείγματα μπορεί να είναι το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου (General Arrangement GA) για την εγκατάσταση επί του καταστρώματος κάποιου εξοπλισμού του Συστήματος Επεξεργασίας Έρματος, το σχέδιο Χωρητικότητας του πλοίου (Capacity Plan) για περιπτώσεις απαιτούμενων τροποποιήσεων σε δεξαμενές έρματος, το Σχέδιο πυρκαγιάς & ασφάλειας (Fire and Safety Plan) για την απεικόνιση τυχόν πρόσθετων μέτρων ασφαλείας που θα απαιτηθούν, το Σχέδιο Διαγωγής και Ευστάθειας (Trim and Stability Booklet) για τους απαιτούμενους υπολογισμούς του πρόσθετου βάρους του εξοπλισμού BWTS, των σωληνώσεων και της εγκατάστασης νέων κατασκευών και το Σχέδιο με τις Ζώνες των Επιβλαβών Αερίων (Dangerous Zone Plan) για να απεικονιστεί η θέση εγκατάστασης του εξοπλισμού BWTS πάνω στο κατάστρωμα ότι είναι ασφαλής από τις εξόδους αερίων φορτίου.
- **Μηχανολογικά Σχέδια**, για τις τροποποιήσεις στα υπάρχοντα σχέδια μηχανημάτων του πλοίου. Μερικά παραδείγματα μπορεί να είναι τα διαγράμματα σωληνώσεων ερματισμού του Μηχανοστασίου, Καταστρώματος και Αντλιοστασίου (για να απεικονιστούν οι πρόσθετες σωληνώσεις, βαλβίδες, αντλιές κλπ), τροποποιήσεις σε βοηθητικές σωληνώσεις (όπως της πυρόσβεσης, του αέρα ελέγχου, του συμπιεσμένου αέρα, κλπ), τα σχέδια μηχανών και διάταξης των Ηλεκτρικών Μηχανημάτων διατάξεων σε Μηχανοστάσιο, Κατάστρωμα και Αντλιοστάσιο (υποδεικνύοντας τις θέσεις του νέου κύριου και δευτερεύοντος εξοπλισμού BWTS που θα εγκατασταθούν επί του πλοίου), σχέδια διατάξεων του εξαερισμού σε Μηχανοστάσιο, Κατάστρωμα και Αντλιοστάσιο (απεικονίζοντας αν απαιτείται πρόσθετος ανεμιστήρας εξαερισμού ή τροποποίηση του υπάρχοντος συστήματος εξαερισμού ώστε να ταιριάζει με νέες απαιτήσεις μετά την εγκατάσταση του BWTS).
- **Κατασκευαστικά Σχέδια του Πλοίου**, για τις τροποποιήσεις σε διάφορα σχέδια. Μερικά παραδείγματα μπορεί να είναι τα σχέδια κατασκευής του Μηχανοστασίου, του

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

Αντλιοστασίου και του Κυρίου Καταστρώματος (υποδεικνύοντας τις πιθανές αλλαγές για την ενίσχυση των δομικών στοιχείων του πλοίου ώστε να αντέχουν τα φορτία της πρόσθετης εγκατάστασης του εξοπλισμού και τις βάσεις του εξοπλισμού αυτού), το σχέδιο των Ανοιγμάτων / Εξαγωγών του Πλοίου (υποδεικνύοντας τις πιθανές αλλαγές στις διαδρομές των σωληνώσεων έρματος που καταλήγουν εκτός του πλοίου ή την απεικόνιση νέων εξαγωγών και πιθανές απαιτούμενες τροποποιήσεις σε βαλβίδες μέσα σε δεξαμενές έρματος).

- **Ηλεκτρολογικά Σχέδια**, για τροποποιήσεις σε διάφορα ηλεκτρολογικά σχέδια του πλοίου. Μερικά παραδείγματα μπορεί να είναι το διάγραμμα τροφοδοσίας της πρωτεύουσας ή δευτερεύουσας καλωδίωσης (που δείχνει τις νέες συνδέσεις του ηλεκτρικού εξοπλισμού BWTS σε υπάρχοντες διαθέσιμους διακόπτες ή προσθήκη νέων σε περίπτωση που δεν υπάρχουν μη χρησιμοποιούμενοι), το διάγραμμα καλωδίωσης του συστήματος συναγερμού (καθώς υπάρχει απαίτηση όλων των Νηογνώμωνων σύνδεσης του νέου BWTS με το σύστημα συναγερμού του πλοίου – Alarm Monitoring System), το σχέδιο Ηλεκτρικής Ισχύος μαζί με το κατασκευαστικό Σχέδιο του Κύριου Πίνακα Τροφοδοσίας Ρεύματος (για να ελεγχθεί εάν οι υπάρχουσες ράβδοι διαμοίρασης του ρεύματος μπορούν να παράσχουν στους νέους παροχικούς διακόπτες την πρόσθετη ηλεκτρική ισχύ για τη λειτουργία BWTS ή απαιτείται οποιαδήποτε τροποποίηση, αλλά και ότι η διαθέσιμη ηλεκτρική ισχύς είναι αρκετή σε συνδυασμό με την υπάρχουσες ανάγκες του πλοίου σε Φορτώσεις / Εκφορτώσεις).

Εκτός από το παραπάνω σχέδια του υπάρχοντος πλοίου που πρόκειται να αναθεωρηθούν ή να τροποποιηθούν μερικώς για την υποβολή στο Νηογνώμονα για την Μετασκευή BWTS, θα πρέπει επίσης να απεικονιστούν τα κατασκευαστικά σχέδια των βασικών μηχανημάτων του εξοπλισμού BWTS (σχεδιασμένα από το τεχνικό γραφείο) τα οποία υποβάλλονται για έλεγχο μετά από υπολογισμούς ανάλυσης της αντοχής.

Τέλος, εκτός από τα σχέδια των τεχνικών γραφείων, ο κατασκευαστής BWTS θα παρέχει στον Νηογνώμονα τα εγχειρίδια λειτουργίας ειδικά για το BWTS του συγκεκριμένου πλοίου. Αυτά τα εγχειρίδια λειτουργίας περιλαμβάνουν διάφορους υπολογισμούς του συστήματος και σχέδια εξοπλισμού BWTS για να ελεγχθεί η συμφωνία με το αντίστοιχο πιστοποιητικό έγκρισης που έχει ήδη εκδοθεί από τον Νηογνώμονα, καθώς και την αλληλογραφία με τον κατασκευαστή για τα σχέδια που προετοιμάστηκαν και υποβλήθηκαν από το τεχνικό γραφείο.

Πριν από την υποβολή στον Νηογνώμονα, τα έτοιμα σχέδια από το τεχνικό γραφείο (η προετοιμασία τους διαρκεί περίπου 2 εβδομάδες έως ένα μήνα) αποστέλλονται στο τεχνικό τμήμα της πλοιοκτήτριας εταιρείας και στον κατασκευαστή BWTS για τον έλεγχο και τα σχόλιά τους. Μετά την ολοκλήρωση των διορθώσεων ή των τροποποιήσεων, το πλήρες πακέτο σχεδίων που συνοδεύεται από εγχειρίδια λειτουργίας BWTS για συγκεκριμένο πλοίο υποβάλλεται στον Νηογνώμονα του πλοίου για τη διαδικασία αναθεώρησης και έγκρισης.

Η έγκριση των υποβληθέντων σχεδίων εξαρτάται από την ποιότητά τους καθώς και από την ποιότητα του σχεδιασμού, η οποία έχει σχέση με την κατανόηση των σχετικών κανονισμών. Για διευκόλυνση, κάθε νηογνώμονας έχει αναπτύξει και δημοσιεύσει μια λίστα απαιτούμενων εγγράφων και σχεδίων για τους διαφορετικούς τύπους τεχνολογίας BWT. Αυτό απαιτείται ένα ελάχιστο αριθμό σχεδίων που πρέπει να υποβληθεί προς έγκριση. Η γενική κατεύθυνση όλων των νηογνώμωνων είναι ότι η διαδικασία έγκρισης πρέπει να ξεκινάει τουλάχιστον 3 μήνες πριν από τον Δεξαμενισμό (ή την προγραμματισμένη εγκατάσταση του συστήματος) για τον έγκαιρο χειρισμό τυχόν σχολίων και την υποβολή των απαραίτητων αναθεωρήσεων.

Στο τέλος της επισκόπησης σχεδίων, το Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος του πλοίου (Ballast Water Management Plan – BWMP) αναθεωρείται σύμφωνα με τις τροποποιήσεις στη

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο λειτουργία και διαδικασία φόρτωσης και εκφόρτωσης έρματος με τη νέα εγκατάσταση του BWTS, με βάση όλα τα απαιτούμενα κατασκευαστή BWTS και αναθεωρημένα σχέδια του πλοίου. Όταν όλα τα έγγραφα έχουν εγκριθεί, κλείνοντας όλα τα σχόλια που εκκρεμούν, και το σύστημα έχει εγκατασταθεί, πρέπει να πραγματοποιηθεί μια αρχική Επιθεώρηση από έναν επιθεωρητή του Νηογνώμονα. Εάν όλα είναι σύμφωνα με τα σχέδια που έχουν εγκριθεί, ο επιθεωρητής θα εκδώσει το Διεθνές Πιστοποιητικό BWM (International Ballast Water Management Certificate - IBWMC) και θα εγκρίνει τη μέθοδο επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος πάνω στο πλοίο, που θα συμβαδίζει με τον κανονισμό D-2.

#### 4.4. Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση

Η διαδικασία κάθε μετασκευής σε ένα πλοίο είναι μια πρόκληση για την πλοικτήτρια εταιρία, για αυτόν τον λόγο οι απαιτήσεις της προς την πλευρά του τεχνικού γραφείου είναι υψηλές. Αυτό το γεγονός καθιστά την ανάγκη για μια λεπτομερή τεχνική μελέτη για τον εξοπλισμό BWTS, στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης της εγκατάστασης με πολύ αποδοτικό τρόπο. Η αποτελεσματική και γρήγορη εγκατάσταση BWTS εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο προκατασκευής των κύριων τμημάτων του νέου συστήματος, κάτι που καθίσταται δυνατό μόνο μετά το στάδιο της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης (DAMEN. Ballast Water Treatment Retrofit Solutions).

Η Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση είναι το κύριο και ταυτόχρονα το τελευταίο στάδιο του σχεδιασμού της Εγκατάστασης BWTS σε ένα έργο μετασκευής. Είναι η συνέχεια του αρχικού τρισδιάστατου μοντέλου, που εκπονήθηκε στο στάδιο της μελέτης Δυνατότητας Εγκατάστασης, με την εφαρμογή σχολίων ή αιτημάτων της πλοικτήτριας εταιρίας σχετικά με τη θέση του εξοπλισμού BWTS, καθώς και τη διαδρομή των σωληνών που παρουσιάστηκαν στο βασικό τρισδιάστατο μοντέλο. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης επιλέγονται η διαδρομή δευτερευόντων σωληνώσεων (π.χ. δειγματοληψίας, αδειάσματος των σωληνών / μηχανημάτων κλπ σύμφωνα με το σχέδιο του κατασκευαστή του BWTS), η επιλογή της θέσης εγκατάστασης και ο σχεδιασμός στηρίξεων για τους δευτερεύοντες εξοπλισμούς, ο σχεδιασμός των στηριγμάτων για τις νέες σωληνώσεις (στηρίξεις σωληνών) και τις διαδρομές σε 3D των απαιτούμενων νέων βασικών καλωδίων για τις συνδέσεις ισχύος και σήματος του ηλεκτρικού εξοπλισμού BWTS. Ο προσεκτικός και ακριβής σχεδιασμός όλων αυτών των στοιχείων είναι μεγάλης σημασίας για την εγκατάσταση του BWTS, καθώς η Τεχνική Προδιαγραφή (το τελευταίο στάδιο της τεχνικής μελέτης) παραθέτει και σχέδια που θα παραδώσει στο πλοίο η πλοικτήτρια Εταιρία, τα οποία αναπτύσσονται και σχεδιάζονται μετά την οριστικοποίηση της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης του BWTS.

Επιπλέον, καθώς η Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση πραγματοποιείται μετά την αναθεώρηση του Βασικού Μοντέλου της Μελέτης Δυνατότητας Εγκατάστασης από την πλευρά της πλοικτήτριας εταιρίας, σε αυτό το στάδιο εισέρχονται όλες οι προτιμήσεις της στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση σχετικά με τις προδιαγραφές νέων σωληνώσεων, τη θέση εγκατάστασης των δευτερευόντων μηχανημάτων ή του ηλεκτρικού εξοπλισμού και τις δευτερεύουσες σωληνώσεις (οι διαδρομές αυτές διαμορφώνονται έτσι ώστε ο τελικός σχεδιασμός της εγκατάστασης του BWTS να ικανοποιεί την πλοικτήτρια εταιρία). Για το λόγο αυτό, η Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση πραγματοποιείται συνήθως ταυτόχρονα με τον σχεδιασμό των σχεδίων που κατατίθενται στον Νηογνώμονα, προκειμένου να αποφευχθούν, κατά το δυνατό αναθεωρήσεις, οι οποίες ενδέχεται να προκύψουν μετά από τις τροποποιήσεις στο 3D Μοντέλο. Επιπλέον, η επικοινωνία μεταξύ του τεχνικού γραφείου και του τεχνικού διευθυντή της πλοικτήτριας εταιρίας είναι απαραίτητη στη διαδικασία δημιουργίας ενός

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο τρισδιάστατου μοντέλου που θα γίνει αποδεκτό από τη μεριά της εταιρίας, εκτός από το ότι θα εγκριθεί από τον Νηογνώμονα του πλοίου.

Τέλος, ο σχεδιασμός της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης είναι ένα χρονοβόρο στάδιο της τεχνικής μελέτης BWTS, συγκρίνοντας τον απαιτούμενο χρόνο της Μελέτης Δυνατότητας Εγκατάστασης (μέγιστος χρόνος 2 εβδομάδες) με αυτό το στάδιο σχεδιασμού (περίπου 1 μήνα). Ο κύριος λόγος για τη μεγαλύτερη απαιτούμενη διάρκεια της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης είναι ότι ο σχεδιαστής του Τεχνικού Γραφείου θα επιλέξει να ικανοποιήσει τις προαναφερόμενες προτιμήσεις της πλοιοκτήτριας εταιρίας και ταυτόχρονα να μειώσει ή ακόμη και να αποφύγει εντελώς τις επικαλύψεις / αστοχίες των πρόσφατα εγκατεστημένων στοιχείων και μηχανημάτων του συστήματος (σωληνώσεις, νέος εξοπλισμός και μεταλλικές κατασκευές) με τα υπάρχοντα στοιχεία του πλοίου. Η αποφυγή αυτών των επικαλύψεων / αστοχιών έχει μεγάλη σημασία για τη διατήρηση των άκρως απαιτούμενων τροποποιήσεων των πλοίων, επειδή συνδέονται άμεσα με το κόστος εγκατάστασης του συστήματος. Επιπλέον, ειδικά όσον αφορά τα δεξαμενόπλοια λόγω των μικρών διαθέσιμων χώρων και επειδή ενδέχεται να χρειαστεί να εγκατασταθούν συστήματα BWTS υψηλής χωρητικότητας / ροής, δημιουργείται η απαίτηση ενός σχετικά μικρού χωρικού αποτυπώματος των πρόσφατα εγκατεστημένων στοιχείων / μηχανημάτων στο πλοίο. Τέλος, σε αυτό το στάδιο, οι παράμετροι όπως τα απαιτούμενα υλικά, η στήριξη των νέων σωληνώσεων, η συντήρηση του εξοπλισμού και η εργονομία διαδραματίζουν αρκετά σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης.

#### 4.5. Τεχνική Προδιαγραφή

Όλα τα στάδια της διαδικασίας της τεχνικής μελέτης για την Εγκατάσταση του BWTS σε υπάρχον πλοίο, που παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα, μπορούν να θεωρηθούν ως ένα διάγραμμα ροής με βρόχους μεταξύ του σχεδιασμού του Νηογνώμονα και της τρισδιάστατης μοντελοποίησης, μέχρι την ανάπτυξη ενός κατάλληλου σχεδιασμού BWTS τόσο για την πλοιοκτήτρια εταιρία σε τεχνικό ή εμπορικό επίπεδο του πλοίου. Στην περίπτωση της Εγκατάστασης του BWTS, η εμπορική / οικονομική πτυχή προκύπτει και παρουσιάζεται στο τελευταίο στάδιο της τεχνικής μελέτης που είναι η Τεχνική Προδιαγραφή.

Η Τεχνική Προδιαγραφή είναι η τελική φάση μιας τεχνικής μελέτης Εγκατάστασης του BWTS. Αυτή η διαδικασία καθορίζει όλα τα απαιτούμενα υλικά και τις εργασίες για την εγκατάσταση του νέου BWTS επί του πλοίου. Για το λόγο αυτό τα σχέδια, οι λίστες υλικών και τα έγγραφα της Τεχνικής Προδιαγραφής προετοιμάζονται μετά την οριστικοποίηση της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης και της έγκριση των σχεδίων από τον Νηογνώμονα, έτσι ώστε ο σχεδιασμός της Εγκατάστασης του BWTS να μην υποβληθεί σε περαιτέρω αλλαγές (ειδικότερα για τις σωληνώσεις του έρματος, τα ηλεκτρολογικά σχέδια και τη διάταξη του εξοπλισμού). Αυτό συμβαίνει για να αποφευχθούν τροποποιήσεις και αναθεωρήσεις στα προαναφερόμενα παραδοθέντα σχέδια στην πλοιοκτήτρια εταιρία.

Η διαδικασία της Τεχνικής προδιαγραφής, θα πρέπει να περιέχει τα παρακάτω στοιχεία / λίστες / σχέδια για μία μελέτη Εγκατάστασης BWTS σε ένα υπάρχον πλοίο:

- Τα **Σχέδια του Νηογνώμονα** με τη σφραγίδα έγκρισης από τον νηογνώμονα, συμπεριλαμβανομένων και των αντίστοιχων σχολίων τους για κάθε ένα από τα σχέδια, (ορισμένα από τα σχόλια θα κλείσουν / επιθεωρηθούν επί του πλοίου κατά την εγκατάσταση του BWTS, μετά την παρακολούθηση από τον επιθεωρητή του Νηογνώμονα). Αυτό το πακέτο σχεδίων θα περιλαμβάνει επίσης το αναθεωρημένο Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος (BWMP) του πλοίου, το οποίο εκπονήθηκε από το τεχνικό

γραφείο, και περιέχει όλους τους νέους τρόπους λειτουργίας του έρματος με βάση τον εγκεκριμένο νέο και υπάρχοντα σχεδιασμό του πλοίου.

- **Λίστες υλικών για τις Σωληνώσεις**, συμπεριλαμβανομένης της λίστας υλικών (σωληνώσεις, φλάντζες, γωνιές κ.λπ.) που παράγεται από το προγράμμα 3D Σχεδιασμού που χρησιμοποιεί το Τεχνικό Γραφείο για το σχεδιασμό της Λεπτομερούς Τρισδιάστατης Σχεδίασης. Επιπλέον, σε αυτόν τον κατάλογο υπάρχουν οι εκτιμήσεις για τις δευτερεύουσες σωληνώσεις (π.χ. γραμμές αέρα ελέγχου, συμπιεσμένου αέρα ή δειγματοληψίας) που παρέχονται στην πλοιοκτήτρια εταιρία για λόγους εκτίμησης της εργασίας και προσφοράς από Ναυπηγεία ή κατασκευαστικές εταιρίες (γίνεται αναφορά για όλα τα απαιτούμενα υλικά για όλες τις νέες σωληνώσεις του BWTS).
- **Λίστες Ελασματοουργικών υλικών**, συμπεριλαμβανομένης της λίστας με όλα τα απαιτούμενα Ελασματοουργικά στοιχεία (γωνιακές λάμες, επίπεδες λάμες, στηρίγματα σωληνώσεων τύπου U, ενισχυτικά ελάσματα, ενισχυτικά τύπου H ή I) για την κατασκευή των στηρίξεων του εξοπλισμού, άλλων απαιτούμενων κατασκευών για τη συντήρηση του εξοπλισμού ή την πρόσβαση του πληρώματος (π.χ. πλατφόρμες). Επιπλέον, οι εκτιμήσεις για τα απαιτούμενα υλικά των νέων στηριγμάτων των σωληνών, των νέων διαδρομών για τα νέα καλώδια και οι τροποποιήσεις σε υπάρχουσες κατασκευές (που περιλαμβάνονται στην Τεχνική Προδιαγραφή).
- **Λίστες Ηλεκτρολογικού υλικού**, συμπεριλαμβανομένων των εκτιμώμενων μηκών για όλα τα καλώδια που ο κατασκευαστής του BWTS καθορίζει για κάθε σύστημα / υποσύστημα. Επιπρόσθετα, στη λίστα των καλωδίων υπάρχει ο απαιτούμενος ηλεκτρικός εξοπλισμός για την Εγκατάσταση του BWTS (όπως παροχικοί διακόπτες, ασφάλειες, αντικρηκτικού τύπου φώτα, κλπ). Αυτό το πακέτο σχεδίων μπορεί επίσης να περιέχει ένα σχέδιο διαδρομής των καλωδίων, που απεικονίζει μια πρόταση για την διαδρομή των νέων ηλεκτρολογικών συνδέσεων του BWTS στο πλοίο.
- **Κατασκευαστικό Σχέδιο των νέων Σωληνώσεων**, το οποίο είναι ίσως το πιο σημαντικό μέρος της τεχνικής προδιαγραφής για την προκατασκευή των απαιτούμενων νέων σωληνώσεων του BWTS. Ειδικότερα, παρέχονται τα γενικά σχέδια κατασκευής για κάθε νέο σχεδιαζόμενο σωλήνα, καθώς και σχέδιο για κάθε ένα κομμάτι του σωλήνα, από το τεχνικό γραφείο για τον καθορισμό της απαραίτητης προκατασκευής των σωληνών από το ναυπηγείο, όπου θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση του BWTS. Τέλος, για τη διευκόλυνση των μηχανικών που θα αναλάβουν την εγκατάσταση του BWTS, τα περισσότερα τεχνικά γραφεία προετοιμάζουν επιπλέον ένα σχέδιο για κάθε νέα ή υπάρχουσα σωλήνωση του BWTS, συνοδευόμενο από φωτογραφίες από το πρόγραμμα σχεδίασης, υποδεικνύοντας τη θέση εγκατάστασης των σωληνώσεων στον χώρο από το 3D Point Cloud.
- **Σχέδια των στηρίξεων του Δευτερεύοντος Εξοπλισμού**. Εκτός από τα σχέδια των στηρίξεων, είναι επίσης σημαντικό να απεικονίζεται η ακριβής θέση του κάθε νέου εξαρτήματος με την βάση στήριξής του σε αυτά τα σχέδια, καθώς η αντίστοιχη διαδρομή των σωληνώσεων (π.χ. σωλήνες εισόδου και εξόδου αντλιών) μπορεί να απαιτεί κάποια προσαρμογή / αλλαγή επί τόπου την ώρα της εγκατάστασης, ώστε να γίνει η σωστή σύνδεση με τον εξοπλισμό του BWTS. Αυτές οι δομές / στηρίξεις είναι συνήθως προκατασκευασμένες, οπότε η ακρίβεια στο σχεδιασμό είναι σημαντική, προκειμένου να αποφευχθούν εσφαλμένες ευθυγραμμίσεις και απαιτούμενες τροποποιήσεις επί τόπου.
- **Προτεινόμενο Σχέδιο Στήριξης των νέων Σωληνώσεων**, το οποίο είναι ένα σχέδιο



#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

κατασκευής που απεικονίζει τις προτεινόμενες κατασκευές για την στήριξη των νέων σωληνώσεων του BWTS. Είναι σημαντικό το τεχνικό γραφείο να σχεδιάσει μια διαδρομή σωλήνων που μπορεί να υποστηριχθεί εύκολα στα υπάρχοντα δομικά στοιχεία του πλοίου. Αυτό το σχέδιο δείχνει φυσικά τις προτεινόμενες θέσεις στήριξης των νέων σωληνώσεων, καθώς κάθε ναυπηγείο ακολουθεί συνήθως τη δική του πρακτική σε αυτόν τον τομέα.

- **Σχέδιο Τροποποιήσεων των υπάρχοντων Μηχανημάτων / Διάταξης του πλοίου**, όπου πρέπει να αναφέρονται όλες οι απαιτούμενες μετεγκαταστάσεις ή προσαρμογές του υπάρχοντος εξοπλισμού και δομών πλοίων. Αυτές οι μετεγκαταστάσεις μπορεί να είναι απαραίτητες για τη διαδρομή των νέων σωλήνων και την εγκατάσταση ή συντήρηση του νέου εξοπλισμού BWTS, οι οποίες είναι σημαντικές για τον προγραμματισμό των απαιτούμενων εργασιών κατά την εγκατάσταση του BWTS.

## Κεφάλαιο 5ο: Επιλογή Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος και Εκτίμηση του Ρίσκου Εγκατάστασης

Όπως έχει προαναφερθεί, για την ικανοποίηση του Κανονισμού D-2 και την δυνατότητα ενός πλοίου να γίνεται αποδεκτό από όλα τα λιμάνια ανά τον κόσμο, απαιτείται η επιλογή μίας προαναφερθείσας τεχνολογίας επεξεργασίας του νερού έρματος και ενός κατασκευαστή BWTS. Στην συγκεκριμένη περίπτωση και στο πλαίσιο των δεδομένων που αντλήθηκαν από την εταιρία Sea World Management and Trading Inc επιλέχθηκε και τοποθετήθηκε σε όλα τα πλοία τα οποία επιβαλλόταν να εγκατασταθεί το BWTS, η τεχνολογία της Υπεριώδους Ακτινοβολίας με τη χρήση Φίλτρου από τον κατασκευάστρια εταιρία Panasia Co. LTD (Νότια Κορέα).

Η σύγκριση μεταξύ των μεθόδων που έγινε στο πλαίσιο της εταιρίας ήταν ανάμεσα στην χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας με φίλτρο και στην χρήση ηλεκτρόλυσης με φίλτρο. Οι λόγοι που οδήγησαν στην απόφαση της πρώτης μεθόδου αναλύονται ως εξής:

1. Το γεγονός ότι τα περισσότερα πλοία του στόλου κάνουν συχνά δρομολόγια εντός λιμανιών τα οποία βρίσκονται σε ποτάμια, με αποτέλεσμα το νερό να είναι χαμηλής αλατότητας, ως εκ τούτου η μέθοδος της ηλεκτρόλυσης θα αντιμετώπιζε αρκετά προβλήματα / καθυστερήσεις
2. Το γεγονός ότι από εμπορικής άποψης του καραβιού δεν απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ροής, αλλά τέτοια ροή ώστε το εκάστοτε πλοίο να μπορεί να φορτώσει (από το 0% στο 100% της πληρότητας των δεξαμενών έρματος) και να ξεφορτώσει (από το 100% στο 0% της πληρότητας των δεξαμενών έρματος) το θαλάσσιο έρμα, άρα προτιμάται η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας με χαμηλούς ρυθμούς ροής από την χρήση ηλεκτρόλυσης που είναι αποδοτικότερη σε υψηλούς ρυθμούς ροής. Τα πλοία αυτού του μεγέθους δεν γεμίζουν τελείως τις δεξαμενές έρματος κατά τον ερματισμό κατεπέκταση κατά τον αποερματισμό δεν απαιτείται να αδειάσουν, αλλά βάζουν και βγάζουν τις κατάλληλες ποσότητες ώστε να είσερχονται και να εξέρχονται από τα λιμάνια με ασφάλεια
3. Τα λειτουργικά έξοδα της μεθόδου με την χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας είναι χαμηλότερα συμπεριλαμβανομένων των εξόδων συντήρησης / ανταλλακτικών σε σχέση με την ηλεκτόλυση
4. Το αρχικό κόστος αγοράς το εξοπλισμού της μεθόδου της υπεριώδους ακτινοβολίας ήταν χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο της ηλεκτρόλυσης

### 5.1. Τρόπος Λειτουργίας του συστήματος GloEn Patrol P1000 Ex και GloEn Patrol P250

Μετά την σύγκριση μεταξύ των μεθόδων όπως αναλύθηκε παραπάνω, η οποία τελικώς κατέληξε στην μέθοδο της Υπεριώδους Ακτινοβολίας με φίλτρο, αναζητήθηκαν προσφορές σε επίπεδο στόλου από τους κατασκευαστές των αντίστοιχων εξοπλισμών. Οι προσφορές αυτές αξιολογήθηκαν σε επίπεδο Διευθυντών της ναυτιλιακής εταιρίας Sea World Management and Trading Inc και λήφθηκε η απόφαση με κριτήρια την γρηγορότερη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, την απλότητα του συστήματος (εγκατάστασης αλλά και χρήσης από το πλήρωμα), του κόστους αγοράς / εγκατάστασης και τέλος του κόστους συντήρησης του Συστήματος, να προχωρήσει με την εταιρία Panasia Co. LTD (Νότια Κορέα) και το σύστημά της GloEn-Patrol.

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

Το Σύστημα Διαχείρισης Νερού Έρματος της PANASIA, το GloEn-Patrol βασίζεται σε μια τεχνολογία επεξεργασίας νερού που αποτελείται από ένα φίλτρο και ακολουθείται από αδρανοποίηση / απολύμανση των μικροοργανισμών με χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (Ultraviolet UV). Το μοντέλο GloEn Patrol P1000 Ex είναι αντιακρηκτικού τύπου και τοποθετείται σε περιοχές που αφορούν τις κύριες Δεξαμενές Έρματος, οι οποίες βρίσκονται στις περιοχές με εκπομπές Υδρογονανθράκων (Cargo Area) και GloEn Patrol P250 είναι το σύστημα που τοποθετείται στο Μηχανοστάσιο για να εξυπηρετεί μόνον την Πρυμναία Δεξαμενή Έρματος (Aft Peak Tank).



Εικόνα 5.1: Αντιακρηκτικού Τύπου Σύστημα Επεξεργασίας Θαλασσίου έρματος BWTS Panasia GloEn-Patrol (Panasia, GloEn-Patrol (2017). Training Material (CBT2))

Το GloEn-Patrol Ballast Water Management System έχει τέσσερις (4) λειτουργίες (Panasia, GloEn-Patrol (2017). (Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015):

1. Λειτουργία Έρματισμού (Ballast Mode)
2. Λειτουργία Εκφόρτωσης Έρματος (De-Ballast Mode)
3. Λειτουργία Παράκαμψης του Συστήματος (Bypass Mode)
4. Λειτουργία του Αδειάσματος των Δεξαμενών (Eductor ή Stripping Mode)

με τα ακόλουθα τέσσερα (4) κύρια μέρη του Εξοπλισμού:

1. Μονάδα Φίλτρου (Filter): για την αφαίρεση των οργανισμών και σωματιδίων μεγέθους ίσου ή μεγαλύτερου των 50 μικρών (> 50μm)
2. Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Unit): για την απολύμανση / καταστροφή του DNA των μικροοργανισμών και παθογόνων μικρότερων από 50 μικρά σε μέγεθος (<50μm)
3. Πίνακας ελέγχου (Control Panel)

#### 4. Πίνακας τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply)

Η πρωτογενής επεξεργασία λαμβάνει χώρα κατά το Ballast Mode και μια δευτερεύουσα επεξεργασία κατά το De – Ballast Mode. Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης έρματος, οι μικροοργανισμοί και τα ιζήματα μεγαλύτερα από πενήντα μικρά (50µm) διαχωρίζονται από τη Μονάδα Φίλτρου και επιστρέφονται στα τοπικά νερά. Οι μικρότεροι μικροοργανισμοί που διέρχονται από το φίλτρο οδηγούνται στην Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας όπου λαμβάνει χώρα η απολύμανση UV.

Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης του έρματος, τυχόν επιβιώσαντες μικροοργανισμοί κατά τη διάρκεια της πρόσληψης υποβάλλονται σε επεξεργασία και πάλι στον θάλαμο υπεριώδους ακτινοβολίας για να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τους ισχύοντες κανόνες D-2. Η μονάδα φίλτρου παρακάμπτεται κατά την διάρκεια της εκφόρτωσης του έρματος.

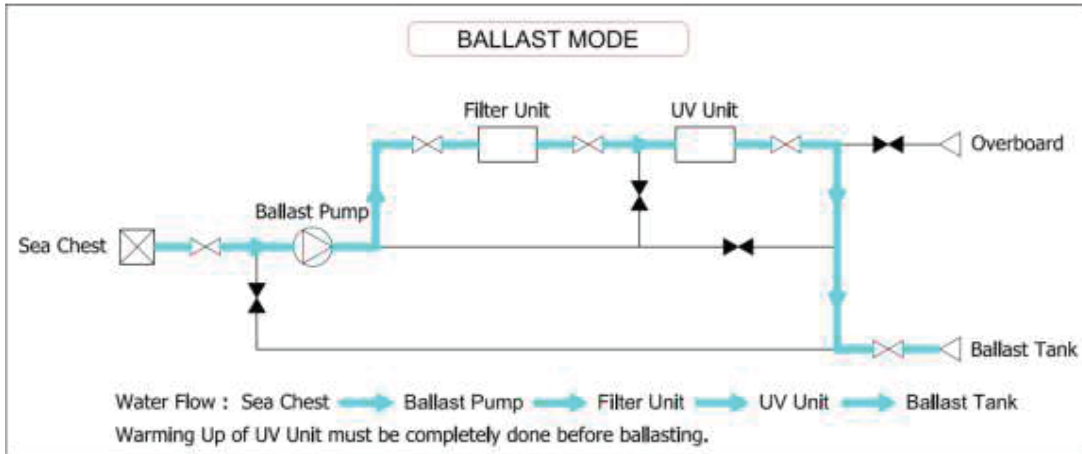
Εδώ παρουσιάζονται τα τέσσερα (4) κύρια μέρη του Εξοπλισμού:

- Η **Μονάδα Φίλτρου (Filter)** βρίσκεται μετά από τις αντλίες έρματος στο διάγραμμα των σωληνώσεων ερματισμού και αφαιρεί τα σωματίδια και θαλάσσιους οργανισμούς μεγαλύτερους από πενήντα μικρά (50µm) και τα επιστρέφει στα τοπικά νερά. Όταν τα σωματίδια και οι μικροοργανισμοί φράζουν τα στοιχεία του φίλτρου και η μονάδα ανιχνεύει αύξηση της πίεσης, η αυτόματη έκπλυση του Φίλτρου πραγματοποιείται αυτόματα και απορρίπτονται τα παραγόμενα νερά τοπικά.
- Η **Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Unit)** χρησιμοποιεί λαμπτήρες υπεριώδους ακτινοβολίας μέσης πίεσης και υψηλής πυκνότητας που καταστρέφουν τα κύτταρα αναπαραγωγής ζωντανών οργανισμών στο νερό και, επομένως, αποτρέπουν την αναπαραγωγή και τον αποικισμό του οργανισμού. Κάθε λάμπα UV προστατεύεται από ένα σωλήνα διάφανο και στεγανοποιημένο, έτσι ώστε το νερό να μην έρχεται σε άμεση επαφή με τη λάμπα. Διατίθενται τρία (3) διαφορετικά επίπεδα ισχύος στη μονάδα UV και ο θάλαμος UV είναι εξοπλισμένος με αισθητήρα έντασης υπεριώδους ακτινοβολίας για να διασφαλίσει ότι απαιτείται η απαιτούμενη δοσολογία ανεξάρτητα από την κατάσταση λειτουργίας.
- Ο **Πίνακας ελέγχου (Control Panel)** είναι μια μονάδα προγραμματιζόμενης λογικής, η οποία ελέγχει όλες τις συσκευές και λειτουργίες του BWMS και δίνει την δυνατότητα για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο όλων των συνθηκών λειτουργίας, της συλλογής και της εγγραφής δεδομένων.
- Ο **Πίνακας τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply)** διαθέτει όλες τις συσκευές και τα εξαρτήματα που απαιτούνται για την παροχή ισχύος στη μονάδα UV. Περιέχει τις απαραίτητες συσκευές για αυτόματη προσαρμογή του επιπέδου ισχύος ώστε να διατηρείται το απαιτούμενο επίπεδο δοσολογίας UV, για την προστασία των λαμπτήρων UV και για την ασφάλεια του συστήματος τροφοδοσίας.

#### Ballast Mode

Το τοπικό νερό αντλείται από την αναρρόφηση της θάλασσας του πλοίου και περνά μέσα

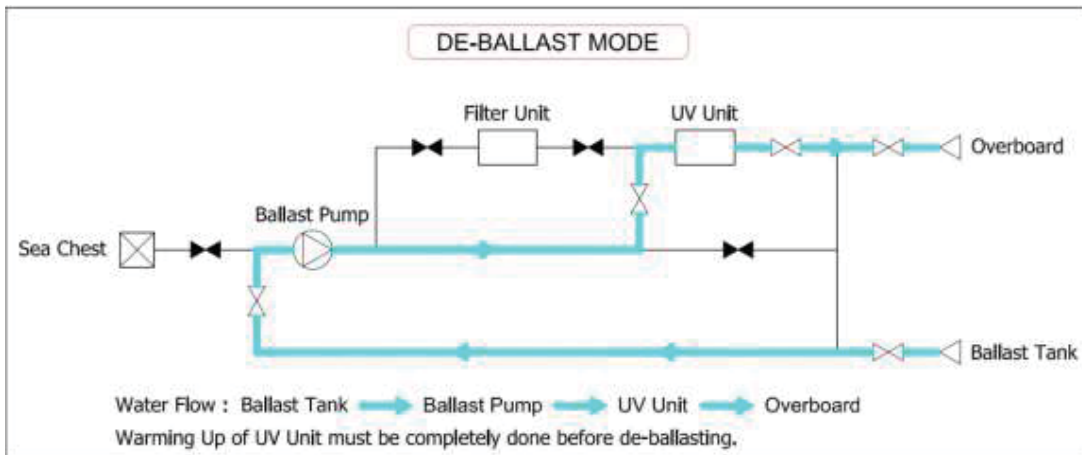
Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσιού Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο από ένα φίλτρο με διάμετρο πενήντα μικρών (50μm). Η επανάπλυση του Φίλτρου γίνεται αυτόματα όταν η διαφορική πίεση ανάμεσα σε είσοδο και έξοδο του Φίλτρου αγγίζει τα 0,45 bar (kg/cm<sup>2</sup>). Τότε οι σαρωτές της αναρρόφησης περιστρέφονται εσωτερικά του φίλτρου και κινούνται κατακόρυφα με σπειροειδή τρόπο, ώστε να καλύψουν ολόκληρη την επιφάνεια του φίλτρου και να καθαρίσει. Οι εκχυλισμένοι οργανισμοί και τα ιζήματα απορρίπτονται στη θάλασσα στα τοπικά ύδατα. Το νερό που περνά μέσα από το φίλτρο περνά έπειτα μέσα από το θάλαμο UV και καταλήγει μετά στη δεξαμενή έρματος.



Εικόνα 5.2: Διάγραμμα ροής του νερού σε Ballast Mode (Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015)

### DeBallast Mode

Το επεξεργασμένο νερό έρματος επανεπεξεργάζεται μόνο μέσω της μονάδας υπεριώδους ακτινοβολίας πριν αποβληθεί στη θάλασσα χωρίς να περάσει από το φίλτρο.

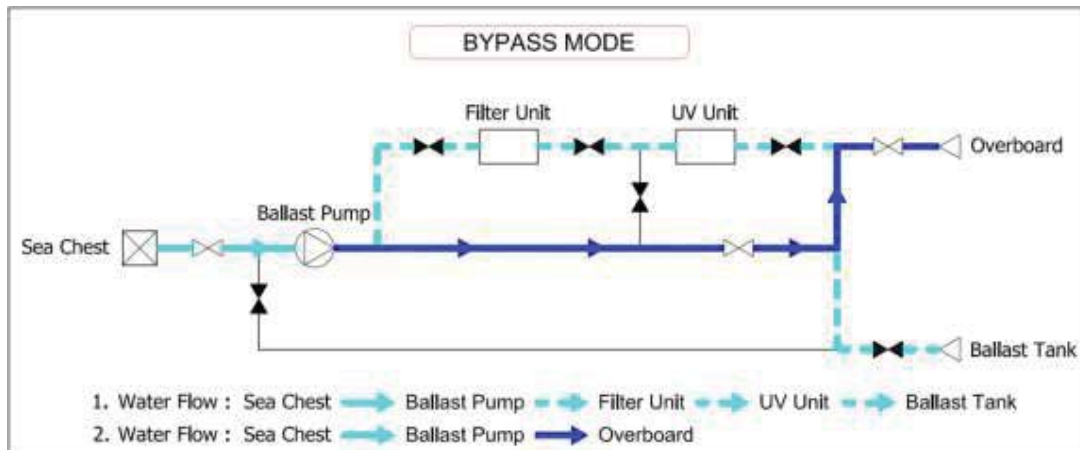


Εικόνα 5.3: Διάγραμμα ροής του νερού σε De-Ballast Mode (Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015)

### Bypass Mode

Κατά τη διάρκεια του Bypass Mode, το νερό έρματος και τα ιζήματα από την αναρρόφηση της θάλασσας του πλοίου απορρίπτονται κατευθείαν στη θάλασσα. Η λειτουργία παράκαμψης μπορεί να πραγματοποιηθεί εάν παρουσιαστεί κάποια ανώμαλη κατάσταση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας Ballast ή De-Ballast. Η μη φυσιολογική κατάσταση θα κλείσει αυτόματα όλες τις βαλβίδες του Συστήματος και θα ανοίξει μόνον η βαλβίδα παράκαμψης, οι υπόλοιπες βαλβίδες θαλάσσης που ελέγχονται από τον χειριστή του συστήματος (υπάρχοντες βαλβίδες του πλοίου) θα παραμείνουν όπως ήταν. Με την χρήση αυτής της λειτουργίας, στην ουσία,

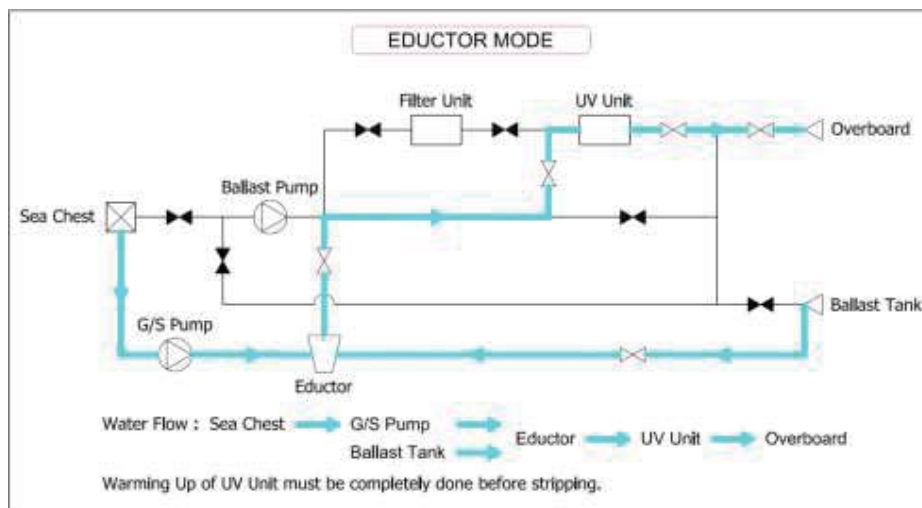
Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο ανοίγοντας τη βαλβίδα παράκαμψης του συστήματος επιτρέπεται να μπει και βγει νερό από τις δεξαμενές έρματος εκτός του συστήματος.



Εικόνα 5.4: Διάγραμμα ροής του νερού σε Bypass Mode (Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015)

### Eductor / Stripping Mode

Για να αφαιρεθεί το υπολοιπό νερό από τις Δεξαμενές Έρματος, χρησιμοποιείται ένας αγωγός (Eductor – Τζιφάρι) ο οποίος μέσω του φαινομένου Venturi προκαλεί κενό και μπορεί με αυτόν τον τρόπο το πλοίο να τις αδειάσει. Ο χειριστής θα πρέπει να ανοίξει τη βαλβίδα της αναρρόφησης από τις Δεξαμενές έρματος. Όταν ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία ολοκληρώνεται και η εκφόρτωση του Έρματος του πλοίου (Panasia, GloEn-Patrol (2017). Training Material (CBT2)).



Εικόνα 5.5: Διάγραμμα ροής του νερού σε Eductor Mode κατά την διάρκεια του De-Ballasting (Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015)

## 5.2. Εκτίμηση του Ρίσκου Εγκατάστασης του Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος

Σε αυτό το σημείο και έχοντας επιλέξει το σύστημα επεξεργασίας θαλασσίου έρματος, θα αναλυθεί η εκτίμηση του Ρίσκου αυτής της εγκατάστασης / τροποποίησης. Σύμφωνα με την πολιτική και τις διαδικασίες της ναυτιλιακής εταιρίας, κάθε είδους εγκατάσταση νέου εξοπλισμού πάνω στο πλοίο ή τροποποίηση στην λειτουργία κάποιου υπάρχοντος θα πρέπει να ακολουθείται μία αίτηση για Αλλαγή στο Σύστημα (RFC – Request for Change). Το κυριότερο

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο μέρος αυτής της διαδικασίας, το οποίο θα αναλυθεί και παρακάτω είναι η Εκτίμηση του Ρίσκου (Risk Assessment) και κατ' επέκταση όλοι οι δυνατοί κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν κατά την διάρκεια της εγκατάστασης του συστήματος επεξεργασίας θαλασσίου έρματος σε ένα υπάρχον Δεξαμενόπλοιο της Εταιρίας (SQHEMS Manual, 2017).

Σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται κάποιοι χρήσιμοι ορισμοί σ, σύμφωνα με το SQHEMS Manual το οποίο αποτελεί εγχειρίδιο εισηγμένο στην Πολιτική της Εταιρίας, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην Αναγνώριση Κινδύνων και Εκτίμηση του Ρίσκου παρακάτω:

- **Διαχείριση Κινδύνου (Risk Management):** Η διαδικασία για τη συστηματική εφαρμογή του συνεχιζόμενου εντοπισμού κινδύνων, την αξιολόγηση των κινδύνων λαμβάνοντας υπόψη την επάρκεια τυχόν υφιστάμενων ελέγχων και την εφαρμογή των απαραίτητων μέτρων με στόχο την ελαχιστοποίηση του κινδύνου σε αποδεκτό επίπεδο (Acceptable Risk).
- **Διακινδύνευση (Risk):** Αξιολόγηση ενός επικίνδυνου συμβάντος όσον αφορά τη σοβαρότητα και την πιθανότητα. Ο κίνδυνος έχει δύο στοιχεία την πιθανότητα ενός επικίνδυνου συμβάντος να συμβεί και την σοβαρότητα των συνεπειών αυτού του επικίνδυνου συμβάντος.
- **Συμβάν (Event):** Ένα συμβάν είναι μια εμφάνιση ή αλλαγή ενός συγκεκριμένου συνόλου περιστάσεων, αυτό το συμβάν (ενδέχεται να αποτελείται από ένα ή περισσότερα συμβάντα) μπορεί να έχει πολλές αιτίες.
- **Κίνδυνος (Hazard):** Η πιθανότητα μιας ουσίας, δραστηριότητας ή διαδικασίας να προκαλέσει βλάβη ή απώλεια ή μια κατάσταση με πιθανότητα πρόκλησης βλάβης στην ανθρώπινη υγεία, στην ασφάλεια, στο περιβάλλον, στην ιδιοκτησία ή επιχείρηση.
- **Αντίκτυπος (Impact):** Η πιθανή βλάβη στην υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού, στο περιβάλλον ή ιδιοκτησία
- **Έλεγχοι κινδύνου σε ισχύ (Risk Controls in place):** Τα μέτρα που εφαρμόστηκαν για τον μετριασμό του κινδύνου. Οι έλεγχοι αυτοί μπορεί να είναι φυσικοί (τερματισμός λειτουργίας, έλεγχοι ρουτίνας / συντήρησης κ.λπ.), διαδικασίες (γραπτές διαδικασίες λειτουργίας, κλπ) και μπορεί έχουν σχέση με τον ανθρώπινο παράγοντα (εκπαίδευση, επίβλεψη, κλπ).
- **Πιθανότητα (Likelihood):** Είναι η πιθανότητα να συμβεί ένα επικίνδυνο συμβάν. Η πιθανότητα θα μπορούσε να οριστεί, να μετρηθεί ή να προσδιοριστεί αντικειμενικά ή υποκειμενικά, ποσοτικά ή ποιοτικά και να περιγράφεται χρησιμοποιώντας γενικούς στατιστικούς όρους (όπως πιθανότητα ή συχνότητα για μια δεδομένη χρονική περίοδο).
- **Συνέπεια (Consequence):** Το αποτέλεσμα ενός επικίνδυνου συμβάντος που επηρεάζει την υγεία, την ασφάλεια, την ποιότητα των υπηρεσιών, του περιβάλλοντος, της ιδιοκτησίας ή της επιχείρησης. Η συνέπεια μπορεί να εκφράζεται ως ο αριθμός των ατόμων που επηρεάζονται (π.χ. τραυματίες), οι καταστροφές της ιδιοκτησίας, η ποσότητα των ρύπων που εκφορτώθηκαν / πληγείσα περιοχή, η καθυστέρηση λειτουργίας, τα χαμένα χρήματα, η άσχημη εικόνα της εταιρίας κ.λπ.
- **Σοβαρότητα (Severity):** Ο βαθμός βλάβης ή απώλειας που προκαλείται. Περιγράφει την πιθανή απώλεια ή συνέπεια ή ατύχημα και ο αντίστοιχος αντίκτυπος στην υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού, στο περιβάλλον ή στην ιδιοκτησία, εάν επρόκειτο να προκύψει κίνδυνος
- **Παράγοντας κινδύνου (Risk Factor):** Ο συνδυασμός της πιθανότητας και της σοβαρότητας - το αποτέλεσμα της εκτίμησης κινδύνου για συγκεκριμένο κίνδυνο και σύνολο μέτρων.

- **Πρόσθετα μέτρα ελέγχου του κινδύνου (Additional Risk Control measures):** Τα μέτρα που ελήφθησαν, (εκτός των ήδη ισχύοντων μέτρων) για τη μείωση του παράγοντα κινδύνου σε αποδεκτό επίπεδο.
- **Υπολειμματικός κίνδυνος (Residual Risk):** Κίνδυνος που απομένει μετά τη μέτρα αποτροπής του κινδύνου.
- **Αποδεκτός ή «ΧΑΜΗΛΟΣ» κίνδυνος (Acceptable or “LOW” risk):** Ένας κίνδυνος που έχει μειωθεί σε ένα επίπεδο που μπορεί ανέχεται η Εταιρεία λαμβάνοντας υπόψη τις νομικές της υποχρεώσεις και τις υποχρεώσεις της πολιτικής / συστήματός της.
- **Ανεκτός (Tolerable):** Ο βαθμός του παράγοντα κινδύνου που θεωρείται αποδεκτός ή ανεκτός.

Η εκτίμηση του κινδύνου γίνεται σε πρωταρχικό στάδιο του σχεδιασμού για την εγκατάσταση του συστήματος επεξεργασίας του θαλασσίου έρματος έχει την έννοια του να ληφθούν πρόσθετα μέτρα ώστε να αποφευχθούν απώλειες και ζημίες σε ότι αφορά την υγεία και την ασφάλεια του πληρώματος, την μόλυνση του περιβάλλοντος και την ομαλή λειτουργία του πλοίου. Η παρακάτω εκτίμηση (εικόνα 5.6) δημιουργήθηκε και σχεδιάστηκε από τον υπεύθυνο Αρχιμηχανικό ολόκληρου του έργου εγκατάστασης του BWTS πάνω στα πλοία της εταιρίας. Κατά την διάρκεια της σύνταξης έγιναν συναντήσεις ανάμεσα στα διάφορα τμήματα της εταιρίας, το Τεχνικό (Technical Dpt), το Τμήμα Ασφαλείας (Marine Safety and Assurance Dpt), το Τμήμα Διαχείρισης του πλοίου (Operations Dpt), το Τμήμα Πληρωμάτων (Crew Dpt) και τον Γενικό Διευθυντή (Managing Director). Έπειτα και όταν είχε ολοκληρωθεί η εκτίμηση του Ρίσκου / των Κινδύνων τότε υπογράφηκε από τον υπεύθυνο Αρχιμηχανικό και από τον Τεχνικό Διευθυντή. Η εγκατάσταση του Συστήματος Επεξεργασίας του θαλασσίου Έρματος είναι τμήμα του εκάστοτε πενταετούς Δεξαμενισμού (Drydock) / Επιθεώρησης από τον Νηογνώμονα (Class Special Survey) ως εκ τούτου η παρακάτω λίστα με τα πρόσθετα μέτρα για να αποφευχθούν κάποιοι κίνδυνοι αποτελεί την λίστα με τα καθήκοντα / εργασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν πριν το πλοίο ολοκληρώσει τις εργασίες του στο Ναυπηγείο και λάβει τα ανανεωμένα πιστοποιητικά του Νηογνώμονα.

Η ναυτιλιακή εταιρία εταιρία Sea World Management and Trading Inc σύμφωνα με την πολιτική της και τις διαδικασίες της, κάθε Υπολειμματικός κίνδυνος (Residual Risk) να είναι στο επίπεδο του ανεκτού. Σε αυτήν την λογική και πρακτική για κάθε έναν από τους παρακάτω κινδύνους αναφέρεται και αξιολογείται η πιθανότητα να συμβεί, η σοβαρότητα της συνέπειας που θα έχει ο κίνδυνος αυτός. Έπειτα, μελετώντας τους κινδύνους αυτούς και λαμβάνοντας τα αντίστοιχα μέτρα για να μειωθεί το Ρίσκο στα επίπεδα του ανεκτού. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως καθένα από τα επιπρόσθετα μέτρα έχει ως στόχο να μειωθεί η πιθανότητα ενός κινδύνου να συμβεί, καθώς σπανίως μπορούν να μειωθούν οι συνέπειες ενός κινδύνου.

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από την Πίνακας 5.1, από όλους τους καταγεγραμμένους κινδύνους υπάρχει μία διαβάθμιση από μεγάλους και μικρούς. Για παράδειγμα η ασφάλεια του πληρώματος που ανήκει στους μεγάλους μαζί με τους κινδύνους που ελοχεύουν και στην φήμη της Ναυτιλιακής Εταιρίας από τη μη τήρηση του κνονισμού. Σε αντίθεση με τους κινδύνους που συνδέονται με την κατάσταση λειτουργίας του εξοπλισμού αλλά και η διαδικασία έγκρισης των σχεδίων του Νηογνώμονα μετά τις αλλαγές λόγω της Μετασκευής που ανήκουν στους μικρότερης σημασίας.

Τέλος, η φόρμα της εκτίμησης του Ρίσκου και των Κινδύνων είναι μία φόρμα της εταιρίας, η οποία συμπληρώνεται κατά την διάρκεια της προετοιμασίας σε τακτά χρονικά διαστήματα αλλά και της εγκατάστασης του Συστήματος Επεξεργασίας θαλασσίου έρματος. Στο τέλος κάθε



Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο  
ενά από τα πλοία της εταιρίας που τοποθετήθηκε το BWTS θα πρέπει η κατάσταση (Status) να  
είναι κλειστή, δηλαδή να έχει πραγματοποιηθεί επιτυχώς.

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Πεξεργασίας Θαλασσίου Ύδατος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

Πίνακας 5.1: Εκτίμηση κινδύνου της Εγκατάστασης Συστήματος Πεξεργασίας Ύδατος (Sea World Management and Trading Inc.)

RISK ASSESSMENT												Date: 25/5/2018					
CATEGORY: Installation of new equipment												Revision:					
SUB-CATEGORY: Ballast Water Treatment Plant												RISK RATING					
SCOPE OF RA / DESCRIPTION:												RISK CRITERIA					
Is Risk Assessment Related to Critical Equipment?												RISK CRITERIA					
Is Risk Assessment Subjected to Office Approval?												RISK CRITERIA					
SPECIAL CONDITION(S):												RISK CRITERIA					
Y   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N												RISK CRITERIA					
How to assess Risk : 1. Select Severity expression that applies to hazard WITH NO Controls 2. Select appropriate likelihood with NO Controls 3. Apply controls and RECALCULATE risk												RISK CRITERIA					
Associated Risk												Residual Risk					
Safeguards												Residual Risk					
Potential Effect												Residual Risk					
Impact to:												Residual Risk					
Recognized Threat (Hazard)												Residual Risk					
Asset:												Residual Risk					
Asset:												Residual Risk					
Asset:												Residual Risk					
Asset:												Residual Risk					
Environmental:												Residual Risk					
Environmental:												Residual Risk					
People:												Residual Risk					
Reputation:												Residual Risk					
Reputation:												Residual Risk					
Reputation:												Residual Risk					
Compliance on sampling												Residual Risk					
Completed By: Superintendent Engineer												Reviewed/Approved by: Technical Manager					
Date: 25/5/2018												Date: 30/5/2018					
1	Compliance with IMO Res 127 (53)	Asset:	Not allowance to call US ports	Order an Class/USCG Type Approved system	3	3	9	Insignificant	1	Very Unlikely	1	1	2	3	4	5	Risk
2	Compliance with vessel's machinery	Asset:	Equipment will be mis-operated/not proper installed	To ensure that Engineering Office that during study has all proper information	3	4	12	Minor	2	Unlikely	2	1	2	3	4	5	Risk
3	Develop installation plan for approval/delivery	Asset:	Equipment will not arrive on time to the shipyard with significant delays.	To ensure that Maker and Engineering office are exchanging information in the	3	3	9	Significant	3	Possible	3	2	4	6	8	10	Risk
4	Gain classification society approval	Asset:	Delapproving Construction drawings at Shippards	To ensure Class will stamp/approve BVTS deqs on time and well prior vessel's arrival to shipyard.	3	3	9	Sever	4	Likely	4	3	3	6	9	12	S-P
5	By-Pass the BVTS due to mis-operation	Environmental:	Vessel will cause Environmental Violation	Arrange training for the onsigners and existing seamen	4	4	16	Catastrophic	5	Certain	5	4	4	8	12	16	S-P
6	By-Pass the BVTS due to wrong / missing drawings	Environmental:	Vessel will cause Environmental Violation	Arrange all vessels drawings to be revised including all the new pipings / cable connections and equipment installed	4	4	16	Sever	4	Likely	4	3	3	6	9	12	S-P
7	Safety of vessel and crew	People:	Seamen/operators to come into contact with Hazardous materials	Include this installation at the IHM and inform vessels about MSDS	4	4	16	Catastrophic	5	Certain	5	4	4	8	12	16	S-P
8	Ballast Reporting	Reputation:	Vessel will be detained from PSC due to mis-reporting	Training onboard vessel during commissioning from Maker and Class surveyor	4	4	16	Sever	4	Likely	4	3	3	6	9	12	S-P
9	Ballast operation Record Keeping	Reputation:	Vessel will be detained from PSC due to mis-record Keeping	Training onboard vessel during commissioning from Maker and Class surveyor	4	4	16	Catastrophic	5	Certain	5	4	4	8	12	16	S-P
10	Compliance on sampling	Reputation:	Vessel will be detained from PSC due to missing periodic sampling	Training onboard vessel during commissioning from Office representatives about new company's procedures	4	4	16	Catastrophic	5	Certain	5	4	4	8	12	16	S-P

## Κεφάλαιο 6ο: Μελέτη Εγκατάστασης του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος στο πλοίο Pine Meadow

Στις ενότητες που προηγήθηκαν αναφέρθηκαν λεπτομέρειες σχετικά με τους ισχύοντες κανονισμούς γύρω από τα συστήματα Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος, τις τεχνολογίες με τις οποίες μπορούν να καλυφθούν οι απαιτήσεις, την διαδικασία της προετοιμασίας και της μελέτης ενός έργου Μετασκευής σε υπάρχον πλοίο καθώς και την επιλογή του συστήματος BWTS της εταιρίας Seaworld Management and Trading Inc με την αντίστοιχη εκτίμηση κινδύνου της Μετασκευής αυτής. Παρακάτω θα αναλύσουμε ένα πραγματικό παράδειγμα τέτοιου είδους εργασίας, δηλαδή την Εισαγωγή ενός συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε ένα υπάρχον Δεξαμενόπλοιο.

### 6.1. Πληροφορίες Δεξαμενόπλοιου

Το πλοίο με το οποίο θα αναλυθεί είναι ένα Δεξαμενόπλοιο μεταφοράς Χημικών και Προϊόντων Πετρελαίου (Chemical Oil/Product Carrier).

Πίνακας 6.1: Κύριες Διαστάσεις Πλοίου του υπό μελέτη Πλοίου (Sea World Management and Trading Inc.)

Κύριες Διαστάσεις Πλοίου	
Όνομα Πλοίου / Τύπος Πλοίου	Pine Meadow / Chemical Oil/Product Carrier
Ολικό Μήκος	183 μέτρα
Μήκος μεταξύ Καθέτων	174 μέτρα
Πλάτος	32,2 μέτρα
Ύψος	19,1 μέτρα
Βύθισμα Σχεδίασης	13,06 μέτρα
Μεταφορική Ικανότητα	50171mt
Σημαία (Flag Administration)	Marshall Islands
Νηογνώμονας (Classification Society)	ABS

Παρακάτω αναφέρονται οι αρχικές ιδιότητες Ερματισμού / Αποερματισμού του υπό μελέτη πλοίου.

Πίνακας 6.2: Κύριες Ιδιότητες σε Ballasting / De-ballasting του υπό μελέτη Πλοίου (Sea World Management and Trading Inc.)

Ιδιότητες σε Ballasting / De-ballasting	
Χωριτικότητα Έρματος	23092,254m <sup>3</sup>
Τύπος / Αντλιών Έρματισμού	Βυθισμένες Αντλίες (Submerged pumps)
Αριθμός Αντλιών / Ρυθμός Έρματισμού	2 x 750m <sup>3</sup> /h
Τύπος / Αριθμός Αντλιών Πυρόσβεσης	2 Ηλεκτρικές αντλίες
Ρυθμός Έρματισμού της Πρυμναίας Δεξαμενής Έρματος	2 x 250m <sup>3</sup> /h
Αγωγός Κενού (Eductor)	1 x 100m <sup>3</sup> /h

### 6.2. Πληροφορίες Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο το σύστημα που τελικώς επιλέχθηκε είναι η Χρήση Φίλτρου με Υπεριώδη Ακτινοβολία της εταιρίας Panasia Co. LTD (Νότια Κορέα). Το σύστημα

### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

με το οποίο θα εξυπηρετείται η Πρυμναία Δεξαμενή Έρματος είναι το GloEn Patrol P250 και το σύστημα με το οποίο θα εξυπηρετούνται οι υπόλοιπες κύριες Δεξαμενές Έρματος είναι το GloEn Patrol P1000 Ex.

Η αρχή λειτουργίας και για τα δύο συστήματα είναι ίδια, αποτελούνται από τα ίδια κύρια στοιχεία το Φίλτρο, το Ροόμετρο, τον Θάλαμο Υπεριώδους Ακτινοβολίας, τον Πίνακα Παροχής ρεύματος στον Θάλαμο Υπεριώδους Ακτινοβολίας, τον Πίνακα Ελέγχου των Βαλβιδών του συστήματος και τον Κεντρικό Πίνακα Ελέγχου. Οι βασικές διαφορές των μεταξύ των δύο συστημάτων που πρόκειται να εγκατασταθούν όπως μαρτυρά και το ονομά τους είναι αφενός η μέγιστη ροή που μπορούν να διαχειριστούν, το μεν P250 μπορεί μέχρι 250 κυβικά νερού την ώρα ενώ το P1000 Ex έχει δυνατότητα για 1000 κυβικά νερού την ώρα, και αφετέρου ότι το P1000 Ex είναι αντiekρηκτικού τύπου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου υπάρχουν Υδρογονάνθρακες.

Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά μέρη των δύο συστημάτων:

- Η **Μονάδα Φίλτρου (Filter)** βρίσκεται μετά από τις αντλίες έρματος στο διάγραμμα των σωληνώσεων ερματισμού και αφαιρεί τα σωματίδια / θαλάσιους οργανισμούς μεγαλύτερους από πενήντα μικρά (50μm), τα οποία και επιστρέφει στα τοπικά νερά. Όταν τα σωματίδια και οι μικροοργανισμοί φράζουν τα στοιχεία του φίλτρου και η μονάδα ανιχνεύει αύξηση στην διαφορά πίεσης ανάμεσα στην είσοδο και έξοδο του Φίλτρου, για αυτό ενεργοποιείται η αυτόματη έκπλυση του Φίλτρου και απορρίπτονται τα παραγόμενα νερά τοπικά.
- Η **Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Unit)** χρησιμοποιεί λαμπτήρες υπεριώδους ακτινοβολίας μέσης πίεσης και υψηλής πυκνότητας που καταστρέφουν τα κύτταρα αναπαραγωγής ζωντανών οργανισμών στο νερό και, επομένως, αποτρέπουν την αναπαραγωγή και τον αποικισμό του οργανισμού. Κάθε λάμπα UV προστατεύεται από ένα σωλήνα διάφανο και στεγανοποιημένο, έτσι ώστε το νερό να μην έρχεται σε άμεση επαφή με τη λάμπα. Διατίθενται διαφορετικά επίπεδα ισχύος στη μονάδα UV και ο θάλαμος UV είναι εξοπλισμένος με αισθητήρα έντασης υπεριώδους για να διασφαλίσει ότι απαιτείται η απαιτούμενη δΟΣΟΛΟΓΙΑ υπεριώδους ακτινοβολίας ανεξάρτητα από την κατάσταση λειτουργίας.
- Ο **Πίνακας ελέγχου (Control Panel)** είναι μια μονάδα προγραμματιζόμενης λογικής, η οποία ελέγχει όλες τις συσκευές και λειτουργίες του BWMS και δίνει την δυνατότητα για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο όλων των συνθηκών λειτουργίας, της συλλογής και της εγγραφής των δεδομένων.
- Ο **Πίνακας τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply)** διαθέτει όλες τις συσκευές και τα εξαρτήματα που απαιτούνται για την παροχή ισχύος στη μονάδα UV. Περιέχει απαραίτητες συσκευές για αυτόματη προσαρμογή του επιπέδου ισχύος ώστε να διατηρείται το απαιτούμενο επίπεδο δΟΣΟΛΟΓΙΑΣ UV, για την προστασία των λαμπτήρων UV και για την ασφάλεια του συστήματος τροφοδοσίας.

### 6.3. 3D Laser Scanning για το υπό μελέτη Δεξαμενόπλοιο

Εφόσον η πλοιοκτήτρια εταιρία έχει ήδη αποφασίσει τον τύπο του BWTS που θα εγκατασταθεί

### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

στο Δεξαμενόπλοιο της μελέτης μας, αλλά και την κατασκευάστρια εταιρία του, καθορίστηκε το χρονοδιάγραμμα για την τεχνική μελέτη και οι σχετικές ρυθμίσεις από την πλευρά του ιδιοκτήτη. Η παρουσία των 2 Τεχνικών/Μηχανικών του Τεχνικού Γραφείου για να πραγματοποιήσουν το 3D Laser Scanning του υπό μελέτη πλοίου διενεργήθηκε ενώ το πλοίο βρισκόταν σε αγκυροβόλιο σε έμφορτη κατάσταση (οι κύριες δεξαμενές έρματος άδειες).

Το εύρος της επιθεώρησης αφορούσε κυρίως την τρισδιάστατη σάρωση με λέιζερ του πλοίου και στην συνέχεια εύρεση/ανάλυση πληροφοριών και σχεδίων του πλοίου. Με αυτόν τον τρόπο, το νέφος σημείων του πλοίου μπορεί να σχηματιστεί, μετά την επεξεργασία και το συνδυασμό των σαρώσεων που έλαβαν χώρα σε διάφορες θέσεις στο μηχανοστάσιο, στο ανοιχτό κατάστρωμα και στους χώρους Ενδιαίτησης, γεγονός άκρως απαραίτητο για τη διαδικασία σχεδιασμού 3D των μεταγενέστερων σταδίων της τεχνικής μελέτης.

Στο θέμα των σημείων σαρώσεως, οι περιοχές που σαρώθηκαν ήταν οι παρακάτω πέντε:

- Κατώτερο Επίπεδο Μηχανοστασίου 3,875 m πάνω από τη γραμμή βάσης (aBL)
- 2<sup>η</sup> Πλατφόρμα Μηχανοστασίου 9,000 m aBL
- 1<sup>η</sup> Πλατφόρμα Μηχανοστασίου 14,160 m aBL
- Πλατφόρμα Χώρου του Πηδαλίου (Steering Gear Room) 14,160 m aBL
- Ανώτερο Κατάστρωμα

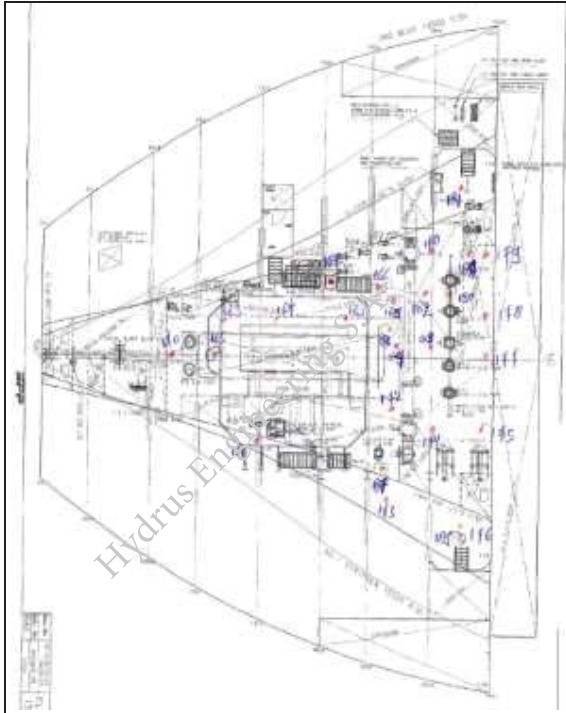
Πριν την επιθεώρηση από τους Τεχνικούς του Τεχνικού Γραφείου, πραγματοποιήθηκαν διάφορες εργασίες για την προετοιμασία της σάρωσης 3D του πλοίου από τα μέλη του πληρώματος στο μηχανοστάσιο και στις Κύριες Δεξαμενές έρματος 5 αριστερά και δεξιά (Ballast Tanks No.: 5 Port and 5 Starboard), σύμφωνα με τις τεχνικές απαιτήσεις του γραφείου. Συγκεκριμένα, οι εργασίες αυτές αποτελούντε από τα παρακάτω:

- Αφαίρεση των πάνελ του δαπέδου στο κατώτερο δάπεδο του Μηχανοστασίου (ειδικά στην περιοχή μπροστά από την Κύρια Μηχανή), έτσι ώστε να είναι εμφανείς οι υπάρχουσες γραμμές σωληνώσεων του έρματος και γραμμές θαλάσσης του πλοίου κατά τη σάρωση, προκειμένου το σύννεφο σημείου τρισδιάστατου μοντέλου να είναι κατά το δυνατόν καθαρότερο.
- Αφαίρεση των εφεδρικών εργαλείων και του εξοπλισμού που αποθηκεύονται στις περιοχές της κατώτερης πλατφόρμας του μηχανοστασίου κοντά στον χώρο των σωληνώσεων αλλά και στους χώρους τριγύρω προσωρινά για σαρωθεί και να μελετηθεί αργότερα ο χώρος για εγκατάσταση του εξοπλισμού του BWTS.
- Καταγραφή των υπάρχοντων ετικετών των βαλβιδών του δικτύου έρματος και των αντιστοιχων ανλιών, προκειμένου να είναι εύκολα αναγνωρίσιμες στον μετέπειτα σχεδιασμό, στο πλαίσιο της ευκολότερης διαμόρφωσης των σωλήνων από το τεχνικό γραφείο κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του BWTS
- Άνοιγμα ανθρωποθυρίδων για την εισαγωγή ανθρώπων στις στις Κύριες Δεξαμενές έρματος 5 αριστερά και δεξιά (Ballast Tanks No.: 5 Port and 5 Starboard), έλεγχος για παρουσία Υδρογονανθράκων με το Κύριο Σύστημα αλλά και με τα φορητά όργανα μέτρησης και έλεγχος Οξυγόνου

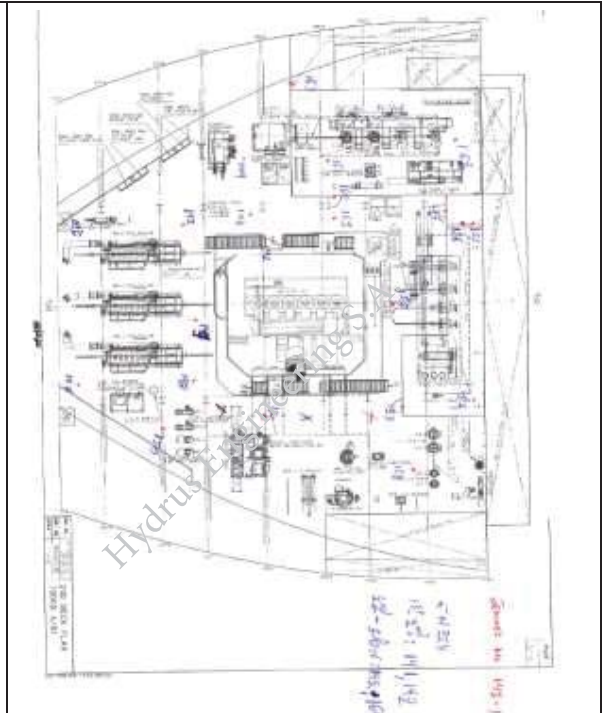
Μετά την ολοκλήρωση όλων των παραπάνω προεργασιών, η σάρωση σημείων πραγματοποιήθηκε από τον χειριστή σάρωσης σε διάφορες τοποθεσίες στις προαναφερθείσες τοποθεσίες. Οι περισσότερες σαρώσεις ελήφθησαν σε περιοχές ενδιαφέροντος, όπως αντλίες έρματος ή περιοχές υπεράνω σωλήνων του μηχανοστασίου στην κατώτερη Πλατφόρμα, στους χώρους αριστερα και δεξιά στο κάτω μέρος της Κύριας Μηχανής, στο ανώτερο κατάστρωμα για τον έλεγχο του χώρου εγκατάστασης του εξοπλισμού BWTS μαζί με τον αποκλειστικό χώρο στον οποίο θα στεγαστεί (BWTS Machine Case) και στις Δεξαμενές έρματος No.: 5 Port and 5 Starboard που δείχνουν την σωλήνωση του ερματισμού/αποερματισμού μέχρι της αντλίας. Κάθε σάρωση διήρκεσε περίπου 4-5 λεπτά με τον σαρωτή να περιστρέφεται 360° με μια σταθερή ρυθμισμένη ταχύτητα, χωρίς κίνηση των μελών του πληρώματος στους χώρους κατά τη διάρκεια του χρόνου

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο σάρωσης στην τρέχουσα θέση, προκειμένου να πάρει μια σαφή εικόνα από όλες τις θέσεις σάρωσης.

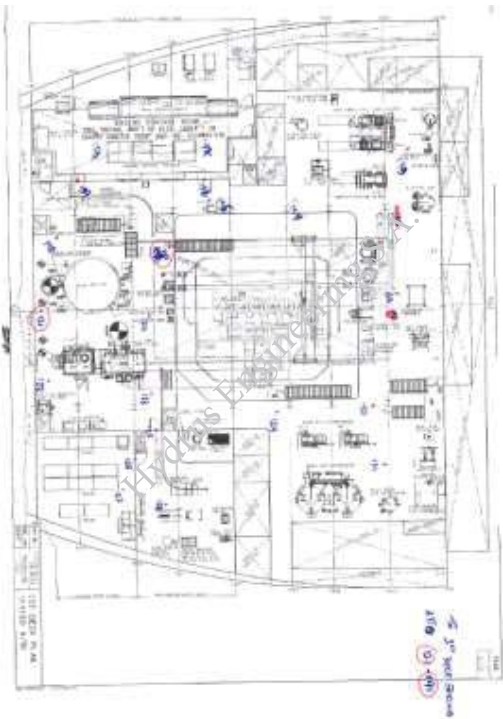
Οι θέσεις σάρωσης αναφέρονται στα παρακάτω σχέδια με κόκκινες κουκίδες για κάθε αντίστοιχη διάταξη του επιπέδου του μηχανοστασίου, Χώρου του Πηδαλίου και Ανωτέρου καταστρώματος (για το σκανάρισμα των Δεξαμενών έρματος Νο.: 5 Port και 5 Starboard δεν διατείνεται σκαρίφημα καθώς λόγω των συνθηκών έλλειψης φωτός και περιορισμένου χώρου επαφίεται στην εμπειρία των τεχνικών να αποδώσουν την περιοχή κατά το δυνατόν καλύτερα):



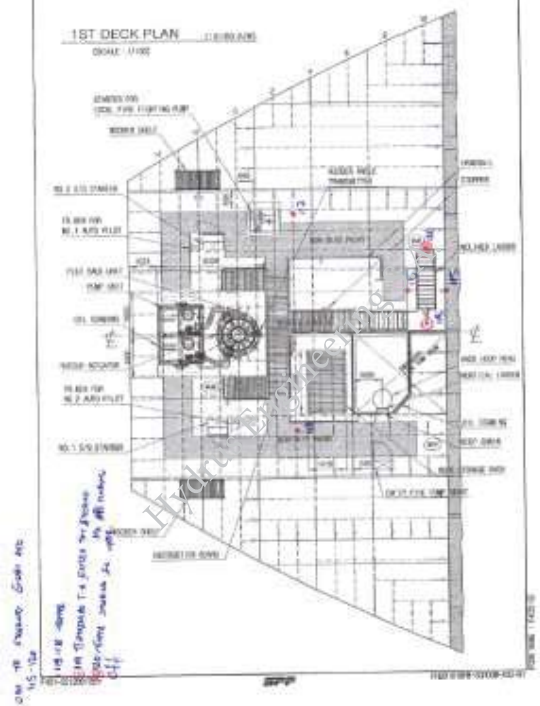
Εικόνα 6.1: Τοποθεσίες Σκαναρίσματος στο Κατώτερο Επίπεδο Μαχνοστασίου (3,875 m aBL) (Hydrus Engineering S.A.)



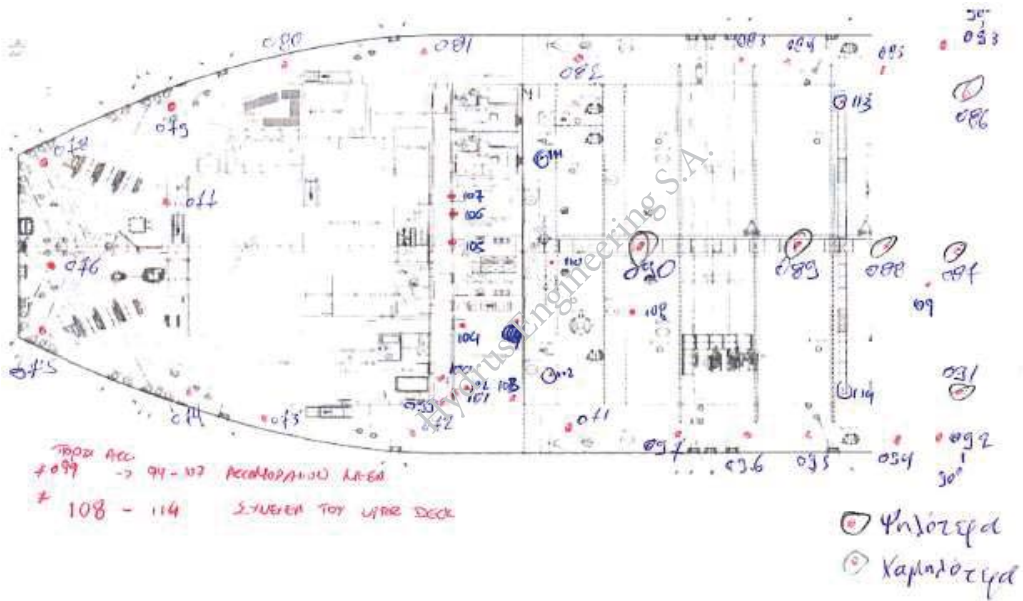
Εικόνα 6.2: Τοποθεσίες Σκαναρίσματος στη 2η Πλατφόρμα Μηχανοστασίου 9,000 m Abl (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.3: Τοποθεσίες Σκαναρίσματος στη 1η Πλατφόρμα Μηχανοστασίου 14,160 m aBL (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.4: Τοποθεσίες Σκαναρίσματος στη Πλατφόρμα Χώρου του Πηδαλιού (Steering Gear Room) 14,160 m aBL (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.5: Τοποθεσίες Σκαναρίσματος στο Ανώτερο Κατάστρωμα (Hydrus Engineering S.A.)

Εκτός από τα σημεία που φαίνονται στα παραπάνω σχέδια, σαρώθηκαν άνω των 150 σημείων κατά την διάρκεια της επίσκεψη των μηχανικών για να κάνουν το 3D Scanning. Επίσης, πάρθηκαν πολλές φωτογραφίες από διάφορα σημεία, οι οποίες θα βοηθήσουν στην καλύτερη αντίληψη του χώρου από την σχεδιαστική ομάδα (σωληνώσεις και αντλίες εντός των Δεξαμενών Έρματος 5 Δεξιά και Αριστερά) αλλά και στους υπολογισμούς της για διαθέσιμους παροχικούς διακόπτες, διαθέσιμες θύρες στο Σύστημα των Συναρμωμένων του πλοίου και από τους παροχικούς πίνακες των αντλιών.



Εικόνα 6.6: Αντλία Έρματος εντός της Δεξαμενής Έρματος 5 Αριστερά





Εικόνα 6.7: Χώρος στο κατώτερο επίπεδο του Μηχανοστασίου Αριστερά στον οποίο θα τοποθετηθεί BWTs του Μηχανοστασίου



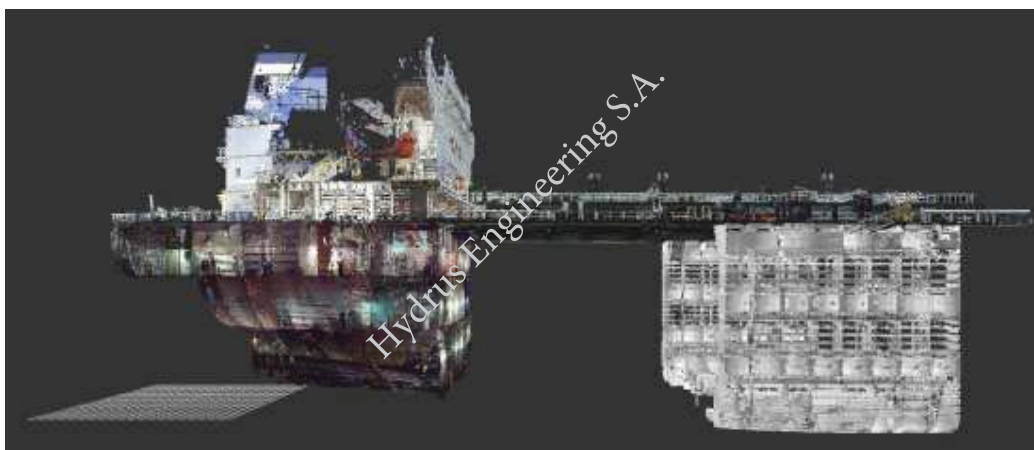
Εικόνα 6.8: Διαθέσιμοι παροχικοί διακόπτες στον Παροχικό Πίνακα του Μηχανοστασίου

Τέλος, με βάση τις απαιτήσεις του κατασκευαστή BWTs, Ranasia, που είχε επιλεγεί από την

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο  
Διαχειρίστρια εταιρία του πλοίου, συλλέχθηκαν διάφορα απαραίτητα τεχνικά δεδομένα. Τα περισσότερα από αυτά σχετίζονταν με το προφίλ της λειτουργίας του πλοίου, που προέκυψε από τις απαντήσεις του πληρώματος και των αξιωματικών στις ερωτήσεις των παρευρισκόμενων μηχανικών.

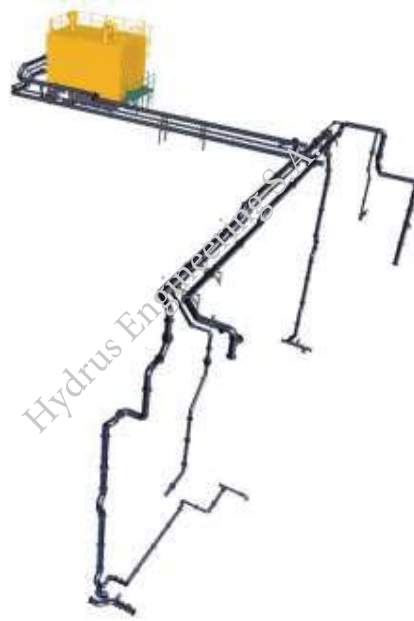
#### 6.4. Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης

Μετά την ολοκλήρωση του 3D Laser Scanning, τα δεδομένα από όλες τις σαρώσεις παραδίδονται σε εταιρία διαχείρισης τετοιων δεδομένων, η οποία συνεργάζεται με το Τεχνικό Γραφείο. Η διαδικασία της επεξεργασίας και του συνδυασμού των δεδομένων από το 3D Laser μπορεί να διαρκέσει περίπου 1-2 εβδομάδες, έως ότου το 3D νέφος σημείων μπορεί να είναι διαθέσιμο για χρήση από το Τεχνικό Γραφείο. Οι δύο μορφές του τελικού νέφους σημείων 3D που παραδίδονται στο Τεχνικό Γραφείο γίνεται μέσω δύο αρχείων, ένα **rcp file** (το οποίο μπορεί να εισαχθεί και να επεξεργαστεί στο Autodesk Navisworks για την απεικόνιση του νέφους και το 3D μοντέλο) και ένα **fm file** (το οποίο εισάγεται στο πρόγραμμα AVEVA για 3D σχεδίαση στο νέφος σημείων του πλοίου).

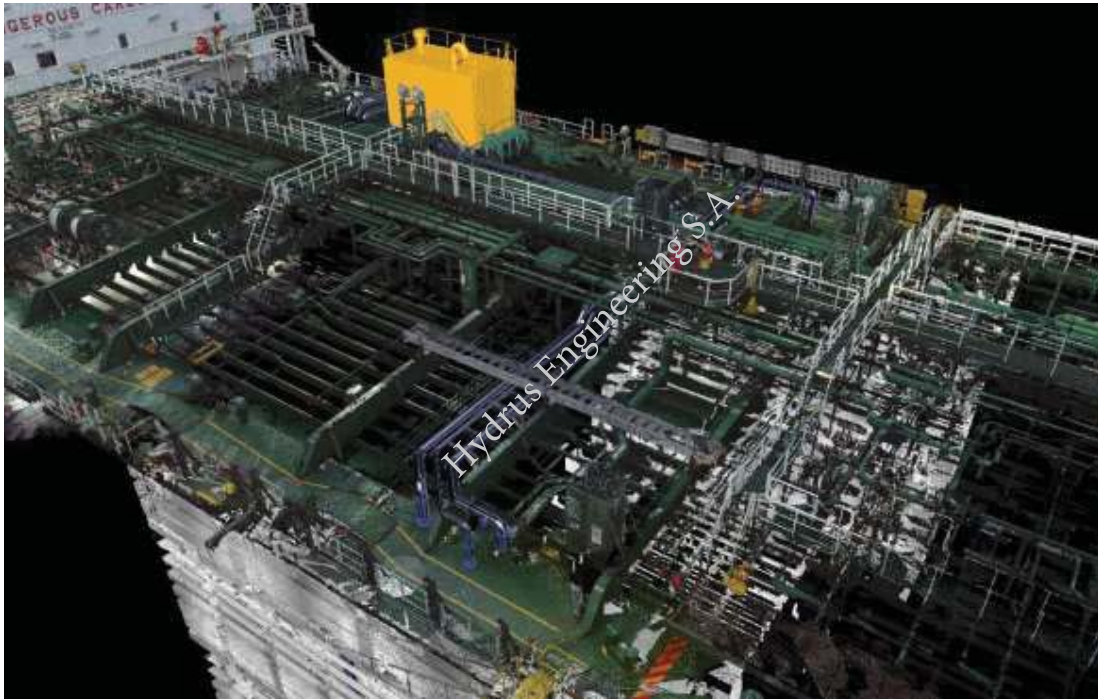


Εικόνα 6.9: Το 3D νέφος σημείων του Πλοίου (πρόγραμμα Navisworks) (Hydrus Engineering S.A.)

Οι σχεδιαστές από το Τεχνικό γραφείο ξεκινάνε την μελέτη για την εγκατάσταση των δύο συστημάτων, το μοντέλο P250 στο Μηχανοστάσιο και το μοντέλο P1000 Ex στο Ανώτερο κατάστρωμα. Μετά από μελέτη των διαθέσιμων χώρων αλλά και την ευκολία του χειρισμού των εξοπλισμών. Παρακάτω, θα αναλυθούν οι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκαν να τοποθετηθούν οι εξοπλισμοί του BWTS στο Μηχανοστάσιο, Ανώτερο Κατάστρωμα και Α Κατάστρωμα.



Εικόνα 6.10: Το Κυριο Σύστημα BWTS P1000EX στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.11: Το Κύριο Σύστημα BWTS P1000EX στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)

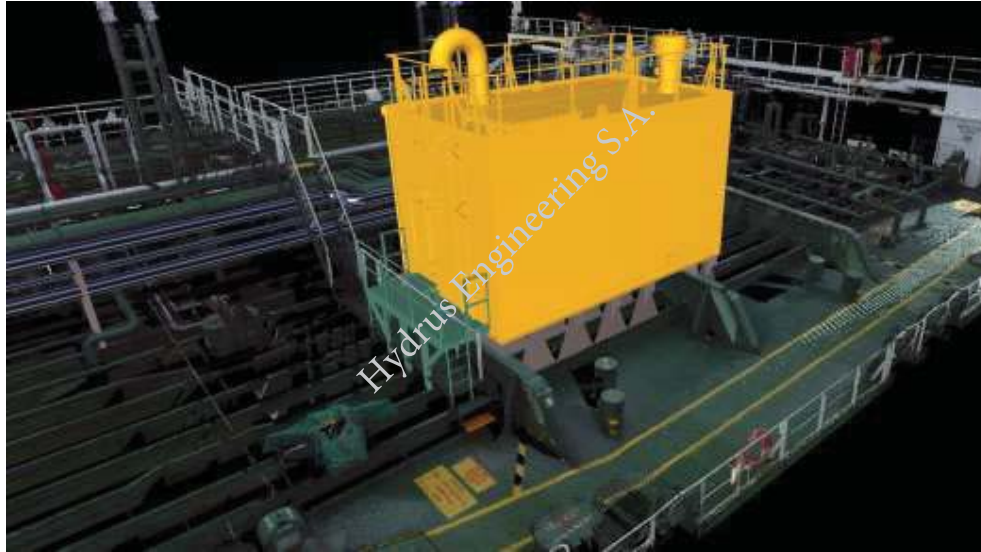


Εικόνα 6.12: Το P250 Σύστημα BWTS στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)

### 6.5. Μελέτη Θέσης Εγκατάστασης του εξοπλισμού BWTS

Οι σχεδιαστές του Τεχνικού Γραφείου μελετούν όλους τους διαθέσιμους χώρους για την εγκατάσταση του εξοπλισμού. Για το κύριο σύστημα BWTS P1000EX, η κατασκευάστρια εταιρία έχει δημιουργήσει για αυτήν την σειρά πλοίων, με την απουσία Αντλιοστασίου, μία Υπερκατασκευή η οποία τοποθετείται στο Ανώτερο Κατάστρωμα και στο εσωτερικό της εγκαθίσταται ο εξοπλισμός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχουν μετατροπές στην διάταξη, αλλά γίνεται δεκτή όπως ορίζει το σχέδιο που έχει καταθέσει ο κατασκευαστής στους Νηογνώμονες και τελικά εγγρίθηκε. Για το δευτερεύον σύστημα BWTS P250, λόγω του διαθέσιμου χώρου στο κατώτερο κατάστρωμα του Μηχανοστασίου, επιλέχθηκε ο οριζόντιος τύπος Φίλτρου και η τοποθέτηση του κοντά στην περιοχή των Αντλιών Πυρόσβεσης.

Για το Κύριο σύστημα BWTS P1000EX:



Εικόνα 6.13: Η Υπερκατασκευή για το BWTS P1000EX Σύστημα στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)



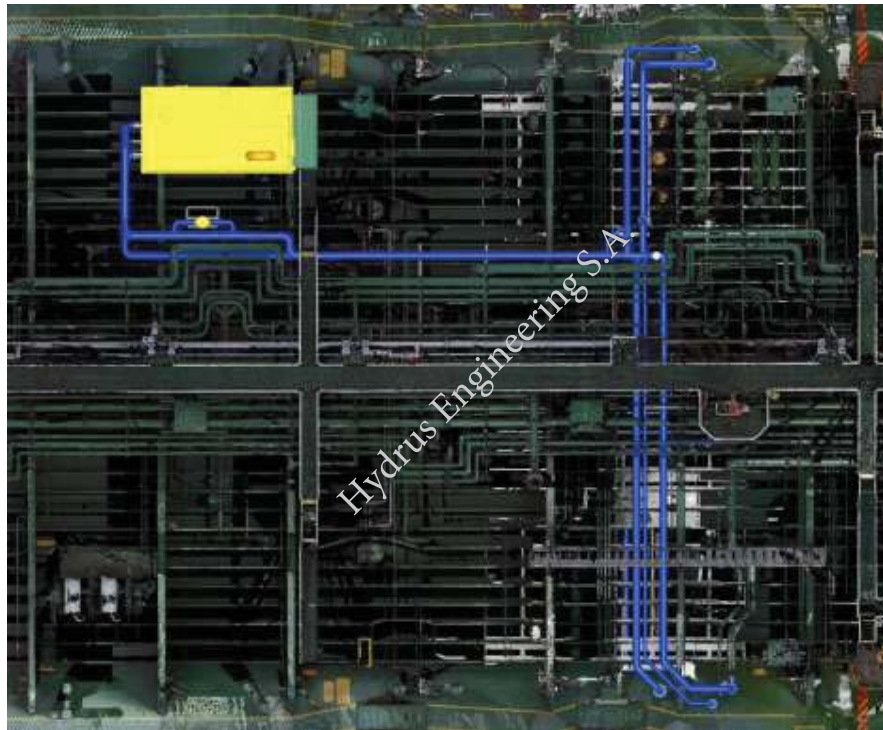
Εικόνα 6.14: Εσωτερική διάταξη του εξοπλισμού για το BWTS P1000EX Σύστημα στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο  
Για το σύστημα BWTS P250:



Εικόνα 6.15: Η Μονάδα Φίλτρου (Filter) και η Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Unit) του BWTS P250 στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)

Επίσης, μελετώνται οι νέες σωληνώσεις του BWTS, καθώς και τα κομμάτια σύνδεσης των των  
υπαρχόντων σωληνώσεων με τις καινούριες που θα σχεδιαστούν κατά τη διάρκεια αυτού του  
σταδίου της μελέτης, σε σθεναργασία με το Τεχνικό Τμήμα της Πλοικήτητριας Εταιρίας.  
Οποιαδήποτε επικείμενη ένσταση ή αλλαγή προκύψει για τροποποίηση κατά τη διάρκεια της  
λεπτομερούς 3D μηχανικής και της υποβολής των σχεδίων του Νηογνώμονα θα αναπαρασταθεί.  
Επιπλέον, οι δευτερεύουσες σωληνώσεις (γραμμή backflushing φίλτρου, κλπ) αποφασίστηκε να  
σχεδιαστεί και να συμπεριληφθεί στο τελικό 3D μοντέλο, συνοδευόμενο από τις τροποποιήσεις  
στο προκαταρκτικό 3D Model.



Εικόνα 6.16: Σωληνώσεις για το BWTS P1000EX Σύστημα στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.17: Σωληνώσεις για το BWTS P250 Σύστημα στο πρόγραμμα Navisworks (Hydrus Engineering S.A.)

Εκτός από τη νέα δρομολόγηση του κύριου σωλήνα BWTS και τη διάταξη του κύριου εξοπλισμού BWTS, η μελέτη σκοπιμότητας περιλάμβανε επίσης προτάσεις εγκατάστασης, για τα περισσότερα από τα δευτερεύοντα εξαρτήματα του εξοπλισμού BWTS, όπως του ηλεκτρικούς Πίνακες. Αυτές

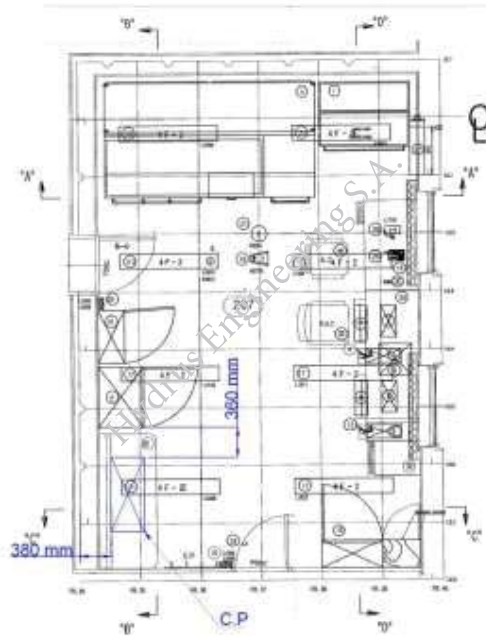
#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

Οι προτάσεις περιελάμβαναν στοιχεία από τα αρχεία βημάτων στοιχείων BWTS που συγχωνεύτηκαν με το σύννεφο σημείων 3D του πλοίου, καθώς και φωτογραφίες των τοποθεσιών εγκατάστασης του σκάφους που ελήφθησαν επί τόπου κατά τη διάρκεια του 3D Scanning. Οι προτάσεις εγκατάστασης για τους Πίνακες του BWTS παρουσιάζονται παρακάτω:

Για το Κύριο σύστημα BWTS P1000EX:

##### 5. Πίνακας ελέγχου (Control Panel):

Ο Πίνακας Ελέγχου (Control Panel) θα πρέπει να τοποθετηθεί στον ίδιο χώρο με τον οποίο γίνονται οι διαδικασίες Φορτώσεων – Εκφορτώσεων των Φορτίων για αποφυγή συγχύσεων και λανθασμένων πληροφοριών. Για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός του Cargo Control Room (CCR – στο Α Κατάστρωμα). Για αυτήν την τοποθέτηση χρειάστηκε να αφαιρεθεί ένας καναπές.

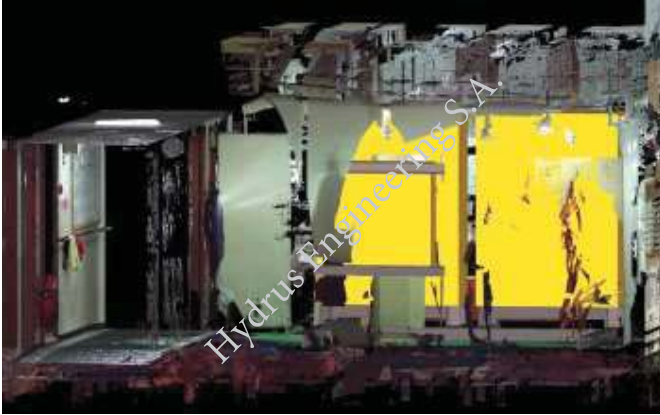


Εικόνα 6.18: Θέση εγκατάστασης του Πίνακα Ελέγχου (Navisworks) (Hydrus Engineering S.A.)

##### 6. Πίνακας τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply)

Οι Πίνακες τροφοδοσίας της Μονάδας Ελέγχου (UV Power Supply) θα πρέπει να τοποθετηθούν σε χώρο οποίος να μπορεί να παρέχει ψύξη μέσω αέρος για την αποφυγή υπερθέρμανσης των ηλεκτρικών συστημάτων. Για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός Δωματίου Αλλαγής του Πληρώματος της Μηχανής (Engine Changing Room) εντός του Ακομοδεσίου στο Ανώτερο Κατάστρωμα.





Εικόνα 6.19: Θέση εγκατάστασης των Πινάκων τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (Navisworks) (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.20: Θέση εγκατάστασης των Πινάκων τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας σε πραγματική εικόνα από το πλοίο

Για το σύστημα BWTS P250:

1. Πίνακας ελέγχου (Control Panel):

Ο Πίνακας Ελέγχου (Control Panel) στην ίδια λογική με το Κύριο Σύστημα, θα πρέπει να τοποθετηθεί στον ίδιο χώρο με τον οποίο γίνονται οι διαδικασίες Ερματισμού για αποφυγή συγχύσεων και λανθασμένων πληροφοριών. Για αυτόν τον λόγο θα πρέπει να τοποθετηθεί στο Μηχανοστάσιο στην κατώτερη πλατφόρμα στα αριστερά.



Εικόνα 6.21: Θέση εγκατάστασης του Πίνακα Ελέγχου και των στο Μηχανοστάσιο (Navisworks) (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.22: Θέση εγκατάστασης του Πίνακα Ελέγχου σε πραγματική εικόνα από το Μηχανοστάσιο του Πλοίου

2. Πίνακας τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply)

Ο Πίνακας τροφοδοσίας της Μονάδας Ελέγχου (UV Power Supply), ομοίως με το Κύριο Σύστημα, θα πρέπει να τοποθετηθεί σε χώρο οποίος να μπορεί να παρέχει ψύξη μέσω αέρος για την αποφυγή υπερθέρμανσης των ηλεκτρικών συστημάτων. Για αυτόν τον λόγο και για λόγους ευκολίας του Πληρώματος, θα πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στον Πίνακα Ελέγχου στο Μηχανοστάσιο στην κατώτερη πλατφόρμα στα αριστερά. Οι εικόνες είναι ίδιες με τις εικόνες 6.21 και 6.22.

Σε ότι αφορά τα δευτερεύοντα στοιχεία του εξοπλισμού των δύο συστημάτων όπως τα ροόμετρα (flowmeters), βαλβίδες δειγματοληψίας (sampling valves) θα τοποθετηθούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή πάνω στις κύριες σωληνώσεις ερματισμού – αποερματισμού. Επίσης, οι δευτερεύουσες σωληνώσεις όπως του αέρα θα κατασκευαστούν επί τόπου στο Ναυπηγείο που θα γίνει η εγκατάσταση, αλλά με την ολοκλήρωση του Τρισδιάστατου Μοντέλου στο στάδιο της λεπτομερούς τρισδιάστατης μηχανικής της τεχνικής μελέτης μπορούν να υπολογιστούν τα αναγκαία μέτρα σωληνών. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί η οριστικοποίηση των θέσεων εγκατάστασης όλων των νέων εξαρτημάτων BWTS στο στάδιο της λεπτομερούς τρισδιάστατης μηχανικής της τεχνικής μελέτης.

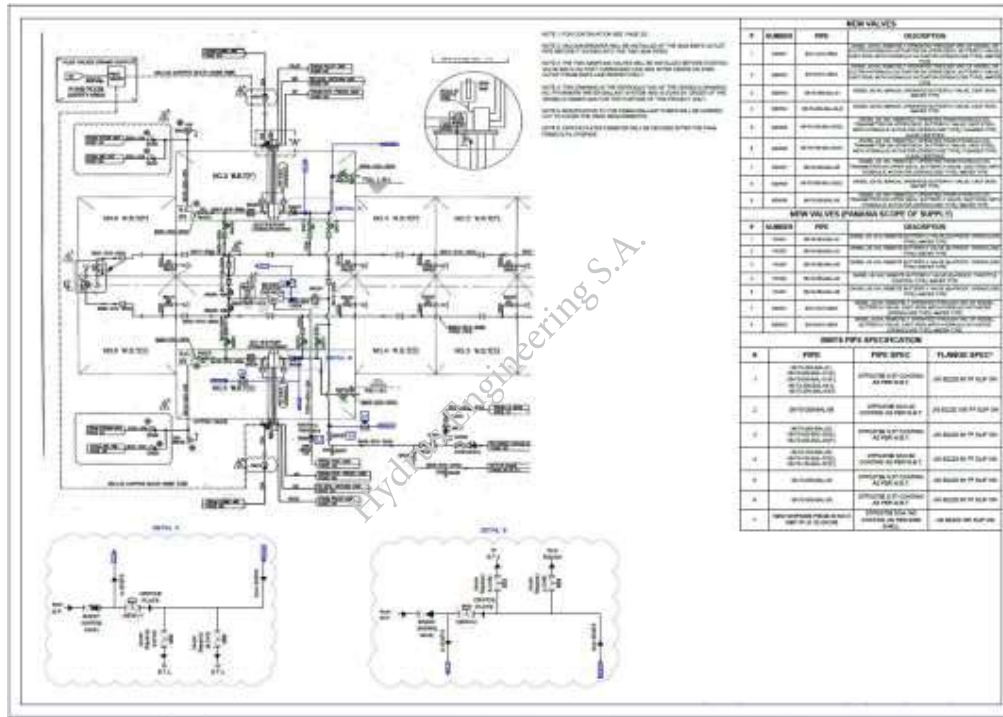
#### 6.6. Σχέδια για τον Νηογνώμονα

Ένα από τα πιο σημαντικά μέρη της τεχνικής μελέτης μετασκευής BWTS είναι αναμφίβολα η επισκόπηση των σχεδίων της εγκατάστασης του συστήματος BWTS από τον Νηογνώμονα. Για το λόγο αυτό, υπάρχει στενή συνεργασία ανάμεσα στην Πλοιοκτήτρια εταιρία, Νηογνώμονα και Τεχνικό Γραφείο. Όσον αφορά το πλοίο Pine Meadow που μελετάμε, ο Νηογνώμονας American Bureau of Shipping (ABS), επομένως πριν από την προετοιμασία των σχεδίων, μετά από επικοινωνία το τμήμα έγκρισης σχεδίων του ABS Πειραιώς, έγιναν μετατροπές στα απαιτούμενα σχέδια και κατατέθηκαν για έλεγχο και έγκριση του Νηογνώμονα.

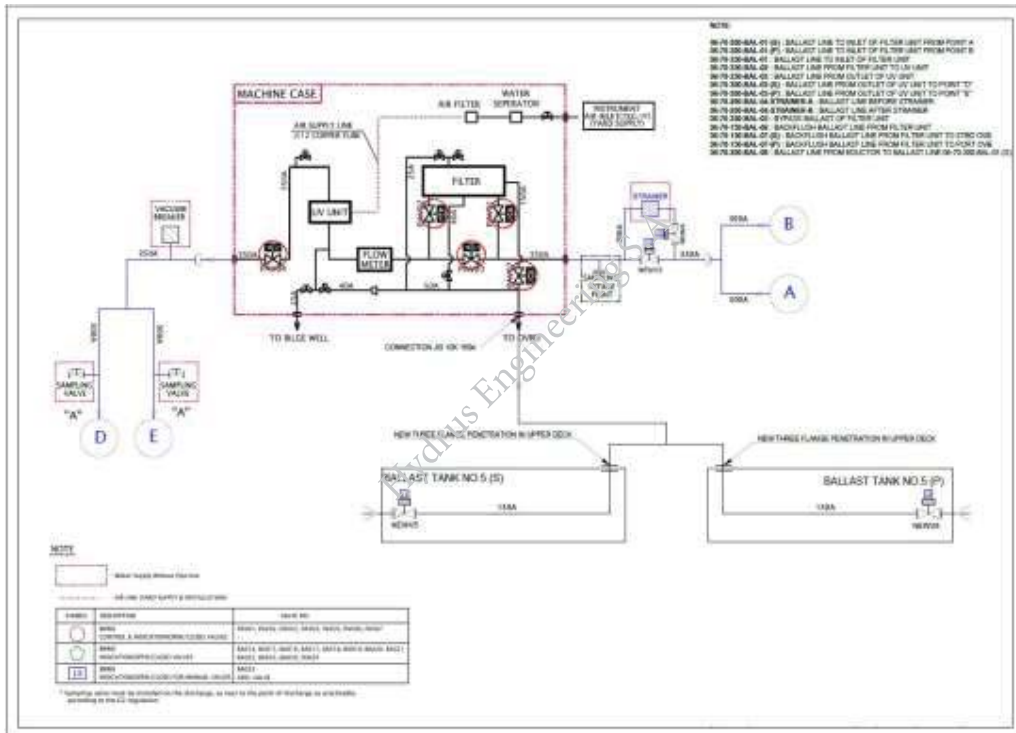
Όπως έχει ήδη αναφερθεί μετά την Μελέτη Δυνατότητας Εγκατάστασης, τα επόμενα δύο στάδια της μελέτης που ακολουθούν συνδέονται, καθώς τα σχέδια του Νηογνώμονα επηρεάζουν τον λεπτομερή σχεδιασμό του τρισδιάστατου μοντέλου. Αυτό συμβαίνει διότι τα σχόλια του Νηογνώμονα οδηγούν σε τροποποιήσεις στο 3D μοντέλο προκειμένου το τελικό σχέδιο να πληροί όλους τους σχετικούς κανονισμούς και τις απαιτήσεις. Ακόμα, είναι πιθανό να απαιτηθούν περαιτέρω αναθεωρήσεις μετά την αρχική επισκόπηση του Νηογνώμονα, ή και κατά τη διαδικασία εγκατάστασης.

Σε αυτή την παράγραφο περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα σχέδια του Νηογνώμονα, σχεδιασμένα από το τεχνικό γραφείο με το πρόγραμμα της Autodesk AutoCAD, για την έγκριση της Εγκατάστασης του BWTS στο Δεξαμενόπλοιο της μελέτης. Τα σχέδια αυτά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το περιεχόμενό τους και ελέγχονται από το αντίστοιχο τεχνικό τμήμα του Νηογνώμονα. Για λόγους συντομίας, παρουσιάζονται μόνο τα τελικά εγκεκριμένα σχέδια, αλλά σε κάθε περίπτωση αναφέρονται τα σημαντικά σχόλια που οδήγησαν σε αναθεωρήσεις μέχρι την έγκριση του σχεδίου.

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο  
**Μηχανολογικά Σχέδια**  
**Ballast piping (Σύστημα σωληνώσεων ερματισμού)**



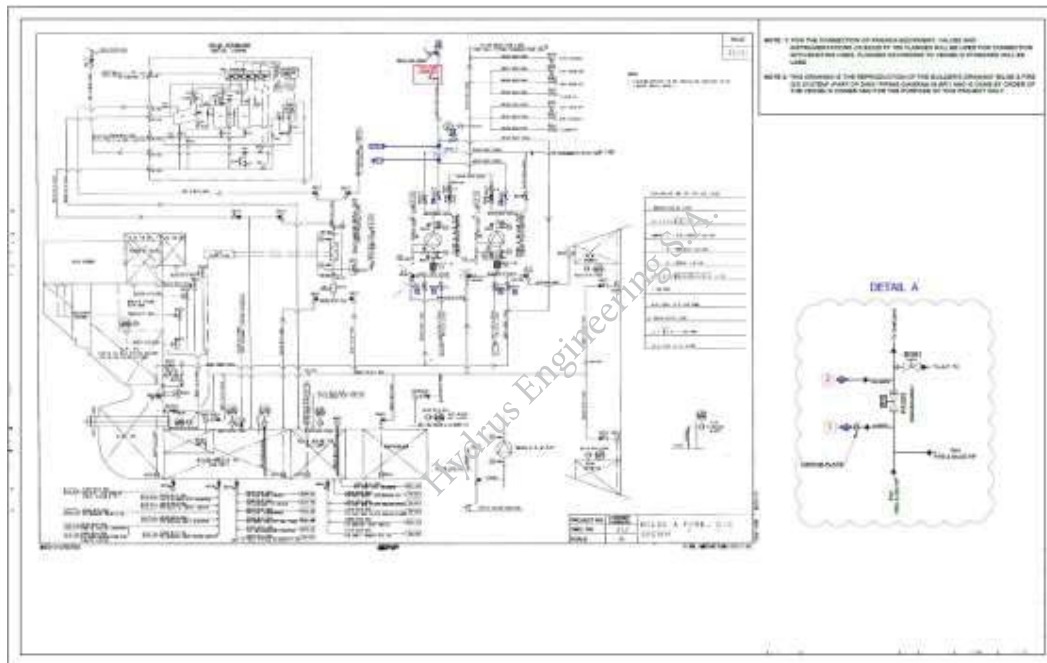
Εικόνα 6.23: Διάγραμμα Σωληνώσεων Ερματισμού (1/2) (Hydrus Engineering S.A.)



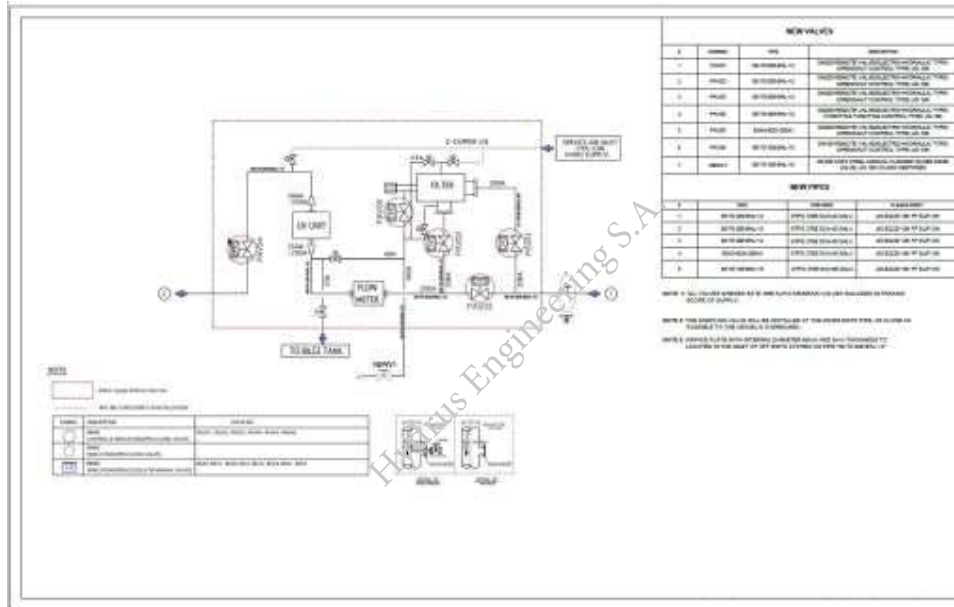
Εικόνα 6.24: Διάγραμμα Σωληνώσεων Ερματισμού (2/2) (Hydrus Engineering S.A.)

Το σχέδιο του συστήματος σωληνώσεων ερματισμού είναι μια αναπαραγωγή του υπάρχοντος σχεδίου του πλοίου, των σωληνώσεων ερματισμού στις Κύριες Δεξαμενές Έρματος μαζί με τις αναγκαίες τροποποιήσεις, όπως φαίνεται στο σχέδιο της εικόνας 6.23 αυτής της παραγράφου. Στο σχέδιο της εικόνας 6.24, παρουσιάζονται τα σημεία σύνδεσης του νέου BWTS με το σύστημα σωληνώσεων έρματος που βρίσκεται μέσα στην Υπερκατασκευή (BWTS Machine Case), εκεί όπου γίνεται και η επεξεργασία του νερού έρματος. Τα σχέδια αυτά τροποποιούνται στο πρόγραμμα AVEVA Everything3D από το Τεχνικό Γραφείο, για τη απεικόνιση των υπαρχόντων σωληνώσεων, των νέων σωληνώσεων, τις συνδέσεις των δύο δικτύων και τις θέσεις των βαλβιδών δειγματοληψίας. Ακόμα, αναφέρονται και τα υλικά μαζί με το τύπο των σωληνών, των βαλβιδών και των φλαντζών. Επιπλέον, παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής, που καθορίζεται από τον κατασκευαστή του BWTS.

## Engine Room Ballast piping (Σύστημα σωληνώσεων ερματισμού για το Μηχανοστάσιο)



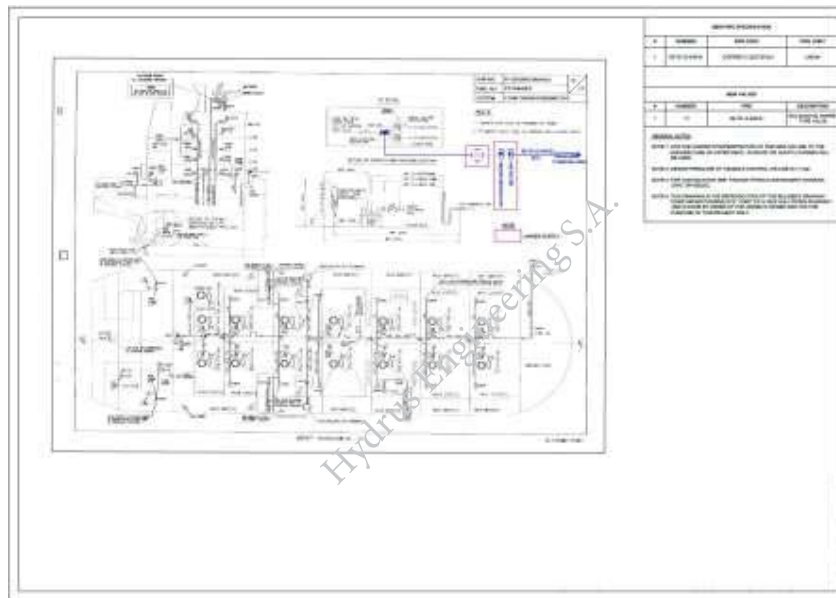
Εικόνα 6.25: Διάγραμμα Σωληνώσεων Ερματισμού Μηχανοστασίου (1/2) (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.26: Διάγραμμα Σωληνώσεων Ερματισμού Μηχανοστασίου (2/2) (Hydrus Engineering S.A.)

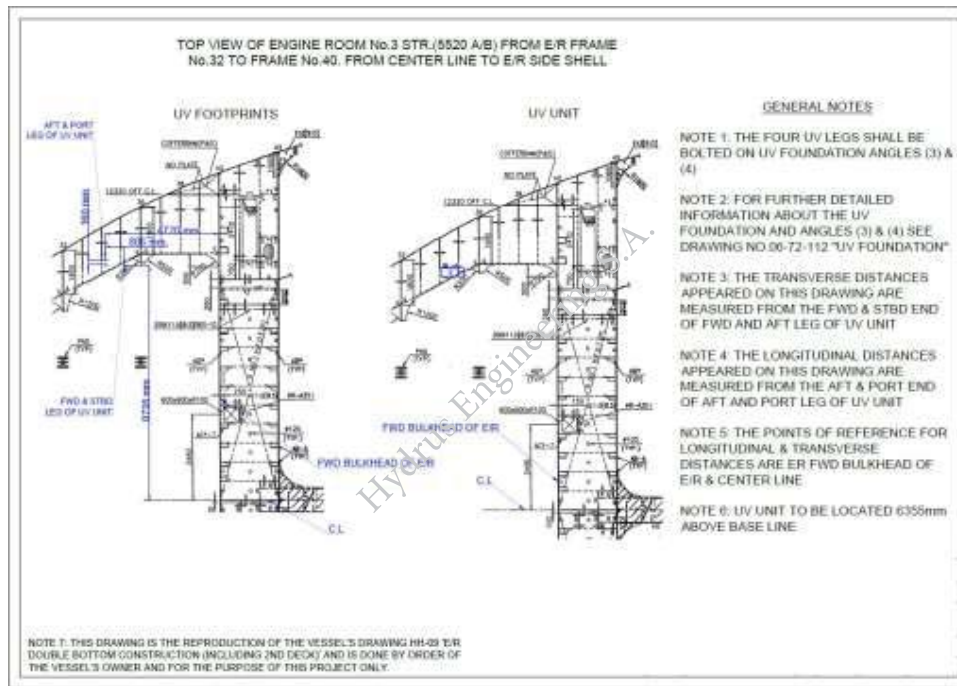
Ομοίως με το Σχέδιο του κυρίου συστήματος σωληνώσεων ερματισμού, έτσι και το σχέδιο του συστήματος σωληνώσεων ερματισμού του Μηχανοστασίου είναι μια αναπαραγωγή του υπάρχοντος σχεδίου του πλοίου με τις αναγκαίες τροποποιήσεις, όπως φαίνεται στο σχέδιο της εικόνας 6.25 και 6.26 αυτής της παραγράφου. Στο σχέδιο της εικόνας 6.26, παρουσιάζονται τα σημεία σύνδεσης του νέου BWTS με το σύστημα σωληνώσεων έρματος του BWTS, μαζί με την απεικόνιση των υπαρχόντων σωληνώσεων, των νέων σωληνώσεων, τις συνδέσεις των δύο δικτύων και τις θέσεις των βαλβιδών δειγματοληψίας και τα υλικά μαζί με το τύπο των σωληνών, των βαλβιδών και των φλαντζών.

### Σωληνώσεις συστήματος Αέρος (Control Air System)



Εικόνα 6.27: Διάγραμμα Δικτύου Αέρος στο Κατάστρωμα (Hydrus Engineering S.A.)



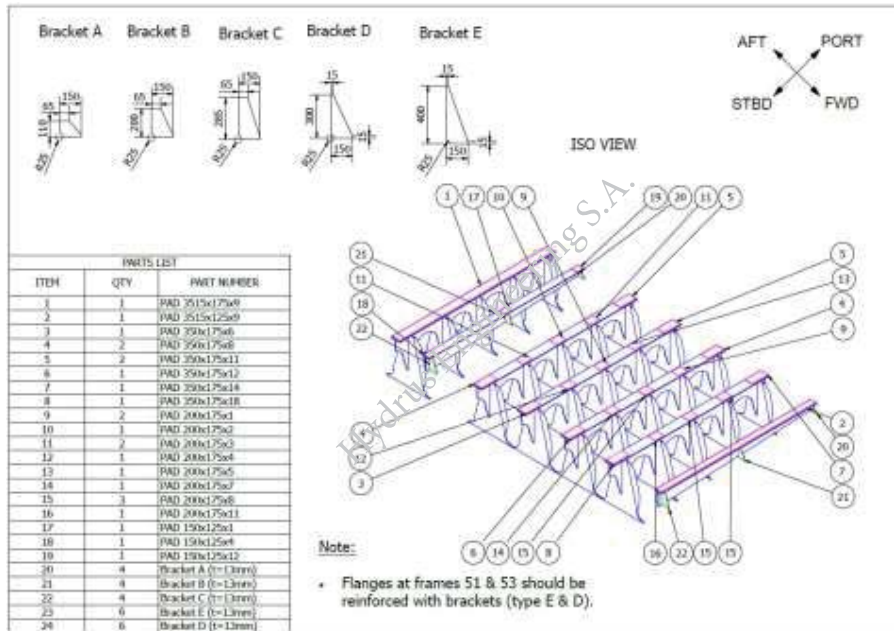


Εικόνα 6.30: Διάταξη του P250 UV Unit στο Μηχανοστάσιο (Hydrus Engineering S.A.)

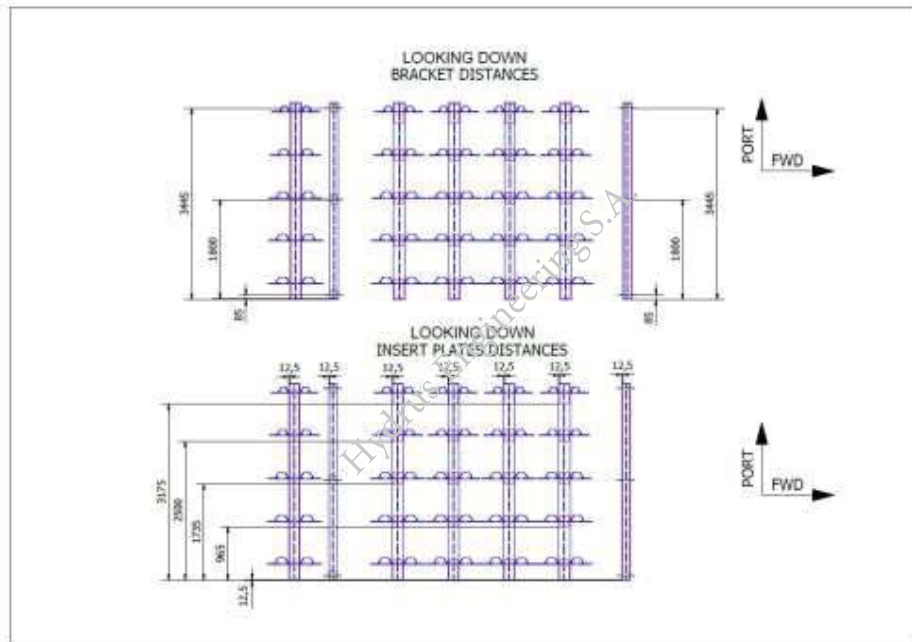
Το σχέδιο της διάταξης μηχανημάτων του μηχανοστασίου είναι μια αναπαραγωγή του υπάρχοντος μηχανολογικού εξοπλισμού του Πλοίου μαζί με τους Εξοπλισμούς του BWTS τοποθετήθηκαν. Ιστοιχού σχεδίου του σκάφους. Ειδικότερα, φαίνονται οι θέσεις εγκατάστασης του νέου εξοπλισμού BWTS για το Μηχανοστάσιο, Filter και UV Unit, μαζί με τις αντίστοιχες Βάσεις τους.

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο  
**Κατασκευαστικά Σχέδια (HULL/CONSTRUCTION DRAWINGS)**

Βάση της Υπερκατασκευής του BWTS (BWTS Machine Case Foundation)



Εικόνα 6.31: Κατασκευαστικό σχέδιο της Βάσης της Υπερκατασκευής του BWTS (BWTS Machine Case Foundation) (Hydrus Engineering S.A.)



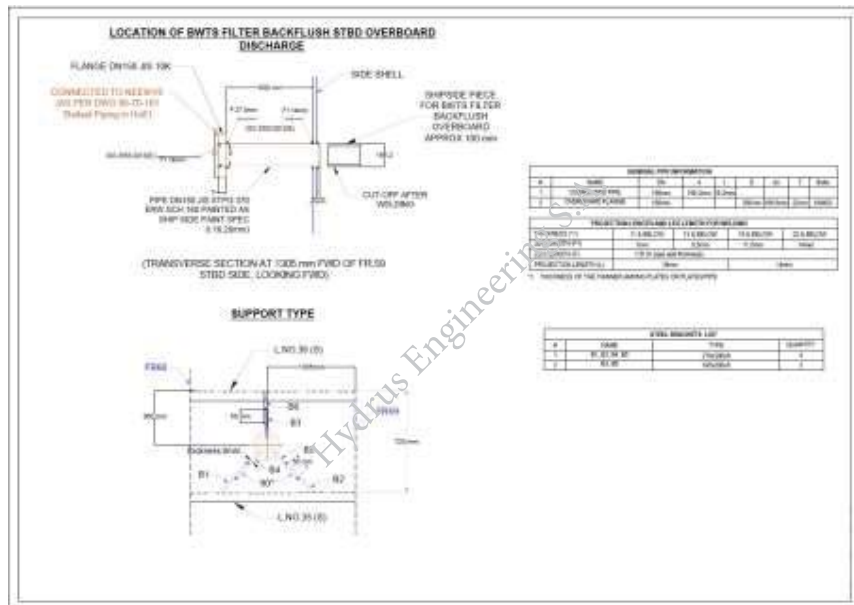
Εικόνα 6.32: Κατασκευαστικό σχέδιο της Βάσης της Υπερκατασκευής του BWTS (BWTS Machine Case Foundation) (Hydrus Engineering S.A.)



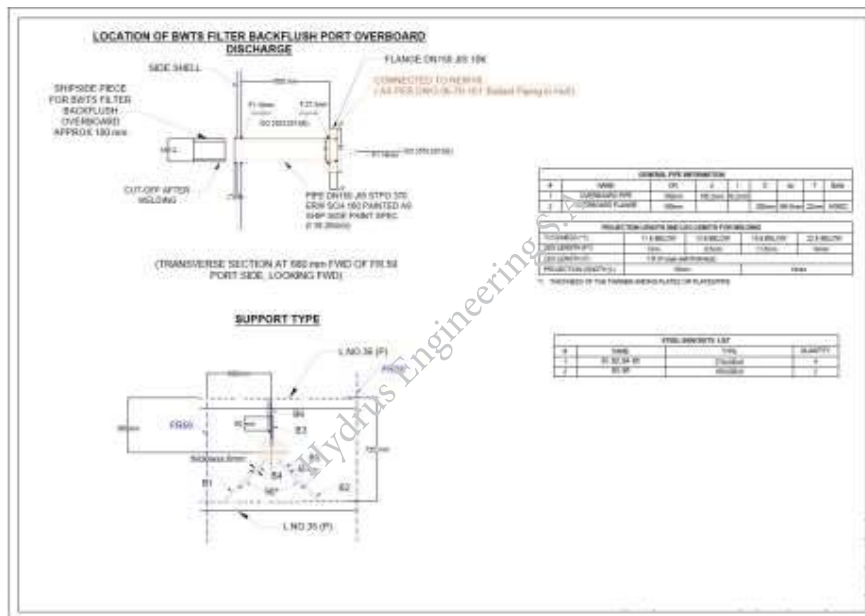


Στα κατασκευαστικά σχέδια παραπάνω φαίνονται οι λεπτομέρειες της κατασκευής των βάσεων έδρασης της Υπερκατασκευής του BWTS P1000EX, του Φίλτρου και του UV Unit του P250. Σε αυτά τα σχέδια, απεικονίζονται οι ακριβείς θέσεις των ενισχυτικών για την στήριξη των εξοπλισμών καθώς και η θέση του πάνω στο πλοίο. Τέλος, στο θέμα του σχεδίου αναφέρονται οι προδιαγραφές για τα υλικά και τον τύπο των νέων ενισχύσεων τόσο για την επισκόπηση του Μηγνώμονα όσο και για τη διευκόλυνση των εργασιών που θα λάβουν χώρα κατά την διάρκεια της εγκατάστασης στο Ναυπηγείο.

Σχέδιο της Νέας Εξαγωγής για το Backflushing (Καθάρισμος) του Φίλτρου



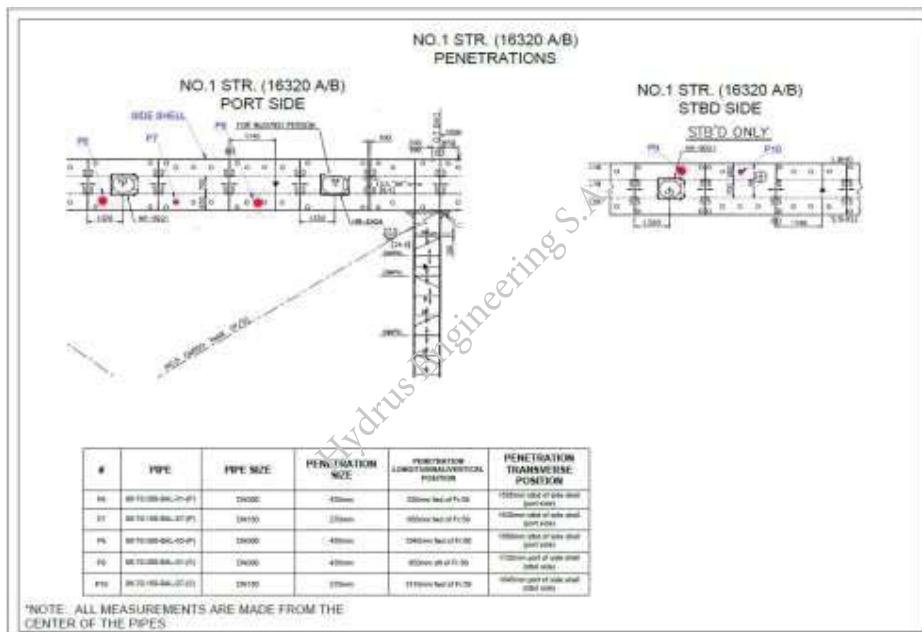
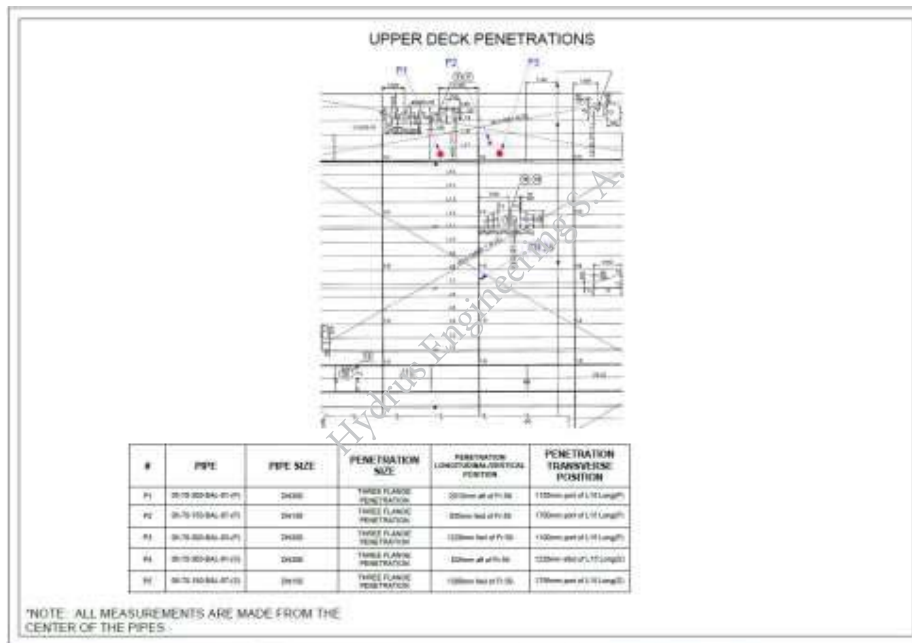
Εικόνα 6.35: Κατασκευαστικό σχέδιο της νέας Εξαγωγής του Backflushing για το P250 (Hydrus Engineering

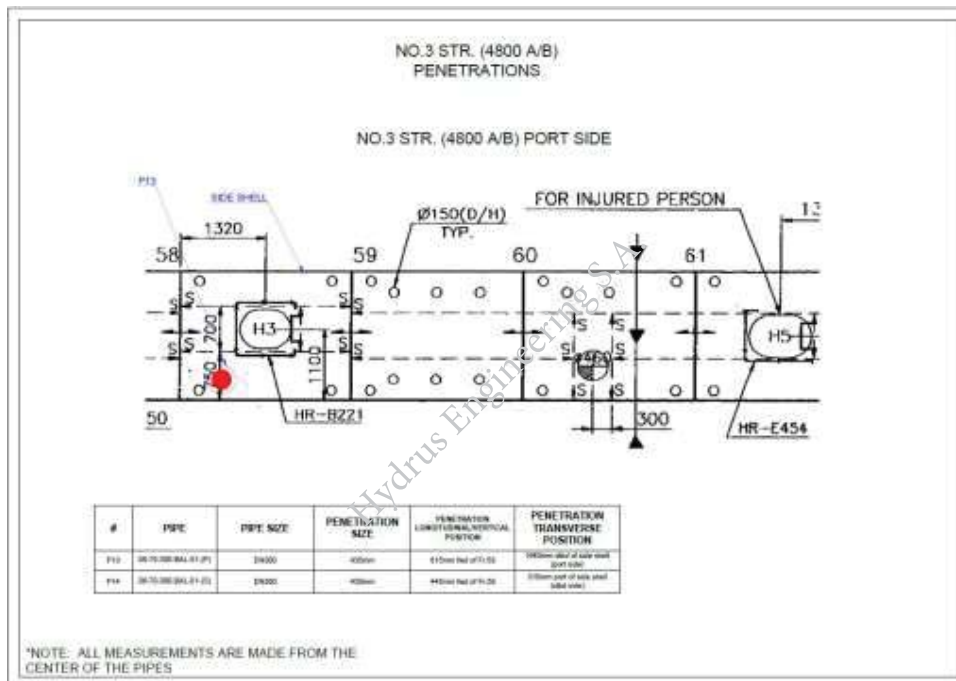
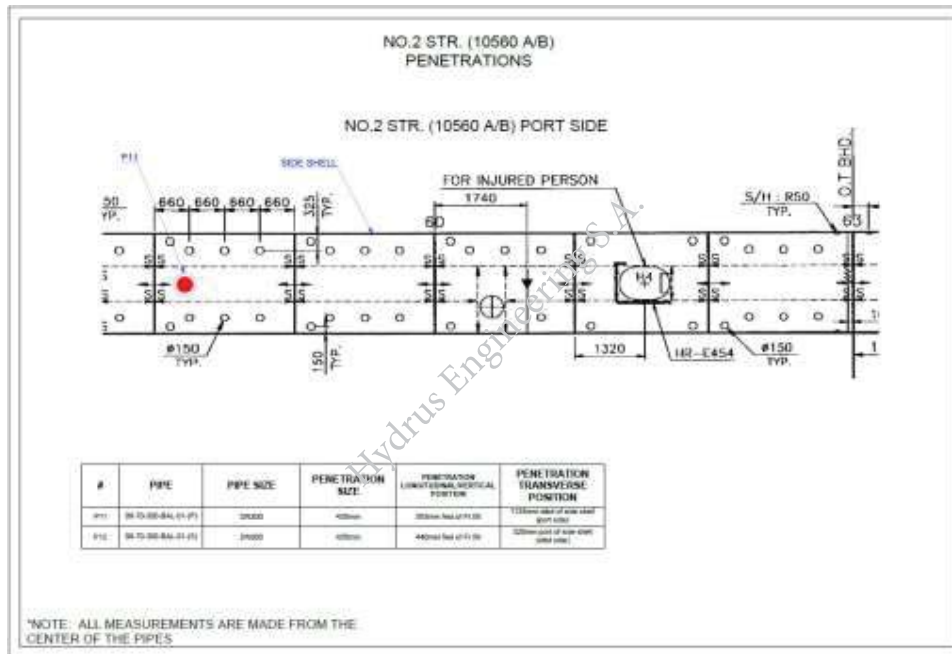


Εικόνα 6.36: Κατασκευαστικό σχέδιο της νέας Εξαγωγής του Backflushing για το P1000EX (Hydrus Engineering S.A.)

Μετά την οριστικοποίηση της θέσης τοποθέτησης του φίλτρου Μηχανοστασίου καθώς και της Υπερκατασκευής του BWTS P1000EX, εκπονήθηκε το κατασκευαστικό σχέδιο για τις εξαγωγές των Φίλτρων (Backflushing). Ο τρόπος ενίσχυσης και ο τύπος της σωλήνωσης, λαμβάνεται από τα υπάρχοντα σχέδια του πλοίου και επιλέγεται να είναι ίδιος με τις υπόλοιπες εξαγωγές σωληνώσεων του πλοίου. Επίσης, είναι κρίσιμο το τελικό ύψος από τον κατώτερο σημείο του πλοίου (Baseline) να είναι ίσο ή μεγαλύτερο των υπάρχοντων εξαγωγών του Έρματος είτε για το κύριο είτε για το Σύστημα του Μηχανοστασίου. Τέλος, στο θέμα του σχεδίου παρατίθενται οι προδιαγραφές για το υλικό και τον τύπο των στοιχείων θεμελίωσης τόσο για την επισκόπηση του Νηογνώμονα όσο και για τη διευκόλυνση των εργασιών εγκατάστασης που θα λάβουν χώρα στο Ναυπηγείο.

Σχέδιο νέων Διαπεράσεων μεταξύ των Καταστρωμάτων (Deck Penetrations)



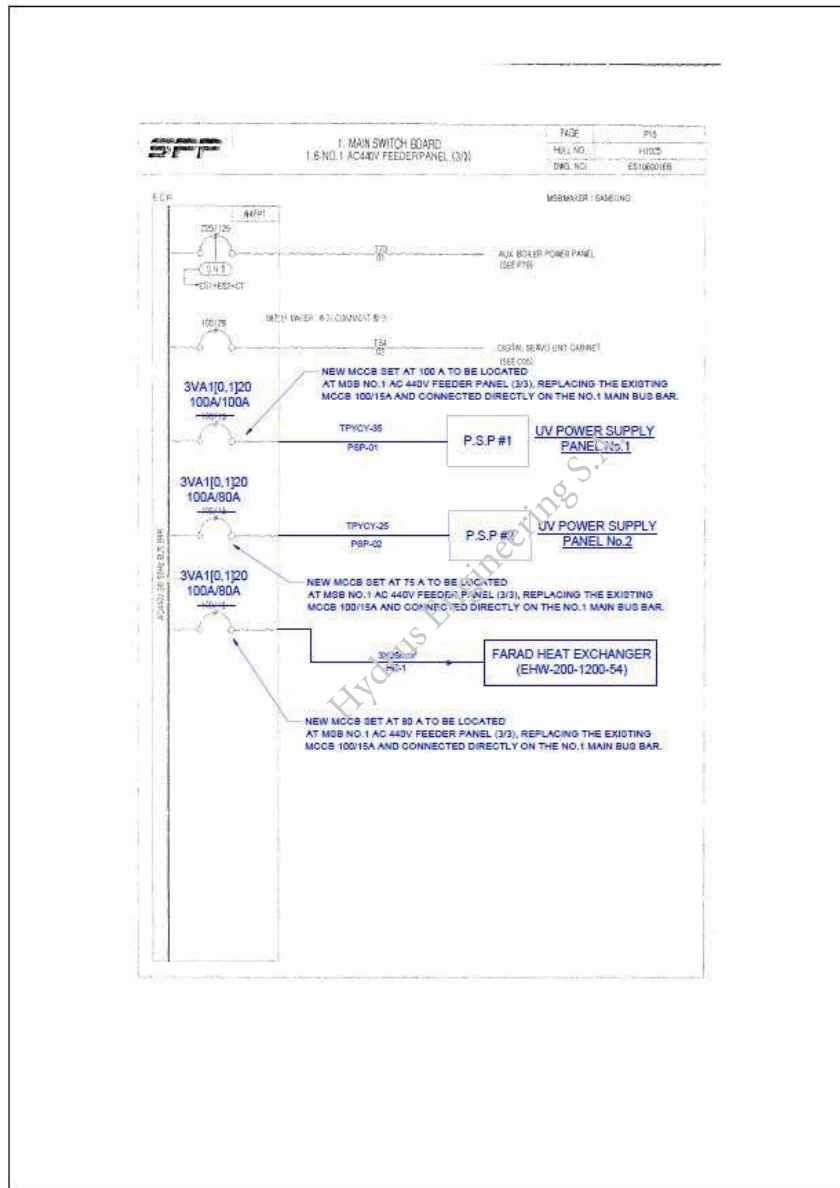


Εικόνα 6.37, 6.38, 6.39, 6.40: Κατασκευαστικό σχέδιο των νέων διαπεράσεων για το P1000EX (Hydrus Engineering S.A.)

Η σχεδιασμένη διαδρομή των νέων σωληνώσεων για το BWTS P1000EX, διέρχεται από τα καταστρώματα εντός των δεξαμενών Έρματος 5 αριστερά και δεξιά, κατ' επέκταση σχεδιάστηκαν νέες διεισδύσεις από το ένα πάτωμα στο άλλο, εφόσον είναι σωληνώσεις που ξεκινούν από την Υπερκατασκευή στο Ανώτερο Κατάστρωμα και καταλήγουν στο κατάστρωμα για άνοιγμα κατά την εγκατάσταση του BWTS. Ειδικότερα, οι νέες αυτές διαπεράσεις σχεδιάστηκαν κατά τα πρότυπα του Ναυπηγείου που χτίστηκε το πλοίο (άρα όπως είναι σχεδιασμένες και οι υπάρχουσες) και κατά τα πρότυπα του Μηγνώμονα του πλοίου ABS.

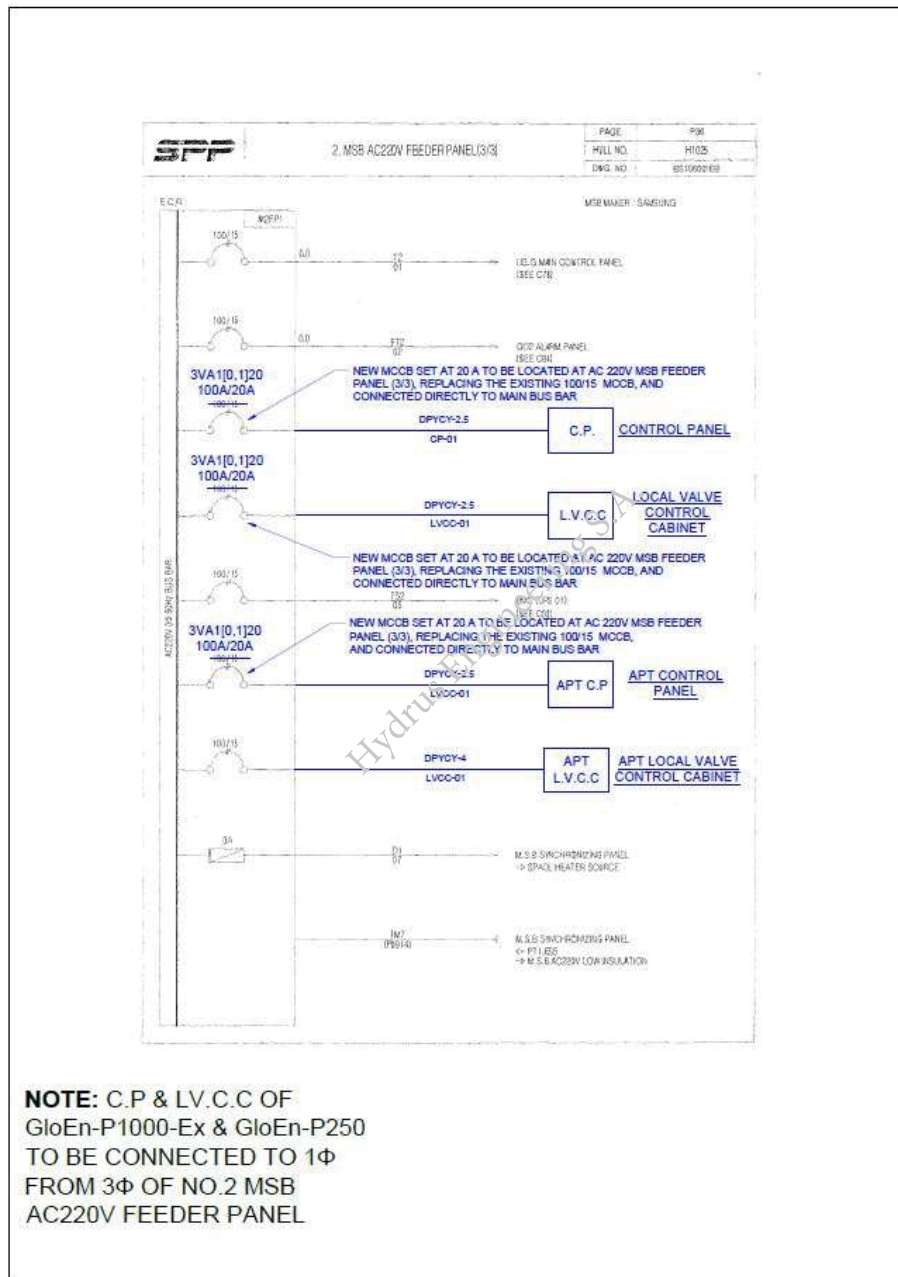
## Ηλεκτρολογικά Σχέδια

### Διάγραμμα Καλωδίωσης Ισχύος (Wiring Diagram of Power)

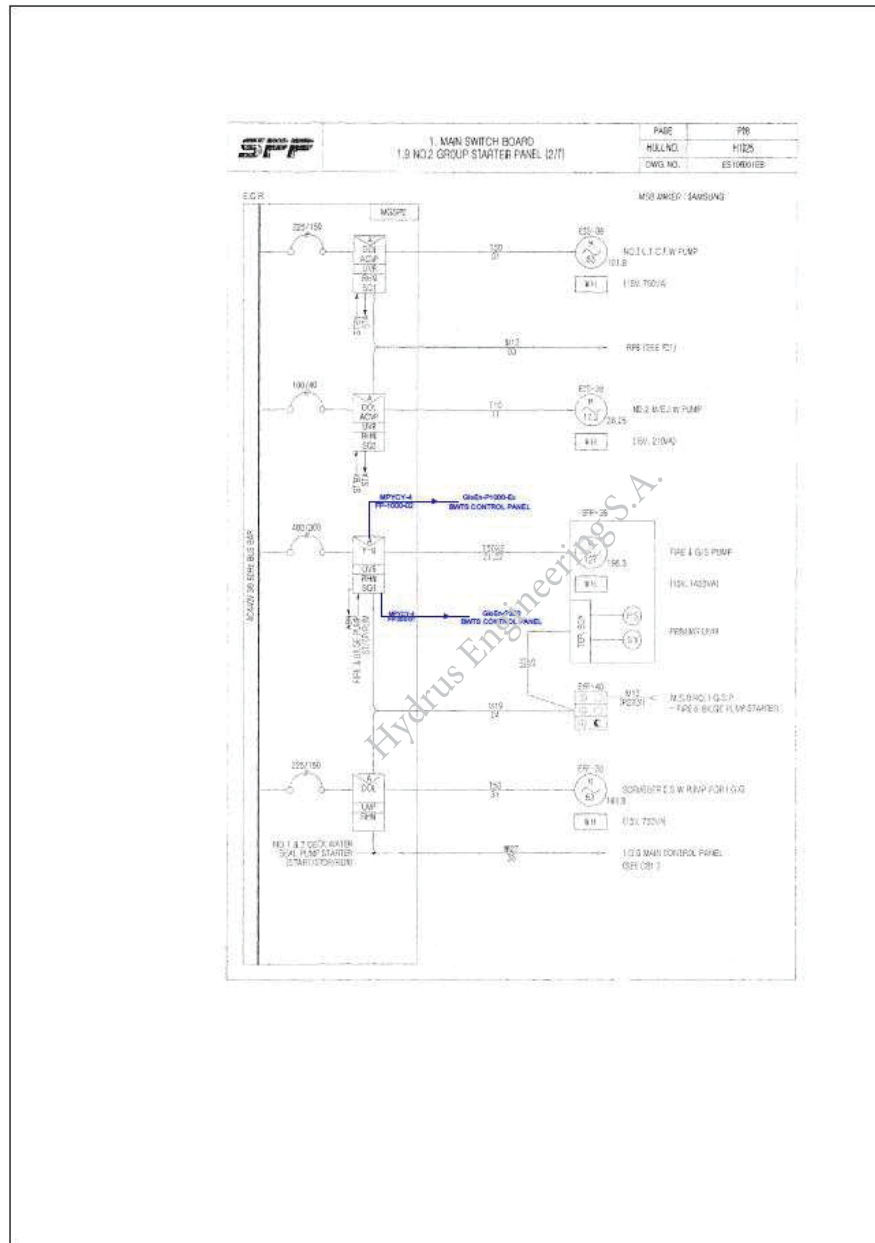


Εικόνα 6.41: Διάγραμμα Καλωδίωσης Ισχύος (1/6) (Hydrus Engineering S.A.)



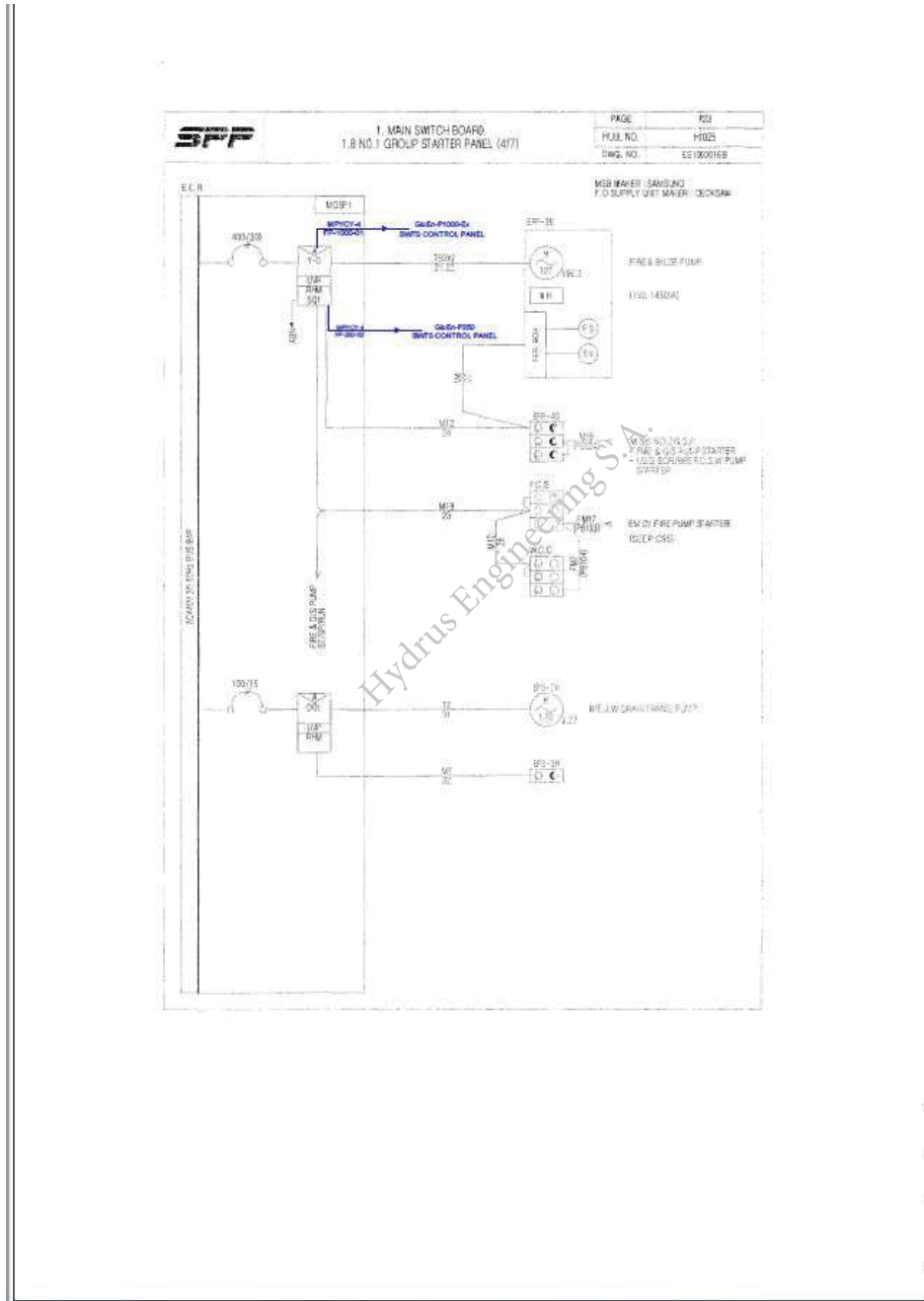


Εικόνα 6.43: Διάγραμμα Καλωδίωσης Ισχύος (3/6) (Hydrus Engineering S.A.)

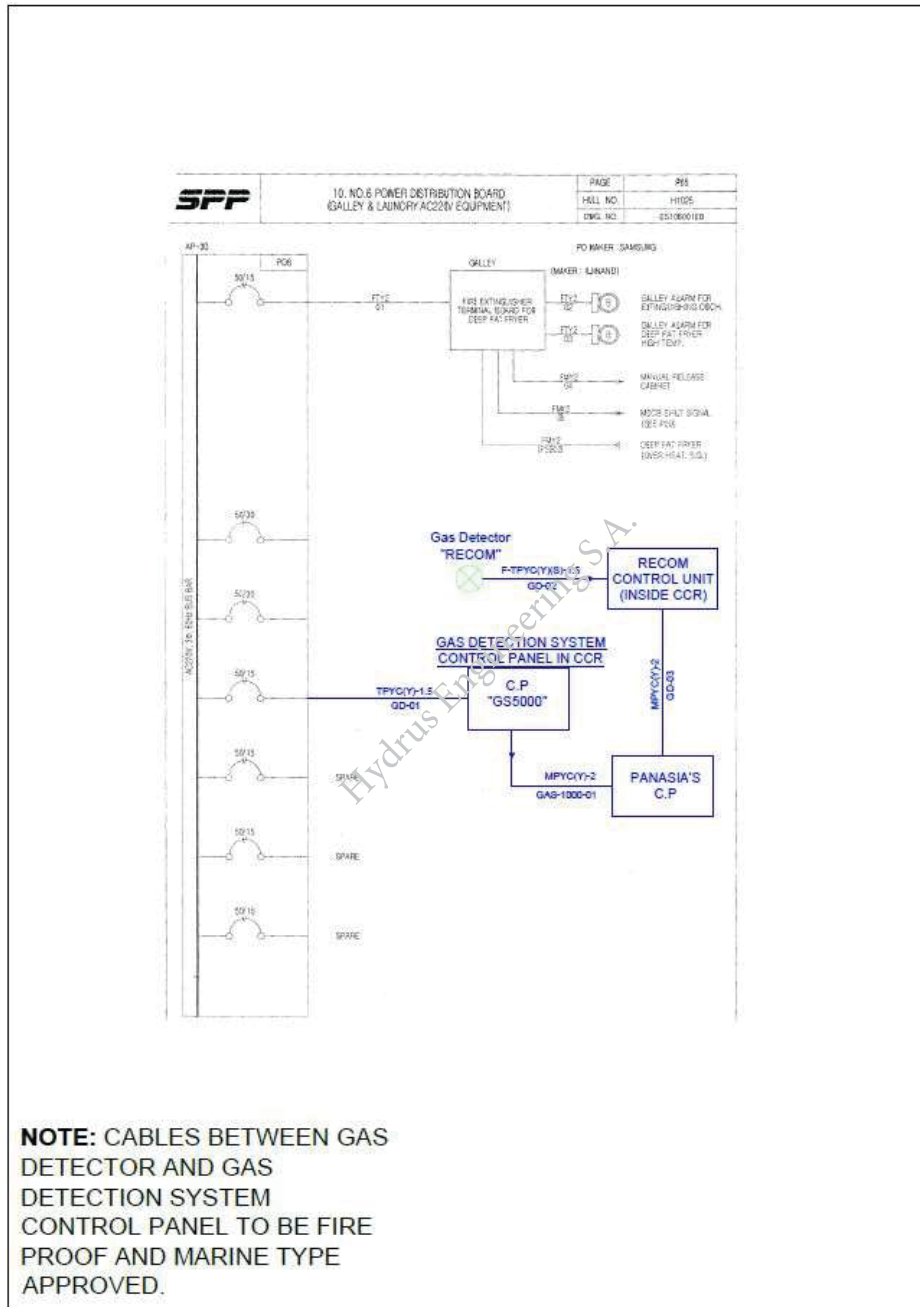


Εικόνα 6.44: Διάγραμμα Καλωδίωσης Ισχύος (4/6) (Hydrus Engineering S.A.)





Εικόνα 6.45: Διάγραμμα Καλωδίωσης Ισχύος (5/6) (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.46: Διάγραμμα Καλωδίωσης Ισχύος (6/6) (Hydrus Engineering S.A.)

Το σχέδιο του Διαγράμματος Καλωδίωσης Ισχύος είναι μια αναπαραγωγή των υπάρχοντων σχεδίων του Πλοίου, έχοντας προσθέσει τις συνδέσεις για τους νέους παροχικούς διακόπτες ηλεκτρικής ισχύος για τον νέο εξοπλισμό των δύο συστημάτων BWTS P1000EX και P250. Επίσης, φαίνεται στο σχέδιο αυτό σε κάθε ένα από τους παροχικούς πίνακες οι νέες συνδέσεις και το αντίστοιχο καλώδιο συνδέσεως, όλες οι συνδέσεις αφορούν τους Πίνακες των 440AC και 220AC. Επίσης, όλα τα καλώδια είναι για χρήση στην ναυτηλία και με πιστοποιητικά Νηογνωμόνων.

## Ανάλυση του Ηλεκτρικού Φορτίου (Electric Load Analysis)

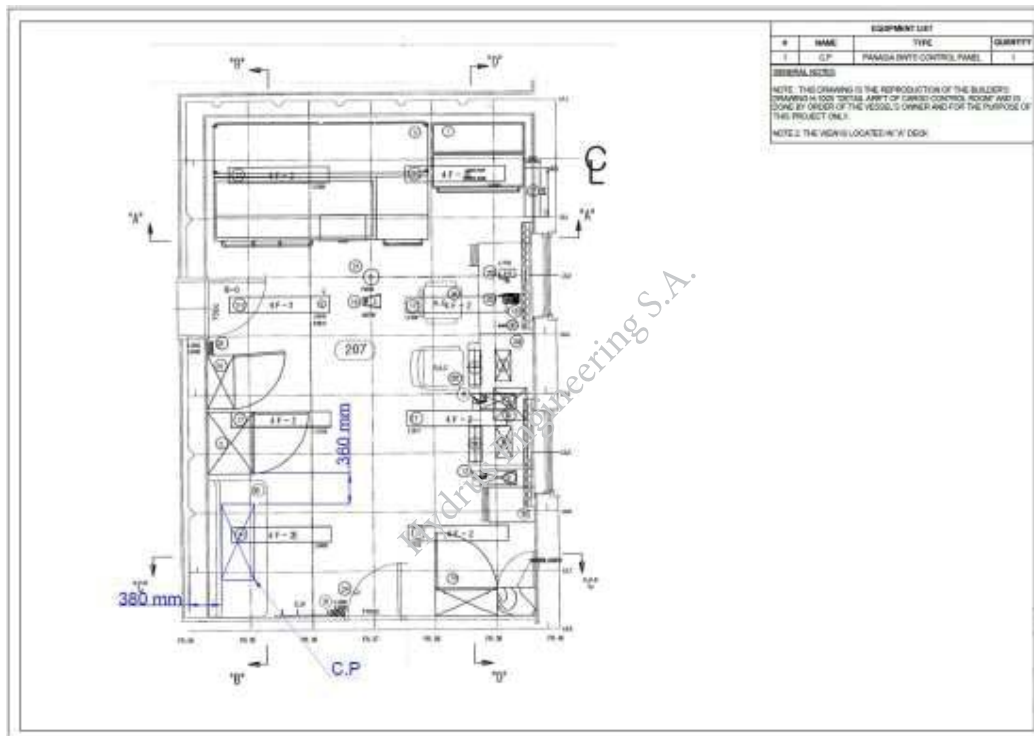
SUMMARY OF ELECTRIC LOAD											
TYPE OF CONSUMER AND NO.	TOTAL LOAD			AT 440V			AT 220V			AT 110V	
	WATTAGE	AMPERES	PHASE	WATTAGE	AMPERES	PHASE	WATTAGE	AMPERES	PHASE	WATTAGE	AMPERES
01. MAIN ENGINE ROOM	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
02. DIESEL GENERATOR (1)	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
03. DIESEL GENERATOR (2)	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
04. CARGO LIFTING AND PUMP	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
05. ELECT. MACHINERY	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
06. AIR COND. UNIT (REF. PLANT)	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
07. HEAT. PUMP	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
08. WAREHOUSE EQUIPMENT	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
09. LIGHTING, MAIN & CARGO COMPARTMENT	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
10. MISCELLANEOUS	10000	100	3	10000	100	3	10000	100	3	10000	100
<b>TOTAL LOAD</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>
<b>TOTAL LOAD OF COMPRESSOR LOADS</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL LOAD OF WELDED LOADS</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL LOAD OF WELDED LOADS</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL LOAD</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>
<b>CAPACITY OF GENERATOR</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>
<b>NUMBER OF WORKING GENERATOR</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>GENERATOR (LOAD)</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>
<b>MAX. GENERATOR</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>	<b>3</b>	<b>100000</b>	<b>1000</b>

Εικόνα 6.48: Σχέδιο Ανάλυσης Ηλεκτρικού Φορτίου (1/3) (Hydrus Engineering S.A.)

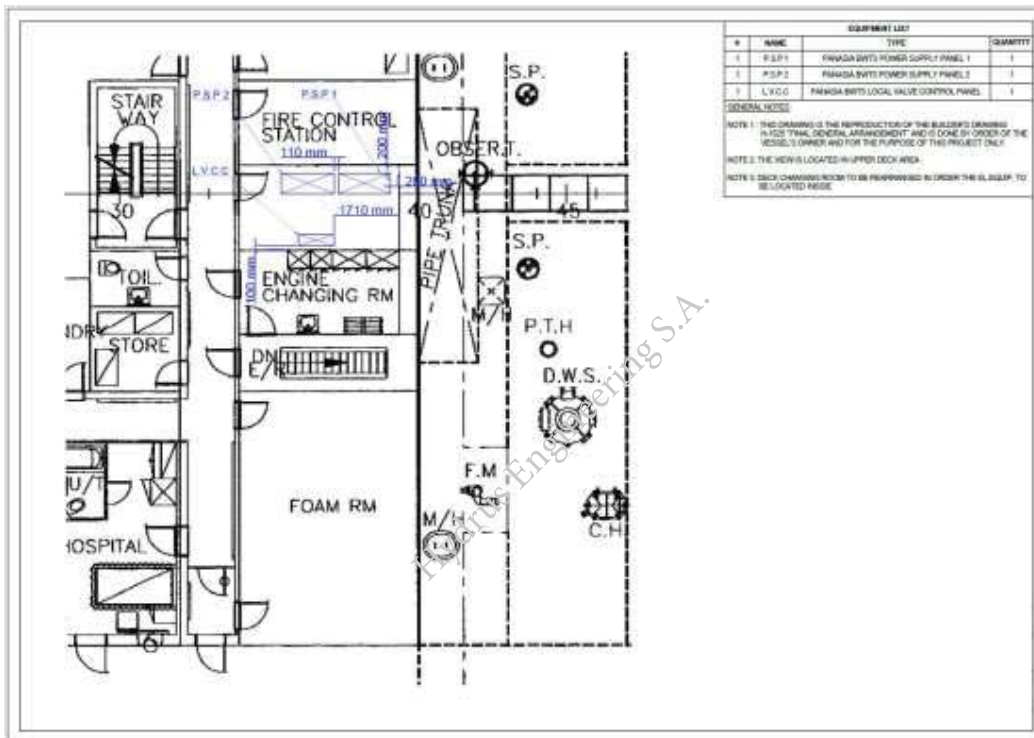


Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο απαιτήσεις ηλεκτρικού φορτίου του νέου εξοπλισμού του BWTS P1000EX και P250. Τα ηλεκτρικά φορτία του νέου εξοπλισμού λαμβάνονται υπόψιν κατά την διάρκεια των δραστηριοτήτων Φορτίου που συνδέονται με τον ερματισμό – αποερματισμό του πλοίου. Σε αυτό το σχέδιο περιγράφεται η ισχύς που απαιτείται σε κάθε είδους δραστηριότητα του πλοίου και η οποία δεν πρέπει να ξεπερνάει την ισχύ των 3 ηλεκτρομηχανών του πλοίου, το ιδανικό σενάριο είναι να μην χρησιμοποιούνται 3 Ηλεκτρομηχανές σε καμία δραστηριότητα του πλοίου. Στην προκειμένη μελέτη, δεν υπάρχει υπερφόρτωση των γεννητριών, μετά την εγκατάσταση των δύο συστημάτων BWTS, επομένως δεν απαιτείται πρόσθετος βοηθητικός κινητήρας για να λειτουργεί είτε κατά τη διάρκεια της έρματισμού είτε του αποερματισμού.

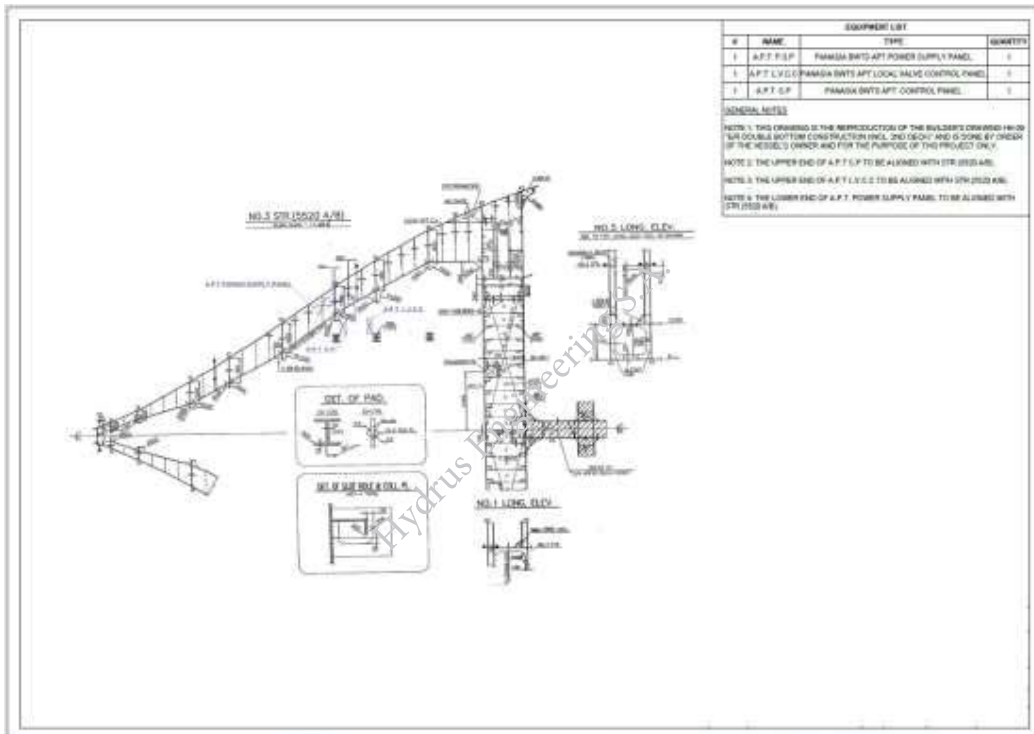
## Διάταξη του Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού BWTS (Electrical Equipment Arrangement)



Εικόνα 6.51: Σχέδιο Διάταξης του Πίνακα Ελέγχου του Συστήματος BWTS P1000EX (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.52: Σχέδιο Διάταξης του Πίνακα τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply) του Συστήματος BWTS P1000EX (Hydrus Engineering S.A.)

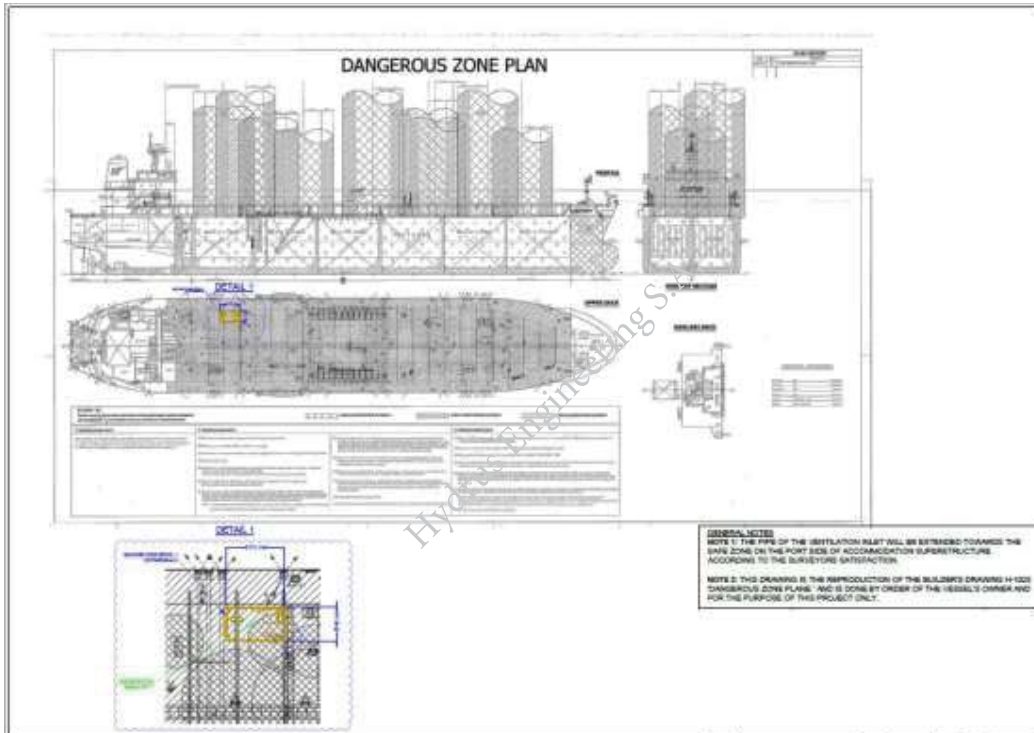


Εικόνα 6.53: Σχέδιο Διάταξης του Πίνακα Ελέγχου και Πίνακα τροφοδοσίας της Μονάδα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply) του Συστήματος BWTS P250 (Hydrus Engineering S.A.)

Το σχέδιο της Διάταξης του Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού είναι μία αναπαραγωγή του υπάρχοντος

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο σχεδίου του Πλοίου, έχοντας προσθέσει τις θέσεις του Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού των δύο συστημάτων BWTS P1000EX και P250. Ειδικότερα, οι θέσεις εγκατάστασης φαίνονται στην κατώτερη πλατφόρμα του μηχανοστασίου για το σύστημα P250 και στο Ανώτερο Κατάστρωμα εντός του Ακομοδεσίου στο Cargo Control Room. Οι θέσεις εξοπλισμού είναι αυτές που παρουσιάζονται στη μελέτη δυνατότητας και έχουν εγκριθεί από την Πλοιοκτήτρια Εταιρία.

## Διάταξη των Περιοχών Εκπομπής Υδρογονανθρακων (Hazardous Area Plan)



Εικόνα 6.54: Σχέδιο Διάταξης των περιοχών εκπομπών Υδρογονανθράκων (Hydrus Engineering S.A.)

Το σχέδιο της Διάταξης των Περιοχών Εκπομπής Υδρογονανθράκων είναι μία αναπαραγωγή του υπάρχοντος σχεδίου του Πλοίου, το οποίο είναι από τα πλέον σημαντικά ειδικότερα για τα Δεξαμενόπλοια, έχοντας προσθέσει την θέση της Υπερκατασκευής του BWTS P1000EX. Σύμφωνα με τα αρχικά σχέδια, η τοποθέτηση έγινε στο πλοίο Pine Meadow με την πόρτα της Υπερκατασκευής πρωρα και τις εξόδους των σωληνώσεων πρυμναία. Αυτό συνέβη διότι στην αντίθετη περίπτωση θα παρεμποδιζόταν η επεξεργασία των κάβων και θα δημιουργούσε μία ζώνη υψηλού ρίσκου για κάποιο ατύχημα λαμβανοντας υπόψιν αυτήν την διαρύθμιση της Υπερκατασκευής, λόγω της υπάρχουσας Διάταξης των Περιοχών Εκπομπής Υδρογονανθράκων έπρεπε να γίνει αλλαγή πάνω στην Υπερκατασκευή, δηλαδή να αλλάξει η θέση μεταξύ του σωλήνα φυσικής αναπνοής (Gooseneck pipe) και του ανεμιστήρα παροχής αέρα (Supply Fan) μέσα στον χώρο της Υπερκατασκευής. Το σχέδιο κατατέθηκε για την έγκριση του Νηογνώμονα του Πλοίου.

## Υπόλοιπα σχέδια για την Επισκόπηση και Έγκριση του Νηογνώμονα

Εκτός από τα σχέδια που αναφέρθηκαν παραπάνω, ο Νηογνώμονας χρειάζεται να κάνει επισκόπηση και να εγκρίνει κάποια εγχειρίδια που προετοιμάζονται από το Τεχνικό Γραφείο σε συνεργασία με τον Κατασκευαστή του BWTS. Αυτά τα εγχειρίδια παρατίθενται παρακάτω:

- **Εγχειρίδιο λειτουργίας BWTS Maker για το P1000EX και P250 (Maker's Instruction Manual):** περιλαμβάνοντας τον τρόπο λειτουργίας, αντιμετώπισης δυσλειτουργιών ή προβλημάτων των εξαρτημάτων του BWTS και το αντίστοιχο πλάνο συντήρησής του.
- **Κατασκευαστικό σχέδιο των BWTS P1000EX και P250 (Approval Drawing):** περιλαμβάνοντας για τα δύο συστήματα τα εξαρτήματα που τα αποτελούν, τις διαστάσεις τους, τις ιδιότητες τους καθώς και τον ακριβή τύπο μαζί με όλα τα ανταλλακτικά των συστημάτων για μελλοντικές παραγγελίες ανταλλακτικών.
- **Διαδικασία εκκίνησης, δοκιμής και Έγκρισης του BWTS P1000EX και P250:** περιλαμβάνοντας όλη την διαδικασία κατά την οποία θα ελεγχθούν τα δύο συστήματα, όλα τα σήματα, χρόνοι απόκρισης των συστημάτων και σήματα τερματισμού λειτουργίας, τα οποία όλα αυτά ελεγχονται πάνω στο πλοίο πριν εγκριθεί η εγκατάσταση των BWTS και το πλοίο λάβει όλα του τα πιστοποιητικά.

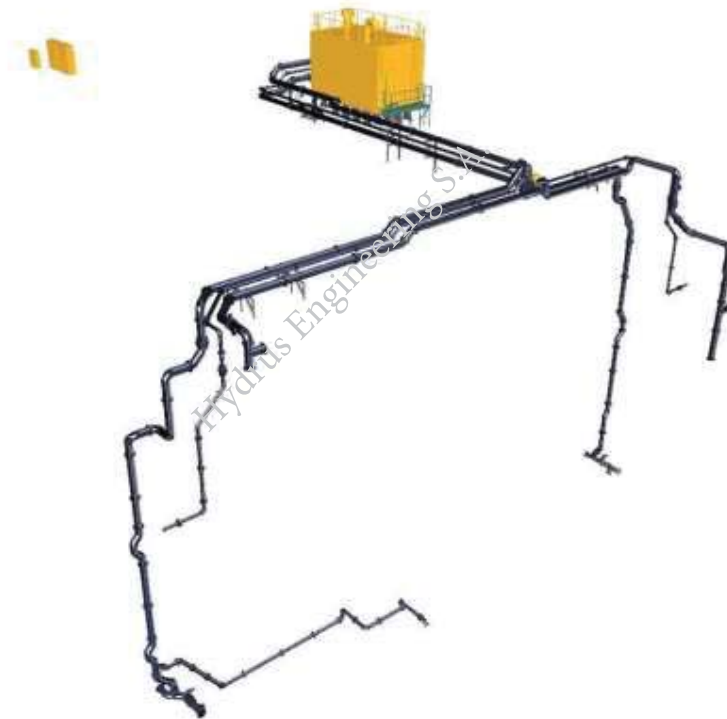
Μετά το κλείσιμο όλων των εκκρεμών σχολίων του Νηογνώμονα, απαιτείται η αναθεώρηση του αρχικού Σχεδίου Διαχείρισης Έρματος (BWMP) του πλοίου, συμπεριλαμβανομένου του εγκεκριμένου σχεδίου σωληνώσεων του πλοίου περιέχοντας το κύριο σύστημα BWTS P1000EX και το BWTS P250 για την ολοκλήρωση της διαδικασίας έγκρισης των σχεδίων για το νέο BWTS. Στην περίπτωση μας υπάρχουν σαφείς αναφορές στις ποσότητες που μπορούν να διαχειριστούν τα δύο συστήματα.

### 6.7. Λεπτομερής Τρισδιάστατη Σχεδίαση

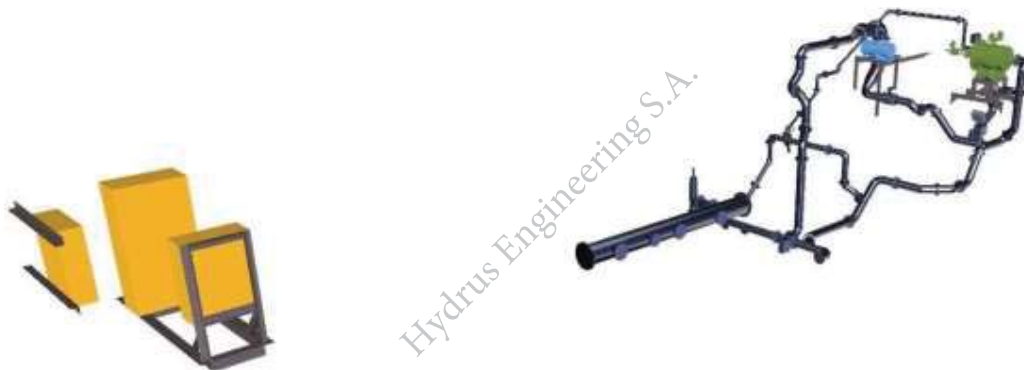
Η διαδικασία τεχνικής μελέτης για εγκατάσταση BWTS σε υπάρχον πλοίο περιλαμβάνει, όπως κάθε μετασκευή, τροποποιήσεις και αποκλίσεις από την αρχική πρόταση σχεδιασμού και πάντα σε συνδυασμό με τους ισχύοντες κανονισμούς του εκάστοτε Νηογνώμονα. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να προκληθούν λόγω σχολίων του Νηογνώμονα ή αιτημάτων της Πλοιοκτήτριας Εταιρίας, μέχρι να καταλήξουν σε ένα σχέδιο που πληροί ταυτόχρονα τις απαιτήσεις και των δύο μερών. Η Λεπτομερής Τρισδιάστατη Μηχανική είναι το στάδιο της τεχνικής μελέτης, στο οποίο υλοποιούνται αυτές οι τροποποιήσεις στο σχέδιο BWTS. Λαμβάνοντας υπόψιν τις απαιτήσεις της Πλοιοκτήτριας Εταιρίας, η οποία και θα χειρίζεται την νέα εγκατάσταση και θα την ήθελε κατά το δυνατόν απλή για τα μέλη του Πληρώματος, αλλά και τις απαιτήσεις του Νηογνώμονα, ο οποίος επιθυμεί να σχεδιαστεί μία κατασκευή σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, προκύπτει η Ολοκλήρωση του τρισδιάστατου μοντέλου BWTS.

Σε αυτό το σημείο της Διπλωματικής εργασίας θα παρουσιαστεί το τελικό τρισδιάστατο μοντέλο για καθένα από τα δύο συστήματα BWTS που επρόκειται να εγκατασταθούν στο πλοίο, τα οποία θα οδηγήσουν στο τελικό και πολύ σημαντικό στάδιο της Τεχνικής Προδιαγραφής όπου και θα γίνει η λίστα με τα υλικά τα οποία θα πρέπει να εγκατασταθούν, σωλήνες, καλώδια και βαλβίδες κλπ.





Εικόνα 6.551: Τελική εικόνα του Τρισδιάστατου Μοντέλου για το BWTS P1000 EX (Navisworks) (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.56: Τελική εικόνα του Τρισδιάστατου Μοντέλου για το BWTS P250 (Navisworks) (Hydrus Engineering S.A.)

### 6.8. Τεχνική Προδιαγραφή

Η τεχνική προδιαγραφή είναι το τελικό στάδιο μιας τεχνικής μελέτης για μετασκευή BWTS. Λαμβάνοντας υπόψη το έργο μετασκευής από την πλευρά του ιδιοκτήτη/διαχειριστή του πλοίου, η τεχνική προδιαγραφή είναι φάση ύψιστης σημασίας. Ο λόγος είναι ότι η προμήθεια όλων των απαιτούμενων υλικών (ή συμπληρωματικός εξοπλισμός) καθώς και η καταγραφή των απαραίτητων εργασιών που πρέπει να λάβουν χώρα στο Ναυπηγείο κατά την εγκατάσταση του BWTS και μπορούν να διευθετηθούν μόνο μετά την παράδοση των ειδών τεχνικών προδιαγραφών από την πλευρά του τεχνικού γραφείου. Όπως προκύπτει, μολονότι η τεχνική προδιαγραφή αποτελεί μέρος της τεχνικής μελέτης, στην πραγματικότητα είναι κυρίως μια διαδικασία εμπορικού ενδιαφέροντος, καθώς συνδέεται με την έγκαιρη αγορά των υλικών από μέρους του ναυπηγείου αλλά και του χρόνου επεξεργασίας των υλικών ώστε να είναι έτοιμα κατά την άφιξη του πλοίου στο Ναυπηγείο. Ωστόσο, η προετοιμασία των απαιτούμενων καταλόγων παραδοτέων και σχεδίων είναι επίσης μια εργασία μηχανικής, επομένως τα πιο σημαντικά μέρη των τεχνικών προδιαγραφών της μελέτης περίπτωσης μας θα παρουσιαστούν σε αυτήν την ενότητα αυτής της Διπλωματικής.

### *Εγκεκριμένα σχέδια της Μελέτης Εγκατάστασης του BWTS*

Οι εγκεκριμένες εκδόσεις των σχεδίων τάξης που σχεδιάστηκαν από το ναυτικό τεχνικό γραφείο παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα αυτής της Εργασίας (Σχέδια για τον Νηογνώμονα). Αυτά τα σφραγισμένα σχέδια, συνοδευόμενα από τα εγχειρίδια λειτουργίας του κατασκευαστή BWT και το αναθεωρημένο BWMP, ομαδοποιήθηκαν και συμπεριλήφθηκαν στα παραδοτέα στοιχεία των τεχνικών προδιαγραφών στην Πλοιοκτήτρια Εταιρία του πλοίου. Είναι σημαντικό για τη διαχείριση και τη λειτουργία κάθε σκάφους να είναι διαθέσιμα όλα τα εγκεκριμένα σχέδια, τόσο για τη διασφάλιση ότι η εγκατάσταση BWTS εκτελείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Νηογνώμονα όσο και για την αποτελεσματική παρακολούθηση της λειτουργίας ερματισμού του πλοίου γενικά μετά την εγκατάσταση. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, καθώς μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης BWTS πραγματοποιείται μια ολοκληρωτική επιθεώρηση από τον επιθεωρητή του Νηογνώμονα, είναι σημαντικό για τη διευκόλυνση της Έγκρισης της Μετασκευής όλα τα εγκεκριμένα σχέδια της τάξης βρίσκονται στη διάθεση του επιθεωρητή.

### *Λίστα με τα Υλικά Σωληνώσεων*

Τα δύο πιο σημαντικά στοιχεία κάθε BWTS είναι οι νέες σωληνώσεις και ο νέος εξοπλισμός. Όσον αφορά τον νέο εξοπλισμό, όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα προμηθεύονται από τον κατασκευαστή BWT, συμπεριλαμβανομένου του συνολικού κόστους εξοπλισμού του BWTS. Ωστόσο, όσον αφορά τις νέες σωληνώσεις, η Πλοιοκτήτρια Εταιρία του πλοίου θα φροντίσει για την προμήθεια του απαιτούμενου σχετικού υλικού (σωλήνες, γωνιές ή φλάντζες). Το νέο υλικό σωληνώσεων απαιτείται κυρίως για τις νέες γραμμές συστήματος έρματος, που έχουν σχεδιαστεί από τους σχεδιαστές του τεχνικού γραφείου. Η λίστα απαιτούμενων υλικών για το νέο μοντέλο BWTS 3D εξάγεται αυτόματα από το πρόγραμμα σχεδιασμού του AVEVA 3DEverything Model, επομένως υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στη λίστα υλικών για το σύστημα σωληνώσεων έρματος που παρέχεται στην πλευρά του Πλοιοκτήτη. Αυτή η λίστα υλικών που αφορά τα συστήματα σωληνώσεων έχει μεγάλη σημασία για τους πλοιοκτήτες, καθώς το νέο BWTS αποτελείται από χαλύβδινους σωλήνες με σχετικά υψηλό κόστος για τα απαιτούμενα υλικά είναι υψηλό. Η απόφαση της Ναυπηγικής Εταιρίας ήταν επίσης όλες οι νέες σωλήνες να είναι ίδιου τύπου με τις υπάρχουσες σε κάθε δίκτυο στο οποίο έγιναν προσθήκες.

**Pipe Material Bulk Take Off**

Date: 15-05-19  
Project: MT\_ALPINE\_MAGNOLIA

Piping Components by Specification

Pipe Specification STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV./STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV.

Type	Desc	P1	P2	P3	Length (m)	Qty
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	150mm	150mm			24
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	200mm	200mm			11
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	300mm	300mm			55
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	350mm	350mm			7
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	50mm	50mm			1
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	100mm	100mm			1
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	150mm	150mm			61
FLAN	BLIND FLANGE JIS B2220 5K FF	150mm	150mm			1
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	150mm	150mm			11
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	200mm	200mm			15
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	200mm	200mm			25
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	300mm	300mm			153
FLAN	BLIND FLANGE JIS B2220 5K FF	300mm	300mm			2
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	300mm	300mm			5
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	350mm	350mm			14
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	350mm	350mm			2
FLAN	BLIND FLANGE JIS B2220 10K FF	100mm	100mm			1
FLAN	3-FLANGED PENETRATION PIECE 5K L=300mm	150mm	150mm	150mm		2
FLAN	3-FLANGED PENETRATION PIECE 5K L=300mm	300mm	300mm	300mm		3
FLAN	DRIFICE THICK 3mm	300mm	300mm			2
FLAN	BLIND FLANGE JIS B2220 10K FF	150mm	150mm			2
GASK	GASKET 2MM ASBESTOS FREE	100mm	100mm			1
GASK	GASKET 2MM ASBESTOS FREE	150mm	150mm			38
GASK	GASKET 3MM ASBESTOS FREE	200mm	200mm			16
GASK	GASKET 3MM ASBESTOS FREE	300mm	300mm			77
GASK	GASKET 3MM ASBESTOS FREE	350mm	350mm			8
REDU	REDUCER CONC JISB2311BWD	350mm	300mm			2
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	50mm			0.27	
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	100mm			0.29	
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	150mm			72.48	
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	200mm			19.85	
TUBI	STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV.	300mm			140.46	
TUBI	STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV.	350mm			10.88	

Page: 1/1

Εικόνα 6.57: Λίστα Σωληνώσεων για το BWTS P1000 EX (AVEVA 3D Everything) (Hydrus Engineering S.A.)

**Pipe Material Bulk Take Off**

Date: 15-05-19  
Project: MT\_ALPINE\_MAGNOLIA

**Piping Components by Specification**

**Pipe Specification** STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV./STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.

Type	Desc	P1	P2	P3	Length (m)	Qty
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	100mm	100mm			9
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	150mm	150mm			7
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	200mm	200mm			33
ELBO	ELBOW SR JIS B2311BW	350mm	350mm			2
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	100mm	100mm			17
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	150mm	150mm			15
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	200mm	200mm			1
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	200mm	200mm			54
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	250mm	250mm			2
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	250mm	250mm			3
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	300mm	300mm			1
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 10K FF	350mm	350mm			2
FLAN	SLIP ON FLANGE JIS B2220 5K FF	500mm	500mm			2
FLAN	BLIND FLANGE JIS B2220 10K FF	100mm	100mm			2
GASK	GASKET 2MM ASBESTOS FREE	100mm	100mm			10
GASK	GASKET 2MM ASBESTOS FREE	150mm	150mm			7
GASK	GASKET 3MM ASBESTOS FREE	200mm	200mm			23
GASK	GASKET 3MM ASBESTOS FREE	250mm	250mm			2
GASK	GASKET 3MM ASBESTOS FREE	350mm	350mm			2
INST	FLOW METER ISO JIS 10K (PANASIA SUPPLY)	200mm	200mm	0mm		1
REDU	REDU CONC ANSI B16.9BW	350mm	200mm	0mm		2
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	100mm			9.17	
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	150mm			7.58	
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	200mm			24.61	
TUBI	STPG370-E SCH40 JIS G3454 GALV.	250mm			1.57	
TUBI	STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV.	300mm			0.35	
TUBI	STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV.	350mm			0.31	
TUBI	STPG370-E 9.5T JIS G3454 GALV.	500mm			5.32	

Page: 1/1

Εικόνα 6.58: Λίστα Σωληνώσεων για το BWTS P250 (AVEVA 3D Everything) (Hydrus Engineering S.A.)

Εκτός από τις σωληνώσεις έρματος, όπως ήδη αναφέρθηκε σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία, η λειτουργία του BWTS απαιτεί σύνδεση με το σύστημα σωληνώσεων του αέρα ελέγχου. Αυτοί οι σωλήνες στο σκάφος μελέτης περίπτωσης μας είναι σχετικά μικρής διαμέτρου ( $d < 50\text{mm}$ ), επομένως δεν μοντελοποιούνται από τους σχεδιαστές του τεχνικού γραφείου και η εγκατάστασή τους επί του πλοίου αποφασίζεται από τους μηχανικούς εγκατάστασης και τους τεχνικούς επιβλέποντες του πλοίου κατά την εγκατάσταση. Ωστόσο, οι σχεδιαστές ετοίμασαν λίστες με τις εκτιμήσεις για τα απαιτούμενα υλικά για το συγκεκριμένο, σύμφωνα με τις μετρήσεις τους από το τρισδιάστατο νέφος σημείων του Πλοίου έως τις θέσεις εγκατάστασης του εξοπλισμού πάνω στο οποίο συνδέονται.

• ESTIMATION OF NEW CONTROL & COMPRESSED AIR PIPES (OWNER SUPPLY LIST)

VALVE NO.	DESCRIPTION	BORE	LENGTH	QUANTITY	DESCRIPTION
PIPE	COPPER C1220T (COMPRESSED AIR IN UPPER DECK)	∅12	70	1	UPPER DECK
PIPE	COPPER C1220T (COMPRESSED AIR IN E/R)	∅8	30	1	ENGINE ROOM
COUPLING	BRASS UNION	∅12		25	UPPER DECK
COUPLING	BRASS UNION	∅8		10	ENGINE ROOM

Εικόνα 6.59: Λίστα Σωληνώσεων για το σύστημα Αέρος (Hydrus Engineering S.A.)

• ESTIMATION OF NEW DRAIN PIPES IN UPPER DECK (OWNER SUPPLY LIST)

VALVE NO.	DESCRIPTION	BORE	LENGTH (m)	QUANTITY
PIPE	JIS ERW (STPG370) SCH40 GALV.(DRAIN PIPE IN ENGINE ROOM)	DN25	10	
FLANGE	SLIP ON FLANGE JIS B2220 FF 10K	DN40		10

Εικόνα 6.60: Λίστα Σωληνώσεων για το σύστημα Αποστράγκισης Μηχανοστασίου (Drain System Piping) (Hydrus Engineering S.A.)

• ESTIMATION OF NEW DRAIN PIPES IN ENGINE ROOM (OWNER SUPPLY LIST)

VALVE NO.	DESCRIPTION	BORE	LENGTH (m)	QUANTITY
PIPE	JIS ERW (STPG370) SCH40 GALV.(DRAIN PIPE IN ENGINE ROOM)	DN40	15	
PIPE	JIS ERW (STPG370) SCH40 GALV.(DRAIN PIPE IN ENGINE ROOM)	DN25	15	
FLANGE	SLIP ON FLANGE JIS B2220 FF 10K	DN40		14
FLANGE	SLIP ON FLANGE JIS B2220 FF 10K	DN25		14

Εικόνα 6.61: Λίστα Σωληνώσεων για το σύστημα Αποστράγκισης Καταστρώματος (Drain System Piping) (Hydrus Engineering S.A.)

### *Λίστα Υλικών Κατασκευής (Δομικών Υλικών)*

Η μετασκευή BWTS είναι ένα περίπλοκο ζήτημα που απαιτεί διάφορες εργασίες επί του πλοίου κατά την εγκατάσταση. Αυτές οι εργασίες μπορούν να ταξινομηθούν σε σωληνουργικές, ηλεκτρικές ή δομικές. Σημαντικό ζήτημα είναι και οι δομικές εργασίες για την κατασκευή των βάσεων του κύριου ή δευτερεύοντος εξοπλισμού, αλλά της στήριξης σωλήνων, καθώς έχουν σημαντικό κόστος που συμβάλλει στη συνολική χρέωση από το ναυπηγείο. Για το λόγο αυτό, μετά τον τρισδιάστατο σχεδιασμό των θεμελίων BWTS και των στηρίξεων σωλήνων από την πλευρά του τεχνικού γραφείου, δόθηκαν στους πλοιοκτήτες οι λίστες υλικών για τα απαιτούμενα δομικά στοιχεία στο στάδιο αυτό της Τεχνικής Μελέτης. Σημειώνεται ότι όλα τα είδη που περιλαμβάνονται στους παρακάτω καταλόγους υλικών υποδεικνύονται ότι είναι από μαλακό χάλυβα ποιότητας «Α», σύμφωνα με την καθιερωμένη ναυτική πρακτική.

- NEW ANGLE BARS

#	SIZE	LENGTH	PURPOSE	QUANTITY
1	120x120x10	Approx. 10200mm	UV APT FOUNDATION	1
2	150x150x10	Approx. 8500mm	APT EL.EQUIPMENT FOUNDATION	1
3	100x100x10	Approx. 229500mm	APT & MAIN EL.EQUIPMENT FOUNDATION, STRAINER FOUNDATION, HULL PIPE SUPPORTS	1
4	130x130x12	Approx. 16250mm	MAIN EL.EQUIPMENT FOUNDATION	1
5	80x80x10	Approx. 175000mm	E/R PIPE SUPPORTS, HULL PIPE SUPPORTS	1

Εικόνα 6.62: Λίστα Υλικών για τις Γωνιές (Angle Bars) (Hydrus Engineering S.A.)

- NEW PLATES

#	THICKNESS	SIZE	PURPOSE	QUANTITY
1	13 mm	Approx. 49 m <sup>2</sup>	DECKHOUSE FOUNDATION	1
2	10 mm	Approx. 0.8 m <sup>2</sup>	FILTER FOUNDATION	1
3	8 mm	Approx. 1 m <sup>2</sup>	PORT & STBD OVB BRACKETS, APT PORT OVB BRACKETS	1

All new plates to be of Mild Steel Grade 'A'

Εικόνα 6.63: Λίστα Υλικών για τα Επίπεδα Ελάσματα (Steel Plates) (Hydrus Engineering S.A.)

- U-BOLTS

#	SIZE (mm)	PURPOSE	QUANTITY
1	200DN	E/R PIPING, HULL PIPING	42
2	300DN	HULL PIPING	140
3	150DN	E/R PIPING, HULL PIPING	65
4	350DN	HULL PIPING	12
5	100DN	E/R PIPING	10
6	250	E/R PIPING	1

Εικόνα 6.64: Λίστα Υλικών για τα στηρίγματα των Σωληνών (U-Bolts) (Hydrus Engineering S.A.)

## Λίστα Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού

Το σύστημα BWTS που μελετάται στην Παρούσα Εργασία ενσωματώνει πολλές ηλεκτρικές συνδέσεις είτε για την τροφοδοσία των εξαρτημάτων του συστήματος είτε για τις συνδέσεις σήματος ελέγχου και παρακολούθησης συστήματος. Η απαιτούμενη λίστα νέων καλωδίων (καλώδια παροχής ρεύματος και σήματος) περιλαμβάνεται στο εγχειρίδιο λειτουργίας του κατασκευαστή BWTS. Με βάση αυτή τη λίστα το τεχνικό γραφείο συντάσσει τη λίστα μήκους καλωδίου, μετά τον υπολογισμό του απαιτούμενου μήκους κάθε νέου καλωδίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν ακολουθώντας τις υπάρχουσες διαδρομές των καλωδίων του πλοίου, σύμφωνα με το τρισδιάστατο νέφος σημείων του πλοίου και το ενσωματωμένο σχέδιο διαδρομής καλωδίου, για τις συνδέσεις είτε μεταξύ δύο ηλεκτρικών εξαρτημάτων του BWTS είτε μεταξύ του BWTS και υπάρχοντων συστημάτων του πλοίου, όπως παροχικοί πίνακες τροφοδοσίας του πλοίου με ένα ηλεκτρικό εξάρτημα συστήματος. Εκτός από το μήκος, οι προδιαγραφές για τα νέα καλώδια παρέχονται στη λίστα παραδοτέων, σύμφωνα με τις υπάρχουσες προδιαγραφές καλωδίων του πλοίου καθώς και τις απαιτήσεις του Νηογνώμωνα.

SHIPYARD		PANASIA	
TYPE	LENGTH(m)	TYPE	LENGTH(m)
DPYCY-1.5	495.00	PROFIBUS DP CABLE	48
DPYCY-2.5	326.25	2.5SQ*12C/2.5SQ*7C	250
TPYCY-1.5	530		
TPYCY-1.5	693		
TPYCY-16	96		
TPYCY-25	53		
TPYCY-35	53		
TTPYCYSLA-1	183.8		
MPYCY-2	281		
MPYCY-4	1809		
MPYCY-4S	1313		
MPYCY-7	521		
MPYCY-12	469		
MPYCY-19	71		
MPYCY-19S	88		
MPYCY-27	234		
FMYS2	88		
MPYCYSLA-2	180		
GENERAL NOTES			
1. ALL NEW CABLES SHALL BE MARINE TYPE IN ACCORDANCE WITH JIS C3410 AND APPROVED BY CLASS.			
2. ALL NEW CABLES SHALL HAVE EP RUBBER INSULATION.			
3. ALL NEW CABLES SHALL HAVE PVC SHEATH.			
4. ALL NEW CABLES SHALL HAVE STEEL WIRE BREAD ARMOUR.			
5. ALL NEW CABLES INSTALLED IN DANGEROUS AREA SHALL HAVE PVC PROTECTIVE COVERING.			

Εικόνα 6.65: Λίστα Υλικών για τα καλώδια (Cable List) (Hydrus Engineering S.A.)

## Ισομετρικά Σχέδια των Σωληνώσεων Έρματος

Μια κρίσιμη παράμετρος μιας μετασκευής BWTS είναι αναμφίβολα ο χρόνος εγκατάστασης. Αυτό συμβαίνει γιατί ο κύριος στόχος για την πλοιοκτήτρια εταιρεία είναι μια αποτελεσματική και γρήγορη εγκατάσταση, αφού από τη στιγμή που το πλοίο παραμένει στο ναυπηγείο για τη μετασκευή το πλοίο δεν έχει έσοδα και είναι εκτός αγοράς, επομένως δεν παρέχεται κανένα εισόδημα για την εταιρεία. Επιπλέον, λόγω της αυξημένης ζήτησης για μετασκευές, τα ναυπηγεία υπερχρεώνονται για τυχόν καθυστερήσεις στην ολοκλήρωση της εγκατάστασης BWTS από τις

#### Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο

Πλοιοκτήτριες Εταιρίες, ως αποζημίωση. Για τους λόγους αυτούς, η προκατασκευή των απαιτούμενων στοιχείων BWTS είναι μεγάλης σημασίας για την πλευρά του ιδιοκτήτη, έτσι ώστε ακόμη και πριν το πλοίο φτάσει στο ναυπηγείο που θα τελεστούν οι εργασίες και η μετασκευή οι κύριες σωληνώσεις ή τα δομικά μέρη να είναι έτοιμα για μεταφορά πάνω στο πλοίο και την αντίστοιχη εγκατάσταση. Όσον αφορά τις κύριες νέες σωληνώσεις BWTS, τα ισομετρικά σχέδια σωλήνων επιτρέπουν τη διαδικασία προκατασκευής και για το λόγο αυτό θεωρούνται το σημαντικότερο μέρος της τεχνικής προδιαγραφής. Αυτά τα σχέδια σωλήνων εξάγονται αυτόματα μετά την εισαγωγή του μοντέλου BWTS 3D στο πρόγραμμα AVEVA Everything3D Isodraft, υποδεικνύοντας λεπτομέρειες κατασκευής για κάθε νέο σωλήνα, όπως:

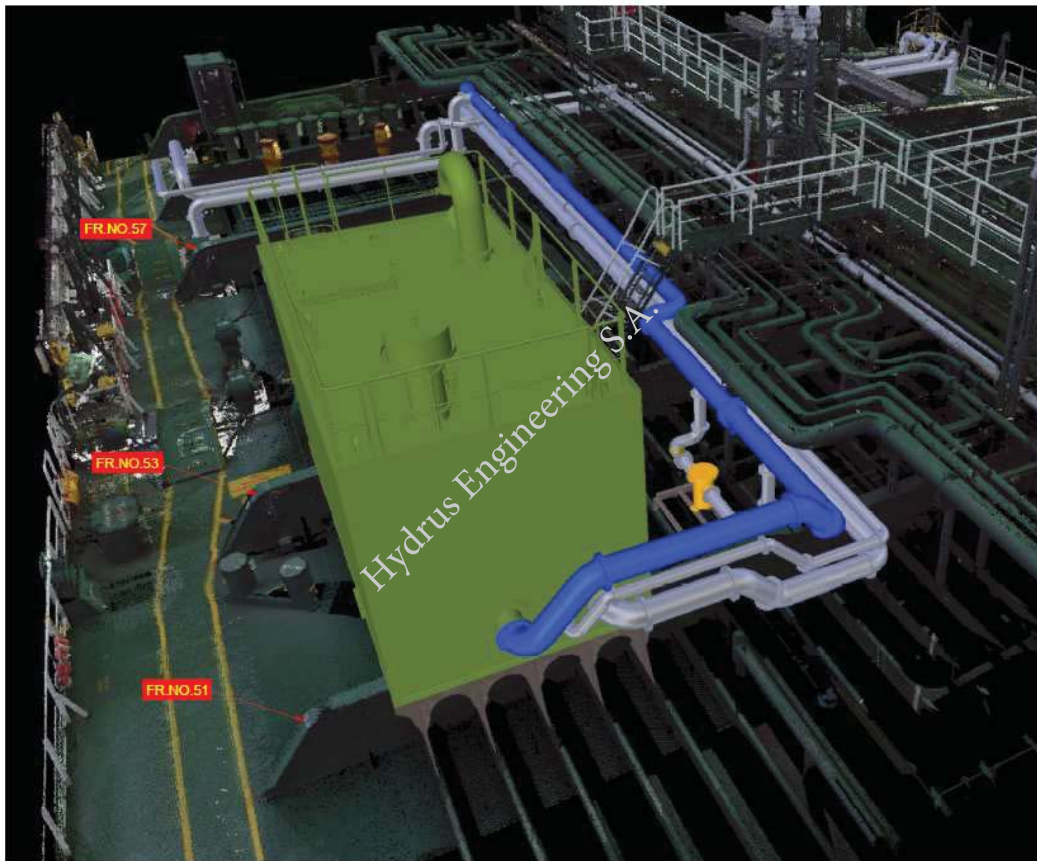
1. Προδιαγραφές σωλήνων,
2. Αριθμός κομματιών,
3. Συντεταγμένες των στοιχείων του σωλήνα στο τρισδιάστατο νέφος σημείων του πλοίου,
4. Σύνδεση με εξάρτημα BWTS ή/και άλλους υπάρχοντες ή νέους σωλήνες,
5. Μήκος κάθε κομματιού,
6. Γωνία και προσανατολισμός κάθε γωνίας,
7. Περιλαμβάνονται τυχόν εξαρτήματα όπως βαλβίδες,
8. Αριθμός και προδιαγραφές φλάντζων,
9. Ένδειξη για χαλαρές φλάντζες (για ρύθμιση επί τόπου προκειμένου να αποφευχθούν λανθασμένες ευθυγραμμίσεις λόγω σφαλμάτων στην τρισδιάστατη σχεδίαση ή στην κατασκευή)
10. Ένδειξη για τη θέση των στηριγμάτων (U-Bolts) του εκάστοτε τμήματος σωλήνα

Εκτός από το ισομετρικό σχέδιο του σωλήνα που εξάγεται αυτόματα, οι σχεδιαστές του τεχνικού γραφείου προετοιμάζουν συμπληρωματικά, με τη χρήση του Autodesk Autocad, ένα σχέδιο διάταξης που περιλαμβάνει φωτογραφίες του σωλήνα στο τρισδιάστατο σύννεφο σημείων πλοίων, μέσω του προγράμματος της Autodesk Navisworks, για τη διευκόλυνση της εγκατάστασης του σωλήνα BWTS επί του πλοίου.

Για κάθε νέο ή υφιστάμενο μοντελοποιημένο σωλήνα του BWTS προετοιμάζεται ένα πακέτο που περιλαμβάνει το ισομετρικό σωλήνα και το σχέδιο διάταξης. Όσον αφορά τους υπάρχοντες σωλήνες, τα σχέδια σωλήνων παραδίδονται στην πλευρά του πλοιοκτήτη, υποδεικνύοντας τις υπάρχουσες φλάντζες που θα αντικατασταθούν για τις νέες συνδέσεις καθώς και την ακριβή θέση αυτών των συνδέσεων. Ωστόσο, η απόφαση για το αν θα αντικατασταθούν αυτά τα τμήματα ή θα γίνουν οι νέες συνδέσεις στα υπάρχοντα, ανήκει στον τεχνικό προϊστάμενο της Πλοιοκτήτριας εταιρείας.

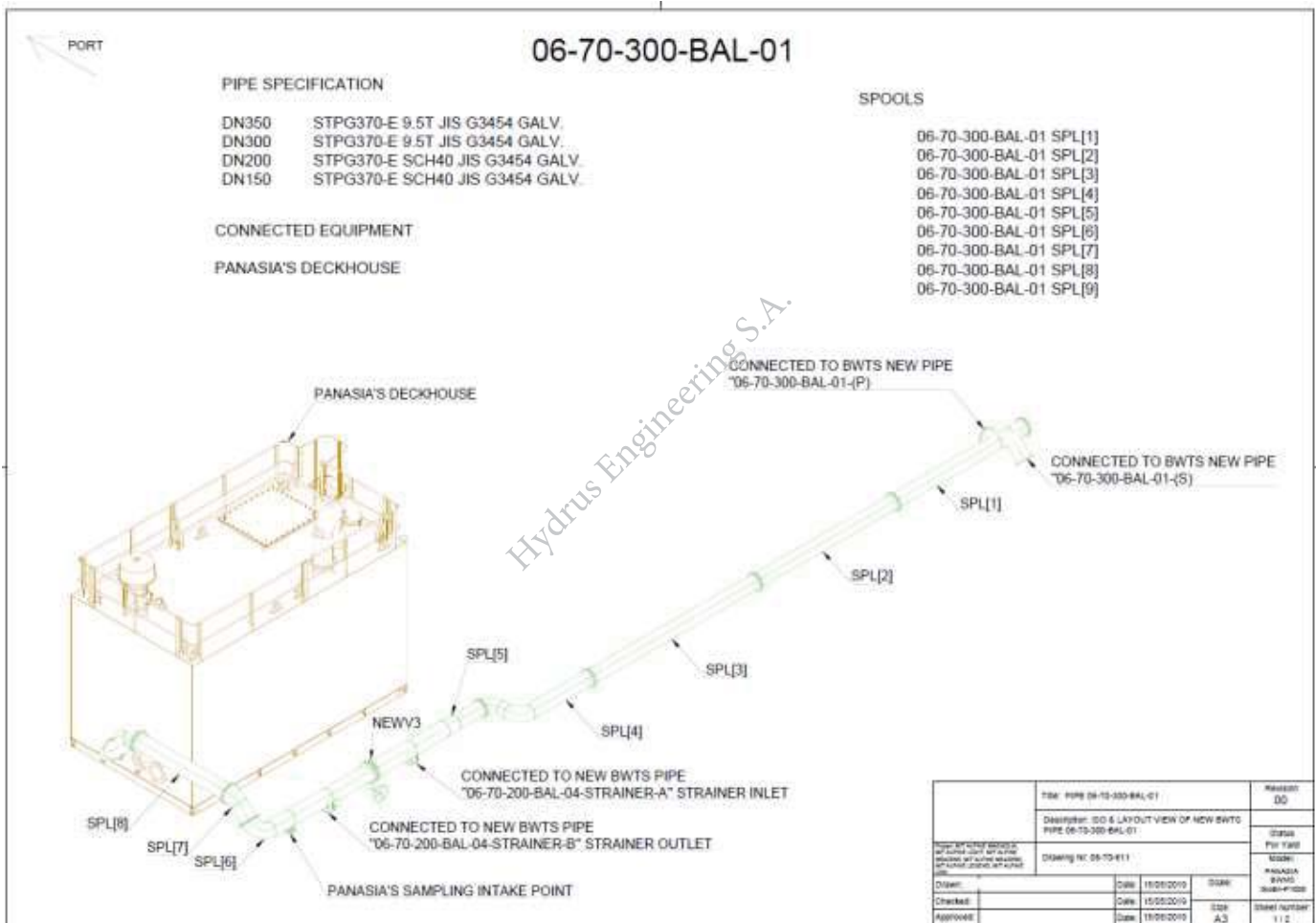
Τέλος, στην παράγραφο αυτής της Διπλωματικής, θα παρουσιαστεί παρακάτω ένα παράδειγμα ισομετρικού και σχεδίου διάταξης, τόσο για την περίπτωση ενός νέου όσο και ενός υπάρχοντος μοντελοποιημένου σωλήνα για την μετασκευή BWTS του πλοίου μελέτης περίπτωσης.



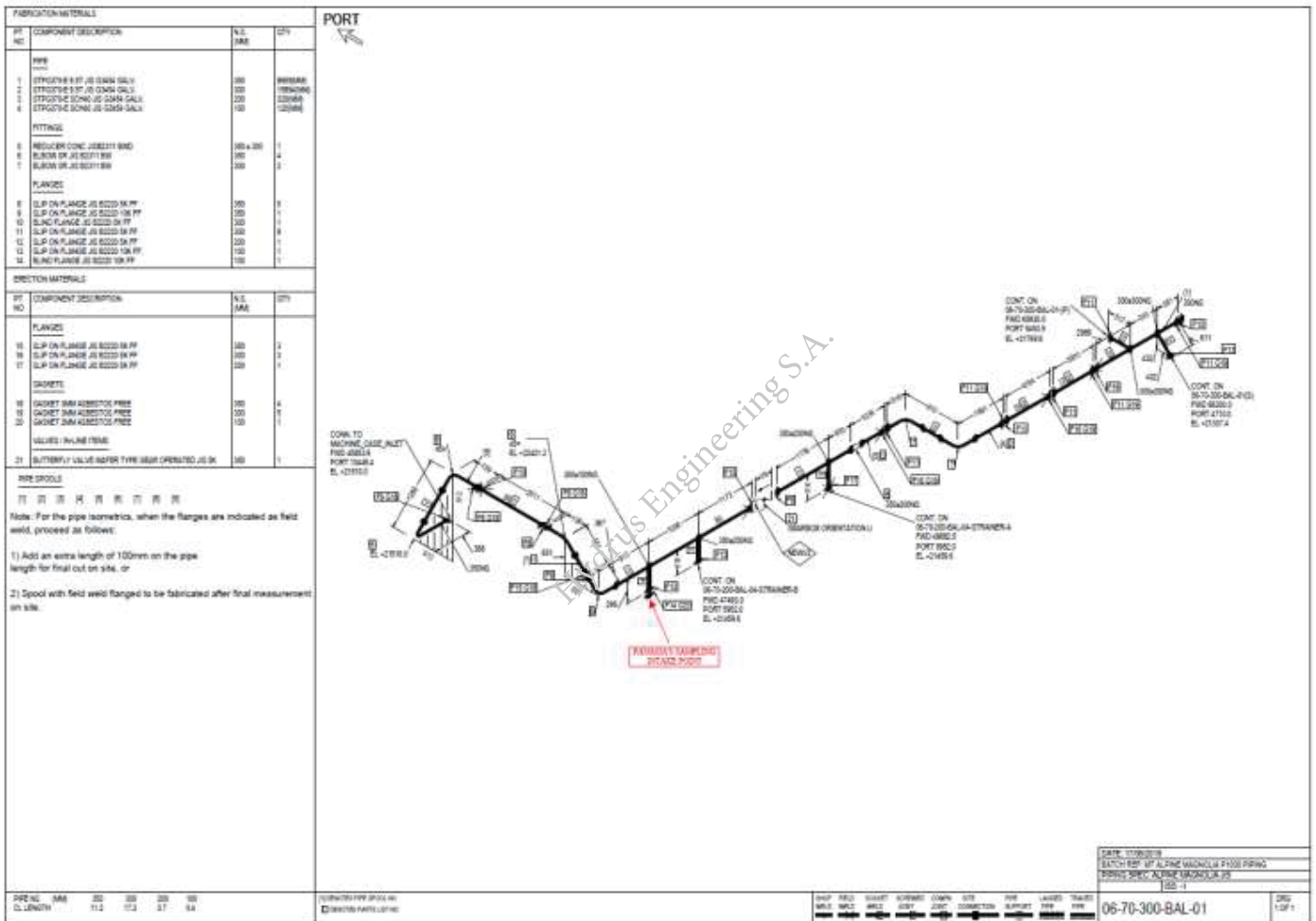


PIPE 06-70-300-BAL-01, UPPER DECK PORT SIDE,  
LOOKING FWD/STBD

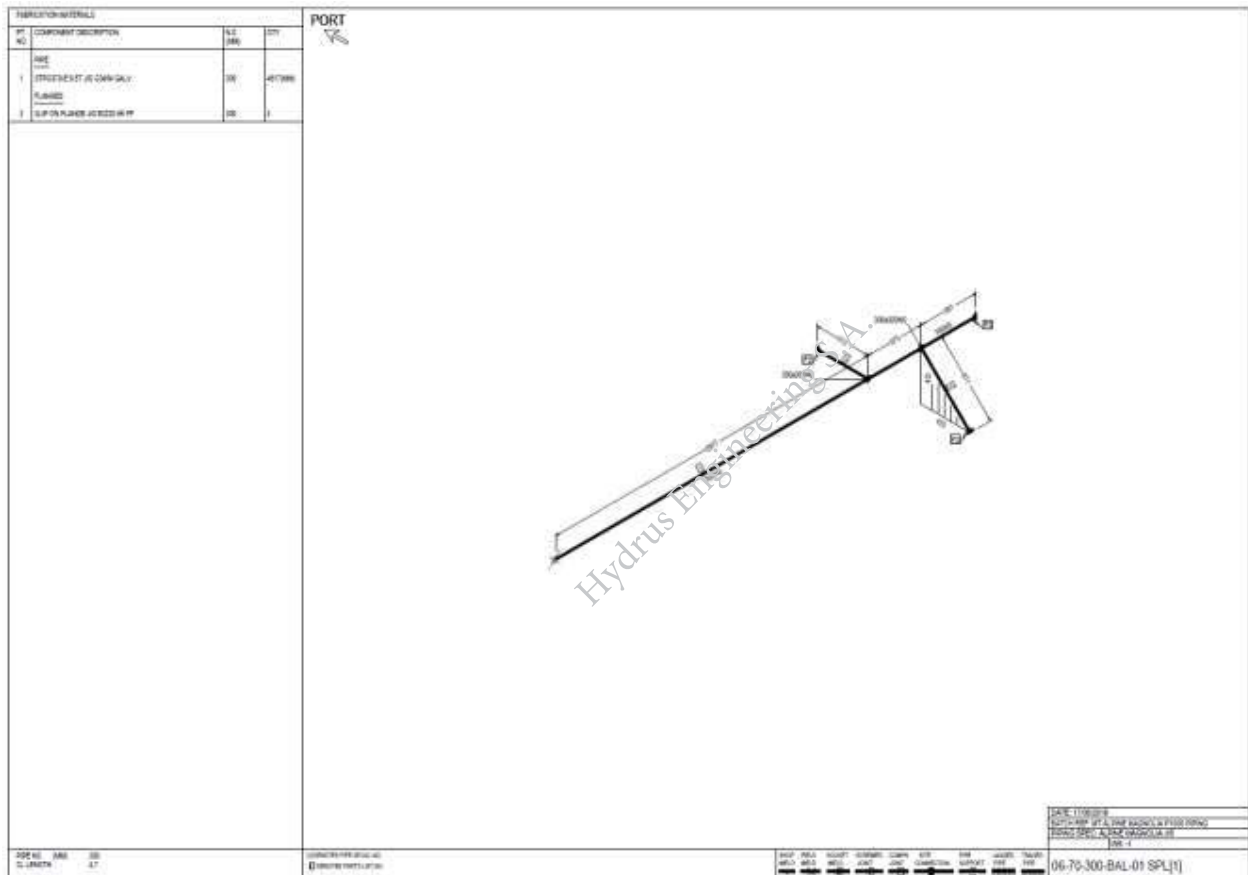
Εικόνα 6.66: Εικόνα από το 3D Νέφος της σωλήνας του συστήματος BWTS P1000 EX στο Κατάστρωμα με κωδικό 06-70-300-BAL-01 (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.67: Η Σωλήνα της εικόνας 6.66 από το πρόγραμμα AVEVA 3D Everything, δείχνοντας τα κομμάτια από τα οποία αποτελείται (Hydrus Engineering S.A.)



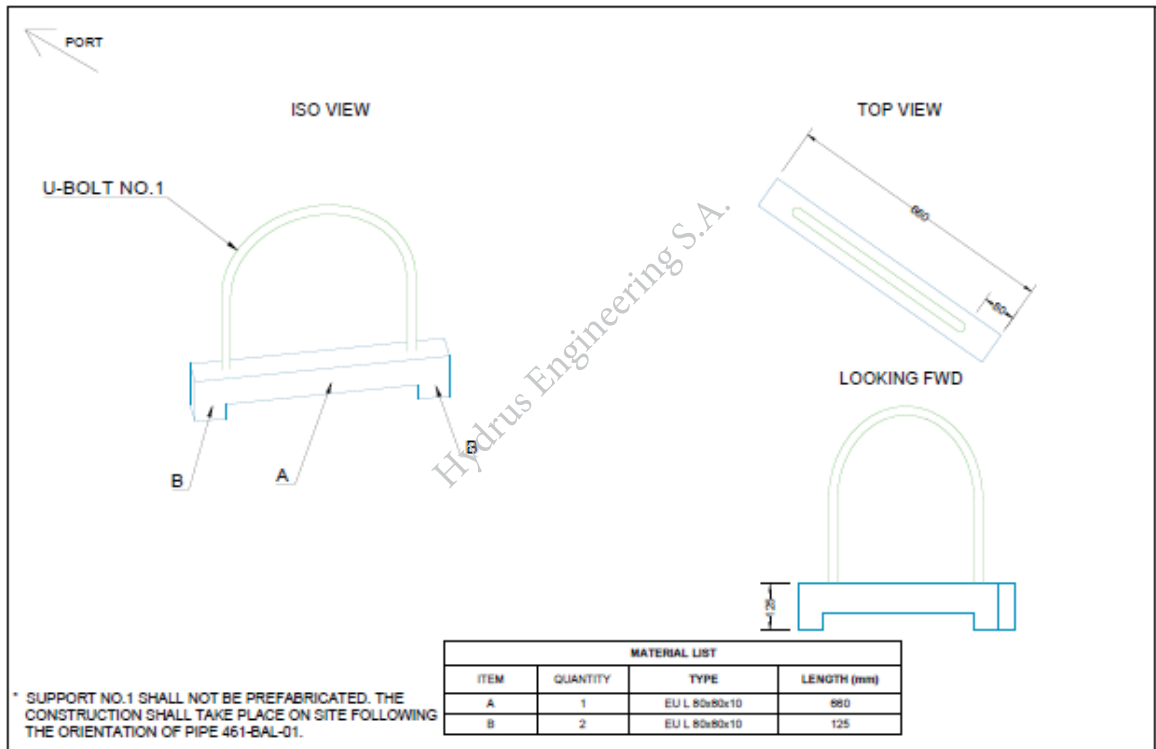
Εικόνα 6.68: Η Σωλήνα της εικόνας 6.66 από το πρόγραμμα AVEVA 3D Everything, δείχνοντας σχεδιαστικές λεπτομέρειες υλικών και μέρη από τα οποία αποτελείται (Hydrus Engineering S.A.)



Εικόνα 6.69: Το πρώτο τμήμα από τη Σωλήνα της εικόνας 6.66 από το πρόγραμμα AVEVA 3D Everything, δείχνοντας σχεδιαστικές λεπτομέρειες για να δοθεί στην Παραγωγή του Ναυπηγείου και να κατασκευαστεί (Hydrus Engineering S.A.)

### Κατασκευαστικά Σχέδια

Εκτός από τους σωλήνες έρματος, η διαδικασία προκατασκευής του ναυπηγείου πριν από την εγκατάσταση του BWTS περιλαμβάνει και την παραγωγή των βάσεων για τον κύριο και τον δευτερεύοντα εξοπλισμό του BWTS. Με αυτόν τον τρόπο, κατά τη μεταφορά του εξοπλισμού BWTS στο χώρο εγκατάστασης, απαιτείται μόνο η συγκόλληση ή τοποθέτηση και στις αντίστοιχες βάσεις τους, ανάλογα με την περίπτωση, οπότε και εξοικονομείται πολύτιμος χρόνος. Για το λόγο αυτό, οι σχεδιαστές τεχνικών γραφείων, μετά την τρισδιάστατη σχεδίαση στην AVEVA Everything3D, εκπονούν λεπτομερή κατασκευαστικά σχέδια, με τη χρήση του Autodesk Autocad, για κάθε εξάρτημα του νέου BWTS. Επιπλέον, υποδεικνύεται η ακριβής θέση εγκατάστασης του αναφερόμενου εξοπλισμού, με μεγαλύτερη ακρίβεια από ό,τι στο σχέδιο διάταξης του μηχανοστασίου. Όσον αφορά τη στήριξη των νέων σωλήνων BWTS, στο τελικό μοντέλο BWTS 3D περιλαμβάνονται προτεινόμενα στηρίγματα σωλήνων, σύμφωνα με την καθιερωμένη ναυτική πρακτική για τη στήριξη αυτή. Τα στηρίγματα των σωλήνων συνήθως δεν είναι προκατασκευασμένα αλλά αυτά τα σχέδια που περιλαμβάνονται στις τεχνικές προδιαγραφές κυρίως για λόγους εκτίμησης των απαιτούμενων υλικών. Παρακάτω φαίνεται παραδείγματα τριών βασικών τύπων των σχεδιασμένων στηρίξεων σωλήνων περιλαμβάνονται.



Εικόνα 6.70: Παράδειγμα πρότασης για στήριγμα Σωλήνωσης (Hydrus Engineering S.A.)

## *Κεφάλαιο 7ο: Εγκατάσταση του BWTS σε Ναυπηγείο στο πλοίο Pine Meadow*

Σε αυτό το σημείο της Διπλωματικής Εργασίας θα αναλυθούν τα βασικά σημεία από τα οποία αποτελείται η εγκατάσταση πάνω στο Πλοίο ενός συστήματος Επεξεργασίας Έρματος, λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς το πλοίο Pine Meadow της Ναυπηγικής Εταιρείας Sea World Management and Trading Inc.

Η διαδικασία για την εγκατάσταση ξεκινά από την απαίτηση που υπάρχει για την ενσωμάτωση του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος πάνω στο πλοίο, ώστε να πληρεί τον ισχύοντα κανονισμό. Στην περίπτωση του πλοίου υπό συζήτηση, αυτή η περίοδος ήταν Σεπτέμβριο του 2020. Όλη η μελέτη με τα αντίστοιχα βήματα όπως αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 6 έλαβαν χώρα και τα αποτελέσματά της ήταν διαθέσιμα για διαχείριση και περεταίρω ενέργειες από την Πλοιοκτήτρια Εταιρία αρχές Ιουνίου του 2020. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια η παραγγελία, η προετοιμασία αλλά και η αποστολή του εξοπλισμού BWTS P1000 EX και BWTS P250 από την κατασκευάστρια Εταιρία Panasia Co. LTD ολοκληρώθηκε την ίδια περίοδο, τον Ιούνιο του 2020,

Η Πλοιοκτήτρια Εταιρία λαμβάνοντας υπόψιν εμπορικούς παράγοντες διάλεξε το Ναυπηγείο στο οποίο θα τελεστούν όλες οι εργασίες που απαιτούνται και η εγκατάσταση του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Έρματος. Η Τεχνική Προδιαγραφή, συμπεριλαμβανομένων όλων των σχεδίων μετά την έγκρισή τους από τον Νηογνόμωνα του Πλοίου, όλων των υλικών που απαιτούνται (σωληνες, ελάσματα και καλώδια) καθώς και τα κατασκευαστικά σχέδια, προωθήθηκαν στο Ναυπηγείο το οποίο και έδωσε την αντίστοιχη προσφορά, επισημαίνοντας τον απαιτούμενο χρόνο προπαρασκευής των υλικών αλλά και τον χρόνο εγκατάστασής τους. Ο χρόνος προπαρασκευής των υλικών περιείχε τον απαιτούμενο χρόνο για την κατασκευή της Υπερκατασκευής του BWTS P1000 EX (BWTS Machine Case), η οποία θα τοποθετηθεί στο ανώτερο κατάστρωμα του πλοίου, όλων των σωληνώσεων για τις οποίες υπάρχουν τα ισομετρικά σχέδια, όλα τα στηρίγματα σωληνών και οι βάσεις των Εξοπλισμών για τα δύο συστήματα Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος. Ως εκ τούτου, ο εξοπλισμός στάλθηκε στο Ναυπηγείο πριν την έλευση του πλοίου για τα γίνουν όλες οι απαιτούμενες προεργασίες και να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος επισκευής επί του πλοίου.

Στις παραμόνες της περιόδου άφιξης του πλοίου στο Ναυπηγείο και της έναρξης των εργασιών μεταβαίνουν στο Ναυπηγείο αντιπρόσωποι της Πλοιοκτήτριας Εταιρείας και του Ναυπηγικού Γραφείου για να συζητηθούν λεπτομέριες του έργου και το επίπεδο προετοιμασίας. Επίσης, από τις πρώτες μέρες του έργου στο Ναυπηγείο έρχεται και ο Επιθεωρητής του Νηογνόμωνα για να διαπιστώσει ότι η εγκατάσταση γίνεται αυστηρά όπως ορίζουν τα εγκεκριμένα σχέδια.

Οι βάσεις των εξοπλισμών τοποθετούνται στις θέσεις τους επί του πλοίου πρόχειρα και έπειτα τοποθετείται ο Εξοπλισμός του BWTS, στις αντίστοιχες ορισμένες θέσεις για το κάθε ένα εκ των BWTS P1000 EX και BWTS P250. Από αυτά τα σημεία ξεκινάει και η εναποθέτηση όλων των καινούργιων σωληνώσεων ερματισμού και οι συνδέσεις πάνω σε υπάρχοντα δίκτυα σωληνών ερματισμού. Μόλις ολοκληρωθεί αυτή η φάση εγκατάστασης γίνεται ολοκληρωτική συγκόλληση όλων των βάσεων των εξοπλισμών και των στηριγμάτων των σωληνώσεων, και ο εξοπλισμός του BWTS βιδώνεται μόνιμα. Ταυτόχρονα έχουν ορισθεί οι διαδρομές των καλωδίων που πρέπει να απλωθούν από και προς τον νέο εξοπλισμό, με συνέπεια όπου χρειαστεί να τοποθετούνται νέοι μεταλλικοί καλωδιάδρομοι και τα καλώδια να απλώνονται, όπως έχει ορισθεί από τα εγκεκριμένα σχέδια. Στην συνέχεια τοποθετούνται οι δευτερεύουσες σωληνώσεις με τα αντίστοιχα στηρίγματά τους (οι μικρότερης διαμέτρου σωληνες για τις οποίες δεν υπάρχουν ισομετρικά) και στον ηλεκτρολογικό τομέα τα καλώδια προετοιμάζονται για τις τελικές συνδέσεις πάνω στους εξοπλισμούς όπως ορίζει ο Κατασκευαστής.

Σε αυτό το σημείο έχοντας ολοκληρώσει την δημιουργία όλων των νέων δικτών, της σύνδεσης των παλιών σωληνώσεων με τις νέες, την πλήρη εγκατάσταση όλων των σχετικών εξοπλισμών και την σύνδεση όλων των απαιτούμενων καλωδίων, καλούνται οι μηχανικοί του Κατασκευαστή του BWTS για να κάνουν όλους του ελέγχους, να ενεργοποιήσουν τους εξοπλισμούς και να κάνουν τις απαραίτητες ρυθμίσεις στους Πίνακες Ελέγχου των συστημάτων. Το Ναυπηγείο γεμίζει τα δίκτυα των νέων σωληνώσεων με το εκάστοτε ρευστό που διέρχεται από αυτά για να ελεγχθεί η στεγανότητά τους (θαλασσινό νερό στις σωλήνες ερματισμού και αέρας στις σωλήνες αέρας), σε αυτό το σημείο γίνονται και τυχόν διορθώσεις αν χρειαστούν. Με αυτόν τον τρόπο όλα είναι έτοιμα για το πραγματικό test ερματισμού και αποερματισμού του πλοίου ώστε να ελεγχθεί η σωστή λειτουργία των συστημάτων αλλά και ότι λειτουργούν όλες οι ρυθμίσεις και οι προειδοποιήσεις τους. Τα test αυτά γίνονται παρουσία του Κατασκευαστή, των αντιπροσώπων της Πλοιοκτήτριας Εταιρίας, του πληρώματος του Πλοίου, του επιθεωρητή του Νηογνόμωνα και του αντιπροσώπου του Ναυπηγικού Γραφείου. Όταν όλα ολοκληρωθούν με επιτυχία, λαμβάνεται και δείγμα από το κάθε ένα BWTS και στέλνεται σε εργαστήριο το οποίο θα πιστοποιήσει την ορθή λειτουργία των συστημάτων. Τότε και θα εγκριθεί ολόκληρη η εγκατάσταση από τον επιθεωρητή του Νηογνόμωνα, θα ανανεωθούν τα πιστοποιητικά του Πλοίου και τότε θα μπορεί να χρησιμοποιεί τα συστήματα επεξεργασίας έρματος.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές εικόνες απο την εγκατάσταση σχετιζομενες με τις ανωτέρω εργασίες.



Εικόνα 7.1: Σωλήνωση του συστήματος BWTS P250 του Μηχανοστασίου



Εικόνα 7.2: Η Υπερκατασκευή του BWTS P1000 EX κατά την διάρκεια της εγκατάστασης

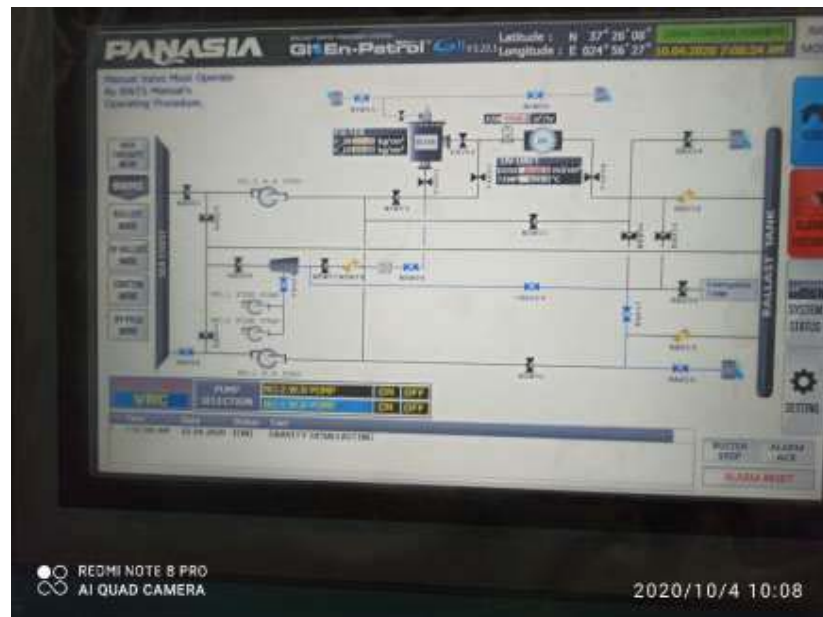


Εικόνα 7.3: Σύνδεση των καλωδίων του Πίνακα Ελέγχου του συστήματος BWTS P1000 EX





Εικόνα 7.4: Ενεργοποιημένος Πίνακας Ελέγχου του συστήματος BWTS P250 του Μηχανοστασίου κατά την διάρκεια του Αρχικού τεστ



Εικόνα 7.5: Ενεργοποιημένος Πίνακας Ελέγχου του συστήματος BWTS P1000 EX κατά την διάρκεια του Αρχικού τεστ

Σε γενικές γραμμές η μελέτη και η εγκατάσταση είχαν μεγάλη ακρίβεια και ως εκ τούτου έγιναν πολύ λίγες διορθώσεις στις σωληνώσεις που είχαν ετοιμαστεί από το Ναυπηγείο ή στις βάσεις των εξοπλισμών που είχαν έρθει έτοιμες προς τοποθέτηση. Παρακάτω παρουσιάζεται μία αλλαγή σε σχέση με το εγκεκριμένο σχέδιο του Νηογνόμωνα, η οποία εγκρίθηκε πάνω στο πλοίο από τον Επιθεωρητή που επέβλεπε ολόκληρη την μετασκευή.

Αυτή η αλλαγή είχε σχέση με την τοποθέτηση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού για το σύστημα BWTS P250 το οποίο τοποθετείται στο Μηχανοστάσιο στο κατώτερο επίπεδο στην πλωρέα και

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο δεξιά μεριά. Σε αυτό το σημείο οι θερμοκρασίες ήταν ιδιαίτερα υψηλές σε σχέση με το υπόλοιπο Μηχανοστάσιο διότι πολύ κοντά υπήρχε μία δεξαμενή Καυσίμων Πετρελαίου (η αρχική θέση φαίνεται στην εικόνα 6.53). Για αυτόν τον λόγο και για την αποφυγή βλαβών στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό του BWTS πάρθηκε η απόφαση να τοποθετηθούν όλοι οι Πίνακες, ο ένας δίπλα στον άλλον, στο ίδιο επίπεδο αλλά στην αριστερή μεριά του Μηχανοστασίου, κοντά στα UV Unit και Filter.



Εικόνα 7.6: Η νέα θέση των Πινάκων Ελέγχου και Παροχής τροφοδοσίας της Μονάδας Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV Power Supply) του συστήματος BWTS P250

## Κεφάλαιο 8ο: Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι κύριοι σκοποί της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι οι εξής:

1. Η έκθεση και η ανάλυση των διαθέσιμων εγκεκριμένων τεχνολογιών BWTS για την συμμόρφωση με το πρότυπο D-2 της σύμβασης BWM, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε μεθόδου και
2. Η Παρουσίαση της μελέτης και της εγκατάστασης του BWTS σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο 50000t DWT. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται πλήρης ανάλυση, με δεδομένα από την Ναυτηλική Εταιρία Sea World Management and Trading Inc., της μελέτης, της προετοιμασίας και της εγκατάστασης ενός συστήματος Επεξεργασίας Έρματος με την τεχνολογία της Υπεριόδους ακτινοβολίας.

Σε ότι αφορά τα κύρια συμπεράσματα αυτής της Διπλωματικής αλλά και λαμβάνοντας υπόψιν την κατάσταση της αγοράς, όπου θα πρέπει μέσα στα επόμενα δύο χρόνια, μέχρι το έτος 2024 (MARTECMA (JUNE 2022) 2022 BWSM OPERATIONAL EXPERIENCE SURVEY), όλα τα πλοία να συμμορφωθούν με κάποια λύση ώστε να συνεχίσουν να μπορούν να ταξιδεύουν και να δουλεύουν σε ολόκληρο τον κόσμο με το πρότυπο D-2, δηλαδή της επεξεργασίας του Έρματος.

Σε ότι αφορά την εκλογή του κατάλληλου συστήματος BWTS, η ανάλυση υπογραμμίζει τον κύριο ρόλο των κανονισμών στην επιλογή του συστήματος που οι ιδιοκτήτες πλοίων επιλέγουν να εγκαταστήσουν στα πλοία τους, δηλαδή να είναι εγκεκριμένο είτε από IMO είτε και από το USCG. Με αυτόν τον τρόπο, πρέπει να ληφθούν υπόψιν:

1. Τύπος και μέγεθος του πλοίου,
2. Περιοχή λειτουργίας & προγραμματισμένες διαδρομές,
3. Διαθέσιμη Ηλεκτρική Ισχύς,
4. Χωρητικότητα έρματος,
5. Διάταξη ER/PR (διαθεσιμότητα χώρου).

Έχοντας λάβει τα ανωτέρω υπόψιν και σαν έκτο παράγοντα το κόστος κτήσης / συντήρησης η Ναυτιλιακή Εταιρία διάλεξε το BWTS P1000 EX και BWTS P250 της Pansasia Co. Ltd. Έτσι, αναλύεται σε βάθος η διαδικασία μέσα από την οποία γίνεται η μελέτη για την εγκατάσταση και παράγονται τα χρήσιμα δεδομένα για την κατά το ελάχιστο παραμονή στο Ναυπηγείο και την Εγκατάσταση του BWTS. Έτσι, είναι προφανές οι ψηφιακές τεχνολογίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε μια μετασκευή BWTS, καθώς το τρισδιάστατο νέφος σημείων του πλοίου, που δημιουργήθηκε μετά τη διαδικασία σάρωσης, παρέχει τη δυνατότητα σχεδιασμού υψηλής ακρίβειας του μοντέλου BWTS 3D. Αυτό το βήμα της μελέτης αποτελεί και μία μεγάλη πρόκληση για το μέλλον, καθώς η σημασία αυτού του ακριβούς σχεδιασμού έγκειται στις απαιτήσεις για την εγκατάσταση του BWTS το συντομότερο δυνατό χρόνο και με τις ελάχιστες τροποποιήσεις στο υπάρχον σκάφος. Έτσι, στην συνέχεια εκπονούνται αναλυτικοί κατάλογοι υλικών ώστε να υπάρχει ακρίβεια στον απαιτούμενο χρόνο για την Μετασκευή αυτή. Παράλληλα, δίνεται μεγάλο βάρος στην ακρίβεια των σχεδίων που απαιτούνται από τον Νηογνόμωνα για αναθεώρηση σύμφωνα με τις εκάστοτε απαιτήσεις του, έτσι ώστε ο τρισδιάστατος σχεδιασμός να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς για την αποφυγή πολλών αναθεωρήσεων και το κλείσιμο όλων των σχολίων που προκύπτουν πριν την εντολή της Πλοιοκτήτρια Εταιρίας στο Ναυπηγείο να ξεκινήσει προπαρασκευή των υλικών. Ακόμα σε αυτό το σημείο και με δεδομένο ότι υπάρχουν πλοία που οργανώνουν την Μετασκευή αλλά και νεότευκτα πλοία, οι κατασκευαστές καλούνται να μειώσουν το μέγεθος της απαιτούμενης εγκατάστασης.

Τέλος, αναφέρεται η διαδικασία της εγκατάστασης πάνω στο πλοίο, γεγονός στο οποίο συμμετέχουν ο επιθεωρητής του Νηογνόμωνα, οι εκπρόσωποι της Ναυτιλικής Εταιρίας, το Ναυπηγείο, οι σχεδιαστές του Ναυπηγικού Γραφείου και οι τεχνικοί του Κατασκευαστή. Μετά την επιτυχή δειγματοληψία και ανάλυση, το σύστημα είναι εγκεκριμένο για χρήση από το

Όπως γίνεται αντιληπτό η Μελέτη και η Εγκατάσταση ενός συστήματος Επεξεργασίας Έρματος είναι μία μεγάλη και πολυπαραγοντική διαδικασία, η οποία απαιτεί σε βάθος ανάλυση διότι οι αλλαγές που συντελούνται επηρεάζουν την ζωή του πλοίου, εφόσον επηρεάζουν τις Φορτώσεις και Εκφορτώσεις του Φορτίου λόγω του Ερματισμού - Αποερματισμού. Σε αυτό το πλαίσιο και λαμβάνοντας υπόψιν τα εναπομείναντα πλοία που πρέπει να συμμορφωθούν με τον νέο κανονισμό και το πρότυπο D-2, θα πρέπει ο εξοπλισμός και η αντίστοιχη μελέτη να κινηθούν σε δύο άξονες:

- 1) Ο μεν εξοπλισμός να είναι κατά το δυνατόν μικρός και απλός στην χρήση / συντήρηση και
- 2) Η δε μελέτη να επιφέρει κατά το δυνατόν ελάχιστες αλλαγές επί του πλοίου.

Τα παραπάνω αποτελούν πεδία και μελλοντικές προκλήσεις πάνω στις οποίες πρέπει να κινηθεί η τεχνολογία των Εξοπλισμών Επεξεργασίας του Θαλασσίου Έρματος ώστε να μειωθούν οι χρόνοι που απαιτούνται για την επεξεργασία. Αυτό σημαίνει πως πρέπει οι Εξοπλισμοί αυτοί να μην σταματούν την λειτουργία τους σε καμία κατάσταση ποιότητας του νερού, παραδείγματος χάριν να είναι γλυκό νερό όπως ποτάμι ή νερό έντονα θολό – βρώμικό. Επίσης, η επεξεργασία του νερού να γίνεται αποτελεσματικά και σύμφωνα με τους κανονισμούς μία φορά, είτε κατά τον Ερματισμό είτε κατά τον Αποερματισμό. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την αξιοπιστία και την ευκολία χρήσης του Εξοπλισμού.

Στον τομέα της Μελέτης της Εγκατάστασης, θα πρέπει να εξελιχθεί στον τομέα του 3d scanning ώστε να υπάρχει η καλύτερη δυνατή εικόνα στους Σχεδιαστές των Ναυπηγικών Γραφείων, με αποτέλεσμα να γίνεται ακριβής μελέτη και εκτίμηση των εργασιών και αποφυγή αστοχιών, λόγω της προετοιμασίας των σωληνώσεων. Αυτό θα έχει ως άμεση συνέπεια την πλήρη οργάνωση και προετοιμασία από την μεριά της Πλοιοκτήτριας Εταιρίας αλλά και από την μεριά του εκάστοτε Ναυπηγείου. Με αυτόν το τρόπο θα μειωθεί εξαιρετικά ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής του πλοίου σε επισκευές. Ακόμα, θα πρέπει να μελετάται σε βάθος η πορεία των σωληνώσεων και η θέση των μηχανημάτων ώστε να είναι κατά το δυνατόν ελάχιστο το αποτύπωμα της Μετασκευής επί του Πλοίου.

Συμπερασματικά, σε όλη αυτήν την διαδικασία της Μελέτης και Εγκατάστασης του Εξοπλισμού Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος, όπως περιγράφηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχει πεδίο πάνω στο οποίο αναμένονται εξελίξεις με σκοπό την βελτίωση και απλούστευση ενός τέτοιου μεγάλου έργου. Οι μεν κατασκευαστές να βρουν τρόπο ώστε οι Εξοπλισμοί να λειτουργούν αποτελεσματικά σε οποιαδήποτε κατάσταση νερού και με ελάχιστο απαιτούμενο χρόνο χρήσης και τα δε Ναυπηγικά Γραφεία να εργάζονται και να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα εργαλεία με τρόπο ώστε να απαιτείται η ελάχιστη εργασία κατά την Μετασκευή.

## Βιβλιογραφία

*American Bureau of Shipping Incorporated by Act of Legislature of the State of New York 1862, BALLAST WATER EXCHANGE JUNE 2020*

*United States Coast Guard 1790, Marine Safety Center BWMS Type Approval Status, 11 February 2021*

*David, M., & Gollasch, S. (2015). Ballast water management systems for vessels. Global Maritime Transport and Ballast Water Management, 109-132.*

*Apetroaei, M. R., Atodiresei, D. V., Rău, I., Apetroaei, G. M., Lilius, G., & Schroder, V. (2018, November). Overview on the practical methods of ballast water treatment. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1122, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.*

*Tsolaki, E., & Diamadopoulos, E. (2010). Technologies for ballast water treatment: a review. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 85(1), 19-32.*

*Indian Register of Shipping IRCLASS, "Guidelines on Ballast Water Management", 2018*

*Germanischer LLOYD, "Guidelines on Ballast Water Management", Edition 2013*

*Čampara, L., Frančić, V., Maglić, L., & Hasanspahić, N. (2019). Overview and comparison of the IMO and the US Maritime Administration ballast water management regulations. Journal of marine science and engineering, 7(9), 283.*

*Lloyd's Register, "National Ballast Water Management Requirements", 2019*

*Lakshmi, E., Priya, M., & Achari, V. S. (2021). An overview on the treatment of ballast water in ships. Ocean & Coastal Management, 199, 105296.*

*Echardt, J., & Kornmueller, A. (2009). The advanced EctoSys electrolysis as an integral part of a ballast water treatment system. Water Science and Technology, 60(9), 2227-2234.*

*Capt. Moursy, Ah. & Capt. Elkady, M. Ballast Water Management Technologies*

*Jee, J., & Lee, S. (2017). Comparative feasibility study on retrofitting ballast water treatment system for a bulk carrier. Marine pollution bulletin, 119(2), 17-22.*

*Kuroshi, L. (2017). Design and Evaluation of Ballast Water Management Systems using Modified and Hybridised Axiomatic Design Principles.*

*Herwig, R. P., Cordell, J. R., Perrins, J. C., Dinnel, P. A., Gensemer, R. W., Stubblefield, W. A., ... & Cooper, W. J. (2006). Ozone treatment of ballast water on the oil tanker S/T Tonsina: chemistry, biology and toxicity. Marine Ecology Progress Series, 324, 37-55.*

*Kazumi, J. (2007). Ballast water treatment technologies and their application for vessels entering the Great Lakes via the St. Lawrence Seaway. Florida: Transportation Research Board Special Report, 291.*

*ICES/IOC/IMO Working Group on Ballast and Other Ship Vectors (WGBOSV) Copenhagen, Denmark (2017). Standard Operating Procedures Collection of Treated Ballast Water Samples*

Μελέτη και Εγκατάσταση Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος σε υπάρχον Δεξαμενόπλοιο using an Inline Sample Port.

Satir, T. (2014). *Ballast water treatment systems design, regulations, and selection under the choice varying priorities. Environmental Science and Pollution Research, 21(18), 10686-10695.*

*BWSM OPERATIONAL EXPERIENCE SURVEY, MARTECMA, JUNE 2022, CONFIDENTIAL.*

*BALLAST WATER TREATMENT RETROFIT STUDY & SPECIFICATION, HYDRUS ENGINEERING EXCELLENCE, 2021, CONFIDENTIAL.*

*Draft MEPC Resolution on implementation date of the Ballast Water Management System, IR Class, 2017.*

*Panasia, GloEn-Patrol Training Material (CBT2), 2017.*

*European Maritime Safety Report, EMSA, 2022.*

*DNV, Type-approved, USCG-compliant ballast water treatment systems now widely available, 2019.*

*Ten steps to selecting a ballast water treatment system, Safety4sea, May 26, 2011.*

*Updated AMS for Ballast Water Treatment, The Filtersafe Editorial Team, October 4, 2013.*

*What is Ozone Generator for Ballast Water Treatment?, Ritbik K, November 10, 2020.*

*Panasia awarded contract from Spliethoff Group for BWTS, Safety4sea, 2016.*

*Ballasting and deballasting of ship, Sanjeev Kumar, 2016.*

*Ballast Water Management for Marine Biodiversity, Anthony Petrolo, June 12, 2015.*

*New ballast water management system, Kuray, 2012.*

*Our Technology, Filtersafe Team, 2017.*

*The BWM Convention and its Guidelines, IW learn Team, 2014.*

*Ballast water as a vector, IW learn Team, 2016.*

*DESMI, Ocean Guard CompactClean Ballast Water Management System, 2019*

*American Bureau of Shipping (ABS), Ballast Water Management Advisory, 2019.*

*European Environmental Agency, European Maritime Transport Environmental Report, 2021.*

*Panasia, GloEn-Patrol INSTRUCTION MANUAL, 2015.*

*European Bank for Reconstruction and Development, Ballast Water Management Infrastructure Investment Guidance, 2014.*

*ALFA LAVAL, Ballast water management An overview of regulations and ballast water treatment technologies, February 2017.*

*Ingeniat, Ballast Water Treatment and Exhaust Gas Cleaning Systems, February 2020.*

*DAMEN, 3D SCAN SERVICES Precision Measurement, 2019.*

*DAMEN, Ballast Water Treatment Retrofit Solutions, 2017.*

*ERMA FIRST, BWST FIT EXCELLENCE OF SIMPLICITY, 2019.*

*OceanGuard, Ballast Water Management System, October 2018.*

*SQHEMS Manual, 2017.*

*Faroharltd, Ballast Water Treatment Systems, 2020.*

*Spartan Water Treatment, Side Stream Injection System Ozone Water Mixing, 2019.*

*Panasonic, Panasonic Develops Ballast Water Management System to Help Protect Marine Ecosystems, 2014.*

*Gavriilidis, PACT Marine Ballast Water Management System, 2018.*

*Mitsubishi, Mitsubishi VOS Ballast Water Treatment System, 2021.*

*Wartsila, Ballast Water Treatment Systems (BWTS), 2022.*

*IMO, MEPC71PREVIEW, 2017.*