



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τεχνική και Οικονομική Μελέτη των Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αθανάσιος Ι. Παπουτσής Κοξαράκης

Επιβλέπων: Γεώργιος Ματσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Απρίλιος 2020



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τεχνική και Οικονομική Μελέτη των Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αθανάσιος Ι. Παπουτσής Κοζαράκης

Επιβλέπων: Γεώργιος Ματσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 23^η Απριλίου 2020

.....
Γ. ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δ. ΚΟΥΤΣΟΥΡΗΣ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Α. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Απρίλιος 2020

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

.....
Αθανάσιος Ι. Παπουτσής Κοξαράκης
Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Αθανάσιος Παπουτσής Κοξαράκης, 2020.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση των Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος και η μελέτη περίπτωσης ενός 114,000 DWT Δεξαμενόπλοιου μεταφοράς αργού πετρελαίου. Παρουσιάζεται το πρόβλημα των Χωροκατακτητικών Υδροβίων Ειδών και τα μέτρα αντιμετώπισής τους από τους Διεθνείς Οργανισμούς και κάποιες Κρατικές νομοθεσίες. Στην συνέχεια αναλύεται η αρχή λειτουργίας και τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των κύριων Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος. Τέλος, γίνεται επιλογή Συστήματος για το δεδομένο πλοίο, βάσει διαφόρων τεχνικών και οικονομικών παραγόντων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Χωροκατακτητικά Είδη, Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας, Παγκόσμια Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού έρματος και των αποβλήτων των πλοίων, Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος

ABSTRACT

Subject of this thesis is the analysis of Ballast Water Treatment Systems (BWTS) and the case study of one 114,000 DWT Crude Oil Carrier. The issue of Invasive Aquatic Species (IAS) and the countermeasures are presented through International Organisations' regulations and some State legislations. The working principle and basic technical characteristics of the major BWTS are gleaned, leading to the choice of a suitable system for subject vessel, based on their various technical and economical attributes

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Invasive Species, International Maritime Organization, International Convention for the control and management of ships's ballast water and sediments – BWM Convention, Ballast Water Treatment Systems – BWTS

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1.....	1
1.1 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	1
1.2 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας.....	5
Κεφάλαιο 2.....	6
2.1 Εισαγωγή.....	6
2.2 Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών.....	6
2.3 Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO - International Maritime Organization)	7
2.4 Διεθνής νομοθεσία.....	9
2.5 Διεθνής Ένωση Νηογνωμόνων (International Association of Classification Societies).....	10
Κεφάλαιο 3.....	11
3.1 Εισαγωγή.....	11
3.2 ECOCHLOR	12
3.3 OCEANSAVER AS – MkII	17
3.4 Hyundai – HIBALLAST.....	22
3.5 SUNRUI – BALCLOR BWMS.....	26
3.6 TECHCROSS – ELECTRO-CLEEN SYSTEM	31
3.7 ESK – ERMA FIRST FIT	37
3.8 OPTIMARIN – OBS	43
3.9 ALFA LAVAL – PUREBALLAST 3	48
3.10 NK CO. – NK-O3 BLUEBALLAST SYSTEM.....	53
3.11 Συμπεράσματα.....	58
Κεφάλαιο 4.....	63
4.1 Εισαγωγή.....	63
4.2 Χαρακτηριστικά πλοίου.....	63
4.3 Παραδοχές Μελέτης	64
4.4 Επεξεργασία Τεχνικών και Οικονομικών Στοιχείων	65
4.5 Κριτήρια Επιλογής.....	70
4.5 Συμπέρασμα.....	71
Κεφάλαιο 5.....	72
5.1 Εισαγωγή.....	72
5.2 Διαθέσιμος χώρος εγκατάστασης.....	72

5.3 Διαθέσιμη Ενέργεια	72
5.4 Περιορισμοί Λειτουργίας	72
5.5 Πιστοποίηση	73
5.6 Κόστος αγοράς και χρήσης.....	73
5.7 Τελική πρόταση	73
Κεφάλαιο 6.....	74
6.1 Συμπεράσματα	74
6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

Κεφάλαιο 1

1.1 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Από την εισαγωγή στην σύγχρονη ναυτιλία των πλοίων με ασφάλινο κύτος, το νερό χρησιμοποιείται ως έρμα για να σταθεροποιεί τα πλοία στην θάλασσα. Θαλασσινό ή γλυκό νερό που βρίσκεται σε περίσσεια στο εξωτερικό περιβάλλον, αντλείται ώστε να επιτευχθεί η ασφαλής λειτουργία του πλοίου κατά το ταξίδι του. Αυτή η πρακτική μειώνει τις καταπονήσεις στο κύτος του, βελτιώνει σημαντικά την ευστάθεια του πλοίου, την πρόωσή και την ευελιξία του και αντισταθμίζει τις διαφορές στο συνολικό βάρος του πλοίου εξαιτίας των αυξομειώσεων στο φορτίο και το απόθεμα καυσίμων.

Αν και το νερό έρματος είναι απαραίτητο για την ασφαλή και αποτελεσματική περαίωση των σύγχρονων διαδικασιών της ναυτιλίας, έχει αποδειχτεί ότι δημιουργεί σημαντικά οικολογικά, οικονομικά και υγειονομικά προβλήματα εξαιτίας της πλειάδας των θαλάσσιων οργανισμών που μεταφέρονται μαζί με το έρμα. Αυτά τα είδη εντάσσονται στην κατηγορία των Χωροκατακτητικών Υδρόβιων Ειδών (IAS – Invasive Aquatic Species).

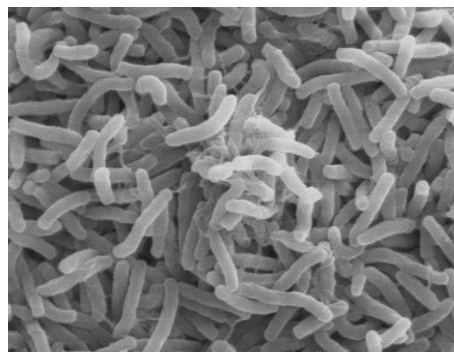
Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ως Ξένα Είδη (alien species) νοούνται ζωντανά είδη, υποείδη ή υποομάδες ζώων, φυτών, μυκήτων ή μικροοργανισμών που εισάγονται έξω από το φυσικό τους περιβάλλον. Περιλαμβάνονται κάθε μέρος, γαμέτης, σπόρος, αυγά ή πρώιμο στάδιο αυτών των ειδών καθώς επίσης και όποια υβρίδια, ποικιλίες και ράτσες που μπορεί να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν.

Ως Χωροκατακτητικά Ξένα Είδη (Invasive Alien Species) θεωρούνται τα Ξένα Είδη που η εισαγωγή και διάδοσή τους έχει παρατηρηθεί ότι απειλεί ή έχει σοβαρό αντίκτυπο στην βιοποικιλότητα και τα συναφή οικοσυστήματα [1].

Οι επιστήμονες εντόπισαν για πρώτη φορά τα πρώτα σοβαρά δείγματα εισαγωγής ξένων ειδών σε ένα οικοσύστημα με την αιτία να εντοπίζεται στο νερό έρματος των πλοίων το 1903, όταν το ασιατικό είδος φυτοπλαγκτόν algae *Odontella* εμφανίστηκε μαζικά στην Βόρεια Θάλασσα. Ωστόσο, η επιστημονική κοινότητα άρχισε να εξετάζει το ζήτημα εις βάθος από το 1970. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, ο Καναδάς και η Αυστραλία ήταν ανάμεσα στις χώρες που αντιμετώπισαν σημαντικά προβλήματα από τα Χωροκατακτητικά Υδρόβια Είδη και έθεσαν το ζήτημα στις επιτροπές του Παγκόσμιου Οργανισμού Ναυτιλίας (IMO – International Maritime Organization).

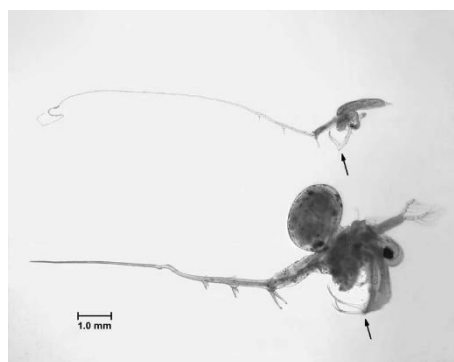
Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO – International Maritime Organization) τα πιο σημαντικά από αυτά τα είδη σήμερα είναι:

- *Vibrio Cholerae* (χολέρα): Είναι ένα βακτήριο που εμφανίζεται σε αλμυρό ή υφάλμυρο νερό. Το βακτήριο κολλάει στα πλούσια σε χιτίνη κελύφη των καβουριών, γαρίδων και άλλων οστρακόδερμων. Κάποια είδη του βακτηρίου προκαλούν την ασθένεια της χολέρας στον άνθρωπο, που μπορεί να προέλθει από την κατανάλωση άψητων θαλάσσιων ειδών ή βρώμικου νερού. Όταν προσβάλλει τον άνθρωπο προκαλεί σοβαρή διάρροια και εμετό που μπορούν να οδηγήσουν και στον θάνατο. Κάποιες σύγχρονες επιδημίες χολέρας έχουν συνδεθεί και με νερό που έχει μεταφερθεί ως έρμα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η επιδημία του 1991 στο Περού, που γρήγορα διαδόθηκε στην Λατινική Αμερική και το Μεξικό. Το 1992, χολέρα βρέθηκε στις ΗΠΑ, με τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA – Food and Drug Administration) των ΗΠΑ να εντοπίζουν ως αιτία νερό έρματος από πλοία που ερματίστηκαν στην Νοτιο Αμερική [2].



Σχήμα 1.1: *Vibrio cholerae* bacteria

- *Cercopagis pengoi* (υδρόβιος ψύλλος): Είναι ενδημικό είδος των υφάλμυρων νερών της Μαύρης και της Κασπίας Θάλασσας. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει εξαπλωθεί σε υδροβιότοπους της Ανατολικής Ευρώπης και της Βαλτικής και μέσω του νερού έρματος στις Μεγάλες Λίμνες της Βορείου Αμερικής και του Καναδά. Εξαιτίας της ικανότητας του να αναπαράγεται ταχύτατα μπορεί να προκαλέσει διαταραχές στα κατώτερα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας που μπορούν να οδηγήσουν επαγωγικά σε προβλήματα στα αποθέματα ψαριών [3].



Σχήμα 1.2: *Cercopagis pengoi*

- *Eiocheir sinensis* (κινεζικός κάβουρας): Είναι ενδημικό είδος σε ποτάμια και τις εκβολές τους στην βορειανατολική Ασία, από την Κορέα μέχρι την Νότια Κίνα. Ωστόσο μεγάλοι πληθυσμοί έχουν μεταφερθεί στην Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη. Είναι ανταγωνιστικά για τροφή με τοπικούς πληθυσμούς ψαριών και καβουριών ενώ το γεγονός ότι σκάβουν λαγούμια οδηγεί σε



Σχήμα 1.3: *Eiocheir sinensis*

καταστροφές στο αποχετευτικό σύστημα και σε έργα για την υπερχείλιση των ποταμιών [4].

- Τοξικά algae (τοξική άλγη): Διάφορα είδη είναι ενδημικά σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου. Πολλά είδη έχουν μεταφερθεί σε νέες περιοχές εξαιτίας του νερού έρματος. Όταν ανθίζουν, κατεβάζουν πάρα πολύ τα επίπεδα οξυγόνου στα νερά σκοτώνοντας μαζικά τους οργανισμούς. Επιπλέον μερικά είδη παράγουν τοξίνες που επιδεινώνουν το φαινόμενο. Αυτά τα είδη μολύνουν οστρακόδερμα, που αν καταναλωθούν από τον άνθρωπο οδηγούν στην δηλητηρίαση και ίσως και στον θάνατο. Παράλληλα καταστρέφουν παραλίες πλήττοντας έτσι τις τουριστικές επιχειρήσεις [5].

- *Neogobius melanostomus* (νεογωβιός μελανόστομος): Είναι ενδημικό στην Μαύρη και την Κασπία θάλασσα. Μη ενδημικοί πληθυσμοί έχουν εγκατασταθεί στην Βαλτική θάλασσα, το Αιγαίο, σε μεγάλα ποτάμια της Ευρώπης και της Ασίας καθώς επίσης και στις Μεγάλες Λίμνες της Βορείου Αμερικής. Ανταγωνίζεται ντόπιους πληθυσμούς για τροφή, καταστρέφοντας έτσι την αλιευτική βιομηχανία. Ωστόσο, τρέφεται με άλλα χωροκατακτητικά είδη και αποτελεί τροφή για ενδημικά είδη στις Μεγάλες Λίμνες οπότε έχουν καταγραφεί και ευεργετικές πλευρές της επίδρασής του [6].



Σχήμα 1.4: *Neogobius melanostomus*

- *Mnemiopsis leidyi* (θαλάσσια καρυδιά): Είναι ενδημικό είδος του Ατλαντικού, ωστόσο έχει εισαχθεί στην Ευρώπη και την Δυτική Ασία. Αναπαράγεται ταχύτητα και εξαντλεί το πλαγκτόν, καταστρέφοντας πληθυσμούς ψαριών που τρέφονται από αυτό. Την δεκαετία του 1980 συνεισέφερε σημαντικά στην καταβάρθρωση του πληθυσμού των ψαριών στην Μαύρη θάλασσα που αποτέλεσε μεγάλο πλήγμα για την αλιευτική βιομηχανία [7].



Σχήμα 1.5: *Mnemiopsis leidyi*

- *Asterias amurensis* (Αστερίας του Βόρειου Ατλαντικού): Είναι ενδημικό είδος στις ακτές της Βόρειας Κίνας, της Κορέας και του Καναδά. Το είδος αυτό έχει εισαχθεί στην Τασμανία και την Νότια Αυστραλία από το έρμα πλοίων με συνέπειες στα τοπικά είδη [8].



Σχήμα 1.6: *Asterias amurensis*

- *Dreissena polymorpha* (Μύδι ζέβρα): Είναι ενδημικό είδος στις λίμνες της Ρωσίας και της Ουκρανίας. Εισήχθη στην Δυτική και Βόρεια Ευρώπη καθώς και στις Μεγάλες Λίμνες και τον ποταμό Hudson. Εγκαθίστανται σε όλες τις διαθέσιμες επιφάνειες σε τεράστιους αριθμούς, αλλάζοντας πλήρως το οικοσύστημα και κάνοντας ζημιές στις υποδομές και τον εξοπλισμό. Υπολογίζεται ότι η διαχείριση του συγκεκριμένου είδους στις Μεγάλες Λίμνες κοστίζει 267 – 500 εκατομμύρια δολάρια ετησίως, ενώ οι ζημιές στα σωληνοδίκτυα και τα φίλτρα νερού σε μεγάλα ηλεκτροπαραγωγά εργοστάσια που βρίσκονται στην περιοχή εκτιμούνται στα 5 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως [9].



Σχήμα 1.7: *Dreissena polymorpha*

- *Undaria pinnatifida* (γουακάμε – φύκη): Είναι ενδημικό είδος της βορειοανατολικής Ασίας. Έχει εισαχθεί στην νότια Αυστραλία, την Νέα Ζηλανδία, τις ακτές της δυτικής Αμερικής, στην Ευρώπη και την Αργεντινή. Εκτοπίζει τοπικά είδη καταστρέφοντας την τοπική βιοποικιλότητα αν και πλέον καλλιεργείται σαν διατροφικό είδος σε κάποιες, λίγες, από τις περιοχές που έχει εισαχθεί [10].



Σχήμα 1.8: *Undaria pinnatifida*-Wakame

Η διάδοση αυτών των ειδών αναγνωρίζεται σήμερα από τους διεθνείς οργανισμούς σαν μία από τις κύριες απειλές για το περιβάλλον και την οικονομία του πλανήτη. Συχνά μάλιστα έχουν επίδραση στην δημόσια υγεία ενώ η ζημιά στο περιβάλλον δεν αντιστρέφεται.

Το παραπάνω πρόβλημα αποτέλεσε την αφετηρία για αυτή την διπλωματική. Να γίνει δηλαδή μελέτη στους σύγχρονους τρόπους πρόληψης της μεταφοράς των Χωροκατακτικών Υδροβίων Ειδών, ώστε να αποφευχθούν οι κίνδυνοι για την Δημόσια Υγεία αλλά και τα υπέρογκα κόστη για την εξάλειψή τους αφού εγκατασταθούν σε ένα νέο οικοσύστημα και ξεκινήσουν να αναπαράγονται σε μεγάλους αριθμούς. Στην παρούσα εργασία μελετώνται τα Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος ώστε όλοι οι οργανισμοί να εξοντώνονται στο λιμάνι ερματισμού και να μην μεταφέρονται στα άλλα λιμάνια.

1.2 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας

Στο υπόλοιπο μέρος της διπλωματικής εργασίας γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των υπάρχοντων κανονισμών που διέπουν την πρόληψη της μεταφοράς και την αντιμετώπιση των Υδροβίων Χωροκατακτητικών Ειδών. Στην συνέχεια αναλύεται η – υποχρεωτική, πλέον, για όλα τα πλοία – μέθοδος της εγκατάστασης Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος, με την παρουσίαση της αρχής λειτουργίας και των τεχνικών χαρακτηριστικών των βασικότερων Συστημάτων αυτή τη στιγμή στην Αγορά.

Αναλυτικότερα, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια ανασκόπηση των κανονισμών των κυριότερων Διεθνών Οργανισμών που διέπουν την αντιμετώπιση του ζητήματος των Χωροκατακτητικών Υδροβίων Ειδών. Παρουσιάζονται οι κανονισμοί του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, του Παγκόσμιου Οργανισμού Ναυτιλίας, οι Νομοθεσίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής καθώς και της Διεθνούς Ένωσης Νηογνυμώνων.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κύρια Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος. Συγκεκριμένα, παρατίθενται η αρχή λειτουργίας, οι πιστοποιήσεις, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και διάφορα εμπορικά ζητήματα 9 συστημάτων, ενώ γίνεται και μια ανασκόπηση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων του καθενός.

Το τέταρτο αφορά μια μελέτη περίπτωσης πάνω σε ένα 114,000 DWT δεξαμενόπλοιο μεταφοράς αργού πετρελαίου, του οποίου παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά που αφορούν αυτή την μελέτη. Τίθενται τα βασικά τεχνικά και οικονομικά κριτήρια μέσω των οποίων κρίνουμε τα συστήματα ενώ γίνονται και οι παραδοχές πάνω στις οποίες στηρίζεται. Με βάση τα παραπάνω, κάνουμε την επεξεργασία των τεχνικών και οικονομικών στοιχείων.

Στο κεφάλαιο πέντε παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των συστημάτων πάνω στα κριτήρια που θέσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο και γίνεται η πρόταση για την τελική επιλογή συστήματος.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, που αποτελεί και τον επίλογο της εργασίας, γίνεται μια σύντομη περιγραφή ολόκληρης της μελέτης και των συμπερασμάτων της, όπως επίσης και κάποιες μελλοντικές επεκτάσεις που θα μπορούσε να λάβει η παρούσα εργασία.

Κεφάλαιο 2

2.1 Εισαγωγή

Το πρόβλημα των Χωροκατακτητικών Υδροβίων Ειδών στο νερό έρματος έχει μεγάλη σημασία και αντίκτυπο εξαιτίας της έκτασης και της πυκνότητας κίνησης του παγκόσμιου εμπορίου τις τελευταίες δεκαετίες. Το γεγονός ότι η κίνηση αυτή συνεχώς αυξάνεται υποδεικνύει ότι ίσως να μην βρισκόμαστε καν ακόμα στην κορύφωση αυτού του προβλήματος. Η πρόληψη της μεταφοράς των Χωροκατακτητικών Ειδών και ο συντονισμός της έγκαιρης και αποτελεσματικής παρέμβασης σε περίπτωση εισβολής σε ένα οικοσύστημα απαιτούν την συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, των οικονομικών τομέων και των διεθνών οργανισμών. Ωστόσο, ενώ τα πρώτα σοβαρά δείγματα των επιδράσεων αυτής της μεταφοράς ειδών υπήρχαν από τις αρχές του εικοστού αιώνα, μόλις στις τελευταίες δύο δεκαετίες του τέθηκε το πλαίσιο για την αντιμετώπισή του από τους διεθνείς οργανισμούς και δεν ήταν μέχρι την πρώτη δεκαετία του εικοστού πρώτου αιώνα που λήφθηκαν δεσμευτικά μέτρα σε παγκόσμια κλίμακα.

2.2 Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

Η πρώτη σοβαρή προσπάθεια να οριστούν οι κανονισμοί που διέπουν την πρόληψη και την αντιμετώπιση της εγκατάστασης των Υδροβίων Χωροκατακτητικών Ειδών γίνεται μόλις την δεκαετία του 1980.

Το “UN Convention on the Law of the Sea (Article 196)” του 1982 θέτει το διεθνές πλαίσιο μέσα στο οποίο τα κράτη μέλη πρέπει να δουλέψουν συντονισμένα για την πρόληψη, την μείωση και τον έλεγχο της μόλυνσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης και της ατυχούς εισαγωγής ξένων ειδών σε κάποιο θαλάσσιο οικοσύστημα που μπορεί να προκαλέσουν δυσμενείς αλλαγές στο εσωτερικό του [11].

Ένας ακόμα σημαντικός θεσμός υπό τα Ηνωμένα Έθνη είναι και η Συνθήκη για την Βιοποικιλότητα που υπογράφηκε στις 4 Ιουνίου του 1993 και τέθηκε σε ισχύ στις 29 Δεκεμβρίου του 1993. Η συνθήκη έχει τρεις κύριους σκοπούς: την διατήρηση της βιοποικιλότητας, την βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων και την δίκαιη και ίση διαμοίραση των θετικών αποτελεσμάτων της Γενετικής. Σε αυτό το πλαίσιο, σε διετείς συνεδριάσεις συζητούνται θέματα σχετικά με το πώς επηρεάζεται η ζωή και η οικονομική δραστηριότητα κι ειδικά η αλιεία από τις διαταραχές στην βιοποικιλότητα στην θάλασσα και τους υδάτινους πόρους της ξηράς [12].

2.3 Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO - International Maritime Organization)

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO) βρίσκεται στην εμπροσθοφυλακή της προσπάθειας για την αντιμετώπιση της μεταφοράς των Χωροκατακτητικών Υδρόβιων Ειδών μέσω της ναυτιλιακής δραστηριότητας. Το 1991, η Επιτροπή για την Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC – Marine Environment Protection Committee) υιοθέτησε τις «Διεθνείς κατευθυντήριες για την πρόληψη της εισαγωγής ανεπιθύμητων υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων από το νερό έρματος και τα απόβλητα των πλοίων» (International Guidelines for preventing the introduction of unwanted aquatic organisms and pathogens from ships' ballast water and sediment discharges. Resolution MEPC.50(31)).

Το 1993, η σύνοδος του IMO υιοθέτησε την απόφαση A.774(18) πάνω στις κατευθυντήριες του 1991 ενώ επέμεινε στην μελέτη του ζητήματος ώστε σε βάθος χρόνου να αναπτυχθεί ένα διεθνώς αναγνωρίσιμο και νομικά ευσταθές πλαίσιο. Ενώ η προσπάθεια συνεχίστηκε για μια διεθνή συνθήκη, ο Οργανισμός υιοθέτησε το 1997 την απόφαση A.868(20) «Κατευθυντήριες για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού έρματος των πλοίων για την μείωση της μεταφοράς βλαβερών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων» (Guidelines for the control and management of ships' ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens), προσκαλώντας όλα τα Κράτη Μέλη να χρησιμοποιήσουν αυτές τις οδηγίες για την αντιμετώπιση των Χωροκατακτητικών Υδρόβιων Ειδών.

Μετά από 14 χρόνια διαπραγματεύσεων, στις 13 Φεβρουαρίου 2004 υιοθετήθηκε σε διπλωματικό επίπεδο η Παγκόσμια Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού έρματος και των αποβλήτων των πλοίων (International Convention for the control and management of ships' ballast water and sediments – BWM Convention). Η Σύμβαση ορίζει ότι όλα τα πλοία πρέπει να εφαρμόσουν ένα Πλάνο για την διαχείριση του νερού έρματος (Ballast Water Management Plan). Όλα τα πλοία πρέπει να κρατούν επίσημο βιβλίο στο οποίο καταγράφουν όλες τις διαδικασίες που αφορούν την διαχείριση του νερού έρματος με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές. Οι συμμετέχοντες στην Συνθήκη έχουν την επιλογή να λάβουν επιπλέον μέτρα μέσα στα πλαίσια της Σύμβασης και των κατευθυντήριων γραμμών του IMO.

Κατά την ανάπτυξη της Σύμβασης, έγιναν σοβαρές προσπάθειες για την ανάπτυξη αποτελεσματικών προδιαγραφών για την διαχείριση του νερού έρματος. Οι ακρογωνιαίοι λίθοι ήταν οι κανονισμοί για την «εναλλαγή νερού έρματος» (D-1 Standard - Ballast Water Exchange) και η «αποτελεσματικότητα της κατεργασίας του νερού έρματος» (D-2 Standard – Ballast Water Performance).

Σύμφωνα με το πρώτο (D-1) τα πλοία θα πρέπει να αλλάζουν κατά 95% τον όγκο του νερού έρματος σε ανοιχτές θάλασσες, μακριά από παράκτιες περιοχές, ιδανικά τουλάχιστον στα 200 ναυτικά μίλια από την ξηρά και σε νερά περισσότερο από 200 μέτρα

βαθιά. Έτσι, λιγότεροι οργανισμοί θα επιβιώσουν και τα πλοία θα είναι λιγότερο πιθανό να μεταφέρουν βλαβερά είδη κατά τον αφερματισμό.

Σύμφωνα με το δεύτερο (D-2) καθορίζεται ο μέγιστος αριθμός οργανισμών που επιτρέπεται να αποβάλλονται, συμπεριλαμβανομένων συγκεκριμένων μικροβίων που αποτελούν κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Τα όρια είναι τα εξής:

- Λιγότεροι από 10 οργανισμοί ανά κυβικό μέτρο που είναι μεγαλύτεροι από 50µm κατ' ελάχιστη διάσταση
- Λιγότεροι από 10 οργανισμοί ανά mL οι οποίοι είναι μεταξύ 50µm και 10µm κατ' ελάχιστη διάσταση
- Λιγότερο από 1 colony-forming unit (cfu) *Vibrio Cholerae* ανά 100 mL
- Λιγότερο από 250 cfu *Escherichia Coli* ανά 100 mL
- Λιγότερο από 100 cfu *Intestinal Enterococci* ανά 100 mL

Ο Κανονισμός D-3 της Σύμβασης ορίζει ότι τα Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος πρέπει να εγκρίνονται παίρνοντας υπόψη τις «Κατευθυντήριες για την έγκριση των Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος» (Guidelines for approval of ballast water management systems – G8). Το G8 επικαιροποιήθηκε το 2016 και μετατράπηκε στον υποχρεωτικό Κώδικα για την έγκριση των Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος (Code for approval of ballast water management systems – BWMS Code), που υιοθετήθηκε από το MEPC 72 του 2018 και μπήκε σε ισχύ τον Οκτώβρη του 2019. Επιπλέον, ο Κανονισμός αυτός απαιτεί ότι τα συστήματα που κάνουν χρήση ενεργών ουσιών πρέπει να εγκρίνονται με βάση την «Διαδικασία για την έγκριση Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος που κάνουν χρήση ενεργών ουσιών» (Procedure for approval of ballast water management systems that make use of active substances – G9). Το G9 αποτελείται από δύο επίπεδα, Βασική και Τελική Έγκριση, ώστε να διασφαλιστεί ότι το σύστημα δεν θέτει σε κίνδυνο το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία, τους πόρους και τις υποδομές.

Η Παγκόσμια σύμβαση τέθηκε σε ισχύ από τις 8 Σεπτεμβρίου του 2017. Όλα τα πλοία πλέον πρέπει να έχουν:

- Ballast Water Management Plan
- Ballast Water Record Book
- International Ballast Water Management Certificate, που εκδίδεται από ή για την Κράτος – Σημαία του πλοίου που πιστοποιεί ότι το πλοίο διαχειρίζεται το νερό έρματος με βάση τις οδηγίες της Σύμβασης.
- Τα νεότευκτα πλοία πρέπει να έχουν πιστοποίηση D-2
- Τα ήδη υπάρχοντα πλοία πρέπει να έχουν τουλάχιστον D-1 και μπορούν να εγκαταστήσουν Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος και να λάβουν την πιστοποίηση D-2.
- Τα πλοία που περνούν τον έλεγχο για την ανανέωση του Παγκόσμιου Πιστοποιητικού Πρόληψης της Μόλυνσης από Πετρέλαιο (International Oil Pollution Prevention Certificate – IOPPC) μετά τις 8 Σεπτεμβρίου του 2019 θα

πρέπει να έχουν πιστοποιητικό D-2 μέχρι την ημερομηνία ανανέωσης του πιστοποιητικού.

- Αν η ανανέωση του ΙΟΡΡΚ έγινε μεταξύ 8 Σεπτεμβρίου 2014 και 8 Σεπτεμβρίου 2017, το πλοίο θα πρέπει να έχει πιστοποίηση D-2 μέχρι εκείνη την ημερομηνία.
- Αν η προηγούμενη ανανέωση έγινε πριν τις 8 Σεπτεμβρίου του 2014, τότε το πλοίο μπορεί να πάρει την πιστοποίηση D-2 μέχρι την επόμενη εξέταση.

Όλα τα πλοία υπόκεινται πλέον σε ελέγχους για την τήρηση των παραπάνω κανονισμών και βιβλίων από τις εκάστοτε Λιμενικές αρχές σε λιμάνι ή υπεράκτια εγκατάσταση Κρατών Μελών της Σύμβασης [13] – [28].

2.4 Διεθνής νομοθεσία

Ευρωπαϊκή Ένωση: Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission) και τον Κανονισμό Νο. 1143/2014 της Ευρωπαϊκής Βουλής και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 22 Οκτωβρίου 2014 σχετικά με την πρόληψη και διαχείριση της εισαγωγής και διάδοσης των Χωροκατακτητικών Ξένων Ειδών (Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species) περίπου 12,000 ξένα είδη έχουν εισαχθεί στο περιβάλλον της Ένωσης και άλλων ευρωπαϊκών χωρών, από τα οποία περίπου 10% έως 15% θεωρούνται χωροκατακτητικά.

Εκτιμάται ότι ένα μεγάλο μέρος από τα Χωροκατακτητικά Είδη εισάγονται ακούσια στην Ένωση. Επομένως θεωρείται σημαντικό να ελεγχθούν οι δρόμοι ακούσιας μεταφοράς πιο αποτελεσματικά. Συστήνεται ότι οποιεσδήποτε ενέργειες θα πρέπει να είναι προοδευτικές εξαιτίας της ελλιπούς πείρας πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα. Η αντιμετώπιση θα πρέπει να περιέχει και οικειοθελή μέτρα, όπως προτείνονται από τις Κατευθυντήριες του ΙΜΟ για τον έλεγχο και της διαχείρισης της βιομόλυνσης από τα πλοία (Guidelines for the Control and Management of ships' biofouling) αλλά και υποχρεωτικά μέτρα. Οι κανονισμοί και οι ενέργειες πρέπει να βασίζονται πάνω σε συγκεκριμένους δρόμους, όπως η Παγκόσμια Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού έρματος και των αποβλήτων των πλοίων (International Convention for the control and management of ships's ballast water and sediments – BWM Convention) που υιοθετήθηκε και από την ΕΕ το 2004 [1].

Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής: Η Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση ιστορικά προωθούσε την εισαγωγή και διάδοση ειδών που στην συνέχεια έγιναν χωροκατακτητικά. Πριν τον 20ο αιώνα, δεκάδες είδη εισήχθησαν και ελευθερώθηκαν χωρίς κυβερνητικό έλεγχο. Πάνω από 50% των φυτών που σήμερα θεωρούνται ως χωροκατακτητικά εισήχθησαν εκουσίως στις Ηνωμένες Πολιτείες είτε από την κυβέρνηση είτε από ιδιώτες [29] – [30].

Για τα Χωροκατακτητικά Υδρόβια Είδη, το πρόβλημα εντοπίζεται κατά κύριο λόγο στις Μεγάλες Λίμνες. Το 1998 η Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Coast Guard – USCG), σύμφωνα με την Εθνική Πράξη για τα Χωροκατακτητικά Είδη (National Invasive Species Act) του 1996 θεσμοθέτησε ένα εθελοντικό πρόγραμμα διαχείρισης

του νερού έρματος. Από το 2004 και την Παγκόσμια Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού έρματος και των αποβλήτων των πλοίων (BWM Convention) είναι πλέον υποχρεωτικό για όλα τα πλοία που εισέρχονται σε νερά ελεγχόμενα από τις Ηνωμένες Πολιτείες να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς D-1 και D-2 του IMO. Οι κανονισμοί που ισχύουν στις ΗΠΑ θεωρούνται ίσως οι πιο αυστηροί αυτή τη στιγμή. Μάλιστα, η πιστοποίηση ενός Συστήματος Κατεργασίας Νερού Έρματος από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών είναι σήμερα πρακτικά απαραίτητη για να επιλεγθεί από κάποια ναυτιλιακή εταιρεία.

2.5 Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων (International Association of Classification Societies)

Επιπρόσθετα από τις προδιαγραφές που θέτει η Παγκόσμια Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού έρματος και των αποβλήτων των πλοίων (International Convention for the control and management of ships's ballast water and sediments – BWM Convention), η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων εξέδωσε ένα σύνολο κανόνων για την Εγκατάσταση Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος (UR M74 Installation of Ballast Water Management Systems), με πρώτη έκδοση τον Σεπτέμβριο του 2015 και αναθεώρηση τον Μάη του 2016. Οι συγκεκριμένοι κανονισμοί θέτουν τις βασικές προδιαγραφές που θα πρέπει να τηρούνται στην εγκατάσταση αυτών των συστημάτων ώστε να εξασφαλίζεται η εύρυθμη λειτουργία τους και η ασφάλεια του προσωπικού και του πλοίου σύμφωνα με τις βέλτιστες πρακτικές της ναυπηγικής. Οι συγκεκριμένοι κανονισμοί αποτελούν υποσύνολο των γενικών κανονισμών για την ναυπήγηση πλοίων [31].

Κάθε ξεχωριστός νηογνώμονας έχει εκδώσει και το δικό του σύνολο κανονισμών που συχνά επιβάλλουν επιπλέον προδιαγραφές στην κάθε εγκατάσταση [32] – [33].

(DNV-GI: Rules for Classification of Ships, Part 6 Additional Class notation, Chapter 7 Environmental protection and pollution control, Section 1.3

BV: Rules for the Classification of Steel Ships, Chapter 1, Section 10.7 κλπ)

Κεφάλαιο 3

3.1 Εισαγωγή

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να συγκεντρωθούν πληροφορίες για τα βασικά συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος που βρίσκονται διαθέσιμα στην αγορά και ήδη έχουν εγκριθεί από τον IMO, σύμφωνα με τις «Κατευθυντήριες για την έγκριση των Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος» (Guidelines for approval of ballast water management systems – G8) και την «Διαδικασία για την έγκριση Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος που κάνουν χρήση ενεργών ουσιών» (Procedure for approval of ballast water management systems that make use of active substances – G9). Η επιτυχής εγκατάσταση οποιουδήποτε από τα παρακάτω συστημάτων οδηγεί στην έκδοση του πιστοποιητικού ότι το πλοίο πλέον τηρεί το πρότυπο για την «αποτελεσματικότητα της κατεργασίας του νερού έρματος» (D-2 Standard – Ballast Water Performance).

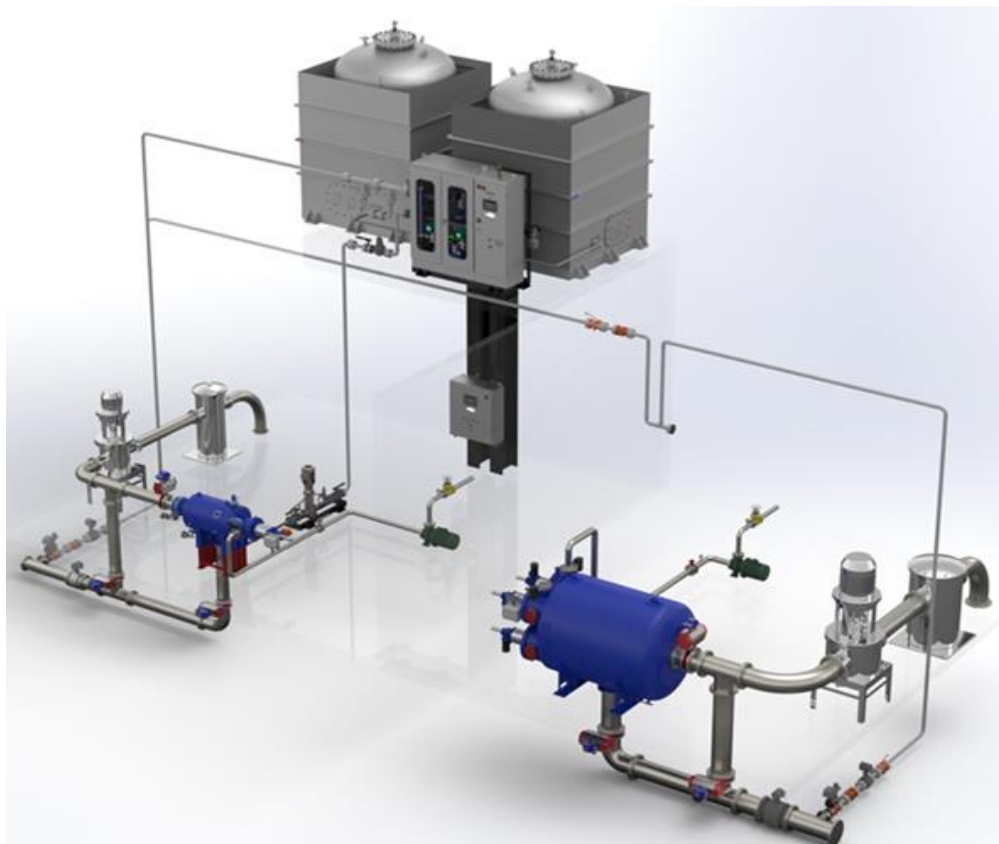
Οι βασικές τεχνολογίες που υπάρχουν αυτή τη στιγμή για την εξόντωση των μικροοργανισμών χωρίζονται σε τρεις μεγάλες ομάδες:

- Έγχυση ενεργών χημικών ουσιών στο νερό έρματος
- Ακτινοβόληση του νερού έρματος με υπεριώδη ακτινοβολία υψηλής έντασης
- Ηλεκτρόλυση σε ολόκληρη ή μέρος της ροής (slip-stream) του νερού ώστε να παραχθούν ενεργές ουσίες

Πριν από αυτές τις κύριες μορφές κατεργασίας συχνά χρησιμοποιούνται και φίλτρα ώστε να απομακρυνθούν τα μεγάλα μεγέθους σωματίδια και οργανισμοί.

Κάθε μία από αυτές τις τεχνικές έχει τα πλεονεκτήματά της και τα μειονεκτήματά της τα οποία παρατίθενται συγκεντρωτικά στο τέλος του κεφαλαίου.

3.2 ECOCHLOR



Σχήμα 3.1: ECOCHLOR BWTS Σύνοψη

3.2.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [34]

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και κατεργασία με ClO₂

Φίλτρο: Το νερό φιλτράρεται μέσα από ένα φίλτρο με εσωτερικό πλέγμα 40μm από ανοξείδωτο ατσάλι (stainless steel) που καθαρίζεται αυτόματα. Ο κατασκευαστής του φίλτρου είναι η Filtersafe.

Κατεργασία με ClO₂: Μια μικρή παροχή νερού παρέχεται στην γεννήτρια του διοξειδίου του χλωρίου και περνά μέσα από τον εκχυτήρα της γεννήτριας (Eductor). Παράλληλα θειικό οξύ και purate (πιουρέιτ – χημικό υπό την πνευματική ιδιοκτησία της Ecochlor) αναμειγνύονται σε ένα θάλαμο ανάμειξης και παράγουν διοξείδιο του χλωρίου σε συγκέντρωση 5mg/l. Το θειικό οξύ και το Purate βρίσκονται σε ειδικές δεξαμενές που εγκαθίστανται στο πλοίο. Το διοξείδιο του χλωρίου αναμειγνύεται με την παροχή του νερού στον εκχυτήρα και εγχύεται στην κύρια γραμμή με θαλασσινό νερό μετά το φίλτρο που καταλήγει στις δεξαμενές έρματος.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση

Το σύστημα της Ecochlor έχει πάρει τις παρακάτω πιστοποιήσεις:

- IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2010.

- Έρευνα στην ξηρά διεξήχθη στα NIOZ laboratories – Royal Netherlands Institute for Sea Research.
- Δοκιμές στην θάλασσα έγιναν στο πλοίο MV Moku Pahu.
- IMO “2016 Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)”-2011.
- Έγκριση από το American Bureau of Shipping (ABS)-2012
- Έγκριση από τον Lloyd’s Register (LR)-2013
- Έγκριση από το Bureau Veritas (BV)-2015
- Έγκριση από το Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)-2014
- Έγκριση από το Russian Maritime Register of Shipping (RMRS)-2016
- Έγκριση από την Δημοκρατία της Λιβερίας-2012
- Έγκριση από την Δημοκρατία της Κύπρου-2014
- Explosion Proof (Ex-Proof): Τα φίλτρα και ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός της Γεννήτριας του διοξειδίου του χλωρίου (ClO₂) έχουν πιστοποίηση ως ανθεκτικά σε έκρηξη
- Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Coast Guard (USCG))-2018

3.2.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα

Κατά την Ecochlor, το σύστημά τους μπορεί να εξυπηρετήσει όλα τα πλοία. Ωστόσο ενδείκνυται για πλοία με μεγάλες ροές.

- Μερίδιο στην αγορά

Σύμφωνα με την Ecochlor το σύστημα έχει εγκατασταθεί σε 5 νεότευκτα πλοία, σε 80 πλοία από μετασκευή και πρόκειται να εγκατασταθεί ως μετασκευή σε ως το 2020.

3.2.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Κατά τον ερματισμό, το νερό φιλτράρεται και γίνεται έγχυση διοξειδίου του χλωρίου (ClO₂).

Αφερματισμός: Καμία κατεργασία δεν γίνεται κατά τον αφερματισμό όπως και καμία εξουδετέρωση του ενεργού χημικού. Το νερό στις δεξαμενές πρέπει να κρατηθεί κατ’ ελάχιστο 24 ώρες πριν τον αφερματισμό ενώ στην συνέχεια πρέπει να γίνονται οι παρακάτω δειγματοληψίες, συναρτήσει του χρόνου που έχει κρατηθεί το νερό:

- Από 24-48 ώρες: Για κάθε δεξαμενή που πρέπει να αδειάσει χρειάζονται δύο δείγματα, ένα από το μέσο της στάθμης και ένα από τον πάτο της δεξαμενής.
- Από 48-72 ώρες: Για να γίνει αφερματισμός χρειάζονται δύο δείγματα από την χρονικά πρώτη, την μεσαία και την τελευταία δεξαμενή που έγινε ερματισμός, ένα από το μέσο της στάθμης και ένα από τον πάτο της δεξαμενής.

- Από 72+ ώρες: Για να γίνει αφερματισμός χρειάζονται δύο δείγματα από την χρονικά τελευταία δεξαμενή που έγινε ερματισμός, ένα από το μέσο της στάθμης και ένα από τον πάτο της δεξαμενής.

Σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω περιπτώσεις, η μετρούμενη ποσότητα διοξειδίου του χλωρίου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0.2 mg/l. Αν το δείγμα υπερβαίνει αυτό το όριο, τότε ο αφερματισμός πρέπει να αναβληθεί μέχρι το δείγμα να έχει περιεκτικότητα σε διοξείδιο χλωρίου κάτω από 0.2 mg/l.

Αποστράγγιση (Stripping): Με βάση τα παραπάνω, καμία κατεργασία δεν χρειάζεται κατά της αποστράγγιση των δεξαμενών.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Το φίλτρο έχει αυτόματη διαδικασία αυτοκαθαρισμού, κατά την οποία στόμια προσκολλούνται στο πλέγμα του φίλτρου και περιστρέφονται αναρροφώντας σωματίδια που έχουν προσκολληθεί στο πλέγμα του φίλτρου. Το φίλτρο καθαρίζεται στις εξής τρεις περιπτώσεις: Κατά την ενεργοποίησή του, όταν η διαφορική πίεση μεταξύ εισόδου και εξόδου είναι μεγαλύτερη από 0.4 bar ή όταν δοθεί εντολή από τον χρήστη για καθαρισμό. Αν δύο κύκλοι καθαρισμού ενεργοποιηθούν σε χρονικό διάστημα μικρότερο των έξι λεπτών ο ένας από τον άλλο, τότε το φίλτρο μπαίνει σε λειτουργία συνεχούς καθαρισμού για 12 λεπτά. Ο χρόνος πλήρους καθαρισμού είναι περίπου 60 δευτερόλεπτα.

- Μείωση ροής

Δεν υπάρχει αποκοπή της ροής κατά την διάρκεια του καθαρισμού του φίλτρου. Κατά τον καθαρισμό απαιτείται περίπου 10% της ροής για να τραβηχτούν έξω τα σωματίδια που έχουν κολλήσει στο πλέγμα του φίλτρου.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Η αποτελεσματικότητα του Συστήματος της Ecochlor δεν επηρεάζεται από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού που θα χρησιμοποιηθεί σαν έρμα.

- Ανάγκες συντήρησης

Τα φίλτρα πρέπει να ελέγχονται μία φορά στα δύο χρόνια και τα πλέγματά τους να αντικαθίστανται περίπου μια φορά στα 10 χρόνια. Τα στόμια και η Γεννήτρια του διοξειδίου του χλωρίου επιθεωρούνται από μηχανικούς της Ecochlor μία φορά τον χρόνο. Μία γενική επιθεώρηση του συστήματος μπορεί να γίνει στην πενταετία, μαζί με τον προγραμματισμένο πενταετή δεξαμενισμό του πλοίου. Ανεφοδιασμός χημικών γίνεται περίπου δύο φορές τον χρόνο από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό της Ecochlor και δαπανά μισή με μία ημέρα, ανάλογα το μέγεθος των δεξαμενών. Κατά τον ανεφοδιασμό των χημικών, οι τεχνικοί της Ecochlor κάνουν διαφόρων ειδών ελέγχους και συντήρηση στο σύστημα.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Το Σύστημα έχει απλό χειρισμό μέσω δύο διακοπών. Η ποσότητα και η πυκνότητα της έγχυσης ελέγχονται αυτόματα από το σύστημα.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Εξαιτίας της χρήσης και αποθήκευσης επικίνδυνων χημικών, απαιτούνται μέτρα ασφαλείας και εκπαίδευση του πληρώματος. Μελέτη Αναγνώρισης Κινδύνου (HAZID – Hazard and Identification Study) και Μελέτη Κινδύνου και Λειτουργίας (HAZOP – Hazard and Operability Study) γίνεται από τον κατασκευαστή του Συστήματος και κατατίθεται προς έγκριση στον αντίστοιχο νηογνώμονα. Ο ανεφοδιασμός των χημικών γίνεται από εκπαιδευμένους τεχνικούς του κατασκευαστή. Πριν από κάθε εγκατάσταση γίνεται Μελέτη Εκτίμησης Κινδύνου (Risk Assessment) και εγκρίνεται από τον αντίστοιχο νηογνώμονα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρέχει ο κατασκευαστής, έχει γίνει έλεγχος από το Corrosion Testing Laboratories, Inc. (USA) για την διαβρωτική επίδραση των χημικών στις δεξαμενές. Τα αποτελέσματα έδειξαν «Καμία αξιοσημείωτη διαφορά» ανάμεσα σε υλικά που εκτέθηκαν σε απλό θαλασσινό νερό και σε υλικά που εκτέθηκαν σε κατεργασμένο θαλασσινό νερό με διοξείδιο του χλωρίου.

Αντίστοιχοι έλεγχοι έγιναν από το Novachem Laboratories, Inc. (USA) και τα αποτελέσματα ήταν ίδια. Επιβεβαίωση αυτών των αποτελεσμάτων έχει γίνει και από την International Coatings. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι παραπάνω έλεγχοι επαναλήφθηκαν ώστε να πάρει το Σύστημα την έγκριση IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2010.

- Άλλες απαιτήσεις

Πέρα από την παροχή νερού στην γεννήτρια του διοξειδίου του χλωρίου, μια μικρή ποσότητα πεπιεσμένου αέρα από την ήδη υπάρχουσα παροχή του πλοίου απαιτείται για την λειτουργία των αυτόματων επιστομιών του Συστήματος.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Ο έλεγχος του συστήματος γίνεται από 3 ή 4 PLC, ανάλογα την αρχιτεκτονική του Συστήματος, που ελέγχουν την λειτουργία των φίλτρων και την ανάμιξη των χημικών. Ένας πίνακας αναμετάδοσης εγκαθίσταται στο Κέντρο Ελέγχου Φορτίου (Cargo Control Room)

3.2.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Τόσο η Γεννήτρια του διοξειδίου του χλωρίου (ClO₂) όσο και τα φίλτρα παρέχονται ως ξεχωριστά εξαρτήματα. Μόνο τα φίλτρα πρέπει να εγκατασταθούν κοντά στις κύριες αντλίες ερματισμού, ενώ η Γεννήτρια μπορεί να εγκατασταθεί στο μηχανοστάσιο είτε σε νέα, ξεχωριστή υπερκατασκευή (Treatment Deckhouse), που υπόκειται στην έγκριση του αντίστοιχου νηογνώμονα. Πρέπει ωστόσο να λαμβάνονται μέτρα ώστε η θερμοκρασία του χώρου που αποθηκεύονται και αναμειγνύονται τα χημικά να είναι ανάμεσα στους 5 ° C και τους 40° C. Η εγκατάσταση κατά την μετασκευή έχει ελάχιστη πολυπλοκότητα. Απαιτείται εγκατάσταση νέων σωληνοδικτύων από και προς τα φίλτρα, παροχής νερού στην Γεννήτρια του διοξειδίου του χλωρίου, γραμμές για το γέμισμα των δεξαμενών των χημικών. Επίσης απαιτείται η τροφοδοσία του συστήματος και η διασύνδεση των πινάκων ελέγχου με τα επιμέρους εξαρτήματα.

- Δίκτυο σέρβις

Η Ecochlor έχει δίκτυο σέρβις σχεδόν σε όλα τα κύρια λιμάνια.

- Χρόνος παράδοσης

Το σύστημα παραδίδεται 26 εβδομάδες μετά την παραγγελία.

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Ο κατασκευαστής έχει εδραιωθεί για την κατασκευή Συστημάτων Κατεργασίας Έρματος. Στο επενδυτικό σχήμα συμμετέχουν η PROFLOW, SOJITZ MARINE και η Janney Montgomery Scott LLC.

3.2.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

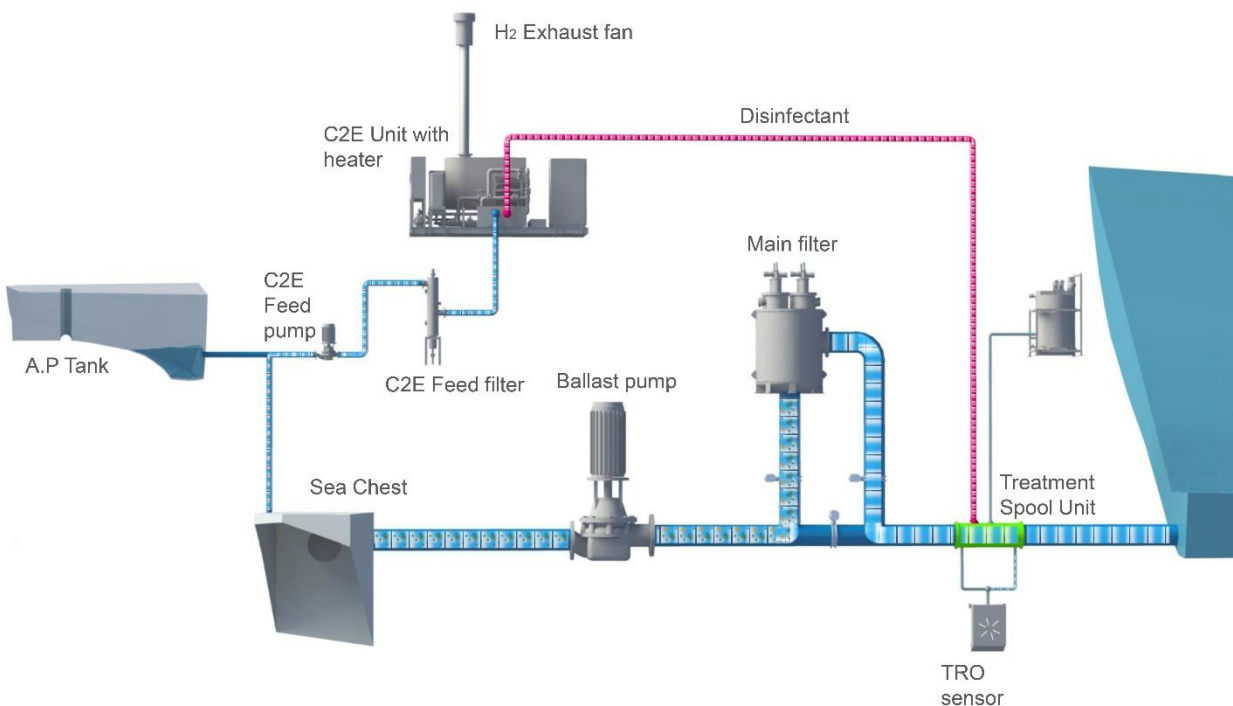
Πίνακας 3.1: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του ECOCHLOR BWTS

Πλεονεκτήματα	
A)	Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
B)	Το Σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε φρέσκο, υφάλμυρο και χαμηλής θερμοκρασίας νερό.
Γ)	Γίνεται κατεργασία μόνο κατά την διαδικασία ερματισμού (δεν γίνεται εξουδετέρωση των ενεργών ουσιών – δειγματισμός μέσα από τις δεξαμενές κατά τον αφερματισμό)
Δ)	Η Γεννήτρια του διοξειδίου του χλωρίου δεν χρειάζεται να βρίσκεται στην περιοχή των αντλιών, πράγμα που δίνει ευελιξία στην εγκατάσταση
E)	Σχετικά απλή εγκατάσταση, εξαιτίας του μικρού αριθμού εξαρτημάτων που απαιτούνται και του περιορισμένου μεγέθους της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης
ΣΤ)	Χαμηλή πτώση πίεσης στο σύστημα (μόνο η πτώση πίεσης στο φίλτρο)
Z)	Εγκεκριμένο από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG – United States Coast Guard)
Μειονεκτήματα	
A)	Απαιτούνται κατ' ελάχιστο 24 ώρες αποθήκευσης του νερού πριν τον αφερματισμό
B)	Ο αφερματισμός δεν επιτρέπεται αν κατά την δειγματοληψία το δείγμα είναι πάνω από το επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης
Γ)	Η αξιοποίηση επικίνδυνων χημικών
Δ)	Αυξημένες διαδικασίες στο Τμήμα Υλικοτεχνικών (Logistics) της ναυτιλιακής εταιρείας για τον ανεφοδιασμό χημικών
E)	Υψηλό κόστος χρήσης
ΣΤ)	Η μακροπρόθεσμη επίδραση των ενεργών ουσιών στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών και η διάβρωση στο σωληνοδίκτυο του πλοίου πρέπει να παρατηρηθούν σε βάθος χρόνου

3.2.6 Συμπέρασμα

Το συγκεκριμένο σύστημα έχει κάποια σοβαρά πλεονεκτήματα, όπως για παράδειγμα η κατεργασία όλων των τύπων νερού, εύκολη εγκατάσταση και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Το σύστημα έχει πάρει πιστοποίηση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG). Από την άλλη, η προμήθεια χημικών, το υψηλό κόστος χρήσης και η αποθήκευση των χημικών πάνω στο πλοίο πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον διαχειριστή του πλοίου.

3.3 OCEANSAVER AS – MkII



Σχήμα 3.2: OCEANSAVER AS – MkII Σύνοψη

3.3.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [35]

Η OCEANSAVER αρχικά έδωσε στην κυκλοφορία το Mark I (MkI), που χρησιμοποιούσε ένα συνδυασμό τεχνολογιών και τεχνικών και είχε εγκριθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO). Το σύστημα αποσύρθηκε και αντικαταστάθηκε από το Mark II (MkII) που περιγράφεται στην συνέχεια.

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και ηλεκτρόλυση

Φίλτρο: Το νερό φιλτράρεται από σωματίδια και μικροοργανισμούς μεγαλύτερους από 40μm. Στο συγκεκριμένο σύστημα τα φίλτρα φτιάχνονται από την MOSS HYDRO.

Ηλεκτρόλυση – Μονάδα C2E: Μια μικρή ποσότητα νερού έρματος, περίπου το 1.6% της κύριας ροής, παρέχεται στην μονάδα C2E και χρησιμοποιείται σαν ηλεκτρολύτης σε ειδικό θάλαμο με μεμβράνη. Η μεμβράνη απομονώνει τα ηλεκτρόδια σε θαλάμους ηλεκτροδίων ανόδου και καθόδου που παράγουν ανολύτη και καθολύτη αντίστοιχα. Ο

ανολύτης έχει χαρακτηριστικά οξέος ενώ ο καθολύτης έχει χαρακτηριστικά αλκαλίου. Ο ανολύτης εξουδετερώνεται μερικώς αφού αναμιχθεί με τον καθολύτη ώστε να φτιαχτεί ο επιθυμητός οξειδωτικός παράγοντας. Όταν αυτό το μίγμα εγχυθεί στο νερό προς ερματισμό, χημικές διαδικασίες λαμβάνουν χώρα που παράγουν επιπλέον οξειδωτικούς παράγοντες. Αυτοί οι οξειδωτικοί παράγοντες καταναλώνονται γρήγορα κατά την διαδικασία της εξουδετέρωσης των ανεπιθύμητων οργανισμών.

Εξουδετέρωση: Η δόση των ενεργών ουσιών που εγχέονται στο νερό έρματος είναι αρχικά κάτω από 2.5 mg/L. Το Σύνολο των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO – Total Residual Oxidants) μειώνεται μέσα σε μερικές ώρες κάτω από τα 0.2 mg/L όπως προδιαγράφεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO D-2 standards). Για αυτό το λόγο σπάνια χρειάζεται εξουδετέρωση.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση
 - IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2008.
 - Δοκιμές στην ξηρά για το MkII έγιναν στο NIVA – Norwegian Institute for Water-2011
 - Δοκιμές σε πλοία για το MkI έγιναν από την GoConsult σε δύο πλοία που επιχειρούν σε διαφορετικά περιβάλλοντα (MV HOEGH TROOPER και το MV FEDERAL WELLAND-2005). Αυτές οι δοκιμές λήφθηκαν υπόψη για την έγκριση του MkII.
 - IMO “*Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)*”-2015.
 - Explosion Proof (Ex-Proof): Εγκρίθηκε σαν αντικρηκτικό από τον DNV.
 - Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Coast Guard (USCG))-2018

3.3.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα

Η OCEANSAVER ισχυρίζεται ότι το σύστημα CLEANBALLST μπορεί να εξυπηρετήσει όλους τους τύπους εμπορικών πλοίων.

- Μερίδιο στην αγορά

Με βάση στοιχεία του 2018 που παρέχει ο κατασκευαστής, έχουν παραγγελθεί 179 νεότευκτα πλοία (158 Mk II και 21 Mk I) και 13 μετασκευές πλοίων (11 Mk II και 2 Mk I).

3.3.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Κατά την διαδικασία ερματισμού, νερό έρματος αντλείται από τις κύριες αντλίες και περνάει μέσα από το φίλτρο, όπου συγκρατούνται όλα τα σωματίδια και μικροοργανισμοί μεγαλύτεροι από 40μm. Στην συνέχεια γίνεται έγχυση ενεργών ουσιών από την μονάδα C2E. Οι ενεργές ουσίες παράγονται από την διαδικασία ηλεκτρόλυσης στην μονάδα C2E. Μόνο το 1.6% της κύριας ροής τροφοδοτείται στην μονάδα C2E μέσω ανεξάρτητης αντλίας του συστήματος και εγχύεται στην κύρια ροή μετά την κατεργασία.

Αφερματισμός: Κατά την διαδικασία του αφερματισμού, το νερό δεν υφίσταται καμία κατεργασία. Αν τα επίπεδα των οξειδωτικών παραγόντων είναι μεγαλύτερα από 0.2mg/L, πρέπει να προστεθεί στο νερό εξουδετερωτικός παράγοντας. Η αρχική οξειδωτική ουσία που παράγεται στην μονάδα C2E έχει μικρό χρόνο ημιζωής και υπό κανονικές συνθήκες δεν θα μπορεί να ανιχνευθεί μετά από 5-8 ώρες. Ως εκ τούτου, είναι σπάνια η χρήση διαδικασίας εξουδετέρωσης από το σύστημα. Ο κατασκευαστής προτείνει το κατεργασμένο νερό να συγκρατείται στις δεξαμενές για 18-24 ώρες πριν ξεκινήσει η διαδικασία του αφερματισμού, χωρίς ωστόσο να απαιτείται κάποιο τέτοιο χρονικό διάστημα από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO) ή από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG).

Αποστράγγιση (Stripping): Καμία επιπλέον κατεργασία δεν χρειάζεται κατά την διαδικασία της αποστράγγισης, εκτός από την εξουδετέρωση, όταν κριθεί ότι αυτή χρειάζεται.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Το φίλτρο καθαρίζεται αυτόματα όταν η διαφορική πίεση ανάμεσα στην είσοδο και την έξοδο του είναι μεγαλύτερη από 0.5bar. Κατά την διαδικασία καθαρισμού ειδικά στόμια κολλούν πάνω στο πλέγμα του φίλτρου και μέσω μιας αντλίας ρουφούν τα σωματίδια. Η όλη διαδικασία καθαρισμού κρατάει περίπου 30 δευτερόλεπτα.

- Μείωση ροής

Η συνολική ροή που δαπανάται για τον καθαρισμό είναι περίπου το 10% της κύριας ροής. Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος δεν επηρεάζεται από την θολότητα του νερού. Το σύστημα λειτουργεί κανονικά σε θερμοκρασίες μεταξύ των 5 και 55 °C. Σε περίπτωση χαμηλότερων θερμοκρασιών, το σύστημα θερμαίνεται από ένα θερμαντικό σώμα ατμού μέχρι να φτάσει τους 17 °C. Το συγκεκριμένο σύστημα χρειάζεται νερό με υψηλή αλατότητα (>20 PSU) για την λειτουργία του. Σε περίπτωση που η αλατότητα του νερού που αντλείται για ερματισμό είναι χαμηλότερη από αυτό το επίπεδο, πρέπει να υπάρχει αποθηκευμένο νερό με μεγαλύτερη αλατότητα πάνω στο πλοίο. Το σύστημα, σε περίπτωση ανίχνευσης χαμηλής αλατότητας από εξειδικευμένους αισθητήρες, αλλάζει την παροχή του αυτόματα στο αποθηκευμένο νερό.

- Ανάγκες συντήρησης

Το πλέγμα του φίλτρου, το σύστημα καθαρισμού και το σφράγισμα του φίλτρου πρέπει να αντικαθίστανται κάθε τρία χρόνια. Κομμάτια της αντλίας που τραβάει το νερό για την λειτουργία της μονάδας C2E, τα αναλώσιμα του θερμαντικού σώματος και ο εξουδετερωτικός παράγοντας πρέπει να αντικαθίστανται μια φορά το χρόνο. Έπειτα από 15000 ώρες χρήσης, η μονάδα C2E πρέπει να αντικαθίστανται. Η αλλαγή πρέπει να γίνεται από εκπαιδευμένους τεχνικούς. Οι υπόλοιπες εργασίες για την συντήρηση του συστήματος μπορούν να γίνουν από το πλήρωμα

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Το σύστημα έχει απλό χειρισμό με την χρήση δύο κουμπιών, ένα για την έναρξη και ένα για τον τερματισμό της λειτουργίας του. Ωστόσο, σε περίπτωση που πρέπει να χρησιμοποιηθεί το αποθηκευμένο νερό με την υψηλή αλατότητα, χρειάζονται επιπλέον χειρισμοί.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Παρόλο που το σύστημα αξιοποιεί ενεργές ουσίες, δεν χρειάζεται καμία δεξαμενή αποθήκευσης χημικών πάνω στο πλοίο, με εξαίρεση τον εξουδετερωτικό παράγοντα. Αυτό μειώνει τον κίνδυνο για το πλήρωμα και το πλοίο.

Επειδή το υδρογόνο (H₂) είναι υποπροϊόν της ηλεκτρόλυσης, το σύστημα απαιτεί την εγκατάσταση ενός εξειδικευμένου συστήματος διαχείρισης του υδρογόνου, μέχρι την αποβολή του στην ατμόσφαιρα.

Μία μελέτη εκτίμησης κινδύνου απαιτείται από τον κατασκευαστή πριν την εγκατάσταση του συστήματος στο πλοίο, μελέτη που πρέπει να εγκριθεί από τον αντίστοιχο νηογνώμονα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Το σύστημα αυτό προτείνεται από τους κατασκευαστές των ειδικών μπογιών για την επένδυση των δεξαμενών εξαιτίας των αποτελεσματικών οξειδωτικών παραγόντων που χρησιμοποιεί. Από τον κατασκευαστή δίνεται αναφορά εγκεκριμένη από τον DNV κάθε 12 μήνες για την επίδραση που έχει η χρήση του συστήματος στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών.

- Άλλες απαιτήσεις

Απαιτείται φρέσκο νερό για την ψύξη του ανορθωτή (rectifier) που χρησιμοποιεί το σύστημα, πεπιεσμένος αέρας από την παροχή του πλοίου για την λειτουργία της μονάδας C2E, μονάδα μέτρησης του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO – Total Residual Oxidants) καθώς επίσης και η εγκατάσταση πνευματικών επιστομίων και φίλτρων. Τέλος το σύστημα χρειάζεται ατμό από το πλοίο για το θερμαντικό σώμα ατμού.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το σύστημα ελέγχεται από PLC και μπορεί να ενσωματωθεί στο σύστημα αυτοματισμών του πλοίου. Χρειάζεται σαν είσοδο την θέση των επιστομίων για την διαχείριση του φορτίου στα δεξαμενόπλοια. Υπάρχει σύνδεση με το Σύστημα Συναγερμού και Επιτήρησης (AMS - Alarm and Monitoring System) και το Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας του πλοίου (PMS – Power Management System) μέσω πολύκλωνου καλωδίου ή Modbus, Profibus ή Profinet. Ο πίνακας ελέγχου βρίσκεται στο Δωμάτιο Ελέγχου Φορτίου (CCR – Cargo Control Room).

3.3.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Η μονάδα C2E μπορεί να εγκατασταθεί μακριά από τις κύριες γραμμές ερματισμού μέσω μικρών σωλήνων και καλωδίων τροφοδοσίας και ελέγχου. Σε δεξαμενόπλοια, η εν λόγω

μονάδα εγκαθίσταται στο μηχανοστάσιο. Σε πλοία με βυθισμένες αντλίες (FRAMO type ballast pumps), τα φίλτρα πρέπει να εγκατασταθούν σε νέες υπερκατασκευές στο κύριο κατάστρωμα με χρήση αντεκρηκτικού εξοπλισμού (EX-Proof), ενώ η μονάδα ηλεκτρόλυσης πρέπει να εγκατασταθεί σε μη επικίνδυνη περιοχή.

- Δίκτυο σέρβις

Η OCEANSAVER έχει τεχνικούς για σέρβις σε Νορβηγία, Κίνα και Νότιο Κορέα οι οποίοι εξυπηρετούν παγκοσμίως. Επιπλέον, υπάρχουν συμφωνίες με εξωτερικούς συνεργάτες για εξυπηρέτηση των Ηνωμένων Πολιτειών, του Καναδά και της Ευρώπης.

- Χρόνος παράδοσης

Ο χρόνος παράδοσης του συστήματος είναι περίπου 8 μήνες μετά την παραγγελία

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Η OCEANSAVER συστάθηκε το 2003 για την ανάπτυξη Συστημάτων Διαχείρισης Νερού Έρματος. Κύριοι μέτοχοι είναι η BW Ventures, μια εταιρεία που επενδύει σε θαλάσσιες περιβαλλοντικές τεχνολογίες, η οποία είναι κομμάτι της BW Group με έδρα την Σιγκαπούρη και την Νορβηγία και η Investinor AS, μια νορβηγική εταιρεία με κρατική επιχορήγηση.

3.3.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

Πίνακας 3.2: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του OCEANSAVER AS - MkII

Πλεονεκτήματα	
A)	Σχετικά εύκολη εγκατάσταση
B)	Ένα μικρό κομμάτι της κύριας ροής πρέπει να περάσει μέσα από την μονάδα ηλεκτρόλυσης
Γ)	Κατεργασία γίνεται μόνο κατά την διαδικασία του ερματισμού, ενώ η εξουδετέρωση γίνεται κατά τον αφερματισμό
Δ)	Το σύστημα έχει πιστοποιηθεί από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval)
Μειονεκτήματα	
A)	Το σύστημα δεν είναι αποτελεσματικό σε γλυκό νερό ή σε νερό με χαμηλή αλατότητα (20 PSU). Υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης θαλασσινού νερού
B)	Η επίδραση των Οξειδωτικών παραγόντων στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών και η οξείδωση στο σωληνοδίκτυο πρέπει να παρατηρηθούν σε βάθος χρόνου
Γ)	Δεν υπάρχουν αναλυτικά στοιχεία από τον κατασκευαστή αναφορικά με τα κόστη συντήρησης του συστήματος
Δ)	Η έγχυση χημικών που κάνει το σύστημα είναι σημαντικά μικρότερη από άλλα συστήματα που χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογία

3.3.6 Συμπέρασμα

Το συγκεκριμένο σύστημα παράγεται από έναν από τους πρώτους κατασκευαστές Συστημάτων Κατεργασίας Έρματος και έχει πιστοποίηση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval). Ωστόσο ο κατασκευαστής δεν παρέχει στοιχεία αναφορικά με τα κόστη συντήρησης του συστήματος

3.4 Hyundai – HIBALLAST

3.4.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [36]

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και ηλεκτρομηχανική απολύμανση
Φίλτρο: Φιλτράρισμα από σωματίδια, ίζημα και οργανισμούς μεγαλύτερους από 50μm. Το φίλτρο είναι κωνικού – σφηνοειδούς τύπου και ο κατασκευαστής είναι η HYDAC από την Γερμανία.

Ηλεκτρομηχανική απολύμανση: Το σύστημα HIBALLAST παράγει υποχλωρίδιο του Νατρίου (NaOCl) για να απολυμάνει το νερό έρματος από επιβλαβείς οργανισμούς, μέσω της επιτόπιας ηλεκτρόλυσης θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού. Για την παραγωγή του απολυμαντικού το 1% της συνολικής ροής του νερού έρματος τροφοδοτεί την μονάδα ηλεκτρόλυσης. Το απολυμαντικό που παράγεται στην μονάδα ηλεκτρόλυσης εγχέεται απευθείας στην σωλήνα κατά την διαδικασία ερματισμού του πλοίου σε μέγιστη συγκέντρωση 9mg/l.

Εξουδετέρωση: Ο σκοπός της μονάδας εξουδετέρωσης είναι η εξάλειψη πιθανών παραγώγων – καταλοίπων χλωρίου και βρωμίου από την χημική διαδικασία που μετρούνται σαν Υπολειπόμενοι Οξειδωτικοί Παράγοντες (TRO – Total Residual Oxidants) μέσα στο νερό έρματος. Κατά την διαδικασία αφερματισμού, η ποσότητα του απολυμαντικού που παραμένει συγκεντρωμένη στο νερό έρματος και είναι επικίνδυνη για το οικοσύστημα, μειώνεται μέσω διαδικασίας εξουδετέρωσης με θειοθειικό (sodium thiosulfate).

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση
 - IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2011.
 - Δοκιμές στην ξηρά έγιναν στο εργοστάσιο της HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES.
 - Δοκιμές σε πλοίο έγιναν σε ένα φορτηγό 4600 εμπορευματοκιβωτίων.
 - IMO “*Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)*”-2008.
 - Έγκριση από τον DNV.
 - Έγκριση από τον Lloyd’s Register (LR).
 - Έγκριση από το American Bureau of Shipping (ABS).
 - Έχει λάβει έγκριση από τα Νησιά Μάρσαλ, τον Παναμά, τη Νήσο του Μάν (Isle of Man), την Λιβερία, την Μάλτα και την Ελλάδα.

- Explosion Proof (Ex-Proof): Εγκρίθηκε σαν αντiekρηκτικό από τον κορεάτικο νηογνώμονα (Korean Register of shipping).
- Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval)-2018.

3.4.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα

Η Hyundai ισχυρίζεται ότι το σύστημα HIBALLAST μπορεί να εξυπηρετήσει όλα τα εμπορικά πλοία.

- Μερίδιο στην αγορά

Το σύστημα έχει εγκατασταθεί σε 256 νεότευκτα πλοία ενώ υπάρχει παραγγελία για 57 ακόμα. Επίσης έχει εγκατασταθεί σε 3 πλοία από μετασκευή.

3.4.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Η κατεργασία του νερού έρματος από το HIBALLAST γίνεται κατά την άντληση του νερού. Νερό έρματος αντλείται και φιλτράρεται από το φίλτρο ενώ ένα μικρό κομμάτι της ροής τροφοδοτεί την μονάδα ηλεκτρόλυσης για να παραχθεί υποχλωρίδιο του Νατρίου (NaOCl) στις απαραίτητες ποσότητες. Το παραγόμενο υδρογόνο από την ηλεκτρόλυση συγκεντρώνεται και εγχέεται πίσω στο νερό έρματος για επιπλέον απολύμανση. Η δόση των χημικών ελέγχεται από αισθητήρα.

Αφερματισμός: Κατά τον αφερματισμό το φίλτρο παρακάμπτεται και γίνεται αυτόματα έγχυση του εξουδερωτικού παράγοντα θειοθειϊκού (sodium thiosulfate).

Αποστράγγιση (Stripping): Καμία κατεργασία δεν χρειάζεται κατά της αποστράγγιση, εκτός από εξουδετέρωση, όπου αυτή χρειάζεται

- Καθαρισμός του φίλτρου

Όταν η διαφορική πίεση μεταξύ εισόδου και εξόδου του φίλτρου γίνει μεγαλύτερη από 0.5 bar ξεκινάει διαδικασία πλύσης από κωνικά στοιχεία.

- Μείωση ροής

Στο σύστημα HIBALLAST η ροή προς τις δεξαμενές έρματος δεν κόβεται κατά τον καθαρισμό των φίλτρων. Η διαδικασία του καθαρισμού απαιτεί το 15% της κύριας ροής. Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος δεν επηρεάζεται από την θολότητα του νερού. Όταν το πλοίο βρίσκεται σε νερό με αλατότητα μικρότερη των 15 PSU, απαιτείται μια ανεξάρτητη δεξαμενή θαλασσινού νερού για να τροφοδοτείται η μονάδα της ηλεκτρόλυσης. Επίσης, η ελάχιστη θερμοκρασία του νερού για την ηλεκτρόλυση είναι 10oC.

- Ανάγκες συντήρησης

Όλες οι μονάδες πρέπει να επιθεωρούνται μια φορά το χρόνο. Τα αντιδραστήρια για την μέτρηση του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO – Total Residual Oxidants) πρέπει να αντικαθίστανται κάθε τρεις μήνες. Το φίλτρο και τα ηλεκτρόδια για την ηλεκτρόλυση έχουν χρόνο ζωής 10 χρόνια.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Το σύστημα έχει απλό χειρισμό κατά την αυτόματη λειτουργία του, με χρήση ενός κουμπιού για την έναρξη αι ενός για την παύση της λειτουργίας του. Ωστόσο, η χρήση του αποθηκευμένου θαλασσινού νερού όταν τα νερά που αντλεί το πλοίο είναι χαμηλής αλατότητας αυξάνει την πολυπλοκότητα.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Το HIBALLAST παράγει υδρογόνο, κομμάτι του οποίου διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα. Μια Μελέτη Κινδύνου (Risk Assessment) απαιτείται πριν από κάθε εγκατάσταση και υπόκειται έγκρισης από τον αντίστοιχο νηογνώμονα. Επίσης οι μονάδες ηλεκτρόλυσης πρέπει να αφαιρούνται και να καθορίζονται ανά κάποιο χρονικό διάστημα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Έλεγχοι της επίδρασης των χημικών στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών έχουν γίνει στα εργαστήρια της Hyundai Heavy Industries. Οι έλεγχοι πάνω σε μεταλλικές πλάκες με επένδυση και μη έδειξαν σχεδόν ίδια επίδραση και στις δύο περιπτώσεις. Επίσης, αντίστοιχοι έλεγχοι με πανομοιότυπα αποτελέσματα έχουν γίνει από την CMD και την International paints.

- Άλλες απαιτήσεις

Για την λειτουργία του συστήματος απαιτείται από το πλοίο παροχή πεπιεσμένου αέρα, γλυκού νερού για την Παρασκευή του εξουδετερωτικού παράγοντα και νερού για την ψύξη του ανορθωτή που χρησιμοποιεί η ηλεκτρόλυση. Θερμαντικά σώματα απαιτούνται για την λειτουργία του συστήματος σε χαμηλές θερμοκρασίες.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το σύστημα ελέγχεται από PLC και ο χειριστής μπορεί να εκτελέσει τις απαραίτητες διαδικασίες μέσω πίνακα ελέγχου που εγκαθίστανται στο Κέντρο Ελέγχου Φορτίου (Cargo Control Room) του πλοίου. Τα φίλτρα ελέγχονται από εξειδικευμένο πίνακα έξω από τον χώρο εγκατάστασης των φίλτρων. Η κατάσταση των φίλτρων ελέγχεται από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου μέσω ειδικής καλωδίωσης. Τα διάφορα σήματα από τα εξαρτήματα και τους αισθητήρες του συστήματος παρέχονται στον κεντρικό πίνακα ελέγχου μέσω ειδικού δικτύου δεδομένων.

3.4.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Το HIBALLAST μπορεί να εγκατασταθεί σε διάφορες περιοχές μέσα στο μηχανοστάσιο εξαιτίας του γεγονότος ότι η μονάδα ηλεκτρόλυσης είναι ανεξάρτητη από την κύρια γραμμή ερματισμού. Η θέση των διαφόρων εξαρτημάτων απαιτεί έγκριση από τον αντίστοιχο νηογνώμονα. Επιπλέον χώρος απαιτείται για την αποθήκευση του εξουδετερωτικού παράγοντα. Τα φίλτρα και οι αισθητήρες μέτρησης του Συνόλου των

Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO – Total Residual Oxidants) πρέπει να εγκατασταθούν κοντά στις κύριες αντλίες ερματισμού.

- Δίκτυο σέρβις

Η Hyundai είναι μία πολύ μεγάλη εταιρεία μια παγκόσμιο δίκτυο υποστήριξης, ανταλλακτικών τεχνικών τμημάτων. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν πάνω από 73 σημεία σέρβις παγκοσμίως.

- Χρόνος παράδοσης

Η παράδοση του συστήματος γίνεται περίπου 6 μήνες μετά την παραγγελία

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Η Hyundai είναι από τις κυρίαρχες εταιρείες στο χώρο της Ναυπηγικής και της Ναυτιλίας με πολλά χρόνια εμπειρίας.

3.4.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

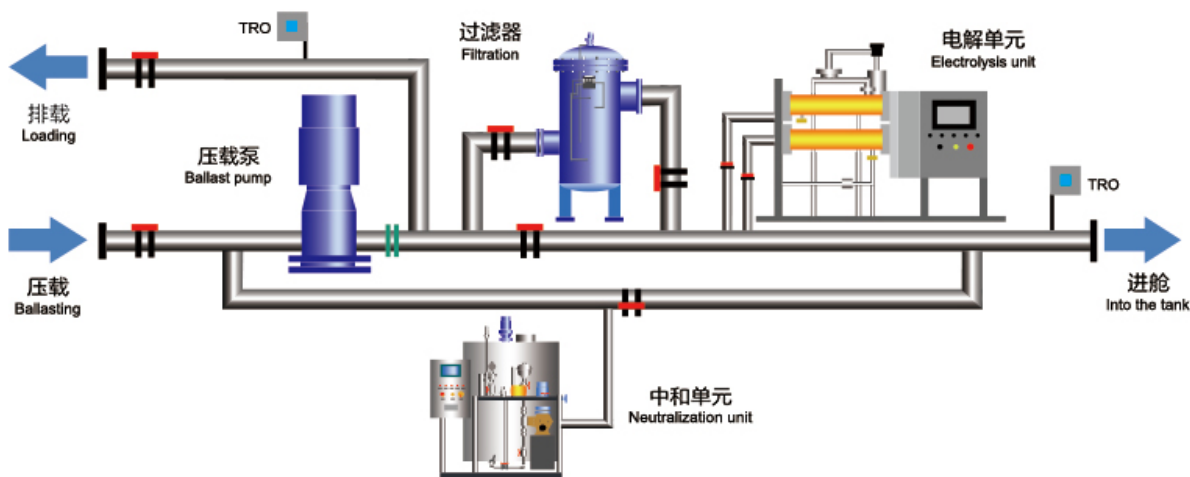
Πίνακας 3.3: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του HYUNDAI - HIBALLAST

Πλεονεκτήματα	
A)	Ευελιξία στην εγκατάσταση
B)	Ένα μικρό κομμάτι της κύριας ροής πρέπει να περάσει μέσα από την μονάδα ηλεκτρόλυσης
Γ)	Κατεργασία γίνεται μόνο κατά την διαδικασία του ερματισμού, ενώ η εξουδετέρωση γίνεται κατά τον αφερματισμό
Δ)	Καταξιωμένος κατασκευαστής
Ε)	Το σύστημα έχει πιστοποιηθεί από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval)
Μειονεκτήματα	
A)	Το σύστημα δεν είναι αποτελεσματικό σε γλυκό νερό ή σε νερό με χαμηλή αλατότητα (15 PSU). Υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης θαλασσινού νερού
B)	Η επίδραση των Οξειδωτικών παραγόντων στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών και η οξείδωση στο σωληνοδίκτυο πρέπει να παρατηρηθούν σε βάθος χρόνου

3.4.6 Συμπέρασμα

Το HIBALLAST παράγεται από έναν κατασκευαστή με σημαντική εμπειρία στον κλάδο της ναυτιλίας. Το ίδιο το σύστημα έχει τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όπως και κάθε σύστημα που αξιοποιεί μικρό κομμάτι της κύριας ροής για ηλεκτρόλυση (slip stream electrolysis). Πρέπει να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος τύπος φίλτρων θέτει περιορισμούς σε βρώμικα νερά.

3.5 SUNRUI – BALCLOR BWMS



Σχήμα 3.3: SUNRUI BALCLOR Σύνοψη

3.5.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [37]

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και ηλεκτρόλυση

Φίλτρο: Το νερό φιλτράρεται από σωματίδια και μικροοργανισμούς μεγαλύτερους από 50μm. Στο συγκεκριμένο σύστημα τα φίλτρα φτιάχνονται από την SUNRUI, την BOLL & KIRCH ή την FILTERSAFE.

Ηλεκτρόλυση: Μια μικρή ποσότητα φιλτραρισμένου νερού έρματος τροφοδοτεί την μονάδα ηλεκτρόλυσης για να παραχθεί ένας οξειδωτικός παράγοντας σε υψηλή συγκέντρωση (υποχλωριώδες νάτριο – sodium hypochlorite) ο οποίος εγχύεται πίσω στην κύρια ροή του νερού έρματος, προσφέροντας αποτελεσματική απολύμανση. Μόνο το 1%-2% της κύριας ροής χρησιμοποιείται στην μονάδα ηλεκτρόλυσης.

Ένα κομμάτι του υποχλωριώδους οξέος αντιδρά με ιόντα βρωμίου στο νερό και παράγει υποβρωμιώδες οξύ (hypobromous acid). Τόσο το HOCl όσο και το HOBr είναι ισχυροί οξειδωτικοί και αλογονωτικοί (halogenation) παράγοντες, οι οποίοι αντιδρούν με ενώσεις του αζώτου όπως η αμμωνία, η ουρία, αμινοξέα κλπ που υπάρχουν μέσα στο νερό δημιουργώντας χλωραμίνες (chloramines) και βρωμαμίνες (bromamines), που αποκαλούνται αλοαμίνες (haloamines).

Εξουδετέρωση: Οι αισθητήρες Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO – Total Residual Oxidants) ελέγχουν την περιεκτικότητα του νερού στους παραπάνω παράγοντες πριν από τον αφερματισμό. Όταν το επίπεδο των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) είναι κάτω από τα 0.1ppm, τότε το νερό μπορεί να αποβληθεί απευθείας. Αν το Σύνολο των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) είναι πάνω από 1ppm, ένας εξουδετερωτικός παράγοντας (sodium thiosulphate solution) ενώνεται με το νερό έρματος μέσα στο σωληνοδίκτυο για να εξουδετερωθούν οι οξειδωτικοί παράγοντες.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση
 - IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2010.
 - IMO “*Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)*”-2011.
 - Έγκριση από τον DNV-2012
 - Έγκριση από το American Bureau of Shipping (ABS)
 - Έγκριση από τον Lloyd’s Register (LR)
 - Έγκριση από το Bureau Veritas (BV)
 - Έγκριση από το Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)
 - Έχει λάβει έγκριση από τα την Δημοκρατία της Λιβερίας, την Κίνα και την Νορβηγία.
 - Δοκιμές στην ξηρά έγιναν στο Qingdao της Κίνας-2009
 - Δοκιμές σε πλοίο έγιναν στο MV An Ping 3 στην Νότια Κινεζική Θάλασσα-2010
 - Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval)-2017.

3.5.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα
 Η SUNRUI ισχυρίζεται ότι το BALCLOR BWMS μπορεί να εξυπηρετήσει όλους τους τύπους των εμπορικών πλοίων

- Μερίδιο στην αγορά

Το BALCLOR BWMS έχει εγκατασταθεί σε 200 νεότευκτα πλοία ενώ υπάρχουν παραγγελίες για ακόμα 151. Επίσης έχει εγκατασταθεί σε 30 πλοία από μετασκευή, ενώ υπάρχουν ακόμα 27 παραγγελίες.

- Χαρακτηριστικά του Συστήματος

Το σύστημα κατασκευάζεται στην Κίνα. Η SUNRUI έχει ιδιοκτησία στα πνευματικά δικαιώματα των κύριων εξαρτημάτων του συστήματος, όπως την μονάδα ηλεκτρόλυσης, τα υλικά από τα οποία παράγονται τα ηλεκτρόδια κλπ.

Το BALCLOR BWMS αποτελείται από τρία κύρια μέρη: Το Φίλτρο Αυτόματου καθαρισμού (Automatic Backflushing Filtration – AFU), την Μονάδα Ηλεκτρολυτικής Απολύμανσης (Electrolytic Disinfection Unit – EDU), την Αυτόματη Μονάδα Εξουδετέρωσης (Automatic Neutralization Unit – ANU) και κάποια άλλα εξαρτήματα.

3.5.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Κατά τον ερματισμό σωματίδια, ίζημα και οργανισμοί μεγαλύτεροι από 50μm συγκρατούνται από το φίλτρο. Στη συνέχεια ένα μικρό κομμάτι της κύριας ροής περνά μέσα από την μονάδα ηλεκτρόλυσης για την παραγωγή οξειδωτικού παράγοντα σε υψηλή συγκέντρωση (κύρια υποχλωριώδες νάτριο – sodium hypochlorite). Το μίγμα εγχύεται στην κύρια ροή, αφού έχει απομονωθεί το υδρογόνο που παράγεται κατά την

χημική διαδικασία. Το Σύνολο των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (Total Residual Oxidants – TRO) μετριέται από εξειδικευμένους αισθητήρες και ελέγχεται ώστε να βρίσκεται μέσα σε κάποια προκαθορισμένα όρια (7.5 – 9.5 mg/L).

Αφερματισμός: Το νερό πρέπει να κρατηθεί στις δεξαμενές έρματος κατ' ελάχιστο 24 ώρες. Καμία επιπλέον κατεργασία δεν χρειάζεται κατά τον αφερματισμό πέραν της εξουδετέρωσης, η οποία γίνεται αυτόματα. Η μονάδα εξουδετέρωσης τίθεται σε λειτουργία αυτόματα όταν το μετρούμενο Σύνολο των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (Total Residual Oxidants – TRO) είναι μεγαλύτερο από 0.1 mg/L. Ο εξουδετερωτικός παράγοντας εγχέεται στην γραμμή αφερματισμού για να εξαλείψει το πλεόνασμα. Το ποσό εξουδετερωτικού παράγοντα που εγχέεται ελέγχεται αυτόματα από το σύστημα ανάλογα με το πλεόνασμα που μετριέται. Ο εξουδετερωτικός παράγοντας (sodium thiosulphate) εισάγεται στην αναρρόφηση της κύριας αντλίας ερματισμού από εξειδικευμένη αντλία.

Αποστράγγιση (Stripping): Καμία επιπλέον κατεργασία δεν γίνεται κατά την αποστράγγιση των δεξαμενών, εκτός από εξουδετέρωση.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Η διαφορά πίεσης μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του φίλτρου χρησιμοποιείται για να ξεκινήσει ένας κύκλος αυτοκαθαρισμού του φίλτρου. Όταν η διαφορική πίεση φτάσει τα 0.5 bar η διαδικασία ξεκινά αυτόματα. Τα φίλτρα περιέχουν ειδικά εξαρτήματα που ονομάζονται κεριά (candles), μόνο δύο από τα οποία καθαρίζονται ταυτόχρονα κατά την διαδικασία καθαρισμού, ενώ τα υπόλοιπα συνεχίζουν να φιλτράρουν κανονικά το νερό έρματος. Ολόκληρη η διαδικασία καθαρισμού παίρνει περίπου 30 δευτερόλεπτα.

- Μείωση ροής

Κατά την διαδικασία καθαρισμού δεν έχουμε διακοπή της κύριας ροής. Η διαδικασία καθαρισμού απαιτεί περίπου το 15-20% της κύριας ροής.

Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος δεν επηρεάζεται από την θολότητα του νερού. Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει κανονικά σε θαλασσινό νερό θερμοκρασίας μεταξύ των 5 και των 35 οC και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μεταξύ των 0 και των 55 οC. Το σύστημα είναι αποτελεσματικό σε θαλασσινό και υφάλμυρο νερό ενώ δεν μπορεί να κατεργαστεί νερό με αλατότητα μικρότερη των 15PSU. Σε περίπτωση γλυκού νερού, το πλοίο πρέπει να έχει αποθηκευμένο θαλασσινό νερό στην πρυμναία δεξαμενή του (Aft peak tank) σε ποσότητα 1-2% του συνολικού έρματος που θα χρειαστεί για το ταξίδι, ώστε να τροφοδοτήσει την μονάδα ηλεκτρόλυσης.

- Ανάγκες συντήρησης

Τα φίλτρα πρέπει να επιθεωρούνται μία φορά το χρόνο και τα κεριά πρέπει να αντικαθίστανται κάθε 3-5 χρόνια. Τα ηλεκτρόδια πρέπει να αντικαθίστανται μετά από

3500 ώρες χρήσης. Η μονάδα ηλεκτρόλυσης έχει χρόνο ζωής που φτάνει τον χρόνο ζωής του πλοίου (17-20 χρόνια).

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Το σύστημα έχει απλό χειρισμό, με την χρήση ενός κουμπιού για την έναρξη και ενός για την παύση του όταν βρίσκεται σε κατάσταση αυτόματης λειτουργίας.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Το σύστημα παράγει ουσίες που δεν αποτελούν σε μεγάλο βαθμό κίνδυνο για το πλήρωμα. Εγκαθίστανται δεξαμενές όπου αποθηκεύεται το υδρογόνο που παράγεται κατά την διαδικασία της ηλεκτρόλυσης. Το υδρογόνο διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες ουσίες μέσα στις δεξαμενές, ενώνεται με το εξειδικευμένο σύστημα διαχείρισης εύφλεκτων αερίων και το παραγόμενο μίγμα απορρίπτεται στην θάλασσα.

Μια Μελέτη Κινδύνου (Risk Assessment) απαιτείται πριν από κάθε εγκατάσταση και υπόκειται έγκρισης από τον αντίστοιχο νηογνώμονα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Με βάση την αναφορά που παρέχεται από τον κατασκευαστή, έχει γίνει έρευνα από την SUNRUI Marine Environment Engineering Company που κατέχει εξειδικευμένες εγκαταστάσεις και εξοπλισμό. Οι έλεγχοι δείχνουν ότι η μορφολογία της οξειδωσης στα δείγματα χωρίς προστατευτική επένδυση που εκτίθενται σε κατεργασμένο νερό είναι ίδια σε αυτά τα δείγματα που εκτίθενται σε απλό θαλασσινό νερό. Επίσης έλεγχοι έχουν γίνει από τα Qingdao Laboratory, Xiamen Laboratory και Luoyang Laboratory of Testing and Verifying Centre for Ship Material of China Shipbuilding Industry.

- Άλλες απαιτήσεις

Πεπιεσμένος αέρας και φρέσκο νερό απαιτούνται από τις κεντρικές παροχές του πλοίου.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το BALCLOR BWMS μπορεί να ενσωματωθεί στο ήδη υπάρχον σύστημα ελέγχου του πλοίου. Το σύστημα έχει αισθητήρες μέτρησης του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (Total Residual Oxidants – TRO) πριν από τον αφερματισμό. Υπάρχουν δύο τέτοιοι αισθητήρες στο BALCLOR BWMS. Κατά τον αφερματισμό, ο πρώτος αισθητήρας είναι υπεύθυνος για την μέτρηση του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων στο προς κατεργασία νερό έρματος στο κύριο δίκτυο ερματισμού. Το σήμα από τον αισθητήρα μεταφέρεται στο ελεγκτή, όπου γίνεται σύγκριση μεταξύ της μετρούμενης τιμής και της προκαθορισμένης τιμής ώστε να τροποποιηθεί ανάλογα η παραγωγή των οξειδωτικών παραγόντων στην μονάδα ηλεκτρόλυσης.

3.5.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Για μετασκευή, το σύστημα έχει από 3-7 εξαρτήματα, ανάλογα τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου, τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν ενιαία ή ξεχωριστά, οπότε και πιάνουν λιγότερο χώρο. Η διάταξη υπόκειται στην έγκριση του αντίστοιχου νηογνώμονα. Επιπλέον χώρος χρειάζεται για την αποθήκευση του εξουδετερωτικού παράγοντα. Τα

φίλτρα και οι αισθητήρες Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) πρέπει να εγκατασταθούν στην περιοχή των κύριων αντλιών ερματισμού.

- Δίκτυο σέρβις

Η SUNRUI έχει γραφεία εκτός από την Κίνα και στο Αμβούργο, το Τόκιο και την Σιγκαπούρη καθώς και υποστήριξη για σέρβις στην Ευρώπη, τις ΗΠΑ, το Ντουμπάι, την Ιαπωνία, την Σιγκαπούρη και την Βραζιλία οι οποίοι μπορούν να εξυπηρετήσουν όλα τα σημαντικά λιμάνια παγκοσμίως.

- Χρόνος παράδοσης

Αυτή τη στιγμή το σύστημα είναι έτοιμο για παράδοση 7 μήνες από την παραγγελία

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Η SUNRUI Marine Environment Engineering Company είναι μια εταιρεία με πάνω από 50 χρόνια ερευνητικής εμπειρίας. Η SUNRUI έχει στην ιδιοκτησία της εγκαταστάσεις ελέγχου και μετρήσεων επανδρωμένες με τεχνικό προσωπικό εξειδικευμένο στον έλεγχο της οικιακής διάβρωσης και στην κατεργασία νερού

3.5.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

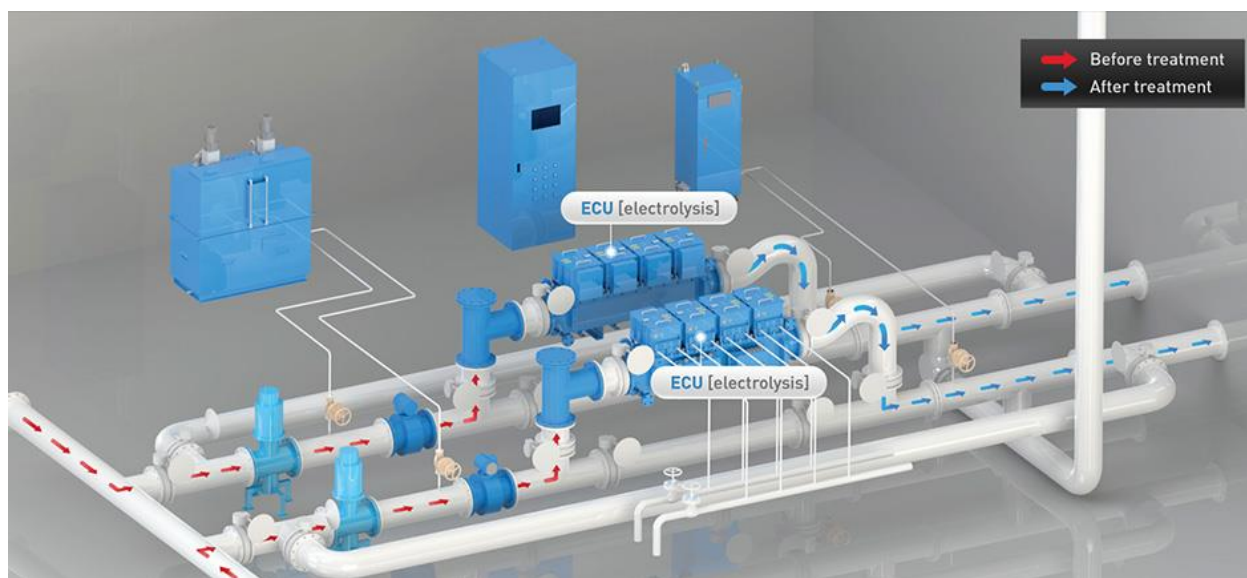
Πίνακας 3.4: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του SUNRUI BALCLOR BWMS

Πλεονεκτήματα	
A)	Η κατεργασία γίνεται κατά τον ερματισμό, ενώ η εξουδετέρωση γίνεται μόνο κατά τον αφερματισμό.
B)	Ευέλικτη εγκατάσταση
Γ)	Σχετικά χαμηλό κόστος λειτουργίας
Δ)	Σχετικά χαμηλό κόστος αγοράς
Μειονεκτήματα	
A)	Το σύστημα δεν είναι αποτελεσματικό σε γλυκό νερό ή σε νερό με χαμηλή αλατότητα (15 PSU). Υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης θαλασσινού νερού
B)	Η μακροχρόνια επίδραση των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) στην επένδυση των δεξαμενών και το σωληνοδίκτυο πρέπει να ελεγχθεί σε βάθος χρόνου.

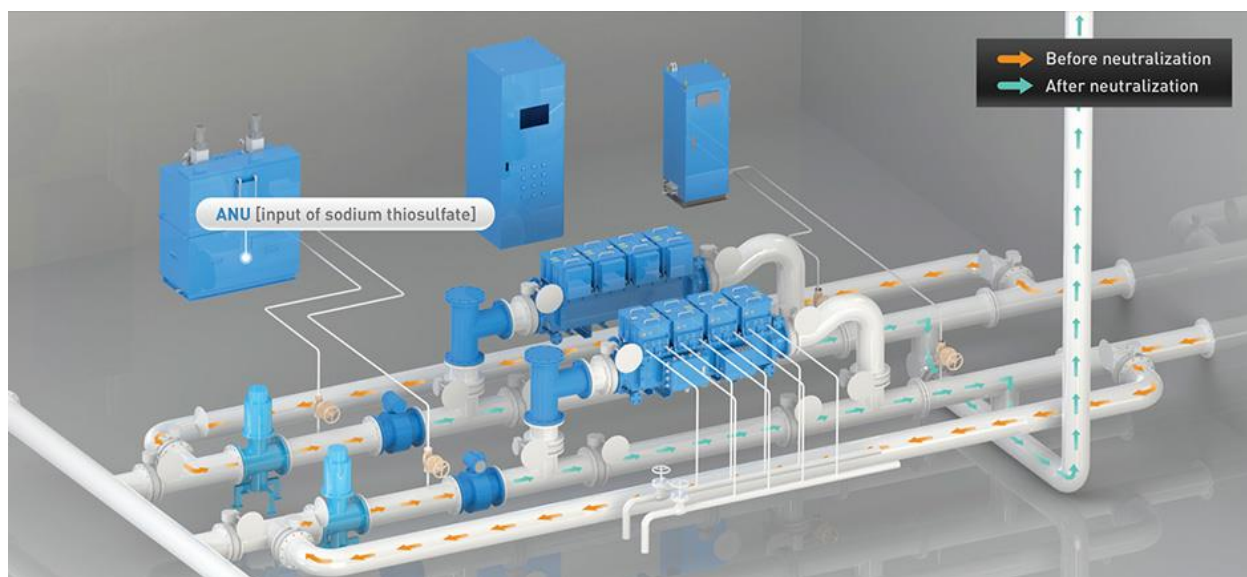
3.5.6 Συμπέρασμα

Το BALCLOR BWMS είναι ένα απλό και χαμηλού κόστους κινεζικό σύστημα, που αξιοποιεί ένα μικρό κομμάτι της κύριας ροής (slipstream) για ηλεκτρόλυση. Η δομή του επιτρέπει ευελιξία στην εγκατάσταση. Έχει πιστοποιητικό από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG Approval).

3.6 TECHCROSS – ELECTRO-CLEEN SYSTEM



Σχήμα 3.4: TECHCROSS-ELECTRO-CLEEN SYSTEM Σύνοψη, Ερματισμός



Σχήμα 3.5: TECHCROSS-ELECTRO-CLEEN SYSTEM Σύνοψη, Αφερματισμός

3.6.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [38]

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Απολύμανση με Ηλεκτρόλυση
Το ELECTRO-CLEEN αποτελείται από:

I. Το ECS-B είναι συνδυασμός από ένα ECU και ένα PRE:

ECU (Electro-Chamber Unit): Εγκαθίσταται στην κύρια γραμμή ερματισμού μετά την κατάθλιψη της αντλίας και απολυμαίνει μικροοργανισμούς μέσα στο νερό έρματος.

PRE (Power Rectifier Equipment): Μετατρέπει την τάση εισόδου από 440VAC σε 10VDC και τροφοδοτεί την μονάδα ηλεκτρόλυσης ενώ περιοδικά αλλάζει την πολικότητα στα ηλεκτρόδια ανάλογα με συγκεκριμένη ρύθμιση χρονισμού.

II. Το PDE24A είναι συνδυασμός από ένα PDE, ένα LOP και ένα PCU:

PDE (Power Distributor Equipment): Διανομέας ηλεκτρικής ενέργειας και διάφορα ρελέ αυτοματισμού και ελέγχου

LOP (Local Operation Panel): Παρέχει 220VAC και 24VDC στην μονάδα ECS και τους αισθητήρες. Τροφοδοτείται με 220VAC από το PCU ή το PDE. Επίσης περιέχει ένα GSU (Gas Sensor Unit) και ένα CSU (Conductivity Sensor Unit).

PCU (Power Control Unit): Το PCU εγκαθίσταται κοντά στις αντλίες ερματισμού ή κοντά στον πίνακα που τροφοδοτεί το σύστημα και ελέγχει το ECS για να αποτρέψει προβλήματα σε έκτακτες καταστάσεις. Επίσης συλλέγει τα δεδομένα από τους αισθητήρες.

III. ANU (Auto Neutralization Unit): Όταν το μετρούμενο Σύνολο των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) είναι πάνω από 0.2mg/L, πρέπει να γίνει εξουδετέρωση του πλεονάσματος. Αυτό γίνεται μέσω έγχυσης εξουδετερωτικού παράγοντα (sodium thiosulphate).

IV. TSU (TRO Sensor Unit): Ελέγχει αυτόματα τα επίπεδα του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) κατά την διαδικασία του ερματισμού και του αφερματισμού.

V. CPC (Control Personal Computer and Software): Είναι ο υπολογιστής με τον οποίο ελέγχεται το σύστημα το ECS. Εγκαθίσταται στο Δωμάτιο Ελέγχου Φορτίου (CCR – Cargo Control Room).

Προαιρετικά μπορεί να εγκατασταθεί επιπλέον και ο κάτω εξοπλισμός:

VI. HEU (Heat Exchanger Unit): Όταν λειτουργεί το PRE εκλύει θερμότητα και το HEU χρησιμοποιείται για να το ψύξει

VII. FTU (Fresh Water Tank Unit): Παρέχει φρέσκο νερό για την ψύξη του PRE.

Ηλεκτρόλυση: Κατά την κατεργασία του νερού έρματος με ηλεκτροχλωρίωση (electro-chlorination) παράγεται πάνω στο πλοίο διάλλειμα βιοκτόνου και υψηλής περιεκτικότητας υποχλωριώδους διαλλείματος, το οποίο εγχύεται απευθείας στο κύριο σωληνοδίκτυο του ερματισμού.

Το ECS-B χρησιμοποιεί ηλεκτρόλυση για την παραγωγή οξειδωτικών παραγόντων που εξαλείφουν τους μικροοργανισμούς σε μέγιστη συγκέντρωση 10mg/L. Ωστόσο, εξαιτίας του ηλεκτρικού ρεύματος, αυξάνεται η απολυμαντική αποτελεσματικότητα καθώς το ρεύμα καταστρέφει την μεμβράνη των κυττάρων των μικροοργανισμών. Επιπλέον, επειδή τα ηλεκτρόδια είναι από τιτάνιο, παράγονται Ω-ριζικά (Oh-radicals) που συνεισφέρουν στην απολύμανση.

Εξουδετέρωση: Το σύστημα εξουδετέρωσης εγκαθίσταται για να μειώσει την συγκέντρωση των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) που καταλήγουν στις δεξαμενές έρματος και πριν από τον αφερματισμό και την απόρριψη του νερού πίσω στην θάλασσα.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση

- IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2009.
- IMO “*Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)*”-2011.
- Δοκιμές στην ξηρά έγιναν σε εργαστήρια στο Masan Bay και στο Sumjin River, υπό την επίβλεψη της KORDI.
- Δοκιμές σε πλοίο έγιναν από την GoConsult πάνω στο M/T Yokohama στο Qingdao bay.
- Έγκριση από τον Κορεάτικο Νηογνώμονα (Korean Register)-2014
- Έγκριση από τον Bureau Veritas (BV)-2015
- Έγκριση από τον Registro Italiano Navale (RINA)-2015
- Έγκριση από τον Lloyd’s Register (LR)-2015
- Έλαβε έγκριση από τον American Bureau of Shipping (ABS) το 2011. Ωστόσο, εξαιτίας κάποιων συμβάντων κατά την λειτουργία του συστήματος, ο ABS απέσυρε την έγκρισή του μέχρι να εκτιμηθούν αυτά τα συμβάντα. Η Techcross έχει αναβαθμίσει το σύστημά της για να αποφευχθούν παρόμοια περιστατικά. Το σύστημα εγκρίθηκε εκ νέου το 2013, ενώ η έγκριση ανανεώθηκε εκ νέου το 2014.
- Έλαβε έγκριση από τον Russian Maritime Register of Shipping-2013.
- Έλαβε έγκριση από την Δημοκρατία της Κύπρου, την Ιαπωνία, την Δημοκρατία της Λιβερίας.
- Explosion Proof (Ex-Proof): Εγκρίθηκε σαν αντιεκρηκτικό από την κορεάτικη κυβέρνηση-2014.
- Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval)-2017.

3.6.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα

Η TECHCROSS ισχυρίζεται ότι το σύστημα μπορεί να εξυπηρετήσει όλα τα εμπορικά πλοία.

- Μερίδιο στην αγορά

Το σύστημα έχει εγκατασταθεί σε 888 νεότευκτα πλοία ενώ έχει παραγγελθεί για ακόμα 134. Έχουν γίνει 12 εγκαταστάσεις από μετασκευή και υπάρχουν ακόμα 8 παραγγελίες.

- Χαρακτηριστικά του Συστήματος

Το σύστημα κατασκευάζεται στην Κορέα. Η TECHCROSS παράγει μόνο τα ηλεκτρόδια, ενώ ο υπόλοιπος εξοπλισμός παρέχεται από τρίτες εταιρείες, κυρίως Κορεάτικες.

3.6.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Κατά τον ερματισμό, όταν η πλήρης ροή του θαλασσινού νερού περνά μέσα από το ECU, παράγονται απολυμαντικές ουσίες μέσω ηλεκτρόλυσης και εξαλείφουν τους βλαβερούς μικροοργανισμούς. Η μέγιστη επιτρεπτή δόση ενεργών ουσιών είναι 10mg/L

και πρέπει να επιτηρείται και να καταγράφεται κατά τον ερματισμό από το TSU. Η αγωγιμότητα του νερού μετριέται κατά τον ερματισμό και τα αποτελέσματα στέλνονται στο CPC, όπου αξιοποιούνται για να ρυθμίσουν το ρεύμα που τροφοδοτεί την μονάδα ηλεκτρόλυσης για την παραγωγή οξειδωτικών παραγόντων (TRO). Επιπλέον, υπάρχει εγκατεστημένος αισθητήρας μέτρησης του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) ανάμεσα στην μονάδα κατεργασίας και τις δεξαμενές έρματος, ώστε να υπάρχει επιπλέον έλεγχος από το CPC.

Αφερματισμός: Κατά τον αφερματισμό δεν χρειάζεται κάποια κατεργασία από την μονάδα ECS-B. Για να μειωθεί η τοξική επίδραση των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO), εγχύεται στο κατεργασμένο νερό προς απόρριψη εξουδετερωτικός παράγοντας και γίνεται ξανά μέτρηση των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) από την μονάδα TSU. Η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση των ενεργών ουσιών πρέπει να είναι κάτω από 0.02mg/L. Απαιτούνται κατ' ελάχιστο 6 ώρες αποθήκευσης του κατεργασμένου νερού έρματος στις δεξαμενές από την λήξη του ερματισμού πριν το νερό απορριφθεί πάλι στην θάλασσα

Αποστράγγιση (Stripping): Κατά την διαδικασία της αποστράγγισης δεν χρειάζεται κάποια επιπλέον κατεργασία, πέραν της εξουδετέρωσης, όπου αυτή χρειάζεται.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Δεν χρησιμοποιείται φίλτρο.

- Μείωση ροής

Έχουμε μείωση ροής εξαιτίας της πτώσης πίεσης 0.3 bar που εισάγει κάθε μονάδα ECU. Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος δεν επηρεάζεται από την θολότητα του νερού. Ο κατασκευαστής ισχυρίζεται ότι το σύστημα λειτουργεί σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, μεταξύ 0-45 οC. Το σύστημα είναι αποτελεσματικό σε θαλασσινό νερό, υφάλμυρο νερό και σε γλυκό νερό με αλατότητα πάνω από 1 PSU. Τέλος, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε θερμοκρασία νερού πάνω από -1.8 οC.

- Ανάγκες συντήρησης

Τα ηλεκτρόδια πρέπει να καθαρίζονται κάθε έξι μήνες με ειδικό καθαριστικό διάλυμα και μετά να ξεπλένονται με γλυκό νερό. Τα παρεμβύσματα (τσόντες) των ηλεκτροδίων πρέπει να αλλάζουν κατά τον πενταετή δεξαμενισμό του πλοίου. Τα ηλεκτρόδια πρέπει να αντικαθίστανται κάθε 8000 με 10000 ώρες λειτουργίες κι έχουν εγγύηση για 5000 ώρες λειτουργίας. Οι εύκαμπτοι σωλήνες δειγματοληψίας που συνδέονται στο TSU και το NAU πρέπει να καθαρίζονται κάθε 24 μήνες. Οι αισθητήρες μέτρησης ροής πρέπει να καλιμπράρονται από τεχνικό της εταιρείας που τα κατασκεύασε κατά τον δεξαμενισμό του πλοίου.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Σε σχέση με παλαιότερες εκδόσεις, η τρέχουσα χρησιμοποιεί μικρότερο αριθμό από εξαρτήματα. Κατά την λειτουργία του, το σύστημα είναι κατά κύριο λόγο αυτόματο.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Αν και το σύστημα αξιοποιεί ενεργές ουσίες, δεν απαιτεί την αποθήκευση χημικών πάνω στο πλοίο εκτός από τον εξουδετερωτικό παράγοντα, πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για το πλήρωμα και το πλοίο. Για την λειτουργία του συστήματος, εγκαθίστανται διαχωριστές αερίων πάνω στις σωλήνες ερματισμού ώστε να αφαιρούνται αέρια υποπροϊόντα της χημικής διαδικασίας όπως υδρογόνο (H₂). Ωστόσο, αυτός ο εξοπλισμός είναι προαιρετικός. Σε κάθε περίπτωση, σε διάφορες δοκιμές που έγιναν, το μετρούμενο ποσό υδρογόνου ήταν σχετικά χαμηλό. Εξαιτίας συγκεκριμένων συμβάντων σε προηγούμενες εκδόσεις του συστήματος, έγιναν κάποιες αλλαγές στο σύστημα από τους κατασκευαστές, ενώ έχει γίνει και ενδεδειγμένος έλεγχος από το American Bureau of Shipping (ABS). Οι λεπτομέρειες αυτών των συμβάντων και των ελέγχων δεν διατίθενται.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Βασιζόμενοι πάνω στις αναφορές που παρέχονται από τους κατασκευαστές, έχουν γίνει έλεγχοι από το Μοκρο National Maritime University πάνω σε επενδυμένα και μη δείγματα σε διάφορα επίπεδα συγκέντρωσης οξειδωτικών παραγόντων (TRO), μέχρι και 10ppm. Τα αποτελέσματα έδειξαν παρόμοια επίδραση στα δείγματα από το κατεργασμένο και μη νερό. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO – International Maritime Organization) έχει ζητήσει να γίνουν επιπλέον έλεγχοι.

Ο κατασκευαστής χρωμάτων και επενδύσεων KCC από την Κορέα έκανε δοκιμές για 7 μήνες το 2010 και εξέδωσε εγγύηση για την χρήση του συστήματος της TECHCROSS με τα προϊόντα του.

Η International Paint έκανε επίσης δοκιμές με την μέγιστη συγκέντρωση των οξειδωτικών παραγόντων (TRO) (20ppm) και κατέληξε στο συμπέρασμα όταν δεν υπάρχει αξιοσημείωτη επίδραση.

Η CHUGOKU έχει ξεκινήσει δοκιμές αλλά τα αποτελέσματα δεν έχουν δημοσιευθεί ακόμα.

- Άλλες απαιτήσεις

Απαιτούνται από τις παροχές του πλοίου φρέσκο νερό για ψύξη και πεπιεσμένος αέρας.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το ECS-B μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στο ήδη υπάρχον σύστημα ελέγχου του πλοίου. Υπάρχει σύστημα επιτήρησης, συναγερμού και αυτόματης απενεργοποίησης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ωστόσο, το σύστημα θεωρείται περίπλοκο, αφού πολλοί αισθητήρες ελέγχουν διάφορες παραμέτρους του συστήματος και επηρεάζουν την αυτόματη λειτουργία του συστήματος.

3.6.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Το σύστημα έχεις επιμέρους μονάδες που επιτρέπουν την ξεχωριστή τους εγκατάσταση. Επιπλέον το ECS-B έχει πιο απλό σχεδιασμό σε σχέση με προηγούμενες εκδόσεις, πράγμα που κάνει πιο εύκολη την εγκατάστασή του και την έγκριση της εγκατάστασης από τον αντίστοιχο νηογνώμονα. Το ECU εγκαθίσταται στην κύρια γραμμή ερματισμού, ενώ τα υπόλοιπα εξαρτήματα μπορούν να τοποθετηθούν ξεχωριστά σε οποιοδήποτε χώρο υπάρχει ελεύθερος στο πλοίο. Ωστόσο, επειδή υπάρχουν σημαντικά περισσότερα εξαρτήματα σε σχέση με άλλα συστήματα, ο χώρος που απαιτείται για την εγκατάσταση είναι πρακτικά αρκετά μεγάλος.

- Δίκτυο σέρβις

Η TECHCROSS έχει τμήμα πωλήσεων και σέρβις σε όλες τις ηπείρους.

- Χρόνος παράδοσης

Αυτή τη στιγμή, ο χρόνος παράδοσης του συστήματος είναι 4 μήνες μετά την παραγγελία.

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Η TECHCROSS ιδρύθηκε το 2000 για την παραγωγή συστημάτων κατεργασίας έρματος. Συγγενείς εταιρείες είναι η LIHOM, η BUSAN TEXTILE και η KSF (Korean Ship Finance Co.)

3.6.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

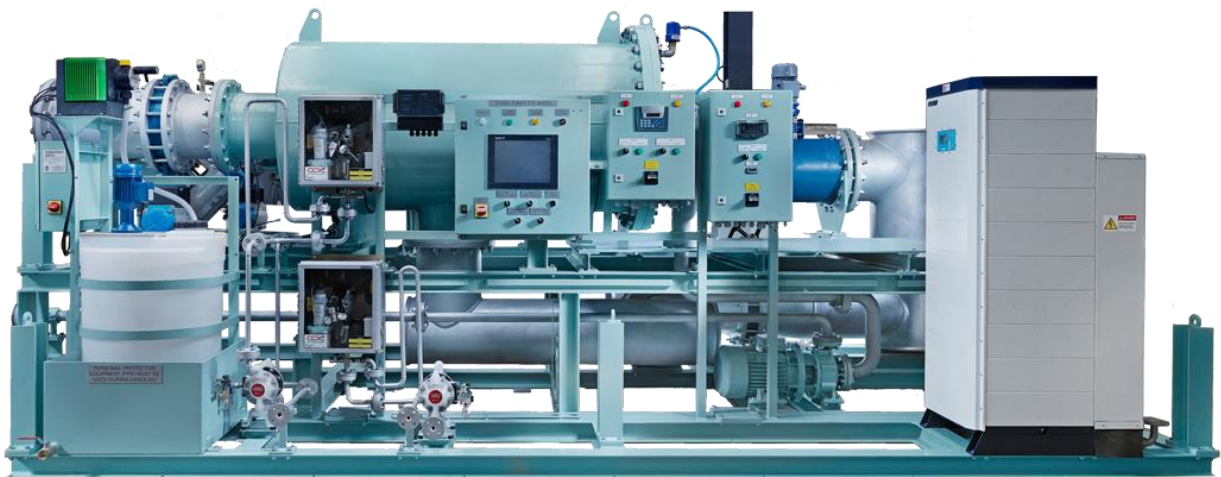
Πίνακας 3.5: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του TECHCROSS – ELECTRO-CLEEN

Πλεονεκτήματα	
A)	Η μη χρήση φίλτρων αποτρέπει την απόφραξή τους
B)	Η κύρια κατεργασία γίνεται κατά τον ερματισμό, ενώ η εξουδετέρωση γίνεται κατά τον αφερματισμό
Γ)	Έχει ήδη εγκατασταθεί μεγάλος αριθμός συστημάτων που βοηθάει στην βελτίωση του συστήματος μέσω παρακολούθησης της μέχρι τώρα λειτουργίας του.
Δ)	Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε νερά με χαμηλή αλατότητα
Μειονεκτήματα	
A)	Η μη χρήση φίλτρων υποπτη την αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαιτίας της ίδιας δοσολογίας ενεργών ουσιών με συστήματα που χρησιμοποιούν φίλτρα.
B)	Η μακροχρόνια επίδραση των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) στην επένδυση των δεξαμενών και το σωληνοδίκτυο πρέπει να ελεγχθεί σε βάθος χρόνου.
Γ)	Το σύστημα δεν είναι αποτελεσματικό σε γλυκό νερό
Δ)	Δεν παρέχονται πληροφορίες για το κόστος συντήρησης
Ε)	Παραγωγή Υδρογόνου σαν προϊόν της ηλεκτρόλυσης

3.6.6 Συμπέρασμα

Το TECHCROSS ELECTRO-CLEEN έχει ήδη εγκατασταθεί σε πολλά νεότευκτα πλοία, ενώ η απουσία φίλτρου αποτελεί το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αλλά και μειονέκτημά του. Πρέπει να αναφερθεί ότι συμβάντα εκρήξεων που έγιναν στο παρελθόν κατά την λειτουργία του συστήματος έφεραν σημαντικό πλήγμα στην φήμη του συστήματος και υποχρέωσαν τον ABS να αποσύρει την έγκρισή του. Οι κατασκευαστές ισχυρίζονται ότι η αιτία του προβλήματος έχει εντοπιστεί και παρέχουν ειδικό πακέτο εξαρτημάτων για να αναβαθμίσουν το σύστημα και να αποφευχθούν αντίστοιχα περιστατικά. Βάσει αυτού, ο ABS επανάφερε την έγκρισή του. Δεν υπάρχουν πληροφορίες αναφορικά με τα κόστη συντήρησής του.

3.7 ESK – ERMA FIRST FIT



Σχήμα 3.6: ERMA FIRST FIT Σύνοψη

Το ERMA FIRST FIT είναι ένα δεύτερης γενιάς Σύστημα Κατεργασίας Νερού Έρματος. Η πρώτη γενιά, ERMA FIRST, βασιζόταν στο φιλτράρισμα του νερού, τον φυγοκεντρικό διαχωρισμό και την ηλεκτρόλυση στην πλήρη ροή του νερού. Στη δεύτερη γενιά, ERMA FIRST FIT, η διαδικασία του φιλτραρίσματος και ο φυγοκεντρικός διαχωρισμός αντικαταστάθηκαν από ένα αυτόματα καθαριζόμενο φίλτρο.

3.7.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [39]

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και ηλεκτρόλυση της κύριας ροής (full flow electrolysis)

Φίλτρο: Το φιλτράρισμα γίνεται μέσω ενός πλέγματος 40μm. Ο κατασκευαστής του φίλτρου είναι η FILTERSAFE. Ο καθαρισμός του φίλτρου γίνεται αυτόματα.

Ηλεκτρόλυση: Μια μονάδα ηλεκτρόλυσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή χλωρίνης ώστε να εξαλειφθούν οι απομένοντες οργανισμοί. Κατά την διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, το νερό εκτίθεται μέσω ηλεκτροδίων ειδικής επίστρωσης σε χαμηλή τάση και ηλεκτρικό

ρεύμα. Οι ήδη υπάρχουσες ενώσεις χλωρίου που υπάρχουν μέσα στο νερό μετατρέπονται ανάμεσα στα ηλεκτρόδια σε οξειδωτικούς και απολυμαντικούς παράγοντες. Η ηλεκτρόλυση δημιουργεί, ανάμεσα στα άλλα απολυμαντικά, sodium hypochlorite.

Ένας αισθητήρας χλωρίνης που εγκαθίσταται αμέσως μετά από την μονάδα ηλεκτρόλυσης μετρά την συγκέντρωση της χλωρίνης. Ο ρυθμός παραγωγής των ενεργών ουσιών ρυθμίζεται αυτόματα ανάλογα με την ροή νερού έρματος και την μετρούμενη ποσότητα χλωρίνης. Ανάλογα τις μετρούμενες τιμές, η τάση και το ρεύμα της μονάδας ηλεκτρόλυσης ρυθμίζονται για να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη συγκέντρωση χλωρίνης. Η μέγιστη συγκέντρωση χλωρίνης που παράγεται είναι τα 6mg/L.

Περιγραφή ηλεκτρολυτικής μονάδας: Η μονάδα της ERMA FIRST αποτελείται από ένα σύνολο ηλεκτροδίων προσαρμοσμένα πάνω στην γραμμή ερματισμού. Ο πίνακας ελέγχου ενεργοποιεί την διαδικασία ηλεκτρόλυσης. Ένας αισθητήρας ροής εγκαθίσταται για να μετρά την ροή. Όταν δεν υπάρχει ροή, η διαδικασία ηλεκτρόλυσης τερματίζεται και όταν εντοπιστεί ροή παράγεται χλωρίνη ανάλογη της ροής.

Μονάδα Εξουδετέρωσης: Μια ανεξάρτητη μονάδα εξουδετέρωσης αξιοποιείται για την εξάλειψη της υπολειπόμενης χλωρίνης κατά τον αφερματισμό. Η ενιαία μονάδα αποτελείται από μια αντλία για την δοσολογία, έναν αισθητήρα μέτρησης της χλωρίνης και έναν ενισχυτή. Η δόση του εξουδετερωτικού παράγοντα ρυθμίζεται αυτόματα με ανάλογα με την μέτρηση του αισθητήρα χλωρίνης.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση
 - Έγκριση του ERMA FIRST FIT από την Ελλάδα-2015
 - Έγκριση από τον Lloyd's Register (LR)-2015
 - IMO "Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)"-2012.
 - IMO "Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)"-2012.
 - Δοκιμές στην ξηρά έγιναν από το Royal Netherlands Institute for Sea Research NIOZ-2010
 - Δοκιμές σε πλοίο έγιναν σε πλοίο μεταφοράς container της COSCO GUANGZHOU υπό την επίβλεψη του Lloyd's Register (LR) εκ μέρους της Ελλάδας-2011
 - Έγκριση του ERMA FIRST FIT από την Δημοκρατία της Λιβερίας-2016
 - Explosion Proof (Ex-Proof): Έγκριση για κάθε ξεχωριστό εξάρτημα που εγκαθίσταται σε επικίνδυνη περιοχή.
 - Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG approval)-2017.

3.7.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα
- Η ERMA FIRST ισχυρίζεται ότι το ERMA FIRST FIT μπορεί να εξυπηρετήσει όλους τους τύπους εμπορικών πλοίων.

- Μερίδιο στην αγορά

Το σύστημα έχει παραγγελθεί για 57 νεότευκτα πλοία ενώ υπάρχει παραγγελία για 155 πλοία από μετασκευή.

- Χαρακτηριστικά του Συστήματος

Το σύστημα συναρμολογείται από την ERMA FIRST στην Ελλάδα, χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο εξοπλισμό:

Φίλτρο: FILTERSAFE - Ισραήλ

Μονάδα Ηλεκτρόλυσης: PERMASCAND – Σουηδία

Επιστόμια: EMBRO – Βέλγιο

Αυτοματισμοί: ERMA FIRST

Αισθητήρες Χλωρίου: HF – Ηνωμένες Πολιτείες

Αισθητήρες (πίεσης, θερμοκρασίας): Διάφορες Γερμανικές εταιρείες

Αισθητήρες Συνόλου Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO – Total Residual Oxidants): HF-HACH – Ηνωμένες Πολιτείες

Αντλίες δόσης (dosing pumps): GRUNDFOS – Δανία

Μετρητές Ροής: ABB

Τροφοδοτικό: KRAFT – Σουηδία

Το φίλτρο, η μονάδα ηλεκτρόλυσης και διάφοροι αισθητήρες πρέπει να εγκαθίστανται κοντά στις κύριες αντλίες ερματισμού.

3.7.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Κατά τον ερματισμό, το νερό περνά μέσα από το φίλτρο όπου οργανισμοί και ίζημα μεγαλύτερα από 40 μm αφαιρούνται. Το φιλτραρισμένο νερό περνά από την μονάδα ηλεκτρόλυσης. Από τις ήδη υπάρχουσες ενώσεις χλωρίου του νερού παράγεται χλωρίνη. Η μέγιστη συγκέντρωση χλωρίνης που παράγεται είναι 6mg/L. Στην συνέχεια το νερό καταλήγει στις δεξαμενές έρματος.

Αφερματισμός: Κατά τον αφερματισμό το σύστημα παρακάμπτεται. Μόνο ένας αισθητήρας χλωρίου μετρά το υπολειπόμενο ποσό χλωρίνης στην γραμμή αφερματισμού. Αν η μετρούμενη τιμή είναι μεγαλύτερη από 0.2mg/L τότε ξεκινά η οδήγηση της αντλίας δόσης (dosing pump) για την έγχυση εξουδετερωτικού παράγοντα. Ένας δεύτερος αισθητήρας στην συνέχεια της ροής μετρά ότι όντως έχει υπάρξει εξουδετέρωση.

Αποστράγγιση (Stripping): Καμία κατεργασία δεν γίνεται κατά την αποστράγγιση, εκτός από εξουδετέρωση, όταν αυτή απαιτείται. Ο ελάχιστος χρόνος αποθήκευσης του νερού έρματος στις δεξαμενές είναι 4 ώρες.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Όταν η διαφορική πίεση μεταξύ εισόδου και εξόδου του φίλτρου γίνεται μεγαλύτερη από 0.5 bar, σαν αποτέλεσμα της απόφραξης του πλέγματος του φίλτρου, ξεκινά η διαδικασία αυτοκαθαρισμού του. Η διαδικασία καθαρισμού κρατά 30 δευτερόλεπτα. Το νερό αυτό απορρίπτεται πίσω στην θάλασσα.

έρματος. Ολόκληρη η διαδικασία καθαρισμού παίρνει περίπου 30 δευτερόλεπτα.

- Μείωση ροής

Δεν υπάρχει μείωση ροής κατά την διαδικασία του καθαρισμού των φίλτρων. Η διαδικασία καθαρισμού απαιτεί το 10-15% της κύριας ροής.

Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος δεν επηρεάζεται από την θολότητα του νερού. Η μονάδα ηλεκτρόλυσης είναι σχεδιασμένη να παράγει ενεργές ουσίες σε νερό θερμοκρασίας πάνω από 5 οC και αλατότητας πάνω από 0.9PSU. Σε φρέσκο νερό οι μετρούμενες ενεργές ουσίες είναι πολύ χαμηλές και το σύστημα κλείνει αυτόματα.

- Ανάγκες συντήρησης

Η κύρια συντήρηση του συστήματος γίνεται μια φορά το χρόνο όπου χρησιμοποιούνται ανταλλακτικά για τα φίλτρα. Ο χρόνος ζωής του πλέγματος του φίλτρου είναι 5 χρόνια. Τα ηλεκτρόδια πρέπει να αντικαθίστανται κάθε 5000 ώρες χρήσης ή κάθε 10 χρόνια. Από το πλήρωμα απαιτείται βαθμονόμηση των αισθητήρων κάθε 3 μήνες. Επίσης απαιτείται βαθμονόμηση του αισθητήρα χλωρίου και αντικατάσταση των ηλεκτροδίων του μια φορά τον χρόνο.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Ο χειρισμός είναι απλός με την χρήση ενός κουμπιού για την έναρξη και ενός για τον τερματισμό της λειτουργίας του. Σε περίπτωση φρέσκου νερού, με αλατότητα μικρότερη από 0.9PSU, χρειάζεται η αποθήκευση θαλασσινού νερού για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Το σύστημα παράγει ουσίες οι οποίες θεωρούνται χαμηλού κινδύνου για την υγεία του πληρώματος. Το σύστημα δεν έχει μονάδα διαχωρισμού αερίων εξαιτίας της χαμηλής παραγωγής υδρογόνου, μικρότερη από 0.1% συγκέντρωση. Πρέπει να δοθεί προσοχή στην αποθήκευση του εξουδετερωτικού παράγοντα.

Μια Μελέτη Κινδύνου (Risk Assessment) απαιτείται πριν από κάθε εγκατάσταση και υπόκειται έγκρισης από τον αντίστοιχο νηογνώμονα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Σύμφωνα με αναφορά που παρέχεται από τους κατασκευαστές, έγιναν έλεγχοι της επίδρασης του κατεργασμένου νερού από την TNO στην Ολλανδία. Έχουν γίνει δηλώσεις από την HEMPEL, την JOTUN και την INTERNATIONAL για την συμβατότητα του συστήματος με τα προϊόντα τους.

- Άλλες απαιτήσεις

Απαιτείται πεπιεσμένος αέρας 6 bar και φρέσκο νερό για ψύξη από τις παροχές του πλοίου.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το σύστημα μπορεί να ενσωματωθεί στο Σύστημα Συναγερμού και Επιτήρησης του πλοίου (Alarm and Monitoring System – AMS). Η όλη διαδικασία επιτηρείται και ελέγχεται από τον κεντρικό πίνακα του συστήματος, κάνοντάς την πλήρως αυτοματοποιημένη και φιλική προς το χρήστη. Το σύστημα έχει αισθητήρα χλωρίνης που ανάλογα με την μετρούμενη ποσότητα ρυθμίζει το ρεύμα στην μονάδα ηλεκτρόλυσης ώστε η παραγωγή χλωρίνης να παραμένει στα 5 ppm, ανεξάρτητα από την αλατότητα του νερού. Αν ο αισθητήρας μετρήσει περιεκτικότητα χλωρίνης μικρότερη από 5 ppm και το ρεύμα έχει την μέγιστη τιμή του, τότε ενεργοποιείται ένα συναγερμός. Επίσης το σύστημα έχει αισθητήρες μέτρησης του Συνόλου των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) που μετρούν τις εναπομένουσες τοξικές ουσίες κατά τον αφερματισμό, διασφαλίζοντας μια μέγιστη συγκέντρωση 0.1mg/L, ενεργοποιώντας διαδικασία εξουδετέρωσης όπου αυτή απαιτείται.

3.7.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Το ERMA FIRST FIT μπορεί να εγκατασταθεί ενιαία σε κάποιο χώρο του πλοίου ή κάθε κομμάτι του εξοπλισμού ξεχωριστά, στην περιοχή των κύριων αντλιών ερματισμού. Η εγκατάσταση υπόκειται στην έγκριση του αντίστοιχου νηογνώμονα. Τα φίλτρα μπορούν να εγκατασταθούν οριζόντια ή κατακόρυφα. Απαιτείται επιπλέον χώρος για την αποθήκευση του εξουδετερωτικού παράγοντα.

- Δίκτυο σέρβις

Η ERMA FIRST είναι μέλος της E.P.E. Group χρησιμοποιώντας έτσι ένα δίκτυο από 30 αντιπροσωπείες και 12 σταθμούς σέρβις παγκοσμίως.

- Χρόνος παράδοσης

Αυτή την στιγμή, η παράδοση του συστήματος γίνεται 3 με 4 μήνες από την παραγγελία.

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Το ERMA FIRST έχει σχεδιασθεί και αναπτυχθεί από την ERMA FIRST ESK Engineering Solutions S.A., μια εταιρεία που ιδρύθηκε για την παραγωγή Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος. Ανήκει στο E.P.E. Group, που έχει πάνω από 30 χρόνια εμπειρίας στην προστασία του περιβάλλοντος μέσω δοκιμασμένων εφαρμογών που αξιοποιούνται παγκοσμίως. Η ERMA FIRST έχει το δικό της τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης που υποστηρίζεται από μια ομάδα ειδικών στα απόβλητα και την τεχνολογία κατεργασίας νερού σε ναυτικές εφαρμογές.

3.7.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

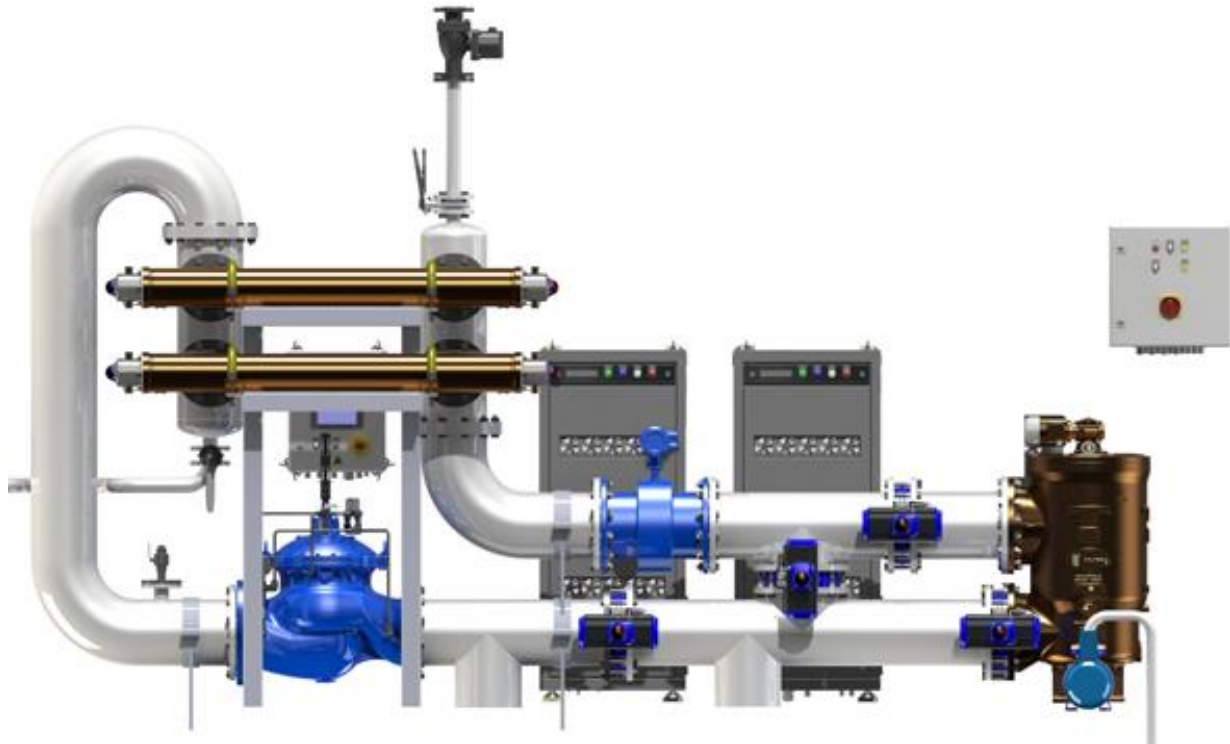
Πίνακας 3.6: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του ESK – ERMA FIRST FIT

Πλεονεκτήματα	
A)	Η κύρια κατεργασία γίνεται κατά τον ερματισμό, ενώ η εξουδετέρωση γίνεται κατά τον αφερματισμό
B)	Σχετικά μικρό αποτύπωμα από άποψη χώρου πάνω στο πλοίο
Γ)	Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε νερά με σχετικά χαμηλή αλατότητα (0.9 PSU)
Δ)	Σχετικά φτηνό κόστος αγοράς του εξοπλισμού
Ε)	Σχετικά φτηνό κόστος συντήρησης
Μειονεκτήματα	
A)	Το σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει σε φρέσκο νερό
B)	Το κόστος χρήσης είναι υψηλό, ανάλογα με την τιμή των καυσίμων
Γ)	Το σύστημα δεν είναι αποτελεσματικό σε νερό με χαμηλή αλατότητα
Δ)	Η μακροχρόνια επίδραση των Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) στην επένδυση των δεξαμενών και στην οξείδωση των σωληνοδικτύων δεν έχει ακόμα αξιολογηθεί
Ε)	Παραγωγή Υδρογόνου σαν προϊόν της ηλεκτρόλυσης

3.7.6 Συμπέρασμα

Το ERMA FIRST FIT είναι ένα σύστημα δεύτερης γενιάς, που συναρμολογείται στην Ελλάδα. Έχει χαμηλό κόστος αγοράς, έχει μειώσει την κατανάλωση ενέργειας και το χωρικό του αποτύπωμα σε σχέση με την προηγούμενη έκδοση. Ωστόσο δεν μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά σε νερό με αλατότητα μικρότερη από 0.9 PSU. Έχει λάβει πιστοποίηση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG).

3.8 OPTIMARIN – OBS



Σχήμα 3.7: OPTIMARIN-OBS Σύνοψη

3.8.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [40]

- Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και κατεργασία με ακτίνες Υπεριώδους Ακτινοβολίας

Φίλτρο: Το φιλτράρισμα του νερού γίνεται από φίλτρα τύπου κεριού (candle type) με πλέγμα 40 μm που κατασκευάζονται από την BOLL & KIRCH (Γερμανία). Τα φίλτρα καθαρίζονται αυτόματα.

Κατεργασία με Υπεριώδη Ακτινοβολία – MicroKill UV: Κατεργασία του νερού με υπεριώδη ακτινοβολία υψηλής έντασης από λάμπες υψηλής πίεσης (high pressure lamps) ώστε να εξουδετερωθούν ή να απενεργοποιηθούν οργανισμών, βακτηρίων και παθογόνων στο νερό έρματος.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση
 - IMO “Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)”-2009.
 - Δοκιμές στην ξηρά έγιναν στο NIVA – Norwegian Institute for Water Research υπό την επίβλεψη του DNV-2008.
 - Δοκιμές σε πλοίο έγιναν στο KCL “Banshee” της KLAVENESS υπό την επίβλεψη του DNV-2009.

- Explosion Proof (Ex-Proof): Πιστοποίηση για εγκατάσταση του εξοπλισμού στην Ζώνη-1 και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος από 0 έως 55 °C.
- Έγκριση από την Ιαπωνία-2012.
- Έγκριση από τον Ρωσικό Νηογνώμονα-2012.
- Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG Approval)-2016.

3.8.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα
Η OPTIMARIN ισχυρίζεται ότι το σύστημα της μπορεί να εγκατασταθεί σε νεότευκτα ή παλιά πλοία και μπορεί να διαχειριστεί ροές μέχρι τα 3000 m³/hr.

- Μερίδιο στην αγορά

Το σύστημα έχει εγκατασταθεί σε 215 νεότευκτα πλοία και σε 62 από μετασκευή, ενώ υπάρχουν ακόμα 64 παραγγελίες για νεότευκτα πλοία και 42 για μετασκευή. Αξίζει να σημειωθεί ότι το OBS εγκαταστάθηκε στο κρουαζιερόπλοιο της Princess Cruises “Regal Princess” και ήταν η πρώτη εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης έρματος σε εν ενεργεία πλοίο παγκοσμίως.

- Χαρακτηριστικά του Συστήματος

Το σύστημα βασίζεται κυρίως σε Ευρωπαϊκά εξαρτήματα. Οι κύριοι προμηθευτές βρίσκονται στην Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ολλανδία και την Σουηδία.

3.8.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Κατά τον ερματισμό, το νερό περνά μέσα από το φίλτρο όπου οργανισμοί και ίζημα μεγαλύτερα από 40 micron αφαιρούνται και απορρίπτονται πίσω στο λιμάνι ερματισμού. Αφού φιλτραριστεί, το νερό ακτινοβολείται με υπεριώδη ακτινοβολία που εξουδετερώνει ή απενεργοποιεί οργανισμούς, ιούς και βακτήρια και στην συνέχεια πάει προς τις δεξαμενές έρματος.

Αφερματισμός: Το φίλτρο παρακάμπτεται αυτόματα και γίνεται δεύτερη κατεργασία στο νερό με υπεριώδη ακτινοβολία κατά την απόρριψή του στην θάλασσα.

Αποστράγγιση (Stripping): Το OBS έχει λάβει έγκριση από το Norwegian Maritime Directorate να ενσωματώσει ειδικά συστήματα αναρρόφησης για την αποστράγγιση. Ο κανονισμός για τα συστήματα κατεργασίας νερού έρματος του Παγκόσμιου Οργανισμού Ναυτιλίας (IMO) δεν είναι σαφής στο συγκεκριμένο ζήτημα και η έγκριση έχει δοθεί προσωρινά μέχρι να δοθούν καινούργιες κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με το συγκεκριμένο ζήτημα. Η ειδική αναρρόφηση χρησιμοποιείται για να αδειάσει και το τελευταίο νερό από της δεξαμενές μέσω της δημιουργίας κενού από έναν educator. Το νερό που οδηγεί την αναρρόφηση είναι από το νερό που βρίσκεται εκείνη την στιγμή το πλοίο, δηλαδή σε διαφορετικό σημείο από εκεί που έγινε ο ερματισμός. Επομένως είναι ανάγκη να γίνει εκ νέου κατεργασία στο μίγμα νερού οδήγησης και υπολείμματος νερού έρματος. Το νερό οδήγησης φιλτράρεται και ακτινοβολείται με υπεριώδη ακτινοβολία, χωρίς ωστόσο να αξιοποιούνται όλες οι μονάδες κατεργασίας. Αυτές που δεν λειτουργούν

απομονώνοντα μέσω αυτόματων επιστομιών. Η OPTIMARIN έχει λάβει πιστοποιήσεις για αυτήν την μέθοδο και έχει αναβαθμίσει την μονάδα ελέγχου της για να υποστηρίζει την διαδικασία αποστράγγισης. Το παραπάνω θεωρείται πλεονέκτημα έναντι των υπόλοιπων συστημάτων, έστω και αν μέχρι τώρα δεν γίνεται έλεγχος από τις αρμόδιες αρχές κατά την αποστράγγιση.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Η διαφορά πίεσης μεταξύ εισόδου και εισόδου του φίλτρου χρησιμοποιείται για να ξεκινήσει ένας κύκλος αυτοκαθαρισμού του φίλτρου. Το φίλτρο BOLL & KIRCH περιέχει μια σειρά από υποφίλτρα (κεριά – candles), όπου όταν η διαφορική πίεση είναι μεγαλύτερη από 0.38 bar, δύο από αυτά καθαρίζονται μέσω αντίθετης ροής, ενώ τα υπόλοιπα συνεχίζουν και φιλτράρουν κανονικά το νερό. Η όλη διαδικασία καθαρισμού παίρνει περίπου 30 δευτερόλεπτα.

Μια αντλία χρησιμοποιείται για την δημιουργία της αντίστροφης ροής για τον καθαρισμό. Κατά την ετήσια επιθεώρηση του φίλτρου πιθανά μεγάλα κομμάτια που έχουν εγκλωβιστεί στο φίλτρο μπορούν να αφαιρεθούν χειροκίνητα.

- Μείωση ροής

Η συνολικός όγκος νερού που χρησιμοποιείται για την αντίστροφη ροή είναι περίπου το 10-15% της συνολικής ροής που περνά μέσα στο σύστημα.

Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει θεωρητικά σε γλυκό νερό και σε χαμηλές θερμοκρασίες ως -2 °C, ωστόσο δεν έχουν γίνει δοκιμές. Βάσει της έκκρισης που έχει λάβει το σύστημα, όταν η ένταση στις λάμπες πέφτει κάτω από 100 W/m², το νερό δεν θεωρείται κατεργασμένο. Ωστόσο οι συγκεκριμένες λάμπες θεωρούνται ιδιαίτερα αποτελεσματικές, εξαιτίας της αυξημένης ενέργειας που αξιοποιούν.

Η χρήση του συστήματος σε νερό με υψηλή θολότητα μπορεί να μην είναι αποτελεσματική, πράγμα που ίσως φέρνει προβλήματα κατά την διαδικασία της αποστράγγισης.

- Ανάγκες συντήρησης

Το σύστημα χρειάζεται να βαθμονομείται κάθε 2.5 από κάποιον τεχνικό της OPTIMARIN. Κάθε λάμπα υπεριώδους ακτινοβολίας έχει ζωή 1000 ώρες χρήσης ή δυόμιση χρόνια. Τα κεριά (candles) πρέπει να αντικαθίστανται κάθε 5 χρόνια.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Ο σχεδιασμός του συστήματος είναι πολύ απλός. Απλός χειρισμός με ένα κουμπί για την έναρξη και ένα για τον τερματισμό της λειτουργίας του στην αυτόματη λειτουργία.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Δεν χρησιμοποιούνται χημικά. Τα επικίνδυνα υλικά βρίσκονται μέσα στις λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας, οπότε αυτές πρέπει να φυλάσσονται και να απορρίπτονται με προσοχή από το πλήρωμα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Αφού δεν χρησιμοποιούνται χημικά ή άλλες ενεργές ουσίες για την κατεργασία του νερού, δεν υπάρχει επίδραση στις προστατευτικές επενδύσεις των δεξαμενών.

- Άλλες απαιτήσεις

Απαιτείται πεπιεσμένος από την κεντρική παροχή του πλοίου για την λειτουργία των πνευματικών επιστομίων του συστήματος.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το σύστημα μπορεί να ενσωματωθεί στα κύρια συστήματα ελέγχου του πλοίου και δίνεται η δυνατότητα να ενσωματωθεί η αυτόματη λειτουργία των κύριων αντλιών ερματισμού και των αντίστοιχων επιστομίων. Ο αντιδραστήρας υπεριώδους ακτινοβολίας έχει ενσωματωμένο αισθητήρα υπεριώδους ακτινοβολίας που μετρά την ποιότητα του νερού. Επιπλέον έχει και αισθητήρα θερμοκρασίας, που ενεργοποιεί συναγερμό αν η θερμοκρασία ξεπεράσει του 50 °C.

3.8.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Το σύστημα εγκαθίσταται συνήθως στο μηχανοστάσιο και κοντά στις κύριες αντλίες ερματισμού, ενώ η εγκατάσταση υπόκειται της έγκρισης του αντίστοιχου νηογνώμονα. Το OBS μπορεί να παραδοθεί σε ειδικό κιβώτιο σαν σύνολο ή σε επιμέρους κομμάτια, διευκολύνοντας έτσι την εγκατάσταση. Ο αντιδραστήρας για την παραγωγή της υπεριώδους ακτινοβολίας πρέπει να εγκατασταθεί σε οριζόντια θέση και πρέπει να γίνουν κατάλληλες εργασίες για την υποστήριξή του. Επιπλέον εργασίες πρέπει να γίνουν για την κατεργασία του νερού κατά την αποστράγγιση.

- Δίκτυο σέρβις

Η OPTIMARIN AS έχει αναπτύξει ένα παγκόσμιο δίκτυο σε Ευρώπη, Ασία και Αμερική.

- Χρόνος παράδοσης

Αυτή την στιγμή, ο χρόνος παράδοσης είναι 6 μήνες από παραγγελία και την έγκριση της μελέτης της εγκατάστασης από τον αντίστοιχο νηογνώμονα.

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Η OPTIMARIN AS ιδρύθηκε το 1994 και το μοναδικό της προϊόν είναι το OBS. Επιπρόσθετα, η εταιρεία συνεργάζεται με την PROCOM VENTURE COMPANY και την THE TORVALD KLAVENESS GROUP.

3.8.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

Πίνακας 3.7: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του OPTIMARIN - OBS

Πλεονεκτήματα	
A)	Δεν υπάρχει επίδραση στις προστατευτικές επενδύσεις των δεξαμενών
B)	Δεν χρησιμοποιούνται χημικά και ενεργές ουσίες
Γ)	Χρήση απλής τεχνολογίας
Δ)	Παρέχονται τρεις διαφορετικοί τύποι φίλτρων
Ε)	Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε φρέσκο νερό
ΣΤ)	Αποτελεσματικές λάμπες UV υψηλής πίεσης
Μειονεκτήματα	
A)	Κατεργασία του νερού τόσο κατά τον ερματισμό όσο και κατά τον αφερματισμό. Αυτό έχει συνέπεια ότι η αποστράγγιση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.
B)	Η αποτελεσματικότητα του συστήματος έχει άμεση εξάρτηση από την θολότητα του νερού
Γ)	Υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Η ανάλυση φορτίων (Electric Load Analysis) του πλοίου πρέπει να αναθεωρηθεί
Δ)	Υψηλό κόστος αγοράς

3.8.6 Συμπέρασμα

Το OPTIMARIN έχει υψηλή κατανάλωση ενέργεια και μεγάλες διαστάσεις συγκριτικά με παρόμοια συστήματα. Ωστόσο, ο σχεδιασμός του παρέχει πλεονεκτήματα (πχ ξεχωριστός αντιδραστήρας για κάθε λάμπα) και οι λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας θεωρούνται ιδιαίτερα αποδοτικές. Το σύστημα πέτυχε την έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG Approval) χωρίς να χρειαστεί να αυξήσει την ενέργεια που δαπανά, ενώ άλλα συστήματα που αξιοποιούν υπεριώδη ακτινοβολία αύξησαν την κατανάλωση τους σε σχέση με την αρχική για την έγκριση από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας.

3.9 ALFA LAVAL – PUREBALLAST 3



Σχήμα 3.8: ALFA LAVAL – PUREBALLAST 3 Σύνοψη

Το PUREBALLAST 3 είναι η Τρίτη γενιά του Συστήματος Κατεργασίας Έρματος PUREBALLAST το οποίο εισήλθε στην αγορά το 2014. Βασίζεται πάνω στις ίδιες αρχές λειτουργίας με τους προκατόχους του, ωστόσο η νέα έκδοση χρησιμοποιεί φίλτρα ενώ η μονάδα AOT για την υπεριώδη ακτινοβολία είναι σημαντικά μικρότερη. Σε αυτή την μελέτη αναφερόμαστε στην έκδοση 3.1 του συστήματος.

3.9.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [41]

Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Φίλτρο και μονάδες κατεργασίας με υπεριώδη ακτινοβολία WALLENIOUS AUT

Φίλτρο: Χρησιμοποιείται αυτόματο, αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο στα 20μm, με εσωτερικό κυλινδρικό πλέγμα (κατασκευάζεται από την FILTREX στην Ιταλία).

Κατεργασία με Υπεριώδη Ακτινοβολία – WALLENIOUS AOT: Η κατεργασία με την υπεριώδη ακτινοβολία γίνεται μέσα στον κλειστό θάλαμο WALLENIOUS AOT. Η εξόντωση των μικροοργανισμών γίνεται από υπεριώδη ακτινοβολία υψηλής έντασης μέσω λαμπών μέσης πίεσης.

Μονάδα Επιτόπιου Καθαρισμού: Για να διατηρείται σταθερή η απόδοση του Συστήματος αξιοποιείται μια Μονάδα Επιτόπιου Καθαρισμού η οποία κυκλοφορεί μη τοξικό και πλήρως βιοδιασπώμενο καθαριστικό διάλυμα που προλαμβάνει την οξείδωση από την επίδραση του θαλασσινού νερού μέσα στις μονάδες AOT. Το διάλυμα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί πλήρως και αντικαθίσταται μια φορά τον χρόνο ή όταν το pH του

φτάσει το 3.0. Ο κύκλος επιτόπιου καθαρισμού, που παίρνει 15 λεπτά ανά μονάδα AOT, συμβαίνει αυτόματα μετά από κάθε διαδικασία ερματισμού και αφερματισμού του πλοίου.

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση

Για την προηγούμενη έκδοση του συστήματος, PUREBALLAST 2, έχει λάβει τις παρακάτω πιστοποιήσεις:

- IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2007.
- IMO “*Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)*” υπό τον DNV-2011.
- Δοκιμές στην ξηρά έγιναν στο NIVA – Norwegian Institute for Water Research υπό την επίβλεψη του DNV και της Νορβηγικής Σημαίας.
- Δοκιμές σε πλοίο έγιναν στο οχηματαγωγό M/T AIDA της Wallenius στον βόρειο Ατλαντικό και την Βαλτική θάλασσα υπό την επίβλεψη του DNV και την Νορβηγική σημαία-2009.
- Explosion Proof (Ex-Proof): Έχει λάβει την εν λόγω πιστοποίηση από τον DNV για λογαριασμό της Νορβηγικής Σημαίας το 2011. Υπάρχει μια Ex έκδοση του συστήματος PUREBALLAST 2.0 για την εγκατάσταση του σε ζώνες επικινδυνότητας τύπου 1.

Για το καινούργιο μοντέλο, PUREBALLAST 3.0, αν και πρακτικά αξιοποιεί την ίδια τεχνολογία, πρέπει να αναφερθούν τα παρακάτω:

- Εξαιτίας των σημαντικών βελτιώσεων που έγιναν στην έκδοση 3.0 του PUREBALLAST σε σχέση με τις προηγούμενες εκδόσεις, χρειάστηκε η επανέγκρισή του από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO).
- Δοκιμές στην ξηρά έγιναν στο DHI – Danish Hydraulic Institute.
- Δοκιμές σε πλοίο έγιναν στο M/T TURANDOT της WALLENIUS.
- Έγκριση από τον DNV – 2014
- Έγκριση των PUREBALLAST 3.1 και PUREBALLAST 3.0 Ex από τον DNV – 2015
- Έγκριση από τον Lloyd’s Register (LR)
- Έγκριση από το American Bureau of Shipping (ABS)
- Έγκριση από το Russian Maritime Register of Shipping (RMRS)
- Έγκριση από το Korean Register of Shipping (KR)
- Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG Approval)-2016.
- Σύμφωνα με την έγκριση από τον Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG Approval) η ελάχιστη επιτρεπόμενη ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας αντιστοιχεί στο 42% της έντασης της μονάδας AOT. Ένταση μικρότερη από το αναφερθέν όριο έχει σαν αποτέλεσμα το νερό έρματος να μη θεωρείται κατεργασμένο.

3.9.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα
Η ALFA LAVAL υποστηρίζει ότι το PUREBALLAST 3.0 μπορεί να εξυπηρετήσει οποιονδήποτε τύπο και μέγεθος πλοίου.

- Μερίδιο στην αγορά

Μέχρι στιγμής έχουν γίνει 792 εγκαταστάσεις σε νεότευκτα πλοία και 528 εγκαταστάσεις από μετασκευή.

- Χαρακτηριστικά του Συστήματος

Το φίλτρο κατασκευάζεται στην Ιταλία. Η συναρμολόγηση του συστήματος γίνεται στο Soborg της Δανίας.

3.9.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Πριν την έναρξη του ερματισμού, οι λάμπες προθερμαίνονται ώστε να φτάσουν στην επιθυμητή κατάσταση λειτουργίας ενώ παράλληλα, λειτουργεί σύστημα ψύξης θαλασσινού νερού ώστε να αποφευχθεί η υπερθέρμανση. Όταν αυτό επιτευχθεί, ξεκινάει η διαδικασία του ερματισμού. Το νερό προς κατεργασία περνά μέσα από το φίλτρο, το οποίο απομακρύνει οργανισμούς και σωματίδια μεγαλύτερα από 20μm. Έπειτα συνεχίζει στην μονάδα WALLENIUS AOT όπου γίνεται η τελική κατεργασία με υπεριώδη ακτινοβολία και καταλήγει στις δεξαμενές έρματος του πλοίου. Η διαδικασία επιτηρείται από μετρητή ροής ώστε η ροή να μην ξεπερνά τις προδιαγραφές του συστήματος. Όταν η διαδικασία ερματισμού τελειώσει, οι μονάδες AOT καθαρίζονται αυτόματα μέσω της Μονάδας Επιτόπιου Καθαρισμού για περίπου 15 λεπτά η κάθε μία. Οι μονάδες AOT ψεκάζονται αυτόματα με φρέσκο νερό πριν την διαδικασία επιτόπιου καθαρισμού, ενώ γεμίζονται με φρέσκο νερό μετά την ολοκλήρωση του. Το φίλτρο επίσης ψεκάζεται με φρέσκο νερό μετά το τέλος του ερματισμού.

Αφερματισμός: Κατά τον αφερματισμό, το φίλτρο παρακάμπτεται. Όταν το νερό εξέρχεται των δεξαμενών, περνά εκ νέου μέσα από τις μονάδες WALLENIUS AOT για να εξαλείψει τυχόν μικροοργανισμούς που μπορεί να έχουν αναγεννηθεί. Η διαδικασία επιτηρείται από μετρητή ροής ώστε η ροή να μην ξεπερνά τις προδιαγραφές του συστήματος.

Αποστράγγιση (Stripping): Η διαδικασία της αποστράγγισης υποστηρίζεται από το σύστημα. Αυτό γίνεται μέσω της εγκατάστασης νέας αντλίας ή νέας γεννήτριας κενού (eductor).

- Καθαρισμός του φίλτρου

Η πτώση της πίεσης εξαιτίας της απόφραξης του φίλτρου αξιοποιείται για να ενεργοποιήσει τον κύκλο αυτόματου καθαρισμού. Όταν η διαφορά πίεσης μεταξύ εισόδου και εξόδου του φίλτρου γίνει μεγαλύτερη από 0.5 bar τότε αξιοποιείται η μεγάλη διαφορά πίεσης μεταξύ του εσωτερικού του φίλτρου και του περιβάλλοντος (2 bar) ώστε να απορριφθούν στο εξωτερικό περιβάλλον οργανισμοί και ίζημα που το έχουν αποφράξει.

- Μείωση ροής

Κατά την διαδικασία του καθαρισμού δεν διαταράσσεται η ροή του νερού. Η διαδικασία του καθαρισμού απαιτεί το 10% της κύριας ροής. Μελέτη πρέπει να γίνει σχετικά με την πτώση πίεσης τους συστήματος και την ανάγκη χρήσης επιπλέον βοηθητικών αντλιών.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Το Σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε γλυκό και χαμηλής θερμοκρασίας νερό ωστόσο αντιμετωπίζει προβλήματα κατά την κατεργασία θολού νερού.

- Ανάγκες συντήρησης

Τα φίλτρα πρέπει να ελέγχονται ετησίως. Κάθε λάμπα υπεριώδους ακτινοβολίας έχει χρόνο ζωής 3000 ώρες λειτουργίας. Το υγρό που χρησιμοποιείται κατά τον Επιτόπιο Καθαρισμό αντικαθίσταται μια φορά τον χρόνο ή όταν το pH ξεπεράσει το 3.0. Διάφορα εξαρτήματα των φίλτρων πρέπει να αντικατασταθούν εντός δεκαετίας.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Το PUREBALLAST 3.0 έχει πιο περίπλοκη αρχή λειτουργίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα που αξιοποιούν φίλτρα και υπεριώδη ακτινοβολία. Ωστόσο, κατά τον χειρισμό του είναι ιδιαίτερα απλό, καθώς έχει ένα κουμπί για την έναρξη και τον τερματισμό της λειτουργίας του. Η κατεργασία του νερού κατά την αποστράγγιση έχει αποδειχθεί ότι φέρνει προβλήματα.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Κανένα χημικό δεν αξιοποιείται κατά την κατεργασία του νερού, κάνοντας έτσι το σύστημα πιο φιλικό απέναντι στο πλήρωμα. Ωστόσο, υπάρχουν βλαβερές ουσίες μέσα στις λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας και ως εκ τούτου πρέπει να μεταχειρίζονται με ιδιαίτερη προσοχή κατά την αποθήκευση και απόρριψή τους.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Αφού δεν αξιοποιούνται ενεργές χημικές ουσίες, το σύστημα δεν έχει κάποια επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών.

- Άλλες απαιτήσεις

Για την προθέρμανση του συστήματος απαιτείται θαλασσινό νερό για την ψύξη των μονάδων WALLENIUS AOT. Επίσης απαιτείται παροχή γλυκού νερού για την ψύξη του ηλεκτρονικού μέρους του συστήματος όπως και για πριν και μετά τον Επιτόπιο Καθαρισμό. Τέλος, απαιτείται πεπιεσμένος αέρας από την κεντρική παροχή του πλοίου για την λειτουργία των πνευματικών επιστομίων.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Το PUREBALLAST 3.0 ενσωματώνεται πλήρως με το σύστημα ερματισμού του πλοίου και καταγράφει συνεχώς την ροή έρματος. Σε περίπτωση που η ροή ξεπεράσει τις προδιαγραφές ενεργοποιείται συναγερμός και τερματίζεται η λειτουργία του.

3.9.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Η εγκατάσταση των εξαρτημάτων του συστήματος πρέπει να γίνει στην κοντινή περιοχή των κύριων αντλιών ερματισμού. Ο αυξημένος αριθμός εξαρτημάτων κάνει την εγκατάσταση αρκετά απαιτητική. Το σύστημα μπορεί να εξυπηρετήσει ροές από 300m³/h – 3000m³/h, με την κάθε μονάδα να έχει προδιαγραφές για 300m³/h ή 1000m³/h ενώ το κάθε φίλτρο μπορεί να εξυπηρετήσει ροή μέχρι 1000m³/h. Μια μονάδα επιτόπιου καθαρισμού απαιτείται για κάθε αντλία.

- Δίκτυο σέρβις

Η ALFA LAVAL είναι μια διάσημη εταιρεία στον χώρο της ναυτιλίας, με δίκτυο σέρβις σε πάνω από 50 χώρες.

- Χρόνος παράδοσης

Το σύστημα είναι ετοιμοπαράδοτο σε 16 εβδομάδες μετά την παραγγελία.

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Αυτό το σύστημα είναι αυτή την στιγμή ένας από τους ηγέτες στην αγορά και αξιοποιείται παγκοσμίως, από πλοία μεταφοράς κοντέινερ και δεξαμενόπλοια μέχρι πλοία εφοδιασμού παράκτιων εγκαταστάσεων και πολεμικά πλοία.

3.9.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

Πίνακας 3.8: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του ALFA LAVAL – PUREBALLAST 3

Πλεονεκτήματα	
A)	Η ALFA LAVAL είναι ένας από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές στην ναυτιλία παγκοσμίως
B)	Δεν χρησιμοποιούνται χημικά και ενεργές ουσίες
Γ)	Δεν υπάρχει επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών του πλοίου
Δ)	Μπορεί να δουλέψει σε χαμηλή ακτινοβολία (42%) στην μέγιστη ροή.
E)	Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει σε φρέσκο νερό
ΣΤ)	Έχει πάρει την πιστοποίηση της Ακτοφυλακής των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG)
Μειονεκτήματα	
A)	Κατεργασία του νερού τόσο κατά τον ερματισμό όσο και κατά τον αφερματισμό. Αυτό έχει συνέπεια ότι η αποστράγγιση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.
B)	Η αποτελεσματικότητα του συστήματος έχει άμεση εξάρτηση από την θολότητα του νερού
Γ)	Η απόφραξη του φίλτρου (πλέγμα 20μm) κατά την λειτουργία του συστήματος σε ιδιαίτερα βρώμικα νερά είναι ένα ζήτημα που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη.

3.9.6 Συμπέρασμα

Το PUREBALLAST 3.0 είναι η πρόταση ενός από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές εξοπλισμού για την ναυτιλία. Είναι ένα καλά κατασκευασμένο και με παγκόσμια υποστήριξη σύστημα που ήδη βρίσκεται στην τρίτη του έκδοση. Μπορεί να λειτουργήσει σε όλους τους τύπους και ποιότητες νερού σε χαμηλή ένταση άρα και κατανάλωση. Ωστόσο και εδώ ισχύουν όλα τα μειονεκτήματα των συστημάτων που αξιοποιούν Υπεριώδη Ακτινοβολία. Τα φίλτρα που αξιοποιεί το σύστημα, με κατασκευαστή την FILTREX, αποτελούν μια αξιόπιστη και με μικρό αποτύπωμα λύση που είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική στις εγκαταστάσεις από μετασκευή.

3.10 NK CO. – NK-O3 BLUEBALLAST SYSTEM



Σχήμα 3.9: NK-O3 BLUEBALLAST SYSTEM Σύνοψη

3.10.1 Αρχή Λειτουργίας και Πιστοποίηση [42]

Περιγραφή διαδικασίας κατεργασίας: Έγχυση Όζοντος

Γεννήτρια Οξυγόνου: Περιέχει έναν συμπιεστή αέρα, μια γεννήτρια οξυγόνου και έναν λήπτη οξυγόνου.

Γεννήτρια Όζοντος: Περιέχει μια γεννήτρια όζοντος, έναν καταστροφέα όζοντος για την εξάλειψη τυχόν πλεονάσματος και μονάδα ψύξης για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση της γεννήτριας.

Εγχυτήρας όζοντος: Περιέχει αντλία κυκλοφορίας, τον ίδιο τον εγχυτήρα και ειδικό στόμιο για την έγχυση.

Μονάδα Επιτήρησης και Ελέγχου: Περιλαμβάνει μια μονάδα μέτρησης της συγκέντρωσης του Όζοντος και έναν μετρητή των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO).

Σύστημα Εξουδετέρωσης: Δύο σετ από αισθητήρες μέτρησης των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) μετρούν την συγκέντρωση και σε περίπτωση που αυτή ξεπερνά το όριο γίνεται έγχυση ειδικού εξουδετερωτικού παράγοντα

- Έλεγχος Συστήματος και Πιστοποίηση

Για την προηγούμενη έκδοση του συστήματος, PUREBALLAST 2, έχει λάβει τις παρακάτω πιστοποιήσεις:

- IMO “*Procedure for approval of Ballast Water Management Systems that make use of active substances (G9)*”-2009.
- IMO “*Guidelines for approval of Ballast Water Management Systems (G8)*” -2008.
- Δοκιμές στην ξηρά έγιναν στο KOMERI – Korean Marine Equipment Research Institute.
- Δοκιμές σε πλοίο έγιναν στο MV Hyundai Hong Kong.
- Explosion Proof (Ex-Proof): Ο κύριος εξοπλισμός του Συστήματος της NK εγκαθίσταται σε ασφαλή περιοχή όπως το μηχανοστάσιο και μόνο η γραμμή μεταφοράς και έγχυσης του Όζοντος εγκαθίσταται στην περιοχή των αντλιών. Για αυτό το λόγο, μόνο ο αισθητήρας του Όζοντος, ο μετρητής ροής και οι αισθητήρες μέτρησης των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων είναι πιστοποιημένοι σαν Ex-Proof.
- Έγκριση από τον DNV GL.
- Έγκριση από τον RINA.
- Έγκριση από τον Bureau Veritas (BV)
- Έγκριση από το Nippon Kaiji Kyokai (Class NKK).
- Έγκριση από την σημαία της Κορεατικής Κυβέρνησης.
- Έγκριση από την σημαία της Ιαπωνικής Κυβέρνησης.
- Έγκριση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG Approval)-2016.

3.10.2 Προδιαγραφές Συστήματος

- Τύποι πλοίων τα οποία προβλέπεται να εξυπηρετεί το σύστημα

Η NK ισχυρίζεται ότι το NK-)3 BLUEBALLAST μπορεί να εξυπηρετήσει κάθε τύπο και μέγεθος πλοίου

- Μερίδιο στην αγορά

Μέχρι στιγμής έχουν γίνει 492 εγκαταστάσεις σε νεότευκτα πλοία και 30 εγκαταστάσεις από μετασκευή.

- Χαρακτηριστικά του Συστήματος

Το Σύστημα κατασκευάζεται στην Κορέα, εκτός από την γεννήτρια Όζοντος που κατασκευάζεται στην Ελβετία από την OZONIA και του διάφορους αισθητήρες που έχουν διάφορους κατασκευαστές σε Ευρώπη και Αμερική.

3.10.3 Λειτουργία

- Κατεργασία κατά τον ερματισμό / αφερματισμό

Ερματισμός: Η γεννήτρια Οξυγόνου παίρνει ατμοσφαιρικό αέρα και διαχωρίζει το άζωτο από το οξυγόνο, συγκεντρώνοντας το δεύτερο για να τροφοδοτήσει την γεννήτρια Όζοντος που παράγει Όζον περνώντας το οξυγόνο μέσα από υψίσυχο ηλεκτρικό πεδίο. Ένα κομμάτι της κύριας ροής νερού έρματος αποκόπτεται και οδηγείται στον εγχυτήρα όπου γίνεται η έγχυση του παραγόμενου όζοντος και στην συνέχεια ενώνεται πάλι με την κύρια ροή. Το Όζον σκοτώνει κάποιους από τους οργανισμούς στο νερό αλλά στην συνέχεια αντιδρά με το Βρώμιο που υπάρχει φυσικά μέσα στο θαλασσινό νερό δημιουργώντας οξύ και άλλα τοξικά παράγοντα που συνεχίζουν την εξοντωτική δράση. Το Όζον έχει χρόνο ημιζωής 5.8 δευτερόλεπτα μέσα στο νερό ενώ οι διάφοροι παραγόμενοι Οξειδωτικοί παράγοντες συνεχίζουν την κατεργασία. Η μέγιστη συγκέντρωση των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) είναι 0.2mg/L.

Αφερματισμός: Κατά τον αφερματισμό δεν χρειάζεται κάποια επιπλέον κατεργασία. Δύο σετ από αισθητήρες μέτρησης των Υπολειπόμενων Οξειδωτικών Παραγόντων (TRO) ελέγχουν την συγκέντρωσή τους πριν την απόρριψη του νερού και, σε περίπτωση που ξεπερνούν το όριο, γίνεται έγχυση ειδικού εξουδετερωτικού παράγοντα.

Αποστράγγιση (Stripping): Αφού δεν υπάρχει κατεργασία κατά τον αφερματισμό, αντίστοιχα δεν υπάρχει κατεργασία κατά την αποστράγγιση.

- Καθαρισμός του φίλτρου

Δεν χρησιμοποιείται φίλτρο.

- Μείωση ροής

Δεν υπάρχει μείωση ροής.

- Επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του Συστήματος από την αλατότητα, την θολότητα και την θερμοκρασία του νερού προς κατεργασία

Σε περιπτώσεις όπου το πλοίο έχει σαν έρμα γλυκό νερό, το Όζον εξουδετερώνει όλους τους οργανισμούς, αφού ο χρόνος ημιζωής του ανεβαίνει στα 30 λεπτά. Έτσι μειώνεται σημαντικά η συγκέντρωση των υπόλοιπων παραγόντων. Η αποτελεσματικότητα του Συστήματος δεν επηρεάζεται από την θολότητα, την θερμοκρασία και την αλατότητα του νερού.

- Ανάγκες συντήρησης

Συμπιεστής αέρα: Το λάδι και το φίλτρο λαδιού έχουν χρόνο ζωής 4000 ώρες λειτουργίας. Ο διαχωριστής λαδιού, το φίλτρο αέρα, τα ρουλεμάν και η σφράγιση έχουν χρόνο ζωής 8000 ώρες λειτουργίας.

Γεννήτρια Οξυγόνου: Το φίλτρο αέρα έχει χρόνο ζωής 6000 ώρες λειτουργίας.

Γεννήτρια Όζοντος: Το φίλτρο αέρα έχει χρόνο ζωής 4000 ώρες λειτουργίας.

Μονάδα Μέτρησης της Συγκέντρωσης του Όζοντος: Η λάμπα υπεριώδους ακτινοβολίας και ο κινητήρας έχουν χρόνο ζωής 18 μήνες.

Αισθητήρας Διαρροής Όζοντος: Ο αισθητήρας έχει χρόνο ζωής 18 μήνες.

- Πολυπλοκότητα χειρισμού

Το Σύστημα έχει πολύ περισσότερη περίπλοκη αρχή λειτουργίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας νερού έρματος. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται στην ξηρα εδώ και αρκετά χρόνια. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ποσότητα των αυτοματισμών και των συσκευών επιτήρησης και ασφαλείας είναι η μεγαλύτερη και πιο πολύπλοκη στην αγορά.

- Θέματα υγιεινής και ασφάλειας

Το Όζον είναι ένας από τους πιο ισχυρούς οξειδωτικούς παράγοντες, πράγμα που σημαίνει ότι οποιαδήποτε διαρροή μπορεί να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για το πλήρωμα. Για αυτό το λόγο το σύστημα περιλαμβάνει μονάδα μέτρησης της συγκέντρωσης του Όζοντος στην ατμόσφαιρα και σε περίπτωση διαρροής τερματίζει την διαδικασία και κλείνει το σύστημα. Ο κατασκευαστής έχει κάνει μελέτη αναφορικά με την έκθεση του ανθρώπου στο Όζον που καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο άνθρωπος δεν επηρεάζεται από τις ποσότητες που μπορεί να εκκληθούν. Ωστόσο τέτοιες έρευνες μπορεί να απαιτηθούν από την εκάστοτε Σημαία ή Νηογνόμωνα.

- Επίδραση στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, έχει γίνει έρευνα από το Korea Testing and Research Institute σε πλοίο ανεφοδιασμού υπό την ιδιοκτησία της ΝΚ. Γενικά, δεν παρατηρείται κάποια αξιοσημείωτη διαφορά ανάμεσα στα δείγματα που εκτέθηκαν σε κατεργασμένο και μη θαλασσινό νερό. Εκ νέου έλεγχοι έγιναν από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Ναυτιλίας (IMO) πριν την τελική έγκριση του συστήματος. Οι κατασκευαστές χρωμάτων και ειδικών επενδύσεων International Pain Ltd, SIGMA Paints και JOTUN έχουν δηλώσει ότι το σύστημα δεν έχει επίδραση στα προϊόντα τους. Σε κάθε περίπτωση, η χρήση Όζοντος δημιουργεί αμφιβολίες αν όντως δεν υπάρχει καμία επίδραση.

- Άλλες απαιτήσεις

Απαιτείται νερό ψύξης για την λειτουργία της μονάδας ψύξης και συμπιεσμένος αέρας από την παροχή του πλοίου.

- Έλεγχος και Συναγερμοί

Υπάρχει πλειάδα αισθητήρων, μετρητών, διακοπών και συναγερμών που συνδέονται στο σύστημα ελέγχου του ΝΚΟ3. Επίσης το ΝΚΟ3 μπορεί να ενσωματωθεί στο σύστημα διαχείρισης έρματος του πλοίου και κρατά σε ψηφιακή μορφή όλα τα δεδομένα της λειτουργίας και της απόδοσης του, ενώ παρέχει συναγερμούς ασφαλείας.

3.10.4 Εμπορικά ζητήματα

- Πολυπλοκότητα της εγκατάστασης

Η εγκατάσταση θεωρείται αρκετά απλή ειδικά κατά την μετασκευή αφού μόνο ο εγχυτήρας πρέπει να εγκατασταθεί πάνω στο ήδη υπάρχουσα γραμμή ερματισμού και στην κοντά στην περιοχή των αντλιών. Ο υπόλοιπος εξοπλισμός μπορεί να εγκατασταθεί σε

οποιοδήποτε σημείο μέσα στο μηχανοστάσιο ή σε κάποια νέα υπερκατασκευή σε κάποια μη επικίνδυνη (non-hazardous) περιοχή του πλοίου. Σε κάθε περίπτωση, ο χώρος αυτός πρέπει να αερίζεται καλά και να εγκατασταθούν πρόσθετα μέτρα ασφαλείας. Ωστόσο, η έγκριση της εγκατάστασης από τον νηογνώμονα απαιτεί να γίνουν αρκετές μελέτες κινδύνου εξαιτίας της επικινδυνότητας του όζοντος, πράγμα που ίσως οδηγήσει σε ιδιαίτερες στην εγκατάσταση.

- Δίκτυο σέρβις

Η NK Co. LTD έχει δίκτυο σέρβις σε όλες τις Ηπείρους.

- Χρόνος παράδοσης

Το σύστημα είναι ετοιμοπαράδοτο σε 6 μήνες μετά την παραγγελία.

- Εμπειρία του κατασκευαστή

Η NK Co. LTD είναι μια πολύ γνωστή Κορεάτικη εταιρεία με εμπειρία σε διάφορα ήδη εξοπλισμού για την ναυτιλία, όπως για παράδειγμα τα συστήματα πυρόσβεσης με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂ extinguishing system).

3.10.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Συστήματος

Πίνακας 3.10: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του NK CO. – NK-O3 BLUEBALLAST

Πλεονεκτήματα	
A)	Εύκολη εγκατάσταση, που μπορεί να λάβει χώρα εκτός δεξαμενής (dry docking). Απαιτούνται ελάχιστες αλλαγές στο ήδη υπάρχον σωληνοδίκτυο.
B)	Η κατεργασία γίνεται μόνο κατά τον ερματισμό
Γ)	Δεν υπάρχει πτώση πίεσης στο δίκτυο
Δ)	Αρκετά συμπαγής σχεδιασμός που καταλαμβάνει λίγο χώρο στο πλοίο
Ε)	Δεν απαιτείται ξεχωριστό σύστημα για την κατεργασία του έρματος της δεξαμενής Aft Peak.
ΣΤ)	Δεν απαιτούνται φίλτρα
Μειονεκτήματα	
A)	Η χρήση όζοντος, που είναι ένας από του ισχυρότερους οξειδωτικούς παράγοντες, πράγμα που δημιουργεί σημαντικούς κινδύνους για το πλήρωμα και τον εξοπλισμό του πλοίου
B)	Η χρήση όζοντος αφήνει αμφιβολίες για την επίδραση του συστήματος στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών
Γ)	Το κατεργασμένο νερό απαιτείται να κρατηθεί στις δεξαμενές τουλάχιστον 12 ώρες μετά το πέρας του ερματισμού.
Δ)	Σχετικά μεγάλη κατανάλωση ενέργειας
Ε)	Ο μεγάλος βαθμός αυτοματισμού, πολυπλοκότητας και εξαρτημάτων οδηγεί πολλά συστήματα που έχουν ήδη εγκατασταθεί σε συχνές βλάβες.

3.10.6 Συμπέρασμα

Το ΝΚ-Ο3 έχει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η αποδοτικότητα, η απουσία φίλτρων και η απλή εγκατάσταση. Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, το μεγάλο ρίσκο για την ασφάλεια του πληρώματος και του πλοίου, η πιθανή επίδραση που μπορεί να έχει το όζον στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών είναι σημαντικά μειονεκτήματα. Τέλος, συγκεκριμένες αποτυχίες λειτουργίας του συστήματος σε νεότευκτα πλοία πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη.

3.11 Συμπεράσματα

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή τύπου και κατασκευαστή του Συστήματος Διαχείρισης Έρματος από τον διαχειριστή του πλοίου είναι οι εσωτερικές πρακτικές που ακολουθεί για όλες τις πλευρές χρήσης και συντήρησης του πλοίου, όπως για παράδειγμα το είδος του φορτίου που επιλέγει, τα λιμάνια φόρτωσης και εκφόρτωσης, το πρόγραμμα συντήρησης και ελέγχου του πλοίου κλπ, αλλά και οι εσωτερικές διαδικασίες πρόβλεψης κινδύνου βλαβών στον ήδη υπάρχον εξοπλισμό αλλά και στον καινούριο, στον χρόνο ζωής του πλοίου κλπ.

Επιπλέον, καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή συγκεκριμένου συστήματος είναι και το αν και κατά πόσο υπάρχει το περιθώριο για να γίνουν όλες οι απαραίτητες μετασκευές που απαιτεί η εγκατάσταση του συστήματος στο πλοίο.

Για την αξιολόγηση του καθενός από τα συστήματα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:

α. Αποτελεσματικότητα του συστήματος:

- Τα συστήματα που χρησιμοποιούν υπεριώδη ακτινοβολία δεν μπορούν να δράσουν αποτελεσματικά σε Νερό Έρματος με μεγάλη θολότητα, που επιτρέπει την διάδοση μικρού κομματιού της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας
- Τα συστήματα που χρησιμοποιούν ηλεκτρόλυση δεν μπορούν να δράσουν σε νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλάτι ή σε γλυκό νερό. Για αυτό το λόγο η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων αντενδείκνυται σε πλοία που επιχειρούν σε τέτοιου τύπου νερά
- Τα συστήματα που χρησιμοποιούν χημικά μπορούν να δράσουν υπό όλες τις συνθήκες.

β. Φίλτρα:

- Η απόφραξη των φίλτρων όταν αυτά χρησιμοποιούνται σε βρώμικα νερά είναι ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα. Φίλτρα με πολύ πυκνό και ψιλό πλέγμα φράσσουν ιδιαίτερα εύκολα ή οδηγούνται σε κατάσταση συνεχούς καθαρισμού σε τέτοια νερά, οδηγώντας στην μείωση του ρυθμού ή και πλήρη παύση του ερματισμού του πλοίου.

- Κατά την διάρκεια της μελέτης της εγκατάστασης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα άνω και κάτω όρια λειτουργίας του φίλτρου από άποψη ροής αλλά και κυρίως από άποψη πίεσης.
- Παρά τα όσα επισημαίνονται πάνω, η χρήση φίλτρου επηρεάζει θετικά την αποτελεσματικότητα των Συστημάτων Διαχείρισης Έρματος.

γ. Εγκατάσταση στο πλοίο:

- Πολλά από τα συστήματα που χρησιμοποιούν Υπεριώδη Ακτινοβολία και κάποια από τα συστήματα Ηλεκτρόλυσης έχουν αυξημένο αποτύπωμα πάνω στο πλοίο από άποψη χώρου και προδιαγραφών, γεγονός που κάνει την εγκατάστασή τους δύσκολη, ακόμα και αδύνατη.
- Τα περισσότερα από τα συστήματα Υπεριώδους Ακτινοβολίας, όπως και τα συστήματα Ηλεκτρόλυσης σε νερά με χαμηλή αλατότητα, έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό οδηγεί συχνά στην αναθεώρηση στο σχέδιο διαχείρισης ενέργειας του πλοίου, σε επιπλέον μετασκευές στον ήδη εγκατεστημένο εξοπλισμό του πλοίου, όπως πχ στον Κύριο Παροχικό Πίνακα του πλοίου ή σπανιότερα στις Ηλεκτρογεννήτριές του.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ικανότητα των αντλιών του πλοίου να ανταποκριθούν στην μετασκευή του σωληνοδικτύου με την εγκατάσταση νέων γραμμών και εξοπλισμού, που συχνά μπορεί να οδηγήσει τις αντλίες να μην μπορούν να παρέχουν την απαιτούμενη ροή και πίεση για τον ερματισμό. Αρκετές είναι οι περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητη η εγκατάσταση βοηθητικών αντλιών για την υποστήριξη της λειτουργίας των ήδη υπαρχουσών.

δ. Υγιεινή και Ασφάλεια

- Η χρήση χημικών απαιτεί την υιοθέτηση σοβαρών μέτρων υγιεινής και ασφάλειας, την εκπαίδευση του πληρώματος και συχνά την εγκατάσταση νέων συσκευών επιτήρησης και ασφάλειας ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια στην ζωή και την εργασία του πληρώματος, η ασφάλεια του ήδη υπάρχοντος αλλά και νέου εξοπλισμού.
- Σε συστήματα Ηλεκτρόλυσης, κάποια προϊόντα της επεξεργασίας του νερού (πχ H₂) είναι εύφλεκτα ή/και τοξικά, πράγμα που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην επιλογή.

ε. Επίδραση στην Προστατευτική Επένδυση των Δεξαμενών Έρματος

- Όλα τα συστήματα που χρησιμοποιούν χημικά ή άλλες ενεργές ουσίες έχουν ελεγχθεί εργαστηριακά ότι δεν επηρεάζουν την Προστατευτική Επένδυση των Δεξαμενών ή ότι δεν επιταχύνουν την διάβρωση των λοιπών εκτεθειμένων μερών.

- Τα παραπάνω αποτελέσματα μένουν να επιβεβαιωθούν σε βάθος χρόνου από την παρακολούθηση της επίδρασης των χημικών στην επένδυση των δεξαμενών οπωσδήποτε για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των έξι μηνών.

στ. Αξιοπιστία ελέγχου και πιστοποίησης

- Είναι σίωφρων να αποφεύγονται κατασκευαστές και συστήματα που δεν έχουν γίνει οι απαραίτητοι έλεγχοι από ευυπόληπτους οργανισμούς ή δεν έχουν πιστοποιηθεί από αξιόπιστα κράτη (Σημαία πλοίου), εκτός και αν τα συστήματα έχουν πιστοποιηθεί από Νηογνώμονα (ειδικότερα τον DNV-GL και τον LR).

ζ. Πιστοποίηση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (USCG)

- Μέχρι στιγμής (Σεπτέμβριος 2019) τα εξής συστήματα έχουν λάβει την ανωτέρω πιστοποίηση:

Πίνακας 3.11: Πιστοποιημένα Συστήματα

Κατασκευαστής	Περιγραφή
Optimarin AS	Optimarin Ballast System (OBS) 100-3,000 m ³ /h
Alfa Laval Tumba AB	PureBallast 3.0 & 3.1 85-3,000 m ³ /h
TeamTec OceanSaver AS	OceanSaver BWTS MKII 200-7,200 m ³ /h
Sunrui Marine Environment Engineering Co., Ltd	SUNRUI BalClor 50-8,500 m ³ /h
Ecochlor, Inc.	Ecochlor BWTS 500/1,300/3,500/6,900/12,200/16,200 m ³ /h
ERMA FIRST ESK Engineering Solution S.A.	ERMA FIRST BWTS FIT 90-3,740 m ³ /h
Techcross, Inc.	Electro-Cleen 150-12,000 m ³ /h
Samsung Heavy Industries Co., Ltd.	Purimar BWMS 250-10,000 m ³ /h
BIO-UV Group	BIO-SEA B BWMS 55-1,400 m ³ /h
Wartsila Water Systems Limited	Aquarius EC 250-4,000 m ² /h
Hyundai Heavy Industries Co., Ltd	HiBallast BWMS 75-10,000 m ³ /h
Qingdao Headway Technology Co., Ltd.	OceanGuard BWMS BWMS 65-5,200 m ³ /h

JFE Engineering Corporation	JFE BallastAce 500-3,500 m3/h
Panasia Co., Ltd.	GloEn-Patrol BWMS 50-6,000 m3/h
De Nora Water Technologies Texas, LLC	BALPURE BWMS 400-8,750 m3/h
Envirocleanse, LLC	inTank BWTS up to 200,000 m3
DESMI Ocean Guard A/S	CompactClean 35-3,000 m3/h
Wartsila Water Systems Limited	Aquarius UV 50-1,000 m3/h
Alfa Lval Tumba AB	PureBallast 3.2 85-3,000 m3/h
Cathelco, Ltd.	Evolution 55-1500 m3/h
COSCO Shipbuilding Industry Co., Ltd.	Blue Ocean Shield (BOS) 100-3,200 m3/h

- Κατά την διαδικασία πιστοποίησης και ελέγχου των συστημάτων που κάνουν χρήση Υπεριώδους Ακτινοβολίας από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών δεν χρησιμοποιήθηκε η Μέθοδος Πιο Πιθανού Αριθμού (MPN – Most Probable Number), με αποτέλεσμα οι κατασκευαστές να αυξήσουν την κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας για να καλύψουν όλα τα πιθανά σενάρια.

η. Διαδικασία Δειγματοληψίας / Επιβεβαίωση σωστής κατεργασίας

- Κατά τον κανονισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Ναυτιλίας, μετά την εγκατάσταση κάποιου πιστοποιημένου συστήματος, ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής του πλοίου παραμένει υπόλογος για την συγκέντρωση οργανισμών κατά την αποβολή του έρματος καθ' όλο το κύκλο ζωής του πλοίου.
- Ο μοναδικός τρόπος αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας της κατεργασίας του Έρματος είναι η δειγματοληψία του κατά την διάρκεια της αποβολής του
- Την δεδομένη χρονική στιγμή η συνεχής παρακολούθηση της σωστής κατεργασίας τόσο από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του πλοίου όσο και από την Ακτοφυλακή είναι ιδιαίτερα δύσκολη και κοστοβόρα. Ωστόσο εκτιμάται ότι η βελτίωση των εργαλείων και των μεθόδων δειγματοληψίας θα κάνουν την όλη διαδικασία επιβεβαίωσης πιο γρήγορη και αξιόπιστη από σήμερα.

θ. Προϋπολογισμός και κόστη χρήσης / συντήρησης

- Υπάρχει ένα μεγάλο εύρος τιμών για κάθε διαφορετικό πλοίο σαν συνάρτηση πολλών διαφορετικών παραγόντων (πχ τύπος πλοίου, μέγεθος αντλιών, μέγεθος δεξαμενών, αριθμός αντλιών σε λειτουργία κατά την διαδικασία του ερματισμού κλπ)
- Δυστυχώς, η εκτίμηση για τα κόστη συντήρησης βασίζονται πάνω στις δηλώσεις των πωλητών με μικρό περιθώριο για πραγματική εκτίμηση.

Κεφάλαιο 4

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια ποιοτική και ποσοτική μελέτη για την επιλογή συστήματος προς εγκατάσταση σε ένα 114,000 DWT δεξαμενόπλοιο μεταφοράς αργού πετρελαίου. Τα χαρακτηριστικά ως προς τα οποία κρίνουμε τα συστήματα χωρίζονται σε τεχνικά και οικονομικά, με τα κύρια τεχνικά να είναι:

- Το χωρικό αποτύπωμα στο πλοίο
- Η ευελιξία της εγκατάστασης
- Η αξιοπιστία του συστήματος
- Η ικανότητα του συστήματος να εξυπηρετεί πολλαπλές αντλίες
- Το δίκτυο σέρβις και η τεχνική υποστήριξη που μπορεί να παρέχει ο κατασκευαστής.

Τα οικονομικά κριτήρια είναι με την σειρά τους:

- Η πιστοποιήσεις που κατέχουν τα συστήματα
- Το κόστος αγοράς
- Τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης

4.2 Χαρακτηριστικά πλοίου

Το παρακάτω δεξαμενόπλοιο εμπίπτει στην κατηγορία των AFRAMAX. Ως τέτοια χαρακτηρίζονται τα δεξαμενόπλοια που είναι μικρότερα των 120,000 μετρικών τόνων. Εξαιτίας του μεγέθους τους, τα δεξαμενόπλοια αυτού του μεγέθους μπορούν να εξυπηρετήσουν τα περισσότερα λιμάνια στον κόσμο. Επιπλέον, μπορούν να εξυπηρετήσουν περιοχές που δεν έχουν μεγάλα λιμάνια ή υπεράκτιες εγκαταστάσεις που θα μπορούσαν να εξυπηρετήσουν τα σημαντικά μεγαλύτερα V.L.C.C. (Very Large Crude Carriers) και U.L.C.C (Ultra-Large Crude Carriers, που ξεπερνούν τους 250,000 μετρικούς τόνους. Τα AFRAMAX χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην Μαύρη Θάλασσα, την Βόρεια Θάλασσα, στην θάλασσα της Καραϊβικής, στις θάλασσες της Νοτίου και Ανατολικής Κίνας και την Μεσόγειο.

Σε αυτό το μέρος χρησιμοποιούμε σαν παράδειγμα πλοίο με τα παρακάτω χαρακτηριστικά [43] – [47]:

Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά πλοίου

Τύπος	Crude Oil Carrier
DWT	114,000MT
Νηογνώμονας	DNV-GL
Σημαία	Λιβερία
Χαρακτηριστικά Αντλιών Έρματος (Ballast Pumps)	Φυγοκεντρικές, 2x2000 m ³ /hr x 25mTH. Η μία αντλία κινείται από τουρμπίνα ατμού και η άλλη είναι ηλεκτροκίνητη
Χαρακτηριστικά Αντλιών Πυρκαγιάς, Σεντίνας και Έρματος (Fire, Bilge & Ballast Pump)	Φυγοκεντρικές, 2x(240m ³ /hr / 170m ³ /hr X 3mTH / 90mTH)
Αποστραγγιτής (Stripping Eductor)	Αναρροφητική ικανότητα 400m ³ /hr
Συνολικός όγκος δεξαμενών μαζί με Aft Peak δεξαμενή	42513.1m ³
Όγκος δεξαμενής Aft Peak	1009.9m ³
Ηλεκτρική Ισχύς	3 x 940kW (Κύριες Γεννήτριες)

4.3 Παραδοχές Μελέτης

Για την αξιολόγηση των συστημάτων κάνουμε τις παρακάτω παραδοχές:

- 20 Διαδικασίες ερματισμού και 20 διαδικασίες αφερματισμού
- 20 ώρες για κάθε ερματισμό και 20 ώρες για κάθε αφερματισμό
- Κόστος καυσίμου (Heavy Fuel Oil – HFO) 290.25\$/MT (Μέση τιμή σε Χιούστον, Ρότερνταμ, Φουτζέιρα και Σιγκαπούρη το 2017)
- Κόστος καυσίμου με λιγότερο από 1.5% θείο (Marine Gasoil – MGO) 492.75\$/MT (Μέση τιμή σε Χιούστον, Ρότερνταμ, Φουτζέιρα και Σιγκαπούρη το 2017)
- Οι γεννήτριες καταναλώνουν 200gr/kWh
- Πυκνότητα θαλασσινού νερού 1,025MT/m³
- Μιας και η κατανάλωση των συστημάτων διαφέρει με την μεταβολή των συνθηκών (εξωτερική θερμοκρασία, αλατότητα νερού κλπ) χρησιμοποιείται η μέγιστη κατανάλωση που προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή (χειρότερη δυνατή περίπτωση).

- Το χωρικό αποτύπωμα είναι το άθροισμα του όγκου του κάθε εξαρτήματος του συστήματος. Επίσης δεν λαμβάνεται υπόψη ο χώρος που απαιτείται για την συντήρηση των εξαρτημάτων. Επομένως ο πραγματικός χώρος που καταλαμβάνει το σύστημα είναι μεγαλύτερος από τον παραπάνω υπολογισμό.
- Οι τιμές συγκρίνονται με βάση την αναλογία 1€=1.1\$.
- Οι τιμές αγοράς είναι ενδεικτικές και δεν περιλαμβάνουν κόστη μεταφοράς και προμήθειες.
- Το κόστος του εξουδετερωτικού παράγοντα δεν λαμβάνεται υπόψη αφού κυμαίνεται ανάλογα με το πόσο καιρό έχει κρατηθεί το νερό στις δεξαμενές πριν την απόρριψή του. Άλλωστε μιας και στην συγκεκριμένη περίπτωση η απόρριψη του έρματος γίνεται πάνω από τις 7 μέρες, το συγκεκριμένο κόστος είναι ελάχιστο.
- Για το κάθε σύστημα προτείνονται οι εξής διατάξεις:

Ecochlor: Ένα ξεχωριστό οριζόντιο φίλτρο για κάθε αντλία έρματος (προδιαγραφή ροής 2250m³/hr) και ένα οριζόντιο φίλτρο (προδιαγραφή ροής 410m³/hr) για την δεξαμενή Aft Peak.

OCEANSAVER AS – MkII: Ένα φίλτρο για κάθε αντλία έρματος (προδιαγραφή ροής 2000m³/hr) και ένα φίλτρο (προδιαγραφή ροής 330m³/hr) για την δεξαμενή Aft Peak.

HYUNDAI – HIBALLAST: Χρησιμοποιείται το HiBallast HiB4000EX που αποτελείται από την μονάδα ηλεκτρόλυσης HiB-2000 και δύο φίλτρα 2500m³/hr το καθένα. Για την δεξαμενή Aft Peak προτείνεται μονάδα ηλεκτρόλυσης HiB-300 και φίλτρο 400m³/hr

SUNRUI – BALCLOR BWMS: Δεν δόθηκαν στοιχεία για συγκεκριμένη προσφορά.

TECHCROSS – ELECTRO-CLEEN SYSTEM: Χρησιμοποιείται μία μονάδα Ex-ECS750B για κάθε αντλία ερματισμού και μία μονάδα ECS300B για την δεξαμενή Aft Peak.

4.4 Επεξεργασία Τεχνικών και Οικονομικών Στοιχείων

Πρώτα εξετάζεται το αν και κατά πόσο μπορεί να ενσωματωθεί το σύστημα στο πλοίο από άποψη ροής, χώρου, διαθέσιμης ενέργειας και πτώσης πίεσης.

Αν το σύστημα δεν μπορεί να εξυπηρετήσει την ροή που δίνουν όλες οι αντλίες ερματισμού τότε θα υπάρχουν καθυστερήσεις στην διαδικασία του ερματισμού κατά την εκφόρτωση. Τα κόστη επιπλέον παραμονής στο λιμάνι εκφόρτωσης μετριούνται σε χιλιάδες δολάρια, επομένως ο ερματισμός πρέπει να μπορεί να γίνεται στο μέγιστο των δυνατοτήτων των αντλιών του πλοίου. Αυτό εξετάζεται στο πεδίο Συνολική Ροή του πίνακα

Στη συνέχεια, μιας και μιλάμε για μια μετασκευή στα ήδη υπάρχοντα συστήματα του πλοίου με προσθήκη νέων εξαρτημάτων και βάρους, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο διαθέσιμος χώρος που υπάρχει στο πλοίο αλλά και το πόσο επιπλέον βάρος προστίθεται ώστε να μην χαθεί χώρος από το φορτίο και να μην υπάρξουν διαταραχές στην ευστάθεια του πλοίου. Αυτά εξετάζονται στα πεδία «Συνολικό Χωρικό Αποτύπωμα» και «Συνολικό Πρόσθετο Βάρος» αντίστοιχα.

Κάθε πλοίο έχει δεδομένο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να παρέχει, όπως ορίζεται από την απόδοση των Γεννητριών του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ότι κάθε δεδομένη στιγμή μπορεί να λειτουργεί συγκεκριμένος αριθμός μηχανημάτων πάνω στο πλοίο. Αν το προς εγκατάσταση σύστημα επιβαρύνει πολύ τις Γεννήτριες του πλοίου μπορεί να αποκλείει άλλα σημαντικά μηχανήματα από το να λειτουργούν. Αυτό εξετάζεται στο πεδίο «Συνολική Κατανάλωση».

Τέλος, κάθε σωληνοδίκτυο σχεδιάζεται για να έχει κάποιες τριβές και πτώση πίεσης κατά μήκος της ροής που εξυπηρετεί. Όσο αυξάνει η πτώση πίεσης, τόσο αυξάνει και η μηχανική ισχύς που απαιτείται για την άντληση του ρευστού. Αυτό εξετάζεται στο πεδίο «Πτώση Πίεσης».

Με βάση τα παραπάνω και τα στοιχεία που παρέχονται από τους κατασκευαστές προκύπτει ο Πίνακας:

Πίνακας 4.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά Συστημάτων

Κατασκευαστής Συστήματος	Συνολική χωρητικότητα	Συνολικό χωρικό αποτύπωμα	Συνολική κατανάλωση	Πτώση πίεσης	Συνολικό πρόσθετο βάρος
	m ³ /hr	m ²	kW	bar	τόνοι
ECOCHLOR	4300	30.1+2.1	36	0.5	44.6 + 1.04
OCEANSAVER	4300	22.85+0.40	319 + 1	0.7	14.11 + 0.4
HYUNDAI	4300	23	200 + 17	0.5	13.39
SUNRUI	4300	Δεν δίνονται στοιχεία	240	0.3	Δεν δίνονται στοιχεία
TEHCROSS	4300	11.51+1.85	362 + 29	0.3	6.08 + 1.05
ERMA FIRST	4300	26.50+4.10	308+29	0.5	20.3+1.3
OPTIMARIN	4300	17.40+2.80	960+80	0.7	10.71+1.04
ALFA LAVAL	4300	25.08+1.80	438+32	0.8	6.6+1.47
NK	4300	24.70	362.3	0	16.47

Σημείωση 1: Οι τιμές για την κατανάλωση ισχύος περιλαμβάνονται στο γενικό σύνολο.

Σημείωση 2: Οι ξεχωριστές τιμές που διαχωρίζονται με “+” στην Συνολική χωρητικότητα αντλιών, στο Συνολικό χωρικό αποτύπωμα και στο Συνολικό πρόσθετο βάρος αναφέρονται στο σύστημα κατεργασίας για την Aft Peak δεξαμενή.

Αναφορικά με το κόστος αγοράς, όπως έχει δοθεί από τους κατασκευαστές έχουμε τον εξής πίνακα:

Πίνακας 4.3: Τιμή Συστημάτων

Κατασκευαστής Συστήματος	Κόστος	Σημείωση
	\$	
ECOCHLOR	977,600 +804,00	
OCEANSAVER	1,070,000	Η τιμή για το Aft Peak υπολογίζεται στο σύνολο
HYUNDAI	715,000	Η τιμή για το Aft Peak υπολογίζεται στο σύνολο
SUNRUI	610,000	Η τιμή για το Aft Peak υπολογίζεται στο σύνολο
TEHCROSS	901,950	Η τιμή για το Aft Peak υπολογίζεται στο σύνολο
ERMA FIRST	711,550+125,190	
OPTIMARIN	1,391,000+160,500	
ALFA LAVAL	766,120+160,500	
NK	757,000	

Σημείωση: Οι ξεχωριστές τιμές που διαχωρίζονται με “+” αναφέρονται στο σύστημα κατεργασίας για την Aft Peak δεξαμενή.

Για τα κόστη λειτουργίας του συστήματος λαμβάνονται υπόψη δύο διαφορετικά σενάρια. Το πρώτο είναι ότι το πλοίο έχει σαν καύσιμο Heavy Fuel Oil (HFO) και το δεύτερο είναι ότι το πλοίο λειτουργεί με Marine Gas Oil. Το HFO είναι το καύσιμο που χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα. Έχει σημαντική περιεκτικότητα σε οξείδια του θείου (SOx) τα οποία κατά την καύση απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Από την άλλη το MGO έχει σημαντικά μικρότερη περιεκτικότητα σε SOx, μικρότερη από 1.5%. Από την 1 Ιανουαρίου 2020 ο IMO έχει επιβάλλει ότι οι εκκλήσεις σε SOx πρέπει να μειωθούν κάτω από 0.5% μάζα ανά μάζα. Επομένως, όσοι πλοιοκτήτες θέλουν να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν το – σημαντικά φθηνότερο – HFO πρέπει να εγκαταστήσουν Συστήματα Καθαρισμού Καυσαερίων (Exhaust Gas Cleaning Systems) που μειώνουν την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε SOx ή εναλλακτικά να προτιμήσουν το, χαμηλότερο σε περιεκτικότητα SOx αλλά σχεδόν με διπλάσια τιμή, MGO. Για αυτό το λόγο γίνεται εκτίμηση και για τις δύο κατηγορίες καυσίμου.

Αναφορικά με τα κόστος χρήσης και συντήρησης για 10 χρόνια, όταν το πλοίο χρησιμοποιεί Heavy Fuel Oil – HFO έχουμε τον εξής πίνακα:

Πίνακας 4.4: Κόστος λειτουργίας και συντήρησης Συστημάτων με HFO

Κατασκευαστής Συστήματος	Κόστος χημικών	Κατ. Ενέργ.	Κόστος ενέργειας	Κόστος συντ.	Συνολικό Κόστος	Κόστος χρήσης για κάθε m ³	Κόστος ανά ερματισμό
	\$	kW	\$	\$	\$	\$/m ³	\$/ballasting
ECOCHLOR	670,904	36	8359,2	71,900	679263	0,0883449	3755,816
OCEANSAVER		320	74304	Δεν Παρέχεται	74304	0,008739	371,52
HYUNDAI		217	50387,4	113,680	50387,4	0,0192961	820,337
SUNRUI		240	55728	50,000	55728	0,0124348	528,64
TEHCROSS		391	90790,2	Δεν Παρέχεται	90790,2	0,0106779	453,951
ERMA FIRST		337	78251,4	84,400	78251,4	0,0191296	813,257
OPTIMARIN		1040	241488	237,768	241488	0,0563657	2396,28
ALFA LAVAL		470	109134	190,841	109134	0,0352803	1499,875
NK		362.3	84126,06	50,000	84126,1	0,0157747	670,6303

Σημείωση 1: Η Ecochlor δίνει τιμή χημικών 0.08\$ ανά 1m³ νερού προς κατεργασία.

Επίσης υπάρχει εγγύηση τιμής για 24 μήνες από την εγκατάσταση.

Σημείωση 2: Η Hyundai δεν έχει δώσει τιμή για τα κόστη συντήρησης της μονάδας για την Aft Peak δεξαμενή.

Σημείωση 3: Για τα συστήματα που δεν δίνεται το Κόστος Συντήρησης, το πραγματικό κόστος θα είναι μεγαλύτερο.

Αναφορικά με τα κόστος χρήσης και συντήρησης για 10 χρόνια, όταν το πλοίο χρησιμοποιεί Marine Gas Oil – MGO έχουμε τον εξής πίνακα:

Πίνακας 4.5: Κόστος λειτουργίας και συντήρησης Συστημάτων με MGO

Κατασκευαστής Συστήματος	Κόστος χημικών	Κατανάλωση Ενέργειας	Κόστος ενέργειας	Κόστος συντήρησης	Συνολικό Κόστος	Κόστος χρήσης για κάθε m ³	Κόστος ανά ερματισμό
	\$	kW	\$	\$	\$	\$/m ³	\$/ballasting
ECOCHLOR	670904	36	14191	71,900	756995	0,08903	3784,976
OCEANSAVER		320	126144	Δεν Παρέχεται	126144	0,01483	630,72
HYUNDAI		217	85541,4	113,680	199221	0,02343	996,107
SUNRUI		240	94608	50,000	144608	0,01700	723,04
TECHCROSS		391	154132	Δεν Παρέχεται	154132	0,01812	770,661
ERMA FIRST		337	132845	84,400	217245	0,02555	1086,227
OPTIMARIN		1040	409968	237,768	647736	0,07618	3238,68
ALFA LAVAL		470	185274	190,841	376115	0,04423	1880,575
NK		362.3	142818	50,000	192818	0,02267	1107

Σημείωση 1: Η Ecochlor δίνει τιμή χημικών 0.08\$ ανά 1m³ νερού προς κατεργασία. Επίσης υπάρχει εγγύηση τιμής για 24 μήνες από την εγκατάσταση.

Σημείωση 2: Η Hyundai δεν έχει δώσει τιμή για τα κόστη συντήρησης της μονάδας για την Aft Peak δεξαμενή.

Σημείωση 3: Για τα συστήματα που δεν δίνεται το Κόστος Συντήρησης, το πραγματικό κόστος θα είναι μεγαλύτερο.

4.5 Κριτήρια Επιλογής

Τα κριτήρια επιλογής από τεχνική άποψη είναι τα εξής:

- **Το χωρικό αποτύπωμα του συστήματος**, λαμβάνοντας υπόψη την μετατροπή του ήδη υπάρχοντος σωληνοδικτύου του πλοίου, είναι ιδιαίτερα κρίσιμο για μια εγκατάσταση από μετασκευή. Στο επίπεδο της τεχνοοικονομικής μελέτης, χωρίς δηλαδή να έχει γίνει μηχανολογική μελέτη για την εγκατάσταση για την τοποθέτηση των μηχανημάτων, την χωρική διάταξη του νέου σωληνοδικτύου κλπ, μπορούμε να έχουμε μόνο μια αδρή εικόνα για το χωρικό αποτύπωμα. **Η συγκεκριμένη μελέτη αξιολογεί μόνο μερικώς το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**
- **Η ευελιξία της εγκατάστασης**, φυσικά σε συνδυασμό με το πάνω, αφορά το αν και κατά πόσο οι κύριες μονάδες των συστημάτων μπορούν να εγκατασταθούν σε διαφορετικό σημείο από τα φίλτρα ή τις κύριες αντλίες ερματισμού. **Η συγκεκριμένη μελέτη αξιολογεί το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**
- **Η αξιοπιστία του συστήματος**. Ωστόσο οι κατασκευαστές δεν παρέχουν στοιχεία για το πόσα από τα συστήματα που έχουν εγκατασταθεί είναι λειτουργικά και πόσα από τα λειτουργικά συστήματα χρησιμοποιούνται στην πραγματικότητα. Επομένως, **η συγκεκριμένη μελέτη δεν αξιολογεί το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**
- **Η ικανότητα του συστήματος να εξυπηρετεί πολλαπλές αντλίες**. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν κομμάτι της ροής για ηλεκτρόλυση και κάνουν έγχυση του παραγόμενου χημικού στην κύρια ροή είναι πιο εύκολα στην εγκατάσταση σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιούν μια μονάδα για κάθε αντλία. **Η συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνει υπόψη το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**
- **Το δίκτυο σέρβις και η τεχνική υποστήριξη** είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή συστήματος. Τα στοιχεία που έχουμε διαθέσιμα εξετάζουν αυτό το χαρακτηριστικό από δύο πλευρές. Η μία είναι αν και κατά πόσο ο κατασκευαστής έχει και άλλα προϊόντα που κυκλοφορούν ευρέως, πέρα από Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος, πράγμα το οποίο εξασφαλίζει την ύπαρξη δικτύου σέρβις και υποστήριξης, ενώ η άλλη πλευρά είναι το μερίδιο στην αγορά Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος του συγκεκριμένου κατασκευαστή. **Η συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνει υπόψη το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**

Τα κριτήρια επιλογής από οικονομική άποψη είναι τα εξής:

- **Η πιστοποίηση του συστήματος**, ειδικά όσον αφορά την πιστοποίηση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών. **Η συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνει υπόψη το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**
- **Το κόστος αγοράς του συστήματος** αποτελεί βασικό κριτήριο για την επιλογή. **Η συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνει υπόψη το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.**

- **Τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης** αποτελούν βασικό παράγοντα για την επιλογή συστήματος. **Η συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνει υπόψη το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (κατανάλωση ενέργειας, αναλώσιμα και κόστη συντήρησης).**

4.5 Συμπέρασμα

Παρατηρούμε ότι η απόφαση για την επιλογή ενός συστήματος δεν είναι μόνο αποτέλεσμα της τιμής του, αλλά επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, από την ναυτιγική, την μηχανολογία και την ηλεκτρολογία. Αυτοί οι παράγοντες πρέπει να εξετάζονται ο καθένας ξεχωριστά αλλά και στην αλληλεπίδραση μεταξύ τους ώστε από την μία να έχουμε την βέλτιση λειτουργία του συστήματος, αλλά από την άλλη να μην τίθεται σε κίνδυνο η ζωή του πληρώματος, η ακεραιότητα του εξοπλισμού και η ομαλή λειτουργία του.

Κεφάλαιο 5

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο εφαρμόζουμε τα κριτήρια που τέθηκαν στο κεφάλαιο 4 ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο Σύστημα Κατεργασίας Νερού Έρματος για την εξυπηρέτηση των αναγκών του δεδομένου πλοίου. Στην συνέχεια παρατίθενται ένα ένα τα κριτήρια και με βάση τα χαρακτηριστικά του πλοίου προτείνονται τα συστήματα που θέτουν τους ελάχιστους περιορισμούς και δευτερευόντως τα συστήματα που θέτουν χαμηλούς περιορισμούς.

5.2 Διαθέσιμος χώρος εγκατάστασης

Η εγκατάσταση ολόκληρου συστήματος μέσα στο αντλιοστάσιο του πλοίου αποτελεί ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα, εξαιτίας του περιορισμένου χώρου. Ως εκ τούτου, συστήματα που χρησιμοποιούν κομμάτι της κύριας ροής για να κάνουν ηλεκτρόλυση και να παράξουν ενεργή ουσία ή συστήματα που κάνουν έγχυση χημικών είναι πιο απλά στην εγκατάστασή τους μέσα στο αντλιοστάσιο.

Ελάχιστοι Περιορισμοί: ECOCHLOR

Χαμηλοί Περιορισμοί: HYUNDAI, SUNRUI, OCEANSAVER

5.3 Διαθέσιμη Ενέργεια

Με βάση το ήδη υπάρχον σχέδιο του πλοίου “Electric Load Analysis” (Drawing No. 2E-7830-101) στο χειρότερο σενάριο λειτουργίας του πλοίου έχουμε τα εξής:

At Unloading: 2 Γεννήτριες σε λειτουργία και συνολικό φορτίο 1146,4kW δηλαδή 61% κάλυψη των δυνατοτήτων τους. Για να φτάσουμε το 90% της κάλυψης των δυνατοτήτων τους απαιτείται επιπλέον φορτίο 545,6kW, αρκετά για να εξυπηρετήσουν οποιοδήποτε από τα παραπάνω συστήματα.

Ελάχιστοι Περιορισμοί: ECOCHLOR

Χαμηλοί Περιορισμοί: HYUNDAI, SUNRUI

5.4 Περιορισμοί Λειτουργίας

Πρακτικά, μόνο τα συστήματα που αξιοποιούν χημικά μπορούν να λειτουργήσουν σε νερά με όλες της διαβαθμίσεις θολότητας, αλατότητας και θερμοκρασίας.

Τα συστήματα που αξιοποιούν ηλεκτρόλυση στην πλήρη ροή του νερού μπορούν να λειτουργήσουν σε νερά αλατότητας μέχρι 1PSU.

Τα συστήματα που αξιοποιούν κομμάτι της κύριας ροής για την ηλεκτρόλυση και την παραγωγή της ενεργής ουσίας μπορούν να λειτουργήσουν σε νερά χαμηλής αλατότητας,

ωστόσο για την λειτουργία τους σε φρέσκο νερό απαιτείται η αποθήκευση νερού υψηλής αλατότητας σε κάποια δεξαμενή του πλοίου.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν υπεριώδη ακτινοβολία δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε νερά με υψηλή θολότητα, αφού η διάδοση της ακτινοβολίας θα είναι πολύ χαμηλή.

Ελάχιστοι Περιορισμοί: ECOCHLOR

Χαμηλοί Περιορισμοί: TECHCROSS, ERMA FIRST

5.5 Πιστοποίηση

Είναι αντικειμενικό ότι όλα τα συστήματα που έχουν πάρει την πιστοποίηση από την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών έχουν τεράστιο συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα. **Όλα τα συστήματα που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη έχουν το εν λόγω πιστοποιητικό.**

5.6 Κόστος αγοράς και χρήσης

Ίσως ο κύριος παράγοντας επιλογής. Το πιο φθηνό σύστημα είναι το **SUNRUI**.

5.7 Τελική πρόταση

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η βέλτιστη επιλογή είναι τα συστήματα της **SUNRUI και της ERMA FIRST**.

Το σύστημα της SUNRUI είναι το φθηνότερο, δεν θέτει μεγάλους περιορισμούς από άποψη χώρου και κατανάλωση ενέργειας, ωστόσο ίσως έχει δυσκολίες λειτουργίας σε νερά με χαμηλή αλατότητα.

Το σύστημα της ERMA FIRST είναι το τέταρτο φθηνότερο σύστημα και μπορεί να εξυπηρετήσει σχεδόν σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Ωστόσο, έχει περίπλοκη εγκατάσταση, καταλαμβάνει αρκετό χώρο στο πλοίο κι έχει σημαντική κατανάλωση ενέργειας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύστημα της ECOCHLOR υπερισχύει σε όλα τα τεχνικά κριτήρια, ωστόσο το υψηλό κόστος αγοράς και λειτουργίας του ίσως το κάνει απαγορευτικό για μικρές ναυτιλιακές που δεν έχουν δαπανήσουν αυτό το ποσό χρημάτων.

Κεφάλαιο 6

6.1 Συμπεράσματα

Το νερό έρματος αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα της ευστάθειας των πλοίων, της ασφαλούς λειτουργίας και πλεύσης τους. Ωστόσο είναι και από τις πιο σημαντικές οδούς εισβολής οργανισμών στα υδατικά οικοσυστήματα.

Η υποχρεωτική εγκατάσταση Συστημάτων Κατεργασίας Νερού Έρματος από όλα τα πλοία αποτελεί σημαντικό βήμα στην πρόληψη της μεταφοράς υδρόβιων οργανισμών από το ένα λιμάνι στο άλλο και όλων των καταστροφικών συνέπειων που έχει αυτή η μεταφορά.

Από την συνοπτική παρουσίαση των συστημάτων φαίνεται ότι κάθε τεχνολογία κατεργασίας έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Συνοπτικά:

- Ηλεκτρόλυση: Αποτελεί την πιο φθηνή λύση και για αυτό το λόγο είναι ίσως τα πιο διαδεδομένα συστήματα. Την ίδια στιγμή όμως τα συστήματα αυτά καταλαμβάνουν σημαντικό κομμάτι χώρου μέσα στο πλοίο, δαπανούν πολύ ενέργεια και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατεργασία νερού χαμηλής αλατότητας. Μάλιστα, σε αν το πλοίο ταξιδεύει σε γλυκό νερό, συχνά απαιτείται η αποθήκευση θαλασσινού νερού σε κάποια από τις δεξαμενές του πλοίου. Απαιτείται εξουδετέρωση των ενεργών ουσιών μέσα στις δεξαμενές για τον αφερματισμό, ενώ η επίδραση των ουσιών αυτών στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών μένει να φανεί σε βάθος χρόνου
- Υπεριώδης Ακτινοβολία: Μπορεί να κατεργαστεί νερό οποιασδήποτε αλατότητας, χωρίς να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε ενεργή ουσία. Έτσι, δεν προστίθενται νέοι κίνδυνοι για την ζωή και τον εξοπλισμό πάνω στο πλοίο. Από την άλλη όμως, δαπανούν ίσως την περισσότερη ενέργεια από όλα τα συστήματα, ενώ αντιμετωπίζουν δυσκολία στην κατεργασία θολού νερού.
- Έγχυση Χημικών: Μπορεί να λειτουργήσει σε οποιοδήποτε τύπο νερού και κάτω από οποιοδήποτε συνθήκες, ενώ καταλαμβάνει τον λιγότερο χώρο και δαπανά την ελάχιστη ενέργεια. Ωστόσο, η αποθήκευση των χημικών ουσιών πάνω στο πλοίο θέτει έναν επιπλέον κίνδυνο για την ζωή του πληρώματος και την ακεραιότητα του εξοπλισμού, οι ενεργές ουσίες απαιτούν εξουδετέρωση ή χρόνο για να διαλυθούν από μόνες τους, ενώ η επίδραση των ουσιών αυτών στην προστατευτική επένδυση των δεξαμενών μένει να φανεί σε βάθος χρόνου. Τέλος, είναι από τα πιο ακριβά συστήματα εξαιτίας της ανάγκης ανανέωσης αυτών των χημικών.

Γίνεται φανερό ότι η επιλογή ενός συστήματος από μια πλοιοκτήτρια εταιρεία δεν είναι σε καμία περίπτωση εύκολη υπόθεση. Εκτός από το κόστος, απαιτείται σοβαρή μελέτη για το σε ποια λιμάνια θα επιχειρεί το πλοίο, σε τί νερά, ποιες διαδικασίες ασφαλείας πρέπει να ενισχυθούν, πώς θα γίνεται η συντήρηση, πώς θα παραλαμβάνονται τα ανταλλακτικά.

Ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το πώς θα εκπαιδεύονται τα πληρώματα στα διαφορετικά συστήματα, δεδομένου ότι μια εταιρεία συνήθως χρησιμοποιεί πολλούς διαφορετικούς κατασκευαστές και μεθόδους κατεργασίας.

Σε κάθε περίπτωση, φαίνεται ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία ήρθε για να μείνει και με την συσσώρευση πείρας από τις μέχρι τώρα εγκαταστάσεις και με αυτές που θα έρθουν στο μέλλον, με την εκμάθηση των αρχών λειτουργίας των συστημάτων στις σχολές εμπορικού ναυτικού, αυτό το εγχείρημα θα γίνεται όλο και πιο εύκολο σε βάθος χρόνου.

6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Τα τεχνικά και τα οικονομικά χαρακτηριστικά ενός Συστήματος Κατεργασίας Νερού Έρματος αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την επιλογή συστήματος προς εγκατάσταση. Ωστόσο αυτή η μελέτη δεν λαμβάνει υπόψη το επιχειρησιακό κομμάτι του πλοίου. Τα λιμάνια τα οποία εξυπηρετεί, τα νερά στα οποία πλέει, οι χώρες στις οποίες ανεφοδιάζεται, όλα θέτουν καινούργιους περιορισμούς για την επιλογή συστήματος ή άρουν παλιούς. Για παράδειγμα, αν ένα πλοίο εξυπηρετεί εσωτερικές διαδρομές μέσα σε ποτάμια και λίμνες, αυτό αυτόματα κάνει απαγορευτική την εγκατάσταση συστημάτων που χρησιμοποιούν ηλεκτρόλυση. Αν ένα πλοίο έχει σταθερή γραμμή σε περιοχές όπου ο ανεφοδιασμός των χημικών είναι δύσκολος έως αδύνατος, αυτόματα τα συστήματα που κάνουν έγχυση χημικών βγαίνουν εκτός εξίσωσης. Επομένως τα επιχειρησιακά χαρακτηριστικά του πλοίου πρέπει να καταγραφούν και να συνεισφέρουν στην μελέτη.

Όπως περιγράφεται συνοπτικά στην παράγραφο 4.4, πέρα από τους κανονισμούς για τα Συστήματα Κατεργασίας Νερού Έρματος, τίθενται σε εφαρμογή και κανονισμοί για τις εκκλήσεις σε οξείδια του θείου (SO_x). Το αν ένα πλοίο θα προχωρήσει σε αλλαγή καυσίμου ή θα εγκαταστήσει Σύστημα Καθαρισμού Καυσαερίων (Exhaust Gas Cleaning System – EGCS) επηρεάζει άμεσα τον διαθέσιμο χώρο, την διαθέσιμη ενέργεια και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης. Η δεδομένη μελέτη θα μπορούσε να επεκταθεί και στην εκτίμηση του αν θα πρέπει να εγκατασταθεί Σύστημα Καθαρισμού Καυσαερίων ή αν συμφέρει η αλλαγή καυσίμου και το αν και κατά πόσο επηρεάζει αυτό την επιλογή Συστήματος Κατεργασίας Νερού Έρματος.

Τέλος, θα μπορούσαν να συνταχθούν τα ηλεκτρολογικά σχέδια που περιγράφουν την εγκατάσταση του Συστήματος επιλογής, όπως αυτά περιγράφονται από τους κανονισμούς του νηογνώμονα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. REGULATION (EU) No 1143/2014 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species
- [2]. Ballast Water: A review of the impact on the world public health. Takahashi CK, 2007
- [3]. United States Environmental Protection Agency: Invasive Species in the Great Lakes
- [4]. Herborg, L., Rushton, S., Clare, A., & Bentley, M. (2003). The spread of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards) in Continental Europe: analysis of a historical data set. *Hydrobiologia*
- [5]. Harmful algal bloom (https://en.wikipedia.org/wiki/Harmful_algal_bloom)
- [6]. Round goby (https://en.wikipedia.org/wiki/Round_goby#Invasive_species)
- [7]. Mnemiopsis (https://en.wikipedia.org/wiki/Mnemiopsis#As_an_invasive_species)
- [8]. Asterias amurensis(https://en.wikipedia.org/wiki/Asterias_amurensis#Invasive_species)
- [9]. Zebra mussels (https://en.wikipedia.org/wiki/Zebra_mussel#As_an_invasive_species)
- [10]. Wakame (https://en.wikipedia.org/wiki/Wakame#Invasive_species)
- [11]. United Nations Convention on the Law of the Sea, Article 196
- [12]. Convention on Biological Diversity (<https://www.cbd.int/topics>)
- [13]. MEPC.152(155) Guidelines for sediment reception facilities (G1)
- [14]. MEPC.172(58) Guidelines for ballast water sampling (G2)
- [15]. MEPC.123(53) Guidelines for ballast water management equivalent compliance (G3)
- [16]. MEPC.127(53) Guidelines for ballast water management and development of ballast water management plans (G4)
- [17]. MEPC.153(55) Guidelines for ballast reception facilities (G5)
- [18]. MEPC.288(71) 2017 Guidelines for ballast water exchange (G6)
- [19]. MEPC.289(71) 2017 Guidelines for risk assessment under regulation A-4 of the BWM convention (G7)
- [20]. MEPC.174(58) Guidelines for approval of ballast water management systems (G8)
- [21]. MEPC.169(57) Procedure for approval of ballast water management systems that make use of active substances (G9)
- [22]. MEPC.140(54) Guidelines for approval and oversight of prototype ballast water treatment technology programs (G10)
- [23]. MEPC.149(55) Guidelines for ballast water exchange design and construction standards (G11)

- [24]. MEPC.209(63) 2012 Guidelines on design and construction to facilitate sediment control on ships (G12)
- [25]. MEPC.161(56) Guidelines for additional measures regarding ballast water management including emergency situations (G13)
- [26]. MEPC.151(55) Guidelines on designation of areas for ballast water exchange (G14)
- [27]. International Guidelines for preventing the introduction of unwanted aquatic organisms and pathogens from ships' ballast water and sediment discharges. Resolution MEPC.50(31)
- [28]. International Convention for the control and management of ships's ballast water and sediments – BWM Convention
- [29]. The United States Naturalized Flora: Largely the Product of Deliberate Introductions Richard N. Mack and Marianne Erneberg. Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol. 89, No. 2 (Spring, 2002), pp. 176-189
- [30]. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States, David Pimentel, 1999
- [31]. UR M74 Installation of Ballast Water Management Systems
- [32]. DNV-GL: Rules for Classification of Ships, Part 6 Additional Class notation, Chapter 7 Environmental protection and pollution control, Section 1.3
- [33]. BV: Rules for the Classification of Steel Ships, Chapter 1, Section 10.7
- [34]. Ecochlor Ballast Water Treatment System Operation Maintenance & Safety Manual (OMSM)
- [35]. OCEANSAVER BWTS Operational Manual
- [36]. HYUNDAI HIBALLAST Operation & Maintenance Manual
- [37]. SUNRUI BalClor BWMS Operation and Maintenance Manual
- [38]. TECHCROSS ECS Manual (BWT & APT)
- [39]. ERMA FIRST Equipment Operations & Technical Manual
- [40]. OPTIMARIN – OBS Technical Manual
- [41]. ALFA LAVAL PureBallast 3.1 xxxx Compact Flex Design and Installation guide
- [42]. NK-O3 BLUEBALLAST SYSTEM Operation Manual
- [43]. IMO S482, General Arrangement, Drawing No. 1G-7000-201
- [44]. IMO S482, Ballast Water Management Plan, Drawing No. UNI/BWMP/001
- [45]. IMO S482, Piping System Diagram in E/R, Drawing No. 3U-2400-103
- [46]. IMO S482, Piping Diagram of Cargo Oil and Water Ballast System, Drawing No. 2T-7412-001
- [47]. IMO S482, Electric Load Analysis, Drawing No. 2E-7830-101