

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΜΑΤΟΣ –ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΜΙΧΑΛΑΡΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ ΕΛΙΑ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2014

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΜΑΤΟΣ –ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΜΙΧΑΛΑΡΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Κύκλος ερματισμού- αφερματισμού [1]	6
Εικόνα 2: Οργανισμοί που μπορούν να μεταφέρουν τα πλοία στις δεξαμενές έρματος τους [16].....	8
Εικόνα 3: Εκτεταμένη ρύπανση στην γάστρα του πλοίου, την προπέλα και το πηδάλιο [5].....	9
Εικόνα 4: Διαχείριση έρματος στο λιμάνι [7].....	12
Εικόνα 5: Φάσεις επανερματισμού [8]	13
Εικόνα 6: Ερματισμός από εγκαταστάσεις ξηρας [11].....	17
Εικόνα 7: Η ιεραρχία των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας έρματος [13]	21
Εικόνα 8: Μηχανισμός φιλτραρίσματος [14]	22
Εικόνα 9: Μηχανικός διαχωρισμός μέσω υδροκυκλώνων [13]	23
Εικόνα 10: Μηχανισμός παραγωγής όζοντος [18]	27
Εικόνα 11: Αυτο-καθαριζόμενο φίλτρο [3]	33
Εικόνα 12: Διαχωριστής πολλαπλών υδροκυκλώνων [3]	33
Εικόνα 13: Ηλεκτρολυτικό κελί [3].....	34

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Απαιτούμενος χρόνος για ανταλλαγή έρματος σε διάφορους τύπους πλοίων [10].....	15
---	----

Περίληψη

Η απόρριψη του νερού έρματος από τα πλοία μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον. Διάφοροι τύποι πλοίων, όπως κρουαζιερόπλοια, δεξαμενόπλοια, επιβατικά χρησιμοποιούν τεράστιες ποσότητες νερού έρματος, το οποίο συλλέγεται από παράκτια ύδατα και στη συνέχεια απορρίπτεται στο επόμενο λιμάνι. Το έρμα περιέχει ποικιλία βιολογικών ειδών, φυτών, οργανισμών και μικροοργανισμών. Τα είδη αυτά είναι συχνά αλλόχθονα και μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένη οικολογική και οικονομική ζημιά σε υδάτινα οικοσυστήματα.

Το 1988 ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας IMO του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, ανέλαβε ηγετικό ρόλο για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, και τα τελευταία πενήντα χρόνια προσπαθεί να θεσπίσει κανόνες σε διεθνές επίπεδο. Μετά από αριθμό συναντήσεων, εγκρίθηκε ομόφωνα στις 13 Φεβρουαρίου 2004 η Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και Διαχείριση Θαλασσέματος και Ιζημάτων του προέρχονται από πλοία (BWMC 2004), και καθορίστηκε σαν τελική ημερομηνία εφαρμογής των κανονισμών το έτος 2016.

Αν και η σημασία της επεξεργασίας και της διαχείρισης του έρματος είναι προφανής, η έρευνα σε αυτόν τον τομέα είναι ακόμη ελάχιστη. Επιπρόσθετα, έχει αρχίσει να υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από την διεθνή κοινότητα, χαρακτηρίζοντας το σαν ιδιαίτερα σοβαρό θέμα. Παρόλα αυτά, περισσότερες χρηματοδοτήσεις γι' αυτόν τον σκοπό θα ενθαρρύνουν και θα διευκολύνουν την έρευνα, από θεωρητική και τεχνολογική σκοπιά, και θα ωφελήσουν ως προς την ανάπτυξη ακόμη πιο αποτελεσματικών μεθόδων επεξεργασίας.

Η διαχείριση και η επεξεργασία του έρματος αποτελεί πρόκληση για τους ειδικούς, αφού οι περισσότερες από τις παραδοσιακές μεθόδους δεν προσφέρουν αποτελεσματική κάλυψη όταν εφαρμόζονται. Ο στόχος είναι η ανάπτυξη «εργαλείων» που θα μπορούν να εφαρμόζονται σε διάφορα είδη πλοίων, τα οποία θα καταπολεμούν αποτελεσματικά τα αλλόχθονα είδη.

Λέξεις κλειδιά: *Νερό έρματος, Διαχείριση Έρματος, Αλλόχθονες οργανισμοί, Συστήματα επεξεργασίας, Χημικός διαχωρισμός*

Abstract

Ballast water discharges by ships can have a negative impact on the marine environment. Cruise ships, large tankers, and bulk cargo carriers use a huge amount of ballast water, which is often taken on in the coastal waters in one region after ships discharge wastewater or unload cargo, and discharged at the next port of call, wherever more cargo is loaded. Ballast water discharge typically contains a variety of biological materials, including plants, animals, viruses, and bacteria. These materials often include non-native, nuisance, exotic species that can cause extensive ecological and economic damage to aquatic ecosystems.

In 1988 the International Maritime Organization IMO of UN, took a leading role in addressing this problem, and through the last fifty years it has been trying to establish rules at an international level. After a number of meetings, the International Convention for the Control and Management of Ballast Water and Sediments from ships (BWMC 2004) was adopted unanimously on the 13 of February 2004, and the final effective date of the regulations was set for 2016. For their implementation, various ballast water management systems for ships have begun to develop, and until October 2010, 18 of them had taken the final approval.

The management and treatment of ships' ballast water has become an important focus of attention, but, although the importance of both ballast water management and treatment is obvious, research into these aspects is in its infancy. In addition, it is beginning to generate interest within the international water quality community as a serious industrial water treatment issue. However, more funds for this purpose will encourage and facilitate the research from a theoretical and technological aspect, being beneficial to the development of more effective treatments.

Ballast water management and treatment represents a challenge for water treatment specialists. The target is to develop a "toolbox" of options to suit different ship designs, routes and trading patterns that will fight effectively the invasive species.

Key words: *Ballast Water, Ballast Management, Invasive Species, Treatment Systems, Chemical Separation*

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τη βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με τη διαχείριση του έρματος των πλοίων και των αντίστοιχων μεθόδων επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται με έμφαση στις χημικές.

Στο Κεφάλαιο 1 της παρούσας πτυχιακής εργασίας γίνεται μια εισαγωγή σχετικά με τη χρήση του έρματος των πλοίων και των αντίστοιχων προβλημάτων που ανακύπτουν.

Στο Κεφάλαιο 2 περιγράφονται αναλυτικά όλες οι μέθοδοι επεξεργασίας του επιμολυσμένου έρματος. Πιο ειδικά αναλύονται οι πρωτεύουσες και οι δευτερεύουσες μέθοδοι επεξεργασίας, όπως όλες οι μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας του έρματος των πλοίων, ενώ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση και στις χημικές μεθόδους.

Στη συνέχεια στο Κεφάλαιο 3 γίνεται παρουσίαση της πρώτης Ελληνικής εταιρίας διαχείρισης έρματος καθώς και της αντίστοιχης μεθόδου που έχει υιοθετήσει για την επεξεργασία και τον καθαρισμό των πλοίων.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με την εξαγωγή των συμπερασμάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που προηγήθηκε.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κα Μπακογιάννη Έλια για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντάς μου αυτή την εργασία, δίνοντας μου έτσι την αφορμή να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο πτυχιακής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση και τις προϋποθέσεις που μου παρείχε κατά τη διάρκεια φοίτησης μου στη σχολή Μηχανικών της AEN Μακεδονίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Διαχείριση Έρματος Πλοίων

1.1 Γενικά περί του έρματος πλοίων

Έρμα είναι κάθε υλικό που χρησιμοποιείται για το βάρος ή / και την ισορροπία ενός αντικειμένου. Ένα παράδειγμα είναι τα σακιά που μεταφέρονται με συμβατικά αερόστατα θερμού αέρα, τα οποία μπορεί να απορρίπτεται για να ελαφρύνουν το βάρος του αερόστατου, όταν θέλει να ανυψωθεί περαιτέρω [1]. Στη Σιδηροδρομική έρμα χαρακτηρίζεται ή έξαρση των σκληρών λίθων (σκύρων) μέσα στους οποίους τοποθετούνται μέχρι τη πάνω επιφάνειά τους οι στρωτήρες (κοινώς τραβέρσες) επί των οποίων και στερεώνονται οι σιδηροτροχιές. Το έρμα αυτό των σκύρων, εν προκειμένω, εξασφαλίζει σχετική ελαστικότητα του υποστρώματος.

Ιδιαίτερα όμως στη Ναυτιλία το έρμα (ballast), αποτελεί το μέσον που μπορεί να εξασφαλίσει την ικανοποιητική ευστάθεια (striffening ballast) των πλοίων. Υπάρχουν δύο ειδών έρματα: το μόνιμο (permanent ballast) που συνήθως αποτελείται από μεταλλικά βάρη με τσιμέντο και που τοποθετούνται στον πυθμένα συνήθως μικρών σκαφών και το προσωρινό ή κινητό (mobile ballast), που συνήθως αποτελείται από θαλασσινό νερό (water ballast), με το οποίο γεμίζονται ειδικές προς αυτό δεξαμενές του πλοίου που βρίσκονται στα διπύθμενα (double bottoms) και στις λεγόμενες δεξαμενές ζυγοστάθμισης (το "for peak" στη πλώρη και το "after peak" στη πρύμνη) καλούμενες και οι δύο με τον γενικό όρο δεξαμενές έρματος (ballast tanks).

Κανονικά το έρμα θα πρέπει να φθάνει σε βάρος περίπου μέχρι το 1/3 περίπου του βάρους της συνολικής μεταφορικής ικανότητας του πλοίου, ιδίως για τα δεξαμενόπλοια.

Όταν ένα πλοίο ταξιδεύει κενό φορτίου, άφορτο, τότε λέγεται ότι ταξιδεύει «υπό έρμα» («in ballast»). [1,2]

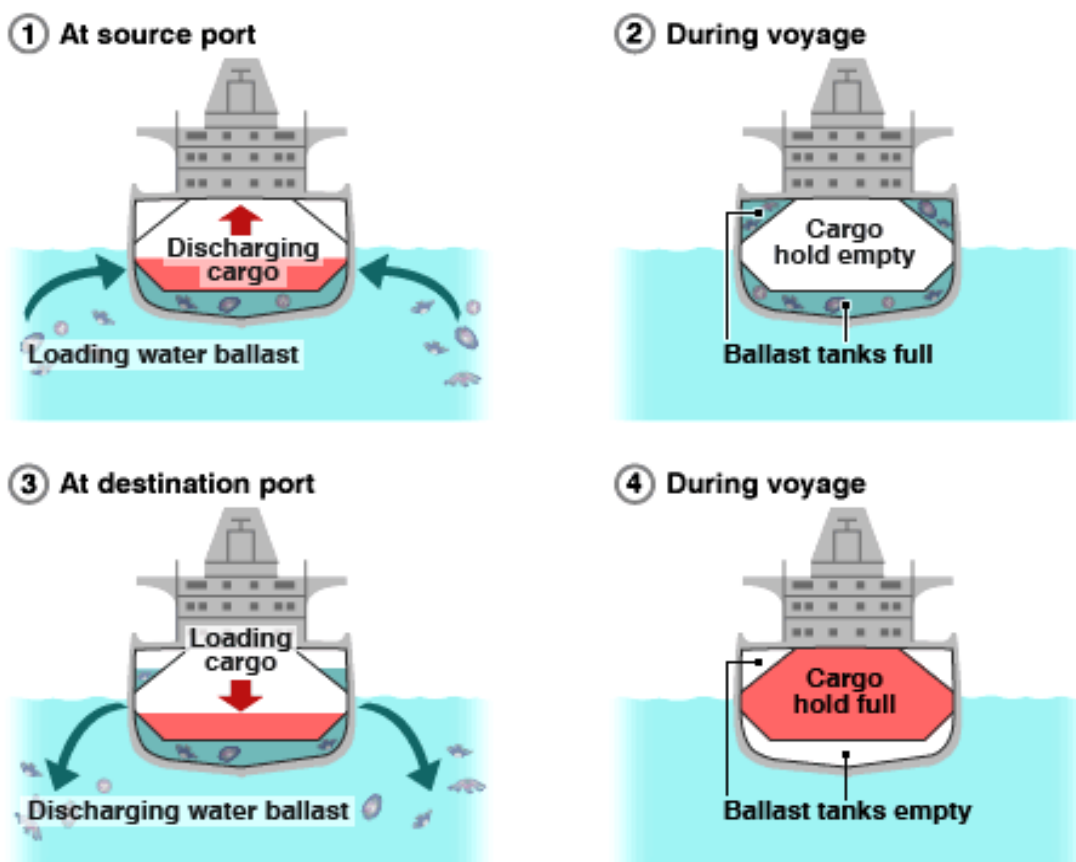
Νερό έρματος είναι επομένως το νερό που μεταφέρουν τα πλοία για την εξασφάλιση της σταθερότητας, της ισορροπίας και της δομικής ακεραιότητας [2]. Το νερό έρματος αντλείται από τη θάλασσα για τη διατήρηση ασφαλών συνθηκών λειτουργίας σε όλο το ταξίδι. Η πρακτική αυτή μειώνει την πίεση στο κύτος, παρέχει εγκάρσια σταθερότητα, βελτιώνει την πρόωση και την ευελιξία, και αντισταθμίζει το βάρος που χάνεται λόγω της κατανάλωσης καυσίμου και νερού εν πλω [4].

Περίπου το 80% του παγκόσμιου στόλου δεξαμενόπλοιων, χρησιμοποιεί την τεχνική LOT (Load On Top) με την οποία περιορίζεται σημαντικά η ρύπανση της θάλασσας από την πλύση των δεξαμενόπλοιων. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, το θαλασσινό νερό που εισάγεται στις δεξαμενές και αναμειγνύεται με το πετρέλαιο αφήνεται να διαχωριστεί (επίπλευση) σε όλη τη διάρκεια της επιστροφής του πλοίου. Το σχετικώς

καθαρό θαλασσινό νερό που είναι στον πυθμένα, αποχύνεται εκ των κάτω και το επιπλέον πετρέλαιο με μικρές ποσότητες θαλασσινού νερού, παραμένει. Το νέο πετρέλαιο προστίθεται εκ των άνω. Για τα σύγχρονα διυλιστήρια οι μικροποσότητες του νερού στο πετρέλαιο δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία..

Τα προβλήματα όμως που συνδέονται με τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, δεν αφορούν μόνο τις ποσότητες πετρελαιοειδών που καταλήγουν στη θάλασσα. Πλέον, αναγνωρίζονται τα προβλήματα που δυνητικά προκαλούνται στα θαλάσσια οικοσυστήματα από υδρόβιους μικροοργανισμούς που περιέχονται στο θαλάσσιο έρμα.

BALLAST WATER CYCLE



Εικόνα 1: Κύκλος ερματισμού- αφερματισμού [1]

Όπως αναφέρεται και από τον διεθνή οργανισμό IMO (www.imo.org) σε πολλές περιοχές το συγκεκριμένο πρόβλημα είχε καταστροφικές επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Ποσοτικά στοιχεία δείχνουν ότι το ποσοστό των βιο-εισβολών σε αυτά (κατά IMO) αυξάνεται τις περισσότερες φορές με γεωμετρική πρόοδο, ενώ όλο και περισσότερες περιοχές μολύνονται, λόγω των αυξημένων θαλάσσιων μεταφορών.

Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο διακινούνται 10 τρισεκατομμύρια τόνοι θαλάσσιου έρματος (ballast water) παγκοσμίως, με αποτέλεσμα να μεταφέρονται από τη μια περιοχή στην άλλη, θαλάσσιοι μικροοργανισμοί οι οποίοι όταν εισαχθούν σε ξένο υδάτινο περιβάλλον μπορούν να διαταράξουν την οικολογική του ισορροπία. [22]

Ο ΙΜΟ, προκειμένου να συνδράμει στην αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος και να βοηθήσει τα ανεπτυγμένα κράτη να συνειδητοποιήσουν το πρόβλημα, ώστε αυτά να μπορέσουν να το διαχειριστούν αποτελεσματικά, έχει προβεί σε δυο βασικές ενέργειες:

1. Την υλοποίηση του Προγράμματος: GEF/UNDP/IMO Global Ballast Water Management Programme, παρέχοντας τεχνογνωσία και εξειδίκευση. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην ιστοσελίδα του προγράμματος: «Οι υδάτινοι μικροοργανισμοί είναι μια από τις 4 μεγαλύτερες απειλές των ωκεανών. Σε αντίθεση με άλλες μορφές θαλάσσιας ρύπανσης, όπως οι πετρελαιοκηλίδες που προκαλούν αναστρέψιμες βλάβες στο περιβάλλον, οι βλάβες που προκαλούν οι υδάτινοι οργανισμοί είναι συχνά μη-αναστρέψιμες»,

2. Το Φεβρουάριο του 2004, προχώρησε στην κατάρτιση της Διεθνούς Σύμβασης Ελέγχου και Διαχείρισης του Θαλάσσιου Έρματος των Πλοίων (International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments), αποσκοπεί στην πρόληψη των δυνητικά καταστροφικών συνεπειών από τη εξάπλωση επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών που μεταφέρονται από το νερό του έρματος των πλοίων.

Μια από τις βασικές υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών, που εισάγει η σύμβαση, αφορά στην υποχρέωση κατάρτισης και εφαρμογής Διαχειριστικού Σχεδίου αναφορικά με το θαλάσσιο έρμα και τα ιζήματα των δεξαμενών (Ballast Water and Sediments Management Plan). Επιπλέον, προβλέπει την τήρηση σχετικού Βιβλίου Καταγραφών Θαλάσσιου Έρματος (Ballast Water Record Book) και την εφαρμογή των διαδικασιών διαχείρισης του έρματος βάση καθορισμένων προτύπων της σύμβασης. [1,4]

1.2 Το πρόβλημα

Η ναυτιλία κινεί περισσότερο από το 80% των παγκόσμιων εμπορευμάτων, και μεταφέρει περίπου ως 10 τρισεκατομμύρια τόνους θαλασσινού-έρματος-σε-όλο-τον-κόσμο-κάθε-χρόνο.

Μόνο στην περιοχή του Περσικού απορρίπτονται στη θάλασσα 194.000.000 τόνοι έρματος που προέρχεται συνήθως από θαλάσσιες περιοχές της Άπω Ανατολής, της Β. Ευρώπης, της Αυστραλίας και των ανατολικών ακτών της Β. Αμερικής.

Στο έρμα που γεμίζει τις δεξαμενές των πλοίων καταλήγουν πολλά είδη που μεταφέρονται και απορρίπτονται σε εντελώς διαφορετικά θαλάσσια οικοσυστήματα. Εκεί μετατρέπονται συχνά σε αλλόθονα είδη και ανατρέπουν την οικολογία του συγκεκριμένου συστήματος, επιδρούν στις οικονομικές δραστηριότητες - συνήθως στην αλιεία και τον τουρισμό - και μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες ή και το θάνατο σε ανθρώπους. [5]



Εικόνα 2: Οργανισμοί που μπορούν να μεταφέρουν τα πλοία στις δεξαμενές έρματος τους [16]

Ενώ το νερό έρματος είναι απαραίτητο για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία των σύγχρονων πλοίων, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά οικολογικά, οικονομικά καθώς και προβλήματα υγείας λόγω της πληθώρας

των θαλάσσιων ειδών που μεταφέρονται μέσα στο νερό έρματος των πλοίων. Υπολογίζεται ότι τουλάχιστον 7.000 διαφορετικά είδη μεταφέρονται σε δεξαμενές έρματος των πλοίων σε ολόκληρο τον κόσμο (Globallast Publication. 2011). Η συντριπτική πλειονότητα των θαλάσσιων ειδών που μεταφέρονται μέσα σε νερό έρματος δεν επιβιώνουν το ταξίδι, καθώς ο κύκλος ερματισμού και αφερματισμού και το περιβάλλον μέσα σε δεξαμενές έρματος μπορεί να είναι αρκετά εχθρικό ως προς την επιβίωση των οργανισμών. Ακόμη και για αυτούς που επιβιώνουν το ταξίδι και αποβάλλονται, οι πιθανότητες επιβίωσης στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων της θήρευσης και τον ανταγωνισμό από τα τοπικά είδη, μειώνονται ακόμη περισσότερο. Ωστόσο, όταν όλοι οι παράγοντες είναι ευνοϊκοί, τα μεταφερόμενα είδη μπορεί να επιβιώσουν (το 5-10%) και να αναπαραχθούν (περίπου το 10% αυτών) στο περιβάλλον υποδοχής, όπου εγκαθίστανται επεκτατικά, παραμερίζοντας τα αυτόχθονα είδη και αναπτύσσονται σαν επιβλαβείς οργανισμούς κατά μεγάλους αριθμούς. [10]

Εκτός από τις δεξαμενές έρματος, τα αλλόχθονα είδη μπορούν να «καταλάβουν» και άλλα μέρη ενός πλοίου όπως πχ τα φρεάτια καδενών άλλα και τη γάστρα. Η Εικόνα 3 παρουσιάζει τα μέρη αυτά.



Εικόνα 3: Εκτεταμένη ρύπανση στην γάστρα του πλοίου, την προπέλα και το πηδάλιο [5]

Τα θαλάσσια αλλόχθονα είδη, σύμφωνα με τον ΙΜΟ, είναι ένας από τους τέσσερις πιο σημαντικούς κινδύνους για τις παγκόσμιες θάλασσες, συμπληρώνοντας τη ζημία που γίνεται από την υπερεκμετάλλευση των θαλάσσιων πόρων, τη ρύπανση της θάλασσας και την καταστροφή της παράκτιας ζώνης και των θαλάσσιων οικοτόπων.

1.2.1 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, οι κυβερνητικές αρχές δεν έχουν αναπτύξει μηχανισμό για συστηματική καταγραφή πληροφοριών που αφορούν εξωτικά είδη σε υδρόβιο περιβάλλον. Παρόλο που λίγοι Έλληνες επιστήμονες έχουν μεγάλη εμπειρία στην συστηματική καταγραφή ξένων ειδών και των αποτελεσμάτων τους, πρόσφατα κάποιες πρωτοβουλίες λήφθηκαν. Οι εθνικοί κανονισμοί για την εισαγωγή ειδών είναι πολύ φτωχοί και το δημόσιο ενδιαφέρον για τους περιβαλλοντικούς κινδύνους σχεδόν είναι ανύπαρκτο. [2]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τεχνολογίες επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Είναι εξαιρετικά σημαντικό να αναπτυχθούν γρήγορα αποτελεσματικές μέθοδοι διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος ώστε να εξισορροπηθεί το πρόβλημα. Σημαντική είναι η προσπάθεια για έρευνα και ανάπτυξη (E & A) στον τομέα αυτό, από ερευνητικά ιδρύματα και ομάδες σε όλο τον κόσμο, με στόχο την ανάπτυξη μιας πιο ολοκληρωμένη λύση σε αυτό το πρόβλημα.

Οι τεχνολογίες επεξεργασίας του θαλασσίου έρματος, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: επεξεργασία στο λιμάνι ή επεξεργασία στο πλοίο. [6]

2.1.1 Επεξεργασία στο λιμάνι

- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας

Η εναπόθεση του έρματος στο λιμάνι προορισμού πραγματοποιείται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις, όπου γίνεται επεξεργασία του και ελευθερώνεται αβλαβές.

- Επεξεργασία κατά την αναχώρηση

Στο λιμάνι αναχώρησης, υπάρχουν ειδικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας θαλασσινού νερού. Με αυτόν τον τρόπο, τα έρματα αντλούνται καθαρά όταν γίνει ο απόπλους.

- Επιστροφή στο λιμάνι αναχώρησης

Τα έρματα δεν εναποτίθενται στο λιμάνι προορισμού. Αποθηκεύονται σε δεξαμενές και επιστρέφουν στο λιμάνι αναχώρησης. [6]



Εικόνα 4: Διαχείριση έρματος στο λιμάνι [7]

2.1.2 Επεξεργασία στο πλοίο

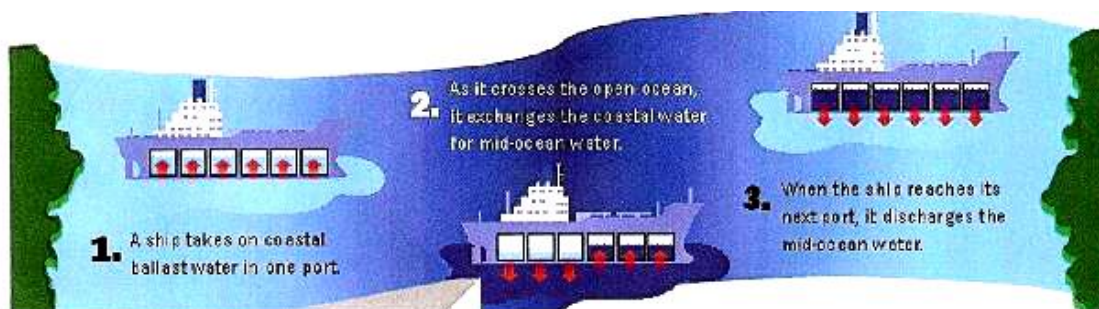
- Ανταλλαγή θαλάσσιου έρματος

Η ανταλλαγή έρματος είναι η μέθοδος που προς το παρόν χρησιμοποιείται από σχεδόν όλα τα πλοία που υπόκεινται στις παρούσες νομοθεσίες και γίνεται με την αντικατάσταση παρόχθιου νερού με ωκεάνιο. Ανταλλαγή έρματος σημαίνει ότι το πλοίο, στην πορεία του για το επόμενο λιμάνι, απελευθερώνει το παρόχθιο νερό χαμηλής αλατότητας που είχε στις δεξαμενές του, και το αντικαθιστά με νερό ανοικτής θαλάσσης ή ωκεανού μεγάλης αλατότητας.

Γίνεται με δύο τρόπους : με τον επανερματισμό (reballasting) και τις διαδοχικές υπερπληρώσεις των δεξαμενών έρματος (continuous ballast water exchange). [22]

A) Ο επανερματισμός αποτελείται από διαδοχικές εκκενώσεις και επαναπληρώσεις, οι οποίες απαιτούν πλήρη εκκένωση των δεξαμενών μόνο για έρμα (segregated ballast tanks, SBT) και πλήρωσή τους με νερό από ανοικτή θάλασσα (γιατί εκεί είναι πιο δύσκολο να επιζήσουν τα «είδη» τα οποία «πήρε» το πλοίο από τα λιμάνια, αλλά και για να πάρει ωκεάνιους οργανισμούς που δεν είναι πιθανόν να επιβιώσουν σε παρόχθια νερά χαμηλής αλατότητας). Έχει υπολογισθεί ότι είναι 99 έως 99,9% αποτελεσματικός και εξαρτάται από την σχεδίαση των δεξαμενών έρματος και το σύστημα ερματισμού. Ο επανερματισμός μπορεί να γίνει χωρίς πρόσθετο εξοπλισμό πάνω στο πλοίο, αλλά μπορεί να δημιουργήσει μεγάλα προβλήματα εξαιτίας ροπών, τάσεων στην γάστρα που επηρεάζουν την ευστάθεια του πλοίου. [7, 22]

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει παραστατικά πώς γίνεται ο επανερματισμός :



Εικόνα 5: Φάσεις επανερματισμού [8]

B) Όσον αφορά την δεύτερη μέθοδο, το continuous ballast water exchange, ή αλλιώς την μέθοδο των συνεχών υπερπληρώσεων δεξαμενών, αυτή εξαρτάται από το πόσο νερό αντλείται στις δεξαμενές, και πραγματοποιείται με την άντληση νερού από την ανοικτή θάλασσα μέσα σε μια γεμάτη δεξαμενή έρματος για αρκετή ώρα χωρίς αυτή να αδειάσει, ώστε να επιτραπεί η ανταλλαγή του έρματος σε όλον τον όγκο της δεξαμενής για τουλάχιστον τρεις φορές. Η μέθοδος αυτή προσφέρει περίπου 60% μείωση αλατότητας και 90% μείωση ανταλλαγής παρόχθιου πλαγκτόν κατά την ανταλλαγή έρματος μια φορά, ενώ προσφέρει μείωση 70-100% αλατότητας και μεγαλύτερη από 95% μείωση παρόχθιων οργανισμών, όταν ανταλλαχθεί ο όγκος του έρματος τρεις φορές. Επίσης θεωρείται αρκετά ασφαλής, αφού δεν αναπτύσσονται στατικά φορτία, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι δεξαμενές πληρώνονται συνεχώς κατά την διάρκεια της διαδικασίας. Το μειονέκτημα είναι ίσως η διάβρωση του μετάλλου, των προστατευτικών χρωμάτων και η μείωση χρόνου ζωής των αντλιών, σωλήνων και επιστομίων.

Η ανταλλαγή με υπερπλήρωση δεν αλλάζει την ευστάθεια, τις τάσεις και την συμπεριφορά του πλοίου, και επομένως μπορεί να εκτελεσθεί και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Παρόλα αυτά, απαιτούνται προετοιμασίες , οι οποίες απαιτούν την εργασία μελών του πληρώματος πάνω στο κατάστρωμα, πράγμα που δεν μπορεί να γίνει σε δύσκολες καιρικές συνθήκες. [9]

Οι κανονισμοί επιβάλλουν ότι η διαδικασία ανταλλαγής έρματος πρέπει κανονικά να εκτελείται σε βαθιά νερά μακριά από τις ακτές για την μείωση των επιπτώσεων. Ο λόγος είναι ότι οι περιοχές αυτές, λόγω καιρικών συνθηκών, αλλά και για λόγους ασφαλείας, κάνουν την ανταλλαγή δύσκολη αλλά και πιθανότατα ανασφαλή. Επίσης, θεωρείται ότι τα επιβατηγά πλοία δεν μπορούν να πραγματοποιήσουν ανταλλαγή χωρίς να κινδυνέψει η ευστάθεια του πλοίου, γι' αυτό προτιμάται τα πλοία αυτά να έχουν εγκατάσταση για χημική επεξεργασία του έρματος.

Η ανταλλαγή έρματος απαιτεί προσεκτικό προγραμματισμό και εκτέλεση. Εξαιτίας των μεγάλων αλλαγών στις έμφορτες καταστάσεις του πλοίου , η ευστάθεια, η αντοχή, τα βυθίσματα και η διαγωγή για κάθε βήμα της ανταλλαγής πρέπει να αποφασιστούν εκ των προτέρων. Εφόσον κάποια από τα βήματα μπορούν να καταλήξουν σε μεγάλες τάσεις πάνω στην γάστρα, υψηλά φορτία και μικρά πωραία βυθίσματα που μπορούν να οδηγήσουν στην δημιουργία δυνατών θορύβων στην πλώρη, η μέθοδος των διαδοχικών ερματισμών-αφερματισμών ίσως δεν είναι πολύ ασφαλής για κάποια πλοία, ειδικά σε κακές καιρικές συνθήκες. Τέτοια πλοία συνήθως είναι τα πετρελαιοφόρα μονής γάστρας.

Η ανταλλαγή έρματος δεν είναι εύκολη και απλή διαδικασία. Δεν είναι πλήρως αποτελεσματική και μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα όσον αφορά την ασφάλεια ή το κόστος για την λειτουργία του πλοίου. Γι' αυτό , είναι προτιμότερο να εφαρμοστούν πρακτικές και οικονομικές μέθοδοι πάνω στο πλοίο , και να επιβεβαιωθεί η αποτελεσματικότητά τους. [22]

Για την ανταλλαγή έρματος οι αντλίες πρέπει να δουλέψουν για 3-4 μέρες, πράγμα που αυξάνει την κατανάλωση καυσίμου, την φθορά του εξοπλισμού, την αύξηση των τάσεων που ασκούνται στο πλοίο και τον κίνδυνο αστάθειας. Επίσης αυξάνει την εκπομπή καυσαερίων από την λειτουργία της εγκατάστασης. Παρουσιάζει όμως και αρκετά πλεονεκτήματα, όπως το ότι γίνεται κατά την διάρκεια της διαδρομής, συνεπώς ελάχιστος χρόνος χάνεται. Δεν απαιτείται πρόσθετος εξοπλισμός ή εκπαίδευση του χειριστή, άρα το κόστος κεφαλαίου είναι χαμηλό. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής, θα μπορούσε να βελτιωθεί με τον ανασχεδιασμό των δεξαμενών έρματος και των συστημάτων ερματισμού. Προς το παρόν, οι περισσότερες δεξαμενές έρματος έχουν μια σωλήνα για ερματισμό και αφερματισμό, φυσικά όχι την

ίδια χρονική στιγμή. Θα μπορούσε να προστεθεί άλλη μια σωλήνα, ώστε η ανταλλαγή έρματος να γίνεται με συνεχή απόπλυση από την δεξαμενή, με μια σωλήνα να φέρνει έρμα σε αυτήν και μια να το βγάζει από αυτήν.

Επίσης θα μπορούσαν να αφαιρέσουν τα νερά που έχουν απομείνει στις δεξαμενές γιατί δεν μπορούν να αντληθούν, με πρόσθετες αντλίες και σωληνώσεις τοποθετημένες σε χαμηλότερο ύψος, ή χρησιμοποιώντας κεκλιμένα ελάσματα στον πυθμένα των δεξαμενών, τα οποία θα «οδηγούν» τα εναπομείναντα νερά στο να αναρροφηθούν από μια και μόνο αντλία. [8,9]

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει μία σύγκριση ανάμεσα στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εκτέλεση των δύο διαφορετικών μορφών ανταλλαγής έρματος, για διάφορους τύπους πλοίων. Είναι φανερό ότι οι συνεχείς υπερπληρώσεις καταναλώνουν περισσότερο χρόνο από τον ερματισμό σε όλους τους τύπους πλοίων.

Πίνακας 1: Απαιτούμενος χρόνος για ανταλλαγή έρματος σε διάφορους τύπους πλοίων [10]

<i>ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ</i>	<i>DWT (1000) (mt)</i>	<i>Συνολική ικανότητα αντλησης έρματος (m³/h)</i>	Απαιτούμενος χρόνος για ανταλλαγή έρματος (h)		
			<i>Όγκος έρματος</i>	<i>Επανερματισμός</i>	<i>Συνεχείς υπερπληρώσεις</i>
Container Ship	28,7	700	14600	42	63
Crude oil Carrier	15	7700	60700	16	24
Suezmax	150	3600	51150	28	42
Suezmax	150	4000	54400	28	42
VLCC	300	8000	108800	28	42
VLCC	250	6000	107850	28	42
OBO	140	4000	61400	28	42

2.2 Μέθοδοι επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

- 1) χρήση καθαρού ή ανακυκλωμένου νερού για ερματισμό
- 2) Επεξεργασία έρματος πάνω στο πλοίο

2.2.1 Χρήση καθαρού και ανακυκλωμένου θαλάσσιου. έρματος

Σκοπός

Η χρήση των δεξαμενών νερού στην ξηρά , γίνεται για την παροχή καθαρού ή ανακυκλωμένου θαλάσσιου έρματος στα πλοία και είναι μια επιλογή επεξεργασίας έρματος που διερευνήθηκε από τα λιμάνια στην Δυτική ακτή των Ηνωμένων Πολιτειών. Η χρήση των δεξαμενών αυτών μπορεί με οικονομικό κόστος να εμποδίσει την διάδοση των ξενιστών. [11]

Περιγραφή της τεχνολογίας

Οι δύο εκδοχές είναι :

α) Η χρήση καθαρού νερού για τον ερματισμό των πλοίων περιλαμβάνει την άντληση καθαρού νερού από δεξαμενές αποθήκευσης στην ξηρά , προς το πλοίο που βρίσκεται στο λιμάνι. Η χρήση του καθαρού νερού για τον ερματισμό έχει χρησιμοποιηθεί ελάχιστα σε όλο τον κόσμο, αλλά μπορεί να αυξηθεί η δημοτικότητα του σαν μια σχετικά απλή μέθοδος που ανταποκρίνεται στα κριτήρια ποιότητας για τον αφερματισμό στους ωκεανούς.



Εικόνα 6: Ερματισμός από εγκαταστάσεις ξηράς [11]

β) Η χρήση ανακυκλωμένου έρματος είναι μια τεχνική διαχείρισης έρματος κατά την οποία το έρμα μετακινείται από μια δεξαμενή σε άλλη χωρίς να εξάγεται σε λιμάνι, οπότε δεν δημιουργείται θέμα «εισβολής». Ένα σύστημα μπορεί να αναπτυχθεί, κατά το οποίο, εγκαταστάσεις ξηράς περιλαμβάνουν δεξαμενές προσωρινής αποθήκευσης για το έρμα μετά την εξαγωγή του από το πλοίο, παρά να εξάγεται στο λιμάνι. Το ανακυκλωμένο νερό κατόπιν θα μπορούσε να επεξεργαστεί με ένα βασικό σύστημα φίλτρων για την απομάκρυνση της σκουριάς, των απορριμμάτων και των καταλοίπων, πριν την άντλησή του σε άλλο πλοίο. Το ανακυκλωμένο έρμα παρέχει μια λιγότερο ακριβή και φιλική ως προς το περιβάλλον επιλογή, όπου η χρήση νερού από ανοικτές θάλασσες ή ήδη επεξεργασμένου και καθαρισμένου νερού είναι δαπανηρή ή τεχνικά ακατόρθωτη. [4]

Η ανταλλαγή επιτρέπεται σε περιοχές τουλάχιστον 200 ναυτικά μίλια από την ακτή και σε βάθος νερού τουλάχιστον 200 m. Αναμένεται ότι τα είδη από το σχετικά άγονο ωκεανό δεν θα επιβιώσουν στα παράκτια νερά και το λιμάνι, ενώ τα παράκτια είδη δεν θα επιβιώσουν στις συνθήκες των ωκεανών. [4]

Ακόμα και όταν μπορεί να εφαρμοστεί πλήρως, η τεχνική αυτή είναι λιγότερο από 100% αποτελεσματική στην αφαίρεση οργανισμών από το νερό έρματος. Η πλειοψηφία των μελετών έχει οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η απομάκρυνση των οργανισμών από το έρμα που έχει αντλήσει σε ένα λιμάνι κυμαίνεται από 48 – 100%.

Συγκεκριμένα μία από τις πρώτες και πληρέστερες έρευνες που είχαν στόχο να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της αλλαγής έρματος εν πλω

πραγματοποιήθηκε την περίοδο 1996 – 1997 πάνω σε πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που έκαναν το ταξίδι από το Oakland της Καλιφόρνιας στο Kobe και τη Yokohama στην Ιαπωνία με τελικό προορισμό το Hong Kong, διάρκειας 16 ημερών περίπου. Έγιναν 20 παρόμοια ταξίδια 3 πλοίων χωρίς αλλαγή έρματος μετά το αρχικό σαβούρωμα στα νερά του Oakland και 14 ταξίδια 2 πλοίων που πραγματοποίησαν όμως αλλαγή έρματος στα νερά του Ειρηνικού, 24 ώρες μετά την αναχώρησή τους. Η αλλαγή με εκκένωση – πλήρωση έγινε μόνο σε μία από τις πρωαιές δεξαμενές ώστε να δοθεί η δυνατότητα για δειγματοληψίες και αναλύσεις. [19]

Κατά μέσο όρο η αφθονία των επιβλαβών φυτικών οργανισμών που μετρήθηκε στο λιμάνι προορισμού στα πλοία που έκαναν αλλαγή έρματος ήταν μειωμένη κατά 87%, σε σχέση με τα πλοία που έφτασαν με το αρχικό έρμα (από 4235 σε 550 οργανισμούς ανά λίτρο έρματος). Υπολογίστηκε ότι το 95 – 99% του νερού της δεξαμενής έρματος αντικαταστάθηκε από νερό του ωκεανού, με τα χαμηλότερα ποσοστά να παρατηρούνται στα παλιότερα πλοία πιθανόν λόγω της συσσώρευσης ιζημάτων. Στα νεότερα πλοία οι γραμμές αναρρόφησης του έρματος από τις δεξαμενές κατέληγαν σε μεγάλα χοανοειδή στόμια αρκετά εκατοστά πάνω από τον πυθμένα που επέτρεπαν την καλύτερη ροή του έρματος. [11]



Αξιοσημείωτο είναι ότι υπήρξαν ελάχιστες περιπτώσεις, σε ορισμένες έρευνες, που η αλλαγή έρματος είχε ανάλογα αποτελέσματα με το πρότυπο επεξεργασίας και άλλες που η αφθονία των οργανισμών που απορρίφθηκε μετά την αλλαγή στον ωκεανό, ήταν μεγαλύτερη από αυτή που αρχικά αντλήθηκε πάνω στο πλοίο.

Ορισμένοι ακόμη ισχυρίζονται ότι η ανταλλαγή έρματος στη θάλασσα μπορεί να συμβάλει η ίδια στην ευρύτερη διασπορά των επιβλαβών ειδών, και ότι νησιωτικά κράτη που βρίσκονται κοντά σε περιοχές ανταλλαγής έρματος μπορεί να διατρέχουν ιδιαίτερο κίνδυνο από την πρακτική αυτή. [2]

Συνεπώς, είναι εξαιρετικά σημαντικό να αναπτυχθούν το συντομότερο εναλλακτικές και πιο αποτελεσματικές μέθοδοι διαχείριση του υδάτινου

έρματος και / ή μεθόδους αποκατάστασης, για να αντικαταστήσουν την ανταλλαγή έρματος στη θάλασσα.

Προτερήματα της μεθόδου

Αυτές οι εγκαταστάσεις ξηράς είναι ενδεχομένως ελκυστικές γιατί δεν απαιτούνται ιδιαίτερα συστήματα που βρίσκονται πάνω στο πλοίο, παρά μόνο ένα σύστημα εξαγωγής έρματος προς την ξηρά, η παρακολούθηση της συμμόρφωσης είναι εύκολη και φθηνή, η τεχνολογία είναι απλή, και τα συστήματα ξηράς μπορούν να συντηρηθούν και να λειτουργήσουν από μια μικρή ομάδα εκπαιδευμένων επαγγελματιών. Οι εγκαταστάσεις ξηράς επίσης μπορούν να σχεδιαστούν χωρίς περιορισμούς χρόνου και χώρου που είναι αναγκαίοι για εφαρμογές πάνω στο πλοίο. [9]

Πιθανά μειονεκτήματα της μεθόδου

Παρόλα αυτά, η μέθοδος της κράτησης έρματος πάνω στο πλοίο είναι σίγουρα όχι εφικτή για τα περισσότερα πλοία. Επίσης, τα συστήματα χρήσης δεξαμενών ξηράς είναι πρακτικά μόνο για πλοία που κάνουν σταθερά δρομολόγια. Το πλοίο απαιτείται να έχει ειδικό σύστημα για την εξαγωγή του έρματος στην ξηρά, που συνήθως δεν εγκαθίσταται στα υπάρχοντα πλοία.

Οι εγκαταστάσεις καθαρού νερού ξηράς μπορούν να παρουσιάσουν προκλήσεις. Τα υπάρχοντα λιμάνια μπορεί να μην έχουν την ικανότητα ή τον χώρο για την εγκατάσταση δεξαμενών αποθήκευσης καθαρού ή ανακυκλωμένου νερού για να αφιερώσουν στην επεξεργασία έρματος. Επιπρόσθετα, η μέθοδος αυτή απαιτεί σύστημα σωληνώσεων που θα χρησιμοποιηθεί για την φόρτωση καθαρού έρματος. Επειδή η διαμόρφωση για τον ερματισμό πάνω στα πλοία μπορεί να ποικίλει εξαρτώμενη από το μέγεθος και τις απαιτήσεις των πλοίων και την πολυπλοκότητα των αντλιών και των σωληνώσεων, τυχόν εγκατάσταση αποθήκευσης ξηράς πρέπει να διαθέτει τις κατάλληλες συνδέσεις. Η ταχύτητα άντλησης παρουσιάζει πρόσθετες προκλήσεις, και τυχόν διατάξεις αποθήκευσης καθαρού νερού στην ξηρά απαιτείται να ικανοποιούν τις προκλήσεις αυτές για να επιβεβαιώνουν την ασφάλεια των πλοίων και των πληρωμάτων καθώς και την αποφυγή δαπανηρών καθυστερήσεων στα λιμάνια. [9]

2.2.2 Τεχνολογίες επεξεργασίας έρματος πάνω στο πλοίο

Τα κριτήρια για την επιλογή μεθόδου επεξεργασίας είναι :

- ✓ ασφάλεια πληρώματος και επιβατών
- ✓ αποτελεσματικότητα στην αφαίρεση των μικροοργανισμών
- ✓ ευκολία χειρισμού εξοπλισμού
- ✓ κατά πόσον επηρεάζεται η ομαλή λειτουργία του πλοίου και οι χρόνοι των ταξιδιών
- ✓ κατασκευαστική ακεραιότητα του πλοίου
- ✓ μέγεθος και κόστος του εξοπλισμού καθώς και το προσωπικό που τον χειρίζεται
- ✓ οι κίνδυνοι προς την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον
- ✓ ευκολία για τις αρχές να παρακολουθούν για συμμόρφωση με τους κανονισμούς

Η επεξεργασία έρματος πάνω στο πλοίο, συνήθως βρίσκει εφαρμογή σε πλοία που προσωρινά λειτουργούν χωρίς έρμα (*NO BALLAST ON BOARD-NOBOB*). [22] Όταν ένα πλοίο δεν μεταφέρει έρμα, παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα, αφού μεγάλος αριθμός οργανισμών μπορεί να «κατοικήσει» σε νερά που δεν έχουν αντληθεί, και σε κατάλοιπα που παραμένουν στις δεξαμενές έρματος . Όσον αφορά το κόστος της επεξεργασίας, αυτό έχει υπολογιστεί περίπου στα \$400.000 ανά πλοίο, για την τροποποίηση πλοίων μεταφοράς container/ φορτηγών πλοίων και την τοποθέτηση της ειδικής εγκατάστασης, ενώ ένα γενικό κόστος για την μετασκευή πλοίων ώστε να πραγματοποιούν την επεξεργασία έρματος είναι μεταξύ \$200.000 και \$310.000 για επεξεργασία με μηχανική μέθοδο (διήθηση και κυκλωνικό διαχωρισμό) και περίπου \$300.000 για χημική επεξεργασία. [12]

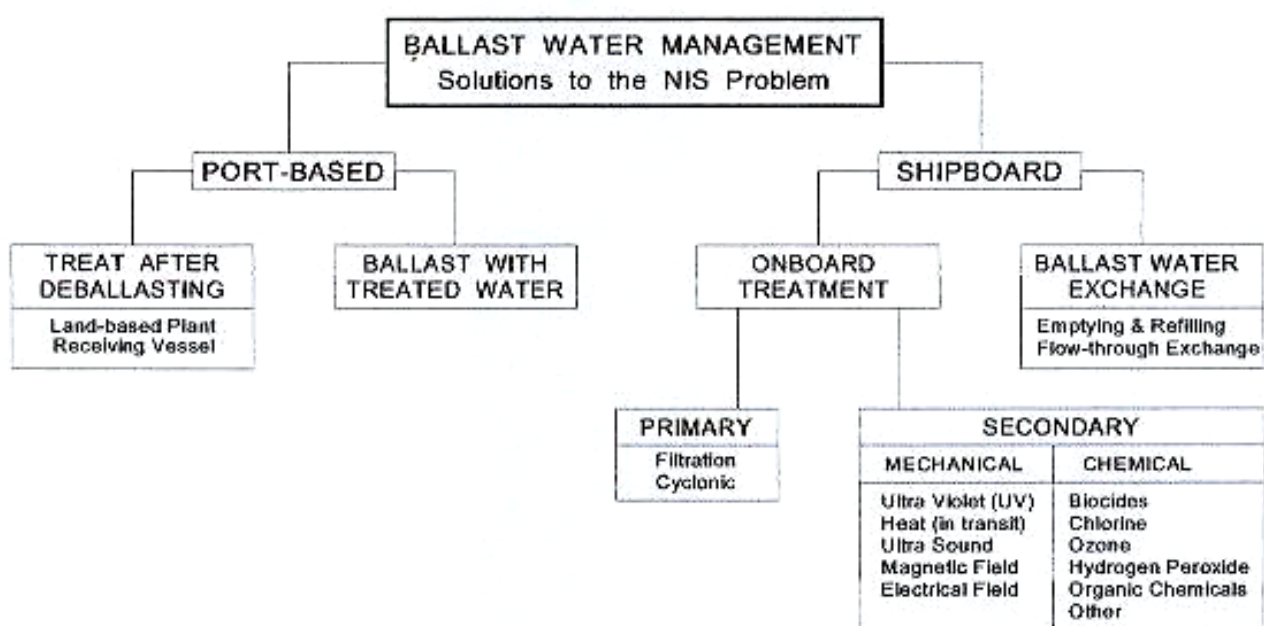
Οι βασικές δυσκολίες που συνδέονται με την επεξεργασία πάνω στο πλοίο, είναι ο πολύ μεγάλος όγκος και η μεγάλη ροή του νερού που πρέπει να επεξεργαστεί, και το μέγεθος, το βάρος και το κόστος της εγκατάστασης. Η παροχή του έρματος στα μεγάλα πλοία κυμαίνεται από 100 m³/h ή περισσότερο. Πολλά tankers και φορτηγά έχουν όγκο δεξαμενών έρματος περισσότερο από 60.000 m³ . Σε υπάρχοντα πλοία, περιοριστικοί παράγοντες είναι η μειωμένη ροή και ο αυξημένος χρόνος ερματισμού.

Πολλές υπάρχουσες τεχνικές επεξεργασίας έρματος, αποτελούνται από βασικές και δευτερεύουσες μεθόδους. Σαν βασική μέθοδο, ορίζουμε την επεξεργασία που χρησιμοποιείται για την αφαίρεση μεγάλων οργανισμών

και/ή στερεών από το έρμα με σκοπό την βελτίωση των δευτερευουσών μεθόδων. Σαν δευτερεύουσα μέθοδο ορίζουμε την επεξεργασία που έχει σκοπό την αδρανοποίηση των εναπομεινάντων οργανισμών και την απολύμανση του έρματος ώστε να καταστεί κατάλληλο για εξαγωγή.

Η καταλληλότητα των τεχνικών αυτών βασίζεται στην βιολογική αποτελεσματικότητά τους, καθώς και στην προσαρμοστικότητα στην άντληση και τα συστήματα σωληνώσεων. Κάποιες μέθοδοι είναι καλύτερες για άλλα είδη πλοίων παρά σε κάποια άλλα. Κάποιες μέθοδοι δεν είναι πρακτικές για τα υπάρχοντα πλοία, αλλά μπορεί να είναι για τα νέα πλοία, ή στο μέλλον, καθώς εξελίσσονται οι νέες τεχνολογίες. [12,13]

Ένας συνδυασμός των μεθόδων, ίσως απαιτηθεί, σε ορισμένες περιπτώσεις, για καλύτερη αποτελεσματικότητα. Μία γραφική αναπαράσταση των μεθόδων διαχείρισης και επεξεργασίας έρματος φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Εικόνα 7: Η ιεραρχία των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας έρματος [13]

2.2.2.1 Βασικές μέθοδοι

Οι βασικές μέθοδοι πρέπει να εφαρμόζονται κυρίως κατά τον ερματισμό παρά κατά τον αφερματισμό. Τα κατάλοιπα και οι μεγαλύτεροι οργανισμοί αφαιρούνται κατά τον ερματισμό, μπορούν κανονικά να γυρίσουν στο λιμάνι

ερματισμού. Αν αφαιρεθούν κατά τον αφερματισμό, τα στερεά ίσως πρέπει να κρατηθούν στο πλοίο ή να διατεθούν κατάλληλα στην ξηρά.

Πριν την εγκατάσταση ενός βασικού συστήματος επεξεργασίας πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετά πράγματα. Αν είναι δυνατόν, η αναρρόφηση πρέπει να ανυψωθεί για να ελαχιστοποιηθεί η λήψη λάσπης και κατακαθίσεων. Όταν είναι πρακτικό, ο ερματισμός πρέπει να γίνει σε βαθιά νερά και κατά την διάρκεια της μέρας, παρά κατά την νύχτα, αφού κάποιοι οργανισμοί πλησιάζουν πιο κοντά στην επιφάνεια. Το σύστημα πρέπει να εγκατασταθεί όσο πιο κοντά γίνεται στην αντλία έρματος με ελάχιστους περιορισμούς.

Σε πολλά υπάρχοντα πλοία, αυτό είναι δύσκολο, εκτός αν το μέγεθος του συστήματος είναι το ελάχιστο που απαιτείται. Μια επιπλέον δυσκολία είναι η πρόσβαση στο σύστημα για λειτουργία και συντήρηση ρουτίνας. Ο πιο σημαντικός παράγοντας όσον αφορά τις βασικές και τις δευτερεύουσες μεθόδους, είναι ότι το σύστημα πρέπει να είναι απλό και αξιόπιστο και να λειτουργεί αυτόματα και οικονομικά.

Δύο από τις βασικότερες μεθόδους μηχανικού διαχωρισμού είναι το φιλτράρισμα και η χρήση υδροκυκλώνων. [13, 14]

Στη διαδικασία **Φιλτραρίσματος**, έρμα αντλείται από την θάλασσα και περνάει από ένα φίλτρο που δεν επιτρέπει οργανισμούς μεγαλύτερους των 50 μm να περάσουν. Το τυπικό μέγεθος πλέγματος των φίλτρων διαχωρισμού κυμαίνεται από 25 με 100 μm . Τα περισσότερα συστήματα του είδους, με ένα υποσύστημα παλινδρόμησης απορρίπτει αυτόματα το βρώμικο νερό στη θάλασσα, όταν η πίεση μετά το φίλτρο πέσει σε 0.6 bar λόγω συσσώρευσης πολλών ακαθαρσιών. [14]



Εικόνα 8: Μηχανισμός φιλτραρίσματος [14]

Ο διαχωρισμός μέσω **υδροκυκλώνων**, επίσης γνωστός και σαν φυγοκέντριση, βασίζεται στις διαφορές πυκνότητας για να διαχωρίσει τους υδρόβιους οργανισμούς και ιζήματα από το νερό έρματος. Οι υδροκυκλώνες δημιουργούν δίνες που αναγκάζουν τα βαρύτερα σωματίδια να κινηθούν προς τα εξωτερικά όρια του περιστρεφόμενης ροής όπου και παγιδεύονται σε ειδικά υδατοφράγματα από όπου μπορούν να απορριφθούν προτού εισέλθουν στις δεξαμενές έρματος. Η μέθοδος αυτή παγιδεύει σωματίδια μεγέθους της τάξης των 50 με 100 μm . Μία πρόκληση που αντιμετωπίζουν τα συστήματα αυτά είναι ότι αρκετοί μικροσκοπικοί υδρόβιοι οργανισμοί έχουν πυκνότητα παραπλήσια με αυτή του θαλασσινού νερού, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η απομάκρυνση τους με τη χρήση συστημάτων διαχωρισμού μέσω υδροκυκλώνων.



Εικόνα 9: Μηχανικός διαχωρισμός μέσω υδροκυκλώνων [13]

2.2.3 Δευτερεύουσες μέθοδοι

2.2.3.1 Μηχανικές μέθοδοι διαχωρισμού

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται πληθώρα μη-χημικών μέσων για να θανατώνουν ή να αποτρέπουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που μπορεί να μεταφέρονται στις δεξαμενές έρματος. Όπως και στο χημικό διαχωρισμό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τον ερματισμό, εν πλω ή κατά τον αφερματισμό. Μερικά από τα σημαντικότερα συστήματα είναι η θερμική επεξεργασία, η υπεριώδης ακτινοβολία και η χρήση υπερήχων.

Η ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΑΟΤ (Advanced Oxidation Technology) είναι μια διαδικασία χωρίς χημικά. Για παράδειγμα τα αυτοκαθαριζόμενα παράθυρα σε ουρανοξύστες και αυτοκίνητα αποτρέπουν την ανάπτυξη οργανισμών χάρη στην τεχνολογία οξείδωσης που γίνεται όταν το ηλιακό φως προσπίπτει σε διοξειδίο του τιτανίου. Τα συστήματα αυτά περιέχουν καταλύτες διοξειδίου του τιτανίου που παράγουν ρίζες όταν βρεθούν στην παρουσία ηλιακού φωτός, οι οποίες αν και έχουν ζωή μερικών μικροδευτερολέπτων, διασπών την κυτταρική μεμβράνη μικροοργανισμών, χωρίς την χρήση χημικών ή την παραγωγή βλαβερών ουσιών.

Η ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ UV προκαλεί μόνιμη απενεργοποίηση των μικροοργανισμών επεμβαίνοντας στο DNA τους αποτρέποντας τους να διατηρήσουν τον μεταβολισμό τους ή να αναπαραχθούν. Τα συστήματα αυτά είναι αποτελεσματικά έναντι όλων των θαλάσσιων μικροοργανισμών μικρότερους από 2μm. Η ακτινοβολία UV δεν είναι επικίνδυνη για το προσωπικό, το πλοίο ή το περιβάλλον, αλλά σε περίπτωση που κάποιος λαμπτήρας υποστεί θραύση, ενδέχεται να μολυνθεί το νερό έρματος με υδράργυρο.

Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απολυμάνει ξένους οργανισμούς στις δεξαμενές έρματος θερμαίνοντας το νερό έρματος σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία πριν αυτό επιστραφεί στη θάλασσα. Η ευκολότερη πηγή θερμότητας είναι αυτή της κύριας μηχανής του πλοίου η οποία έτσι κι αλλιώς είναι ανεπιθύμητη. Όμως για να αναπτυχθεί αρκετά υψηλή

θερμοκρασία για να σκοτωθούν όλα τα είδη βακτηριδίων απαιτούνται επιπλέον εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας με συνέπεια το αυξημένο κόστος λειτουργίας. [9]

ΟΙ ΥΠΕΡΗΧΟΙ παράγονται με τη βοήθεια μετατροπών μηχανικής ή ηλεκτρικής ενέργειας σε υψηλής συχνότητας δονήσεις. Το σύστημα αυτό βασίζεται στις φυσικές και χημικές αλλαγές που προξενεί το φαινόμενο της σπηλαίωσης. Παράγονται μικροσκοπικές φυσαλίδες λόγω απότομης αλλαγής της πίεσης στο νερό, οι οποίες διασπούν τις κυτταρικές μεμβράνες των μικροοργανισμών. Η τεχνολογία Διαχωρισμού Μαγνητικού Ηλεκτρο-Ιονισμού EIMS (Electro- Ionization Magnetic Separation) δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί πλήρως για την τεχνολογία διαχείρισης έρματος αλλά βρίσκεται στο στάδιο της μελέτης, αφού σε επίγειες εγκαταστάσεις έχουν απολυμάνει αποτελεσματικά πολύ μικρούς οργανισμούς.

Η τεχνολογία **Ηλεκτρικού Πεδίου** χρησιμοποιεί **παλμικό ηλεκτρικό πεδίο** και **παλμικό πλάσμα** για να απολυμάνει το πλοίο από τους οργανισμούς. Στην τεχνολογία **παλμικού ηλεκτρικού πεδίου**, το νερό διέρχεται από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια και υποβάλλεται από ένα ηλεκτρικό παλμό που δημιουργεί μικρά ξεσπάσματα ενέργειας πολύ υψηλής ισχύος και πίεσης. Η παραγόμενη αυτή ενέργεια είναι αρκετά ισχυρή ώστε να καταστρέψει με ηλεκτροπληξία τους οργανισμούς που βρίσκονται στο νερό.

Η **τεχνολογία παλμικού πλάσματος** λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο μεταδίδοντας έναν υψηλής ενέργειας παλμό σε ένα μηχανισμό που βρίσκεται μέσα στο νερό. Ένα τόξο πλάσματος δημιουργείται το οποίο καταστρέφει τους οργανισμούς που έρχονται σε επαφή μαζί του. [12]

2.2.3.2 Χημικές μέθοδοι διαχωρισμού

- **Χημικά βιοκτόνα**

Οι ουσίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις όπου δεν μπορούν άλλες (πχ όταν υπάρχει μικρός όγκος έρματος στο πλοίο). Οι βιοκτόνες ουσίες μπορεί να είναι δραστικές, αλλά το κόστος είναι μεγάλο, ενώ υπάρχει ανάγκη για μεγάλες δόσεις και πιθανόν τοξικά κατάλοιπα εισέρχονται στην θάλασσα κατά την κατάθλιψη του έρματος, γι' αυτό τον λόγο δεν είναι

ασφαλής η απόρριψη έρματος επεξεργασμένου με χημικά βιοκτόνα στην θάλασσα. Υπάρχουν παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν ποια χημική βιοκτόνος ουσία θα χρησιμοποιηθεί, και αυτοί είναι :

- το είδος των καταλοίπων
- η θερμοκρασία
- το Ph
- η δραστηκότητα
- η παραγωγή υποπροϊόντων

Τα χημικά βιοκτόνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση έρματος και να αποτρέψουν την εξάπλωση ξένων οργανισμών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τον ερματισμό, εν πλω ή κατά τον αφερματισμό. Διαχωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τα οξειδωτικά και τα μη-οξειδωτικά. Συγκεκριμένος τύπος βιοκτόνου πρέπει να επιλεγεί πολύ προσεκτικά αφού μπορεί να είναι βλαβερό προς τους ανθρώπους ή το περιβάλλον. Τα βιοκτόνα συνήθως συναντώνται σε συμπυκνωμένη στερεή ή υγρή μορφή για εύκολη αποθήκευση τους στο πλοίο. Υπάρχει μεγάλη πληθώρα βιομηχανικών χημικών για τα οποία είναι γνωστά αρκετά για την ασφάλεια τους και την αποτελεσματικότητά τους, ωστόσο δεν έχει μελετηθεί εκτενώς κατά πόσο η αντίδραση τους με το θαλασσινό νερό μπορεί να δημιουργήσει βλαβερά υποπροϊόντα. Τα μηχανήματα των συστημάτων αυτών είναι αξιόπιστα και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση, ωστόσο το μεγάλο τους μέγεθος μπορεί να μην επιτρέπει την εγκατάσταση του σε κάποια πλοία. Μεγάλη ανησυχία υπάρχει όσο αφορά την ασφάλεια του πληρώματος που χειρίζεται τα χημικά. Δύο γενικοί τύποι βιοκτόνων υπάρχουν, τα οξειδωτικά και τα μη-οξειδωτικά. [13]

Τα **οξειδωτικά βιοκτόνα**, όπως το χλώριο, το διοξείδιο του χλωρίου, το βρώμιο, το υπεροξείδιο του υδρογόνου, το ιώδιο και το όζον, λειτουργούν καταστρέφοντας κυτταρικές μεμβράνες με αποτέλεσμα τον θάνατο του κυττάρου (NRC). Το χλώριο συνήθως χρησιμοποιείται στην επεξεργασία πόσιμου νερού, όμως πρόσφατες μελέτες ισχυρίζονται ότι ίσως να μην είναι τόσο ασφαλείς προς τον άνθρωπο όσο αρχικά είχε ειπωθεί. Επίσης υπάρχει η πιθανότητα τα οξειδωτικά βιοκτόνα να αντιδρούν με το θαλασσινό νερό δημιουργώντας τοξικά χημικά, συνεπώς να μην είναι ασφαλής η αποδέσμευσή τους στο περιβάλλον.

Το **όζον (O₃)** είναι ένα οξειδωτικό βιοκτόνο που χρησιμοποιείται για την απολύμανση των αποθεμάτων νερού. Το έρμα επεξεργάζεται καθώς ρέει μέσω μίας συσκευής που εισάγει αέριο άζωτο στο νερό. Το πλείστο από το αέριο διαλύεται στο νερό, αποσυντίθεται και αντιδρά με τα υπόλοιπα χημικά που βρίσκονται στο έρμα σκοτώνοντας τους οργανισμούς. Το όζον είναι τοξικό για τους ανθρώπους και για αυτό όσο όζον δεν διαλύεται πρέπει να καταστραφεί πριν αφηθεί στην ατμόσφαιρα. Το όζον είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό στο να σκοτώνει μικροσκοπικούς οργανισμούς αλλά όχι τόσο καλό για μεγαλύτερους, γι αυτό συνδυασμός του με κάποιο άλλο σύστημα εξειδικευμένο να εξουδετερώνει μεγαλύτερους οργανισμούς θα ήταν πιο αποτελεσματικό από το να χρησιμοποιείται το όζον από μόνο του. Το κύριο μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι το μεγάλο μέγεθός του καθώς και το γεγονός ότι οι αντιδράσεις του όζοντος με το θαλασσινό νερό μπορεί να παράξουν ανεπιθύμητα τοξικά χημικά που δεν θα έπρεπε να αφηθούν στο περιβάλλον. [18]



Εικόνα 10: Μηχανισμός παραγωγής όζοντος [18]

Χλωρίνη (NaClO)

Η χλωρίνη είναι ένα αποδεδειγμένα καλό απολυμαντικό για το πόσιμο νερό, και επίσης δραστικό ενάντια στα περισσότερα μικρόβια, βακτήρια και τοξικά άλγη, αλλά η επίδραση στο θαλασσινό νερό δεν είναι ευρέως γνωστή. Είναι αποτελεσματική για την απομάκρυνση βακτηρίων και πολλών ιών όπως και πρωτόζωων, αλλά απαιτούνται υψηλές δόσεις. Όμως είναι διαβρωτική στα μέταλλα και παράγει τοξικά κατάλοιπα μαζί με το έρμα.

Βρωμίνη (NaBrO)

Όπως και η χλωρίνη, η ιωδίνη και η χλωραμίνη, λειτουργεί καταστρέφοντας την μεμβράνη των κυττάρων, οδηγώντας το κύτταρο σε θάνατο. Είναι περισσότερο αποτελεσματική από την χλωρίνη σε υψηλό pH.

Ιωδίνη (I)

Χρησιμοποιείται για την απολύμανση μικρών ποσοτήτων νερού, δεν είναι δραστική σε pH μεγαλύτερο από 8, αλλά είναι αποτελεσματική για την αφαίρεση βακτηρίων, ιών και πρωτόζωων ενώ είναι ασύμφορη οικονομικά σε σχέση με την χλωρίνη.

Χλωραμίνη (περιέχει Cl, N, H)

- Πολύ τοξική, άρα ακατάλληλη περιβαλλοντικά. [18]
- **Οργανικές χημικές βιοκτόνες ουσίες**

Μερικές πολύ δραστικές βιοκτόνες ουσίες, όπως το SeaKleen και η Γλουταραλδεΐδη, βρίσκονται προς το παρόν υπό εκτίμηση και μπορεί να δοκιμαστούν σε εφαρμογές πάνω στο πλοίο.

Το SeaKleen είναι ένα φυσικό προϊόν, με εξαιρετική ευστάθεια στο θαλασσινό και το γλυκό νερό. Έχει δοκιμαστεί σε μεγάλο βαθμό στο πανεπιστήμιο του Maryland και έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό ενάντια σε μεγάλο αριθμό οργανισμών και ιών. Η αναμενόμενη δόση είναι ένα γραμμάριο για ένα τόνο έρματος. Είναι πολύ οικονομικό ακόμη και για πλοία με μεγάλο όγκο έρματος, εξαιτίας της μικρής δόσης και του χαμηλού κόστους των 20 cents για κάθε γραμμάριο. Ο χρόνος ημίσειας ζωής είναι μικρότερος από 24 ώρες, και δεν δίνει τοξικά προϊόντα.

Η Γλουταραλδεΐδη είναι πιο ακριβή σε σχέση με το SeaKleen, είναι ένα οργανικό συστατικό που χρησιμοποιείται για την εξουδετέρωση μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών, και επίσης χρησιμοποιείται στην βιομηχανία για την αποστείρωση ιατρικού εξοπλισμού. Έχει το πλεονέκτημα ότι μεταβολίζεται εύκολα όταν απελευθερώνεται στο περιβάλλον, σε διοξείδιο του άνθρακα, που είναι ασφαλές. Το Glutaraldehyde είναι αντιδιαβρωτικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των οργανισμών στα υπολείμματα μέσα στις δεξαμενές έρματος. [17]

Μη – οξειδωτικά βιοκτόνα όπως η Ακρολεΐνη, η γλουταραλδεΐδη και η μεναδιόνη (βιταμίνη K3), λειτουργούν σαν φυτοφάρμακα, επεμβαίνοντας στις αναγκαίες ζωτικές λειτουργίες τους, όπως ο μεταβολισμός ή ο πολλαπλασιασμός [20]. Μερικά από αυτά τα βιοκτόνα διασπώνται σε μη-τοξικά χημικά σε λίγες μέρες, συνεπώς αν χρησιμοποιηθούν κατά την αρχή του ταξιδιού, θα έχουν ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον όταν το έρμα απορριφθεί στη θάλασσα. Λόγω όμως του χρόνου αυτού που απαιτείται για να λειτουργήσει το σύστημα αυτό, δεν τα καθιστά την καλύτερη επιλογή για δρομολόγια σε μικρότερες αποστάσεις.

Αφαίρεση οξυγόνου με χρήση αζώτου

Η τεχνολογία αυτή, η οποία περιλαμβάνει εισαγωγή αζώτου σε φυσαλίδες μέσα στο έρμα, όχι μόνο προστατεύει ενάντια στην σκουριά και την διάβρωση που προκαλεί το θαλασσινό νερό στις δεξαμενές έρματος, αλλά σκοτώνει και σημαντικό ποσοστό οργανισμών (περίπου 80%) μέσα στο νερό αυτό. Το άζωτο εισάγεται μέσα στο έρμα, αφαιρώντας το οξυγόνο. Χωρίς επαρκές οξυγόνο, οι περισσότεροι οργανισμοί δεν μπορούν να επιβιώσουν για περισσότερο από μερικές μέρες, ενώ ο διάπλους των ωκεανών από τα εμπορικά πλοία τυπικά διαρκεί εβδομάδες. Φυσικά αυτό δεν ισχύει για μερικά αναερόβια βακτήρια τα οποία μπορούν να επιζήσουν σε συνθήκες που ισχύουν μέσα στις δεξαμενές έρματος στις οποίες έχει εισαχθεί άζωτο. Σημαντική ωφέλεια από την μέθοδο: οι ναυτιλιακές εταιρείες μπορούν να γλυτώσουν περίπου \$100.000 τον χρόνο σε μειωμένα έξοδα συντήρησης. [20]

- *Απολυμαντικά – Οργανικά Βιοκτόνα*

Η αποτελεσματικότητα αυτών των διαδικασιών ποικίλλει σύμφωνα με τα στοιχεία του ύδατος, όπως το pH, θερμοκρασία και σημαντικότερα, τον τύπο του οργανισμού. Το χλώριο, ενώ είναι σχετικά ανέξοδο, είναι ουσιαστικά αναποτελεσματικό ενάντια στις κύστες, εκτός αν η συγκέντρωση είναι τουλάχιστον 2 mg/l οπότε και χρησιμοποιείται αποδοτικά. Το χλώριο οδηγεί επίσης σε ανεπιθύμητα υποπροϊόντα, όπως χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες και τριχλωρομεθάνια.

Το όζον δημιουργεί πολύ λιγότερο επιβλαβή υποπροϊόντα, η πιο εξέχουσα είναι η ύπαρξη βρωμικού άλατος, αλλά απαιτείται σύνθετος εξοπλισμός σχετικά για να παραγάγει και να διαλύσει το βρωμικό άλας στο ύδωρ.

Η διοξίνη χλωρίου παράγεται συνήθως επί τόπου, αν και αυτό παρουσιάζει ένα παράδοξο δεδομένο, ότι τα παραγόμενα αντιδραστήρια, χρησιμοποιούμενα είναι το ίδιο χημικώς επικίνδυνα.

Το υπεροξικό οξύ και το υπεροξειδίο του υδρογόνου (που παρέχονται ως μίγμα δύο χημικών ουσιών υπό μορφή εμπορικού προϊόντος Peraclean) είναι απείρως διαλυτά στο ύδωρ, παράγουν λίγα επιβλαβή υποπροϊόντα και είναι σχετικά σταθερά.

Εντούτοις αυτό το αντιδραστήριο είναι σχετικά ακριβό, υπολογίζεται σε δόση, σε αρκετά υψηλά επίπεδα και απαιτεί πολύ συγκεκριμένες εγκαταστάσεις αποθήκευσης.

Για όλες αυτές τις χημικές ουσίες η προγενέστερη επεξεργασία του ύδατος με τον διαχωρισμό «στερεού-υγρού» είναι εξίσου επιθυμητή, καθώς μειώνει την απαίτηση χημικής ουσίας, επειδή η χημική ουσία μπορεί επίσης να αντιδράσει με τα οργανικά και άλλα υλικά στο ύδωρ έρματος, με αποτελέσματα που δεν έχουν αναλυθεί σε μεγάλο βαθμό, έχουν όμως μετρηθεί και καταγραφεί σε μικρό εύρος μετρήσεων δειγμάτων. [12, 18]

- ❖ *Συνδυασμός μεθόδων διαχωρισμού*

Αρκετά συστήματα διαχωρισμού σκοτώνουν ή σταματούν την ανάπτυξη μικροοργανισμών συνδυάζοντας διάφορες μηχανικές, χημικές ή / και φυσικές μεθόδους. Η από-οξυγόνωση, καθώς είναι μια φυσική διαδικασία όπου εκτοπίζεται οξυγόνο χρησιμοποιώντας αδρανές αέριο όπως άζωτο ή διοξειδίο του άνθρακα, εμπεριέχει και χημικά στοιχεία – η εισαγωγή διοξειδίου του

άνθρακα προκαλεί μείωση του pH που ενισχύουν την αποδοτικότητα εξολόθρευσης των μικροοργανισμών. Η ηλεκτρολυτική ή ηλεκτροχημική οξείδωση συνδυάζει ηλεκτρικό ρεύμα με κατάλληλα αντιδρώντα με σκοπό να παράξουν μια πληθώρα από βιοκτόνα. Η ηλεκτρολυτική οξείδωση μπορεί να παράξει ρίζες υδροξυλίου, ή παρόμοιες οξειδωτικές ενώσεις, όπως το όζον και το υποχλωριώδες νάτριο (ή κοινώς χλωρίνη), ικανές να καταστρέψουν την κυτταρική μεμβράνη των οργανισμών. [21]

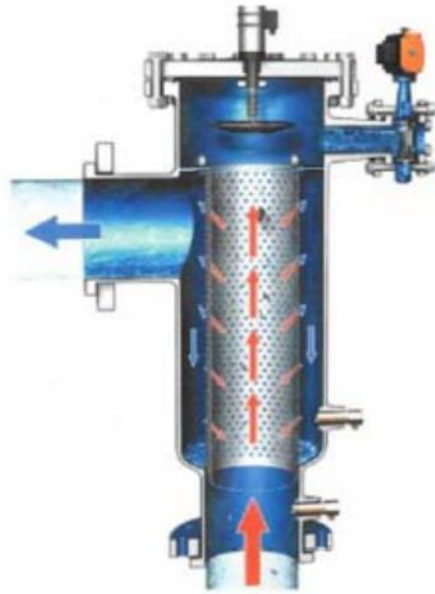
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ERMA FIRST: Πρώτη Ελληνική εταιρία συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Στις 27/9/2011 στο Βιομηχανικό Πάρκο Σχιστού, είχε γίνει η παρουσίαση του 1ου Ελληνικού Συστήματος Επεξεργασίας Θαλασσίου Έρματος της εταιρίας ERMA-FIRST ESK Engineering Solutions S.A., που είναι η πρώτη Ελληνική εταιρία που σχεδίασε, πιστοποίησε και παράγει σύστημα για τη διαχείριση του θαλασσίου Έρματος. Το σύστημα απευθύνεται κυρίως για μικρά σκάφη. Το σύστημα διαχείρισης νερού έρματος που ανέπτυξε η ERMA-FIRST κάνει συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας, χρησιμοποιώντας προηγμένη τεχνολογία ηλεκτρόλυσης του θαλασσινού νερού για την παραγωγή ενεργών ουσιών, σε συνδυασμό με υψηλής απόδοσης μηχανικού διαχωρισμού των σωματιδίων με την χρήση υδροκυκλώνων με τεχνολογία η οποία εξασφαλίζει απόλυτη συμμόρφωση όχι μόνο με τις ελάχιστες απαιτήσεις των ορίων απόρριψης του κανονισμού IMO D-2 αλλά ακόμη αυστηρότερων. [3, 4]

Η ERMA-FIRST έχει διεξάγει τις απαραίτητες δοκιμές (στην στεριά) με επιτυχία στον Ιούνιο του 2010 στις εγκαταστάσεις του Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), ενώ οι εν πλω δοκιμές πραγματοποιήθηκαν από τον Ιανουάριο του 2011 έως τον Ιούνιο του 2011. Η τελική έγκριση εκδόθηκε κατά την σύνοδο του MEPC.63 που έλαβε μέρος τον Μάρτιο του 2012. [3]

Το πρώτο ελληνικό σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος αποτελείται από τα εξής στάδια:

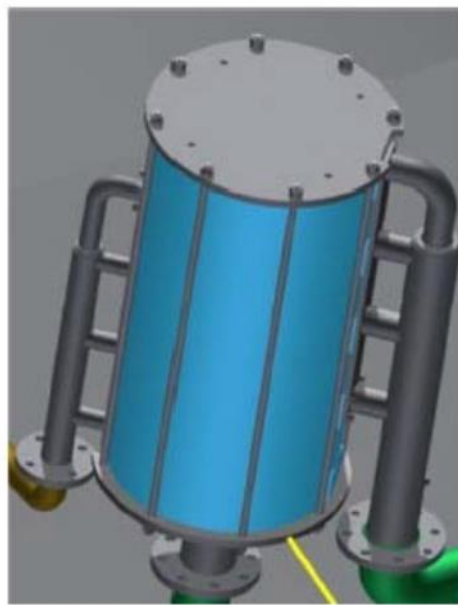
- *Φιλτράρισμα:* Ένα αυτο-καθαριζόμενο φίλτρο με μέγεθος 200 μm χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των σωματιδίων με μέγεθος μεγαλύτερο από 200 μm, ώστε να εξασφαλίζεται η υψηλή απόδοση των υδροκυκλώνων (Εικόνα 11).



200 µm self cleaning filter

Εικόνα 11: Αυτο-καθαριζόμενο φίλτρο [3]

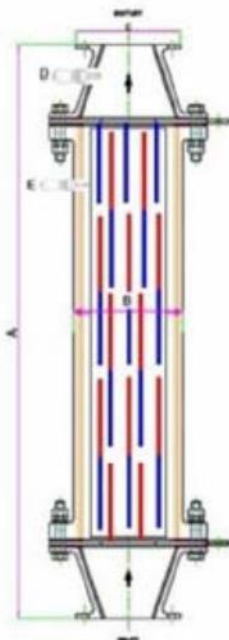
- *Φυσικός Διαχωρισμός:* Πραγματοποιείται μέσω ενός διαχωριστή πολλαπλών υδροκυκλώνων, με υδραυλική φόρτωση με ροή των 100 m³/h (Εικόνα 12).



Cyclonic Separator

Εικόνα 12: Διαχωριστής πολλαπλών υδροκυκλώνων [3]

• *Ηλεκτρόλυση*: Με τη χρήση ενός ηλεκτρολυτικού στοιχείου, έχοντας συνεχώς χαμηλή τάση ρεύματος, και με ηλεκτρόδια κατασκευασμένα από τιτάνιο και ειδικές επικαλύψεις, παράγεται υποχλωριώδες νάτριο για την απολύμανση του νερού έρματος (Εικόνα 13).



Electrolysis Cell

Εικόνα 13: Ηλεκτρολυτικό κελί [3]

Εξουδετέρωση: Χρησιμοποιείται μόνο στον αφερματισμό. Μια δοσομετρική αντλία παρέχει ένα όξινο διάλυμα θεικού νατρίου για την εξουδετέρωση του απομένοντος ελευθέρου χλωρίου (μέχρι 0.1 ppm) εντός του επεξεργασμένου έρματος.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, η αντλία έρματος του πλοίου οδηγεί το θαλάσσιο έρμα στο αυτοκαθαριστικό φίλτρο, όπου συγκρατούνται ιζήματα και σωματίδια μεγαλύτερα από 200 μm. Τότε η εκροή περνά από τον διαχωριστή υδροκυκλώνων, όπου τα σωματίδια μεγαλύτερα από 20 μm διαχωρίζονται χρησιμοποιώντας αναγκαστικά το φυγοκεντρικό αποτέλεσμα. Μετά την παραπάνω διαδικασία, το νερό έρματος καθαρίζεται από σωματίδια και ιζήματα εισέρχεται στο ηλεκτρολυτικό κελί, όπου με ειδική επίστρωση

ηλεκτροδίων παράγουν χαμηλή συγκέντρωση χλωρίου η οποία βοηθάει στην απολύμανση του νερού έρματος από μικρο-οργανισμούς. Το προϊόν αυτής της μεθόδου ρέει στις δεξαμενές έρματος έτσι ώστε τα οξειδωτικά υπολείμματα απολυμαίνουν τους επιβλαβείς οργανισμούς που λαμβάνονται επί του σκάφους. Κατά τη διάρκεια του αφερματισμού, ο εξοπλισμός πριν το φιλτράρισμα, ο κυκλωνικός διαχωριστής και το ηλεκτρολυτικό κελί έχουν παρακαμφθεί, και μόνο η εξουδετέρωση του υπολειμματικού χλωρίου εκτελείται με την προσθήκη όξινου θειϊκού νατρίου και δίνει λύση στο νερό έρματος μέσω μιας αντλίας δοσολογίας. Η όλη διαδικασία παρακολουθείται και ελέγχεται από έναν κεντρικό καταγραφέα δεδομένων, που βρίσκεται στον πίνακα ελέγχου του συστήματος, προσφέροντας έτσι μια πλήρως αυτοματοποιημένη, φιλική προς το χρήστη λειτουργική διαδικασία.

Συμπεράσματα

Τα πλοία είναι ένας σοβαρός παράγοντας ρύπανσης των θαλασσών, μεταξύ άλλων λόγω απόβλητων και σκουπιδιών, κατάλοιπων καυσίμων, αποκόλλησης υφαλοχρωμάτων και απόρριψης θαλασσέρματος. Τα ατυχήματα επιφέρουν μεγάλες περιβαλλοντικές καταστροφές κυρίως λόγω του πετρελαίου που μολύνει τεράστιες εκτάσεις με ψηλό κόστος αποκατάστασης, τα οποία και γίνονται παγκοσμίως γνωστά, και ευτυχώς δεν συμβαίνουν συχνά. Αντίθετα, η εξάπλωση αλλοθόνων επιβλαβών οργανισμών μέσω των δεξαμενών νερού έρματος των πλοίων, δεν έχει τόση δημοσιότητα, και εντούτοις το πρόβλημα αυτό είναι ως επί το πλείστο μη αναστρέψιμο.

Το αυξανόμενο πρόβλημα των χωροκατακτητικών ειδών μέσω του θαλασσέρματος των πλοίων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση του εμπορίου κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, και εφόσον ο όγκος του θαλάσσιου εμπορίου συνεχίζει να αυξάνει το πρόβλημα ίσως να μην έχει φτάσει ακόμη στην αποκορύφωσή του. Κάθε χρόνο για την εξυπηρέτηση των θαλάσσιων μεταφορών, μεταφέρεται νερό έρματος όσο είναι το νερό της Αδριατικής θάλασσας. Οι επιπτώσεις σε πολλές περιοχές του κόσμου είναι καταστροφικές, ενώ ποσοτικά στοιχεία δείχνουν ότι το ποσοστό των βιοεισβολέων συνεχίζει να αυξάνεται με ανησυχητικό ρυθμό και νέες περιοχές προσβάλλονται συνεχώς. Με το πρόσφατο συμβάν στον πυρηνικό σταθμό της Φουκουσίμα στην Ιαπωνία εκφράζονται ιδιαίτερες ανησυχίες και για την πιθανή μεταφορά ραδιενεργά μολυσμένων θαλάσσιων οργανισμών στο νερό έρματος.

Το Ballast Water ή αλλιώς το νερό έρματος έχει λάβει σημαντική προσοχή σε παγκόσμιο επίπεδο κατά τα τελευταία χρόνια. Όταν στα πλοία εισέρχεται νερό έρματος, μικροί θαλάσσιοι οργανισμοί και ιζήματα που αιωρούνται στο νερό μπορεί να εισαχθούν στο νερό έρματος. Τα πλοία μεταφέρουν στη συνέχεια αυτούς τους οργανισμούς, συχνά σε βιώσιμη κατάσταση, και σε άλλες περιοχές όπου έχουν εξαπλωθεί. Από τη χρονοβόρα προσπάθεια που καταβλήθηκε για την συγκρότηση και εφαρμογή τόσο των ενιαίων κατευθυντήριων γραμμών, όσο και των διάφορων συστημάτων διαχείρισης νερού έρματος στα πλοία, διαφαίνεται το μέγεθος των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι διάφοροι φορείς. Οι προσπάθειες για την πρόληψη και τον περιορισμό της εισαγωγής των υδρόβιων ειδών ενόχληση (ANS) λαμβάνουν χώρα σε διεθνές, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) και άλλες σχετικές υποεπιτροπές έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο

προς την κατεύθυνση μιας διεθνούς πολιτικής για τη διαχείριση του νερού έρματος το οποίο περιλαμβάνει ένα πρότυπο απαλλαγής. Για την εφαρμογή των κανονισμών του IMO, επανειλημμένα δόθηκε χρόνος παράτασης και τελική ημερομηνία ορίστηκε η 31 Δεκεμβρίου 2015 που απέχει αρκετά από τους πρωταρχικούς στόχους του IMO. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα νέα πλοία θα πρέπει να χρησιμοποιούν ένα Σύστημα Διαχείρισης έρματος (BWMS), καθώς και όλα τα υπάρχοντα πλοία θα πρέπει να συμμορφωθούν στις απαιτήσεις μέχρι το 2016. Ενώ, θεωρητικά, η Σύμβαση είναι περιβαλλοντικού χαρακτήρα, στην πράξη, είναι ένας λογιστικός και οικονομικός «κίνδυνος» για τους πλοιοκτήτες.

Υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα της τρέχουσας τεχνολογίας BWMS ενώ η ρυθμιστική σύγχυση θολώνει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, δεν υπάρχει σύστημα που να έχει πιστοποιηθεί για παγκόσμια χρήση, ενώ πολλά συστήματα έχουν αποσυρθεί μετά από την απόδοσή τους σε πραγματικές συνθήκες εργασίας που ήταν και συμβατά με τα επιθυμητά πρότυπα. Διάφορες αβεβαιότητες από το 2004 και κυρίως μετά το 2009 έχουν κάνει τα διάφορα τμήματα της αγοράς να δείχνουν ανησυχίες και ενδιαφέρον για τη λεπτομερή εικόνα της αγοράς του συστήματος διαχείρισης και επεξεργασίας έρματος.

Κάθε τεχνολογία έχει τα υπέρ και τα κατά της, η οποία αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο αριθμό προμηθευτών χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό συνδυασμό των τεχνολογιών τόσο για ένα συγκεκριμένο τύπο του πλοίου όσο και για μια συγκεκριμένη επεξεργασία έρματος. Ο συνολικός αριθμός των προμηθευτών αυξήθηκε σε σημαντικό ποσοστό και αναμένεται να εισέλθουν στην αγορά αυτή περισσότεροι πωλητές. Η αγορά του Συστήματος διαχείρισης έρματος 2012-2022 θα είναι της αξίας των σημερινών και μελλοντικών δυνητικών επενδυτών στην βιομηχανία επεξεργασίας νερού έρματος, καθώς και οι εταιρείες και τα ερευνητικά κέντρα που επιθυμούν να διευρύνουν τις γνώσεις τους από την αγορά του συστήματος επεξεργασίας έρματος. [19]

Η MEPC συμφώνησε ότι υπάρχουν αρκετά συστήματα κατεργασίας του έρματος στην αγορά, με 28 συστήματα που έχουν εγκριθεί ήδη. Η DNV, ως η μεγαλύτερη εταιρία που εγκρίνει τα συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος σε όλο τον κόσμο, είναι στην ευχάριστη θέση να δει τη θετική τάση των νέων κατασκευαστών και τις καινοτόμες τεχνολογίες που αναπτύσσονται σε παγκόσμιο επίπεδο, και συμφωνεί με το συμπέρασμα της MEPC. Η Δανία επικύρωσε τη Σύμβαση στις αρχές Σεπτεμβρίου, φέρνοντας ακαθάριστο ποσοστό χωρητικότητας των χωρών επικύρωσης » στο 29% του 35% που απαιτείται για τη σύμβαση να τεθεί σε ισχύ. Τόσο η Γερμανία όσο και το Βέλγιο ανακοίνωσε στην Ολομέλεια της MEPC ότι είναι στα πρόθυρα της

επικύρωσης της Σύμβασης. Η Γερμανία αντιπροσωπεύει περίπου το 1,4% της ολικής χωρητικότητας του κόσμου. Η DNV συμβουλεύει τους πλοιοκτήτες για την εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας για τα υπάρχοντα πλοία όσο το δυνατόν νωρίτερα, δεδομένου ότι η σύμβαση μπορεί να λάβει αρκετούς υπογράφοντες και να επικυρωθεί στο πολύ εγγύς μέλλον. Η DNV καλεί όλους τους ιδιοκτήτες νέων ναυπηγήσεων πλοίων να δημιουργήσουν προγράμματα για την εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας.

Παράλληλα οι πλοιοκτήτες εκφράζουν ανησυχίες όσο αφορά τις δαπάνες που απαιτούνται για την εκπαίδευση του προσωπικού για τον χειρισμό των συστημάτων, και τη χρονοτριβή που παρουσιάζεται για τη διεξαγωγή ελέγχων του νερού έρματος. Οι πλοιοκτήτες μπορεί να βρεθούν αντιμέτωποι με ένα σενάριο που τα πλοία οφείλουν να συμμορφώνονται με το πρότυπο, ακόμη και πριν από την παράδοσή στους πλοιοκτήτες και ως εκ τούτου θα πρέπει εκ των υστέρων να έχουν ένα σύστημα επεξεργασίας πριν από την παράδοση των πλοίων σε αυτούς. [22]

Βιβλιογραφία

1. Global Ballast Management Programme ([www. globallast .imo. org](http://www.globallast.imo.org))
2. HELMEPA (Ελληνική Ένωση Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος) (2011.) Από την αλλαγή του έρματος στην ανοικτή θάλασσα, στην επεξεργασία του.
3. Παρουσίαση επεξεργασίας θαλασσίου έρματος από την ERMA FIRST A.E.
4. IMO (International Maritime Organization) 2004. Ballast Water Management
5. ENVIROZINE: <http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/>
6. 22. Τσολάκη Ε., Διαμαντόπουλος Ε., Πήττα Π. (2008). Τεχνολογίες επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος για την απομάκρυνση και καταστροφή των αλλοθόνων ειδών, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Τεχνολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος
7. Globallast partnerships, <http://globallast.imo.org>
8. http://www.nio.org/past_events
9. Chris Kent, “Clean Bill of ballast water health”, Dept of Naval architecture and Marine engineering, University of Michigan , SB 497: Ballast Water Discharge Standards (2006)
10. <http://www.seas-at-risk.org/>
11. Ballast water treatment methods , Prince William Sound Regional Citizens' Advisory Council
12. Viitasalo, S., J. Sassi, J. Rytönen, and E. Leppäkoski. 2005. Ozone, ultraviolet light, ultrasound and hydrogen peroxide as ballast water treatments – experiments with mesozooplankton in low-saline brackish water. *Journal of Marine Environmental Engineering*, 8:33-55
13. T.Mackey, R.Tagg, M.Parsons ,ICMES/SNAME (International Cooperation On Marine Engineering Systems/The Society of Naval Architects and Marine Engineers)
14. Παρουσίαση επεξεργασίας θαλασσίου έρματος από την ERMA FIRST A.E.
15. The Mediterranean science commission. (www.ciesm.org)
16. Ίκαρος.(2009) Θαλάσσια ρύπανση.
17. Marine bioinvasions fact sheet ballast water treatment options
18. Oemcke, Darren J. and J. (Hans) van Leeuwen. March 1998. Potential of ozone for ballast water treatment. Published by CRC Reef Research Center; Canberra, Australia.
19. <http://www.emsa.europa.eu/>
20. National Research Council (NRC). (1996) *Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water*. National Academy Press, Washington D.C
21. Tamburri, M.N., B.J. Little, G.M. Ruiz, J.S. Lee, and P.D. McNulty. 2004. Evaluations of Venturi Oxygen Stripping as a ballast water treatment to prevent aquatic invasions and ship corrosion.

22. MARPOL (Marine Pollution) Training publication. 2010. Ballast Water Treatment Technologies: “The Regulations, Which System and When to Install”

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract.....	3
Πρόλογος.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Διαχείριση Έρματος Πλοίων	5
1.1 Γενικά περί του έρματος πλοίων	5
1.2 Το πρόβλημα	8
1.2.1 Η κατάσταση στην Ελλάδα	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τεχνολογίες επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος	11
2.1.1 Επεξεργασία στο λιμάνι.....	11
2.1.2 Επεξεργασία στο πλοίο.....	12
2.2 Μέθοδοι επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος	16
2.2.1 Χρήση καθαρού και ανακυκλωμένου θαλάσσιου. έρματος.....	16
2.2.2 Τεχνολογίες επεξεργασίας έρματος πάνω στο πλοίο	20
2.2.3 Δευτερεύουσες μέθοδοι.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ERMA FIRST: Πρώτη Ελληνική εταιρία συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος.....	32
Συμπεράσματα.....	36
Βιβλιογραφία.....	39