



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**Μεταφορά οργανισμών μέσω του θαλάσσιου έρματος των πλοίων:
ανάλυση επιπτώσεων και μέθοδοι εξάλειψης του προβλήματος**

Transfer of organisms through ships' ballast water: impact analysis and
eradication methods

Διπλωματική Εργασία

Κοτζιά Αμαλία

Επιβλέπων: Παπαευθυμίου Σπυρίδων

XANIA 2018

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Παπαευθυμίου Σπυρίδων, για την ανάθεση του θέματος καθώς και για την καθοδήγηση και εποπτεία του καθ' όλη τη πορεία της εκπόνησης της εργασίας.

Θα ήθελα ακόμη, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, καθώς και τους φίλους και συμφοιτητές μου, για τη στήριξη και τη βοήθεια τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Στόχος της διπλωματικής αποτελεί η ανάλυση του προβλήματος της μεταφοράς οργανισμών μέσω των διαδικασιών ερματισμού και αφερματισμού των πλοίων. Η μεταφορά αλλόχθονων οργανισμών μέσω του νερού-έρματος προκαλεί σημαντικές επιπτώσεις, τόσο στο περιβάλλον όσο και στην οικονομία. Η θέσπιση διεθνών ναυτιλιακών κανονισμών, με ενιαία εφαρμογή παγκοσμίως, αποτελεί τρόπο βελτίωσης της ασφάλειας της θάλασσας. Ηγετικό ρόλο στη ρύθμιση του προβλήματος κατέχει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) με τη θέσπιση της Σύμβασης για τον έλεγχο και τη διαχείριση του νερού έρματος και των ιζημάτων των πλοίων, στις 13 Φεβρουαρίου του 2004. Εξίσου σημαντικό ρόλο έχουν βέβαια και τα κράτη ξεχωριστά μέσω διεθνών κανονισμών, όπως η Αμερικανική Ακτοφυλακή (USCG). Αναγνωρίζοντας την ανάγκη για μεθόδους επεξεργασίας του έρματος, έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός συστημάτων τα οποία όμως πρέπει να λάβουν πιστοποιητικό έγκρισης τύπου. Η μεταφορά ξενικών οργανισμών προκαλεί σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς πραγματοποιείται ανάμειξη οικοσυστημάτων. Σοβαρό αντίκτυπο έχει και για την ανθρώπινη υγεία, λόγω των ασθενειών που μεταφέρουν οι νέοι αυτοί πληθυσμοί. Τέλος μην ξεχνάμε και τις οικονομικές επιπτώσεις προκειμένου να επιτύχουν συμμόρφωση με τους κανόνες που αφορούν τη διαχείριση του έρματος.

Abstract

The purpose of the thesis is to analyze the problem of organism transference during the process of ballasting and deballasting a ship. The transference of alien organisms through the water-ballast significantly affects both the natural environment and the economy. The establishment of international maritime regulations, which apply universally, is an additional means in protecting the marine environment. The International Maritime Organization (IMO) plays a pivotal role in attempts to tackle the problem, by drafting the 13th February 2013 Convention for the control and management of ballast water and sediments of the ships. An equally central role is nonetheless also held by each individual country through its own services, like the United States Coast Guard (USCG), which help ensure the observance of the international regulations. The recognition of the need for ballast treatment methods has led to the development of a wide range of ballast treatment systems, which must, however, be issued a type-approval certificate. The transference of alien organisms has serious environmental implications, as different ecosystems are mixed. It also has a significant impact on human health, because of the diseases that these organisms carry and transfer. Last but not least, we should not neglect the financial consequences that derive from the effort to achieve a general compliance to the ballast management regulations.

Κατάλογος Συντομογραφιών

AMS: Alternative Management System

ASP: Amnesic Shellfish Poisoning

BWM: Ballast Water Management

BWMP: Ballast Water Management Plan

BWMS: Ballast Water Management System

COTP: Captain of The Port

CFR: Code of Federal Rules

CFP: Ciguatera Fish Poisoning

CME: Compliance-Monitoring-Enforcement

CFD: Computational Fluid Dynamics

DSP: Diarrhetic Shellfish Poisoning

EPA: Environmental Protection Agency

EEZ: Exclusive Economic Zone

ETV: Environmental Technology Verification Protocol

FWC: Florida Fish and Wildlife Conversation

FWRI: Florida Wildlife Research Institute

GEF: Global Environment Facility

GESAMP: Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine environmental Protection

IMO: International Maritime Organization

IAS: Invasive Aquatic Species

IMarEST: Institute of Marine Engineering, Science & Technology

IOPP: International Oil Pollution Prevention Certificate

IL: Independent Laboratory

LNG: Liquefied Natural Gas

MEPC: Marine Environmental Protection Committee

MSC: Maritime Safety Committee

MISA: Marine Invasive Species Act

MDEQ: Michigan's Department of Environmental Quality

MoU: Memorandum of Understanding

NISA: National Invasive Species Act

NSP: Neurotoxic Shellfish Poisoning

PSP: Paralytic Shellfish Poisoning

PSC: Port State Control

SDL: System Design Limitations

TSS: Total Suspended Solids

TA: Type Approval

TEV: Total Economic Value

UNCED: United Nations Conference on Environment and Development

UNDP: United Nations Development Program

USCG: United States Coast Guard

USD: United States Dollars

VGP: Vessel General Permit

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Διαδικασία ερματισμού/αφερματισμού πλοίου	12
Εικόνα 2. Γενικές κατηγορίες μεθόδων επεξεργασίας έρματος	30
Εικόνα 3. Υδροκυκλώνες	31
Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση συστήματος θερμικής επεξεργασίας	36
Εικόνα 5. Σύστημα πήξης ύδατος έρματος	37
Εικόνα 6. Διαδικασία εκσυγχρονισμού συστήματος επεξεργασίας	41
Εικόνα 7. InvaSave. Μονάδα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος στην ξηρά.	45
Εικόνα 8. Προσκόλληση του παράσιτου <i>C.pengo</i> σε δίχτυα	57
Εικόνα 9. Παράσιτο <i>Cercopagis pengoi</i>	57
Εικόνα 10 Chinese mitten crab	58
Εικόνα 11. Άλγη (blue-green algae) σε βόρεια ακτή της Γερμανίας	61
Εικόνα 12. Round goby (<i>Neogobius melanostomus</i>)	62
Εικόνα 13. <i>Mnemiopsis leidyi</i> , comb Jelly	64
Εικόνα 14. <i>Asterias amurensis</i>	65
Εικόνα 15. <i>Dreissena polymorpha</i>	67
Εικόνα 16. <i>Undaria pinnatifida</i>	69
Εικόνα 17. European Green Crab	71
Εικόνα 18. Παραδείγματα τύπων επιπτώσεων των χωροκατακτητικών ειδών στην Ευρώπη, ταξινομημένα στις τέσσερις κατηγορίες υπηρεσιών οικοσυστήματος	73
Εικόνα 19. Σχέσεις μεταξύ βασικών πτυχών των βιο-εισβολών και η στόχευση των δράσεων διαχείρισης	75
Εικόνα 20. Πλοίο δίχως έρμα	85

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Πρότυπο απόδοσης επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος (Κανονισμός D-2).....	16
Πίνακας 2. Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των προτύπων απόρριψης της USCG	21
Πίνακας 3. Πρότυπα απόδοσης νερού έρματος σύμφωνα με την Πολιτεία της Καλιφόρνια	24
Πίνακας 4. Σύγκριση ανάμεσα σε λαμπτήρες UV χαμηλής και μέσης πίεσης	35
Πίνακας 5. Αναθεωρημένο χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης με βάση τη Σύμβαση	47
Πίνακας 6. Συστήματα που έχουν εγκριθεί από την USCG μέχρι στιγμής	52
Πίνακας 7. Συστήματα που πρόκειται να εγκριθούν από την USCG μέχρι το τέλος του 2019	52

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- Εισαγωγή στο πρόβλημα	11
1.1 Ο ρόλος της ναυτιλίας.....	11
1.2 Έρμα-Ερματισμός.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- Κανονισμοί.....	14
2.1 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ)	14
2.2 Εφαρμογή Σύμβασης για τη Διαχείριση του Θαλάσσιου Έρματος	15
2.3 Δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης	17
2.3.1 GloBallast Project	18
2.3.2 Martob Project	18
2.4 Κανονισμοί Ακτοφυλακής Η.Π.Α	19
2.4.1 Εθνικοί κανονισμοί Πολιτειών	23
2.4.1.1 California	23
2.4.1.2 New York	24
2.4.1.3 Washington	25
2.4.1.4 Michigan	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- Μέθοδοι Διαχείρισης Έρματος.....	27
3.1 Εισαγωγή	27
3.2 Ανταλλαγή Έρματος.....	28
3.3 Συστήματα επεξεργασίας έρματος.....	30
3.3.1 Συστήματα Φιλτραρίσματος /Διαχωρισμού.....	31
3.3.2 Συστήματα Χημικής Απολύμανσης.....	33
3.3.3 Συστήματα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV).....	35
3.3.4 Συστήματα Αποξυγόνωσης.....	36
3.3.5 Συστήματα Θερμικής Επεξεργασίας.....	36
3.3.6 Συστήματα Ακουστικής Επεξεργασίας.....	37
3.3.7 Συστήματα Ηλεκτρικών Παλμών / Πλάσματος.....	38
3.3.8 Συστήματα Μαγνητικού Πεδίου.....	38
3.4 Κριτήρια επιλογής κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας.....	39
3.5 Κριτήρια επιλογής κατάλληλου κατασκευαστή.....	42

3.6 Παραλαβή και επεξεργασία θαλάσσιου έρματος στην ακτή.....	45
3.7 Διαδικασίες έγκρισης ενός συστήματος διαχείρισης.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- Βιοεισβολείς στο θαλάσσιο περιβάλλον και οικολογικές συνέπειες αυτών.....	53
4.1 Βιο-εισβολείς: Έννοια και χαρακτηριστικά.....	54
4.2. Τα κυριότερα χωροκατακτητικά είδη.....	55
4.2.1 Cholera (<i>Vibrio cholerae</i>).....	56
4.2.2 Cladoceran Water Flea (<i>Cercopagis pengoi</i>).....	57
4.2.3 Chinese mitten crab (<i>Eiocheir sinensis</i>).....	58
4.2.4 Toxic algae (red/brown/green tides).....	59
4.2.5 Round goby (<i>Neogobius melanostomus</i>).....	62
4.2.6 North American comb jelly (<i>Mnemiopsis leidyi</i>).....	63
4.2.7 North Pacific seastar (<i>Asterias amurensis</i>).....	65
4.2.8 Zebra mussel (<i>Dreissena polymorpha</i>).....	66
4.2.9 Asian kelp (<i>Undaria pinnatifida</i>).....	68
4.2.10 European green crab (<i>Carcinus maenus</i>).....	70
4.3 Οικολογικές επιπτώσεις. Πρόληψη και μέτρα αντιμετώπισης.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- Οικονομικές επιπτώσεις.....	77
5.1 Κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις.....	78
5.2 Κόστη συμμόρφωσης με την Σύμβαση.....	79
5.2.1 Υποχρεώσεις Κράτους Σημαίας.....	80
5.2.2 Υποχρεώσεις Λιμενικών Αρχών.....	80
5.2.3 Υποχρεώσεις Βιομηχανίας.....	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6- Εναλλακτικές διαδικασίες διαχείρισης έρματος.....	83
6.1 Πλοίο δίχως έρμα (Free-Ballast Ship).....	83
6.2 Παραγωγή γλυκού νερού επί του πλοίου.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7- Συμπεράσματα.....	88
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή στο πρόβλημα

1.1 Ο ρόλος της ναυτιλίας

Πάνω από το 90% του παγκόσμιου εμπορίου μεταφέρεται από τη διεθνή ναυτιλία. Χωρίς ναυτιλία, η εισαγωγή και εξαγωγή αγαθών στην κλίμακα που είναι απαραίτητη για τον σύγχρονο κόσμο δεν θα ήταν δυνατή. Το ναυτιλιακό εμπόριο συνεχίζει να επεκτείνεται, φέρνοντας οφέλη για τους καταναλωτές σε όλο τον κόσμο μέσω των χαμηλών και φθινουσών μεταφορικών εξόδων. Χάρη στην αυξανόμενη αποτελεσματικότητα της ναυτιλίας ως τρόπου μεταφοράς και στην αυξημένη οικονομική απελευθέρωση, οι προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου συνεχίζουν να είναι ισχυρές. Υπάρχουν περίπου 50.000 εμπορικά πλοία που διεξάγουν διεθνείς μεταφορές, μεταφέροντας κάθε είδος φορτίου, με τον παγκόσμιο στόλο να αποτελείται από πάνω από 150 έθνη και να είναι επανδρωμένος με πάνω από ένα εκατομμύριο ναυτικούς σχεδόν κάθε εθνικότητας. Η λειτουργία εμπορικών πλοίων συμβάλλει περίπου 380 δισεκατομμύρια δολάρια σε ναύλους στην παγκόσμια οικονομία, που ισοδυναμεί με περίπου το 5% του συνολικού παγκόσμιου εμπορίου

Η ναυτιλία είναι η ασφαλέστερη και πιο φιλική προς το περιβάλλον μορφή εμπορικής μεταφοράς. Επίσης παραμένει να είναι πιο αποδοτική από πλευράς καυσίμων, αλλά και φιλική ως προς την εκπομπή άνθρακα. Η ναυτιλία ήταν μεταξύ των πρώτων βιομηχανιών που υιοθέτησαν ευρέως εφαρμοζόμενα διεθνή πρότυπα ασφαλείας. Λόγω του εκ φύσεως διεθνούς χαρακτήρα της, η ασφάλεια της ναυσιπλοΐας ρυθμίζεται από διάφορους οργανισμούς των Ηνωμένων Εθνών, ιδίως από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO), ο οποίος έχει αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο παγκόσμιων κανονισμών για την ασφάλεια στη θάλασσα. [1]

Η εμπορική ναυτιλία όπως προαναφέραμε είναι μείζονος σημασίας για το διεθνές εμπόριο και τη διεθνή οικονομία παρόλα αυτά ελλοχεύει κινδύνους, που συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή, στην οξίνιση των ωκεανών, στη ρύπανση των παράκτιων περιοχών και στην επιβάρυνση της δημόσιας υγείας. Πρέπει να σημειωθεί πως η ναυτιλία είναι υπεύθυνη σε ένα σημαντικό βαθμό για μία από τις πέντε μεγαλύτερες απειλές της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, πιο συγκεκριμένα έχει να κάνει με την εισαγωγή ξενικών ειδών σε νέα θαλάσσια περιβάλλοντα. Η εισαγωγή αυτή πραγματοποιείται μέσω της μεταφοράς οργανισμών που περιέχονται στο νερό έρματος.

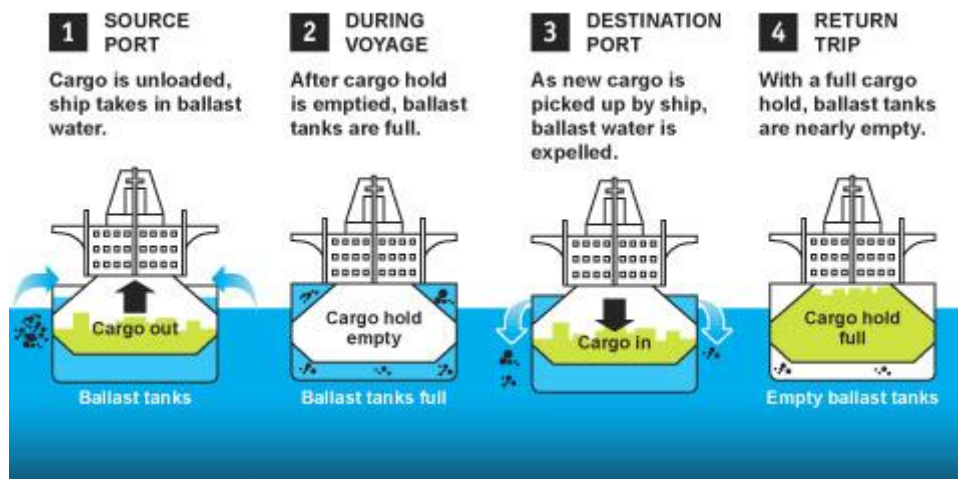
1.2 Έρμα-Ερματισμός

Το νερό έρματος είναι φρέσκο ή αλμυρό νερό μαζί με την αιωρούμενη του ύλη, που αντλείται επί του πλοίου σε ειδικές δεξαμενές (δεξαμενές έρματος), για τον έλεγχο, τον σχεδιασμό, τη σταθερότητα ή τις πιέσεις του πλοίου, σύμφωνα με την Σύμβαση BWI. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως στον ορισμό περιλαμβάνονται το νερό του έρματος, αλλά και τα ιζήματα που συσσωρεύονται εκεί. Όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιείται για να παρέχει σταθερότητα και ευελιξία κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού όταν τα πλοία δεν μεταφέρουν φορτίο, ή όταν το φορτίο που μεταφέρουν δεν είναι αρκετά βαρύ ή όταν απαιτείται μεγαλύτερη σταθερότητα λόγω κακών καιρικών συνθηκών. Το νερό έρματος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προσθέσει βάρος έτσι ώστε ένα πλοίο να βυθίζεται αρκετά χαμηλά ώστε να καταφέρει να περάσει κάτω γέφυρες και άλλες δομές. [2]

Παλαιότερα χρησιμοποιούσαν στερεό φορτίο, όπως άμμο, βράχους ή μέταλλο, για την ευστάθεια του πλοίου όταν αυτό ήταν άφορτο. Βέβαια αυτό παρουσίασε προβλήματα λόγω της μετατόπισης του στερεού φορτίου όταν το πλοίο κινείται σε περίπτωση θαλασσοταραχής και της χρονοβόρας διαδικασίας φόρτωσης και εκφόρτωσης του. Έτσι αντικαταστάθηκε από το θαλάσσιο έρμα, μιας και το θαλασσινό νερό ήταν άμεσα διαθέσιμο και σε τεράστιες ποσότητες, και πλέον μέχρι και σήμερα χρησιμοποιείται για τις διαδικασίες ερματισμού και αφερματισμού τω πλοίων. [3]

Πιο συγκεκριμένα κατά τη διαδικασία ερματισμού, τα πλοία γεμίζουν με θαλασσινό νερό τις δεξαμενές θαλασσέρματος μετά την εκφόρτωση των φορτίων τους στους λιμένες άφιξης κι εν συνεχεία, αρχίζουν να αποβάλουν το νερό έρματος, έτσι ώστε να φορτώσουν εκ νέου φορτία από άλλα λιμάνια. Εκτιμάται ότι σήμερα 3-10 δισεκατομμύρια τόνοι θαλάσσιου νερού έρματος μεταφέρονται παγκοσμίως κάθε χρόνο, από τα οποία 5.5 εκατομμύρια λίτρα την ώρα ρίχνονται πίσω στη θάλασσα και καθημερινά, κάπου 7000 είδη ζωντανών οργανισμών μεταφέρονται με το νερό έρματος. Οι συνθήκες και τα χαρακτηριστικά του νερού έρματος, όπως η αλατότητα, το pH, διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, επομένως δεν ζουν όλοι οι οργανισμοί σε όλα τα περιβάλλοντα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο κύκλος ερματισμού/αφερματισμού αλλά και οι δεξαμενές έρματος, λόγω της απουσίας φωτός και οξυγόνου και της διαφοροποίησης της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, αποτελούν εχθρικό περιβάλλον για τη ζωή. Έτσι, η τεράστια πλειοψηφία των οργανισμών δεν επιβιώνει ώστε να απελευθερωθεί στο λιμάνι φόρτωσης. Για παράδειγμα, το σκοτάδι μέσα στις δεξαμενές αποτελεί δυσμενή συνθήκη για τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς και εκείνους που βασίζονται στην όραση για να βρουν την τροφή τους. Όσοι επιβιώσουν στο ταξίδι μπορεί λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών του νέου οικοσυστήματος να μην μπορέσουν να εγκατασταθούν και να προσαρμοστούν.

Οι πιο ανθεκτικοί οργανισμοί που θα καταφέρουν να επιβιώσουν, να προσαρμοστούν και να εγκατασταθούν στα νέα περιβάλλοντα, υπάρχει πιθανότητα να αποτελέσουν απειλή για τα νέα οικοσυστήματα λόγω του αυξημένου ανταγωνισμού με τους γηγενείς πλυθησμούς και τους διαθέσιμους πόρους, καθώς επίσης και να προκαλέσουν βλάβες στην οικονομία ή την ανθρώπινη υγεία. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός και οι συναφείς οργανώσεις, έχουν κατανόηση το αντίκτυπο της μεταφοράς αλλόχθονων οργανισμών διαμέσου του νερού έρματος, και προσπαθούν μέσω κανονισμών να προτείνουν στους πλοιοκτήτες σύγχρονα συστήματα διαχείρισης και επεξεργασίας του νερού έρματος, προκειμένου να αποτραπεί η διεύρυνση αυτού του προβλήματος.



Εικόνα 1. Διαδικασία ερματισμού/αφερματισμού πλοίου [79]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Κανονισμοί

2.1 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ)

Ο ΙΜΟ είναι μια εξειδικευμένη υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών και συνιστά μια παγκόσμια αρχή καθορισμού προτύπων για την ασφάλεια και τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της διεθνούς ναυτιλίας. Κύριος ρόλος του είναι η δημιουργία ενός κανονιστικού πλαισίου για τη ναυτιλιακή βιομηχανία, το οποίο θα είναι δίκαιο και αποτελεσματικό, καθώς επίσης θα υιοθετείται και θα εφαρμόζεται παγκοσμίως. Επιδιώκει να δημιουργήσει ισότιμους όρους ανταγωνισμού έτσι ώστε οι επιχειρήσεις ναυτιλιακών εταιρειών να μην μπορούν να αντιμετωπίσουν τα οικονομικά τους ζητήματα με απλές περικοπές και συμβιβασμούς στην ασφάλεια και τις περιβαλλοντικές επιδόσεις. Αποτελεί επίσης μια προσέγγιση που ενθαρρύνει την καινοτομία και την αποτελεσματικότητα.

Η ναυτιλία είναι μια διεθνής βιομηχανία, η οποία μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά, μόνον εφόσον, οι ίδιοι οι κανονισμοί και τα πρότυπα συμφωνηθούν, υιοθετηθούν και εφαρμοστούν σε διεθνή βάση. Τα μέτρα του ΙΜΟ καλύπτουν όλες τις πτυχές της διεθνούς ναυτιλίας, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού πλοίων, των κατασκευών, του εξοπλισμού της επάνδρωσης, της λειτουργίας και της διάθεσης, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι ο ζωτικός αυτός τομέας της ναυτιλίας παραμένει ασφαλής, περιβαλλοντικά υγιής και ενεργειακά αποδοτικός. [4]

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν υιοθετηθεί αρκετές συμβάσεις, με αποτέλεσμα, να υπογραφεί εν τέλει το κύριο ρυθμιστικό σώμα, το οποίο είναι η «Διεθνής Σύμβαση για τον έλεγχο και τη διαχείριση του έρματος και των ιζημάτων των πλοίων», η οποία, αποτελεί την πρώτη σφαιρική και ολοκληρωμένη προσέγγιση σχετικά με τη διαχείριση του υδάτινου έρματος, τα συστήματα επεξεργασίας και τα πρότυπα για την εξάλειψη των αλλόχθονων θαλάσσιων ειδών τόσο της χλωρίδας όσο και της πανίδας.

Το 1991, ήταν η πρώτη χρονιά που η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) υιοθέτησε τις πρώτες κατευθυντήριες γραμμές για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα των χωροκατακτητικών θαλάσσιων οργανισμών (IAS). Ακολουθεί η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (UNCED) το 1992 στο Ρίο Ντε Τζανέιρο, η οποία αναγνωρίζει τη σημαντικότητα του προβλήματος των IAS και τους ρυθμούς με τους οποίους αυξάνεται, και προτρέπει σε διεξοδική μελέτη προκειμένου να αντιμετωπιστεί ικανοποιητικά. Τον Νοέμβριο του 1993, η

Συνέλευση του IMO ενέκρινε το ψήφισμα A.774 (18) με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές του 1991, ζητώντας από το MEPC και την Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (Maritime Safety Committee – MSC) να επανεξετάσουν τις κατευθυντήριες γραμμές με στόχο την ανάπτυξη διεθνώς εφαρμόσιμων και νομικά δεσμευτικών διατάξεων.

Μετά από 14 χρόνια και έπειτα από μια σειρά σύνθετων και πολύπλοκων διαπραγματεύσεων μεταξύ των κρατών μελών του ΔΝΟ, υιοθετήθηκε ομόφωνα η Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη διαχείριση του έρματος και των ιζημάτων των πλοίων (σύμβαση BWM) κατά τη διάρκεια διπλωματικής διάσκεψης που πραγματοποιήθηκε στο κεντρικό γραφείο του IMO στο Λονδίνο στις 13 Φεβρουαρίου 2004.

Στην πραγματικότητα η σύμβαση απαιτεί από όλα τα πλοία να εφαρμόσουν σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος και να καταγράφουν όλες τις κινήσεις, τις μεταβάσεις και την κατάσταση του πλοίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, προκειμένου οι αρχές να μπορούν να εξετάσουν τα δεδομένα και να ελέγξουν αν εφαρμόζεται η σύμβαση. Όλα αυτά έχουν ως στόχο τον περιορισμό των συνεπειών της εξάπλωσης των IAS από τόπο σε τόπο μέσω του νερού έρματος. [5]

2.2 Εφαρμογή Σύμβασης για τη Διαχείριση του Θαλάσσιου Έρματος

Αφού ξεπεράστηκαν τα εμπόδια σχετικά με την επικύρωση των οδηγιών και την ομοιόμορφη εφαρμογή της Σύμβασης BWM, καθώς και για την έγκριση και πιστοποίηση συστημάτων επεξεργασίας των υδάτων έρματος, αποφασίστηκε η Σύμβαση να τεθεί σε ισχύ στις 8 Σεπτεμβρίου 2017. Η Σύμβαση ίσχυσε 12 μήνες μετά την επικύρωσή της από 30 κράτη, τα οποία αποτελούν το 35% της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας.

Σύμφωνα με τη Σύμβαση, όλα τα πλοία που εκτελούν διεθνείς μεταφορές υποχρεούνται να διαχειρίζονται το υδάτινο έρμα και τα ιζήματα του με βάση ένα συγκεκριμένο πρότυπο, σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης των Υδάτων Έρματος (Ballast Water Management Plan) για συγκεκριμένα πλοία. Όλα τα πλοία θα πρέπει επίσης να φέρουν βιβλίο καταγραφής και ένα διεθνές πιστοποιητικό διαχείρισης υδάτινου έρματος. Με βάση το σχέδιο διαχείρισης πραγματοποιείται είτε ανταλλαγή έρματος (Κανονισμός D-1), είτε επεξεργασία έρματος (Κανονισμός D-2). Η μέθοδος ανταλλαγής θα εφαρμόζεται σε πρώτο μεταβατικό στάδιο, ενώ έπειτα την ισχύ της Σύμβασης είναι απαραίτητο κάθε πλοίο να περιλαμβάνει ένα σύστημα επεξεργασίας.

Πιο συγκεκριμένα ο Κανονισμός D-1 καθορίζει τις διαδικασίες για την ανταλλαγή του έρματος στο πλοίο. Υπάρχουν τρεις μέθοδοι γι' αυτή:

- Άδειασμα των δεξαμενών από το ανεπιθύμητο έρμα και ξαναγέμισμα με έρμα από τον ωκεανό σε ποσοστό 95% του όγκου του έρματος (sequential method).
- Υπερχείλιση των δεξαμενών έρματος (flow through method).
- Διάλυση (dilution).

Οι περιοχές στις οποίες επιτρέπεται να γίνει ανταλλαγή έρματος είναι:

- 200 NM από την πλησιέστερη ακτή και σε βάθος πάνω από 200 m.
- Αν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε όσο το δυνατό πιο μακριά από ξηρά και οπωσδήποτε τουλάχιστον 50 NM από την πλησιέστερη ακτή και σε βάθος πάνω από 200 m.
- Εφόσον τα παραπάνω δεν είναι δυνατά, κάθε κράτος μπορεί να καθορίσει συγκεκριμένες περιοχές στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η ανταλλαγή, καθώς και τυχόν πρόσθετες απαιτήσεις.
- Η ανταλλαγή έρματος πρέπει να γίνεται μόνο όταν η ασφάλεια του πλοίου είναι εγγυημένη και με τρόπο που το πλοίο να μην παρεκκλίνει ή να καθυστερεί.

Ο Κανονισμός D-2 αφορά την επεξεργασία του έρματος και συγκεκριμένα τα όρια που θα πρέπει να ικανοποιεί το έρμα μετά την επεξεργασία του ώστε να μπορεί να απορριφθεί στη θάλασσα. Δηλαδή αναφέρεται σε συγκεντρώσεις πλαγκτονικών οργανισμών (ανάλογα με το μέγεθός τους) και παθογόνων οργανισμών-δεικτών στο επεξεργασμένο έρμα. Ως εναλλακτική λύση, τα πλοία θα μπορούν να συγκρατούν το θαλάσσιο έρμα στο πλοίο και να το παραδίδουν σε αναγνωρισμένες εγκαταστάσεις υποδοχής στην ξηρά. [6]

Κατηγορία οργανισμού	Όριο
Πλαγκτόν $\geq 50 \mu\text{m}$ ελάχιστες διαστάσεις	<10 κύτταρα/ m^3
Πλαγκτόν, 10-50 μm	<10 κύτταρα/ml
Τοξικογόνο <i>Vibrio cholerae</i> (O1 και O139)	< 1 colony forming unit cfu*/100 ml ή <1 cfu/g (υγρό βάρος)
<i>Escherichia coli</i>	< 250 cfu/100 ml
Intestinal enterococci	< 100 cfu/100 ml

Πίνακας 1. Πρότυπο απόδοσης επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος (Κανονισμός D-2)

*cfu: μονάδα σχηματισμού αποικίας [80]

Σημαντικό ρόλο στην υιοθέτηση των κατευθυντήριων γραμμών και την συμμόρφωση με τους κανονισμούς της Σύμβασης για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος κατέχει το Ινστιτούτο Θαλάσσιας Μηχανικής, Επιστήμης και Τεχνολογίας (IMarEST). Η ομάδα εμπειρογνώμων που διαθέτει παρέχει συμβουλευτικό και υποστηρικτικό χαρακτήρα στον IMO. Σκοπό του αποτελεί η

ανταλλαγή γνώσεων και η καθοδήγηση σε τεχνικά θέματα, ενώ μέσω του εκτεταμένου διεθνούς δικτύου, των 20.000 μελών σε πάνω από 120 χώρες, επιθυμεί να ενημερώσει και να ευαισθητοποιήσει τον κόσμο σχετικά με την βιολογική ρύπανση που προκαλεί το θαλάσσιο έρμα. [7]

2.3 Δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Το 2008, το κοινοβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο εξέδωσαν από κοινού την οδηγία 2008/56/EC, σχετικά με τις θαλάσσιες δράσεις προστασίας του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της Ένωσης για τα επόμενα 13 χρόνια. Η οδηγία αυτή αφορά τις τέσσερις ευρωπαϊκές θαλάσσιες περιοχές:

- τη Μαύρη Θάλασσα, υπογράφηκε σύμβαση στις 21/4/1992 στο Βουκουρέστι.
- τη Μεσόγειο, υπογράφηκε σύμβαση στις 16/2/1976 στη Βαρκελώνη και τέθηκε σε ισχύ στις 12/2/1978.
- τη Βαλτική, υπογράφηκε σύμβαση το 1974 για πρώτη φορά, ενώ λόγω πολιτικών αλλαγών και εξελίξεων υπογράφηκε και ίσχυσε εκ νέου σύμβαση το 1992.
- τον βόρειο-ανατολικό Ατλαντικό, υπογράφηκε σύμβαση στις 22/9/1992 στο Παρίσι, η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 25/3/1998.

Αυτές οι παράκτιες περιοχές και χώρες έπρεπε να συνδυάσουν και να συντονίσουν τις ενέργειές τους, ώστε να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα των αλλόχθονων ειδών πιο δραστικά και αποτελεσματικά. Με τον τρόπο αυτό οι χώρες αυτές θα μπορούν να αξιολογήσουν το επίπεδο της θαλάσσιας ρύπανσης καθώς και τις συνέπειες σε οικονομικό και ανθρώπινο επίπεδο. Έτσι οι αρχές θα έχουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα της κατάστασης των θαλασσών τους και θα είναι σε θέση να υιοθετήσουν σχέδια για την εξάλειψη της μόλυνσης αυτής στο μέλλον.

Ορισμένα από τα πιο σημαντικά έργα που έχουν συσταθεί και λειτουργούν μέχρι σήμερα υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενδεικτικά είναι το Έργο GloBallast και το έργο Martob. [8]

2.3.1 GloBallast Project

Κατά το 2000, ο IMO συνένωσε τις δυνάμεις του με το Παγκόσμιο Ταμείο Περιβάλλοντος (GEF), το Πρόγραμμα Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP), τις κυβερνήσεις των κρατών μελών και της ναυτιλιακής βιομηχανίας, με στόχο την παροχή βοήθειας σε λιγότερο βιομηχανοποιημένες χώρες, όσον αφορά τη διαχείριση θαλάσσιου έρματος, μέσω του προγράμματος «Απομάκρυνσης των εμποδίων στην αποτελεσματική εφαρμογή του BWB στις αναπτυσσόμενες χώρες» (Global Ballast Water Management – Globallast). Το πρόγραμμα αφορά έξι βασικές αναπτυσσόμενες περιοχές του κόσμου, στις οποίες μέσω της συμμόρφωσης με τις οδηγίες του IMO στοχεύουν στη μείωση της μεταφοράς των επιβλαβών οργανισμών μέσω του έρματος των πλοίων.

Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε το 2004, αλλά θεωρήθηκε ως τέτοια επιτυχία που το ακολούθησε μία σύμπραξη Globallast, το πρόγραμμα «Οικοδομικές συνεργασίες για την υποστήριξη αναπτυσσόμενων χωρών για τη μείωση της μεταφοράς επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών μέσω του έρματος των πλοίων». Στόχος της σύμπραξης αυτής είναι η αξιοποίηση της προόδου που έχει επιτευχθεί στο αρχικό σχέδιο σχετικά με τη μείωση της μεταφοράς αλλόχθονων οργανισμών και τη συμμόρφωση στις οδηγίες της Σύμβασης. Οι συμπράξεις GloBallast αρχικά θα έληγαν τον Οκτώβριο του 2012, ωστόσο, η εκτελεστική επιτροπή του προγράμματος αποφάσισε να παρατείνει το έργο μέχρι τον Ιούνιο του 2017. [9,10]

2.3.2 Martob Project

Το έργο Martob ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2001 έχοντας τριετή ισχύ, και είχε ως στόχους την ανάπτυξη συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος και τη χαμηλή συγκέντρωση σε θείο των καυσίμων των πλοίων. Και οι δύο αυτοί στόχοι λοιπόν επιδίωκαν φιλικότερες προς το περιβάλλον ναυτιλιακές λειτουργίες.

Το έργο όχι μόνο ανέπτυξε νέα εργαλεία σχεδιασμού και εξοπλισμού συστημάτων επεξεργασίας, αλλά αξιολογούσε την αποτελεσματικότητα, την ασφάλεια, τις περιβαλλοντικές και οικονομικές πτυχές των νέων μεθόδων σε σύγκριση με τις παλαιότερες. Τόνισε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους, έτσι ώστε να υιοθετηθούν τα πλέον αποτελεσματικά, χαμηλού κόστους και φιλικά προς το περιβάλλον συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος. Επίσης έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαίδευση και κατάρτιση του πληρώματος, ενώ διεξήγαγε εκτεταμένες εργαστηριακές δοκιμές επί των πλοίων, σχετικά με τα συστήματα επεξεργασίας και τους μικροοργανισμούς βιωσιμότητας και επιβίωσης. Οι

δοκιμές αυτές αναθεώρησαν τις μεθόδους αξιολόγησης της αποδοτικότητας και των προτύπων που χρειάζονται περαιτέρω τα συστήματα, πριν από την εφαρμογή τους επί του πλοίου. [11]

2.4 Κανονισμοί Ακτοφυλακής Η.Π.Α

Παρόλο που οι Η.Π.Α δεν έχουν επικυρώσει τη Σύμβαση για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος (BWM), αναγνωρίζουν αυτό το σημαντικό ορόσημο για τον έλεγχο της εξάπλωσης των χωροκατακτητικών ειδών από το νερό έρματος ως μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της παγκόσμιας ναυτιλίας. Έχουν αναπτύξει τους δικούς τους κανονισμούς που αφορούν στα πλοία που ταξιδεύουν από και προς τα λιμάνια των Η.Π.Α, συγκεκριμένα η Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (USCG), η επιτροπή προστασίας του περιβάλλοντος (EPA) σε συνεργασία με την VGP 2013 και επιπλέον 16 πολιτείες των Η.Π.Α έχουν θεσπίσει τους δικούς τους εθνικούς κανονισμούς για την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος των πλοίων.

Η EPA σε συνεργασία με την Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (USCG) έχουν θεσπίσει τους ενιαίους εθνικούς κανονισμούς για την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος των πλοίων, οι οποίοι τέθηκαν σε ισχύ τον Ιούνιο του 2012. Σε ομοσπονδιακό επίπεδο υπάρχουν δύο βασικές διατάξεις, ο ομοσπονδιακός έλεγχος της ρύπανσης των υδάτων του 1972 όπου έπειτα από τροποποίηση το 1977 μετονομάστηκε σε πράξη καθαρού νερού (Clean Water Act) και αποτελεί τον κύριο ομοσπονδιακό νόμο για τη ρύπανση νερού στις ΗΠΑ και ο νόμος για την πρόληψη και τον έλεγχο των υδρόβιων εισβολών του 1990 (Nonindigenous Aquatic Nuisance Prevention and Control Act) που ήταν για μεγάλο χρονικό διάστημα η κύρια προστασία των Ηνωμένων Πολιτειών από τα επεμβατικά είδη γενικά και ιδίως εκείνα που φθάνουν μέσω του νερού έρματος.

Η USCG διευθύνθηκε από τη NISA (National Invasive Species Act) για τη δημιουργία εθνικών εθελοντικών κατευθυντήριων γραμμών για τη διαχείριση των υδάτων έρματος, οι οποίες εάν θεωρούνταν ανεπαρκείς θα μπορούσαν να μετατραπούν σε υποχρεωτικό εθνικό πρόγραμμα. Η NISA αποτελεί μια αναθεώρηση και τροποποίηση της πράξης του 1990, προκειμένου οι κανονισμοί να καλύπτουν όλα τα ύδατα των Ηνωμένων Πολιτειών. Δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις πλοίων συχνά αποτύγχαναν να υποβάλλουν τις κατάλληλες εκθέσεις για το νερό έρματος, το πρόγραμμα μετατράπηκε σε υποχρεωτικούς κανονισμούς το 2004.

Οι κανονισμοί αποτελούνται από δύο υποτμήματα, το υποτμήμα C που αφορά τη διαχείριση του νερού έρματος για τον έλεγχο των μη ιθαγενών ειδών στις Μεγάλες Λίμνες και στον ποταμό Hudson και το

υποτμήμα D που αφορά τη διαχείριση του νερού έρματος για τον έλεγχο των μη ιθαγενών ειδών στα ύδατα των Ηνωμένων Πολιτειών.

Το τμήμα D ισχύει για όλα τα σκάφη που διαθέτουν δεξαμενές έρματος που λειτουργούν στα ύδατα των Η.Π.Α. και τα οποία προορίζονται για λιμάνια ή μέρη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Έχει απαγορευτεί η απόρριψη ή ανάληψη νερού έρματος σε ευάλωτες θαλάσσιες περιοχές όπως θαλάσσια πάρκα ή κοραλλιογενείς υφάλους. Οι δεξαμενές έρματος πρέπει να καθαρίζονται μόνο στη μέση του ωκεανού ή υπό ελεγχόμενες συνθήκες στο λιμένα, κάνοντας χρήση του πόσιμου νερού από το δημόσιο σύστημα ύδρευσης, ενώ βρίσκονται στα ύδατα των Η.Π.Α. Μπορεί να εκκενωθεί μόνο η ελάχιστη ποσότητα νερού έρματος που είναι απαραίτητη για τις εργασίες και την ευστάθεια του σκάφους, ενώ κάθε σκάφος πρέπει να έχει υιοθετήσει ειδικό σχέδιο διαχείρισης υδάτινου έρματος που βοηθά το πλήρωμα να κατανοήσει και ακολουθήσει τη στρατηγική διαχείρισης του. Κάθε φορά που ένα σκάφος μεταφέρει νερό έρματος που έχει ληφθεί σε λιγότερο από 200NM από οποιαδήποτε ακτή, η διαχείριση του πρέπει να πραγματοποιηθεί πριν από την εκπλήρωση. Οι αποδεκτές επιλογές εκτελούν ανταλλαγή νερού με έρμα τουλάχιστον 200 NM από οποιαδήποτε ακτή, διατηρώντας νερό έρματος στο σκάφος ή χρησιμοποιώντας μια εναλλακτική περιβαλλοντικά ορθή μέθοδο για τη διαχείριση του νερού έρματος, η οποία εγκρίθηκε από την ακτοφυλακή, πριν από την είσοδο στα ύδατα των ΗΠΑ. Η διαχείριση των υδάτων έρματος δεν απαιτείται εάν αποφασίσει ο πλοίαρχος του πλοίου ότι θα απειλούσε την ασφάλεια του σκάφους, του πληρώματός του ή των επιβατών του, λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών, περιορισμών σχεδιασμού πλοίων, βλάβης του εξοπλισμού ή οποιεσδήποτε άλλες έκτακτες συνθήκες. Στις περιπτώσεις αυτές, μόνο το ποσό του νερού έρματος που απαιτείται για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια του πλοίου για τις εργασίες του φορτίου μπορεί να εκκενωθεί και πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες καταγραφές για το νερό έρματος διαθέσιμες στον τοπικό πλοίαρχο του λιμένα (COTP) κατόπιν αιτήματος.

Εάν από την άλλη πλευρά, υπόκειται στο τμήμα C, δηλαδή στις Μεγάλες Λίμνες ή στον Ποταμό Hudson, πρέπει να χρησιμοποιήσει μια εναλλακτική μέθοδο διαχείρισης νερού έρματος ή να ζητηθεί άδεια από το COTP για την ανταλλαγή του νερού έρματος του σκάφους εντός καθορισμένης περιοχής. Οι υποχρεωτικές απαιτήσεις τήρησης αρχείων περιλαμβάνουν γενικές πληροφορίες για το σκάφος, πληροφορίες για το ταξίδι, πληροφορίες για το συνολικό νερό έρματος, πληροφορίες για τη διαχείριση νερού έρματος, καθώς και πληροφορίες για το ίδιο το έρμα, όπως π.χ. την ημερομηνία λήψης, την τοποθεσία, τον όγκο, τη θερμοκρασία και την αλατότητα. Ο COTP μπορεί να δειγματίζει το νερό έρματος, να εξετάζει το έγγραφο και να θέτει γενικά έρευνες για να εκτιμηθεί η συμμόρφωση με τους κανονισμούς. [12]

Όσο αναφορά τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς, η USCG τη διακρίνει σε δύο φάσεις, με το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα να βασίζεται στη χωρητικότητα και την ημερομηνία κατασκευής του

σκάφους. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη φάση έχει υιοθετήσει σύστημα απαλλαγής έρματος όμοιο με τη Σύμβαση που προτάθηκε το 2004 από τον IMO. Είναι δυνατό η πρώτη αυτή φάση να επιτευχθεί βραχυπρόθεσμα και να ενισχύσει σημαντικά την προστασία του περιβάλλοντος, παρόλα αυτά η USCG δεν θεωρεί πως αυτό θα πρέπει να αποτελεί και το τελικό στάδιο για την προστασία των υδάτων των Η.Π.Α. Έτσι ακολουθεί η δεύτερη φάση η οποία περιλαμβάνει πολύ αυστηρότερα πρότυπα από αυτά της πρώτης φάσης. Και αυτό διότι θεωρεί πως θέτοντας αυστηρότερα πρότυπα καθώς και ημερομηνίες υλοποίησης τους, προτρέπει τους προμηθευτές να αναπτύξουν τεχνολογίες ικανές να ανταποκριθούν στις ζητούμενες απαιτήσεις. Το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των προτύπων απόρριψης της USCG, είναι παρόμοιο με τη σύμβαση BWB, αλλά δεν εξαρτάται από την επικύρωση της σύμβασης. Ο κανόνας της USCG θέσπισε ένα σταθερό χρονοδιάγραμμα για να απαιτείται από τα πλοία να μεταφέρουν νερό έρματος εάν εισέλθουν στα ύδατα των ΗΠΑ. [13]

	Ballast Water Capacity	Compliance Date
New Vessels (Constructed on or after 1 December 2013)	All	On Delivery
Existing Vessels (Constructed prior to 1 December 2013)	< 1,500 m ³	1st Scheduled Drydocking after 1 January 2016
	1,500 – 5,000 m ³	1st Scheduled Drydocking after 1 January 2014
	> 5,000 m ³	1st Scheduled Drydocking after 1 January 2016

Πίνακας 2. Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των προτύπων απόρριψης της USCG [18]

Ωστόσο, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν επί του παρόντος αρκετά BWTS που να κατέχουν πιστοποιητικό έγκρισης τύπου USCG, οι πλοιοκτήτες μπορούν να υποβάλουν αίτηση για επέκταση. Τα πλοία μπορούν να λάβουν παράταση 5 ετών, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης (Alternative Management System - AMS), το οποίο είναι, συνήθως ένα εγκεκριμένο από τον IMO σύστημα, που έχει λάβει έγκριση AMS από την USCG σύμφωνα με το νόμο 33 CFR 151.2026. Κάθε σκάφος που χρησιμοποιεί AMS πρέπει να διατηρεί επί του σκάφους αντίγραφο της επιστολής αποδοχής που έχει χορηγηθεί στον κατασκευαστή από την Ακτοφυλακή. Σύμφωνα με τις 33 CFR 151.1510 και 151.2025, ένα AMS εγκατεστημένο σε ένα σκάφος πριν από την ημερομηνία συμμόρφωσης του μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο πριν όσο και μετά την ημερομηνία συμμόρφωσης του σκάφους για όσο διάστημα το AMS παραμένει πλήρως λειτουργικό. [14] Η επιλογή αυτή θεωρείται ως ένα πενταετές προσωρινό μέτρο, με το οποίο η USCG αποδέχεται συστήματα,

εγκεκριμένα από άλλη Αρχή (flag state), σύμφωνα με τα κριτήρια της Σύμβασης. Ο κατασκευαστής του συστήματος που αποκτά AMS, εκμεταλλεύεται την πενταετή του διάρκεια έως ότου εξασφαλίσει την τελική έγκριση από την USCG. Το ρίσκο που παρουσιάζει αυτή η επιλογή είναι ότι το ήδη εγκατεστημένο στο πλοίο σύστημα διαχείρισης μπορεί να μην έχει λάβει τελική έγκριση από την USCG μετά το πέρας της πενταετούς διάρκειας του AMS και το κόστος για την άμεση αντικατάσταση του με ένα πλέον εγκεκριμένο να είναι βαρυσήμαντο.

Το Μάρτιο του 2017 πραγματοποιήθηκε μια ενημέρωση του προγράμματος Διαχείρισης του Θαλάσσιου Έρματος (BWM) από την USCG. Σύμφωνα λοιπόν με αυτήν, η Ακτοφυλακή παραχωρεί παράταση της ημερομηνίας συμμόρφωσης ενός πλοίου σε έναν πλοιοκτήτη/ χειριστή, ο οποίος έχει τεκμηριώσει ότι, παρά τις προσπάθειες, δεν είναι δυνατή η συμμόρφωση με μία από τις εγκεκριμένες μεθόδους διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος. Εάν οι επιλογές που παρέχει η USCG δεν είναι πρακτικά διαθέσιμες παρά την καταβολή προσπαθειών, οι πλοιοκτήτες μπορούν να ζητήσουν παράταση στο χρονοδιάγραμμα υλοποίησης. Επιπλέον η διαθεσιμότητα ενός Εναλλακτικού Προγράμματος Διαχείρισης δεν απαγορεύει στον πλοιοκτήτη να λάβει παράταση. Οι κανονισμοί USCG παρέχουν τη διαδικασία υποβολής αίτησης για αυτές τις επεκτάσεις, όταν μπορούν να τεκμηριωθούν. Το μήκος της επέκτασης της ημερομηνίας συμμόρφωσης, όταν χορηγείται, θα βασίζεται στη διαθεσιμότητα των συστημάτων που έχουν εγκριθεί από τη USCG. Οι πλοιοκτήτες πρέπει να προβλέπουν ότι αυτό, συνήθως, δεν θα ευθυγραμμίζεται με τον προγραμματισμένο δεξαμενισμό. [15]

2.4.1 Εθνικοί κανονισμοί Πολιτειών [12]

Μέχρι σήμερα 16 πολιτείες στις ΗΠΑ έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις BMW. Τα κράτη επέβαλαν αυτές τις απαιτήσεις είτε μέσω του κρατικού κανονισμού, είτε μέσω της διάταξης CWA (Πιστοποίηση του τμήματος 401). Παρακάτω γίνεται αναφορά σε 4 από αυτές τις πολιτείες με την Καλιφόρνια και τη Νέα Υόρκη να έχουν τις αυστηρότερες απαιτήσεις.

2.4.1.1 California

Το πρόγραμμα σχετικά με την εισβολή θαλάσσιων ειδών της Καλιφόρνιας ξεκίνησε το 1999 έπειτα από την πράξη διαχείρισης των υδάτων έρματος από την Καλιφόρνια για τον έλεγχο των μη ιθαγενών ειδών και το 2003 επεκτάθηκε το πεδίο εφαρμογής της πράξης μέσω της πράξης των θαλάσσιων χωροκατακτητικών ειδών (MISA). Σκοπός της νομοθεσίας αυτής είναι η κινητοποίηση της Πολιτείας σχετικά με την εξάλειψη των επεμβατικών ειδών στα ύδατα του κράτους ή στα ύδατα που μπορεί να επηρεάσουν το κράτος, χρησιμοποιώντας την καλύτερη διαθέσιμη και τεχνολογικά επιτεύξιμη τεχνολογία. Οι απαιτήσεις για τις λειτουργίες έρματος υπό τη μέθοδο MISA είναι διαρθρωμένες γύρω από δράσεις για την ελαχιστοποίηση της απορρόφησης και της απελευθέρωσης επεμβατικών ειδών. Ελάχιστες ποσότητες νερού έρματος απαραίτητες για τις εργασίες των σκαφών μπορούν να απορρίπτονται στα ύδατα του κράτους, η πρόσληψη ή η απαλλαγή πρέπει να ελαχιστοποιείται εντός θαλάσσιων ιζημάτων, θαλάσσιων διατηρημάτων, κοντά σε θαλάσσια πάρκα ή οι κοραλλιογενείς υφάλους και οι απορροφήσεις πρέπει επίσης να ελαχιστοποιούνται όταν οι κίνδυνοι λήψης μεγάλων ποσοτήτων οργανισμών είναι υψηλοί (όπως κοντά στα λύματα, στο σκοτάδι και στα διαταραγμένα ιζήματα). Κάθε σκάφος πρέπει να διαθέτει σχέδιο διαχείρισης έρματος, τουλάχιστον επαρκώς λεπτομερές για να αφήσει το πλήρωμα του πλοίου να καταλάβει και να ακολουθήσει τη στρατηγική διαχείρισης και κατόπιν αιτήσεως, της επιτροπής κρατικών γαιών (State lands), να επιτρέπεται η δειγματοληψία και η απόρριψη έρματος. Πλοία που φτάνουν από περιοχές εκτός της οικονομικής ζώνης (EEZ) έχουν την επιλογή είτε να πραγματοποιήσουν απαλλαγή στη μέση του ωκεανού διατηρώντας το νερό έρματος επί του σκάφους και εκφορτώνοντάς το σύμφωνα με εγκεκριμένες τεχνικές στην ίδια θέση από την οποία προέρχεται, είτε να πραγματοποιήσουν απαλλαγή σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις αποδοχής. Μόνο κάτω από έκτακτες συνθήκες μπορούν να ανταλλάσσονται σε περιοχές που συμφωνήθηκαν από την επιτροπή κρατικών γαιών και την USCG ως αποδεκτές. Από τη θέσπισή της, η MISA έχει τροποποιηθεί πολλές φορές και το πεδίο εφαρμογής της έχει διευρυνθεί. Μία από αυτές τις τροπολογίες είναι η προστατευτική πράξη του θαλάσσιου οικοσυστήματος (Coastal Ecosystem Protection Act) του 2006, η οποία εξουσιοδοτεί την επιτροπή

κρατικών γαιών να εφαρμόσει πρότυπα απόδοσης για την εκκένωση του νερού έρματος. Παρακάτω παρατίθεται ένα σχέδιο συμμόρφωσης των προτύπων απόδοσης, σύμφωνα με τους κανονισμούς της πολιτείας της Καλιφόρνια. Μέχρι το 2020, τα πρότυπα αυτά μετατρέπονται σε τελικά πρότυπα απόδοσης του νερού έρματος που εκκενώνεται, και στο οποίο δεν υπάρχουν ανιχνεύσιμοι ζωντανοί οργανισμοί.

Organism Size Class	Discharge Limitation
Larger than 50 μm (micrometer or one millionth of a meter) in minimum dimension	No detectable living organisms
10 – 50 μm in minimum dimension	Less than (<) 0.01 living organisms per ml (milliliter)
Less than 10 μm in minimum dimension	Less than 10^3 (1,000) bacteria per 100 ml Less than 10^4 living viruses per 100 ml
Escherichia coli	Less than 126 cfu (colony forming units) per 100 ml
Intestinal enterococci	Less than 33 cfu per 100 ml
Toxicogenic Vibrio cholera (Human cholera)	Less than 1 cfu per 100 ml or Less than 1 cfu per gram of wet weight biological material

Πίνακας 3. Πρότυπα απόδοσης νερού έρματος σύμφωνα με την Πολιτεία της Καλιφόρνια [18]

2.4.1.2 New York

Η Νέα Υόρκη καθόρισε αρχικά πρότυπα απαλλαγής παρόμοια με αυτά της Καλιφόρνια, αλλά αναθεώρησε τις απαιτήσεις για συμμόρφωση με τις απαιτήσεις VGP των USCG και EPA του 2013. Η Νέα Υόρκη έχει υιοθετήσει περισσότερο αυστηρούς περιορισμούς σχετικά με τα απόβλητα με βάση την ποιότητα του νερού μέχρι το επόμενο VGP. Ωστόσο, συνεχίζει να απαιτεί ανταλλαγή νερού έρματος, ανεξάρτητα από το αν το σκάφος είναι εξοπλισμένο με σύστημα διαχείρισης. Η Νέα Υόρκη περιλαμβάνει επίσης πρόσθετες πρακτικές διαχείρισης για το νερό έρματος που λαμβάνεται στο πλοίο σχετικά με την ιογενή αιμορραγική σηψαιμία (Viral Hemorrhagic Septicemia-VHS), η οποία τείνει να μολύνει τα ύδατα. Εκτός από την παρακολούθηση της συμμόρφωσης με τον βιολογικό δείκτη VGP του 2013, όλα τα σκάφη που καλύπτονται από το VGP και που λειτουργούν στα ύδατα της Νέας Υόρκης, μετά την εγκατάσταση του BWMS, πρέπει να δοκιμάσουν και να αναλύσουν την εκκένωση ύδατος έρματος για ζωντανούς οργανισμούς (δηλαδή οργανισμούς > 50 μm και οργανισμούς από 10-50 μm) τουλάχιστον μία φορά το χρόνο χρησιμοποιώντας αποδεκτό πρωτόκολλο δειγματοληψίας και δοκιμής. Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης πρέπει να

υποβάλλονται στην EPA και στο Υπουργείο Περιβάλλοντος της Πολιτείας της Νέας Υόρκης σε ετήσια βάση.

2.4.1.3 Washington

Το κράτος της Ουάσιγκτον, τμήμα των ψαριών και της άγριας ζωής της, αποτελούν το όργανο στο οποίο εφαρμόζεται ο κρατικός νόμος σχετικά με τη διαχείριση των υδάτων έρματος. Ο νόμος ισχύει για όλα τα πλοία που ζυγίζουν τουλάχιστον 300 ακαθάριστους τόνους και που διέρχονται στα ύδατα της πολιτείας. Η εκκένωση του νερού έρματος δεν επιτρέπεται εκτός εάν υπάρχει ανοικτή θαλάσσια ανταλλαγή ή εάν το νερό έρματος έχει αντιμετωπιστεί σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζονται από τους κρατικούς και ομοσπονδιακούς νόμους. Ανοικτή θαλάσσια ανταλλαγή βάσει του παρόντος κανονισμού σημαίνει ανταλλαγή που πραγματοποιείται τουλάχιστον 50 ναυτικά μίλια μακριά από την ακτή, εκτός εάν η USCG απαιτεί μεγαλύτερη απόσταση από την στεριά για την ανταλλαγή, οπότε αυτή αποτελεί την απαιτούμενη απόσταση για συμμόρφωση. Όταν μια ανοικτή θαλάσσια ανταλλαγή ή άλλες τέτοιες θεραπείες απειλούν την ασφάλεια ενός σκάφους, δεν χρειάζεται να εκτελούνται και το σκάφος μπορεί να απορρίπτει την ελάχιστη ποσότητα νερού που είναι λειτουργικά αναγκαία. Όταν η ασφαλής απαλλαγή χρησιμοποιείται, απαιτείται τεκμηρίωση σχετικά με το περιστατικό, ενώ το σκάφος μπορεί να υποβληθεί σε τέλη που υπερβαίνουν τα \$ 5.000.

2.4.1.3 Michigan

Οι περιβαλλοντικές πράξεις του Μίσιγκαν έχουν σε μεγάλο βαθμό ενοποιηθεί με το νόμο για τους φυσικούς πόρους και την προστασία του περιβάλλοντος του 1994. Το 2005 προστέθηκε μια σημαντική τροποποίηση σχετικά με το νερό έρματος και τα χωροκατακτητικά είδη. Σύμφωνα με αυτήν την τροποποίηση, από την 1η Ιανουαρίου 2007, "όλα τα ωκεανογραφικά σκάφη με συμμετοχή σε λιμενικές επιχειρήσεις σε αυτή την Πολιτεία πρέπει να λαμβάνουν άδεια από το τμήμα περιβαλλοντικής ποιότητας του Μίσιγκαν (MDEQ). Οι άδειες μπορούν να εκδοθούν μόνο εάν ο αιτών μπορεί να αποδείξει ότι το σκάφος δεν θα απορρίψει κανένα υδρόβιο επεμβατικό είδος. Εναλλακτικά, εάν το σκάφος επιθυμεί να εκφορτώσει το νερό έρματος, ο φορέας εκμετάλλευσης πρέπει να αποδείξει ότι η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και οι μέθοδοι είναι περιβαλλοντικά υγιείς, όπως καθορίζονται

από το τμήμα, και θα χρησιμοποιηθούν ώστε να αποτρέψουν την απόρριψη των υδρόβιων χωροκατακτητικών ειδών. Το MDEQ, μέσω έκδοσης κανόνων, ενέκρινε τέσσερις μεθόδους για τη χορήγηση γενικής άδειας και αυτές είναι το υποχλωριώδες, το διοξείδιο χλωρίου, η υπεριώδης ακτινοβολία που προηγείται με απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και η αποξυγόνωση. Εάν ένα σκάφος επιθυμεί να χρησιμοποιήσει μια εναλλακτική μέθοδο, πρέπει να υποβάλει αίτηση για ακριβότερη ατομική άδεια. Ο στόχος πίσω από τον κανονισμό του Μίσιγκαν ήταν να υλοποιηθούν περισσότερες αποτελεσματικές μέθοδοι θεραπείας από αυτές που επιβάλλει η USCG. Δεν προοριζόταν να δεχτεί την ανταλλαγή εν μέσω του ωκεανού και αντί αυτού επέλεξε θεραπείες οι οποίες δεν έχουν ακόμη εγκριθεί από την USCG. Αυτή η πρωτοβουλία δεν είχε θετικό αντίκτυπο στη ναυτιλιακή βιομηχανία, με εννέα ναυτιλιακές εταιρίες να ζητούν με δηλωτικό χαρακτήρα το καταστατικό του Μίσιγκαν σχετικά με το νερό έρματος να ακυρωθεί. Το αίτημα απορρίφθηκε από το δικαστήριο αφού διαπιστώθηκε ότι σύμφωνα με την NISA, η USCG μπορεί να δημιουργήσει κανονισμούς που σχετίζονται με τους στόχους της, και η USCG με τη σειρά της κατέστησε σαφές με τους κανονισμούς της ότι τα κράτη έχουν το δικαίωμα να θεσπίζουν νόμους, όπως τον εν λόγω κανόνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μέθοδοι Διαχείρισης Έρματος

3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση για τον έλεγχο και τη διαχείριση του έρματος, όλα τα πλοία που εκτελούν διεθνείς μεταφορές υποχρεούνται να διαχειρίζονται το υδάτινο έρμα και τα ιζήματά τους σύμφωνα με ένα σχέδιο διαχείρισης για το συγκεκριμένο τύπο πλοίου. Ορίζεται ότι η διαχείριση του έρματος πραγματοποιείται με ανταλλαγή, με επεξεργασία, είτε με απόρριψη του σε ειδικές εγκαταστάσεις στην ακτή.

Οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την προετοιμασία του σχεδίου διαχείρισης θαλάσσιου έρματος (Ballast Water Management Plan) είναι οι ακόλουθοι:

- Οι παράκτιοι οργανισμοί που εκλύονται σε ανοιχτές θάλασσες ή στα μέσα του ωκεανού γενικά δεν επιβιώνουν και αντίστροφα.
- Η χημική επεξεργασία μπορεί να σκοτώσει οργανισμούς σε ύδατα έρματος και έτσι, η χημική δοσολογία σε δεξαμενές έρματος είναι μία υποψήφια μέθοδος.
- Οι οργανισμοί γλυκού νερού δεν επιβιώνουν σε αλμυρό νερό και αντίστροφα.
- Τα ύδατα έρματος ηλικίας άνω των εκατό ημερών βρίσκονται σε κατηγορία χαμηλού κινδύνου, καθώς η απουσία φωτός, θρεπτικών στοιχείων και οξυγόνου στις δεξαμενές έρματος σκοτώνουν γενικά τους μικροοργανισμούς.
- Για τα πλοία που ταξιδεύουν σε κοντινά δρομολόγια και δεν είναι σε θέση να ανταλλάξουν ύδατα έρματος, η απόρριψη στις εγκαταστάσεις υποδοχής στην ακτή είναι μια άλλη λύση.
- Μπορούν να ληφθούν υπόψη νέες μέθοδοι όπως οι θερμικές μέθοδοι, η διήθηση, η απολύμανση και η υπερϊώδης επεξεργασία.
- Η πρόσληψη ύδατος έρματος πρέπει να αποφεύγεται στο σκοτάδι ή τη νύχτα καθώς οι οργανισμοί που βρίσκονται στο κάτω μέρος ανέρχονται στην κορυφή.

- Η πρόσληψη ύδατος έρματος θα πρέπει να αποφεύγεται σε ρηχά νερά και όπου οι έλικες μπορούν να αναδύσουν τα ιζήματα.
- Πρέπει να αποφεύγεται η πρόσληψη νερού κοντά στα λύματα των αποβλήτων και των βιομηχανικών αποβλήτων.
- Η πρόσληψη νερού από έρπητα θα πρέπει να αποφεύγεται όπου υπάρχει έξαρση φυτοπλαγκτόν και όταν υπάρχει γνωστή εστία ασθενειών που μεταδίδονται μέσω ύδατος έρματος.

Αναπόσπαστο κομμάτι του σχεδίου αποτελεί και το ειδικό βιβλίο καταγραφής υδάτινου έρματος, που υποχρεωτικά πρέπει να διαθέτουν τα πλοία, βάση του κανονισμού B-2. Πραγματοποιείται καταγραφή κατά την λήψη, επεξεργασία και απόρριψη του θαλάσσιου έρματος, ενώ πρέπει πάντα να διαθέσιμο για έρευνα.

Με τη βοήθεια ενός κατάλληλου σχεδίου διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, μπορούν να αποφευχθούν λειτουργικές καθυστερήσεις οι οποίες θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος. Επιπλέον επιτυγχάνεται απλούστευση της υποβολής εκθέσεων για τις απαιτήσεις των διαφόρων κρατικών αρχών. Και το πιο σημαντικό από όλα είναι ότι μια ασφαλή ανταλλαγή έρματος μπορεί να πραγματοποιηθεί οπουδήποτε στον κόσμο. [16]

3.2 Ανταλλαγή Έρματος

Η ανταλλαγή έρματος περιλαμβάνει την αντικατάσταση του έρματος από το λιμάνι με έρμα από την ανοιχτή θάλασσα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του πλοίου. Αυτό γίνεται αφενός γιατί οι οργανισμοί της ανοιχτής θάλασσας είναι λιγότεροι ανά μονάδα όγκου σε σχέση με τους οργανισμούς των λιμανιών (και των παράκτιων περιοχών) και αφετέρου επειδή είναι δυσκολότερο παράκτιοι οργανισμοί να επιβιώσουν στην ανοιχτή θάλασσα και το αντίστροφο, εξαιτίας των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν. Υπάρχουν διαφορετικές συνθήκες στα χαρακτηριστικά του θαλάσσιου ύδατος μεταξύ παράκτιων περιοχών και ανοικτών θαλασσών, όπως στην αλατότητα και τη θερμοκρασία του νερού, που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση. Αυτές οι διαφορές μπορεί να δυσχεράνουν την επιβίωση των οργανισμών στη δεξαμενή έρματος των πλοίων. Η ανταλλαγή θαλάσσιου έρματος πρέπει να πραγματοποιείται στα μέσα του ωκεανού ή τουλάχιστον 200 ναυτικά μίλια από την ακτή και σε μια τοποθεσία, όπου το βάθος του νερού είναι τουλάχιστον 200 μέτρα ή περισσότερο, σύμφωνα με τον κανονισμό B-4. Όταν δεν είναι δυνατόν να ικανοποιηθούν αυτές οι απαιτήσεις, μπορούν να οριστούν περιοχές όπου τα πλοία μπορούν να πραγματοποιούν ανταλλαγή νερού έρματος. Όλα τα

πλοία πρέπει να απομακρύνουν και να απορρίπτουν ιζήματα από χώρους που πρόκειται να μεταφέρουν νερό έρματος σύμφωνα με τις διατάξεις του σχεδίου διαχείρισης των υδάτων έρματος πλοίων (BWMP). Υπάρχουν τρεις διαφορετικές μέθοδοι ανταλλαγής θαλάσσιου έρματος:

Διαδοχικά: Οι δεξαμενές του πλοίου καθαρίζουν από τα παράκτια ύδατα και στη συνέχεια τα αντικαθιστούν με ωκεάνια ύδατα σε ποσοστό 95% του όγκου του έρματος (sequential). Η μέθοδος αυτή εκτελείται σε σχετικά μικρούς χρόνους, όμως δεν είναι δυνατό να εφαρμοστεί με ασφάλεια στην πράξη, ακόμα και όταν η ανταλλαγή γίνεται σταδιακά ανά δεξαμενή. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην απώλεια ευστάθειας του πλοίου, λόγω των διαρκών διαδικασιών αδειάσματος και ξαναγεμίσματος των δεξαμενών, και στις αυξημένες καταπονήσεις. Το σχέδιο διαχείρισης των υδάτων μέσω της ανταλλαγής έρματος πρέπει να είναι συγκεκριμένο και ακριβές, λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές συνθήκες και την κατάσταση της θάλασσας, διότι κάθε λάθος μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία της ευστάθειας με καταστροφικές συνέπειες για το πλοίο και το φορτίο επίσης.

Μέθοδος ροής: Σε αυτή τη μέθοδο, το νερό διοχετεύεται στη δεξαμενή και αφήνεται να υπερχειλίζει μέσω του εξαερισμού ή των ειδικών αεραγωγών υπερχειλίσης. Πρέπει να αντληθεί τρεις φορές ο όγκος της δεξαμενής για να πραγματοποιηθεί ασφαλής ανταλλαγή έρματος με 95% απόδοση. Με αυτή τη μέθοδο δεν μεταβάλλεται η ευστάθεια του πλοίου, όμως σε περίπτωση που μεταβληθεί πρέπει να υποβληθεί πίνακας συνοπτικής ακολουθίας που να αποδεικνύει ότι υπάρχει επαρκής δύναμη και σταθερότητα. Αυξάνεται όμως ο χρόνος ερματισμού και αφερματισμού, γεγονός που δεν ευνοεί την εφαρμογή της μεθόδου σε ολιγοήμερα ταξίδια ή σε αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Μέθοδος αραίωσης: Σε αυτή τη μέθοδο η δεξαμενή έχει δύο ανοίγματα, όπου πραγματοποιείται ταυτόχρονη εκκένωση του έρματος από κάτω και πλήρωση της δεξαμενής από πάνω με ίση ροή και διατήρηση σταθερής στάθμης. Όπως και στη μέθοδο ροής, το έρμα έχει αντικατασταθεί ασφαλώς με την άντληση τρεις φορές του όγκου της δεξαμενής. Με την εκροή νερού από το κάτω μέρος των δεξαμενών έρματος, τα ιζήματα απομακρύνονται ευκολότερα, ενώ αποφεύγεται η χρήση αγωγών εξαερισμού για την εκκένωση του νερού πάνω από το κατάστρωμα.

Ο IMO και ολόκληρη η διεθνής ναυτιλιακή κοινότητα παρακολουθούν πολύ στενά τα προβλήματα που συνδέονται με την μέθοδο της ανταλλαγής νερού και έχουν ήδη ανακοινώσει συγκεκριμένες οδηγίες και συμβουλές, έτσι ώστε αυτά τα προβλήματα να αποφεύγονται. Κατ' αρχάς μειώνει την πιθανότητα μεταφοράς μη ιθαγενών οργανισμών, αλλά δεν την εξαλείφει. Συγκεκριμένα, είναι πιο αποτελεσματική όταν οι ιδιότητες των υδάτων που ανταλλάσσονται διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό, για παράδειγμα όταν πρόκειται για γλυκό ή υφάλμυρο νερό που ανταλλάσσεται με ωκεάνιο νερό. Επιπλέον, τα ιζήματα που συσσωρεύονται στον πυθμένα των δεξαμενών είναι δύσκολο να

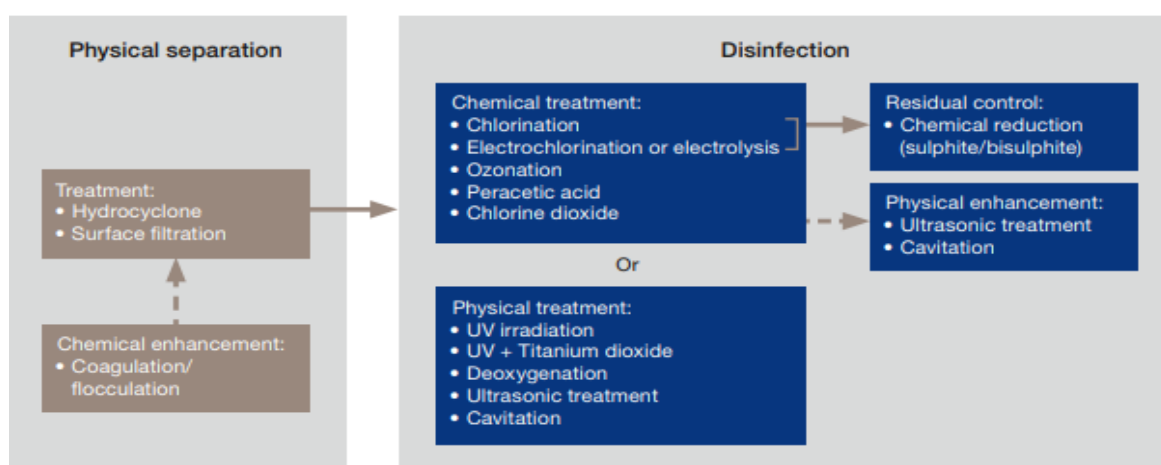
αποκολληθούν με τη μέθοδο αυτή. Τέλος, η μέθοδος μπορεί να είναι μη πρακτική και επισφαλής σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και καιρικές συνθήκες και λανθασμένες ενέργειες μπορεί να οδηγήσουν σε επικίνδυνες καταστάσεις για το πλοίο. [17] Η ανταλλαγή έρματος πρέπει να γίνεται μόνον όταν η ασφάλεια του πλοίου είναι εγγυημένη και με τρόπο που το πλοίο να μην παρεκκλίνει από την πορεία του ή να καθυστερεί. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου ανταλλαγής ποικίλει και εξαρτάται από τον τύπο του σκάφους και την ηλικία του, τη μέθοδο ανταλλαγής που θα χρησιμοποιηθεί, τη διαμόρφωση συστήματος έρματος, τη θέση ανταλλαγής, τις καιρικές συνθήκες. Για αυτούς τους λόγους, έχει καθοριστεί ότι η ανταλλαγή νερού έρματος δεν παρέχει επαρκή προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή ζημιών από οργανισμούς και παθογόνους παράγοντες που μεταφέρονται στα πλοία μέσω του έρματος, παρόλο που αποτελεί προσωρινό μέτρο. [18]

3.3 Συστήματα επεξεργασίας έρματος

Σύμφωνα με τον IMO, ως σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος ορίζεται ο εξοπλισμός ο οποίος μέσω φυσικής, χημικής ή βιολογικής διαδικασίας μεμονωμένης ή σε συνδυασμό, καθιστά αβλαβείς ή εξαλείφει τους επιβλαβείς οργανισμούς ή ακόμα παρεμποδίζει την πρόσληψή τους. Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες που αφορούν τα συστήματα διαχείρισης έρματος. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να λάβουμε υπόψη κάποιες παραμέτρους, ώστε να αποφασίσουμε ποιο σύστημα είναι κατάλληλο για το πλοίο. Κάποιοι κύρια στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη είναι η αποτελεσματικότητα στους οργανισμούς που βρίσκονται στο έρμα, το πόσο φιλικό προς το περιβάλλον είναι, η ασφάλεια του πληρώματος, το κόστος, η ευκολία στην εγκατάσταση και τη λειτουργία και ο διαθέσιμος χώρος που υπάρχει στο πλοίο. Ο εξοπλισμός επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε κατά την διάρκεια του ερματισμού των δεξαμενών του πλοίου είτε στο στάδιο του αφερματισμού ή ακόμα και στις δύο περιπτώσεις. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι πλοίων που φέρουν θαλάσσιο έρμα και, συνεπώς, υπάρχουν μεγάλες διαφορές στα συστήματα. Ένα τυπικό σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος στο πλοίο χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες τεχνολογίες από κοινού, για να εξασφαλίσει ότι η επεξεργασία του έρματος πραγματοποιείται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα πρότυπα. Οι μέθοδοι επεξεργασίας διακρίνονται σε δύο γενικές κατηγορίες, τον φυσικό διαχωρισμό στερεού-υγρού (solid-liquid separation) και την απολύμανση /αποστείρωση (disinfection/sterilization). Ο διαχωρισμός στερεού-υγρού περιλαμβάνει φυσικές μεθόδους διαχωρισμού, όπως η διήθηση και οι υδροκυκλώνες και αποτελεί πρωτεύουσα διαδικασία. Η απολύμανση περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος από μηχανικές-φυσικές και χημικές μεθόδους επεξεργασίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι βασικοί τύποι τεχνολογιών επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος που υπάρχουν διαθέσιμοι στην αγορά είναι οι εξής:

- Συστήματα φιλτραρίσματος (διήθηση, υδροκυκλώνες, κροκίδωση)
- Χημική απολύμανση (οξειδωτικά και μη βιοκτόνα)
- Υπεριώδης ακτινοβολία
- Αποξυγόνωση
- Θέρμανση (θερμική επεξεργασία)
- Ακουστική (σπηλαίωση)
- Ηλεκτρικοί σφυγμοί
- Μαγνητικό πεδίο [19]



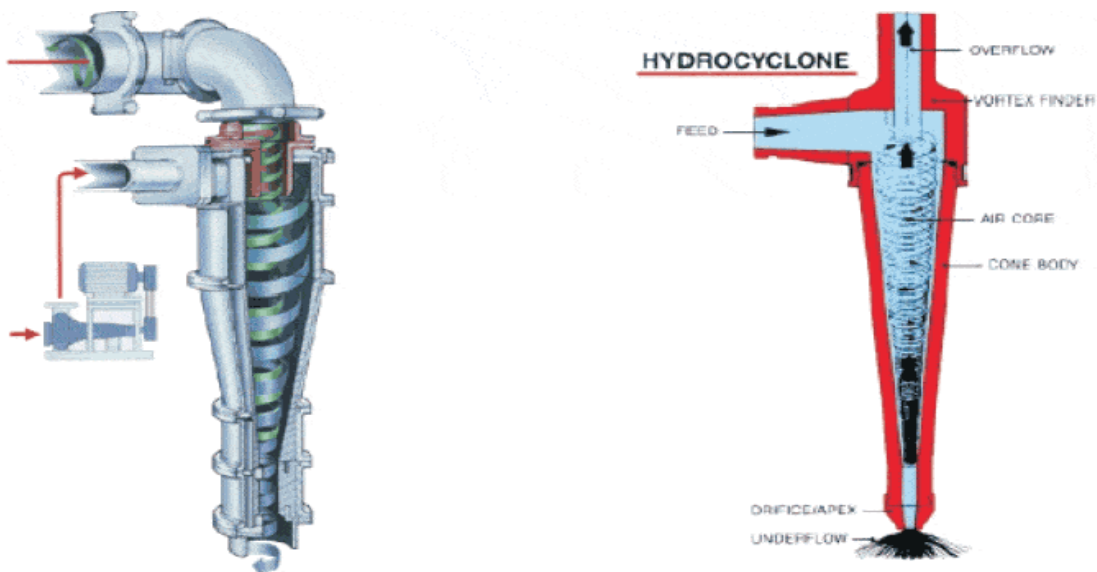
Εικόνα 2. Γενικές κατηγορίες μεθόδων επεξεργασίας έρματος [23]

3.3.1 Συστήματα Φιλτραρίσματος /Διαχωρισμού

Ο διαχωρισμός στερεού - υγρού είναι απλώς ο διαχωρισμός των αιωρούμενων σωματιδίων, συμπεριλαμβανομένων και των μεγαλύτερων μικροοργανισμών, από το έρμα. Αυτό γίνεται συνήθως είτε με συστήματα καθίζησης, είτε με επιφανειακή διήθηση με μεμβράνες. Η επιφανειακή διήθηση

χρησιμοποιεί κάποιο φίλτρο που απομακρύνει όλα τα σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη από τους πόρους του φίλτρου. Η ροή αποβλήτων και αιωρούμενων σωματιδίων που δημιουργείται, είτε απελευθερώνεται στην περιοχή που έχει ληφθεί το έρμα, είτε οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία επί του πλοίου. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου φιλτραρίσματος αναφέρεται η φιλικότητά της προς το περιβάλλον. Από την άλλη, το υψηλό κόστος των μηχανισμών που πρέπει να εγκατασταθούν, η πτώση πίεσης, η μείωση της ροής εισόδου έρματος στις δεξαμενές εξαιτίας του μπλοκαρίσματος των φίλτρων και η αδυναμία των φίλτρων να συγκρατήσουν πολλοί μικρούς οργανισμούς, όπως ιοί, αποτελούν μερικά από τα μειονεκτήματα της παραπάνω μεθόδου.[20] Για το φιλτράρισμα του θαλάσσιου έρματος χρησιμοποιείται κυρίως ο ακόλουθος εξοπλισμός:

Υδροκυκλώνες: Οι υδροκυκλώνες περιστρέφουν το νερό έρματος με μεγάλη ταχύτητα σε κωνικό τμήμα προκειμένου να απομακρυνθούν τα βαριά σωματίδια. Το έρμα εκτοξεύεται εφαπτομενικά στο άνω μέρος κωνικής κατασκευής και εκτελεί σπειροειδή κίνηση προς τα κάτω. Τα αιωρούμενα σωματίδια, λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητας/μάζας τους, εκτοξεύονται στα τοιχώματα του κώνου και συλλέγονται στο κάτω μέρος του, ενώ το έρμα υπερχειλίζει. Η αποτελεσματικότητά τους δεν είναι πολύ υψηλή, λόγω του γεγονότος ότι πολλοί μικροοργανισμοί έχουν περίπου την ίδια πυκνότητα με το νερό και συνεπώς να παραμείνουν αδιαχώριστοι. Εξαιτίας της περιορισμένης χωρητικότητάς τους, συχνά εγκαθίστανται υδροκυκλώνες παράλληλα, προκειμένου να αντιμετωπιστούν υψηλότερες ροές. Ωστόσο, η υψηλή πτώση πίεσης σε πολλούς υδροκυκλώνες σημαίνει ότι η διαθέσιμη πίεση από την αντλία έρματος μπορεί να αποτελεί περιορισμό.



Εικόνα 3. Υδροκυκλώνες [19]

Κροκίδωση: Η διαδικασία αυτή αναφέρεται στη χρήση χημικών ουσιών προκειμένου να σχηματιστούν μεγαλύτερες μάζες, οι οποίες φιλτράρονται ευκολότερα από το νερό. Πραγματοποιείται πριν την διήθηση προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση της διεργασίας. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από την χρονική διάρκεια που παραμένει το μη-επεξεργασμένο νερό μαζί με την χημική ουσία. Πολλές φορές γίνεται χρήση βοηθητικής σκόνης υψηλής πυκνότητας (όπως μαγνητίτης ή άμμος) προκειμένου να επιταχυνθεί η διεργασία. Αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία και απαιτεί μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης του φιλτραρισμένου νερού, επομένως αποτελεί μια και όχι τόσο κοινή τεχνολογία διαχωρισμού.

Οθόνες/Δίσκοι: Δρουν ως φίλτρα προκειμένου να απομακρυνθούν τα αιωρούμενα σωματίδια από το θαλάσσιο έρμα. Τα φίλτρα αυτά τυπικά καθαρίζονται μέσω μιας αυτόματης διαδικασίας εκκαθάρισης, σύμφωνα με την οποία η κατεύθυνση του νερού αντιστρέφεται. Είναι εξαιρετικά φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς δεν απαιτούν τη χρήση τοξικών χημικών ουσιών. Τα φίλτρα δίσκου είναι κατάλληλα για το διαχωρισμό μεγάλων και άκαμπτων σωματιδίων, αλλά δεν είναι πολύ βολικά για την απομάκρυνση σωματιδίων και οργανισμών μικρότερων μεγεθών. Έχει παρατηρηθεί ότι αν και οι οθόνες είναι εξαιρετικά αποτελεσματικές στην απομάκρυνση της πλειοψηφίας των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και οργανισμών από το νερό έρματος, αυτό από μόνο του δεν επαρκεί για την επεξεργασία του έρματος νερού σύμφωνα με τα πρότυπα του IMO.

3.3.2 Συστήματα Χημικής Απολύμανσης

Οι τεχνολογίες χημικής απολύμανσης χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες που μπορούν να προστεθούν ή να παραχθούν επί τόπου, προκειμένου να εξουδετερωθεί ή να αδρανοποιηθεί μεγάλο μέρος των οργανισμών που περιέχει το θαλάσσιο έρμα. Αυτές οι δραστικές ουσίες πρέπει να αξιολογούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πιστοποίησης του συστήματος. Η αποτελεσματικότητα των χημικών διεργασιών ποικίλουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του νερού, όπως η αλατότητα και η θερμοκρασία, καθώς επίσης και το είδος των οργανισμών που περιέχει. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με τη διήθηση. Ένα χημικό διάλυμα εγχέεται στο νερό έρματος για να εξασφαλιστεί η απολύμανση. Το απολυμαντικό μπορεί να είναι υγρό ή κοκκώδες και μερικές φορές θα απαιτεί εξουδετέρωση πριν από την εκφόρτωση. Βάσει των λειτουργιών τους, οι δραστικές αυτές ουσίες (βιοκτόνα) χωρίζονται κυρίως σε δύο τύπους τα οξειδωτικά και τα μη οξειδωτικά.

Τα οξειδωτικά βιοκτόνα: είναι γενικά απολυμαντικά όπως το χλώριο, το βρώμιο και το ιώδιο, που χρησιμοποιούνται για την αδρανοποίηση των οργανισμών στο θαλάσσιο έρμα. Δρουν καταστρέφοντας τις δομές των οργανισμών του θαλάσσιου έρματος, όπως τις κυτταρικές μεμβράνες. Όρισμένες από τις διαδικασίες που περιλαμβάνουν οξειδωτικά βιοκτόνα είναι η Χλωρίωση, πρόκειται για αραίωση χλωρίου σε νερό. Αποτελεί μια καλά καθιερωμένη και χρησιμοποιούμενη μέθοδο απολύμανσης νερού, τόσο σε δημόσιο όσο και σε βιομηχανικό επίπεδο. Ο Οζονισμός αποτελεί άλλη μια διαδικασία με χρήση οξειδωτικών βιοκτόνων, η επεξεργασία του έρματος επιτυγχάνεται με τη ροή του μέσα από ένα μηχάνημα που παράγει φυσαλίδες όζοντος, οι οποίες διοχετεύονται στη δεξαμενή και αντιδρούν με άλλα χημικά που βρίσκονται στο έρμα, εξουδετερώνοντας τους επιβλαβείς οργανισμούς. Άλλα οξειδωτικά βιοκτόνα όπως το διοξείδιο χλωρίου, το υπεροξικό οξύ και το υπεροξείδιο του υδρογόνου χρησιμοποιούνται επίσης για να εξουδετερώσουν οργανισμούς στο θαλάσσιο έρμα.

Μη οξειδωτικά βιοκτόνα : είναι ένας τύπος απολυμαντικών που όταν χρησιμοποιούνται παρεμποδίζουν τις αναπαραγωγικές, νευρικές ή μεταβολικές λειτουργίες των οργανισμών. Τα μη οξειδωτικά βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται στο σύστημα είναι η Μεναδιόνη και η Βιταμίνη Κ. Πρόκειται για φυσικά προϊόντα και είναι σχετικά ασφαλή στην χρήση τους. Χρησιμοποιούνται κυρίως γιατί δημιουργούν τοξικά παραπροϊόντα, ενώ συχνότερα παρατηρείται η χρήση τους στην παραγωγή γατόψαρου.

Γενικότερα τα συστήματα Χημικής Απολύμανσης έχουν χαμηλές απαιτήσεις ισχύος, επειδή η μόνη κατανάλωση ενέργειας τους προέρχεται από τη διανομή των χημικών ουσιών στο νερό έρματος. Με την αντλία δοσομέτρησης ως το κύριο συστατικό τους, αυτά τα συστήματα απαιτούν λιγότερο χώρο επί του σκάφους. Η χρήση βιοκτόνων για την επεξεργασία του νερού έρματος έχει αμφισβητηθεί για διάφορους λόγους, με πρώτιστο την απόρριψη τους, κατά τη διάρκεια του αφερματισμού, στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει διότι μετά το πέρας επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος με οξειδωτικά βιοκτόνα δημιουργούνται τα λεγόμενα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) ή κοινώς παραπροϊόντα. Έτσι μετά το πέρας της κύριας απολύμανσης και πριν τον αφερματισμό, εάν έχει παραμείνει υπολειμματικό χλώριο στο έρμα, είναι απαραίτητη η επεξεργασία του έρματος με ένα αναγωγικό μέσο (π.χ τοθειθειϊκό νάτριο) που θα εξουδετερώσει το υπολειμματικό χλώριο, ώστε να μην επιβαρυνθεί το περιβάλλον στο λιμάνι αφερματισμού (φόρτωσης). Όπως λοιπόν αντιλαμβανόμαστε η κατάλληλη επιλογή τύπου χημικού βιοκτόνου είναι υψίστης σημασίας προκειμένου να μην δημιουργούνται κίνδυνοι απέναντι στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

3.3.3 Συστήματα Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV)

Με μερίδιο αγοράς 50%, τα συστήματα UV είναι η πιο δημοφιλής επιλογή προς το παρόν. Χρησιμοποιούν μια διαδικασία διήθησης δύο σταδίων και ακτινοβολία με υπεριώδη ακτινοβολία (UV) για την αποστείρωση οργανισμών και τη διακοπή της αναπαραγωγής τους. Τα συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας είναι κατάλληλα για κάθε πλοίο θεωρητικά, αλλά κυρίως για εκείνα που δεν λαμβάνουν υπερβολικό νερό έρματος και έχουν ρυθμούς ροής μέχρι περίπου 1.000 κυβικά μέτρα ανά ώρα. Αυτό περιλαμβάνει τα πλοία go-go, τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, τα πλοία παράκτιας προμήθειας και τα οχηματαγωγά πλοία. Τα συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας είναι εύκολο να εγκατασταθούν και να αναβαθμιστούν και έχουν λίγες ανησυχίες για την ασφάλεια από την άποψη της κλάσης. Λειτουργούν επίσης ανεξάρτητα από την αλατότητα του νερού και τη θερμοκρασία. Ωστόσο, εξαρτώνται από τη διαπερατότητα του νερού (UV-T) και δουλεύουν λιγότερο καλά στο θολό νερό. Η ερμηνεία της Αμερικανικής Ακτοφυλακής ότι όλοι οι οργανισμοί που απελευθερώνονται στα ύδατα των ΗΠΑ πρέπει να είναι νεκροί πριν εγκαταλείψουν το σκάφος και όχι απλώς να γίνουν στείροι, σημαίνει ότι ένα εγκεκριμένου τύπου σύστημα υπεριώδους ακτινοβολίας γίνεται πιο ευαίσθητο στη θολότητα του νερού και μπορεί να απαιτεί μεγαλύτερους χρόνους θνησιμότητας. [21] Ένα σύστημα υπεριώδους ακτινοβολίας απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας, για το λόγο αυτό χρησιμοποιεί λαμπτήρες χαμηλής πίεσης οι οποίοι απαιτούν λιγότερη ενέργεια, όμως έχουν μεγαλύτερο αποτύπωμα σε σύγκριση με τους λαμπτήρες μέσης πίεσης που χρησιμοποιούν τα ενισχυμένα συστήματα UV. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται μια σύγκριση μεταξύ των λαμπτήρων χαμηλής και μέσης πίεσης.

	Low-pressure (with high performance)	Medium-pressure
Electrical power	1-5 W/cm	100-250 W/cm
UV efficiency	30-40%	10-15%
Power/lamp (typical)	0.5 kW	3 kW
Lamp length	≈1300 mm	≈300 mm
Lifetime*	≈10,000 hours	≈3000 hours
Number of lamps, 1000 m ³ /h system	100	16

Πίνακας 4. Σύγκριση ανάμεσα σε λαμπτήρες UV χαμηλής και μέσης πίεσης [23]

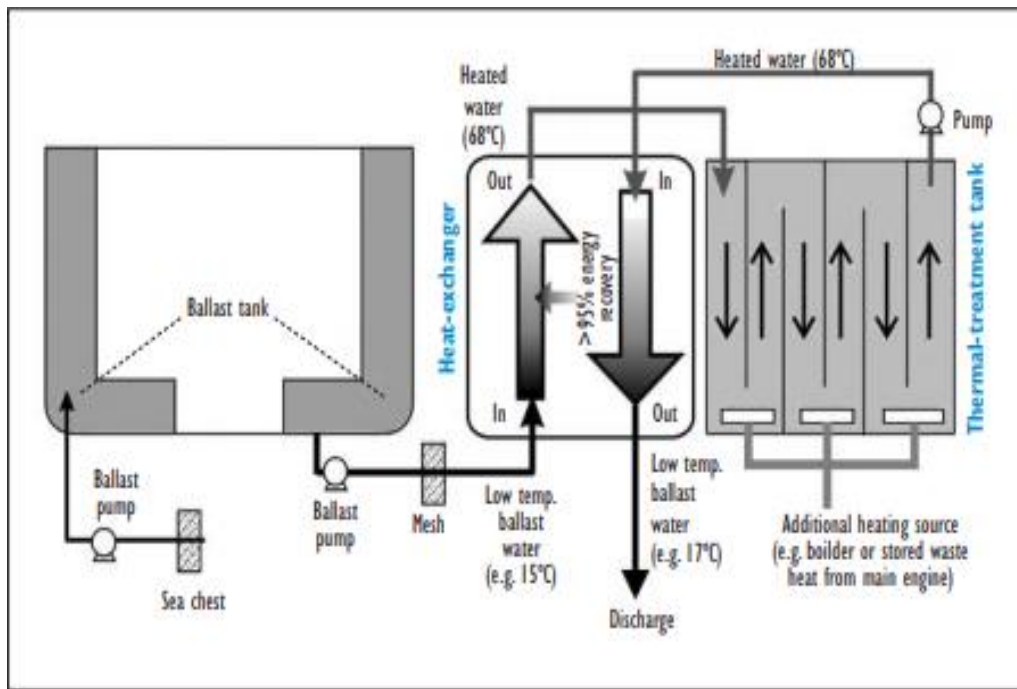
*Οι συνολικές ώρες λειτουργίας είναι μόνο μία παράμετρος για τον καθορισμό της διάρκειας ζωής του λαμπτήρα. Είναι επίσης σημαντικό να εξεταστεί ο αριθμός των φορών που ένας λαμπτήρας ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται, το οποίο έχει ιδιαίτερα αρνητικό αντίκτυπο στη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων χαμηλής πίεσης.

3.3.4 Συστήματα Αποξυγόνωσης

Πρόκειται για μια διαδικασία σύμφωνα με την οποία μέσω της μείωσης της μερικής πίεσης του οξυγόνου στον χώρο της δεξαμενής πάνω από το έρμα με έγχυση αδρανούς αερίου, προκαλείται ο θάνατος των οργανισμών από ασφυξία. Τυπικά απαιτείται χρόνος 1-4 ημερών. Το αποξυγονωμένο έρμα τοποθετείται έπειτα σε ειδικά σφραγισμένες δεξαμενές. Η μείωση της τάσης για διάβρωση των δεξαμενών, λόγω της μείωσης του οξυγόνου αποτελεί ένα από τα οφέλη της συγκεκριμένης μεθόδου, ενώ επίσης αν υπάρχει ήδη μια διάταξη παραγωγής αδρανούς αερίου επι του πλοίου, η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί πολύ μικρό επιπλέον χώρο.

3.3.5 Συστήματα Θερμικής Επεξεργασίας [22]

Η θερμότητα που απαιτείται στην τεχνική αυτή μπορεί να ληφθεί είτε από τις θερμικές απώλειες που παράγονται από τις κύριες μηχανές του πλοίου, είτε από την θερμότητα που δημιουργείται από τον εφεδρικό καυστήρα (auxiliary boiler) του πλοίου. Η ελάχιστη θερμοκρασία που απαιτείται για να θεωρηθεί η μέθοδος αποτελεσματική ενάντια στα αλλόχθονα είδη είναι πάνω από 40 °C. Η τεχνική της θερμικής επεξεργασίας έχει εφαρμογή κυρίως σε νερό έρματος προερχόμενο από θερμότερα περιβάλλοντα (π.χ. τροπικές περιοχές, θερινή περίοδος). Με αυτό τον τρόπο μπορεί να εξασφαλιστεί και μια μειωμένη κατά 10 °C θερμοκρασία από την προαπαιτούμενη. Ένας εναλλακτικός τρόπος αύξησης της θερμοκρασίας του νερού στις δεξαμενές έρματος του πλοίου είναι η σύνδεση του δικτύου έρματος με το σύστημα ψύξης της μηχανής, ή ακόμα και η χρήση του ίδιου του νερού έρματος στο σύστημα ψύξης της μηχανής του πλοίου. Ωστόσο, μια τέτοια επεξεργασία μπορεί να πάρει πολύ χρόνο πριν οι οργανισμοί γίνουν ανενεργοί, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η διάβρωση στις δεξαμενές. Ενώ το κύριο μειονέκτημα στη μέθοδο αυτή, είναι ότι απαιτείται ειδική εγκατάσταση με σωληνώσεις για την μεταφορά του θαλάσσιου έρματος στο σύστημα των μηχανών του πλοίου, όπου παράγεται η θερμότητα.



Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση συστήματος θερμικής επεξεργασίας [22]

3.3.6 Συστήματα Ακουστικής Επεξεργασίας

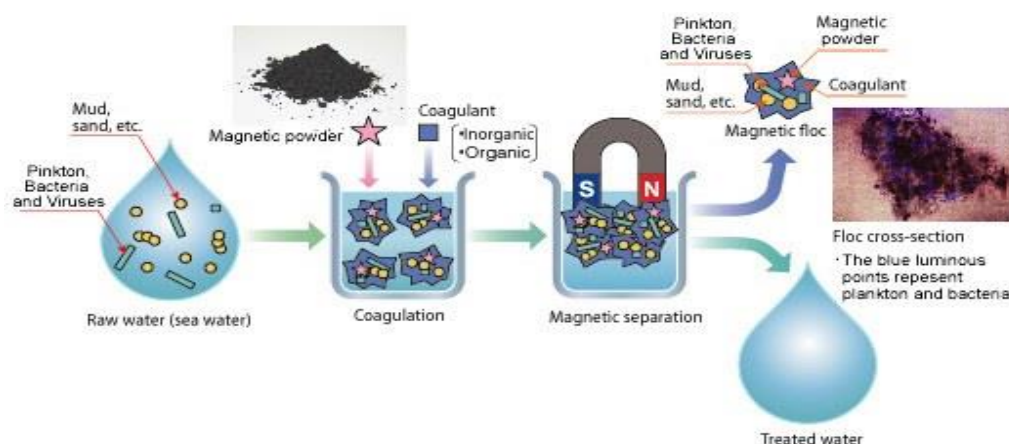
Διεργασία η οποία επιτυγχάνει πτώση πίεσης είτε μέσω έγχυσης αερίου είτε μέσω μεγάλης ισχύς υπερηχητικών κυμάτων. Μέσω αυτής της πτώσης πίεσης προκαλούνται φυσαλίδες σπηλαίωσης στο νερό έρματος, οι οποίες αναπτύσσουν έντονες δυνάμεις διάτμησης και υψηλή πίεση, τα οποία καταπονούν και θανατώνουν αποτελεσματικά τους οργανισμούς σπάζοντας τα κυτταρικά τους τοιχώματα. Πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κάποια άλλη μέθοδο κατεργασίας νερού για να είναι αποτελεσματική. Δεν είναι ακόμη ξεκάθαρο αν πρόκειται να προκαλέσει σημαντικές περιβαλλοντικές ανησυχίες, καθώς δεν δημιουργεί επικίνδυνα παραπροϊόντα. Η ικανότητα του συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ενέργεια, ενώ μέσω της διαδικασίας μπορεί να προκληθούν δυσμενείς επιπτώσεις στην επικάλυψη του πλοίου, των δεξαμενών ή ακόμη και στη δομή του πλοίου.

3.3.7 Συστήματα Ηλεκτρικών Παλμών / Πλάσματος

Ο ηλεκτρικός παλμός / πλάσμα για την επεξεργασία νερού έρματος βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της ανάπτυξης. Σε αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνται μικρές ριπές ενέργειας για να σκοτωθούν οι οργανισμοί στο νερό έρματος. Στην τεχνολογία παλμών ηλεκτρικού πεδίου χρησιμοποιούνται δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια για την παραγωγή παλμού ενέργειας στο νερό έρματος με πολύ υψηλή πυκνότητα ισχύος και πίεση. Αυτή η ενέργεια σκοτώνει τους οργανισμούς στο νερό. Στην τεχνολογία ηλεκτρικού πλάσματος, ο παλμός υψηλής ενέργειας τροφοδοτείται σε ένα μηχανισμό τοποθετημένο στο νερό έρματος, δημιουργώντας τόξο πλάσματος και έτσι σκοτώνοντας τους οργανισμούς. Και οι δύο αυτές μέθοδοι λέγεται ότι έχουν σχεδόν την ίδια επίδραση στους οργανισμούς. Ο κίνδυνος για το πλήρωμα, καθώς και η δαπάνη και το μέγεθος του εξοπλισμού που απαιτείται για να παραγάγει αυτούς τους παλμούς, είναι το σημαντικότερο μειονέκτημα σε αυτές τις μεθόδους επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος.

3.3.8 Συστήματα Μαγνητικού Πεδίου

Η επεξεργασία μαγνητικού πεδίου χρησιμοποιεί την τεχνολογία πήξης. Η μαγνητική σκόνη αναμειγνύεται με τα πηκτικά και προστίθεται στο νερό έρματος. Αυτό οδηγεί στο σχηματισμό μαγνητικών νιφάδων που περιλαμβάνουν θαλάσσιους οργανισμούς. Μαγνητικοί δίσκοι χρησιμοποιούνται για να διαχωρίσουν αυτά τα μαγνητικά σμήνη από το νερό. Σε εργαστηριακές δοκιμές έχει παρατηρηθεί πως οι μαγνητικές δυνάμεις μπορούν να σκοτώσουν ορισμένους ασπόνδυλους οργανισμούς.



Εικόνα 5. Σύστημα πήξης ύδατος έρματος [19]

3.4 Κριτήρια επιλογής κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας

Με την εισαγωγή των απαιτήσεων για την εγκατάσταση συστημάτων διαχείρισης έρματος στα πλοία, η παγκόσμια ναυτιλία αντιμετωπίζει μια σημαντική πρόκληση. Και αυτό διότι αφενός τα συστήματα αυτά θα έχουν κρίσιμο ρόλο στη λειτουργία των πλοίων και αφετέρου γιατί υπάρχει περιορισμένη εμπειρία για την απόδοσή τους, ενώ είναι διαθέσιμες πολλές τεχνολογίες, καθεμιά από τις οποίες έχει τους δικούς της περιορισμούς και πλεονεκτήματα. Όλα αυτά καθιστούν τη στρατηγική επεξεργασίας του έρματος μια από τις πιο σημαντικές επιλογές για μια ναυτιλιακή εταιρεία για τα επόμενα χρόνια. Το πιο πολύτιμο περιουσιακό στοιχείο του πλοιοκτήτη είναι το ίδιο το πλοίο. Επομένως βελτιστοποιεί την αξία του σκάφους του παίρνοντας σωστές αποφάσεις αγοράς καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την εγκατάσταση νέων υποχρεωτικών συνιστωσών όπως το σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος. Η επιλογή ενός συστήματος επεξεργασίας θα πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στους παράγοντες που εξασφαλίζουν συμμόρφωση αλλά και σε εκείνους που επηρεάζουν το λειτουργικό κόστος του πλοίου, την αξία μεταπώλησης και το συνολικό κόστος ζωής. Οι πλοιοκτήτες/διαχειριστές θα πρέπει αναγκαστικά να εμπιστευτούν τα δεδομένα που θα τους παρέχει ο προμηθευτής του συστήματος. Η προσεκτική επιλογή μπορεί να λύσει ειδικά θέματα, όπως οι περιορισμοί χώρου και ηλεκτρικού φορτίου, η ενοποίηση των συστημάτων ελέγχου, η βελτιστοποίηση της λειτουργίας και το κόστος. Θα πρέπει να ειπωθεί ότι ένα σύστημα επεξεργασίας έρματος που είναι βέλτιστο για ένα πλοίο είναι απίθανο να αποτελεί την καλύτερη λύση και για κάποιο άλλο, διαφορετικής κατηγορίας ή/και χωρητικότητας.

Παρακάτω γίνεται μια απαρίθμηση των κριτηρίων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας ενός πλοίου. Πιο συγκεκριμένα :

Κριτήρια που αφορούν το πλοίο:

- Τύπος πλοίου και επιχειρησιακό του προφίλ
- Χωρητικότητα του πλοίου σε έρμα και μέγιστος και ελάχιστος ρυθμός ερματισμού/αφερματισμού.
- Πρόσθετος φόρτος εργασίας για το πλήρωμα και η εκπαίδευση του πληρώματος.

Κριτήρια που αφορούν το σύστημα:

- Αν το σύστημα έχει πιστοποίηση ασφαλείας.
- Διαθεσιμότητα αναλώσιμων, ανταλλακτικών και τεχνικής υποστήριξης.
- Χρόνος ζωής και η ανθεκτικότητά του.

Κριτήρια που αφορούν το σύστημα και το πλοίο:

- Απαιτήσεις του σε ηλεκτρική ισχύ.
- Απαίτηση του συστήματος σε επιφάνεια (footprint) και ο όγκος του.
- Ευελιξία χωροθέτησης των εξαρτημάτων του συστήματος πάνω στο πλοίο και ενσωμάτωση στα υπάρχοντα συστήματα του πλοίου.
- Επιδράσεις της πτώσης πίεσης.
- Επιπτώσεις του συστήματος (και τυχόν δραστικών ουσιών) στη δομή και στα επιχρίσματα των δεξαμενών.

Περιβαλλοντικά κριτήρια:

- Αποτελεσματικότητα του συστήματος στην απομάκρυνση των οργανισμών (κανονισμός D-2).
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συστήματος.

Το επιχειρησιακό προφίλ του πλοίου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή μεθόδου όσον αφορά τα λιμάνια τα οποία επισκέπτεται το πλοίο, διότι η απόδοση όλων των μεθόδων εξαρτάται από την ποιότητα του νερού, δηλαδή από παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η θολερότητα, και η αλατότητά του. Για να πάρει ένα σύστημα έγκριση τύπου, οι δοκιμές πραγματοποιούνται σε νερό τυπικής σύστασης. Όμως ένα πλοίο αντιμετωπίζει ποικίλες συνθήκες κατά τη λειτουργία του. Έτσι, μπορεί να λειτουργεί σε υφάλμυρα ή λασπώδη ή παγωμένα ύδατα. Είναι λογικό, όταν λειτουργούν εκτός των περιορισμών τους, ορισμένα συστήματα να παρουσιάσουν μειωμένη απόδοση ενώ άλλα να παύουν να λειτουργούν εξ ολοκλήρου. Σε κάθε περίπτωση οδηγούμαστε σε μη συμμόρφωση. Γενικά, το σύστημα επεξεργασίας έρματος θα πρέπει να μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά στις τυπικές επιχειρησιακές συνθήκες του πλοίου.

Στις περιπτώσεις μεθόδων που χρησιμοποιούν ενεργές ουσίες είναι απαραίτητο να λαμβάνεται το Φύλλο Δεδομένων Ασφαλείας Υλικών, όπως επίσης και συστάσεις από τον κατασκευαστή για:

- τον χειρισμό και την αποθήκευση των χημικών,
- τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης στην περίπτωση διαρροής, φωτιάς ή έκρηξης και την ύπαρξη του κατάλληλου εξοπλισμού και εγκαταστάσεων επί του πλοίου,

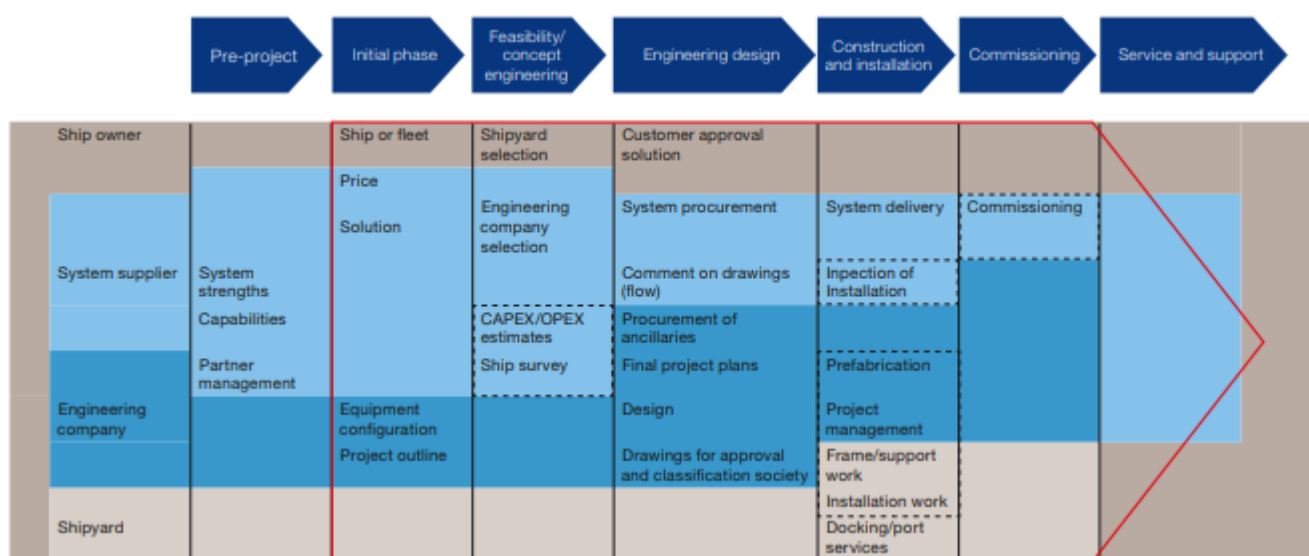
- τα μέτρα πρώτων βοηθειών σε περίπτωση που ένα χημικό έρθει σε επαφή με το δέρμα ή εισπνευστεί.

Εξαιτίας των ενεργών ουσιών, πολλές αρχές απαιτούν επαλήθευση της συμβατότητας μεταξύ των χημικών ουσιών και των υλικών που χρησιμοποιούνται στις σωληνώσεις έρματος και της παροχής χημικών. Πριν από την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων, είναι επίσης απαραίτητο να ελεγχθούν τα χρώματα που χρησιμοποιούνται στις δεξαμενές έρματος και οι επιπτώσεις στην άνοδο. Τα αναλώσιμα για αυτά τα συστήματα πρέπει να τροφοδοτούνται από μια δεξαμενή χημικής αποθήκευσης επί του πλοίου, λαμβάνοντας υπόψη τη διαχείριση της θερμοκρασίας, τον εξαερισμό και την τοποθέτηση εγκατάστασης για τη διαχείριση πυρκαγιάς. Επιπλέον, είναι σημαντικό το πλήρωμα να εκπαιδεύεται στα καθήκοντα και τις εργασίες του και ιδιαίτερα σε ότι σχετίζεται με μέτρα ασφαλείας για την προσωπική τους προφύλαξη ή την ασφάλεια του πλοίου. Αυτές οι διαδικασίες δεν ισχύουν συνήθως για συστήματα επεξεργασίας υπεριώδους ακτινοβολίας και άλλα συστήματα που χρησιμοποιούν φυσική απολύμανση, καθώς δεν δημιουργούν τους ίδιους κινδύνους σε εγκεκριμένες επικαλύψεις δεξαμενών έρματος. [23]

Βασική επίσης προϋπόθεση αποτελεί, το σύστημα να έχει ικανή ροή έρματος (m^3/h) κατά τον ερματισμό και/ή τον αφερματισμό, έτσι ώστε να μην καθυστερεί η διαδικασία. Από την άλλη πλευρά, η ροή θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει κατάλληλο χρόνο έκθεσης των οργανισμών, π.χ. στην ακτινοβολία UV. Οι απαιτήσεις για ροή νερού έρματος ποικίλλουν μεταξύ διαφορετικών τύπων σκαφών. Ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων έχει χαμηλή ροή νερού έρματος για το μέγεθός του, για παράδειγμα, επειδή οι δεξαμενές του σπάνια εκκενώνονται. Από την άλλη πλευρά, τα δεξαμενόπλοια έχουν υψηλές ροές που σχετίζονται με τη διακίνηση του φορτίου τους. Οι απαιτήσεις ροής ενός σκάφους καθορίζουν την ικανότητα άντλησης νερού έρματος. Το σύστημα επεξεργασίας του νερού έρματος, με τη σειρά του, πρέπει να βασίζεται στην ικανότητα των αντλιών του πλοίου. Τα περισσότερα συστήματα περιλαμβάνουν πολλαπλές μονάδες (modules), πράγμα που σημαίνει ότι η ροή μπορεί να κλιμακωθεί. Γενικά, οι ροές των εμπορικών συστημάτων έχουν πολύ μεγάλο εύρος και κυμαίνονται από $50 \text{ m}^3/\text{h}$ έως και πάνω από $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Τέλος, πέραν την εγκατάστασης ενός συστήματος επεξεργασίας υπάρχει και το σενάριο της αναβάθμισης του ήδη υπάρχον συστήματος. Παρουσιάζονται αρκετές δυσκολίες μιας και απαιτείται συστηματικός έλεγχος που μπορεί να διαρκέσει έως και εννέα μήνες. Η έλλειψη δυνατοτήτων για τις εταιρείες ταξινόμησης των ενδιαφερομένων μερών, τους πωλητές των συστημάτων επεξεργασίας, την εγκατάσταση, την αποβάθρα και το σχεδιασμό, μπορεί να καθυστερήσει τη διαδικασία εκσυγχρονισμού. Όσο πιο γρήγορα ξεκινήσει η διαδικασία εκσυγχρονισμού του συστήματος τόσο πιο επιθυμητό θα είναι το αποτέλεσμα που θα λάβει ο πλοιοκτήτης, τόσο χρονικά όσο και από άποψη

κόστους. Είναι επομένως υψίστης σημασίας οι πλοιοκτήτες να δράσουν γρήγορα και αποτελεσματικά είτε με την εγκατάσταση ενός νέου, κατάλληλου για το πλοίο, συστήματος επεξεργασίας είτε με την αναβάθμιση του ήδη υπάρχον, ούτως ώστε να αποφύγουν σημαντικές κυρώσεις που αφορούν τη μη συμμόρφωση με τη Σύμβαση. [24]



Εικόνα 6. Διαδικασία εκσυγχρονισμού συστήματος επεξεργασίας [23]

3.5 Κριτήρια επιλογής κατάλληλου κατασκευαστή

Όταν επιλέγετε ένα σημαντικό ενσωματωμένο σύστημα, η επιλογή του προμηθευτή μπορεί να είναι εξίσου σημαντική όπως η επιλογή του ίδιου του συστήματος. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε μια εφαρμογή όπως η επεξεργασία του νερού έρματος, όπου δεν υπάρχουν μόνο νέες τεχνολογίες, αλλά και ένα ευρύ φάσμα νέων προμηθευτών στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος θα πρέπει να διαρκεί όσο η διάρκεια ζωής του σκάφους, δεν υπάρχει κανένα πλεονέκτημα στο να λαμβάνονται ρίσκα. Παρακάτω θα αναλύσουμε κάποιες προϋποθέσεις που πρέπει οι κατασκευαστές να είναι σε θέση να αντιπροσωπεύουν με σκοπό να επιλεγούν από τον εκάστοτε πλοιοκτήτη. Οι προϋποθέσεις αυτές υπογραμμίζουν κρίσιμες διαφορές που θα επηρεάσουν το σύστημα και το κόστος εγκατάστασης του συστήματος, αλλά κυρίως το μακροπρόθεσμο κόστος κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Εξασφάλιση απόδοσης του προμηθευτή απέναντι σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών λειτουργίας:

Ο προμηθευτής θα πρέπει να παρέχει ένα πλήρως συμμορφωμένο σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος χωρίς να περιορίζονται οι λειτουργίες του πλοίου. Θα πρέπει δηλαδή να διαθέτει Έγκριση Τύπου τόσο από τον IMO όσο και από την Αμερικανική Ακτοφυλακή (USCG) και να προσφέρει ένα πλήρες φάσμα επιλογών, αποφεύγοντας περιορισμούς που έχουν να κάνουν με τον τόπο ή τον τρόπο με τον οποίο το σκάφος πραγματοποιεί τις επιχειρήσεις του.

Δοκιμές έγκρισης του εξοπλισμού του προμηθευτή μέσω εξουσιοδοτημένων φορέων:

Οι δοκιμές έγκρισης τύπου από εξουσιοδοτημένο φορέα είναι σημαντικές για τη διασφάλιση της διαφάνειας, της εγκυρότητας και τελικά της συμμόρφωσης του συστήματος. Οι φορείς δοκιμών μπορούν να εξασφαλίσουν ένα ελεγχόμενο περιβάλλον δοκιμών με ρεαλιστικές συνθήκες δοκιμής, οι οποίες θα αποτρέψουν το σύστημα από τυχόν παραβιάσεις. Στις μέρες μας γνωρίζουμε πολλά σχετικά με τους μηχανισμούς ελέγχου που απαιτούνται για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης. Οι σοβαροί προμηθευτές επιδιώκουν τη διαφάνεια των φορέων και επιλέγουν να εκτελούν τις δοκιμές τους με νερό που περιέχει φυσικά οργανισμούς, ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση σε όλες τις πιθανές συνθήκες.

Η πορεία του προμηθευτή στη ναυτιλιακή βιομηχανία:

Επιλέγοντας έναν προμηθευτή με μακρά βιομηχανική εμπειρία, εγγυάται την ύπαρξη ενός συστήματος το οποίο έχει σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις ειδικές απαιτήσεις που αντιμετωπίζουν οι διάφοροι τύποι πλοίων που λειτουργούν σε διαφορετικού τύπου ύδατα.

Ευκολία εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος:

Εάν ο προμηθευτής έχει εξετάσει την απλότητα της εγκατάστασης, το σύστημα πρέπει να προσφέρει ένα μικρό αποτύπωμα και ευελιξία τοποθέτησης, τα οποία είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τυχόν μετασκευές. Ένα σύστημα που ενσωματώνει στοιχεία στις σωληνώσεις του νερού έρματος και δεν απαιτεί επιπλέον δεξαμενές ή συστήματα εξαερισμού θα είναι γενικά ευκολότερο να εγκατασταθεί. Η λειτουργία θα πρέπει να είναι πλήρως αυτοματοποιημένη με ένα διαισθητικό σύστημα ελέγχου, και ποτέ δεν πρέπει να παρουσιαστεί η ανάγκη για χειροκίνητη παρέμβαση από το πλήρωμα.

Προτίμηση από τους πελάτες:

Το σημαντικότερο για ένα σύστημα επεξεργασίας ή για τον προμηθευτή του δεν είναι άλλο από την εμπιστοσύνη που τους δείχνουν οι πελάτες. Μια εκτεταμένη λίστα αναφοράς είναι πολύτιμη, αλλά σημαντικότερες αναφορές είναι εκείνες στις οποίες το ο ίδιος πελάτης έχει αγοράσει ένα σύστημα του

ίδιου προμηθευτή πολλές φορές. Η απόφαση να αγοράσει και πάλι, με βάση την επιτυχημένη λειτουργία στη θάλασσα, είναι η καλύτερη ένδειξη έγκρισης.

Επιτυχής εγκατάσταση μεγάλου αριθμού συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος:

Είναι βασικό να εξεταστεί ο κατάλογος αναφοράς του προμηθευτή σχετικά με τα συστήματα που έχουν εγκατασταθεί και βρίσκονται εν λειτουργία τόσο στις νέες κατασκευές όσο και στα ήδη υπάρχοντα πλοία. Όπως προαναφέραμε η αναβάθμιση ενός ήδη εγκαταστημένου συστήματος απαιτεί ιδιαίτερο συντονισμό πολλών μερών. Για το λόγο αυτό, όσο μεγαλύτερη εμπειρία κατέχει ο προμηθευτής τόσο περισσότερο θα διευκολυνθεί η ομαλή εγκατάσταση η οποία διασφαλίζει τη σωστή επίδοση του συστήματος σε μακροχρόνια βάση.

Συνέπεια στους χρόνους παράδοσης:

Ένα άριστο ιστορικό παράδοσης είναι ζωτικής σημασίας. Εάν ο προμηθευτής δεν είναι σε θέση να προμηθεύσει το ναυπηγείο στην προγραμματισμένη ώρα παράδοσης, είναι πιθανό να υπάρξουν υψηλές πρόσθετες δαπάνες καθώς και χαμένες ευκαιρίες εισοδήματος. Αυτό αποτελεί μείζον θέμα από τη στιγμή που τέθηκε σε ισχύ η Σύμβαση, καθώς αυξήθηκε ο αριθμός των σκαφών που εφαρμόζουν συστήματα επεξεργασίας έρματος με σημαντικές επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού και τον υποδοχών στα ναυπηγεία.

Ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτός λειτουργίας του σκάφους για εγκατάσταση του συστήματος:

Ενώ η εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος είναι μια μεγάλη επιχείρηση, ο προμηθευτής θα πρέπει να είναι σε θέση να ελαχιστοποιήσει τον χρόνο κατά τον οποίο το σκάφος είναι εκτός λειτουργίας. Με έξυπνες λύσεις παροχής και καλό προγραμματισμό, θα πρέπει να είναι δυνατόν να περιοριστεί ο χρόνος διακοπής εντός ενός ικανού ναυπηγείου σε δύο εβδομάδες. Ορισμένοι προμηθευτές έχουν επίσης την ικανότητα να εκτελούν μεγάλο μέρος της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια της ιστιοπλοΐας, χωρίς να διακόπτεται η κανονική λειτουργία του σκάφους.

Δυνατότητες παγκόσμιας υποστήριξης:

Ένα σύστημα επεξεργασίας θα βρίσκεται εγκατεστημένο σε ένα σκάφος για αρκετά χρόνια. Επομένως είναι σημαντικό να επιλέξετε έναν σταθερό προμηθευτή με ένα ισχυρό παγκόσμιο δίκτυο, ο οποίος μπορεί να παρέχει εξαρτήματα και μακροπρόθεσμη υποστήριξη όπου κι αν το σκάφος ταξιδεύει. Στην απίθανη περίπτωση της αποτυχίας του συστήματος, είναι σημαντικό να έχετε πρόσβαση 24 ώρες το 24ωρο στις υπηρεσίες του προμηθευτή, ανεξάρτητα από το που βρίσκεται το πλοίο.

Εκτεταμένη και ευέλικτη προσφορά υπηρεσιών:

Ένα σύστημα επεξεργασίας αποτελεί σημαντική επένδυση, η οποία απαιτεί συντήρηση από ειδικούς προκειμένου να εξασφαλιστεί μια μόνιμη και συμμορφούμενη απόδοση. Περιοδικός έλεγχος και παροχή υπηρεσιών από τον αρχικό προμηθευτή διασφαλίζουν αυτή την επένδυση, μέσω της πλήρους λειτουργικότητας του συστήματος σύμφωνα με την έγκριση τύπου που έχει λάβει. Μια εξατομικευμένη συμφωνία επιδόσεων με τον προμηθευτή αποτελεί μια ευέλικτη λύση που προσφέρει την ιδανική υπηρεσία για τις συγκεκριμένες ανάγκες του σκάφους με σταθερό προϋπολογισμένο κόστος. [25]

3.6 Παραλαβή και επεξεργασία θαλάσσιου έρματος στην ακτή

Η εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος στην ακτή, αποτελεί εναλλακτική διαδικασία σύμφωνα με τις Οδηγίες για τις Εγκαταστάσεις Υποδοχής Θαλάσσιου Έρματος, που εγκρίθηκε από τον IMO στις 13 Οκτωβρίου 2006. Οι εγκαταστάσεις παραλαβής στην ακτή θα αποτελούν μία εναλλακτική λύση για πλοία που δεν είναι εφοδιασμένα με σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος ή το σύστημα επεξεργασίας είναι ανεπαρκές. Επιπλέον λόγοι που αυτή η εναλλακτική ακούγεται ενδιαφέρον είναι: το υψηλό κόστος του εξοπλισμού ανακατασκευής του συστήματος που μπορεί να οδηγήσει σε υποβέλτιστη λειτουργία και συντήρηση, ενώ είναι ανεξάρτητο από τα αποθέματα του χώρου, της πτώσης πίεσης και της ισχύος, παράγοντες που μελετούνται διεξοδικά για την βέλτιστη επιλογή ενός συστήματος επεξεργασίας επί του πλοίου. Επιπλέον ένα εργοστάσιο στην αποβάθρα μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερα πλοία και άρα να αξιοποιήσει καλύτερα το επενδεδυμένο κεφάλαιο. Επίσης αν η διαδικασία πραγματοποιηθεί επί ξηράς, η παρακολούθηση του περιβάλλοντος από τις αρχές θα είναι ευκολότερη και ένας ειδικά εκπαιδευμένος οργανισμός μπορεί να εξασφαλίσει καλύτερη διαχείριση απ' ό,τι εάν η διαδικασία είναι ένα από τα πολλά άλλα καθήκοντα του πληρώματος των πλοίων. Μερικά επιπλέον πλεονεκτήματα των εγκαταστάσεων στην ξηρά είναι η επεξεργασία υδάτων διαφορετικής αλατότητας και θολερότητας, ενώ δεν αναπτύσσονται χημικές ουσίες. Είναι μια αξιόπιστη λύση τόσο για τα λιμάνια, όσο και για τους χειριστές, μιας και δεν απαιτεί και ιδιαίτερη συντήρηση. [26]

Η κοινοπραξία προβλέπει ότι για τα πλοία που πλέουν σε σταθερές γραμμές με τακτικές κλήσεις σε λίγους λιμένες ή για πλοία με σπάνια ανταλλαγή ύδατος έρματος, θα μπορούν να χρησιμοποιούνται κινητές μονάδες επεξεργασίας στα λιμάνια για την εξυπηρέτησή τους. Με αυτόν τον τρόπο θα

μπορούσαν να αποφευχθούν οι εγκαταστάσεις σε κάθε πλοίο, με την προβλεπόμενη εξοικονόμηση χώρου, το κόστος των εγκαταστάσεων και το λειτουργικό κόστος.

Η εγκατάσταση και η εκμετάλλευση κινητών μονάδων επεξεργασίας εδάφους θεωρείται πιθανή προσέγγιση για την επεξεργασία των υδάτων έρματος, καθώς ένας σχετικά μικρός αριθμός μονάδων επεξεργασίας μπορεί να εξυπηρετήσει μεγαλύτερο αριθμό πλοίων. Η επεξεργασία θαλάσσιου έρματος στην ακτή θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, επίσης, σε άλλο πλοίο ή σε πλωτές μονάδες επεξεργασίας. Γενικά υπάρχουν τρεις εναλλακτικές:

- Εγκαταστάσεις υποδοχής και επεξεργασίας στην ακτή, όπου ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη τοποθεσία ώστε να μην αναταραχθεί η παραγωγικότητα της παράκτιας περιοχής.
- Κινητή υποδομή με εγκατάσταση υποδοχής και επεξεργασίας στην ακτή.
- Εγκαταστάσεις κινητής υποδομής παραλαβής και επεξεργασίας, με τη χρήση δεξαμενόπλοιου ή μπάριζας.

Παρόλο που και σε αυτή την εναλλακτική υπάρχουν ενδοιασμοί σχετικά με το κόστος, την ποιότητα του επεξεργασμένου νερού, την περιορισμένη διαθεσιμότητα, ερευνητές εξακολουθούν να υποστηρίζουν ότι ένα σύστημα επεξεργασίας επί ξηράς που θα εγκατασταθεί στον λιμένα είναι πιο οικονομικό από την εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος σε κάθε πλοίο. Και το δικαιολογούν λέγοντας πως οποιοδήποτε είδος εναλλακτικής διαδικασίας και τεχνολογίας επεξεργασίας νερού έρματος μπορεί να εφαρμοστεί σε μια εγκατάσταση επί ξηράς. [27]



Εικόνα 7. InvaSave. Μονάδα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος στην ξηρά. [81]

3.7 Διαδικασίες έγκρισης ενός συστήματος διαχείρισης

Για την σύσταση ενός σχεδίου συμμόρφωσης και, στην συνέχεια, την επίτευξη της συμμόρφωσης, θα πρέπει να τηρηθούν κάποιες απαιτήσεις. Αρχικά κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της συμμόρφωσης πρέπει να τηρούνται οι υποχρεώσεις σύμφωνα με τη Σύμβαση BWM και άλλους εθνικούς και τοπικούς κανονισμούς. Τα συστήματα διαχείρισης των υδάτων έρματος πρέπει να εγκριθούν από την αρχή λαμβάνοντας υπόψη τις κατευθυντήριες γραμμές του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO). Με βάση την Διεθνή Σύμβαση όλα τα πλοία θα πρέπει να εφαρμόζουν ένα Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος (Ballast Water Management Plan). Επιπλέον πρέπει να εξασφαλίζεται πως όλες οι απορρίψεις έρματος, τόσο στη θάλασσα όσο και στο λιμάνι, συμμορφώνονται με τους κανονισμούς D-1 και D-2, δηλαδή το έρμα είτε ανταλλάσσεται (ballast exchange) είτε υφίσταται επεξεργασία (ballast treatment). Η ανταλλαγή έρματος θα εφαρμόζεται κατά ένα αρχικό, μεταβατικό στάδιο, ενώ τελικά, και μετά τη θέση της σύμβασης σε ισχύ, τα πλοία θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με ένα σύστημα επεξεργασίας έρματος. Το αρχικό χρονοδιάγραμμα της σύμβασης προέβλεπε ότι ανάλογα με την ημερομηνία κατασκευής τους και τη χωρητικότητα του έρματος τα πλοία θα εφάρμοζαν σταδιακά επεξεργασία έρματος, με αψότερη ημερομηνία συμμόρφωσης όλων το 2016. Όμως, λόγω της καθυστέρησης θέσης σε ισχύ της σύμβασης, στη MEPC 64, το αρχικό αυτό χρονοδιάγραμμα τροποποιήθηκε όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα. [28]

New vessels	Existing vessels where:	For other existing vessels	Existing vessels not required to have an IOPP certificate
Keel laid on or after 8 th September 2017:	Completed IOPP renewal survey between 8 th September 2014 and 7 th September 2017:	Install BWM system at whichever occurs first of the following:	Tankers of less than 150GT and ships other than oil tankers of less than 400GT
Install BWM system upon delivery	Install BWM system at the first IOPP renewal survey on or after 8 th September 2017	First IOPP renewal survey on or after 8 th September 2019; OR Second IOPP renewal survey on or after 8 th September 2017*	Install BWM system not later than 8 th September 2024

Πίνακας 5. Αναθεωρημένο χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης με βάση τη Σύμβαση [82]

Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω πίνακα, τα περισσότερα πλοία θα χρειαστεί να εγκαταστήσουν ένα σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος που πληροί τα πρότυπα του IMO μέχρι την ημερομηνία της πρώτης επιθεώρησης για ανανέωση του διεθνούς πιστοποιητικού πετρελαϊκής ρύπανσης (IOPP) μετά την έναρξη ισχύος της σύμβασης στις 8 Σεπτεμβρίου 2017. Πιο συγκεκριμένα τα σκάφη που κατασκευάστηκαν την ή μετά την 8^η Σεπτεμβρίου θα πρέπει να έχουν εγκατεστημένο σύστημα BWM κατά την παράδοση και η αναθεωρημένη ημερομηνία συμμόρφωσης για τα υπάρχοντα σκάφη θα εξαρτηθεί από την πραγματοποίηση της έρευνας ανανέωσης του IOPP.

Είναι επιτακτική ανάγκη όλα τα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα επεξεργασίας να έχουν λάβει έγκριση τύπου (TA) σύμφωνα με τις οδηγίες G8 ή/και G9 του IMO από μία αρμόδια Αρχή, δηλαδή τη Σημαία ενός Κράτους. Με άλλα λόγια, η έγκριση τύπου που αποκτά ένα σύστημα επεξεργασίας ουσιαστικά σημαίνει ότι είναι ικανό να λειτουργήσει σε όλα τα πλοία και σε όλες τις πιθανές καταστάσεις.

Οι κατευθυντήριες γραμμές G8 περιγράφουν τη μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθεί ένα σύστημα διαχείρισης του ύδατος έρματος για να λάβει τη νόμιμη έγκριση τύπου είτε από διοικητική αρχή, είτε από διαπιστευμένο αναγνωρισμένο οργανισμό. Από το 2014, στο MEPC67, ο IMO έχει εντοπίσει ορισμένες ασάφειες στην υπάρχουσα μεθοδολογία (MEPC 174 (58)), και έτσι ξεκίνησε την αναθεώρησή του. Δύο χρόνια εκτεταμένων μελετών και συζητήσεων ολοκληρώθηκαν στις 21 Οκτωβρίου με αποτέλεσμα την υιοθέτηση των αναθεωρημένων κατευθυντήριων γραμμών G8 από το MEPC 70. Πιο συγκεκριμένα οι αναθεωρημένες G8 οδηγίες περιλαμβάνουν:

- Εγκαταστάσεις δοκιμών: Οι δοκιμές πρέπει να διεξάγονται από ανεξάρτητη εγκατάσταση αποδεκτή από την Αρχή. Οι εγκαταστάσεις θα πρέπει να εφαρμόζουν αυστηρό πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου / διασφάλισης ποιότητας.
- Δοκιμές σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 0 ° C έως 40 ° C : Η νέα κατευθυντήρια οδηγία απαιτεί την απόδοση του BWMS να ελέγχεται στην παραπάνω περιοχή θερμοκρασιών. Το BWMS που δεν μπορεί να επιδείξει επιτυχημένες επιδόσεις σε αυτές τις περιοχές αλατότητας ή / και θερμοκρασίας θα υιοθετεί περιοριστικές συνθήκες λειτουργίας στο πιστοποιητικό έγκρισης τύπου.
- Διαδοχικές δοκιμές: Οι δοκιμές βάσει εδάφους πρέπει να συνίστανται σε πέντε διαδοχικούς έγκυρους κύκλους δοκιμών που δείχνουν συμμόρφωση με το D-2. Οι δοκιμές επί του πλοίου πρέπει να αντικατοπτρίζουν τις πραγματικές λειτουργίες του συστήματος επεξεργασίας έρματος και να αποτελούνται από τουλάχιστον τρεις διαδοχικές έγκυρες δοκιμές, οι οποίες να αποδεικνύουν ότι η συμμόρφωση D-2 καλύπτει περίοδο τουλάχιστον έξι μηνών.
- Περιορισμοί σχεδιασμού συστήματος: Μια σημαντική εξέλιξη είναι η ιδέα της τεκμηρίωσης των κρίσιμων παραμέτρων γνωστών ως Περιορισμοί Σχεδιασμού Συστήματος (System Design Limitations). Αυτές οι παράμετροι επηρεάζουν τη λειτουργία του BWMS (π.χ. ελάχιστες και μέγιστες παροχές ροής, χρόνος μεταξύ πρόσληψης και εκφόρτωσης έρματος) και τα όρια σχεδίασης (π.χ. ποιότητα νερού εκπεφρασμένη με ζήτηση οξειδωτικού και μετάδοση υπερϊώδους). Τα SDL πρέπει να αναγνωρίζονται από τον κατασκευαστή, να επικυρώνονται κατά τη διάρκεια των δοκιμών και να αναφέρονται στο πιστοποιητικό έγκρισης τύπου.
- Το επίπεδο πρόκλησης του συνόλου των ψυκτικών στερεών (Total Suspended Solids): Η αναθεωρημένη κατευθυντήρια γραμμή G8 απαιτεί πιο λεπτομερή εξέταση των επιπτώσεων της TSS στην ικανότητα της BWMS να αποδίδει στα ύδατα που βρίσκονται στην παγκόσμια ναυτιλία.
- Ορισμός της βιωσιμότητας: Η αναθεωρημένη κατευθυντήρια γραμμή της G8 έχει αναγνωρίσει την έννοια της απενεργοποίησης των οργανισμών (θανάτωση), αλλά εξακολουθεί να περιλαμβάνει την ικανότητα αναπαραγωγής του οργανισμού ως δείκτη αναφοράς.
- Διάταξη παράκαμψης: Η ενεργοποίηση παράκαμψης θα πρέπει να καταγράφεται στον εξοπλισμό ελέγχου και παρακολουθήσης BWMS.
- Απολέπιση

- Αυτο-παρακολούθηση: Το BWMS πρέπει να διαθέτει ένα σύστημα που παρακολουθεί, καταγράφει και αποθηκεύει επαρκή δεδομένα / παραμέτρους για να επαληθεύσει τη σωστή λειτουργία τους τελευταίους 24 μήνες. Οι ειδοποιήσεις πρέπει να υποδεικνύουν πότε κλείνει το σύστημα ή πότε μια επιχειρησιακή παράμετρος υπερβαίνει τις εγκεκριμένες προδιαγραφές.
 - Περιβαλλοντική δοκιμή
 - Απαιτήσεις εγκατάστασης μετά την έγκριση τύπου: Κυρίως για την παράκαμψη και τη λειτουργία της στο πλοίο.
 - Διαδικασίες εγκατάστασης και τοποθέτησης: Η ευθύνη για την επαλήθευση της σωστής λειτουργίας του BWMS μετά την εγκατάσταση και τη θέση σε λειτουργία βρίσκεται στην αρχή της σημαίας του πλοίου. Περιλαμβάνει τον έλεγχο απόδοσης μετά την έναρξη λειτουργίας.
- [29]

Η κατευθυντήρια γραμμή G9 (MEPC 169(57)) αφορά τα συστήματα διαχείρισης που χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες. Αποτελείται από μια βασική και μια τελική έγκριση προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το σύστημα δεν δημιουργεί αδικαιολόγητο κίνδυνο για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία, την ιδιοκτησία ή τους πόρους. Η δοκιμή βασικής έγκρισης διεξάγεται σε εργαστήριο υπό συνθήκες προσομοίωσης από ειδικευμένη ομάδα επιστημόνων αρμόδιων για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος που λειτουργεί υπό την αιγίδα του IMO (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection – GESAMP). Η βασική έγκριση επιβεβαιώνει ότι δεν υπάρχουν μη αποδεκτές δυσμενείς επιπτώσεις ή πιθανότητες για αδικαιολόγητο κίνδυνος, για ανθεκτικότητα, βιοσυσσώρευση και τοξικότητα. Η τελική έγκριση επιβεβαιώνει την προηγούμενη αξιολόγηση κινδύνου και αντιμετωπίζει τα προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά τη διαδικασία της βασικής έγκρισης. Έχοντας ως στόχο την έγκριση του συστήματος, η Διοίκηση αποφασίζει αν ένα σύστημα κάνει χρήση ενεργών ουσιών ή όχι και αν απαιτείται η υποβολή πρότασης έγκρισης στον IMO βάση των οδηγιών G9.

Γενικά, κατά τη διαδικασία έγκρισης ενός συστήματος βασικές παράμετροι λαμβάνονται σοβαρά υπόψη όπως η αλατότητα και η θερμοκρασία του νερού, η δοσολογία πιθανών ενεργών ουσιών στο νερό και ο χρόνος συγκράτησης τους στις δεξαμενές έρματος, τα επιτρεπόμενα όρια απόρριψης του νερού έρματος κατόπιν επεξεργασίας του με χημικές ουσίες καθώς και η ένταση της υπερϊώδους ακτινοβολίας που εκπέμπεται σε όσα συστήματα εφαρμόζουν αυτή τη μέθοδο επεξεργασίας.

Η έγκριση ενός συστήματος διαχείρισης νερού έρματος θεωρείται μία μακροχρόνια διαδικασία. Ειδικά, στην περίπτωση των συστημάτων που κάνουν χρήση ενεργών ουσιών εκτιμάται ότι μπορεί να

χρειαστούν ένα με δύο χρόνια επιπλέον από την αρχική έγκριση για την ολοκλήρωση των δοκιμών και την τελική έγκριση του συστήματος.

Σε αντίθεση με την διαδικασία της έγκρισης των συστημάτων όπως προβλέπει ο IMO, τα συστήματα που λαμβάνουν ΤΑ από την USCG έχουν περισσότερο δεσμευτικό χαρακτήρα. Είναι αναγκαία η αξιολόγηση από ένα ανεξάρτητο εργαστήριο (IL) εγκεκριμένο από την USCG, με βάση στοιχεία και πληροφορίες από τις δοκιμές έγκρισης τύπου από μια ξένη διοίκηση, είτε με βάση στοιχεία και πληροφορίες δοκιμών που παράγονται και υποβάλλονται από ένα IL. Όλα τα σχέδια δοκιμών και οι χειρσαίες δοκιμές πραγματοποιούνται σύμφωνα με το γενικό πρωτόκολλο επαλήθευσης της περιβαλλοντολογικής τεχνολογίας διαχείρισης θαλασσέρματος (ETV). Ο έλεγχος επαλήθευσης των τεχνολογιών στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου ETV αποσκοπεί στην παραγωγή ενός τυποποιημένου πακέτου δεδομένων υψηλής ποιότητας για αναθεώρηση από την Αμερικανική Ακτοφυλακή, ως μέρος της διαδικασίας έγκρισης των τεχνολογιών επεξεργασίας νερού έρματος για χρήση στο πλοίο. Το πρωτόκολλο αναμένεται να χρησιμοποιηθεί σε εμπορικές δοκιμές τεχνολογίας ύδατος με έρμα και ερευνητικές εγκαταστάσεις που λειτουργούν ή αναπτύσσονται για το σκοπό αυτό. [30] Το περιεχόμενο του πρωτοκόλλου ETV είναι παρόμοιο με αυτό των οδηγιών G8 απλά περιλαμβάνει πολυπλοκότερες διαδικασίες δοκιμών. Αναφορικά, στόχος του είναι η αξιολόγηση βασικών παραγόντων όπως οι τελικές επιδόσεις της βιολογικής επεξεργασίας, η προβλεψιμότητα / αξιοπιστία, το κόστος, η περιβαλλοντική αποδοχή και η ασφάλεια. Γενικότερα η USCG έχει υιοθετήσει ένα αυστηρότερο πρωτόκολλο έγκρισης τύπου σε σύγκριση με αυτό που IMO, με αποτέλεσμα να είναι αβέβαιο προς το παρόν αν ένα σύστημα που εγκρίθηκε από τον IMO θα περνάει επιτυχώς τις αμερικανικές διαδικασίες έγκρισης.

Η αμερικανική ακτοφυλακή λοιπόν, δίνει στους πλοιοκτήτες τις εξής πέντε επιλογές συμμόρφωσης:

- Εγκατάσταση ενός Συστήματος Διαχείρισης Υδάτων Έρματος που έχει εγκριθεί από το USCG (BWMS)
- Χρήση πόσιμου νερού από το δημόσιο σύστημα ύδρευσης
- Συγκράτηση νερού έρματος στο σκάφος ενώ αυτό βρίσκεται στα ύδατα των Ηνωμένων Πολιτειών
- Εκκένωση έρματος σε εγκατάσταση υποδοχής νερού στο λιμάνι
- Χρήση ενός εγκεκριμένου, από την USCG, Εναλλακτικού Συστήματος Διαχείρισης (AMS), το οποίο είναι ένα BWMS πιστοποιημένο από κάποια άλλη χώρα για πέντε χρόνια κατ' ανώτατο όριο, κατά τη διάρκεια των οποίων πρέπει να λάβει το AMS έγκριση τύπου USCG ή να αντικατασταθεί με ένα BWMS που κάνει.

Για την αποφυγή της τιμωρίας πλοίων που έχουν ήδη εγκαταστήσει κάποιο σύστημα επεξεργασίας έρματος που έχει εγκριθεί από τις αρχές άλλης σημαίας, έχει εισαχθεί η έννοια του εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης του έρματος (Alternate Management System – AMS) ως προσωρινό μέτρο. Ορισμένα χαρακτηριστικά των AMS παρατίθενται παρακάτω:

- Τα AMS είναι συστήματα επεξεργασίας έρματος τα οποία έχουν γίνει αποδεκτά για χρήση στα αμερικανικά νερά από τη USCG.
- Τα AMS αποτελούν προσωρινή λύση, έως ότου η USCG δώσει έγκριση τύπου για κάποιο σύστημα.
- Η αποδοχή ενός AMS δεν σημαίνει ότι θα πάρει απαραίτητα και έγκριση τύπου από τη USCG.
- Ένα πλοίο με εγκατεστημένο ένα AMS μπορεί να το χρησιμοποιήσει στα αμερικανικά νερά για πέντε χρόνια μετά την ημερομηνία κατά την οποία σε άλλη περίπτωση θα έπρεπε να συμμορφωνόταν με το πρότυπο της USCG.

Σημαντικό είναι επίσης να αναφέρουμε ότι η USCG σε συνεργασία με την EPA υπέγραψαν το 2011 ένα μνημόνιο κατανόησης (Memorandum of Understanding – MoU) σχετικό με το πρόγραμμα γενικής άδειας του πλοίου (Vessel General Permit – VGP). Το MoU έχει τεθεί σε ισχύ από τον Δεκέμβριο του 2013 και επιτρέπει τόσο στην USCG όσο και στην EPA να συμβάλλουν στην προσπάθεια συμμόρφωσης των πλοίων και να μοιράζονται σχετικές πληροφορίες. Το VGP απαιτεί από τον διαχειριστή του πλοίου να παρακολουθεί το εκάστοτε εγκαταστημένο σύστημα επεξεργασίας θαλασσέρματος μέσω συνεχών λειτουργικών ελέγχων, την ανάλυση δειγμάτων του επεξεργασμένου νερού έρματος και τη σύγκριση με τα πρότυπα λειτουργίας του κανονισμού καθώς και να ελέγχει εάν οι συγκεντρώσεις των χημικών ουσιών στο νερό έρματος είναι μέσα στα αποδεκτά όρια. Έως τώρα εφτά μόνο συστήματα έχουν καταφέρει να εγκριθούν από την USCG, με πιο πρόσφατη προσθήκη στη λίστα αυτή της Techcross Electro-Cleen η οποία χρησιμοποιεί ηλεκτρόλυση κατά την διάρκεια της πρόληψης και εξουδετέρωση των χωροκατακτητικών ειδών κατά την εκκένωση. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η ελληνική εταιρία Erma First γίνεται ο πρώτος κατασκευαστής και προμηθευτής, Συστήματος Διαχείρισης Θαλασσίου Έρματος (BWTS) ηλεκτρόλυσης πλήρους ροής, ο οποίος έλαβε το πιστοποιητικό έγκρισης τύπου από την Αμερικάνικη Ακτοφυλακή (USCG) ενώ έχει ήδη εγκριθεί από τον IMO. [31]

<i>Approved</i>						
Initial Application Received	Manufacturer (Country)	Model	Independent Lab	System Type	Capacity	Certificate Issued* (Amended)
20 Sep 2016	Optimarin (Norway)	OBS/OBS Ex	DNV GL	Filtration + UV	167 – 3,000 m ³ /h	02 Dec 2016 (03 Nov 2017)
21 Sep 2016	Alfa Laval (Sweden)	Pure Ballast 3	DNV GL	Filtration + UV	150 – 3,000 m ³ /h	23 Dec 2016 (21 Dec 2017)
23 Sep 2016	TeamTec OceanSaver AS (Norway)	OceanSaver MK II	DNV GL	Filtration + Electrodialysis	200 – 7,200 m ³ /h	23 Dec 2016 (18 Oct 2017)
24 Jan 2017	Sunrui (China)	BalClor	DNV GL	Filtration + Electrolysis	50 – 8,500 m ³ /h	06 Jun 2017 (05 Jan 2018)
31 Mar 2017	Ecochlor, Inc. (USA)	Ecochlor BWTS	DNV GL	Filtration + Chemical Injection	500 – 16,200 m ³ /h	10 Aug 2017 (26 Apr 2018)
02 May 2017	Erma First (Greece)	Erma First FIT	Lloyds Register	Filtration + Electrolysis	100 – 3,740 m ³ /h	18 Oct 2017
31 Oct 2017	Techcross, Inc. (Republic of Korea)	Electro-Cleen System	Korean Register	Electrolysis	150 – 12,000 m ³ /h	05 Jun 2018

Πίνακας 6. Συστήματα που έχουν εγκριθεί από την USCG μέχρι στιγμής. [32]

<i>Under Review</i>						
Application Received	Manufacturer (Country)	Model	Independent Lab	System Type	Capacity	Certificate Issued* (Amended)
28 Sep 2017	Samsung Heavy Industries Co., Ltd (Republic of Korea)	Purimar BWMS	Korean Register	Filtration + Electrolysis	250 – 10,000 m ³ /h	Pending
03 Mar 2018	De Nora (USA)	BALPURE	Lloyds Register	Filtration + Electrolysis	400 – 7,500 m ³ /h	Pending
12 Mar 2018	BIO-UV Group (France)	BIO-SEA B	DNV GL	Filtration + UV	55 – 1,400 m ³ /h	Pending
13 Mar 2018	Erma First (Greece)	Erma First FIT	Lloyds Register	Filtration + Electrolysis	100 – 3,740 m ³ /h	18 Oct 2017 (Pending)
16 Mar 2018	Alfa Laval (Sweden)	Pure Ballast 3	DNV GL	Filtration + UV	150 – 3,000 m ³ /h	23 Dec 2016 (21 Dec 2017)
22 Mar 2018	Optimarin (Norway)	OBS/OBS Ex	DNV GL	Filtration + UV	167 – 3,000 m ³ /h	02 Dec 2016 (03 Nov 2017)
29 Mar 2018	JFE Engineering Corporation (Japan)	BallastAce	Control Union	Filtration + Chemical Dosing	500 – 3,500 m ³ /h	Pending
30 Mar 2018	Panasia Co., Ltd. (Republic of Korea)	GloEn-Patrol	DNV GL	Filtration + UV	50 – 6,000 m ³ /h	Pending
09 Apr 2018	Wartsila Water Systems, Ltd. (England)	Aquarius EC	DNV GL	Filtration + Electrolysis	250 – 4,000 m ³ /h	Pending
09 May 2018	Headway Technology Co., Ltd. (People's Republic of China)	OceanGuard	DNV GL	Filtration + Electrolysis	65 – 5,200 m ³ /h	Pending

Πίνακας 7. Συστήματα που πρόκειται να εγκριθούν από την USCG μέχρι το τέλος του 2019 [32]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Βιοεισβολείς στο θαλάσσιο περιβάλλον και οικολογικές συνέπειες αυτών.

Η έκταση των θαλάσσιων βιο-εισβολών τείνει να αυξάνεται ραγδαία τον τελευταίο μισό αιώνα. Συνδυαζόμενη με άλλους φορείς υποβάθμισης του οικοσυστήματος, όπως η αλλαγή και η εκμετάλλευση των οικοτόπων, η περιβαλλοντική ρύπανση, η κλιματική αλλαγή, οι βιο-εισβολείς συμβάλλουν στην παρακμή της βιοποικιλότητας παγκοσμίως. Με την αύξηση της συνειδητοποίησης της πολυπλοκότητας των προβλημάτων που δημιουργούν τα επεμβατικά είδη, η οικολογία της εισβολής έχει λάβει σημαντική θέση στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Οι επιβλαβείς οικολογικές επιπτώσεις των βιο-εισβολών αναγνωρίζονται σε πολλά τμήματα παγκοσμίως. Η αντιστοίχιση των επιπτώσεων σε νομισματικούς όρους, μπορεί ακόμα να βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, παρόλα αυτά περιορισμένα διαθέσιμα δεδομένα δείχνουν ότι τα χωροκατακτητικά είδη προκαλούν τεράστιο οικονομικό κόστος σε πολλούς περιβαλλοντικούς τομείς. Η κατανόηση των οικολογικών συνεπειών των βιολογικών εισβολών βελτιώνεται, αλλά πρέπει να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν καλύτερες μετρήσεις για τον ποσοτικό προσδιορισμό των επιπτώσεων, προκειμένου να καταστεί δυνατή η αντικειμενική ιεράρχηση των ειδών ώστε να βοηθήσουν να δοθεί προτεραιότητα στη δράση και να διευκολυνθεί η μεταφορά πληροφοριών μεταξύ περιφερειών. Επιπλέον η ταχεία ανάπτυξη νέων τεχνολογιών βελτίωσε την ικανότητά μας να αξιολογούμε, να παρακολουθούμε, καθώς επίσης και οι διαδικασίες ελέγχου του σχεδίου και οι ολοκληρωμένες στρατηγικές αρχίζουν να εφαρμόζονται με στόχο την μείωση των τρεχουσών και μελλοντικών επιπτώσεων των επεμβατικών ειδών. Πολιτικές και στρατηγικές βιοασφάλειας πρέπει να ενημερώνονται τακτικά για να αξιοποιήσουν τα νέα ευρήματα. Είναι σημαντικό η διοίκηση να επικεντρωθεί στα αρχικά στάδια της διαδικασίας της εισβολής, για τα οποία οι πρόσφατες εξελίξεις σχετικά με την αξιολόγηση των κινδύνων, την διαχείριση των οδών και των φορέων και η έγκαιρη ανίχνευση παρέχουν μια σταθερή βάση. Άλλωστε η πρόληψη είναι αποτελεσματικότερη σε σύγκριση με την άμβλυνση και την αποκατάσταση αφότου επέλθει η εισβολή.[33]

4.1 Βιο-εισβολείς: Έννοια και χαρακτηριστικά

Βιοεισβολείς είναι τα μη αυτόχθονα είδη φυτών και ζώων που εισάγονται σκόπιμα ή τυχαία σε κάποιο οικοσύστημα προκαλώντας βλάβες σε αυτό. Για το θαλάσσιο οικοσύστημα τα είδη αυτά περιλαμβάνουν ψάρια, φύκια, μαλάκια, καρκινοειδή, εχινόδερμα, βακτήρια και ιούς. Αντίστοιχοι όροι που δίνουν έμφαση στην εισαγωγή των ειδών και όχι στα προβλήματα που προκαλούν είναι εξωτικά ή αλλόχθονα ή μη γηγενή είδη, ξενικά είδη ή επεμβατικά είδη. Οι βιοεισβολείς στα θαλάσσια οικοσυστήματα μπορούν να επηρεάσουν τη βιοποικιλότητά σε επίπεδο είδους, ενδιαιτήματος και οικοσυστήματος. Μπορεί να εκτοπίσουν αυτόχθονα είδη, να προκαλέσουν απώλεια αυτόχθονων γονιδίων, να τροποποιήσουν τα ενδιαιτήματα, να αλλάξουν τη δομή της τοπικής βιοκοινότητας, να επηρεάσουν τα τροφικά δίκτυα. Επιπλέον, επιδρούν στις υπηρεσίες που παρέχουν τα οικοσυστήματα προς τους ανθρώπους, καθώς και στην ανθρώπινη υγεία, ενώ προκαλούν οικονομικές απώλειες. Οι υπηρεσίες των οικοσυστημάτων είναι οφέλη που κερδίζουν οι άνθρωποι από τα οικοσυστήματα. Εκτιμάται ότι οι ωκεανοί και κυρίως οι παράκτιες ζώνες συνεισφέρουν πάνω από 60% στη συνολική οικονομική αξία της βιόσφαιρας. [34]

Βασικός φορέας που είναι υπεύθυνος για την ραγδαία εξάπλωση του φαινομένου είναι το νερό έρματος που μεταφέρεται μέσω των πλοίων. Το πρόβλημα είναι ότι το νερό έρματος συνήθως περιέχει στοιχεία από τη χλωρίδα και την πανίδα, τους ιούς, τα βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς και ιζήματα, τα οποία αποικούν στο θαλάσσιο περιβάλλον όπου το πλοίο γεμίζει τις δεξαμενές του. Αν και αυτός ο βίοςκομος, θα μπορούσε να ζει σε αρμονία στο βιότοπό του, όπου οι φυσικές συνθήκες τον κρατούν σε ισορροπία με το περιβάλλον, ωστόσο, όταν τοποθετούνται σε νέα περιβάλλοντα με πιο ευνοϊκές φυσικές συνθήκες και έλλειψη φυσικών εχθρών, αρχίζουν να ακμάζουν και να πολλαπλασιάζονται ενάντια στα αυτόχθονα είδη. Παρόλο που ένα μικρό ποσοστό των ειδών θα επιβιώσουν κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, είναι δύσκολο να προβλεφθεί πια είδη θα είναι αυτά, καθώς και που και πότε ένα εισαγόμενο είδος θα αρχίσει να εξαπλώνεται από μόνο του σε νέα ενδιαιτήματα προκαλώντας βλάβη στο τοπικό οικοσύστημα και τους πόρους του. Ακόμη και τα χωροκατακτητικά είδη που αρχικά δεν φαίνεται να είναι επιβλαβή μπορεί να γίνουν, εάν οι συνθήκες στο περιβάλλον τους αλλάξουν, όπως η θερμοκρασία, τα θρεπτικά συστατικά, η εισαγωγή ενός άλλου ξένου είδους, αυτό δίνουν στα νέα είδη ένα οικολογικό πλεονέκτημα.

Τα επεμβατικά είδη εμφανίζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ τους τα οποία τα διαχωρίζουν τα γηγενή. Ένα επιβλαβές χωροκατακτητικό είδος εμφανίζει συνήθως τουλάχιστον ένα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- εκτοπίζει τα τοπικά ιθαγενή είδη ανταγωνιζόμενα άμεσα για τρόφιμα, χώρο ή φως.

- διαταράσσει ουσιαστικά τον τοπικό ιστό τροφίμων, το δάπεδο της θάλασσας ή τον βιότοπο του ποταμού.
- απολαμβάνει παραγωγική αναπαραγωγή, στρατολόγηση, ανάπτυξη και επιβίωση λόγω της «διαφυγής» του από τα φυσικά αρπακτικά ζώα, βοσκοτόπια, παράσιτα ή παθογόνα που τον ελέγχουν στη γηγενή περιοχή του.
- προκαλεί «ενοχλήσεις» σε σκάφη, πλοία, αλιευτικά εργαλεία, εξοπλισμό υδατοκαλλιέργειας, βιομηχανικό συστήματα ψύξης νερού, σωρούς πυλών, κλπ. και
- έχει επιβλαβείς ή παθογόνες επιπτώσεις που προκαλούν θνησιμότητα ψαριών, διαταράσσουν την υδατοκαλλιέργεια ή / και απειλούν άμεσα τη δημόσια υγεία. [35]

4.2. Τα κυριότερα χωροκατακτητικά είδη

Η ακούσια μεταφορά των θαλάσσιων οργανισμών μέσω του έρματος των πλοίων, μπορεί να δημιουργήσει μεγάλη απειλή στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η εξάπλωση των «εισβολέων» αναγνωρίζεται επίσημα πλέον ως μία από τις μεγαλύτερες απειλές για την οικολογική κοινωνική και οικονομική ευημερία του πλανήτη. Τα ξενικά αυτά είδη προκαλούν τεράστια ζημιά στη βιοποικιλότητα και στους πολύτιμους φυσικούς πόρους από τους οποίους και εξαρτάται το ανθρώπινο είδος για την επιβίωση του. Σοβαρές, άμεσες αλλά και έμμεσες επιδράσεις παρουσιάζονται στην ανθρώπινη υγεία και συχνά η ζημιά στο περιβάλλον είναι μη αναστρέψιμη. Ανάμεσα στα εκατοντάδες είδη που μεταφέρονται στο νερό του έρματος και προκαλούν οικολογικές συνέπειες, ο IMO απαριθμεί τα 10 πιο ανεπιθύμητα είδη ως εξής: [36]

1. Cholera (*Vibrio cholerae*)
2. Cladoceran Water Flea (*Cercopagis pengoi*)
3. Chinese mitten crab (*Eiocheir sinensis*)
4. Toxic algae (red/brown/ green tides)
5. Round goby (*Neogobius melanostomus*)
6. North American comb jelly (*Mnemiopsis leidyi*)
7. North Pacific seastar (*Asterias amurensis*)
8. Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*)
9. Asian kelp (*Undaria pinnatifida*)
10. European green crab (*Carcinus maenus*)

4.2.1 Cholera (*Vibrio cholerae*)

Η χολέρα είναι μια δυνητικά επιδημική και απειλητική για τη ζωή νόσος, που προκαλείται από το βακτήριο *Vibrio cholerae*. Μια από τις κυριότερες πηγές ανάπτυξης αυτού του βακτηρίου είναι το νερό. Η πρωταρχική σύνδεση μεταξύ των ανθρώπων και των παθογόνων αυτών στελεχών είναι μέσω του ύδατος. Η χολέρα προκαλείται από τα τοξικογόνα στελέχη των ορολογικών ομάδων O1 και O139 των βακτηρίων *V. cholerae*, τα οποία συναντάμε συχνά σε θαλάσσια περιβάλλοντα. Η μόλυνση από το βακτήριο προκαλείται από κατανάλωση μολυσμένου νερού ή τροφής. Μέσω του νερού έρματος το βακτήριο αυτό είναι δυνατό να μεταφερθεί από το ένα λιμάνι σε ένα άλλο.

Το 1992 διαπιστώθηκε η μεταφορά του βακτηρίου *V. Cholerae* μέσω του νερού έρματος πλοίων που βρίσκονταν ελλιμενισμένα σε λιμένες του Αμερικανικού κόλπου του Μεξικού, έπειτα από δειγματοληψία του έρματος πέντε φορτηγών πλοίων τα οποία ξεκίνησαν από λιμάνια της Λατινικής Αμερικής. Επιδημική χολέρα είχε παρουσιαστεί το 1991 στο Περού και ραγδαία εξαπλώθηκε στη Λατινική Αμερική και το Μεξικό. Έπειτα από βιοχημικά και ορολογικά τεστ τακτοποιήθηκε ότι τα φορτηγά πλοία μετέφεραν την επιδημική χολέρα. [37]

Μια επιδημία χολέρας εμφανίστηκε επίσης στην Αϊτή τον Οκτώβριο του 2010, η έλλειψη ασφαλούς υποδομής ύδρευσης και αποχέτευσης και η καταστροφή που προκλήθηκε από τον σεισμό του Ιανουαρίου 2010 συνέβαλαν στην εξάπλωσή της. Εκφράστηκαν ανησυχίες ότι η χολέρα θα μπορούσε να μεταφερθεί από την Αϊτή σε άλλες χώρες μέσω της μόλυνσης των παράκτιων υδάτων από το νερό έρματος των πλοίων. Η κυκλοφορία πλοίων στην Αϊτή (233 πλοία που εκτελούνται στο Port-au-Prince το 2008) αποτελείται κυρίως από φορτηγά πλοία με προορισμούς τις Ηνωμένες Πολιτείες, άλλα νησιά της Καραϊβικής και τη Λατινική Αμερική. Κατά τη διάρκεια της επιδημίας διεξήχθη από τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων των ΗΠΑ, της Υπηρεσίας Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ, καθώς και του Υπουργείου Υγείας και Πληθυσμού της Αϊτής αξιολόγηση της μόλυνσης από τη χολέρα των φρέσκων και θαλάσσιων πηγών νερού στην Αϊτή. Το νερό που συλλέχτηκε από τα λιμάνια Port-au-Prince και St. Marc εξετάστηκε για την παρουσία *V. cholerae* και της τοξίνης για τη χολέρα *ctxA*. Παρόλο που το *V. Cholerae* δεν απομονώθηκε από τα δείγματα θαλασσινού νερού των λιμανιών, το γονίδιο *ctxA* ανιχνεύθηκε σε καλλιέργειες δείγματος θαλασσινού νερού από τα δύο λιμάνια, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα λιμναία νερά μολύνθηκαν από το βακτήριο. Αυτή η επιδημία χολέρας αναφέρεται ως ο τραγικότερη στην πρόσφατη ιστορία με τα κρούσματα να ξεπερνούν τις 665.000 και οι νεκροί έφτασαν τους 8.183. Το ξέσπασμα της χολέρας στην Αϊτή εξαπλώθηκε στη γειτονική Δομινικανή Δημοκρατία και οι περιπτώσεις χολέρας που συνδέονται με ταξίδια στην Αϊτή αναγνωρίστηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες. Όμως δεν υπάρχει κανένα στοιχείο που να αποδεικνύει ότι η εξάπλωση αυτή οφείλεται στο νερό έρματος των πλοίων. [38]

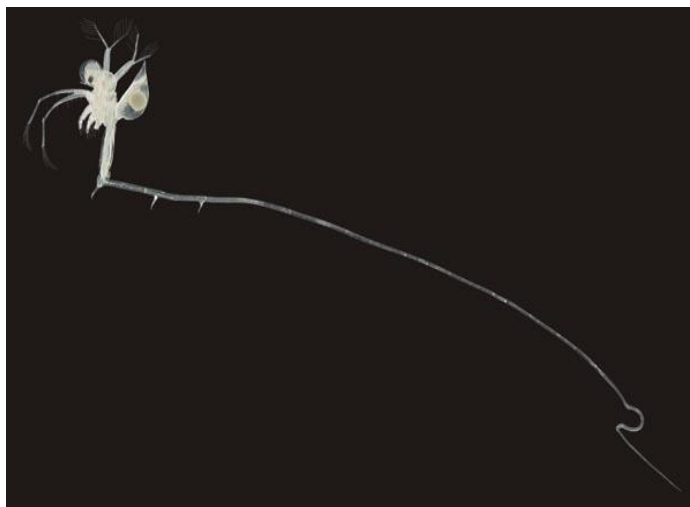
4.2.2 Cladoceran Water Flea (*Cercopagis pengoi*)

Το *Cercopagis pengoi* είναι ένας ψύλλος νερού που προέρχεται από την Νοτιοανατολική Ευρώπη. Έχει εξαπλωθεί και έχει κατακλύσει θαλάσσιους δρόμους της Νοτιοανατολικής Ευρώπης και της Βαλτικής θάλασσας. Έχει εισαχθεί στις Μεγάλες Λίμνες της Βόρειας Αμερικής, όπου γρήγορα καθιερώθηκε και τώρα αυξάνει το εύρος και την αφθονία του. Το *Cercopagis pengoi* είναι ένας άγριος θηρευτής και μπορεί να συναγωνιστεί και με άλλους πλανγκτικοποιητές. Μέσω αυτού του ανταγωνισμού, το *C. pengoi* έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει την αφθονία και την κατάσταση των ζωοτροφών των ψαριών και των προνυμφών. Μπορεί να βρεθεί σε γλυκά ύδατα, αλλά και σε υφάλμυρες λίμνες. Εμφανίζονται αργά την άνοιξη και παραμένουν στο νερό μέχρι αργά το φθινόπωρο. Η διάρκεια ζωής τους μπορεί να είναι από μερικές ημέρες έως μία εβδομάδα. Σε αντίθεση με άλλα ζωοπλαγκτόν που τρέφονται κυρίως με άλγη, το *C. pengoi* τρέφεται με άλλο ζωοπλαγκτόν, που είναι, επίσης, η τροφή που προτιμούν τα νεαρά σε ηλικία ψάρια. Ένα *C. pengoi* μπορεί να φάει 20 οργανισμούς σε μία μέρα.

Τα πρώτα ευρήματα βρέθηκαν το 1992 στη Βαλτική και συγκεκριμένα στη νότια ακτή του Κόλπου της Φινλανδίας (Muuga Bay) και στο βορειοανατολικό Κόλπο της Ρίγα (Κόλπος Pärnu). Σε αντίθεση με τον Κόλπο στη Ρίγα όπου το είδος συνέχισε την παρουσία του το 1993-1994, δεν εμφανίστηκε το *C. Pengoi* στα δείγματα ζωοπλαγκτόν του Κόλπου της Φινλανδίας τα έτη αυτά. Από το 1995, το είδος αυτό είχε παρατηρηθεί σε διάφορες τοποθεσίες του βόρειου και ανατολικού Κόλπου της Φινλανδίας (π.χ. Kivi 1995, Avinski 1997, Uitto et al. 1999). Σε μερικούς σταθμούς, δειγματοληψία τον Σεπτέμβριο του 1995 στον Κόλπο της Ρίγα, το *C. pengoi* αποτελούσε το 25% της συνολικής βιομάζας του ζωοπλαγκτόν. Η αιτία για αυτή την βιο-εισβολή θεωρήθηκε απόρριψη νερού έρματος των πλοίων. Έξι χρόνια μετά την πρώτη καταγραφή της εμφάνισης του *C. pengoi*, το είδος μεταφέρθηκε μέσω του έρματος υπεράκτιων πλοίων, που προέρχονταν από τη Βαλτική και ανιχνεύθηκε στις Μεγάλες Λίμνες της Βόρειας Αμερικής. Πρώτη φορά παρατηρήθηκε στις ΗΠΑ στις λίμνες Ontario και Erie, ενώ την επόμενη χρονιά εμφανίστηκε στη λίμνη Michigan. Το 1999 ανιχνεύθηκε στο Finger Lakes της Νέας Υόρκης και το 2001 βρέθηκε στη λίμνη Muskegon. Η μεταφορά αυτού του παράσιτου πραγματοποιήθηκε μέσω του έρματος των πλοίων που προέρχονταν από την Ευρώπη.

Παρά το μικρό τους μέγεθος μπορούν να προκαλέσουν αρκετά προβλήματα τόσο οικολογικά, όσο και οικονομικά. Η ραγδαία ανάπτυξη τους απειλεί τις ζωοπλαγκτονικές κοινότητες με εξόντωση μιας και αποτελούν την κύρια πηγή τροφής τους. Επίσης έχουν την τάση να προσκολλώνται σε δίχτυα και παραγάδια των ψαράδων, προκαλώντας υλικές ζημιές. Ήδη στον κόλπο της Φινλανδίας η βιοσυσσώρευση του *C. Pengoi* στον αλιευτικό εξοπλισμό προκαλεί σοβαρές οικονομικές απώλειες.

[39]



Αριστερά: Εικόνα 8. Προσκόλληση του παράσιτου *C. pengoi* σε δίκτυα [39]

Δεξιά: Εικόνα 9. Παράσιτο *Cercopagis pengoi* [83]

4.2.3 Chinese mitten crab (*Eiocheir sinensis*)

Το *E. Sinensis* αναπτύσσεται στην Ανατολική Ευρώπη και στην Ανατολική Ασία. Προέρχεται από τις εύκρατες και τροπικές περιοχές μεταξύ της Ρωσίας και της νότιας Κίνας, συμπεριλαμβανομένου της Ιαπωνίας και της Ταϊβάν. Το κεντρικό σημείο της εμφάνισης τους είναι η Κίτρινη Θάλασσα. Το *E. sinensis* ξοδεύει το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του σε φρέσκα ή υφάλμυρα νερά. Οι ενήλικες μεταναστεύουν κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, για να αναπαραχθούν σε υφάλμυρα ή θαλασσινά νερά. Τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά θεωρείται ότι πεθαίνουν μετά την αναπαραγωγή. Τα *E. Sinensis* τρέφονται με μια μεγάλη ποικιλία φυτών, ασπόνδυλων, ψαριών και αποβλήτων. Γενικά θεωρούνται παμφάγα αν και οι διατροφικές τους συνήθειες μπορούν να μεταβληθούν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Το βασικό χαρακτηριστικό του που το διακρίνει είναι το πυκνό τρίχωμα στις δαγκάνες του.

Το *E. Sinensis* στη Κίνα αποτελεί μια σημαντική πηγή τροφής, η οποία υποστηρίζει μεγάλο μέρος της βιομηχανίας υδατοκαλλιέργειας αποδίδοντας υψηλή παραγωγική αξία. [40] Αυτό το είδος έχει εξαπλωθεί ραγδαία από την Ασία στη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη, δημιουργώντας ανησυχίες ότι

ανταγωνίζεται με τα τοπικά είδη και προκαλούν ζημιές στο φυσικό περιβάλλον. Τα καβούρια μπορούν να κάνουν σημαντικές εσωτερικές μεταναστεύσεις. Η πρώτη καταγραφή έγινε το 1935 στις εκβολές του ποταμού Τάμεση. Τα καβούρια είναι επίσης γνωστό ότι διαμένουν σε πισίνες. Σε κάποιες περιοχές τα καβούρια βρέθηκαν εκατοντάδες μίλια από τη θάλασσα. Επιπλέον υπάρχει ανησυχία σε περιοχές με σημαντική εγχώρια αλιεία καβουριού, όπως ο κόλπος Chesapeake στο Μέριλαντ και ο ποταμός Hudson στη Νέα Υόρκη (και οι δύο περιοχές όπου οι καβούρια πρωτοεμφανίστηκαν το 2005), καθώς οι επιπτώσεις της εισβολής αυτού του είδους στον γηγενή πληθυσμό είναι άγνωστες. Με το πέρασμα του χρόνου το *E. Sinensis* έχει εξαπλωθεί και εμφανίζεται σε περιοχές της ηπειρωτικής Ευρώπης, στη νότια Γαλλία, τις ΗΠΑ και το Ηνωμένο Βασίλειο. Υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς τους μέσω της προσκόλλησης τους πάνω στα καράβια, αλλά ο κύριος τρόπος μεταφοράς τους θεωρείται το έρμα των πλοίων. [41]

Το *E. Sinensis* είναι αιτία αρκετών προβλημάτων όταν εισαχθεί σε νέο περιβάλλον. Εξαντλεί τη φυσική βιοποικιλότητα μιας και σαν ευκαιριακό παμφάγο καταναλώνει υδρόβια φυτά, άλγη, ιχθυοστοιχεία, αυγά ψαριών και ασπόνδυλα τόσο σε γλυκά όσο και σε θαλασσινά νερά. Πέραν των οικολογικών προβλημάτων που δημιουργεί, επηρεάζει και την ανθρώπινη υγεία μιας και είναι ενδιάμεσος ξενιστής για το παράσιτο του ανθρώπινου πνεύμονα *Paragonimus westermanii* στην Ασία. Επιπλέον έχει τη δυνατότητα βιοσυσσωρεύσεως ανόργανων και οργανικών μολυσματικών ουσιών που μπορούν στη συνέχεια να περάσουν από την τροφική αλυσίδα.



Εικόνα 10. Chinese mitten crab [84]

4.2.4 Toxic algae (red/brown/green tides)

Αρκετά είδη άλγης έχουν διανεμηθεί σε όλη την θαλάσσια παράκτια πλευρά του κόσμου μέσω του έρματος. Η εμφάνιση και ανάπτυξη τους μπορεί να προκαλέσει σημαντική βλάβη στα ζώα, το

περιβάλλον και τις οικονομίες. Αυξάνονται σε μέγεθος και συχνότητα παγκοσμίως, γεγονός που πολλοί ειδικοί αποδίδουν στην παγκόσμια αλλαγή του κλίματος. Περίπου 300 είδη μικροφυκών εμφανίστηκαν για να σχηματίσουν μια μαζική έξαρση άλγης. Σχεδόν το ένα τέταρτο των ειδών αυτών είναι γνωστό ότι παράγουν τοξίνες. Η επιστημονική κοινότητα αναφέρεται σε αυτά τα γεγονότα με έναν γενικό όρο ‘Harmful Algal Bloom’ (HAB).

Οι πολλαπλασιασμοί μικροβίων σε θαλάσσια ή υφάλμυρα ύδατα μπορούν να προκαλέσουν μαζική θανάτωση ψαριών, να μολύνουν τα θαλασσινά με τοξίνες και να μεταβάλλουν τα οικοσυστήματα με τρόπο που οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται ως επιβλαβείς. Τα HABs διακρίνονται σε δύο ομάδες οργανισμών: σε αυτούς που παράγουν τοξίνες και να μολύνουν με αυτόν τον τρόπο θαλασσινά ή θανατώνουν ψάρια και σε αυτούς που παράγουν υψηλή βιομάζα, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν ανοξία και αδιάκριτους θανάτους της θαλάσσιας ζωής έπειτα από πυκνές συγκεντρώσεις. Ωστόσο τυγχάνει μερικά HAB έχουν χαρακτηριστικά και των δύο.

Παρόλο που τα HABs εμφανίστηκαν πολύ πριν αρχίσουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες να μετασχηματίζουν τα παράκτια οικοσυστήματα, μια έρευνα για τις πληγείσες περιοχές και τις οικονομικές απώλειες και τις ανθρώπινες δηλητηριάσεις σε όλο τον κόσμο καταδεικνύει πολύ καλά ότι υπήρξαν δραματικές αυξήσεις στις επιπτώσεις των HABs τις τελευταίες δεκαετίες. Το πρόβλημα HAB είναι πλέον ευρέως διαδεδομένο και σοβαρό. Ωστόσο, πρέπει να θυμόμαστε ότι οι βλαβερές συνέπειες τους εκτείνονται πολύ πέρα από τις άμεσες οικονομικές απώλειες και τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Όταν μολύνουν ή καταστρέφουν παράκτιους πόρους, απειλούνται τα μέσα διαβίωσης των κατοίκων της περιοχής και διακυβεύεται η διατήρηση των ανθρωπίνων πληθυσμών. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα κυανοβακτηριδίων είναι το *Aureococcus anophagefferens* στις Μεγάλες Λίμνες των ΗΠΑ, το τοξικό δινομαστιγοφόρο *Gymnodinium catenatum* που έχει εδραιωθεί στη νοτιοανατολική Τασμανία και το *Alexandrium catenella* στο Tau Lagoon στη Γαλλία. [42]

Στη Φλόριντα διερευνάται από το Florida Fish and Wildlife Conservation (FWC) και το Wildlife Research Institute (FWRI) το ενδεχόμενο να εισέρχεται στον κόλπο Tampa Bay μη γηγενής πλυθησμός άλγης μέσω του νερού έρματος των πλοίων. Τα ξένα σκάφη που εισέρχονται στον κόλπο Tampa ελέγχονται τακτικά από το Τμήμα Ελέγχου των Θαλάσσιων Σκαφών των ΗΠΑ (Foreign Vessel Port State Control Branch), για να διαπιστωθεί αν επέρχεται συμμόρφωση με τους διεθνείς κανονισμούς για την ασφάλεια στη θάλασσα, την ασφάλεια των λιμένων και την προστασία του περιβάλλοντος. Στο πλαίσιο της μελέτης FWRI, οι ερευνητές συλλέγουν δείγματα νερού, λάσπης και ιζήματος από τις δεξαμενές έρματος των εμπορικών πλοίων που επισκέπτονται το λιμάνι της Tampa και το λιμάνι Manatee. Τα δείγματα εξετάζονται για την παρουσία δυνητικά επιβλαβών μη φυσικών μικροφυκών που μπορεί να αποτελέσουν απειλή για τον κόλπο του Τάμπα. Τα είδη που βρέθηκαν θα αναγνωριστούν, θα ταξινομηθούν και θα δοκιμαστούν για τοξικότητα. [43]

Πέραν των προβλημάτων που προκαλεί η ανάπτυξη και η εξάπλωση των HABs στα θαλάσσια οικοσυστήματα, παρουσιάζουν και σημαντικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. Ιδιαίτερα στις τροπικές περιοχές οι άνθρωποι συχνά παρενοχλούνται από ασθένειες και σύνδρομα εξαιτίας της κατανάλωσης θαλασσινών μολυσμένων από τοξίνες φυκιών. Μερικές από αυτές τις ασθένειες μπορεί να είναι θανατηφόρες. Πέντε ανθρώπινα σύνδρομα αναγνωρίζονται σήμερα ότι προκαλούνται από την κατανάλωση μολυσμένων θαλασσινών:

ASP-amnesic shellfish poisoning: Αυτό το σύνδρομο μπορεί να είναι απειλητικό για τη ζωή. Προκαλείται από συσσώρευση οξέος κυρίως στα οστρακοειδή αλλά και στα ψάρια. Χαρακτηρίζεται από γαστρεντερικές και νευρολογικές διαταραχές συμπεριλαμβανομένης της απώλειας μνήμης. Η δηλητηρίαση από την ASP είναι επί του παρόντος γνωστή κυρίως από τον Καναδά, αλλά οι αιτιολογικές διατομές εμφανίζονται σε πολλά μέρη του κόσμου, γι' αυτό πρέπει να ασκηθεί μεγάλη προσοχή κατά τη διάρκεια ανάπτυξης ειδών του *Pseudo-nitzschia*.

CFP-ciguatera fish poisoning: Αυτή η δηλητηρίαση, που μεταδίδεται από διάφορα είδη τροπικών ψαριών, δεν είναι γενικά θανατηφόρα, αν και έχουν καταγραφεί θύματα. Το *Ciguatera* προκαλεί γαστρεντερικές, νευρολογικές και καρδιαγγειακές διαταραχές και η ανάκτηση συχνά διαρκεί μήνες ή και χρόνια. Διανέμεται ευρέως στις τροπικές περιοχές. Έτσι, κατά την περίοδο 1960-1984, υπήρχαν συνολικά 24.000 περιπτώσεις *ciguatera* μόνο στη Γαλλική Πολυνησία. Συσσωρεύονται αποδείξεις ότι οι διαταραχές των κοραλλιογενών υφάλων από τους τυφώνες, την τουριστική δραστηριότητα κ.λπ. αυξάνουν τον κίνδυνο για την εμφάνισή της. Σήμερα δεν υπάρχει εύκολη μέθοδος για τη μέτρηση των τοξινών (τσιουατοξίνη και ματοτοξίνη) που προκαλούν δηλητηρίαση από τα *Ciguatera*.

DSP-diarrhetic shellfish poisoning: Πρόκειται για ένα ευρύτατο είδος δηλητηρίασης οστρακοειδών που προκαλεί γαστρεντερικές διαταραχές με διάρροια, έμετο και κοιλιακές κράμπες. Δεν είναι θανατηφόρα και οι ασθενείς συνήθως αναρρώνουν μέσα σε λίγες μέρες. Υπάρχουν χιλιάδες αναφερόμενα περιστατικά από ανεπτυγμένες χώρες, όπως στην Ισπανία το 1981 με 5000 κρούσματα, αλλά με την παθολογική εικόνα του DSP, πολλά όμως περιστατικά μπορεί να θεωρηθούν ως συνηθισμένη διαταραχή στο στομάχι και επομένως παραμένουν ανεπίσημα. Η χρόνια έκθεση σε DSP υποπτεύεται ότι προάγει τον σχηματισμό όγκων στο πεπτικό σύστημα.

NSP-neurotoxic shellfish poisoning: Μέχρι πρόσφατα, το σύνδρομο αυτό περιορίστηκε στον Κόλπο του Μεξικού, αλλά το 1993 αναφέρθηκε επίσης στη Νέα Ζηλανδία. Χαρακτηρίζεται από γαστρεντερικές και νευρολογικές διαταραχές συνήθως με ανάκτηση μέσα σε λίγες μέρες. Τα τοξικά αερολύματα που σχηματίζονται από την δράση κύματος μπορεί να προκαλέσουν συμπτώματα που ομοιάζουν με άσθμα.

PSP-paralytic shellfish poisoning: Αυτό είναι ένα απειλητικό για τη ζωή σύνδρομο με νευρολογικές επιδράσεις. Δεν υπάρχει γνωστό αντίδοτο στο PSP. Η γνωστή παγκόσμια κατανομή έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Κάθε χρόνο περίπου 2000 περιπτώσεις PSP αναφέρονται με θνησιμότητα 15%.

Άλλες απειλές για την ανθρώπινη υγεία δημιουργούνται από τις μπλε-πράσινες τοξίνες των φυκιών στο πόσιμο νερό που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες ή να είναι προαγωγείς όγκων.

Για να μειωθεί ο κίνδυνος σοβαρής δηλητηρίασης απαιτείται η εντατική παρακολούθηση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτόν στις περιοχές συγκομιδής σε συνδυασμό με βιολογικές δοκιμές ή/ και χημικές αναλύσεις των θαλασσινών.



Εικόνα 11. Άλγη (blue-green algae) σε βόρεια ακτή της Γερμανίας [85]

4.2.5 Round goby (*Neogobius melanostomus*)

Ο *N. melanostomus*, ένα μικρό (μέχρι και 25 εκ. μήκος) βενθικό είδος που αναπτύσσεται στη Μαύρη, Αζοφική και Κασπία θάλασσα. Αποτελεί έναν από τα πιο επιτυχημένα χωροκατακτητικά είδη ψαριών των τελευταίων δεκαετιών. Τρέφεται με βενθικούς οργανισμούς, μύδια και άλλα μαλάκια, όπως ακόμα και με μικρότερα ψάρια και τα αυγά αυτών. Επίσης έχουν την ικανότητα να τρέφονται ακόμη και στο απόλυτο σκοτάδι, ενώ ανάλογα με το περιβάλλον που βρίσκονται διαμορφώνουν και τη διατροφή τους επιλέγοντας οργανισμούς που βρίσκονται σε αφθονία στο αντίστοιχο οικοσύστημα. Τα *N. melanostomus* μπορούν να βρεθούν σε φρέσκο ή υφάλμυρο νερό και σε βάθη από 0 έως 30 μέτρα. Μπορούν να επιβιώσουν σε θερμοκρασίες νερού από 0 έως 30 βαθμούς Κελσίου, αλλά τείνουν να ευδοκιμούν σε θερμότερα νερά. Είναι επίσης σε θέση να επιβιώσουν σε περιοχές με κακή ποιότητα νερού. Μπορούν επίσης να αντέξουν χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου. Και οι δύο αυτές ιδιότητες τις καθιστούσαν κατάλληλες για να επιβιώσουν στο νερό έρματος, το οποίο εισήχθη στις Μεγάλες

Λίμνες. Έχουν διάρκεια ζωής περίπου 4 χρόνια, με τα αρσενικά να πεθαίνουν αφότου υπερασπιστούν τις φωλιές τους κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου.

Η μεταφορά νερού έρματος και ενδεχομένως τα αυγά που συνδέονται με τα πλοία και τις φορτηγίδες είναι οι πιο πιθανοί φορείς της μετάδοσης του *N. Melanostomus*. Άλλοι παράγοντες που προκαλούνται από ανθρώπους είναι η αλλοίωση φυσικών γλυκών υδάτων και θαλάσσιων ενδιαιτημάτων, π.χ. οι τεχνητοί ύφαλοι, τα βιομηχανικά λιμάνια, οι δεξαμενές των φραγμάτων, φαίνεται να προωθούν την εγκατάστασή του σε πρόσφατα εισβαλλόμενες περιοχές. [44]

Πρώτη φορά ανιχνεύθηκαν στην Αμερική το 1990 στον ποταμό St. Clair. Ενώ μέχρι τα τέλη του 1995 είχε ήδη εξαπλωθεί σε όλες τις Μεγάλες Λίμνες μέσω τις φυσικής διασποράς και τις ναυτιλίας. Το round goby θεωρείται επίσης επεμβατικό σε μέρη της Ευρώπης. Η διαδικασία αυτή ξεκίνησε με την εισαγωγή του στον Κόλπο του Gdańsk (Νότια Βαλτική Θάλασσα) το 1990. Οι τοποθεσίες που εισήχθησαν πρόσφατα περιλαμβάνουν το Αιγαίο, διάφορα μέρη της Βαλτικής Θάλασσας, τη λεκάνη της Βόρειας Θάλασσας και τις λεκάνες του Δούναβη και του Ρήνου. Ο *N. melanostomus* από τις νέες αποικισμένες περιοχές (Βαλτική Θάλασσα, Μεγάλες Λίμνες) τείνουν να είναι μικρότερα, να ωριμάζουν νωρίτερα σε μικρότερο μέγεθος σε σύγκριση με τους πληθυσμούς στην εγγενή περιοχή. Παρατηρούνται μορφές νάνου, οι οποίες κατευθύνουν περισσότερη ενέργεια στην αναπαραγωγή από τις κανονικές μορφές σε φυσικούς πληθυσμούς. Τείνει να ανταγωνίζεται τους γηγενή είδη για τροφή και κατάλυμα. [45]



Εικόνα 12. Round goby (*Neogobius melanostomus*) [45]

4.2.6 North American comb jelly (*Mnemiopsis leidyi*)

Το *Mnemiopsis leidyi* είναι ενδημικό τις ανατολικές ακτές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής. Ο φυσικός οικότοπος του κτενοφόρου, *Mnemiopsis*, βρίσκεται σε εύκρατες έως υποτροπικές εκβολές κατά μήκος της ατλαντικής ακτής της Βόρειας και Νότιας Αμερικής. Το *M. leidyi* είναι ανεκτικός για

μια ευρεία κλίμακα αλατότητας, θερμοκρασίας και ποιότητας των υδάτων σε ένα ευρύ φάσμα παράκτιων οικοτόπων. Το είδος αυτό προτιμά γενικά τους παράκτιους οικοτόπους αλμυρού νερού σε όρμους και εκβολές ποταμών. Συχνά παρατηρείται σε υφάλμυρα νερά με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο και υψηλή ρύπανση. Μπορεί επίσης να βρεθεί περιστασιακά στα ανοικτά ωκεάνια ύδατα, σε μεγάλη απόσταση από τη στεριά. Φαίνεται να προτιμά τα επιφανειακά νερά, παρόλα αυτά θα περάσει σε βαθύτερα νερά κατά τη διάρκεια κακών θαλάσσιων καιρικών συνθηκών. Όσο αφορά τα φυσικά χαρακτηριστικά του το *M. leidyi* έχει σχήμα καμπάνας με τις ορατές εσωτερικές δομές να είναι κυρίως οι γονάδες και το πεπτικό σύστημα. Εξωτερικά το ζώο έχει οκτώ διαμήκεις σειρές ή λωρίδες κροσσών (μικροσκοπικές κινούμενες τρίχες) που διαιρούν το σώμα σε οκτώ συμμετρικές μορφές και του δίνουν επίσης την ικανότητα να μετακινείται αργά μέσα στο νερό. Το χρώμα είναι συνήθως διαφανές ή ελαφρώς γαλακτώδες. [46]

Το *Mnemiopsis leidyi* αποτελεί έναν επικίνδυνο σαρκοφάγο θηρευτή, ο οποίος καταναλώνει μεγάλες ποσότητες βρώσιμου ζωοπλαγκτόν, αυγά ψαριών και προνύμφες προκαλώντας σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην τροφική αλυσίδα των περιοχών που εισβάλλει. Πρόκειται για ερμαφρόδιτο είδος το οποίο αυτο-γονιμοποιείται, έτσι με ένα εκτοπισμένο δείγμα θα μπορούσε να ξεκινήσει ένας εντελώς νέος μη-γηγενής πληθυσμός. Ενώ αναπτύσσεται γρήγορα κάτω από ευνοϊκές θερμοκρασιακές συνθήκες. Το νερό του έρματος των πλοίων εισήγαγε ακούσια το *M. leidyi* στη Μαύρη Θάλασσα και στις παρακείμενες θάλασσες το 1982. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990, αντιπροσώπευαν το 90% της συνολικής βιομάζας στη Μαύρη Θάλασσα - μια βιομάζα μεγαλύτερη από τα συνολικά ετήσια αλιεύματα σε όλο τον κόσμο. Το είδος εξαπλώθηκε γρήγορα και στη γειτονική Αζοφική Θάλασσα. Οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα στην Κασπία Θάλασσα ήταν ταχύτερες και ισχυρότερες από ό, τι στη Μαύρη Θάλασσα. Το 2001, οι επιπτώσεις έγιναν αισθητές σε όλα τα τροφικά επίπεδα, συμπεριλαμβανομένου του κυνηγετικού θηρευτή, της φώκιας της Κασπίας. Οι επιπτώσεις στους μεσογειακούς διατροφικούς ιστούς μέχρι στιγμής παρέμειναν ασήμαντες. Η αλατότητα είναι πιθανώς υπερτιμητική εκεί και αρκετοί θηρευτές εμποδίζουν τον *M. leidyi* να φτάσει στα επίπεδα της επιδημίας.[47] Το *Mnemiopsis* είναι ίσως το πιο μελετημένο γένος κτενοφόρου στον κόσμο λόγω της μεγάλης αφθονίας του στις εκβολές ποταμών σε περιοχές με έντονη πυκνότητα στις Ηνωμένες Πολιτείες και λόγω της εκρηκτικής αύξησης του πληθυσμού του μετά από τυχαία εισαγωγή στη Μαύρη Θάλασσα στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Η εισαγωγή του στην Κασπία θάλασσα και σε περιοχές της Βαλτικής έχει σημαντική επίδραση στο θαλάσσιο οικοσύστημα, με μεγάλους πληθυσμούς ψαριών, δελφινιών, προνυμφών να εξαλείφονται. Η εμφάνιση ενός νέου είδους κτενοφόρου του *Beroe ovata*, ένας φυσικός εχθρός του *M. leidyi* όπου τρέφεται αποκλειστικά από αυτών, τείνει να προκαλέσει την ανάκαμψη του οικοσυστήματος μέχρι κάποιο βαθμό.



Εικόνα 13. *Mnemiopsis leidyi*, comb Jelly [86]

4.2.7 North Pacific seastar (*Asterias amurensis*)

Το *Asterias amurensis* αρχικά βρέθηκε στα ύδατα του Βόρειου Ειρηνικού και στις περιοχές γύρω από την Ιαπωνία, τη Ρωσία, τη Βόρεια Κίνα και την Κορέα. Εισέβαλε επιτυχώς στις νότιες ακτές της Αυστραλίας και έχει τη δυνατότητα να μετακινηθεί τόσο βορειότερα όσο το Σίδνεϋ. Το *Asterias amurensis* μπορεί να αυξηθεί μέχρι 50 εκατοστά σε διάμετρο. Έχει κίτρινο με κόκκινο και μοβ χρωματισμό στους πέντε βραχίονες του και ένα μικρό κεντρικό δίσκο. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι τα αναποδογυρισμένα άκρα του, τα οποία αποτελούν το κλειδί αναγνώρισής του σε σύγκριση με παρόμοιους αστερίες. Παρόλο που το *Asterias amurensis* προτιμά τις θερμοκρασίες των υδάτων να κυμαίνονται περίπου στους 7-10°C, έχει προσαρμοστεί στα ζεστά αυστραλιανά νερά των 22°C. Βρίσκεται συνήθως σε ρηγά νερά προστατευομένων ακτών και δεν παρατηρείται σε υφάλους ή σε περιοχές με υψηλή δράση κύματος. Είναι ικανό να αντέχει πολλές θερμοκρασίες και ευρείες σειρές αλατότητας. Συχνά απαντάται σε εκβολές ποταμών και σε λάσπη, άμμο ή βραχώδεις προστατευμένες περιοχές ενδιάμεσων ζωνών. Η μέγιστη θερμοκρασία για το *Asterias amurensis* είναι 25°C και το ελάχιστο είναι 0°C. Η κλίμακα αλατότητας για αυτό το είδος είναι μεταξύ 18,7 και 41ppt, ενώ το μέγιστο βάθος στο οποίο βρέθηκαν άτομα είναι 220m. Τρέφεται με δίθυρα μαλάκια, βαλάνους, γαστερόποδα μαλάκια, κάβουρες, καρκινοειδή, σκουλήκια, εχινόδερμα, ασκίδια, αχινούς και άλλους αστερίες.

Μέσω του έρματος έχουν μεταφερθεί κυρίως προνύμφες του και έχει, πλέον, εισέλθει στις νότιες ακτές της Αυστραλίας, έχοντας τη δυνατότητα να μετακινηθεί βόρεια έως το Σίδνεϋ. Το *Asterias amurensis* έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει μεγάλους πληθυσμούς σε νέες περιοχές. Οι εκτιμήσεις που έγιναν στο Port Philip Bay, όπου εντοπίστηκαν για πρώτη φορά, δείχνουν ότι οι αριθμοί έφτασαν τα 12

εκατομμύρια άτομα σε δύο χρόνια. Στην περιοχή τους είναι γνωστό ότι περνούν από κύκλους «προτομής και έκρηξης» δηλαδή που φθάνουν σε μεγάλη αφθονία και στη συνέχεια σε ταχεία πτώση. Η παραγωγή οστρακοειδών σε ορισμένες θαλάσσιες εκμεταλλεύσεις στη νοτιοανατολική Τασμανία έχει επηρεαστεί από την εξάπλωση του και είναι υπεύθυνο για την πτώση του απειλούμενου είδους spotted handfish (*Brachionichthys hirsutus*) στην Τασμανία, αφού τρέφεται με τα αυγά του ψαριού και με τα ασκίδια, τα οποία χρησιμοποιεί το ψάρι για την αναπαραγωγή του. Γενικότερα τρέφεται με ένα ευρύ φάσμα θήρας και προκαλεί οικολογική και οικονομική βλάβη στις περιοχές που εισάγεται. Από τη στιγμή που έχει καθιερωθεί και εξαπλώνεται ραγδαία είναι σχεδόν αδύνατη η εξάλειψη του, παρόλα αυτά εφαρμόζονται μέτρα πρόληψης και ελέγχου για να σταματήσουν αυτά τα είδη να εγκαθίστανται σε νέες περιοχές. [48,49]



Εικόνα 14. *Asterias amurensis* [49]

4.2.8 Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*)

Το *Dreissena polymorpha* παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στην Κασπία και τη Μαύρη θάλασσα, ενώ είχε βρεθεί και σαν απολίθωμα στην Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Μέχρι το 1990, τα μύδια-ζέβρα είχαν βρεθεί σε όλες τις Μεγάλες Λίμνες της Αμερικής. Η απελευθέρωση προνυμφών των μυδιών μέσω της ανταλλαγής νερού έρματος εμπορικών πλοίων που εκτελούν ταξίδι από την Μαύρη θάλασσα προς τις Μεγάλες Λίμνες, θεωρείται ο κύριος φορέας εξάπλωσης του είδους αυτού στη Βόρεια Αμερική. Η ταχεία διασπορά του σε όλες τις Μεγάλες Λίμνες και τα ποτάμια οφείλεται στην παθητική παρασυρόμενη φάση πλεύσης της προνύμφης. [50]

Το κυρίαρχο σχέδιο σκοτεινής και ελαφριάς γραμμής στο κέλυφος είναι το πιο προφανές χαρακτηριστικό του *D. polymorpha*. Το συγκεκριμένο όνομά του, "*polymorpha*", προέρχεται από τις πολλές παραλλαγές στο χρώμα του κελύφους, το σχέδιο και το σχήμα του. Το εξωτερικό κάλυμμα του περιβλήματος είναι γενικά καλά γυαλισμένο και ελαφρώς μαύρο σε χρώμα με μια ξεχωριστή σειρά

από φαρδιές, σκούρες, εγκάρσιες χρωματικές ζώνες που μπορεί να είναι είτε λείες είτε ζιγκ-ζαγκ σε σχήμα. Μέσα σε έναν πληθυσμό, τα μεμονωμένα χρώματα του κελύφους μπορεί να κυμαίνονται από πολύ ανοιχτόχρωμο χωρίς ανιχνεύσιμη σκουρόχρωμη λωρίδα έως εκείνα που είναι σκούρα χρωματισμένα συνολικά, απαλείφοντας όλες τις ταινίες. Το μέγεθός τους δεν ξεπερνά τα 5-8cm. Κατά μέσο όρο ζουν 2-5 χρόνια και μπορούν να αναπαραχθούν από το 2^ο έτος τους με γρήγορο ρυθμό. Κατοικεί σε εκβολές ποταμών και εσωτερικά ύδατα, σκληρούς και μαλακούς βιότοπους, ιδιαίτερα όπου υπάρχουν σταθερές επιφάνειες κατάλληλες για προσκόλληση. Ευδοκιμούν σε νερά πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και σημαντικά επίπεδα ασβεστίου, αφού αυτά απαιτούνται για την παραγωγή του κελύφους. Προτιμούν το ελαφρώς αλκαλικό νερό με θερμοκρασίες μεταξύ 20-25°C, αλλά μπορεί να επιβιώσουν και σε πιο ακραίες τιμές. [51] Τα μύδια-ζέβρα φιλτράρουν ένα μεγάλο εύρος σωματιδίων διαφόρων μεγεθών, αλλά επιλέγουν μόνο τα φύκια και το ζωοπλαγκτόν μεταξύ 15-400 microns.

Μέχρι πρόσφατα, το *D. polymorpha* υπήρξε ο πιο επιθετικός εισβολέας γλυκού νερού παγκοσμίως. Μόλις εισάγονται, οι πληθυσμοί των μυδιών ζέβρας μπορούν να αναπτυχθούν ταχέως και η συνολική βιομάζα ενός πληθυσμού μπορεί να υπερβαίνει το 10 φορές εκείνη όλων των άλλων φυσικών βενθικών ασπόνδυλων. Ένα μεμονωμένο μύδι ζέβρας μπορεί να φιλτράρει ένα έως δύο λίτρα νερού κάθε μέρα. ως αποτέλεσμα υψηλές πυκνότητες του μυδιού-ζέβρα μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες μετατοπίσεις στις κοινότητες πλαγκτόν των λιμνών και των ποταμών. Οι μειώσεις των αριθμών φυτοπλαγκτόν και της βιομάζας περιορίζουν επίσης την τροφή στις προνύμφες ψαριών και άλλους καταναλωτές που επεκτείνονται στην τροφική αλυσίδα. [52] Μεγάλοι πληθυσμοί από μύδια ζέβρας στις Μεγάλες Λίμνες και στον Ποταμό Hudson μείωσαν σημαντικά την βιομάζα φυτοπλαγκτόν μετά την εισβολή. Η αφθονία των διατομών, μονοκύτταρο φύκι με κυτταρικό τοίχωμα αποτελούμενο από διοξείδιο του πυριτίου, μειώθηκε κατά 82-91% και η διαφάνεια, όπως μετράτε από το βάθος Secchi, αυξήθηκε κατά 100% κατά τα πρώτα χρόνια της εισβολής στη λίμνη Erie. Αυτή η υπερβολική δόση φιλτραρίσματος αποτελεί πλεονέκτημα καθώς, το περισσότερο φως επιτρέπει την ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη των φυτών, τα οποία αποτελούν καταφύγιο για τους οργανισμούς τους οποίους τα ψάρια αναζητούν για τροφή. [53]

Η τάση του *D. polymorpha* να σχηματίζει πυκνά συσσωματώματα σε σκληρές επιφάνειες έχει οδηγήσει σε σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις στα δημοτικά, βιομηχανικά και ιδιωτικά συστήματα ύδρευσης. Όταν μεγάλες ποσότητες προνυμφών εγκαθίστανται σε συστήματα ανθρωπογενών ακατέργαστων υδάτων, συσσωρεύονται σε μεγάλους αριθμούς, σχηματίζοντας παχιά στρώματα τα οποία μπορούν να περιορίσουν τη ροή του νερού ακόμη και σε σωληνώσεις μεγάλης διαμέτρου, να αυξήσουν τη διάβρωση των σωληνώσεων σιδήρου ή χάλυβα και του νήματος, τις αντλίες ύδρευσης και τις δεξαμενές. Επιπλέον τα *D. polymorpha* συνδέονται με καραβίδες, κελύφη χελώνας καθώς και άλλα μύδια. Όταν ένα φυσικό μύδι έχει προσκολλημένο ένα *D. polymorpha* πάνω του, χάνει την

ικανότητά του να μετακινείται, να τρώει, να αναπνέει και να αναπαράγεται. Τελικά αυτό θα οδηγήσει στο θάνατο του φυσικού μυδιού. Η απώλεια πληθυσμών φυσικών μυδιών έχει αυξηθεί δραματικά όταν υπάρχουν είδη *D. polymorpha*, ιδιαίτερα στα ποτάμια των Μεγάλων Λιμνών και του Hudson και Μισισσιπή. Ο πυκνός αποικισμός των σκληρών υποστρωμάτων είναι ευεργετικός για τα βενθικά ασπόνδυλα, καθώς η πολυπλοκότητα των οικοτόπων αυξάνεται όπως και η διαθεσιμότητα οργανικής ύλης. Όσο αφορά το αντίκτυπο που έχει στον άνθρωπο, η εμφάνιση του *D. polymorpha* σε ρηχές περιοχές όπου λαμβάνει χώρα κολύμβηση έχει οδηγήσει σε αύξηση των τραυματισμών των ποδιών με πιθανές συνέπειες της μόλυνσης από έναν αριθμό οργανισμών γλυκού νερού που μπορεί να περιλαμβάνουν *Leptospira interrogans* που προκαλεί τη νόσο του Weil. Κατά μήκος των ακτών, τα πετρώματα των μυδιών καταστρέφουν τις παραλίες και τα αποσυντιθέμενα μύδια παράγουν μια εξαιρετικά άσχημη μυρωδιά. Αυτός ο συνδυασμός καταστρέφει τις πιο παρθένες τοποθεσίες και απαγορεύει τις δραστηριότητες αναψυχής.

Το *D. bugensis* είναι είδος στενά συνδεδεμένο με το *D. Polymorpha*. Έχουν τη δυνατότητα να ευδοκιμούν μακριά από την ακτή, σε βαθιά και λασπώδη νερά. Κάθε *D. bugensis*, που είναι παρόμοιο στο μέγεθος με το *D. polymorpha*, έχει τη δυνατότητα να φιλτράρει περίπου ένα τέταρτο γαλονιού νερού. Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη του έχει επισκιάσει αυτή του *D. Polymorpha*. [54]



Εικόνα 15. *Dreissena polymorpha* [53]

4.2.9 Asian kelp (*Undaria pinnatifida*)

Το *U. pinnatifida* είναι ένα φύκι που προέρχεται από τη βορειοανατολική Ασία και τη Ρωσία. Αποτελεί τη βάση μιας μεγάλης βιομηχανίας υδατοκαλλιέργειας στην Ιαπωνία, την Κορέα και την Κίνα. Ξεκινώντας από τη δεκαετία του 1970, η *Undaria* επεκτάθηκε σε περιοχές που δεν είναι γηγενείς και βρίσκεται τώρα στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική, τη Νότια Αμερική και την Αυστραλασία. Φαίνεται ότι το *Undaria* έχει κατανεμηθεί σε μεγάλες αποστάσεις κυρίως με το ναυάγιο σε άλλα είδη

υδατοκαλλιέργειας (π.χ. στρείδια) ή να προσαρτηθεί ως μικροσκοπικά στρώματα στο φλοιό του σκάφους. Η ικανότητα των μικροσκοπικών στρωμάτων να παραμείνουν αδρανείς σε υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να επιτρέψει τη συνέχιση αυτού του είδους κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Κανένα άλλο είδος φυκιού δεν έχει αυτό το χαρακτηριστικό και δεν υπάρχουν άλλα επεμβατικά φύκια. [55]

Το *Undaria pinnatifida* είναι ένα καφέ φύκι που μπορεί να φτάσει σε ένα συνολικό μήκος 1-3 μέτρων. Πρόκειται για ένα ετήσιο είδος με δύο διαφορετικά στάδια ζωής. Το μακροσκοπικό στάδιο (το σπορόφυτο), το οποίο συνήθως παρουσιάζεται από τα τέλη του χειμώνα μέχρι τους καλοκαιρινούς μήνες και από ένα μικροσκοπικό στάδιο (το γαμετόφυτο), που παρουσιάζεται κατά τους ψυχρότερους μήνες. Το σπορόφυτο έχει χρώμα χρυσαφί-καφέ, με ελαφρώς έγχρωμο στύλο. Καθώς τα σπορόφυτα ωριμάζουν, αναπτύσσονται δύο πτυχωμένα σπορόφυλλα, ένα κατά μήκος κάθε άκρης του στύλου και κάμπτονται πλευρικά γύρω από το στέλεχος, με τις πτυχές να γίνονται διαστρωματωμένες, πάντα σε δύο διακριτά κομμάτια. Τα μεμονωμένα γαμετόφυτα είναι είτε αρσενικά είτε θηλυκά, μικροσκοπικά, νηματοειδή θαλλίδια που αναπτύσσονται έως ότου η θερινή θερμοκρασία του νερού αυξηθεί στους περίπου 25°C. Η σπειροειδή σποροφύλλη και το midrib είναι τα βασικά χαρακτηριστικά ταυτοποίησης. Έχουν περιγράψει πολυάριθμες μορφολογίες σε όλη την έκταση τόσο της φυσικής όσο και της εισαχθείσας περιοχής.

Στο φυσικό της εύρος, το *Undaria* αναπτύσσεται πάνω σε βράχους από τις χαμηλότερες μεταξύ των χαμηλότερων και ενδιάμεσων υποπαλιρροϊκών ζωνών, με μέγιστο βάθος 8-10 m. Τα νεαρά φύλλα της *Undaria* εμφανίζονται στα τέλη Οκτωβρίου έως τις αρχές Νοεμβρίου, αναπτύσσονται γρήγορα από το χειμώνα μέχρι τις αρχές της άνοιξης στις ακτές της Ιαπωνίας. Η ανάπτυξή τους είναι καλύτερη όταν η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού είναι μεταξύ 5 και 13°C. Ο κύκλος ζωής του *U. pinnatifida* είναι περίπλοκος. Οι μακροσκοπικές σπορόφυτες αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και απελευθερώνουν σπόρια καθώς προσεγγίζουν το καλοκαίρι. Η θερμοκρασία, το φως και το βάθος συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη του. Ο οικολογικός αντίκτυπος του χωροκατακτητικού *Undaria* είναι χωρικά μεταβλητός. Το *Undaria* μπορεί να αλλάξει τη δομή των οικοσυστημάτων, μειώνοντας την ποικιλομορφία των ιθαγενών ειδών μέσω του ανταγωνισμού, σε μερικές περιπτώσεις δεν έχει αντίκτυπο (πιθανώς λόγω της υψηλής φυσικής ποικιλομορφίας) και σε άλλες διευκολύνει τα ιθαγενή είδη. Επιπλέον έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει πρόβλημα για τις θαλάσσιες εκμεταλλεύσεις με την αύξηση του κόστους εργασίας και συγκομιδής εξαιτίας προβλημάτων ρύπανσης σε κλωβούς ψαριών και άλλων μεθόδων συγκομιδής θαλάσσιων οργανισμών. Οι βαριές παρασιτώσεις του *undaria* μπορούν επίσης να φράξουν τα μηχανήματα θαλάσσιας γεωργίας, την οδηγήσουν σε αργή ανάπτυξη των μυδιών και να περιορίσουν την κυκλοφορία του νερού. Η έντονη ρύπανση των σκαφών μειώνει σημαντικά την αποδοτικότητά τους. Στην εξάπλωση του φυκιού αυτού, θεωρείται ότι συνέβαλαν οι

υδατοκαλλιέργειες και οι αλιευτικές δραστηριότητες. Μέσω του έρματος, υπάρχει επίσης η δυνατότητα να μεταφερθούν διάφοροι τύποι και στάδια του είδους. Μεταφέρεται τόσο το σποριόφυτο, αλλά και το μικροσκοπικό γαμετόφυτο. Η κίνηση της μεγαλύτερης φάσης είναι υψηλού κινδύνου, αλλά ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο μικροσκοπικό υλικό που έχει τη μορφή σποριών. [56]



Εικόνα 16. *Undaria pinnatifida* [87]

4.2.10 European green crab (*Carcinus maenus*)

Το *Carcinus maenus* εισήλθε για πρώτη φορά στις Η.Π.Α. στα μέσα του 1800, ερχόμενος από ιστιοπλοϊκό πλοίο στην περιοχή Cape Cod. Στις αρχές της δεκαετίας του 1900, εξαπλώθηκαν προς τα βόρεια και έφτασαν στο Maine τη δεκαετία του 1950, πιστεύεται ότι συνέβαλαν στη δραματική πτώση της αλιείας μαλακού κελύφους. Σύντομα είχαν μεταναστεύσει μέχρι τη Νέα Σκοτία. Το 1989 ανακαλύφθηκαν στη δυτική ακτή, στον κόλπο του Σαν Φρανσίσκο. Εικάζεται ότι έχουν εξαπλωθεί μέσω του νερού έρματος των πλοίων, είτε όντας κρυμμένα σε φύκια που βρίσκονται προσκολλημένα πάνω σε κάποιο μαλάκιο. Βρήκαν προστατευμένους κόλπους γεμισμένες με μαλάκια, καρκινοειδή, πολυχαιτια και πράσινα φύκια για να φάνε, έτσι μέσα σε τρία χρόνια ήταν καλά εγκατεστημένοι. [57] Επιλέγει ρηχά νερά, γενικά λασπώδη, αμμώδη ή με βότσαλα πυθμένα ή περιοχές με βλάστηση. Προτιμά προστατευμένες περιοχές, αμμώδης παραλίες, βραχώδης ακτές και αλμυρά εδάφη. Μπορεί να ζήσει τέσσερα έως επτά χρόνια και μπορεί να ανεχθεί ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών νερού και αλατότητας. Τα θηλυκά μπορούν να απελευθερώσουν μέχρι 185.000 αυγά μία ή δύο φορές το χρόνο. Έχουν μακρά πρώιμη ζωή (στάδιο προνυμφών) 50 έως 80 ημερών όταν μετακινούνται στο ωκεάνιο ρεύμα πριν καταλήξουν στον πυθμένα. Το ενήλικο πράσινο καβούρι είναι πολύ ανθεκτικό και μπορεί να επιβιώσει έξω από το νερό για πέντε ή περισσότερες ημέρες, κρύβεται σε αλιευτικά εργαλεία και εξοπλισμό ή, στο κάτω μέρος των κιβωτίων, σε κάδους και βάρκες. Το μέγεθος των ενήλικων μπορεί να φτάσει μέχρι τα 6 εκατοστά σε μήκος και τα 9 εκατοστά σε πλάτος. Το ραχιαίο κέλυφος του είναι

σκουρόχρωμο, σκούρο καφέ έως σκούρο πράσινο και έχει μικρά κίτρινα σημάδια. Το χρώμα της κοιλιακής του επιφάνειας μπορεί να αλλάξει από πράσινο σε πορτοκαλί και στη συνέχεια κόκκινο. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είναι ότι έχει μια σειρά από πέντε σπονδυλικές στήλες και στις δύο πλευρές των ματιών του. Πρόκειται για ένα επιθετικό καβούρι και ένα κυρίαρχο θηρευτή, που τρώει πολλά είδη οστρακοειδών, όπως μύδια, στρείδια, μικρότερα καβούρια και άλλα καρκινοειδή ακόμη και μικρά ψάρια. Από την άλλη οι θηρευτές των πράσινων καβουριών είναι άλλα καβούρια, είδη ψαριών, πουλιά, βιζόν, βίδρες κ.λπ.

Το ευρωπαϊκό πράσινο καβούρι μπορεί να αποτελέσει σοβαρή απειλή για τα εκβολικά ποτάμια και τα θαλάσσια οικοσυστήματα, δεδομένου ότι είναι άγριοι θηρευτές που τρέφονται με ποικίλα ενδημικά ζώα και μαλάκια. Το είδος αυτό αλλάζει την ισορροπία μεταξύ των ειδών στα οικοσυστήματα και επηρεάζει την ποικιλομορφία τους. Αποτελεί αρπακτικό το οποίο δεν ανταγωνίζεται τα εγγενή είδη καβουριών για φαγητό. Αποτελεί απειλή για τα μαλάκια, τα καρκινοειδή και τα ψάρια, λόγω του μεγάλου αριθμού, της τεράστιας όρεξής του και του έντονου ανταγωνισμού με άλλα είδη. Επιπλέον προκαλεί σημαντικά προβλήματα στη βιομηχανία θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας εξαιτίας της τεράστιας όρεξής του για μαλάκια. Μόλις αρχίσουν να εισβάλλουν τα πράσινα καβούρια σε μια περιοχή, είναι πρακτικά αδύνατο να τα εξαλείψουν, αλλά είναι εφικτό να περιοριστεί η εξάπλωση του πληθυσμού και συνεπώς η ζημία που προκλήθηκε από αυτό το είδος. Το 2008-2009 η Fisheries and Oceans Canada συνεργάστηκε με τους τοπικούς και επαρχιακούς υδατοκαλλιεργητές και ψαράδες και το Memorial University of Newfoundland, προκειμένου να δοκιμάσουν διάφορες μεθόδους για την καταπολέμηση του πράσινου καβουριού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, σε περιοχές στις οποίες πραγματοποιήθηκε η μακρόχρονη απομάκρυνση των πράσινων καβουριών, ο ρυθμός αλίευσης αυτών τους μειώθηκε σημαντικά και τα ιθαγενή είδη, όπως το καβούρι Jonah, ανέκτησαν αυτή την επικράτεια. Η Fisheries and Oceans Canada διανέμει ειδικές άδειες στους ψαράδες σύμφωνα με τις οποίες μπορούν να καταστρέψουν τα πράσινα καβούρια που αλιεύουν σε μια προσπάθεια να μειώσουν το μέγεθος του πληθυσμού. Παρόλο που έχουν αναπτυχθεί ταχέως και έχουν αναπαραχθεί, δεν έχουν κατορθώσει να γίνουν καλά εδραιωμένοι. Αυτό μπορεί να αποδοθεί εν μέρει στις προσπάθειες ταχείας αντίδρασης και ελέγχου. Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν επιπλέον εισροές που προέρχονται από τα νότια ύδατα μπορεί επίσης να συνεισφέρει. [58]



Εικόνα 17. European Green Crab [58]

4.3 Οικολογικές επιπτώσεις. Πρόληψη και μέτρα αντιμετώπισης

Το οικολογικό αντίκτυπο συνίσταται σε οποιαδήποτε σημαντική αλλαγή σε ένα οικολογικό πρότυπο ή διαδικασία. Πολύ δημοφιλής λογοτεχνία και κάποια επιστημονική βιβλιογραφία για την βιο-εισβολή συσχετίζουν τις επιπτώσεις και τις αντιδράσεις των ειδών, των κοινοτήτων και των οικοσυστημάτων με δύο τρόπους.

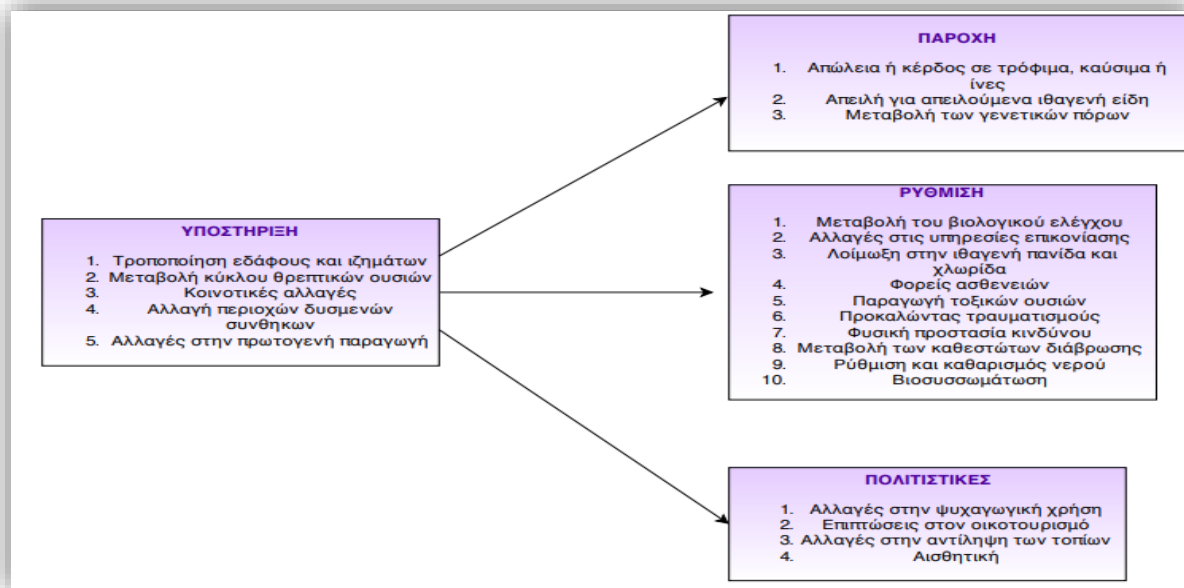
Πρώτον, η πρακτική του προσδιορισμού των εγχώριων ειδών ως «καλά» και των εισαγόμενων ως «κακά». Τα είδη δεν είναι ούτε καλά ούτε κακά και η εισβολή αφορά το επίπεδο του πληθυσμού και όχι το επίπεδο του είδους. Διάφοροι ενδιαφερόμενοι μπορεί να δουν έναν εισαγόμενο πληθυσμό ως «επιβλαβή» ή «χρήσιμο». Για παράδειγμα, όταν η ιαπωνική γαρίδα-τίγρης (*Marsupenaeus Japonicus*), που είναι εγγενής στην Ερυθρά Θάλασσα, έφτασε στη Μεσόγειο μέσω της Διώρυγας του Σουέζ, είχε θετικό αντίκτυπο για τους ψαράδες, αλλά κατάφερε να εξαφανίσει μια γηγενή γαρίδα (*Melicertus kerathurus*), επισημαίνοντας την «επιβλαβή» για τους οικολόγους.

Δεύτερον, οι επιπτώσεις της εισβολής έχουν χαρακτηριστεί ως «καλές» ή «κακές» ανάλογα με την επίδραση σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα. Το αντίκτυπο είναι «καλό» ή «κακό» μόνο κάτω από ορισμένες προοπτικές. Σε πολλές περιπτώσεις η συμβολή εισαγόμενων πληθυσμών στη συντήρηση συνεπάγεται αρνητικές επιπτώσεις σε άλλα είδη. Συχνά, οι επιπτώσεις θεωρούνται αρνητικές για τις προοπτικές του οικοσυστήματος, ενώ μπορεί να γίνονται αντιληπτές ως θετικές από κάποια κοινωνικά τμήματα. Όταν ένα είδος προτείνεται για εισαγωγή ή μια πρόσφατη εισαγωγή εντοπίζεται, η επιστήμη που σχετίζεται και μελετά τις εισβολές υποδηλώνει την αιτία για ανησυχία. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των βιο-εισβολών είναι η δυσκολία στον εντοπισμό των επιδράσεων τους. Ορισμένες επιπτώσεις είναι φανερές, αλλά μερικές εξαιρετικά σημαντικές επιπτώσεις δεν εντοπίζονται άμεσα. Στην Ευρώπη, για παράδειγμα, αν και μόνο το 11%, από πάνω από 10.000 μη-ιθαγενείς πληθυσμούς που

είναι γνωστοί μέχρι σήμερα, προκαλούν μετρήσιμες οικολογικές επιπτώσεις, αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλά προβλήματα. Μεταξύ των ήδη καθιερωμένων υδρόβιων ειδών σε έξι ευρωπαϊκές χώρες, το 69% έχει παρουσιάσει κάποια επίδραση στο περιβάλλον. Η ανησυχία αυξάνεται επίσης επειδή πολλοί εισαγόμενοι πληθυσμοί παραμένουν αβλαβείς για μεγάλο χρονικό διάστημα πριν εξαπλωθούν και γίνουν διεισδυτικοί. Ορισμένα φαινόμενα πληθυσμού είναι προφανή. Εισαγωγές ιχθυοπληθυσμών σε λίμνες, έχουν προκαλέσει τόσο τοπικές εξάρσεις όσο και παγκόσμια εξαφάνιση των ιθαγενών ψαριών και των αμφιβίων. Ο αυξανόμενος ρόλος των καλά μελετημένων περιπτώσεων τέτοιων επιπτώσεων στον πληθυσμό είναι τεράστιος. [59]

Μόλις εισέλθει ένα χωροκατακτητικό ξένο είδος στο τοπικό θαλάσσιο περιβάλλον, είναι πιθανό να μείνει εκεί για πάντα. Θα αλληλεπιδρά με τις υπάρχουσες κοινότητες και, κατά τη διαδικασία αυτή, θα τροποποιήσει τα εγγενή ενδιαίτηματα. Πολλά χωροκατακτητικά είδη μπορούν να θεωρηθούν μηχανικοί συστημάτων - δηλαδή, αντί να αναμειγνύονται απλώς στο νέο τους περιβάλλον, τείνουν να το αλλάζουν. Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω της αύξησης της πίεσης εξολόθρευσης στους εγγενείς οργανισμούς ή την παροχή νέου δομικού οικοτόπου. Πολλά από αυτά τα επεμβατικά είδη δουλεύουν συνεργικά, οι περιβαλλοντικές τροποποιήσεις που προκαλούνται από ένα είδος παρέχουν αυξημένες ευκαιρίες για εισβολή άλλων ξένων ειδών. [60] Έτσι πέραν των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα, περιπλέκουν και τις προσπάθειες αποκατάστασης του οικοτόπου που εισβάλλουν σε περιπτώσεις που αυτά εξαφανίζονται έπειτα από προσπάθειες ελέγχου. Η επίδραση των βιολογικών επιδρομών στον πλούτο των ειδών και την ποικιλομορφία μεταφράζεται, μέσω πολλών διεργασιών, ως βιολογική ομογενοποίηση, η οποία μειώνει την βιολογική μοναδικότητα των οικοσυστημάτων. [61]

Οι υπηρεσίες που παρέχει το οικοσύστημα, προσεγγίζουν τις τιμές των ιδιοτήτων που σχετίζονται με τις διαδικασίες του. Ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες: "υποστήριξη" (δηλαδή σημαντικοί πόροι οικοσυστήματος και κύκλοι ενέργειας), "παροχή" (δηλαδή παραγωγή των αγαθών), "ρύθμιση" (δηλαδή διατήρηση των διαδικασιών οικοσυστήματος) και "πολιτιστικές" (δηλαδή μη οφέλη). Η αξιολόγηση οικοσυστήματος απαιτεί πολυεπιστημονική προσέγγιση και συνεργασία στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης. [62] Η διακοπή των υπηρεσιών οικοσυστήματος ως αποτέλεσμα των βιο-εισβολών είναι γνωστό ότι έχει κοινωνικοοικονομικές, πολιτιστικές καθώς και για την ανθρώπινη υγεία επιπτώσεις. Οι επιπτώσεις στις οικονομικές δραστηριότητες μπορούν να μετρηθούν με την αλλαγή (συνήθως μείωση) των καθαρών κοινωνικών παροχών που προκαλούνται από την επίδραση των θαλάσσιων επιβλαβών οργανισμών στη βάση των πόρων και το πρόσθετο κόστος διαχείρισης. Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου μπορούν να μετρηθούν με τη μείωση του χρόνου εργασίας (συνεπώς με απώλειες εσόδων) και με πρόσθετο κόστος ιατρικής περίθαλψης. Ωστόσο, εάν το τελικό αποτέλεσμα είναι η ανθρώπινη θνησιμότητα, η εκτίμηση αυτού του αντίκτυπου μπορεί να είναι ένα πολύ δύσκολο καθήκον, καθώς γίνεται θέμα ηθικών αξιών και ηθικής.



Εικόνα 18. Παραδείγματα τύπων επιπτώσεων των χωροκατακτητικών ειδών στην Ευρώπη, ταξινομημένα στις τέσσερις κατηγορίες υπηρεσιών οικοσυστήματος. [65]

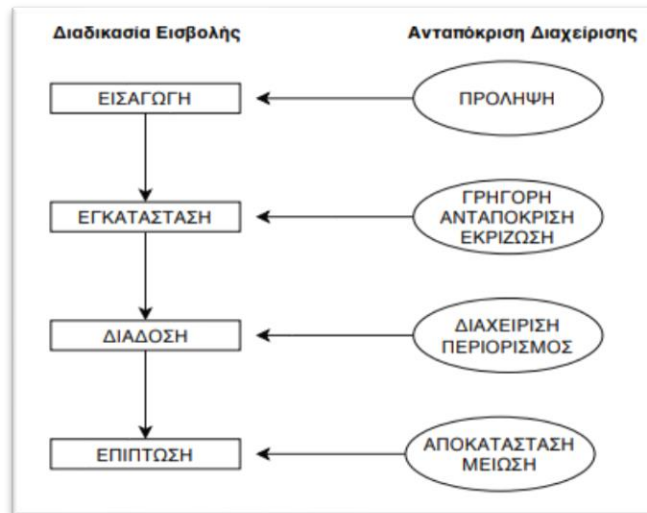
Υπάρχει μία σειρά ενεργειών για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της βιο-εισβολής. Το πλήθος των αρνητικών, εκτεταμένων επιπτώσεων των εισβολών υποδηλώνει ότι οι προτεινόμενες εισαγωγές απαιτούν μεγάλη προσοχή. Κατευθυντήριες αρχές για την βιο-εισβολή που εγκρίθηκαν από τη σύμβαση για τη βιοποικιλότητα (Convention on Biological Diversity - 2002) αντικατοπτρίζουν την εξής προσέγγιση: η πρόληψη είναι η πρωταρχική απάντηση, έγκαιρη ανίχνευση, ταχεία ανταπόκριση και πιθανή εξάλειψη θα πρέπει να ακολουθείται όταν αποτυγχάνει η πρόληψη. Οι στατιστικές επιβεβαιώνουν την εγκυρότητα της προσέγγισης αυτής.

Όπως προαναφέρθηκε, ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται αρχικά στην πρόληψη, ώστε να προσδιορίζονται πιθανοί φορείς και οδοί εισαγωγής των βιοεισβολέων, όπως επίσης και να ανιχνεύονται οι εισβολές όσο το δυνατόν νωρίτερα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα γρήγορης απόκρισης, που να οδηγεί σε κάποια πιθανότητα εκρίζωσής τους. Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων πρόληψης αποτελούν η Νέα Ζηλανδία και η Αυστραλία, οι οποίες ακολούθησαν αυστηρές πολιτικές «βιοασφάλειας» και ενημέρωσης του κοινού και με αυτόν τον τρόπο μείωσαν τον αριθμό των βιοεισβολών.

Ανεξάρτητα από το πόσο αποτελεσματική είναι η υφιστάμενη πρόληψη ή η προφύλαξη, θα υπάρχει πάντα η πιθανότητα να εισέλθουν και εγκατασταθούν κάποια είδη ακούσια. Μόλις διαπιστωθεί, ακόμη και αν οι επιπτώσεις δεν έχουν ποσοτικοποιηθεί, η αρχή της προφύλαξης ενθαρρύνει τη δράση που πρέπει να ληφθεί για την εξάλειψη των δυνητικά επιβλαβών ειδών. [63] Η έγκαιρη ανίχνευση μπορεί να βελτιωθεί με καινοτόμους τρόπους, όπως παρακολούθηση του περιβαλλοντικού DNA. Οι μοριακές

προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την παρακολούθηση εισβολών σε ευάλωτα περιβάλλοντα. Έγκαιρη ανίχνευση επιτρέπει την αποδοτική απομάκρυνση. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι η απάντηση σε πολλές περιπτώσεις όπου οι παραδοσιακές τεχνικές απογραφής προσφέρουν αποτελέσματα χαμηλής ποιότητας ή / και απαιτούν τεράστια προσπάθεια δειγματοληψίας. Η ανίχνευση των χωροκατακτητικών ειδών στα αρχικά στάδια των εισβολών και όταν βρίσκονται σε χαμηλές πυκνότητες είναι το κλειδί για έγκαιρες παρεμβάσεις για τον έλεγχο τους. Επιπλέον, η δειγματοληψία μπορεί να πραγματοποιηθεί κάτω από τις περισσότερες καιρικές συνθήκες και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι πιο αποδοτική από πλευράς κόστους, και με μικρότερο ρίσκο ως προς το περιβάλλον από μια καθυστερημένη παρέμβαση. [64] Μόλις λοιπόν υπάρξει έγκαιρη ανίχνευση, οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να κινητοποιηθούν για να εξαλειφθεί η βιο-εισβολή. Η εξάλειψη περιλαμβάνει την απομάκρυνση ολόκληρου του πληθυσμού από μια συγκεκριμένη περιοχή. Ωστόσο η διαδικασία αυτή μπορεί να κρύβει κινδύνους, όπως να απελευθερώσει βιο-εισβολείς οι οποίοι προηγουμένως είχαν θεωρηθεί ως μη-ιθαγενής. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται ουσιαστική έρευνα σε ότι αφορά το ρόλο του οικοσυστήματος απέναντι σε κάποιον μακροχρόνιο εισβολέα, πριν την εκρίζωσή του. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει βέβαια στην περίπτωση που κάποιος πληθυσμός ανιχνεύθηκε έγκαιρα και άρα δεν έχει προλάβει να αναπτύξει δεσμούς με το οικοσύστημα. Παρόλα αυτά, είναι απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση, καθώς υπάρχει μεγάλο ρίσκο να εμφανιστεί και να εξαπλωθεί πάλι ο βιο-εισβολέας.

Για περιπτώσεις όπου η εκρίζωση αποτυγχάνει ή δεν επιχειρείται, μακροπρόθεσμα η διαχείριση έχει βελτιωθεί, με πιο φιλόδοξους στόχους απ' ό,τι μόλις πριν από μια δεκαετία. Οι νέες τεχνολογίες αποδεικνύουν ότι η μακροχρόνια διαχείριση των εισβολέων δεν είναι ούτε βλαβερή ούτε αναγκαστικά επιζήμια για το οικοσύστημα. Όταν ένας μη ιθαγενής πληθυσμός αναπτύσσεται σε ένα περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα, η διαχείριση του είναι πιο περίπλοκη καθώς επίσης και το κόστος μεγαλύτερο και οι πιθανότητες επιτυχίας χαμηλότερες. Επομένως, μπορεί να μην είναι συμφέρουσα η εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Για την ανάπτυξη ενός σχεδίου διαχείρισης ενός τέτοιου πληθυσμού απαιτείται η ανάκτηση των καλύτερων δυνατών πληροφοριών σχετικών με τις επιπτώσεις της βιο-εισβολής, την πιθανότητα επιτυχίας αποκατάστασης του περιβάλλοντος, των μεθόδων διαχείρισης και των πιθανών επιπτώσεων στους γηγενείς οργανισμούς. Η κατάργηση ή η μείωση ενός εισβολέα συχνά δεν αρκεί για την αποκατάσταση των τοπικών κοινοτήτων και οικοσυστημάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις προτιμάται η διατήρηση του βιο-εισβολέα στο νέο περιβάλλον όπου βρέθηκε ή η ενεργή αποκατάσταση του οικοσυστήματος.



Εικόνα 19. Σχέσεις μεταξύ βασικών πτυχών των βιο-εισβολών και η στόχευση των δράσεων διαχείρισης. [63]

Κυριότερος και πρωταρχικός παράγοντας για την αντιμετώπιση του φαινομένου της βιο-εισβολής αποτελεί το πώς αντιλαμβάνεται το κοινό το εν λόγω πρόβλημα. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για σωστή και αποτελεσματική μεταφορά της γνώσης. Είναι δύσκολο για το κοινό να αντιληφθεί ένα αντίκτυπο, ειδικά τις επιπτώσεις κάτω από το έδαφος ή υποβρύχια όπου δεν αναγνωρίζονται τόσο εύκολα όσο οι επίγειες. Το κοινό σε αυτή την περίπτωση πρέπει να ενημερωθεί σωστά και ολοκληρωμένα για τις μη εμφανείς επιπτώσεις. Η επιστήμη της εισβολής θα οδηγήσει σε βελτίωση της κατανόησης του πώς η προσθήκη ενός είδους σε μια κοινότητα μπορεί να τροποποιήσει σημαντικά τη βιοποικιλότητα και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Από εκεί και έπειτα, σημαντικό ρόλο παίζει η συχνότητα εμφάνισης και η φήμη του βιο-εισβολέα αλλά και το πώς το κοινό αντιλαμβάνεται τη διατήρηση της τοπικής βιοποικιλότητας και τη σχέση της με τη παγκόσμια βιοποικιλότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Οικονομικές επιπτώσεις

Παρά το γεγονός ότι ένα μικρό ποσοστό των θαλάσσιων οργανισμών και των ζώων επιβιώνει τελικά κατά την μεταφορά του στις δεξαμενές έρματος των πλοίων, εν τούτοις αυτό δεν σημαίνει πως θα καταφέρει να επιβιώσει και στο περιβάλλον εισβολής. Αν ωστόσο τα καταφέρει τότε πρόκειται για βιο-εισβολή. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί μια μορφή ρύπανσης που προκαλεί η ναυτιλία, και η οποία έχει αρνητικό αντίκτυπο στην τοπική χλωρίδα και πανίδα καθώς και σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις. Οι βιοεισβολείς μπορεί να επιδράσουν αρνητικά σε εμπορικές δραστηριότητες και στην αναψυχή και να προκαλέσουν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία. Οι οικονομικές επιπτώσεις τους διεθνώς δεν έχουν πλήρως ποσοτικοποιηθεί, εκτιμάται όμως ότι ανέρχονται σε επίπεδα δεκάδων δισ. δολαρίων ανά έτος. Οι άμεσες οικονομικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν το κόστος μείωσης της αλιείας και των ιχθυοκαλλιεργειών, φυσικές επιπτώσεις στις παράκτιες υποδομές λόγω της βιορύπανσης και επιπτώσεις σε δραστηριότητες αναψυχής στις ακτές. Δεδομένα από επτά βιοεισβολές που μελετήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος GloBallast του IMO το 2004 έδειξαν ότι οι άμεσες οικονομικές επιπτώσεις των επτά αυτών ειδών και μόνο ανέρχονται στα 100 δισ. δολάρια ετησίως. Παράλληλα, υπάρχουν επιπλέον κόστη για την αντιμετώπιση του προβλήματος, που περιλαμβάνουν την πρόληψη, την έρευνα και παρακολούθηση, τα μέτρα εκρίζωσης, την εκπαίδευση και επικοινωνία, την παρακολούθηση συμμόρφωσης με τους κανονισμούς και την επιβολή τους. Οι ναυτιλιακές εταιρείες, από την πλευρά τους αντιμετωπίζουν οικονομικές συνέπειες, που σχετίζονται με τα συστήματα διαχείρισης έρματος. Διαδικασίες που αφορούν την επιλογή και εγκατάσταση του κατάλληλου συστήματος προκειμένου να συμμορφωθούν με την Σύμβαση και να αποφύγουν επιπλέον κυρώσεις. [66]

Η αξιολόγηση και η αποτίμηση των επιπτώσεων της εισαγωγής των ειδών είναι επομένως σημαντική τόσο για τη διαχείριση τους καθώς και για την υποστήριξη της προληπτικής δράσης. Ωστόσο, η εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων ενός IAS απαιτεί μια δομημένη διαδικασία για την αξιολόγηση των ειδικών χαρακτηριστικών των οικοσυστημάτων, των οικονομιών και των πολιτισμών που επηρεάζονται. Η καταγραφή της πλήρους αξίας των οικοσυστημάτων γίνεται μέσω ενός εννοιολογικού πλαισίου που ονομάζεται Total Economic Value (TEV). Με την υιοθέτηση ενός πλαισίου TEV στα αρχικά στάδια της οικονομικής ανάλυσης, άμεσες και έμμεσες υπηρεσίες που είναι τόσο οικολογικά όσο και οικονομικά σημαντικές μπορούν να εντοπιστούν.

Οι άμεσες οικονομικές επιπτώσεις προκύπτουν από την άμεση χρήση ή την αλληλεπίδραση με περιβαλλοντικούς πόρους και υπηρεσίες, μπορούν να περιλαμβάνουν εμπορικές δραστηριότητες, δραστηριότητες διαμονής, δραστηριότητες αναψυχής ή άλλες δραστηριότητες, όπως η αλιεία και ο τουρισμός. Το κόστος ανταπόκρισης αφορά το κόστος, που πραγματοποιείται από την κοινωνία για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Αυτό το έμμεσο κόστος, μπορεί να περιλαμβάνει έξοδα πρόληψης, ελέγχου, έρευνας, παρακολούθησης, αλλά και εκπαίδευσης. Τέλος, υπάρχουν πιθανές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία από τις βιολογικές επεμβάσεις και μπορεί να προκύψουν σημαντικές δαπάνες τόσο για τις κρατικές όσο και για τις ιδιωτικές ασφαλιστικές εταιρείες υγείας.

5.1 Κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις

Τα θαλάσσια επεμβατικά είδη έχουν αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο την υγεία και τις μειώσεις των οικονομικών παραγωγικών δραστηριοτήτων που βασίζονται σε θαλάσσια περιβάλλοντα και πόρους όπως η αλιεία, η υδατοκαλλιέργεια, ο τουρισμός και η ναυτιλιακή υποδομή. Η περιβαλλοντική όχληση, που προκαλείται από τα IAS εξαντλεί ένα τεράστιο ποσοστό του πληθυσμού των ψαριών και οστρακοειδών, πολλά από τα οποία απειλούνται ακόμα και με εξαφάνιση. Αυτά τα αποτελέσματα έχουν σχετικές κοινωνικές επιπτώσεις μέσω της μείωσης της απασχόλησης στις οικονομικές δραστηριότητες που επηρεάζονται άμεσα από χωροκατακτητικά ξένα είδη, αλλά επίσης μέσω της μείωσης της ευημερίας των ανθρώπων από την μειωμένη ποιότητα του περιβάλλοντός τους και του φυσικού περιβάλλοντος.

Οι μεγάλες βιομηχανίες πλήττονται οικονομικά είτε λόγω της μείωσης διαθέσιμων ψαριών ή οστρακοειδών, είτε από την καταστροφή του αλιευτικού εξοπλισμού. Για παράδειγμα το είδος *Cercopagis pengoi*, εγγενές στην περιοχή Πόντου-Κασπία, έχει εξαπλωθεί μέσω του θαλάσσιου έρματος στις πλωτές οδούς της Ανατολικής Ευρώπης, της Βαλτικής Θάλασσας και των Μεγάλων Λιμνών των ΗΠΑ. Η παρουσία του είδους σε νέα περιβάλλοντα οδηγεί σε οικονομικές απώλειες στις ιχθυοκαλλιέργειες λόγω της έντονης απόφραξης των διχτύων, πέραν των επιπτώσεων στην εμπορική αλιεία. Ένας άλλος τομέας που πλήττεται είναι ο τουριστικός. [68,69] Ο κύκλος των τουριστικών δραστηριοτήτων, η ψυχαγωγική αλιεία, οι καταδύσεις αλλά και ο παράκτιος τουρισμός, ελαχιστοποιείται, λόγω της αλλοίωσης που υφίσταται το φυσικό θαλάσσιο περιβάλλον από την βιοεισβολή. Η εξάπλωση της «κόκκινης παλίρροιας» (*Alexandrium minutum*) έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τον παράκτιο τουρισμό, μολύνοντας τις παραλίες και φέρνοντας μαζί τους τη δυσωδία νεκρών ψαριών. Οι παράκτιες κοινότητες, που βασίζονται στον τουρισμό, χάνουν εκατομμύρια δολάρια, όταν

τα νεκρά ψάρια ξεπλένονται σε παραλίες ή όταν παρουσιάζεται ερεθισμός των ματιών και του αναπνευστικού συστήματος.[70] Επίσης οι ανεξάρτητοι αλιείς οδηγούνται σε ανεργία και φτώχεια, ακόμη και ολόκληρα χωριά τα οποία βασίζονται εξ ολοκλήρου στην αλιεύση μετά βίας επιβιώνουν λόγω της εξόντωσης των ψαριών. Ο κινεζικός κάβουρας *Eiocheir sinensis* όταν αλιεύεται στα δίχτυα μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε αυτά, αλλά και να εξοντώσει άλλα είδη που έχουν πιαστεί στο δίχτυ. Επιπροσθέτως, οι πληθυσμοί αυτοί είναι υπεύθυνοι για την απώλεια δολωμάτων, αφού μπορούν να καταναλώσουν το αλιευτικό δόλωμα και για την βλάβη αλιευτικών εργαλείων. [71]

Έκτος από τα οικονομικά θέματα η βιο-εισβολή έχει επιπτώσεις και στην ανθρώπινη υγεία. Για τον άνθρωπο, μία από τις πιο επικίνδυνες επιπτώσεις των διεισδυτικών ξένων ειδών είναι ως φορέας ασθένειας. Κύρια πηγή διάδοσης των χωροκατακτητικών θαλάσσιων ειδών αποτελεί το νερό έρματος των πλοίων, το οποίο είναι σημαντικό για την επιδημιολογία ασθενειών όπως το *Vibrio cholerae*. Εμφανίστηκε στην κεντρική και νότια Αμερική τη δεκαετία του 1930, προερχόμενη από το Μπαγκλαντές. Πέραν του πανικού που προκαλεί η επιδημία χολέρας, έχει επιπτώσεις στην οικονομία και την κοινωνική δομή της πληγείσας περιοχής. Επίσης υπάρχουν σημαντικές αντιδράσεις από τις άλλες χώρες οι οποίες περιορίζουν τα ταξίδια τους στις περιοχές όπου εμφανίζεται η επιδημία, καθώς και το εμπόριο τροφίμων. Το 1991, στο Περού σκότωσε περισσότερους από 10.000 ανθρώπους και κόστισε στη χώρα 770 εκατομμύρια USD, λόγω εμπορικού εμπάργκο και δυσμενών επιπτώσεων στον τουρισμό. [72]

5.2 Κόστη συμμόρφωσης με την Σύμβαση

Η διαδικασία προσχώρησης και εφαρμογής της σύμβασης BWM συνεπάγεται κόστος για πολλούς ενδιαφερόμενους, βιομηχανία, κράτη σημαίας, λιμενικά και παράκτια κράτη. Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματική εφαρμογή της σύμβασης, καθώς και η εναρμόνιση μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερόμενων φορέων σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, μπορεί να χρειαστεί κατάρτιση. Οι πιθανοί αποδέκτες της κατάρτισης και οι προσπάθειες οικοδόμησης ικανοτήτων μπορεί να περιλαμβάνουν το λιμάνι και τις ναυτιλιακές αρχές, τις λιμενικές επιχειρήσεις, τη ναυτιλιακή βιομηχανία, σχετικές υπηρεσίες γραμμών κ.λπ.

5.2.1 Υποχρεώσεις Κράτους Σημαίας

Οι κύριες υποχρεώσεις περιλαμβάνουν τον καθορισμό διαδικασιών για την έκδοση πιστοποιητικού διαχείρισης νερού έρματος (BWM), που όλα τα πλοία πρέπει να διαθέτουν σύμφωνα με το τμήμα E της Σύμβασης. Ειδικότερα οι δαπάνες αφορούν τη θέσπιση πρότυπων απαιτήσεων πιστοποίησης, την ενημέρωση της ναυτιλιακής βιομηχανίας για τις απαιτήσεις πιστοποίησης και τις διαδικασίες που κατά βάση θα ακολουθούνται, τη διατήρηση πλήρους αρχείου των εκδομένων πιστοποιητικών καθώς και τα κόστη που σχετίζονται με τις επιθεωρήσεις.

Κόστη επίσης προκύπτουν και από την έγκριση των εγχειριδίων διαχείρισης θαλάσσιου έρματος ώστε να συνάδουν με τις απαιτήσεις του προτύπου του κανονισμού D-2 της Σύμβασης.

Επιπλέον, σημαντικές είναι και οι δαπάνες που προκύπτουν από την έγκριση τύπου των συστημάτων BWM και περιλαμβάνουν την καθιέρωση διαδικασιών έγκρισης σύμφωνα με το περιεχόμενο των οδηγιών G8 και G9 και την θεώρηση των τεχνικών εγγράφων και των αποτελεσμάτων των δοκιμών. Το κράτος σημαίας θα απαιτήσει επιθεωρήσεις σχετικά με την κατασκευή, τον εξοπλισμό και το σύστημα διαχείρισης του πλοίου, ώστε να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της σύμβασης, καθώς θα διεξάγονται και περαιτέρω επιθεωρήσεις. Έτσι μπορεί να απαιτηθούν πρόσθετες έρευνες και επιπλέον κόστος για να ελεγχθούν σημαντικές τροποποιήσεις, αντικαταστάσεις ή επισκευές στο σύστημα θαλάσσιου έρματος.

Κόστη προκύπτουν και από τα αιτήματα εξαίρεσης από τις απαιτήσεις της Σύμβασης, που δίνονται από τη Σημαία μιας χώρας που την έχει επικυρώσει και ενσωματώνουν κυρίως κόστη για το αρμόδιο προσωπικό που αφορούν στην αξιολόγηση των αιτήσεων και την χορήγηση εξαιρέσεων.

Τέλος, επιπρόσθετη δαπάνη αποτελεί η εκπαίδευση και η κατάρτιση του προσωπικού σύμφωνα με τις διατάξεις της Σύμβασης. Ο ρόλος της διοίκησης είναι να εξασφαλίζει ότι υπάρχει διαθέσιμη κατάρτιση, είτε σε εθνικό, περιφερειακό, είτε σε επίπεδο IMO, συνεπώς πρέπει να παρέχει πιστοποίηση σε αναγνωρισμένους οργανισμούς κατάρτισης.

5.2.2 Υποχρεώσεις Λιμενικών Αρχών

Οι οικονομικές ευθύνες μιας λιμενικής Αρχής είναι να ακολουθούν το πρωτόκολλο που ορίζει η Σύμβαση καθώς και την εθνική νομοθεσία που διέπει το Κράτος τους. Τα κόστη ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του φορτίου και τον αριθμό των πλοίων που προσεγγίζουν το εκάστοτε λιμάνι καθώς και με τις λειτουργικές υπηρεσίες που είναι ικανή να προσφέρει μια λιμενική αρχή. Μερικές από τις λιμενικές δαπάνες περιγράφονται παρακάτω.

Τα πλοία μπορούν να επιθεωρούνται από αξιωματικούς ελέγχου των λιμενικών αρχών (PSC), οι οποίοι μπορούν να επαληθεύσουν ότι το πλοίο διαθέτει έγκυρο πιστοποιητικό, να επιθεωρήσουν το βιβλίο καταγραφής υδατικού βάρους και / ή να λάβουν δείγμα νερού έρματος. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι δειγματοληψίας που σχετίζονται με τη Σύμβαση. Το πρώτο είδος αφορά τη συμμόρφωση με το πρότυπο D-1, δεν είναι πολύ περίπλοκη ή δαπανηρή δειγματοληψία, καθώς αποσκοπεί κυρίως στην επιβεβαίωση των εγγραφών για την ανταλλαγή BW και μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας π.χ. ένα αλατόμετρο. Το δεύτερο είδος διασφαλίζει τη συμμόρφωση με το πρότυπο D-2. Η δειγματοληψία ύδατος έρματος και η ανάλυση για τον προσδιορισμό της συμμόρφωσης με το D-2 μπορεί να είναι πολύ δαπανηρή και χρονοβόρα, ιδίως αν η δειγματοληψία αποσκοπεί στον προσδιορισμό των ακριβών επιπέδων παθογόνων οργανισμών στο νερό έρματος. Το κόστος της παρακολούθησης και επιβολής συμμόρφωσης (CME) θα εξαρτηθεί επομένως από διάφορους παράγοντες, όπως ο τύπος, η συχνότητα και η ακρίβεια που επιλέγονται για επιθεωρήσεις, παρακολούθηση και δειγματοληψία.

Επιπλέον δαπάνες απαιτούνται για τη δημιουργία και λειτουργία πρότυπων εγκαταστάσεων ξηράς για την εναπόθεση των ιζημάτων που προκύπτουν μετά την επεξεργασία του νερού έρματος ή ακόμα και αυτών που κατακάθονται στις δεξαμενές σύμφωνα με την οδηγία G1 του IMO.

Κόστη επίσης προκύπτουν και από τη συνεργασία μεταξύ διάφορων λιμενικών αρχών αλλά και με τον IMO, προκειμένου να συγκεντρωθούν οι εθνικοί κανονισμοί που καθιερώνονται στους λιμένες. Επιπροσθέτως είναι αναγκαία η δημιουργία και διάθεση στα πλοία ενημερωτικού νομοθετικού υλικού σχετικού με τις απαιτήσεις για τα πλοία που φέρουν τη σημαία του λιμένα που επισκέπτονται. Τέλος ο προσδιορισμός από τις Λιμενικές Αρχές, περιοχών όπου επιτρέπεται η ανταλλαγή έρματος των πλοίων επιβαρύνει και αυτός τις ευθύνες της.

5.2.3 Υποχρεώσεις Βιομηχανίας

Μια επιτυχημένη διαχείριση του νερού έρματος απαιτεί τη συνεισφορά όλων των ενδιαφερόμενων μερών, ιδιαίτερα των κατασκευαστών συστημάτων επεξεργασίας του νερού έρματος των πλοίων. Έτσι λοιπόν, μερικές από τις σημαντικότερες δαπάνες που προκύπτουν από τη συμβολή τη βιομηχανίας στην ορθή διαχείριση του νερού έρματος παρατίθενται παρακάτω.

Η εκπαίδευση των μελών αποτελεί παράγοντα κλειδί για την επιτυχία του σχεδίου διαχείρισης. Διάφορες πτυχές της Σύμβασης θα απαιτήσουν πρόσθετη εκπαίδευση του πληρώματος του πλοίου. Ο Κανονισμός B-6 καθορίζει ότι οι αξιωματικοί και το πλήρωμα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τα καθήκοντά τους στην υλοποίηση του Σχεδίου Διαχείρισης Υδάτινου Έρματος, το οποίο περιλαμβάνει

επίσης την ασφαλή λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων έρματος. Επίσης, δαπάνες που προκύπτουν από την εκπαίδευση των πληρωμάτων ξηράς και των διαχειριστών των πλοίων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στα συνολικά εκπαιδευτικά έξοδα.

Επιπλέον δαπάνες προκύπτουν για τις ναυτιλιακές εταιρίες από την δημιουργία ενός εγχειριδίου διαχείρισης νερού έρματος, καθώς και από την δημιουργία και σωστή τήρηση ενός βιβλίου καταγραφής των λειτουργιών της διαχείρισης του νερού έρματος στο πλοίο. Ποινές για το πλοίο αλλά και για την εταιρία για μη συμμόρφωση.

Δαπάνες προκύπτουν επίσης και από τις διαδικασίες ανταλλαγής έρματος για τη συμμόρφωση με το πρότυπο D-1 της Σύμβασης. Όλες οι λειτουργίες ανταλλαγής BW θα επιβαρύνονται με κόστος, καθώς η πρόσθετη χρήση των αντλιών θα αυξήσει τη χρήση καυσίμων. Ορισμένοι τύποι πλοίων μπορεί ακόμη να χρειαστούν τροποποιήσεις των συστημάτων άντλησης νερού έρματος για να ανταποκριθούν στο Πρότυπο ανταλλαγής όπως ορίζεται στη σύμβαση. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται κόστος τόσο ως προς το εργατικό δυναμικό όσο και ως προς το υλικό, συμπεριλαμβανομένης της ενδεχόμενης στεγανοποίησης των σκαφών. Ορισμένες δαπάνες ενδέχεται επίσης να πραγματοποιηθούν εάν τα σκάφη χρειάζονται να μετακινηθούν εκτός δρόμου για να φτάσουν σε μια ζώνη ανταλλαγής (κόστος καθυστέρησης). Το σχέδιο ανταλλαγής αποτελεί προσωρινό μέτρο για τη διαχείριση του έρματος, το οποίο θα αντικατασταθεί από ένα σύστημα επεξεργασίας για συμμόρφωση με το πρότυπο D-2. Η εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας συνεπάγεται υψηλό κόστος. Κόστος μπορεί επίσης να προκύψει κατά τη διαδικασία επιλογής και δοκιμής συστημάτων επεξεργασίας για τον εντοπισμό της βέλτιστης λύσης για το στόλο. Πρέπει να σημειωθεί ότι η Σύμβαση επιτρέπει επίσης εναλλακτικές επιλογές για την BW, υπό την προϋπόθεση ότι αυτές μπορούν να παρέχουν το ίδιο επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος, της ανθρώπινης υγείας, των περιουσιακών στοιχείων και των πόρων, και εγκρίνονται καταρχήν από την επιτροπή. Από την άλλη, τα συστήματα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος που συμμορφώνονται με τα πρότυπα της Σύμβασης BW, ενδέχεται να παραβιάζουν ακόμα αυστηρότερα πρότυπα που έχουν τεθεί στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες. Άρα θα πρέπει να τροποποιήσουν ή να επαναεγκαταστήσουν τα κατάλληλα συστήματα προκειμένου να μπορέσουν να ταξιδέψουν σε αμερικανικά ύδατα. [67]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Εναλλακτικές διαδικασίες διαχείρισης έρματος

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 εμφανίστηκαν διάφορες έννοιες που επέτρεψαν στα πλοία να λειτουργούν χωρίς να χρειαστεί η εκροή ή εκφόρτωση των λυμάτων ή των αποχετευτικών νερών για τις ανάγκες τους σε έρμα. Μετά την έγκριση της Σύμβασης BWM το 2004, το ενδιαφέρον για αυτές τις εναλλακτικές λύσεις έναντι των συμβατικών BWM έχει αυξηθεί καθώς προσφέρουν τρόπους για την αποφυγή ή τη σημαντική μείωση των λειτουργικών ζητημάτων, του κόστους ανταλλαγής και του κόστους διαχείρισης των ιζημάτων των δεξαμενών ή αντιμετωπίζουν τα διαχωρισμένα ύδατα έρματος για την εκπλήρωση των σχετικών προτύπων απόρριψης D-1 ή D-2 της Σύμβασης. Οι εναλλακτικές αυτές περιλαμβάνουν NoBallast Ships, με τη χρήση νέων μορφών σκελετού πλοίων, ή πιο απλά εγκατάσταση ή αναβάθμιση ενός συστήματος παραγωγής γλυκού νερού επί του πλοίου. [5]

6.1 Πλοίο δίχως έρμα (Free-Ballast Ship)

Πρόκειται για ένα πολλά υποσχόμενο σχεδιασμό για την παρεμπόδιση των οργανισμών που καταστρέφουν το περιβάλλον και για τον τερματισμό όλων των απαιτήσεων για ακριβό εξοπλισμό αποστείρωσης, όπως δαπανηρά φίλτρα, υπεριώδη ακτινοβολία, χημικά βιοκτόνα και άλλες τεχνολογίες. Ένα τέτοιου είδους τεχνολογικό βήμα απαιτεί μια ολοκληρωτική αναθεώρηση στη σχεδίαση των πλοίων που θα οδηγήσει σε νέους σχεδιαστικούς περιορισμούς που παρεκκλίνουν από τις ισχύουσες συμβάσεις του IMO. Σημαντικές θα είναι οι επιδράσεις σε θέματα πρόωσης, κατασκευαστικής αντοχής, ευστάθειας και ευστάθειας έναντι βλάβης.

Ο καινοτόμος αυτός σχεδιασμός έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα συμβατικά σχέδια (βασισμένα σε δεξαμενές φορτίου τύπου C και χρησιμοποιώντας έρμα), συνδυάζοντας φιλικά προς το περιβάλλον χαρακτηριστικά με αυξημένη απόδοση καθώς και προβλεπόμενα χαμηλότερα κατασκευαστικά και λειτουργικά έξοδα. [74] Δημιουργώντας πλοία με την εναλλακτική λύση μη-έρματος σημαίνει ότι δεν υπόκεινται πλέον σε κανονισμούς περί επεξεργασίας νερού έρματος. Η άρση των αντλίων, των σωληνώσεων και των βαλβίδων που συνδέονται με τις δεξαμενές έρματος θα μπορούσε να μειώσει το κόστος συντήρησης, να ελευθερώσει την ηλεκτρική ενέργεια που συνήθως απαιτείται κατά των αφερματισμό να καταστήσει περιττές τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των

υδάτων έρματος, καθιστώντας το πιο οικονομικό τρόπο συμμόρφωσης με τους κανόνες του IMO. Εκτός από το κόστος των κανονιστικών πλεονεκτημάτων, τα πλοία χωρίς έρμα θα μπορούσαν να έχουν εκτεταμένη διάρκεια ζωής χωρίς την απειλή διάβρωσης που προκαλείται από τη συγκέντρωση ιζημάτων σε δεξαμενές έρματος. Η εξάλειψη αυτού του στόχου θα μείωνε επίσης τους χρόνους επιθεώρησης και καθαρισμού, διευκολύνοντας τη ζωή των μελών του πληρώματος. [75]

Μερικά βασικά χαρακτηριστικά των πλοίων δίχως έρμα είναι:

- *Δοκοί έρματος*: Οι δεξαμενές έρματος των πλοίων αντικαθίστανται από διαμήκεις δομικούς δοκούς έρματος που αποτελούνται από μία κεντρική δεξαμενή, δύο ενδιάμεσες δεξαμενές και δύο πλευρικές δεξαμενές που περιβάλλουν την υποδοχή φορτίου κάτω από το ρεύμα έρματος και συνδέονται με ένα θάλαμο εισαγωγής και έναν συλλέκτη εκκένωσης κοντά στο τόξο και την πρύμνη αντίστοιχα. Αυτοί οι κορμοί έρματος στροβιλίζονται για να μειώσουν την πλευστότητα του πλοίου.
- *Σχήμα σκελετού*: Η γάστρα σχήματος V ελαχιστοποιεί την αντίσταση και βελτιστοποιεί τις συνθήκες της έλικας σε πλήρως φορτωμένες και μη φορτωμένες συνθήκες, μειώνοντας το σταθμισμένο άθροισμα της διαβρεγμένης επιφάνειας.
- *Εργαλεία υπολογιστικής ρευστότητας (CFD)*: Η υπολογιστική ρευστότητα (CFD) συγκρίνει τη σιροπιώδη αντίσταση του νέου σχεδιασμού με εκείνη ενός πιο παραδοσιακού σχεδιασμού και βοηθά στη μεγιστοποίηση των πεδίων πίεσης στην περιοχή πλώρης και πρύμνης.
- *Πρόωση*: Οι δίδυμοι κοχλίες και οι βέλτιστες διαμέτρου έλικες επιτρέπουν την χαμηλή βύθιση του ελκυστήρα στην κατάσταση εκφόρτωσης και εξασφαλίζουν υψηλή ενεργειακή απόδοση μέσω αλληλεπικαλυπτόμενης διάταξης έλικας. Η ισχύς πρόωσης εκτιμάται βάσει των αναλύσεων αντίστασης και έλικας.
- *Περικοπή και φτέρνα*: Τα διαμήκη διαφράγματα παρέχουν ισορροπία ροπής γύρω από τη διαμήκη κεντρική γραμμή για όλες τις εναλλακτικές λύσεις διαχωρισμού και εμποδίζουν την εμφάνιση μεγάλων διακοσμητικών επιφανειών κατά τη διάρκεια των εργασιών φορτίου.
- *Διαχωρισμός φορτίου* [73]

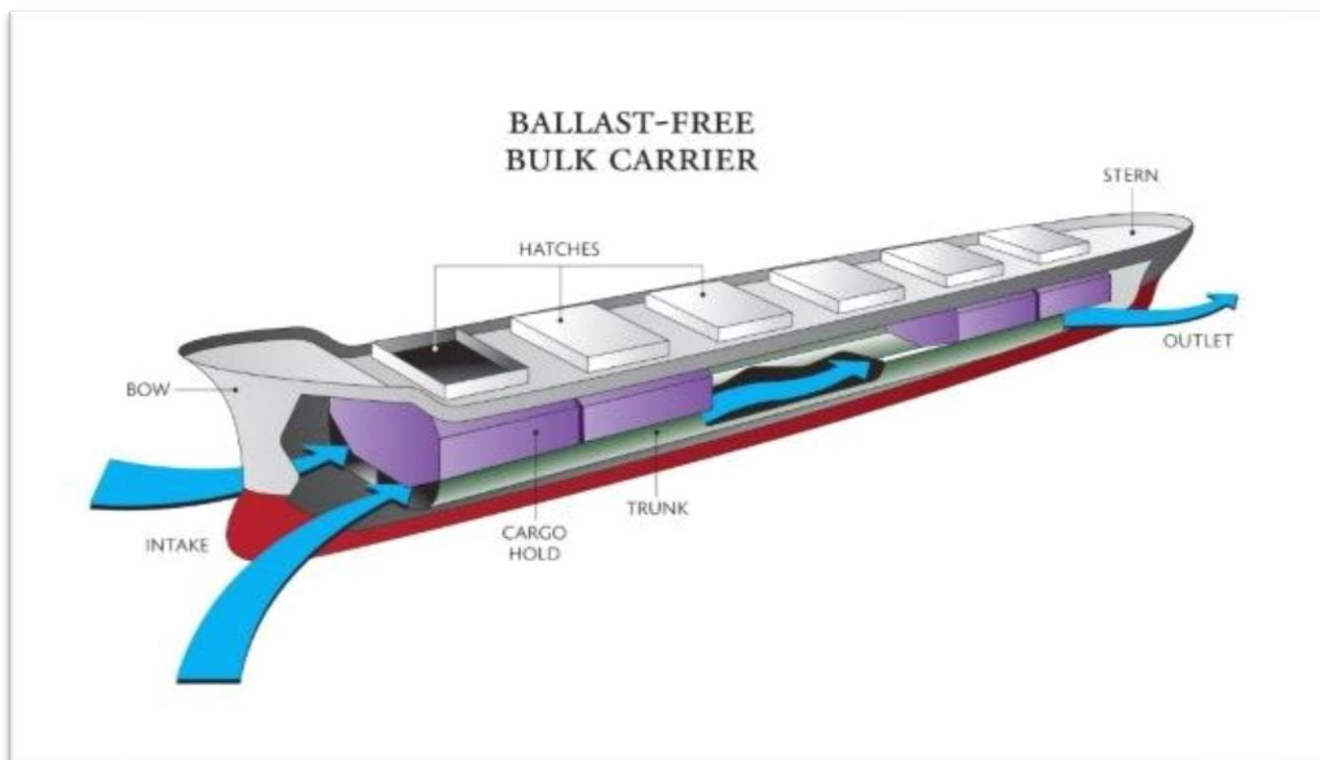
Ο απώτερος στόχος είναι να αυξηθεί το βύθισμα του πλοίου, η κατακόρυφη δηλαδή απόσταση μεταξύ της γραμμής του νερού και του πυθμένα της γάστρας, και να αποφευχθεί η μεγάλη άνοδος του από το νερό όταν εκφορτώνει το βαρύ φορτίο. Μια ιδέα ήταν η διεύρυνση των δοκών και η χρήση μοναδικών σχεδίων σκελετού για την εκτόπιση του νερού από τον κεντρικό άξονα του σκάφους σε μια προσπάθεια να αυξηθεί η σταθερότητα.

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Delft πρότεινε ένα σχέδιο «Monomaran», το οποίο θα εφαρμόζε ένα σκάφος που μοιάζει με καταμαράν σε δοχεία μεταφοράς

εμπορευματοκιβωτίων. Για πάνω από μια δεκαετία, οι επιστήμονες του Πανεπιστημίου του Μίσιγκαν έχουν διερευνήσει μεθόδους συνεχούς ροής για τη σταθερότητα των πλοίων. Αντί για τις δεξαμενές έρματος, τα πλοία θα μπορούσαν να είναι εξοπλισμένα με ένα μεταβλητό σύστημα πλευστότητας που περιλαμβάνει ένα δίκτυο κορμών που τρέχουν από την πλώρη στην πρύμνη, κάτω από την ίσαλο γραμμή, μειώνοντας την πιθανή ανάσυρση μολυσμένου νερού κατά μήκος του ωκεανού. Το νερό που διέρχεται από αυτά τα κανάλια θα μείωνε την πλευστότητα του πλοίου, αντί να το βαρύνει. Κατά τη διάρκεια της κατάστασης πλήρους φορτίου ή οποιασδήποτε κατάστασης όπου δεν είναι απαραίτητο το έρμα, οι εξωτερικοί κορμοί έρματος θα διαχωρίζονται χρησιμοποιώντας βαλβίδες σε κάθε ένα από τα διαφράγματα της βάσης φορτίου. Αυτό είναι απαραίτητο για να παρέχεται στο σκάφος επαρκής επιβίωση λόγω βλαβών σύμφωνα με τις τρέχουσες απαιτήσεις του IMO. [76]

Βέβαια, πολλά σκάφη αντιμετωπίζουν περιορισμούς διαστάσεων. Τυπικά, ένα δεξαμενόπλοιο χωρίς έρμα θα πρέπει να αυξηθεί σε πλάτος για να φέρει το ίδιο φορτίο με ένα συμβατικό σκάφος επειδή γενικά το ελάχιστο βύθισμα που απαιτείται για την πλεύση του και το μήκος είναι περιορισμένα. Αυτό είναι τουλάχιστον ένα πιο δαπανηρό πλοίο, αν όχι ασυμβίβαστο με τους περιορισμούς διαστάσεων. Παράλληλα με την έλλειψη ρυθμιστικής πίεσης, ο ισχυρός συντηρητισμός στη ναυτιλιακή βιομηχανία είναι επίσης ένας παράγοντας που εμποδίζει τη δίχως-έρμα ναυτιλία. Οι χειριστές μπορεί να ανησυχούν για το γεγονός ότι είναι οι πρώτοι που εισήγαγαν ένα νέο τύπο σκάφους, επομένως υπάρχει η πιθανότητα να μην είναι αξιόπλοο. Έτσι, έχουν εισαχθεί αρκετές λύσεις που ελαχιστοποιούν την εκκένωση έρματος, χωρίς να εξουδετερώνουν εντελώς τις δεξαμενές. Ένα παράδειγμα είναι τα σχέδια βαλβίδων καταιγίδας, τα οποία διαθέτουν σχεδιασμό V και μερικές δεξαμενές για προσωρινό έρμα που μπορούν να αναληφθούν για να αυξήσουν το βύθισμα κατά τη διάρκεια κακοκαιρίας. Μια άλλη επιλογή είναι επίσης και ο καθαρισμός του νερού εξωτερικά (δηλαδή στις θύρες) προτού προστεθεί σε δεξαμενές έρματος.

Προς το παρόν, διερευνάται η προοπτική ναυσιπλοΐας χωρίς έρμα σε χώρο υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG). Η συνολική κίνηση προς τη ναυτιλία χωρίς έρματος θα αντιμετωπίσουν προκλήσεις. Το λιμάνι και οι αποβάθρες θα πρέπει να ενημερωθούν για να συμπεριληφθεί μια υψηλότερη διαφορά μεταξύ φορτωμένων και κενών συνθηκών απ' ό, τι στους συμβατικούς μεταφορείς και τα σχέδια θα απαιτήσουν ακρίβεια υψηλού επιπέδου για να γίνουν οι κατάλληλες προσαρμογές για την περιποίηση. Παρά τις ανησυχίες στο παρελθόν, τα πλεονεκτήματα για τη δημιουργία ενός πλοίου χωρίς έρμα υπερβαίνουν κατά πολύ τα μειονεκτήματα.



Εικόνα 20. Πλοίο δίχως έρμα [73]

6.2 Παραγωγή γλυκού νερού επί του πλοίου

Μία ακόμα εναλλακτική τεχνική διαχείρισης έρματος θα ήταν η παραγωγή επί του πλοίου μεγάλων ποσοτήτων μη-πόσιμου γλυκού νερού. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της εγκατάστασης αποστακτήρων γλυκού νερού (fresh water evaporators) ανεξάρτητων από των ήδη υπαρχόντων για την παραγωγή πόσιμου νερού για την κάλυψη των αναγκών του πληρώματος του πλοίου. Τα ανεκμετάλλευτα καυσάερια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτή τη διαδικασία παρέχοντας την απαιτούμενη ενέργεια. Έπειτα ένα πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας, είναι ότι το παραγόμενο γλυκό νερό θα μπορούσε να πωληθεί σε λιμάνια όπου υπάρχει έλλειψη νερού στις υποδομές έρματος, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες τους, και με αυτό τον τρόπο το πλοίο θα μπορούσε να αυξήσει το ετήσιο εισόδημα του. Το ανεκμετάλλευτο παραγόμενο νερό μπορεί να αποφορτιστεί χωρίς καμία επιβάρυνση ως προς το περιβάλλον. Στην τρέχουσα τεχνολογία, η άλμη από τον αποστακτήρα αποβάλλεται απευθείας στη θάλασσα. Αλλά αν αυτή η άλμη, η οποία είναι ήδη θερμικά επεξεργασμένη, μπορούσε να αποφορτιστεί στις δεξαμενές ύδατος έρματος η αλατότητα στις δεξαμενές θα αυξηθεί και θα επέλθει η καταστροφή των θαλάσσιων οργανισμών σε κάποιο βαθμό. Παρόλο που από θέμα τεχνικής και κυρίως οικονομικής άποψης, μέθοδοι όπως δύο προαναφερόμενες δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν καθώς πολλοί παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψιν, σαφώς

όμως αποτελούν μία μακροχρόνια προσοδοφόρα επένδυση για τους πλοιοκτήτες ή τους διαχειριστές των πλοίων. [78]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συμπεράσματα

Η ναυτιλία είναι το πιο οικονομικό μέσο μεταφοράς και μεταφέρει πάνω από το 90% των εμπορευμάτων παγκοσμίως. Κάθε χρόνο για την εξυπηρέτηση των θαλάσσιων μεταφορών μεταφέρονται περίπου 3-5 δις. τόνοι έρματος διεθνώς κάθε χρόνο. Μπορεί να αποτελεί βασικό παράγοντα για την ευστάθεια ενός πλοίου κυρίως όταν αυτό είναι άφορτο, αλλά αποτελεί και φορέα για σημαντικές οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και τον άνθρωπο. Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για μια πράσινη ναυτιλία, με τις ναυτιλιακές βιομηχανίες να ψάχνουν εναλλακτικές διαδικασίες επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος ή να κάνουν της ήδη υπάρχουσες πιο βιώσιμες για το περιβάλλον και οικονομικά εφικτές για τους πλοιοκτήτες. Έτσι τα νέα πλοία θα μπορέσουν να συμβάλλουν στην μείωση της ρύπανσης του πλανήτη. Οι βιο-εισβολείς επηρεάζουν σημαντικά τη βιοποικιλότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος στο οποίο εισέρχονται, τους φυσικούς πόρους και τις υπηρεσίες που προσφέρει καθώς και τον άνθρωπο. Η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων μιας βιο-εισβολής τόσο σε οικολογικό, όσο και σε οικονομικό επίπεδο είναι δύσκολο να επιτευχθεί, μιας και πολλές επιπτώσεις απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα για να γίνουν αντιληπτές. Βασική δράση των αρμόδιων οργανισμών και αρχών θα πρέπει να αποτελεί η σωστή και αποτελεσματική ενημέρωση του πολίτη. Διότι όσο πιο γρήγορα κατανοήσει το πρόβλημα και το αντίκτυπο που έχει τόσο πιο σύντομα θα μπορεί να παρέμβει ώστε να το αντιμετωπίσει. Επομένως μεγαλύτερη βαρύτητα πρέπει να δίνεται στον τομέα της πρόληψης, ώστε να προσδιορίζονται πιθανοί φορείς και οδοί εισαγωγής των βιοεισβολέων, όπως επίσης και να ανιχνεύονται οι εισβολές όσο το δυνατόν νωρίτερα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα γρήγορης απόκρισης, που να οδηγεί σε κάποια πιθανότητα εκρίζωσής τους. Στην περίπτωση βιο-εισβολής πρέπει να πραγματοποιηθεί έγκαιρη ανίχνευση και αντιμετώπιση της. Είναι επιτακτική ανάγκη να πραγματοποιούνται συστηματικές έρευνες, ώστε να βελτιωθούν οι υπάρχουσες μέθοδοι επεξεργασίας, να αναπτυχθούν νέες καθώς και να λειτουργούν αποτελεσματικά οι συνδυασμένες μέθοδοι.

Η εγκατάσταση ενός ή περισσότερων συστημάτων επεξεργασίας επί του πλοίου αποτελεί μια χρονοβόρα και ακριβή για τους πλοιοκτήτες διαδικασία με αυστηρές προθεσμίες συμμόρφωσης. Έπειτα από την εφαρμογή της Σύμβασης, όλα τα πλοία έπρεπε να έχουν επί του σκάφους συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος. Εξαιτίας της έλλειψης εμπειρίας αλλά και της ύπαρξης πολλών διαφορετικών μεθόδων επεξεργασίας, κάθε μια με τους δικούς της περιορισμούς και πλεονεκτήματα, οι πλοιοκτήτες είναι διστακτικοί στο να υιοθετήσουν κάποιο σύστημα επεξεργασίας. Το κόστος

κεφαλαίου, συντήρησης και εγκατάστασης είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται διεξοδικά πριν ληφθεί κάποια απόφαση. Επίσης η ηλικία του πλοίου, ο τύπος του, οι λειτουργικές του προδιαγραφές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή συστήματος επεξεργασίας. Όπως είναι λογικό, ένα σύστημα επεξεργασίας έρματος που είναι βέλτιστο για ένα πλοίο είναι απίθανο να αποτελεί την καλύτερη λύση και για κάποιο άλλο διαφορετικού τύπου και χωρητικότητας. Μετά τις προθεσμίες του IMO, όλα τα σκάφη οφείλουν να εφαρμόζουν ένα σύστημα επεξεργασίας, σύμφωνα με τα πρότυπα διαχείρισης της ρύθμισης D-2. Η εφαρμογή σε νέα πλοία φαίνεται να είναι πιο εύκολη από ότι η εκ των υστέρων τοποθέτηση σε παλαιότερα πλοία. Αυτό συμβαίνει διότι στα νέα πλοία οι δυνατότητες εγκατάστασης συστημάτων επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος προσδιορίζονται κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή τους, ενώ σε ήδη υπάρχοντα πλοία απαιτούνται τροποποιήσεις για την προσαρμογή των συστημάτων επεξεργασίας. Έτσι για τα υπάρχοντα πλοία που αδυνατούν να εγκαταστήσουν κάποιο σύστημα διαχείρισης νερού έρματος όπως επιβάλλεται από τους κανονισμούς της σύμβασης BWM, θα πρέπει να βασιστούν σε επίγειες εγκαταστάσεις στα λιμάνια. Αυτό με τη σειρά του δημιουργεί προβλήματα στα ίδια τα λιμάνια εφόσον είναι γνωστή η έλλειψη χώρου σε αυτά. Χρειάζονται λοιπόν να γίνουν σοβαρές επενδύσεις τόσο χρηματικά, όσο και σε εξεύρεση χώρου. Εκτός αυτού είναι και το θέμα της χρονικής επιβάρυνσης που απαιτείται για τη σωστή διεξαγωγή της ανταλλαγής νερού έρματος. Επιπλέον επενδύσεις απαιτούνται και για την εκπαίδευση των πληρωμάτων των πλοίων για τον σωστό χειρισμό των συστημάτων προκειμένου να τηρούνται αποτελεσματικά οι κανόνες συμμόρφωσης.

Βασική λοιπόν προϋπόθεση των πλοιοκτητών αποτελεί η συμμόρφωση με τη Σύμβαση BWM, η οποία απαιτεί τήρηση κάποιων κανονισμών και υποχρεώσεων σε εθνικό και τοπικό επίπεδο, και την ύπαρξη ενός Σχεδίου Διαχείρισης Έρματος (BWMP) που ορίζεται από το κράτος σημαίας. Υπογράφοντας τη Σύμβαση BWM τα κράτη συμφωνούν με ημερομηνίες συμμόρφωσης που ορίζουν ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός ή η Αμερικανική Ακτοφυλακή αντίστοιχα. Μη τήρησή τους οδηγεί σε ισχυρές κυρώσεις, ούτως ώστε να αποθαρρύνονται τυχόν παραβιάσεις. Όπως είναι λογικό, ο σχεδιασμός, η επιθεώρηση, η εφαρμογή καθώς και οι κυρώσεις που επιβάλλουν τα κράτη διαφέρουν. Το πρόβλημα της θαλάσσιας βιο-εισβολής ωστόσο δεν περιορίζεται με σύνορα, αντιθέτως εξαπλώνεται ραγδαία. Τα πρότυπα επεξεργασίας που προτείνει η Αμερικανική Ακτοφυλακή διαφέρουν από εκείνα που υιοθετήθηκαν από τον IMO μέσω της Σύμβασης BWM. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα έθνη να αποφασίζουν μονομερώς για την εφαρμογή και τήρηση των κανόνων, δημιουργώντας σύγχυση στους εφοπλιστές οι οποίοι καλούνται να πάρουν αποφάσεις κατά περίπτωση.

Ορισμένες καινοτομίες στον σχεδιασμό και στη μηχανική των πλοίων παρουσιάζουν καλές δυνατότητες βελτίωσης στην πρακτικότητα, την αποδοτικότητα κόστους και την ασφάλεια των

λειτουργιών έρματος και μπορούν να προσφέρουν εναλλακτική λύση στις υπάρχουσες συμβατικές πρακτικές, ενώ βέβαια πληρούν τα πρότυπα για την απόρριψη έρματος που απαιτούνται βάσει της Σύμβαση BWM.

Μια σύγχρονη λύση αποτελεί το NoBallast Ship, σύμφωνα με το οποίο το πλοίο θα μπορεί να ταξιδέψει δίχως να απαιτείται η συλλογή του νερού έρματος σε δεξαμενές, αλλά να περνά με συνεχή ροή καθ' όλο το μήκος του πλοίου. Προκειμένου να προωθηθεί η ανάπτυξη νέων και οικονομικά αποδοτικών συστημάτων διαχείρισης έρματος, θα είναι σημαντικό για τους πλοιοκτήτες, τους σχεδιαστές πλοίων, τις εθνικές διοικήσεις, το MEPC και τους βιολόγους που ειδικεύονται στις βιο-εισβολές να συνεργαστούν για την αναθεώρηση των κανονισμών και των κατευθυντήριων γραμμών BWM, όπου απαιτηθεί, να προτείνουν τροποποιήσεις ή προσθήκες που θα διευκολύνουν τη δοκιμή, την αξιολόγηση και την έγκριση καινοτόμων συστημάτων που ανταποκρίνονται στους στόχους της Σύμβασης, και έχουν στόχο την περιβαλλοντική ασφάλεια και τη μείωση των λειτουργικών ζητημάτων και του κόστους ανταλλαγής.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Shipping and World Trade, Overview of the International Shipping Industry.
<http://www.marisec.org/shippingfacts/keyfactsindex.htm>
2. United States Environmental Protection Agency (2011), Ballast Water Self Monitoring.
3. Anish Wankhede (2016), What is Ballasting and De-ballasting? , Marine in Sight
4. International Maritime Organization, Introduction to IMO
<http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>
5. International Maritime Organization, Ballast Water Management
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx>
6. International Maritime Organization (2004), “International convention for the control and management of ships ballast water & sediments”
7. The Ocean Conference (2017), Protecting the environment from harmful aquatic invasive species and pathogens introduced via ships ballast water or on ships hulls by Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
<https://oceanconference.un.org/commitments/?id=18412>
8. European Council, Directive 2008/56/EC
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0056>
9. GloBallast Partnerships (2017), The GloBallast pilot phase 2000-2004
<http://archive.iwlearn.net/globalballast.imo.org/the-globalballast-pilot-phase-2000-2004/index.html>
10. GloBallast Partnerships (2017), The GloBallast Partnerships Project 2007-2017
<http://archive.iwlearn.net/globalballast.imo.org/the-globalballast-partnerships-project-2007-2016/index.html>
11. MARTOB (2004), On Board Treatment of Ballast Water (Technologies Development and Applications) and Application of Low-sulphur Marine Fuel.
12. Jennie Folkunger (2010), Regulations on Ballast Water & Invasive Species – a Comparative Approach, University of Lund.
13. U.S Department of Homeland Security (2009), Standards for Living Organisms in Ships’ Ballast Water Discharged in U.S. Waters, Part IV.
14. USCG (2018), Navigation and Vessel Inspection Circular 01-18.
15. United States Coast Guard (2017), Marine Safety Information Bulletin, MSIB Number 003 -17.
16. Chief Engineer Mohit Sanguri (2010), Ballast Water Management
<https://www.brighthubengineering.com/marine-history/63157-ballast-water-management/>

17. American Bureau of Shipping (2010, update 2018), Guide for Ballast Water Exchange.
18. American Bureau of Shipping (2014), Guide for Ballast Water Treatment.
19. Raunek Kantharia (2017), How Ballast Water Treatment System Works?
<https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works>
20. Lloyd's Register's Understanding Ballast Water Management series (2012), Ballast water treatment technologies and current system availability.
21. DNVGL, Ballast Water Treatment Systems at a glance.
<https://www.dnvgl.com/article/ballast-water-treatment-systems-at-a-glance-94152>
22. Kazuhiko Koike, Nobuhiko Fujiki, Kenji Yamane, Yoshiyuki Inohara and Izuo Aya, Thermal Aqua-Filtration (TAF) System: A New Concept of Environment-Friendly BWMS Applying "Retrieved Heat" to Eliminate Living Organisms, Proceedings of the IMO-WMU Research and Development Forum (2010)
23. Alfa Laval (2017), Making sense of ballast water management, A guide to international ballast water regulations and compliance alternatives.
24. Henrik Bachér and Olli Leino, Selecting the most suitable ballast water treatment system.
<https://www.elomatic.com/en/elomatic/expert-articles/selecting-the-most-suitable-ballast-water-treatment-system.html>
25. Alfa Laval (2017), Supplier Selection Guide, Making sense of ballast water management.
26. Damen Green Solutions, Ballast Water Treatment Port Solutions.
<http://www.damengreen.com/en/bwt/port-solutions>
27. Gollasch S (2002), Ballast water management in the North-East Atlantic: Report to aid decision making on ballast water in OSPAR BDC.
28. International Maritime Organization (2017), International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments.
[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)
29. Stampedakis Konstantinos (2016), What the new G8 Guidelines bring?
<https://safety4sea.com/what-the-new-g8-guidelines-bring/>
30. EPA (2010), Generic Protocol for the Verification of Ballast Water Treatment Technology.
https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=230926
31. Erma First (2017), Πιστοποιητικό έγκρισης τύπου από την Αμερικάνικη Ακτοφυλακή.
<https://www.naftemporiki.gr/finance/story/1287453/erma-first-pistopoiitiko-egkrisis-tupou-apo-tin-amerikaniki-aktoufulaki>
32. Safety4sea (2018), USCG grants 7th BWMS Type Approval Certificate.
<https://safety4sea.com/uscg-grants-7th-bwms-type-approval-certificate/>

33. Petr Pysek, David M. Richardson (2010), Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health.
34. Katsanevakis, S., Wallentinus, I., Zenetos, A., Leppäkoski, E., Çinar, M. E., Oztürk, B., ..., & Cardoso, A. C. (2014), Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: A pan-European review, Aquatic Invasions.
35. WWF International (2009), Silent Invasion – The spread of marine invasive species via ships' ballast water.
36. International Maritime Organization (2017), Aquatic Invasive Species, [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/AquaticInvasiveSpecies\(AIS\).aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/AquaticInvasiveSpecies(AIS).aspx)
37. Susan A. McCarthy, Farukh M. Khambaty (1994), International Dissemination of Epidemic *Vibrio cholerae* by Cargo Ship Ballast and Other Nonpotable Waters.
38. Nicole J. Cohen, Douglas D. Slaten, Nina Marano, Jordan W. Tappero, Michael Wellman, Ryan J. Albert, Vincent R. Hill, David Espey, Thomas Handzel, Ariel Henry, and Robert V. Tauxe (2012), Preventing Maritime Transfer of Toxigenic *Vibrio cholerae*, CDC.
39. Christina Birnbaum (2011), NOBANIS –Invasive Alien Species Fact Sheet *Cercopagis pengoi*.
40. U.S. Fish and Wildlife Service (2018), Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*), Ecological Risk Screening Summary.
41. Wikipedia, Chinese mitten crab.
https://en.wikipedia.org/wiki/Chinese_mitten_crab
42. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Harmful Algal Bloom Programme.
http://hab.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=16
43. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (2017), Ballast Water and the Transport of Harmful Algae.
<http://myfwc.com/research/redtide/research/scientific-products/ballast-water/#>
44. Animal Diversity Web, *Neogobius melanostomus* Gobie arrondie.
https://animaldiversity.org/accounts/Neogobius_melanostomus/#
45. Wikipedia, Round Goby.
https://en.wikipedia.org/wiki/Round_goby
46. Aquarium of the Pacific, Conservation Status: Species of Special Concern, Comb Jelly (Sea Walnut)
http://www.aquariumofpacific.org/onlinelearningcenter/species/comb_jelly
47. Global Invasive Species Database (GISD), *Mnemiopsis leidy*.
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=95>
48. CABI, Invasive Species Compendium, *Asterias amurensis* (northern Pacific seastar).
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/92632>

49. Invasive Species Specialist Group (2010), Global Invasive Species Database, *Asterias amurensis*.
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=82>
50. U.S. Fish and Wildlife Service (2015), Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) Ecological Risk Screening Summary.
51. CABI, Invasive Species Compendium, *Dreissena polymorpha* (Zebra Mussel).
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/85295>
52. Global Invasive Species Database – GISD (2009), *Dreissena polymorpha* (Zebra Mussel).
<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Dreissena+polymorpha>
53. Benson, A.J., Raikow, D., Larson, J., Fusaro, A., and Bogdanoff, A.K. (2018), *Dreissena polymorpha* NAS-Nonindigenous Aquatic Species, USCG.
54. The International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species (2017), *Dreissena bugensis*.
<http://www.iucnredlist.org/details/188911/0>
55. CABI, Invasive Species Compendium (2011), *Undaria pinnatifida* (Asian kelp).
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/59979>
56. Global Invasive Species Database – GISD (2007), *Undaria pinnatifida*
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=68>
57. Washington Department of Fish and Wildlife – WDFW, *Carcinus maenas* (European Green crab).
https://wdfw.wa.gov/ais/carcinus_maenas/
58. Fisheries and Oceans Canada (2018), European Green Crab (*Carcinus maenas*)
<http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/profiles-profils/europeangreencrab-crabevert-eng.html>
59. Daniel Simberloff, Jean-Louis Martin, Piero Genovesi, Virginie Maris, David A. Wardle, James Aronson, Franck Courchamp, Bella Galil, Emili Garcí'a-Berthou, Michel Pascal, Petr Pysek, Ronaldo Sousa, Eric Tabacchi, and Montserrat Vila` (2013), Impacts of biological invasions: what's what and the way forward.
60. Nicholas Baxa, Angela Williamsona, Max Aguerob, Exequiel Gonzalezb, Warren Geeves (2003), Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity.
61. Petr Pysek and David M. Richardson (2010), Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health.
62. Montserrat Vilà, Corina Basnou, Petr Pysek, Melanie Josefsson, Piero Genovesi, Stephan Gollasch, Wolfgang Nentwig, Sergej Olenin, Alain Roques, David Roy, Philip E Hulme, and DAISIE partners (2014), How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment.
63. Philip E. Hulme (2006), Beyond control: wider implications for the management of biological invasions.
64. Gentile Francesco Ficetola, Claude Miaud, François Pompanon, Pierre Taberlet (2008), Species detection using environmental DNA from water samples.

65. Binimelis R, Born W, Monterroso I, and Rodríguez-Labajos B. (2007), Socio-economic impacts and assessment of biological invasions.
66. Pughiuc, D. (2010), Invasive species: Ballast Water Battles.
67. Globallast Partnership, International Union for Conservation of Nature (2010), Economic Assessment for Ballast Water Management: A Guideline, GloBallast Monograph Series No. 19.
68. Nicholas Baxa, Angela Williamsona, Max Aguerob, Exequiel Gonzalezb, Warren Geevesc (2003), Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity.
69. CABI (2007), Invasive Species Compendium, *Cercopagis pengoi* (fishhook waterflea).
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/89859>
70. United Arab Emirates Ministry of Climate Change & Environment, 2010, Red Tide.
<https://www.moccae.gov.ae/en/knowledge-and-statistics/red-tide.aspx>
71. CABI (2010), Invasive Species Compendium, *Eriocheir sinensis* (Chinese mitten crab).
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/84120>
72. G. Mazza, E. Tricarico, P. Genovesi & F. Gherardi (2014), Biological invaders are threats to human health: an overview.
73. Marine in Sight (2016), What are Non Ballast or Ballast Free Ships?
<https://www.marineinsight.com/environment/what-are-non-ballast-or-ballast-free-ships/>
74. Lloyd's Register (2017), A step closer to ballast-free shipping.
<https://www.lr.org/en/latest-news/a-step-closer-to-ballast-free-shipping/>
75. Ship Technology (2018), Could ballast-free shipping be the best route to IMO compliance?
<https://www.ship-technology.com/features/ballast-free-imo/>
76. Miltiadis Kotinis, Michael G. Parsons (2010), Hydrodynamics of the Ballast-Free Ship revisited.
77. Glo-ballast (2011), Establishing equivalency in the performance testing and compliance monitoring of emerging alternative Ballast Water Management Systems, Glo-Ballast Monograph Series No.20.
78. Valter Suban, Peter Vidmar and Marko Perković (2010), Ballast Water Replacement with Fresh Water – Why Not?
79. Longshore & Shipping News (2014), Implementation of ballast water treaty could be rocky, shipowners warn.
<http://www.longshoreshippingnews.com/2014/09/implementation-of-ballast-water-treaty-could-be-rocky-shipowners-warn/>
80. Κοτρίκλα, Α. (2015), Ναυτιλία και περιβάλλον, Διαχείριση Θαλάσσιου Έρματος.
81. Port Ballast Water Management (2017), GreenPort, Balancing Environmental Challenges with Economic Demands.
<https://www.greenport.com/news101/Products-and-Services/port-based-ballast-water-management>
82. Shipowners (2017), International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments and US Ballast Water Management (BWM) Regulations.
<https://www.shipownersclub.com/international-convention-control-management-ships-ballast-water-sediments-us-ballast-water-management-bwm-regulations/>
83. Global Invasive Species Database (GISD) (2010), *Cercopagis pengoi*.
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=118>

84. The Guardian (2014), Invasive Chinese mitten crab found in Scotland prompts salmon fears.

<https://www.theguardian.com/environment/2014/sep/26/invasive-chinese-mitten-crab-found-in-scotland-prompts-salmon-fears>

85. Wikipedia (2018), Harmful algal bloom.

https://en.wikipedia.org/wiki/Harmful_algal_bloom

86. Sea Water (2017), Comb Jelly - Mnemiopsis leidyi

<http://www.seawater.no/fauna/ctenophora/leidyi.html>

87. National Park Service (2017), Marine Invasive Species

<https://www.nps.gov/chis/learn/nature/marine-invasive-species.htm>