

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ**  
**ΝΑΥΤΙΛΙΑ**



**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ**  
**ΘΑΛΑΣΣΑ**

**BALLAST WATER TREATMENT IN THE**  
**MEDITERRANEAN SEA**

**Γεωργία Ζαρπάπη**

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς για  
την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Ναυτιλία

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΕΛΕΠΙΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ**

Πειραιάς

Νοέμβριος 2018

## ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

«Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.»

## Τριμελής Επιτροπή

«Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίσθηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Καθηγητής Αναστάσιος Τσελεπίδης (Επιβλέπων)
- Αναπληρωτής Καθηγητής Γεώργιος Σαμιώτης
- Καθηγητής Βασίλειος Στυλιανός Τσελέντης

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.»

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τσελεπίδη Αναστάσιο για την βοήθεια και την καθοδήγηση που μου προσέφερε στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και το χρόνο που αφιέρωσε, καθώς και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Σαμιώτη Γεώργιο και τον καθηγητή κ. Τσελέντη Βασίλειο Στυλιανό για τη συμβολή τους, στην ανάγνωση και αξιολόγηση αυτής της εργασίας.*

*Τέλος, δε θα μπορούσα να ευχαριστήσω αρκετά την οικογένεια και τις φίλες μου για την ατέλειωτη υπομονή, στήριξη και αγάπη.*

## Περίληψη

Η αύξηση του παγκόσμιου ναυτιλιακού εμπορίου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θαλάσσιας κίνησης και κατά συνέπεια τη μεταφορά μεγαλύτερης ποσότητας θαλάσσιου έρματος. Το έρμα χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ασφαλή πλεύση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, παρέχοντας στο πλοίο ευστάθεια και ευελιξία. Η ναυτιλία με τη μεταφορά του νερού έρματος, προκαλεί ακούσια μεταφορά αλλόχθονων ειδών, τα οποία με την εισαγωγή τους σε νέα περιβάλλοντα μπορεί να έχουν καταστροφικές οικολογικές και οικονομικές συνέπειες στην τοπική κοινωνία. Ηγετικό ρόλο στην αντιμετώπιση του προβλήματος της εισβολής χωροκατακτητικών ειδών σε νέα οικοσυστήματα, κατέχει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός και η Ακτοφυλακή των ΗΠΑ με τη θέσπιση Οδηγιών και κανονισμών . Στην περιοχή της Μεσογείου έχουν εντοπιστεί επεμβατικά είδη με αρνητικές επιπτώσεις στις κοινότητες των αποδεκτών, οι οποίες σχετίζονται με τη διαχείριση θαλάσσιου έρματος.

Λέξεις κλειδιά : θαλάσσιο έρμα, οικοσύστημα, αλλόχθονα είδη, οικολογικές και οικονομικές συνέπειες, Μεσόγειος Θάλασσα

## Abstract

The increase in global maritime trade has resulted in the increase in maritime traffic and, consequently, in transporting larger quantity of water ballast. The ballast is used to ensure safe navigation during the voyage, giving the ship stability and flexibility. Shipping with the transport of ballast water causes unintentional transport of alien species whose introduction into new environments can have devastating ecological and economic consequences for the local community. The International Maritime Organization and the US Coast Guard have a leading role in addressing the problem of invasive species into new ecosystems through the adoption of directives and regulations. In the Mediterranean region, invasive species have been identified, the presence of which has negative impact on the recipient's communities, which related to ballast water management.

Key words: ballast water, ecosystem, Invasive species, environmental and economic impacts, Mediterranean Sea

## Πίνακας Περιεχομένων

Ορισμοί και έννοιες.....	8
Εισαγωγή.....	12
Κεφάλαιο 1ο : Έρμα και ερματισμός, γενική περιγραφή του προβλήματος.....	15
1.1 Ορισμός του έρματος.....	15
1.2 Ξένοι οργανισμοί και είδη σε νερό έρματος.....	16
1.3 Κύριοι φορείς θαλάσσιων χωροκατακτητικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα .....	18
1.4 Το νερό έρματος ως κύριος φορέας των θαλάσσιων εισαγωγών στη Μεσόγειο Θάλασσα .....	24
1.5 Η λεκάνη της Μεσογείου και τα εισαγόμενα θαλάσσια φυτά .....	25
1.6 Ο αντίκτυπος των θαλάσσιων βιοεισβολών .....	26
1.7 Υδρόβια αλλόχθονα είδη στην Ελλάδα.....	28
Κεφάλαιο 2ο: Κανονισμοί και νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος .....	31
2.1 MARPOL.....	31
2.2 Σύμβαση διαχείρισης θαλάσσιου έρματος.....	31
2.3 IMO: Σύμβαση Διαχείρισης των Υδάτων Έρματος και Ιζημάτων των πλοίων .....	33
2.4 Κανονισμοί ακτοφυλακής ΗΠΑ .....	40
Κεφάλαιο 3ο: Μέθοδοι διαχείρισης θαλάσσιου έρματος .....	44
3.1 Εισαγωγή.....	44
3.2 Ανταλλαγή θαλάσσιου έρματος (ballast water exchange) .....	45
3.3 Συστήματα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος .....	49
3.3.1 Συστήματα φυσικού διαχωρισμού/ Διήθησης επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος..	50
3.3.2 Συστήματα χημικής απολύμανσης (οξειδωτικά και μη οξειδωτικά βιοκτόνα) επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος .....	52
3.3.3 Συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος.....	53
3.3.4 Συστήματα αποξυγόνωσης επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος.....	54
3.3.5 Συστήματα ηλεκτρικών σφυγμών επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος .....	54
3.3.6 Συστήματα θερμικής επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος .....	55
3.3.7 Συστήματα ακουστικής επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος.....	55
3.3.8 Συστήματα μαγνητικού πεδίου επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος .....	55
3.4 Σχέδιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος.....	59
Κεφάλαιο 4ο: Η εισβολή αλλόχθονων ειδών και συνέπειες που έχουν παρατηρηθεί στη Μεσόγειο.....	62
4.1. Ορισμοί.....	62
4.2. Αιτίες εισβολών των αλλόχθονων ειδών .....	64
4.3 Χαρακτηριστικά στοιχεία των αλλόχθονων ειδών.....	69

4.3.1 Το «Boom and Bust» .....	70
4.4. Χαρακτηριστικά Στοιχεία των Βιοκοινοτήτων – Αποδεκτών .....	71
4.5. Στάδια της βιολογικής εισβολής .....	73
4.6 αλλόχθονα είδη και περιπτώσεις οικολογικής καταστροφής .....	75
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> : Χαρακτηριστικά Μεσογείου και επιπτώσεις από τις βιο-εισβολές .....	87
5.1 Μεσόγειος Θάλασσα και τα φυσικά χαρακτηριστικά της .....	87
5.2 Τα αβιοτικά γνωρίσματα της Μεσογείου .....	91
5.3 Τα Βιοτικά γνωρίσματα της Μεσογείου.....	93
5.4 Μεσόγειος Θάλασσα και βιο-εισβολές.....	96
5.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη Μεσόγειο Θάλασσα .....	97
5.6 Οικονομικές επιπτώσεις στη Μεσόγειο Θάλασσα .....	98
Κεφάλαιο 6 <sup>ο</sup> : Συμπεράσματα.....	102
Βιβλιογραφία.....	104

## Περιεχόμενα Εικόνων και Πινάκων

Εικόνα 1.1: Διαδικασία ερματισμού και αφερματισμού πλοίου.....	16
Εικόνες 1.2, 1.3: Στρείδι <i>Crassostrea gigas</i> / Στρείδι Πορτογαλίας.....	19
Εικόνα 1.4: <i>Tapes philippinarum</i> / Κυδώνι Ιαπωνίας.....	19
Εικόνα 1.5: <i>Ostrea edulis</i> / Κοινό στρείδι.....	20
Εικόνα 1.6: <i>Tapes decussatus</i> / Μαρμαροαχιβάδα .....	20
Εικόνες 1.7,1.8: <i>Rapana venosa</i> / Μυδοφάγος.....	21
Εικόνα 1.9: <i>Carangidae</i> .....	22
Εικόνα 1.10: <i>Branchiomma luctuosum</i> .....	22
Εικόνα 1.11: <i>Sabella spallanzanii</i> .....	22
Εικόνα 1.12: <i>Fucus spiralis</i> .....	23
Εικόνα 1.13: <i>Polysiphonia fucoides</i> .....	23
Εικόνα 1.14: <i>Womersleyella setacea</i> .....	24
Εικόνα 1.15: <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> .....	26
Πίνακας 2.1: Λίστα των οδηγιών για ενιαία εφαρμογή της Σύμβασης BWM .....	38
Πίνακας 2.2: Εγκεκριμένα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος .....	41
Πίνακας 2.3: Συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος υπό επεξεργασία έγκρισης .....	42
Πίνακας 4.1: Πιθανοί αντίκτυποι της κλιματικής αλλαγής στην διάδοση των ξενικών ειδών.....	65
Πίνακας 4.2: Ανθρωπογενείς πηγές και φορείς θαλάσσιων βιολογικών εισβολών. ....	66
Πίνακας 4.3: Στάδια Βιολογικής Εισβολής (Vermeij, 1996). ....	73
Εικόνα 4.1: Zebra Mussel ( <i>Dreissena polymorpha</i> ).....	76
Εικόνα 4.2: North American comb jelly ( <i>Mnemiopsis leidyi</i> ) .....	78
Εικόνα 4.3: North Pacific Seastar ( <i>Asterias amurensis</i> ) .....	79

Εικόνα 4.4:European green crab ( <i>Carcinus maenas</i> ) .....	79
Εικόνα 4.5: Asian Kelp ( <i>Undaria pinnatifida</i> ).....	81
Εικόνα 4.6: Cholera ( <i>Vibrio cholera</i> ) .....	82
Εικόνα 4.7: Cladoceran water flea ( <i>Cercopagis pengoi</i> ).....	83
Εικόνα 4.8: Chinese Mitten crab ( <i>Eriocheir sinensis</i> ) .....	84
Εικόνα 4.9: Toxic algae .....	85
Εικόνα 4.10: Round goby ( <i>Neogobius melanostomus</i> ) .....	86
Εικόνα 5.1: Χάρτης της Μεσογείου .....	86



## Ορισμοί και έννοιες

- **Administration/ Διοίκηση:** είναι η κυβέρνηση του κράτους υπό την εξουσία του οποίου λειτουργεί το πλοίο. Ένα πλοίο έχει δικαίωμα να φέρει σημαία οποιουδήποτε κράτους.
- **Active Substance /Δραστική ουσία:** νοείται μια ουσία ή ένας οργανισμός, συμπεριλαμβανομένου ενός ιού ή μύκητα που έχει γενικές ή συγκεκριμένες ιδιότητες και δράση κατά των επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων παραγόντων.
- **Aquatic invasive species (AIS)/ Υδρόβια επεμβατικά είδη:** αναφέρεται συγκεκριμένα σε χωροκατακτητικά είδη που κατοικούν σε υδάτινα περιβάλλοντα.
- **Ballast Water/Νερό έρματος:** είναι το νερό που εισέρχεται στις δεξαμενές έρματος όταν το πλοίο είναι δίχως φορτίο ή μερικώς φορτωμένο, προκειμένου να δώσει στο πλοίο ευστάθεια, σταθερότητα και ευελιξία για μια ασφαλή πλεύση.
- **Ballast Water Capacity/Χωρητικότητα νερού έρματος :** αφορά τη συνολική ογκομετρική χωρητικότητα οποιωνδήποτε δεξαμενών και χώρων σε ένα πλοίο που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά, τη φόρτωση ή την εκφόρτωση ύδατος έρματος.
- **Ballast Water Management(BWM)/Διαχείριση θαλάσσιου έρματος:** νοούνται οι μηχανικές, φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, οι οποίες χρησιμοποιούνται ώστε να καταστεί αβλαβές το νερό έρματος. Επιδιώκεται η αποφυγή της πρόσληψης ή/και της αποβολής επιβλαβών οργανισμών και ιζημάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον.
- **Ballast Water Management Plan (BWMP)/ Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτινου Έρματος:** είναι ένα έγγραφο που περιγράφει τις διαδικασίες και μεθόδους διαχείρισης έρματος του πλοίου. Η Σύμβαση υποχρεώνει όλα τα πλοία να διαθέτουν σχέδιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος.

- **Ballast Water Management System (BWMS)/ Σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος:** αφορά κάθε σύστημα που επεξεργάζεται νερό έρματος έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα πρότυπα της Σύμβασης. Το BWMS περιλαμβάνει τον εξοπλισμό επεξεργασίας νερού έρματος, όλους τους σχετικούς εξοπλισμούς ελέγχου, παρακολούθησης και τον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις δειγματοληψίας.
- **Ballast Water Tank/ Δεξαμενή έρματος:** είναι οποιαδήποτε δεξαμενή, χώρος συγκράτησης ή χώρος που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ύδατος έρματος.
- **Ballast Water Treatment (BWT)/Διαχείριση θαλάσσιου έρματος:** Θαλασσινά ή υφάλμυρα νερά τα οποία χρησιμοποιούνται ως έρμα, σε κατάλληλα σχεδιασμένες δεξαμενές πλοίων, ώστε να αυξήσουν την ευστάθεια και ευελιξία του πλοίου κατά την διάρκεια του ταξιδιού.
- **Chemicals/ Χημικά:** προϊόντα μετασχηματισμού ή αντίδρασης τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια επεξεργασίας του νερού έρματος και υπάρχει πιθανότητα, αν δεν εξουδετερωθούν, να αποτελέσουν απειλή για το πλοίο, τα θαλάσσια περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία.
- **Company/ Εταιρία:** ο Κύριος του πλοίου ή οποιοσδήποτε άλλος οργανισμός ή πρόσωπο, όπως ο διαχειριστής, ανέλαβε την ευθύνη για τη λειτουργία του σκάφους από τον κύριο του πλοίου και ο οποίος, αναλαμβάνοντας αυτή την ευθύνη, συμφώνησε να αναλάβει όλα τα καθήκοντα και τις ευθύνες που επιβάλλει ο διεθνής κώδικας διαχείρισης ασφάλειας.
- **Control Equipment/ Εξοπλισμός ελέγχου:** αναφέρεται στον εγκατεστημένο εξοπλισμό που απαιτείται για τη λειτουργία και τον έλεγχο της επεξεργασίας του νερού έρματος.
- **Convention/ Σύμβαση:** αναφέρεται στη Διεθνή Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση του Θαλασσιού Έρματος και των Ιζημάτων, 2004.
- **Harmful Aquatic Organisms and Pathogens/ Επιβλαβείς υδρόβιοι οργανισμοί και παθογόνα:** είναι υδρόβιοι ή παθογόνοι οργανισμοί οι οποίοι όταν εισάγονται στη θάλασσα, είναι πιθανό να δημιουργήσουν κινδύνους

για το περιβάλλον, τον άνθρωπο, την υγεία ή ακόμη και να βλάψουν τη βιολογική ποικιλομορφία του περιβάλλοντος.

- **Hazardous Areas/ Επικίνδυνες περιοχές:** είναι περιοχές ενός πλοίου όπου υπάρχουν ή είναι πιθανόν να υπάρχουν εύφλεκτα ή εκρηκτικά υλικά.
- **Invasive species/ Χωροκατακτητικά είδη:** αφορά τα είδη που δεν είναι εγγενή στο εξεταζόμενο οικοσύστημα και των οποίων η εισαγωγή προκαλεί ή είναι πιθανό να προκαλέσει οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες.
- **International Maritime Organization(IMO) / Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός:** είναι ένας εξειδικευμένος οργανισμός στα πλαίσια του ΟΗΕ, με αντικείμενο τη θέσπιση μέτρων για τη βελτίωση της ασφάλειας στη διεθνή ναυτιλία και την αποφυγή της μόλυνσης του περιβάλλοντος από πλοία. Επιπλέον, είναι αρμόδιος για νομικά θέματα που αφορούν στην απόδοση ευθυνών και στην καταβολή αποζημιώσεων σε περιπτώσεις ναυτιλιακών ατυχημάτων, καθώς επίσης και για τη διευκόλυνση της διεθνούς ναυτιλιακής κίνησης.
- **Native species/ Ιθαγενή είδη:** (συνώνυμα: εγγενή, γηγενή) αφορά είδη που κατοικούν ιστορικά στο οικοσύστημα που μελετάται.
- **Non-native species/ Μη ιθαγενή είδη:** (συνώνυμα: αλλοδαπός, εξωτικός, μη-ιθαγενής) αναφέρονται σε οποιοδήποτε είδος κατοικεί εκτός του ιστορικά φυσικού του περιβάλλοντος.
- **Sampling Facilities/Εγκαταστάσεις δειγματοληψίας:** αναφέρονται στα μέσα που προβλέπονται για τη δειγματοληψία επεξεργασμένου ή μη επεξεργασμένου θαλάσσιου έρματος.
- **Sediments/Ιζήματα:** ονομάζονται τα στερεά κατάλοιπα, δηλαδή μια αδιάλυτη ουσία, που αφήνει το νερό έρματος στις δεξαμενές και τα οποία μπορεί να αποτελέσουν απειλή για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.
- **Type Approval/ Έγκριση τύπου:** αναφέρεται στο καθεστώς εγκρίσεων και πιστοποίησης του IMO για τα BWMS, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της σύμβασης G8, G9 και G10.
- **United States Coast Guard (USCG)/ Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών:** διαθέτει εξουσία επιβολής του νόμου εντός των υδάτων των ΗΠΑ, τα οποία

εκτείνονται 200 μίλια από τις ακτές και των διεθνή υδάτων. Υπερισχύει του αμερικανικού ναυτικού από την άποψη της επιβολής του νόμου.

## Εισαγωγή

---

Η εξαφάνιση ειδών συνιστά μια πραγματική και πιεστική πραγματικότητα για τα οικολογικά συστήματα. Ενώ οι εξαφανίσεις ειδών στο παρελθόν ήταν το αποτέλεσμα φυσικών κλιματολογικών αλλαγών και κατακλυσμικών γεγονότων, η παρούσα κρίση της βιοποικιλότητας είναι απότοκος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Στα θαλάσσια συστήματα, οι προσπάθειες για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας παραδοσιακά παραβλέπονταν λόγω της αντίληψης ότι τα θαλάσσια συστήματα είναι πλουσιότερα και ποικίλα σε είδη και συνεπώς φυσικά πιο ανθεκτικά από τους επίγειους ομολόγους τους (Tsolaki & Diamadorou, 2010).

Πρόσφατα, αυτή η αντίληψη ανατράπηκε, καθώς έγινε γνωστό ότι πολλοί παράγοντες επηρεάζουν αρνητικά τα θαλάσσια συστήματα. Αν και η μεγαλύτερη απειλή για τη θαλάσσια βιοποικιλότητα είναι η άνευ περιορισμών ανάπτυξη του ανθρώπινου πληθυσμού και η υπερβολική κατανάλωση, πέντε βασικές απειλές που προκαλούνται από τον άνθρωπο υπογραμμίζονται ως προτεραιότητες στη διατήρηση της θαλάσσιας πανίδας. Αυτές οι απειλές είναι (i) η υπερεκμετάλλευση, (ii) η φυσική μεταβολή του οικοτόπου, (iii) η θαλάσσια ρύπανση, (iv) η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος και οι αλλαγές στην ατμοσφαιρική σύνθεση, και (v) εισαγωγή ειδών (Gollasch & Lerrakoski, 2007).

Η εισαγωγή ξένων θαλάσσιων ειδών αποτελεί σοβαρή απειλή λόγω των δυνητικά μεγάλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις κοινότητες που εισέρχονται. Τα εξωτικά είδη μπορεί να προκαλέσουν την εξαφάνιση των ιθαγενών ειδών και όλο και περισσότερο, να οδηγήσουν σε περαιτέρω μειώσεις της παγκόσμιας βιοποικιλότητας. Ένα είδος ορίζεται ως εισαγόμενο αν έχει εισαχθεί σκόπιμα ή τυχαία από ανθρώπινη δραστηριότητα εντός ή εκτός εθνικής δικαιοδοσίας (Flagella & Abdulla, 2005).

Η διεθνής ναυτιλιακή κοινότητα, υπό την αιγίδα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), συνέταξε διάφορα έγγραφα, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται η Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και Διαχείριση Έρματος

και Ιζημάτων που προέρχονται από τα Πλοία με στόχο την πρόληψη της εισαγωγής ανεπιθύμητων υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων παραγόντων μέσω της απόρριψης ύδατος έρματος και ιζημάτων. Με την έναρξη ισχύος, η Σύμβαση θα εφαρμόζεται στα σκάφη που είναι νηολογημένα σε μια χώρα που είναι συμβαλλόμενο μέρος της Σύμβασης και στα σκάφη που είναι νηολογημένα σε άλλες χώρες όταν λειτουργούν στα ύδατα χώρας που είναι συμβαλλόμενο μέρος στη Σύμβαση (ABS, 2014).

Ως μέσο πρόληψης, ελαχιστοποίησης και τελικής εξάλειψης του κινδύνου για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία, την ιδιοκτησία και τους πόρους που προκύπτουν από τη μεταφορά επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων μικροοργανισμών μέσω του ελέγχου και της διαχείρισης του έρματος νερού και των ιζημάτων του πλοίου, η σύμβαση απαιτεί από τα πλοία να διενεργούν ανταλλαγή υδάτων έρματος ή να είναι εφοδιασμένα με εγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης των υδάτων έρματος. Σημειώνεται, ότι αρκετές μελέτες έχουν δείξει πως η αποτελεσματικότητα της ανταλλαγής νερού έρματος ποικίλει και εξαρτάται από τον τύπο του πλοίου (σχεδιασμός), τη μέθοδο ανταλλαγής (διαδοχική, ροής και αραίωσης), τη διαμόρφωση του συστήματος έρματος, την τοποθεσία ανταλλαγής, τις καιρικές συνθήκες και το πρότυπο ανταλλαγών του πλοίου. Για τους λόγους αυτούς, έχει καθοριστεί ότι η ανταλλαγή νερού έρματος δεν παρέχει επαρκή προστατευτικά μέτρα για την πρόληψη βλαβών από οργανισμούς και παθογόνους παράγοντες που μεταφέρονται στο έρμα ενός πλοίου, παρόλο που η ανταλλαγή θεωρήθηκε αποδεκτή ως προσωρινή λύση (Greg et al, 2009).

Η εγκατάσταση συστημάτων διαχείρισης των υδάτων έρματος (ή συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος), για τον σχεδιασμό, την αναθεώρηση, την έγκριση, την εγκατάσταση και την λειτουργία για την ικανοποίηση ενός επιτρεπόμενου όγκου απόρριψης ύδατος έρματος, έχει προταθεί από τη διεθνή ναυτιλιακή βιομηχανία για την παροχή αποτελεσματικότερων μέσων για την πρόληψη, την ελαχιστοποίηση και την τελική εξάλειψη της μεταφοράς οργανισμών και παθογόνων μέσω της εκφόρτισης έρματος δοχείου, σε σύγκριση με την ανταλλαγή νερού έρματος (ABS, 2014).

Ο συνδυασμός των νέων απαιτήσεων και η ξαφνική επείγουσα ανάγκη για συστήματα επεξεργασίας που πληρούν τις προθεσμίες του IMO, δημιουργεί μια

αγορά προμηθευτών συστημάτων διαχείρισης για οπορτουμιστές. Ο δεδομένος χρονικός περιορισμός, οι πολυάριθμοι προμηθευτές και τα ελάχιστα διαθέσιμα λειτουργικά δεδομένα καθιστούν τη διαδικασία επιλογής ενός κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας πολύ δύσκολη και χρονοβόρα για τους πλοιοκτήτες με λίγη προηγούμενη εμπειρία στον τομέα της επεξεργασίας των υδάτων έρματος (Endresen et al, 2004).

Αυτό δημιούργησε την ανάγκη για ένα εργαλείο αξιολόγησης και διαχείρισης, βασισμένο σε καθορισμένες απαιτήσεις. Το εργαλείο πρέπει να διευκολύνει μια αντικειμενική και λιγότερο χρονοβόρα σύγκριση μεταξύ των συστημάτων και να παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες των διαφόρων συστημάτων και να παρέχει αντιστοιχίες μεταξύ των αναγκών του πλοιοκτήτη και των διαθέσιμων συστημάτων (David & Perkovic, 2004).

# Κεφάλαιο 1ο : Έρμα και ερματισμός, γενική περιγραφή του προβλήματος

---

## 1.1 Ορισμός του έρματος

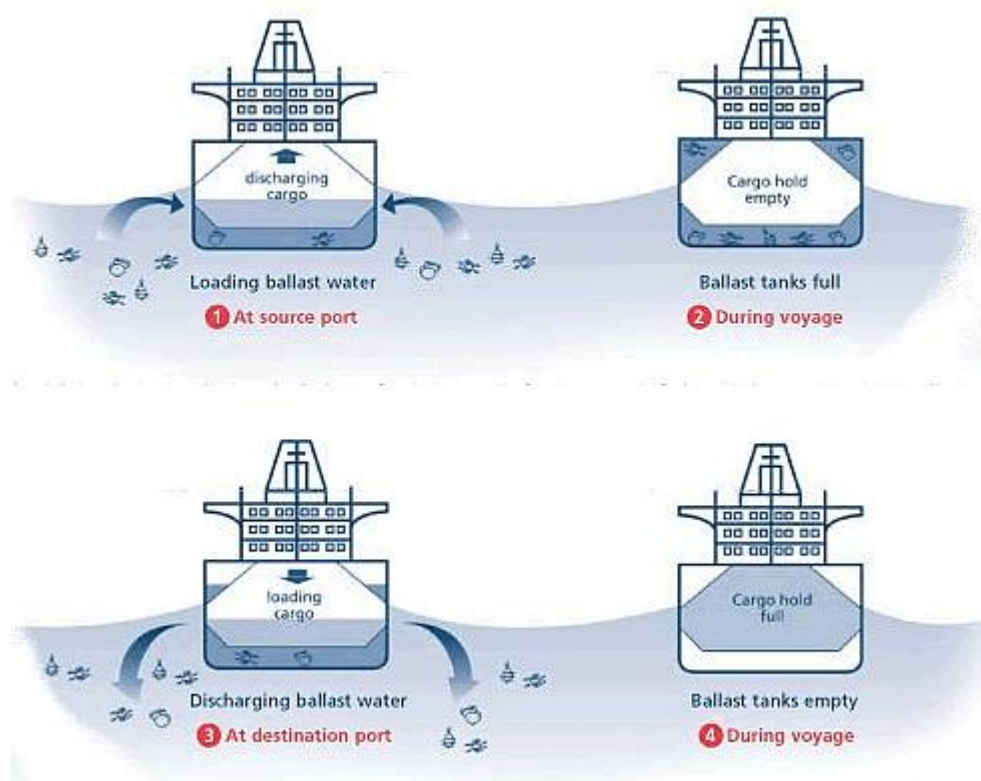
Τα εμπορικά πλοία σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για να μεταφέρουν φορτία και επιβάτες. Οι υπολογισμοί σταθερότητας και αντοχής γίνονται για να παρέχουν μέγιστη ασφάλεια κατά τη διάρκεια του πλου. Όταν ένα πλοίο είναι πλήρως φορτωμένο, το βάρος του φορτίου παρέχει σταθερότητα στο πλοίο. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα πλοίο χρειάζεται να ταξιδέψει με περιορισμένο ή δίχως φορτίο μέχρι το λιμάνι προορισμού. Ένα εκφορτωμένο πλοίο εκτίθεται σε όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις των καιρικών και θαλάσσιων συνθηκών. Για την παροχή συνθηκών σταθερότητας και αντοχής και για την πρόληψη δυσμενών επιδράσεων από εξωτερικές δυνάμεις, όπως θαλασσοταραχές, το πλοίο πρέπει να λάβει φορτία για εξισορρόπηση. Αυτά τα φορτία εξισορρόπησης ονομάζονται "έρμα". Ετυμολογικά η λέξη "έρμα" σημαίνει "άχρηστο φορτίο". Το έρμα χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει ασφαλή πλεύση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, παρέχοντας στο πλοίο ευστάθεια, σταθερότητα και ευελιξία. Επιπλέον, εξασφαλίζει ότι υπάρχει το κατάλληλο βύθισμα ώστε να λειτουργούν αποτελεσματικά οι έλικες του πλοίου. Παραδοσιακά, ως έρμα χρησιμοποιούνταν βαριά υλικά όπως άμμο, πέτρες και μεταλλικά αντικείμενα. Αργότερα όμως, λόγω της επικινδυνότητας που προέκυψε από τη μετατόπιση του στερεού έρματος καθώς και των δυσκολιών κατά τη φόρτωση και εκφόρτωση του, αντικαταστάθηκε από το υγρό έρμα. Δεδομένου ότι το θαλασσινό νερό ήταν άμεσα διαθέσιμο και σε απεριόριστη ποσότητα, ήταν η ιδανική λύση για τη διαδικασία ερματισμού και αφερματισμού του πλοίου.

Ο IMO (2004) ορίζει το έρμα ως εξής: Οποιοδήποτε υλικό χρησιμοποιείται για το βάρος ή/και την ισορροπία ενός αντικειμένου. Ένα παράδειγμα είναι οι σάκοι άμμου που μεταφέρονται σε συμβατικά αερόστατα, τα οποία μπορούν να απορριφθούν για να ελαφρύνουν το φορτίο του αερόστατου, επιτρέποντάς του να ανέβει προς τα πάνω.



### Εικόνα 1.1: Διαδικασία ερματισμού και αφερματισμού πλοίου

Πηγή: <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/BWM/Pages/default.aspx>



### 1.2 Ξένοι οργανισμοί και είδη σε νερό έρματος

Οι επιστήμονες έχουν παρατηρήσει από τις αρχές του 20ού αιώνα, ότι η ναυτιλία προκαλεί την ακούσια μεταφορά ξένων ειδών μεταξύ περιοχών πολύ απομακρυσμένων μεταξύ τους. Ωστόσο, το θέμα δεν έτυχε μεγάλης προσοχής μέχρι τη δεκαετία του 1970, όταν πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες τεκμηριωμένες μελέτες δειγματοληψίας ύδατος έρματος. Σήμερα εκτιμάται ότι τουλάχιστον 7000 διαφορετικά είδη μεταφέρονται σε όλο τον κόσμο στις δεξαμενές έρματος πλοίων. Σύμφωνα με μια άλλη εκτίμηση, κατά μέσο όρο 3.000-4.000 είδη μεταφέρονται κάθε μέρα μεταξύ ηπείρων κατ' αυτόν τον τρόπο. Αυτά τα είδη ποικίλουν σε μέγεθος, από μικροοργανισμούς έως ολόκληρα ψάρια και μπορεί να

περιλαμβάνουν ιούς, βακτήρια, μύκητες, φυτά (π.χ. φύκη) και ζώα (π.χ. μαλάκια και καρκινοειδή) (McCollin et al, 2007).

Η πλειοψηφία των οργανισμών δεν επιβιώνει μέσα στις δεξαμενές έρματος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, καθώς οι περισσότεροι από αυτούς είναι πιθανό να πεθάνουν από την έλλειψη φαγητού ή φωτός ή από λάθος θερμοκρασία νερού. Ωστόσο, όπως έχουν δείξει μελέτες, πολλά είδη μπορούν να επιβιώσουν σε αυτές τις σκληρές συνθήκες και να παραμείνουν σε βιώσιμη κατάσταση κατά τη διάρκεια πολλών μηνών. Ακόμη και για τους πιο ανθεκτικούς οργανισμούς, η πρόκληση για επιβίωση δεν τελειώνει με το ταξίδι. Η εισαγωγή σε ένα νέο περιβάλλον, όταν οι οργανισμοί που επιβιώνουν τελικά απορρίπτονται με την απελευθέρωση του έρματος, είναι σπάνια επιτυχής. Τα περισσότερα είδη δεν εγκαθίστανται μετά την απελευθέρωσή τους αλλά εξαφανίζονται. Το γεγονός ότι ορισμένοι οργανισμοί καταφέρνουν να εγκατασταθούν σε μια νέα περιοχή δεν είναι πάντα πρόβλημα ή απειλή για τη βιοποικιλότητα του νέου οικοτόπου. Στην πραγματικότητα οι περισσότεροι ξένοι οργανισμοί είναι ικανοί να ζουν σε αρμονία με τους αυτόχθονες ντόπιους οργανισμούς. Ορισμένα μη-αυτόχθονα είδη μπορεί ακόμη να είναι ευεργετικά π.χ. να αποτελέσουν πηγή τροφής που μπορεί να ενισχύσει τους τοπικούς πληθυσμούς ψαριών (Werschkun et al, 2014).

Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις η τυχαία εισαγωγή ενός αλλοδαπού είδους μπορεί να έχει καταστροφικές επιπτώσεις στο τοπικό θαλάσσιο περιβάλλον, εάν το εισερχόμενο είδος γίνει επεμβατικό. Οι εισβολές εμφανίζονται όταν ένα αλλοδαπό είδος έχει μεταφερθεί με ασφάλεια στις δεξαμενές έρματος και αργότερα απελευθερώνεται σε μακρινά νερά που είναι βέλτιστα για την επιβίωσή του από την άποψη της θερμοκρασίας κ.λπ., ενώ παράλληλα στερείται φυσικών θηρευτών και ανταγωνιστών. Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό μπορεί να οδηγήσει στην εκρηκτική και ανεξέλεγκτη εξάπλωση των νεοεισαχθέντων ειδών, συχνά με μη αναστρέψιμες και πολύ επιβλαβείς επιπτώσεις στην τοπική θαλάσσια ζωή (Tamburri et al, 2002).

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί και όροι που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή ξένων ειδών, αλλά γενικότερα, ως ξένο είδος θεωρείται το είδος που βρίσκεται έξω από τη συνήθη περιοχή διαμονής του σε μια περιοχή όπου δεν είναι η μητρική του,

ανεξαρτήτως εάν η εισαγωγή που προκλήθηκε οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε δραστηριότητα του ανθρώπινου παράγοντα. Τα ξένα είδη που απειλούν τα οικοσυστήματα, τους οικοτόπους ή τα είδη συχνά αναφέρονται ως χωροκατακτητικά ξένα είδη (AIS) (Sutherland et al, 2001).

### 1.3 Κύριοι φορείς θαλάσσιων χωροκατακτητικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα

Η λεκάνη της Μεσογείου μπορεί να χωριστεί σε δύο βασικούς τομείς, οριοθετημένους από το κανάλι της Σικελίας και με διαφορετικά θερμικά καθεστώτα. Το δυτικό τμήμα της λεκάνης είναι μια θερμή εύκρατη περιοχή, ενώ η ανατολική είναι υποτροπική. Η ανατολική Μεσόγειος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις βιολογικές εισβολές λόγω της φυσικής τοποθέτησής της μεταξύ των περιοχών του Πόντου και της Ερυθράς, της θαλάσσιας κυκλοφορίας από τον Ινδικό Ωκεανό και της υψηλότερης εμφάνισης των ψαριών και των οστρακοκαλλιέργειών (Flagella & Abdulla, 2005).

Η δυτική Μεσόγειος είναι ο κύριος αποδέκτης εξωτικών θαλάσσιων φυτών, καθώς μπορεί να φιλοξενήσει οικολογικά είδη που ανήκουν σε ευρύ φάσμα βιογεωγραφικών προελεύσεων. Ορισμένες ανθρώπινες δραστηριότητες οδηγούν στην εισαγωγή οργανισμών σε αυτό το θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτές περιλαμβάνουν την υδατοκαλλιέργεια, το άνοιγμα της διώρυγας του Σουέζ, την αλιεία και τις ναυτιλιακές δραστηριότητες (Flagella & Abdulla, 2005).

### **Υδατοκαλλιέργεια**

Οι θαλάσσιες εισαγωγές οφείλονται στη σκόπιμη εισαγωγή ειδών για πολιτιστικούς σκοπούς, οι οποίες ενδέχεται να οδηγήσουν σε τυχαίες εισαγωγές σε τοπικά συστήματα. Η εισαγωγή των ειδών *Crassostrea gigas* και *Tapes philippinarum* στην Αδριατική Θάλασσα της Ανατολικής Μεσογείου για την εκτροφή στρειδιών, έχει εκτοπίσει την αυτόχθονη *Ostrea edulis* και *Tapes decussatus*. Επιπλέον, η ακούσια μεταφορά οργανισμών που σχετίζονται με εμπορικά καλλιεργημένα είδη

έχει επίσης καταγραφεί σε πολλές περιπτώσεις. Η εισβολή του μαλακίου *Rarapa venosa* στη Βόρεια Αδριατική και τη Μαύρη Θάλασσα πιθανότατα οφείλεται στη μεταφορά μάζας αυγών με προϊόντα θαλάσσιας καλλιέργειας (Flagella & Abdulla, 2005).

**Εικόνες 1.2, 1.3: Στρείδι *Crassostrea gigas*/ Στρείδι Πορτογαλίας**

πηγή: <https://www.nobanis.org/ias-photo-bank/crassostrea-gigas/>



**Εικόνα 1.4: *Tapes philippinarum*/ Κυδώνι Ιαπωνίας**

πηγή: <https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/browserecord.php?recid=251>



**Εικόνα 1.5: *Ostrea edulis* / Κοινό στρείδι**

πηγή: <https://www.biolib.cz/cz/image/id10197/>



**Εικόνα 1.6: *Tapes decussatus* / Μαμμοροαχιβάδα**

πηγή: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ruditapes\\_decussatus](https://es.wikipedia.org/wiki/Ruditapes_decussatus)



## Εικόνες 1.7,1.8: *Rapana venosa* / Μυδοφάγος

πηγή: <https://www.alamy.com/stock-photo/rapana-venosa.html>

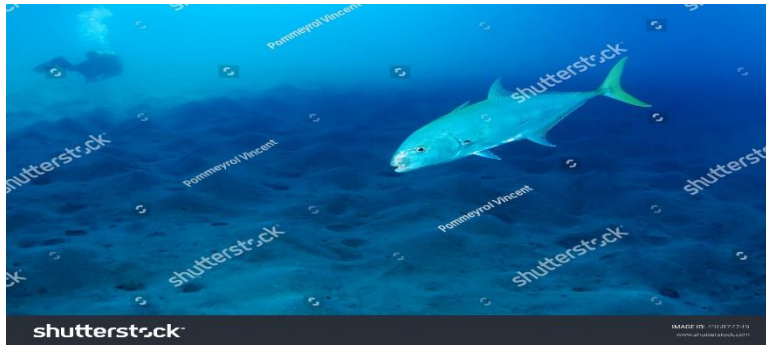


## Μεταναστεύσεις

Το άνοιγμα του καναλιού του Σουέζ το 1869 είχε ως αποτέλεσμα την αισθητή αύξηση της μεσογειακής ποικιλομορφίας. Οι όροι "Lessepsian" ή "Erythrean" αναφέρονται σε είδη που διασχίζουν το κανάλι του Σουέζ από την Ερυθρά Θάλασσα στη Μεσόγειο Θάλασσα. Για παράδειγμα, ο Carangidae της Ερυθράς Θάλασσας, *Alerpes djedaba* που καταγράφηκε για πρώτη φορά στην Παλαιστίνη το 1927, τώρα εμφανίζεται ως ένα πολύ συνηθισμένο είδος στο ανατολικό Levant. Το πολυχαιτιακό της Ερυθράς Θάλασσας, το *Branchiommma luctuosum*, που είναι πλέον κοινό σε λιμάνια και λιμνοθάλασσες της Μεσογείου, έχει τεκμηριωθεί ότι εκτοπίζει την αυτόχθονη *Sabella spallanzanii*. Νέες παρατηρήσεις των ειδών του Lesspes είναι όλο και πιο τεκμηριωμένες, ένα σημάδι ότι οι μεταναστεύσεις από την Ερυθρά Θάλασσα στη Μεσόγειο δεν έχουν σταματήσει (Flagella & Abdulla, 2005).

**Εικόνα 1.9: Carangidae**

πηγή: <https://www.shutterstock.com/image-photo/carangidae-red-sea-436874749>



**Εικόνα 1.10: Branchiomma luctuosum**

πηγή: [http://www.salentosommeroso.it/pp\\_anellidi/Branchiomma%20luctuosum/pp\\_Branchiomma%20luctuosum.php](http://www.salentosommeroso.it/pp_anellidi/Branchiomma%20luctuosum/pp_Branchiomma%20luctuosum.php)



**Εικόνα 1.11: Sabella spallanzanii**

πηγή: <https://www.atlantisgozo.com/sabella-spallanzanii-mediterranean-fan-worm/>



## Αλιεία

Η χρήση φυτών ως δόλωμα ψαριών και για τα δίκτυα αλιείας θεωρείται άλλος ένας φορέας θαλάσσιων εισαγωγών, αν και είναι ένας παράγοντας οριακής σημασίας. Τουλάχιστον τρία φυτά είναι γνωστό ότι εισήχθησαν στη Μεσόγειο Θάλασσα λόγω της αλιευτικής δραστηριότητας. Αυτά τα εξωτικά είδη είναι τα θαλάσσια φυτά *Fucus spiralis*, *Polysiphonia fucoides* και *Womersleyella setacea* (Flagella & Abdulla, 2005).

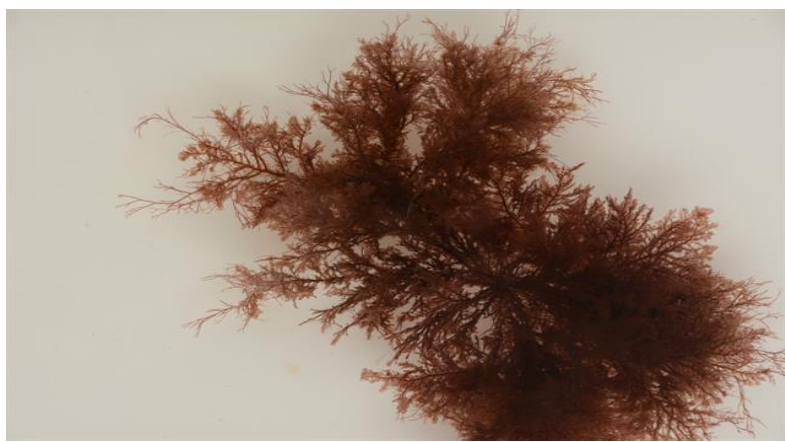
### Εικόνα 1.12: *Fucus spiralis*

πηγή: [http://www.seaweed.ie/descriptions/Fucus\\_spiralis.php](http://www.seaweed.ie/descriptions/Fucus_spiralis.php)



### Εικόνα 1.13: *Polysiphonia fucoides*

πηγή: [http://www.biopix.com/polysiphonia-fucoides\\_photo-107290.aspx](http://www.biopix.com/polysiphonia-fucoides_photo-107290.aspx)





### **Εικόνα 1.14: Womersleyella setacea**

πηγή: [http://doris.ffesm.fr/Especies/Womersleyella-setacea-Polysiphonia-3461/\(rOffset\)/2](http://doris.ffesm.fr/Especies/Womersleyella-setacea-Polysiphonia-3461/(rOffset)/2)



### 1.4 Το νερό έρματος ως κύριος φορέας των θαλάσσιων εισαγωγών στη Μεσόγειο Θάλασσα

Η χρήση του έρματος για την σταθερότητα των πλοίων χρονολογείται από τον 19ο αιώνα, όταν το νερό αντικαθιστούσε το βαρύ, ξηρό, υγρό ή στερεό υλικό. Το νερό έρματος αποθηκεύεται σε δεξαμενές, σε πολλούς διαφορετικούς θαλάμους που ποικίλουν σε αριθμό και μέγεθος. Αυτές οι δεξαμενές μπορούν να τοποθετηθούν στις πλευρές, στον πυθμένα και στις πρυμναίες περιοχές του πλοίου. Το νερό φορτώνεται κατά την αναχώρηση και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες μπορεί να εκφορτώνεται και να φορτώνεται ξανά κατά τη διάρκεια της κρουαζιέρας ή κατά την είσοδο στο λιμάνι και κατά την ανταλλαγή φορτίου. Συνήθως το νερό αντλείται από τις δεξαμενές έρματος μέσω μιας ή περισσότερων υποδοχών. Στη δεξαμενή δεν υπάρχει φως και οι τιμές οξυγόνου, αλατότητας και θερμοκρασίας μπορούν να μεταβληθούν ανάλογα με τη θέση της δεξαμενής και την περιοχή εμπορίας.

Μια κλειστή θάλασσα, όπως η Μεσόγειος, με τον μεγάλο όγκο των θαλάσσιων διαδρομών και των υποβαθμισμένων συστημάτων, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στη μεταφερόμενη από το πλοίο βιοεισβολή. Η εμπορική ναυτιλιακή δραστηριότητα έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην εισαγωγή οργανισμών σε μη ενδημικά συστήματα μέσω του νερού έρματος και ιζημάτων. Το νερό έρματος είναι ο σημαντικότερος φορέας των θαλάσσιων εισαγωγών σε ολόκληρο τον κόσμο, λόγω

της μεγάλης ποσότητας νερού που διατηρείται στα συστήματα δεξαμενών πλοίων και της αύξησης της θαλάσσιας κυκλοφορίας και των πλοίων.

Περίπου 3.000-4.000 είδη αναδιανέμονται σε όλο τον κόσμο μέσω των υδάτων έρματος των εμπορικών πλοίων κάθε μέρα. Επιγραμματικά, ιδιαίτερα καταστρεπτικά παραδείγματα εισαγωγής ειδών σε όλο τον κόσμο μέσω των υδάτων έρματος περιλαμβάνουν τα παρακάτω είδη:

- *Dreissena polymorpha* και *Potamocorbula amurensis* στις ΗΠΑ.
- *Mnemiopsis leidyi* στην Μαύρη Θάλασσα.
- Το τοξικό dinoflagellate (*Gymnodinium catenatum*) και ο αστερίας του Βορείου Ειρηνικού (*Asterias amurensis*) στην Αυστραλία.

Τα αλλοδαπά είδη μεταφέρθηκαν από πλοία που ταξίδευαν στη Μεσόγειο Θάλασσα από την έναρξη των θαλάσσιων διαδρομών πριν από πέντε αιώνες. Οι βιοεισβολές στη Μεσόγειο αυξάνονται λόγω του μεγάλου αριθμού θαλάσσιων οδών και της τοπικής υποβάθμισης των οικοτόπων .

Κατά τη διάρκεια του τελευταίου μισού αιώνα, η ναυτιλία έχει επεκταθεί σε μεγάλο βαθμό στη Μεσόγειο Θάλασσα. Μεταξύ του 1985 και του 2001, σημειώθηκε αύξηση κατά 77% στον όγκο των φορτίων πλοίων που φορτώθηκαν και εκφορτώθηκαν στα λιμάνια της Μεσογείου. Σήμερα, υπολογίζεται ότι συνολικά 200.000 εμπορικά πλοία διασχίζουν τη Μεσόγειο Θάλασσα ετησίως και περίπου το 30% του διεθνούς θαλάσσιου όγκου προέρχεται από ή κατευθύνεται προς τα 300 λιμάνια της Μεσογείου. Οι αριθμοί αυτοί αναμένεται να αυξηθούν τρεις ή τέσσερις φορές τα επόμενα 20 χρόνια (Flagella & Abdulla, 2005).

### 1.5 Η λεκάνη της Μεσογείου και τα εισαγόμενα θαλάσσια φυτά

Ένα παράδειγμα πολύ επιτυχημένων εισβολών στη Μεσόγειο Θάλασσα είναι τα θαλάσσια φυτά. Επί του παρόντος, η Μεσόγειος έχει τον μεγαλύτερο αριθμό εισαγόμενων θαλάσσιων φυτών στον κόσμο. Από τις αρχές του 20ού αιώνα, ο αριθμός των εισαγόμενων μακρόφυτων υπερδιπλασιάζεται κάθε 20 χρόνια.

Σήμερα, περισσότερα από 90 είδη θαλάσσιων φυτών, κυρίως του φυλλώματος Ροδόφυτα, έχουν εισαχθεί στη λεκάνη της Μεσογείου. Η προέλευσή τους προέρχεται κυρίως από τον Ειρηνικό Ωκεανό (Flagella & Abdulla, 2005).

Αν και η ρύπανση, και όχι η ανταλλαγή νερού έρματος, φαίνεται να είναι ένας πιο σημαντικός φορέας εισαγωγής φυτών στη Μεσόγειο, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί εάν αυτό όντως ισχύει ή όχι. Επιπλέον, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ο ενδιάμεσος φορέας μετά την καθιέρωση του είδους. Ωστόσο, ορισμένα εισαγόμενα φυτά έχουν συσχετιστεί με ανταλλαγή νερού έρματος και εντοπιστεί ως επεμβατικά με αρνητικές επιπτώσεις στις κοινότητες των αποδεκτών. Οι πιο σημαντικές περιπτώσεις τέτοιων εισβολών φυκιών στη Μεσόγειο περιλαμβάνει το πράσινο φύκι *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Από την πρώτη καταγραφή στη Λιβύη, αυτό το είδος εξαπλώθηκε γρήγορα στη λεκάνη της Μεσογείου (Gollasch et al, 2007).

#### **Εικόνα 1.15: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea***

Πηγή:<http://mamias.org/Species/specie?id=212>



### 1.6 Ο αντίκτυπος των θαλάσσιων βιοεισβολών

Ο αντίκτυπος των θαλάσσιων βιοεισβολών μπορεί να είναι οικολογικός, οικονομικός ή συναφής με την ασφάλεια ή την εξαφάνιση των ιθαγενών ειδών ως το σοβαρότερο αποτέλεσμα που μπορεί να προκύψει από την εισβολή. Η δυσκολία

πρόβλεψης του αντίκτυπου των ξένων ειδών οφείλεται στις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών σε ένα ιστό τροφής και στις ανταγωνιστικές επιπτώσεις εντός μιας οικολογικής κοινότητας. Μέχρι σήμερα, οι οικολογικές συνέπειες των εισβολών έχουν μελετηθεί κυρίως στις βενθικές κοινότητες.

Τα χωροκατακτητικά είδη σε αυτές τις κοινότητες μπορεί να έχουν άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις σε ιθαγενή είδη σε διαφορετικά τροφικά επίπεδα, σε ιδιότητες διατροφικού ιστού και διαδικασίες οικοσυστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, νέες εισβολές έχουν επιταχύνει τις επιπτώσεις των ιστολογικά καλοηθών εισαγωγών σε αυτόχθονα είδη. Η κατανόηση των χαρακτηριστικών που καθιστούν ένα οικοσύστημα ευάλωτο στις εισβολές, είναι κρίσιμο για την κατανόηση των πιθανών επιπτώσεων των εισβολών.

Οι διαταραχές ή μεταβολές οικοτόπων και ο πλούσιος πληθυσμός χαμηλών ειδών μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη ευπάθεια στην εισβολή σε ορισμένα συστήματα. Ωστόσο, η κατανόηση του αντίκτυπου των θαλάσσιων επεμβάσεων περιορίζεται από την ανεπάρκεια των ερευνών, καθώς τα σχετικά δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα σε πολλές παγκόσμιες περιφέρειες και τα υπάρχοντα δεδομένα είναι ελλιπή και συλλέγονται από ένα σύνθετο σύνολο μεθόδων. Αυτό που είναι ξεκάθαρο είναι ότι τα παράκτια θαλάσσια συστήματα είναι πιο κοντά στην χωροκατακτητική "κατάρρευση" από ό,τι είχε προηγουμένως θεωρηθεί και χρειάζονται προσεκτικότερη εξέταση. Τα θαλάσσια χωροκατακτητικά είδη έχουν επίσης κοινωνικές επιπτώσεις. Μελέτες περιπτώσεων καταδεικνύουν ότι το παγκόσμιο οικονομικό κόστος των θαλάσσιων επεμβατικών μπορεί να είναι της τάξεως των δεκάδων δισεκατομμυρίων δολαρίων

Οι ανησυχίες για τη δημόσια υγεία σχετίζονται επίσης με οργανισμούς και παθογόνα με τη μεσολάβηση του έρματος, όπως το *Vibrio cholerae*. Περίπου το 93% των πλοίων που φθάνουν στον κόλπο Chesapeake από ξένα λιμάνια περιέχουν αυτό το βακτήριο στις δεξαμενές έρματος (Flagella & Abdulla, 2005).

Σύμφωνα με τον IMO (2004), η μη σκόπιμη εισαγωγή χωροκατακτητικών θαλάσσιων ειδών σε νέα περιβάλλοντα από το νερό έρματος, που συνδέεται με τα

πλοία και μέσω άλλων φορέων είναι μία από τις τέσσερις μεγαλύτερες απειλές για τους ωκεανούς του πλανήτη. Οι άλλες τρεις απειλές είναι, η υπερεκμετάλλευση των έμβιων θαλάσσιων πόρων, οι χερσαίες πηγές θαλάσσιας ρύπανσης και η φυσική αλλοίωση ή καταστροφή θαλάσσιων συστημάτων .

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η βιολογική ρύπανση, όπως η ακούσια μεταφορά ξένων υδρόβιων χωροκατακτητικών ειδών, διαφέρει από άλλα είδη φυσικής ή χημικής ρύπανσης της θάλασσας λόγω της μόνιμης και μη αναστρέψιμης επίδρασής της. Μόλις έχουν εισέλθει στο θαλάσσιο περιβάλλον ξένα χωροκατακτητικά είδη, είναι δυστυχώς σχεδόν ακατόρθωτη η εξάλειψή τους (David & Perkonic, 2004).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μεταφορά αλλοδαπών χωροκατακτητικών ειδών αποτελεί σοβαρή απειλή για τη θαλάσσια βιοποικιλότητα, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή τοπικών οικοσυστημάτων και σε εξάλειψη των ιθαγενών ειδών (Werschkun et al, 2014).

Αυτό μπορεί με τη σειρά του να έχει σοβαρές αρνητικές συνέπειες για την τοπική βιομηχανία, τον τουρισμό και τα άτομα που εξαρτώνται από τη θαλάσσια ζωή. Η εξάπλωση των υδρόβιων ξένων χωροκατακτητικών ειδών μπορεί να γίνει μια δαπανηρή υπόθεση για τις κυβερνήσεις και τη βιομηχανία εάν οδηγήσει σε παρεμπόδιση των υδροηλεκτρικών σταθμών και ζημιές σε άλλους τύπους υποδομών. Η απελευθέρωση του ακατέργαστου έρματος μπορεί επίσης να έχει και άλλες επιπτώσεις, οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Ασθένειες όπως ορισμένοι τύποι χολέρας μπορούν να ταξιδέψουν με το νερό έρματος, όπως επίσης και τα παράσιτα (Akyuz & Celik, 2018).

### 1.7 Υδρόβια αλλόχθονα είδη στην Ελλάδα

Η Ανατολική Μεσόγειος Θάλασσα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις βιολογικές εισβολές, λόγω του ότι είναι ένα σταυροδρόμι μεταξύ των περιοχών Πόντου-Κασπίας και Ινδικής Θάλασσας / Ερυθράς Θάλασσας, της θαλάσσιας κυκλοφορίας από τον Ινδικό Ωκεανό και της εκτεταμένης εμφάνισης ιχθυοτροφείων και εκτροφής οστρακοειδών. Ως εκ τούτου, τα ελληνικά ύδατα μπορούν να λειτουργήσουν ως

πύλη για τη διασπορά θαλάσσιων ξένων ειδών, είτε από το Levantine έως την Αδριατική ή / και τη δυτική Μεσόγειο ή από τη Μαύρη Θάλασσα έως την ανατολική Μεσόγειο. Μεταξύ των ελληνικών θαλασσών, το Αιγαίο, και ειδικότερα το νότιο τμήμα του, είναι η περιοχή στην οποία διανέμεται το μεγαλύτερο μέρος των αλλοδαπών θαλάσσιων ειδών, κυρίως λόγω της εγγύτητάς στο Levantine. Πράγματι, η εισροή του ενδιάμεσου νερού Levantine προμηθεύει το νότιο Αιγαίο με στοιχεία ινδο-ειρηνικής ωκεάνιας προέλευσης.

Αναμένεται ότι οι προνύμφες των ξένων ειδών που εγκαθίστανται στο Levantine θα διασκορπιστούν στο Αιγαίο και ότι οι προνύμφες των ειδών που εγκαθίστανται στη Μαύρη Θάλασσα θα διασκορπιστούν εκεί επίσης. Επιπλέον, η ναυτιλιακή κυκλοφορία μέσω των Δαρδανελίων, του Γιβραλτάρ και του καναλιού του Σουέζ είναι πολύ έντονη, κάτι που αυξάνει την πιθανότητα εισαγωγής ξένων ειδών. (Zenetos et al, 2009).

Μια επισκόπηση των εισαχθέντων ειδών ψαριών στα εσωτερικά ύδατα της Ελλάδας που δημοσιεύθηκε από τους Economidis et al. (2000α) περιέχει πλήρεις πληροφορίες για κάθε είδος που αναφέρεται. Πρόσφατα, περισσότερα δεδομένα για τα εισαγόμενα είδη σε μεμονωμένα θαλάσσια συστήματα έχουν παρασχεθεί από πολυάριθμους συγγραφείς. Παρά τις περιοδικές αναθεωρήσεις, η απογραφή και η παρακολούθηση των ειδών και των κατανομών των συγκεντρώσεων δεν βασίζεται σε επαρκή ανάπτυξη και συντονισμό στην Ελλάδα. Αυτό συνάγεται από την αξιοσημείωτη έλλειψη προσοχής και παρακολούθησης των μη σπονδυλωτών και των υδρόβιων φυτών από τα εσωτερικά ύδατα. Οι έρευνες πεδίου σπάνια στοχεύουν σε κατανομές αλλοδαπών ειδών ή σε επιπτώσεις στην Ελλάδα, καθώς υπάρχει παραδοσιακή προτεραιότητα στην αναγνώριση των περιορισμένων ή ενδημικών χερσαίων ειδών .

Δυστυχώς, η γκρίζα βιβλιογραφία ή ακόμη και η δημοσιευμένη βιβλιογραφία είναι συχνά επιρρεπής σε κακή ταυτοποίηση ή ταξινομικά προβλήματα, καθώς ο αριθμός των ταξινομιστών που ενδιαφέρονται για ξένα είδη ήταν μέχρι πρόσφατα πολύ χαμηλός. Η πανίδα των σπονδυλωτών του γλυκού νερού της Ελλάδας είναι από τις λιγότερο μελετημένες και ως εκ τούτου πολλά ξένα είδη μπορούν να περάσουν απαρατήρητα ή να μη καταγραφούν. Παρόλο που η χλωρίδα είναι

καλύτερα μελετημένη, υπάρχει έλλειψη εργασίας, ειδικά σε υδρόβια μακροφύκη και χλωρίδα υγροτόπων. Μια πρόσφατη πρωτοβουλία της ΕΕ που επικεντρώνεται στην αλλοδαπή χλωρίδα, είναι το έργο DAISIE (Η αποστολή ξένων ειδών για τα αποθέματα ειδών για την Ευρώπη), η οποία συνέταξε τον πρώτο ολοκληρωμένο κατάλογο ελέγχου των αλλοδαπών αγγειακών φυτών στην Ελλάδα. Ο συντονισμός, η επικοινωνία και η προώθηση της κατανομής όλων των ταξινομικών κατηγοριών και της κατάστασης είναι μία από τις πιο κρίσιμες ανάγκες στη διαχείριση του προβλήματος των ξένων εισβολών (Economidis et al,2000α).

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Κανονισμοί και νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος

---

### 2.1 MARPOL

Το 1973, εγκρίθηκε από τον IMO η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία (MARPOL). Σκοπός της Σύμβασης MARPOL ήταν η πρόληψη και η ελαχιστοποίηση της θαλάσσιας ρύπανσης από τυχαίες διαρροές καθώς και από τις τακτικές δραστηριότητες της διεθνούς ναυτιλίας. Η αρχική σύμβαση τροποποιήθηκε το 1978 σε ανταπόκριση στις μεγάλες ποσότητες πετρελαιοκηλίδων που σημειώθηκαν μεταξύ 1976 και 1977. Η σύμβαση τέθηκε σε ισχύ το 1983, δίνοντας στους πλοιοκτήτες πενταετία να πραγματοποιήσουν αλλαγές στους στόλους τους για να ανταποκριθούν στην απαίτηση της σύμβασης, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής διπλού κύτους στα πετρελαιοφόρα. (IMO, 2017).

Από την έναρξη ισχύος, η Σύμβαση έχει ενημερωθεί αρκετές φορές λόγω νέων ανακαλύψεων και πηγών ρύπανσης. Επί του παρόντος, η Συνέλευση έχει έξι παραρτήματα, εκάστη των οποίων ρυθμίζει μια συγκεκριμένη περιοχή της ναυτιλίας. Τα παραρτήματα περιλαμβάνουν την πετρελαϊκή ρύπανση, τη ρύπανση από το έδαφος υγρών ουσιών, επιβλαβών ουσιών συσκευασμένων σε φορτία, αποχετεύσεων, απορριμμάτων και ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Karjalainen, 2017).

### 2.2 Σύμβαση διαχείρισης θαλάσσιου έρματος

Ο IMO είναι ο εξειδικευμένος οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών που είναι αρμόδιος για την ανάπτυξη παγκόσμιων προτύπων για την ασφάλεια και την ασφάλεια των πλοίων και για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της ατμόσφαιρας από τυχόν επιβλαβείς επιπτώσεις της ναυτιλίας. Η Διεθνής Σύμβαση του IMO για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση των Υδάτων Έρματος και Ιζημάτων των πλοίων (BWP) εγκρίθηκε με συναίνεση στο Λονδίνο την Παρασκευή 13 Φεβρουαρίου 2004. Η σύμβαση επρόκειτο να τεθεί σε ισχύ 12 μήνες μετά την



επικύρωσή της από 30 κράτη, τα οποία αντιπροσώπευαν το 35 τοις εκατό της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας (Από τον Ιανουάριο του 2010 μέχρι και το 2017 21 χώρες είχαν επικυρώσει τη σύμβαση: (Αργεντινή, Αυστραλία, Μπαρμπάντος, Βραζιλία, Αίγυπτος, Φινλανδία, Κένυα, Κιριμπάτι, Μαλδίβες, Νήσοι Μάρσαλ, Κάτω Χώρες, Νιγηρία, Νορβηγία, Nevis, Ισπανία, Σουηδία, Αραβική Δημοκρατία της Συρίας, Τουβαλού) (Tamelander et al, 2010). Τον Σεπτέμβριο του 2017, η συνθήκη επικυρώθηκε από περισσότερες από 60 χώρες, που εκπροσωπούσαν πάνω από το 70% της παγκόσμιας χωρητικότητας εμπορικής ναυτιλίας (IMO, 2017).

Ο IMO ξεκίνησε να δίνει προσοχή στην εξάπλωση των μη-ιθαγενών διηθητικών υδρόβιων ειδών την δεκαετία του 1980, όταν δόθηκαν πληροφορίες στην Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC), ότι τα κράτη μέλη σε όλο τον κόσμο αντιμετώπιζαν προβλήματα που προκλήθηκαν από τις επεμβάσεις. Το 1991, η MEPC ενέκρινε τις διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές, στην προσπάθεια της να σταματήσει και να αποτρέψει την εισβολή και εξάπλωση επιβλαβών μη γηγενών υδρόβιων ειδών και παθογόνων παραγόντων από την εκκένωση των υδάτων έρματος. Το 2004, μετά από δεκατέσσερα χρόνια διαπραγματεύσεων μεταξύ των κρατών μελών του IMO, εγκρίθηκε από τον IMO και τα μέλη του η πρώτη Σύμβαση για Νερό Έρματος (BWC). Η Σύμβαση απαιτούσε από όλα τα μέλη να διαθέτουν σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος (BWM) καθώς και να τηρούν καταγραφή των θέσεων και των ποσοτήτων απορρόφησης και εκκένωσης ύδατος έρματος. Περαιτέρω τροποποιήσεις του παραρτήματος 4 ήταν η προσθήκη των κανονισμών D-1, στους οποίους συμπεριελήφθη η 95% ανταλλαγή περιεχομένου των δεξαμενών ύδατος έρματος 200 ναυτικά μίλια από την ακτή με ελάχιστο βάθος 200 μέτρων κατά τη διάρκεια της διεθνούς ναυτιλίας. Σε αυτές τις αποστάσεις και τα βάθη, ο αριθμός των οργανισμών ανά m<sup>3</sup> είναι πολύ μικρότερος από ό, τι πιο κοντά στις ακτές, διασφαλίζοντας το μικρότερο ποσοστό εξάπλωσης επιβλαβών μη-ιθαγενών υδρόβιων οργανισμών. Στην πράξη, αυτό σήμαινε την ανταλλαγή της ογκομετρικής ποσότητας κάθε δεξαμενής νερού έρματος τρεις φορές (IMO, 2017).

### 2.3 IMO: Σύμβαση Διαχείρισης των Υδάτων Έρματος και Ιζημάτων των πλοίων

Η διεθνής σύμβαση για τον έλεγχο και τη διαχείριση των υδάτων έρματος και ιζημάτων των πλοίων τέθηκε σε ισχύ παγκοσμίως στις 8 Σεπτεμβρίου 2017. Από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017, τα πλοία πρέπει να διαχειρίζονται το έρμα τους ώστε να απομακρυνθούν ή να καταστούν αβλαβείς οι υδρόβιοι οργανισμοί και οι παθογόνοι παράγοντες όταν το νερό έρματος απελευθερώνεται σε μια νέα θέση. Αυτό θα βοηθήσει στην πρόληψη της εξάπλωσης των διηθητικών ειδών καθώς και των δυνητικά επιβλαβών παθογόνων παραγόντων (IMO, 2018).

Η σύμβαση εφαρμόζεται σε πλοία νηολογημένα στα συμβαλλόμενα μέρη της σύμβασης BWM(Ballast Water Management), τα οποία φορτώνουν και χρησιμοποιούν νερό έρματος κατά τη διάρκεια διεθνών ταξιδιών (Chase et al, 2001).

Από την ημερομηνία έναρξης ισχύος, τα πλοία που εκτελούν διεθνείς μεταφορές είναι υποχρεωμένα να διαχειρίζονται το νερό έρματος και τα ιζήματα τους σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, σύμφωνα με ένα ειδικό σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος. Τα πλοία πρέπει να φέρουν (IMO, 2018):

- Σχέδιο διαχείρισης υδάτων έρματος - ειδικά για κάθε πλοίο. Το σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος περιλαμβάνει λεπτομερή περιγραφή των δράσεων που πρέπει να αναληφθούν για την εφαρμογή των απαιτήσεων διαχείρισης των υδάτων έρματος και των συμπληρωματικών πρακτικών διαχείρισης των υδάτων έρματος.
- Βιβλίο καταγραφής για το νερό έρματος - όπου θα καταγράφεται λεπτομερώς όταν λαμβάνεται επί του σκάφους νερό έρματος, όταν κυκλοφορεί ή υποβάλλεται σε επεξεργασία για σκοπούς διαχείρισης υδάτων έρματος και όταν απορρίπτεται στη θάλασσα. Θα πρέπει επίσης, να σημειώνεται όταν το νερό έρματος εκφορτώνεται σε εγκατάσταση υποδοχής καθώς και να αναφέρονται ακόμη και τυχαίες απορρίψεις ύδατος έρματος.

- Πιστοποιητικό Διεθνούς Διαχείρισης Υδάτινου Έρματος (για πλοία 400 gt και άνω)  
- εκδίδεται από ή για λογαριασμό της Διοίκησης (κράτος σημαίας) και πιστοποιεί ότι το πλοίο εκτελεί διαχείριση υδάτινου έρματος σύμφωνα με τη Σύμβαση BWM και καθορίζει με ποιο πρότυπο το πλοίο συμμορφώνεται, καθώς και την ημερομηνία λήξης του υπάρχον πιστοποιητικού.

## Πρότυπα διαχείρισης των υδάτων έρματος

Υπάρχουν δύο πρότυπα διαχείρισης των υδάτων έρματος (D-1 και D-2). Το **πρότυπο D-1** απαιτεί από τα πλοία να ανταλλάσσουν το νερό έρματος σε ανοιχτές θάλασσες, μακριά από τις παράκτιες περιοχές. Στην ιδανική περίπτωση, αυτό σημαίνει τουλάχιστον 200 ναυτικά μίλια από την ξηρά και σε νερό τουλάχιστον 200 μέτρα βάθος. Με αυτόν τον τρόπο, λιγότεροι οργανισμοί θα επιβιώσουν και έτσι τα πλοία θα είναι λιγότερο πιθανό να εισάγουν δυνητικά επιβλαβή είδη όταν απελευθερώνουν το έρμα. Το **πρότυπο D-2** καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα βιώσιμων οργανισμών που επιτρέπεται να εκκενωθούν, συμπεριλαμβανομένων ειδικών μικροβίων ενδείξεων επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία. Από την ημερομηνία έναρξης ισχύος της Σύμβασης BWM, όλα τα πλοία πρέπει να πληρούν τουλάχιστον το πρότυπο D-1 και όλα τα νέα πλοία, το πρότυπο D-2 (IMO, 2018).

Τελικά όμως, όλα τα πλοία θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D-2 έως το 2024. Για τα περισσότερα πλοία, αυτό προϋποθέτει την εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού για την επεξεργασία του νερού έρματος. Οι κυβερνήσεις των κρατών μελών του IMO που συνήλθαν στην Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC- The Marine Environment Protection Committee) συμφώνησαν χρονοδιάγραμμα υλοποίησης για τα υπάρχοντα πλοία, που συνδέονται με την έρευνα ανανέωσης του Διεθνούς Πιστοποιητικού πρόληψης της ρύπανσης από πετρέλαιο (IOPPC- International Oil Pollution Prevention Certificate) (Paulucci et al, 2017).

Κατ' ουσίαν, το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης που συμφωνήθηκε από το ΜΕΡC αναφέρει ότι, η συμμόρφωση με το πρότυπο D-2 θα τεθεί σταδιακά για μεμονωμένα πλοία έως τις 8 Σεπτεμβρίου 2024. Με την πάροδο του χρόνου, όλο και περισσότερα πλοία θα συμμορφώνονται με το πρότυπο D-2 (Werschkun et al, 2014).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017 (ΙΜΟ, 2018):

- Τα νέα πλοία πρέπει να πληρούν το πρότυπο D-2.
- Όλα τα πλοία πρέπει να διαθέτουν:
  - ✓ Σχέδιο διαχείρισης υδάτων έρματος
  - ✓ Βιβλίο καταγραφής του νερού έρματος
  - ✓ Πιστοποιητικό Διεθνούς Διαχείρισης Υδάτινου Έρματος
- Τα υπάρχοντα πλοία πρέπει να πληρούν τουλάχιστον το πρότυπο D-1 (ανταλλαγή νερού έρματος). Επίσης, μπορούν να επιλέξουν να εγκαταστήσουν ένα σύστημα διαχείρισης υδάτινου έρματος ή να πληρούν με άλλο τρόπο το πρότυπο D-2 (απαλλαγή), αλλά αυτό δεν είναι υποχρεωτικό μέχρι την αντίστοιχη ημερομηνία συμμόρφωσης.
- Έρευνα για την ανανέωση της ΙΟΡΡC μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2019 - Ένα πλοίο που υποβλήθηκε σε έρευνα ανανέωσης που συνδέεται με το διεθνές πιστοποιητικό πρόληψης της ρύπανσης από πετρέλαιο του πλοίου μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2019, θα πρέπει να πληροί το πρότυπο D-2 μέχρι την ημερομηνία της εν λόγω ανανέωσης.
- Έρευνα ανανέωσης της ΙΟΡΡC μεταξύ 8 Σεπτεμβρίου 2017 και 8 Σεπτεμβρίου 2019 - Εάν η προηγούμενη έρευνα ανανέωσης της ΙΟΡΡC ήταν μεταξύ 8 Σεπτεμβρίου 2014 και 8 Σεπτεμβρίου 2017, τότε το πλοίο πρέπει να συμμορφώνεται με το πρότυπο D-2 με την εν λόγω ανανέωση. - Εάν η προηγούμενη έρευνα ανανέωσης της ΙΟΡΡC ήταν πριν από τις 8 Σεπτεμβρίου 2014, τότε το πλοίο μπορεί να περιμένει μέχρι την επόμενη έρευνα ανανέωσης (η οποία θα είναι μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2019).

Η πραγματική διαφορά μεταξύ των προτύπων D-1 και D-2 είναι ότι το D-1 σχετίζεται με την ανταλλαγή νερού έρματος, ενώ το D-2 καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα βιώσιμων οργανισμών που επιτρέπεται να απορρίπτονται, συμπεριλαμβανομένων ειδικών μικροβίων ενδείξεων επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία (IMO, 2018).

**Πρότυπο D-1:** Το πρότυπο D-1 απαιτεί από τα πλοία να ανταλλάσσουν νερό έρματος έτσι ώστε τουλάχιστον το 95% του όγκου νερού να ανταλλάσσεται μακριά από την ακτή (Flagella & Abdulla, 2005).

**Πρότυπο D-2:** Το πρότυπο D-2 ορίζει ότι τα πλοία μπορούν να απορρίπτουν μόνο το έρμα που πληροί τα ακόλουθα κριτήρια (Wright et al, 2015):

- Λιγότερους από 10 βιώσιμους οργανισμούς ανά κυβικό μέτρο, οι οποίοι είναι μεγαλύτεροι ή ίσοι με 50 μικρομέτρα σε ελάχιστη διάσταση.
- Λιγότεροι από 10 βιώσιμοι οργανισμοί ανά χιλιοστόλιτρο όπου είναι μεταξύ 10 μικρομέτρων και 50 μικρομέτρων σε ελάχιστη διάσταση.
- Λιγότερη από 1 μονάδα σχηματισμού αποικιών (cfu) ανά 100 χιλιοστόλιτρα τοξικογόνου *Vibrio cholerae*.
- Λιγότερο από 250 cfu ανά 100 χιλιοστόλιτρα *Escherichia coli* και
- Λιγότερο από 100 cfu ανά 100 χιλιοστόλιτρα εντέρου εντεροκόκκων.

Τα πλοία ενδέχεται να υπόκεινται σε έλεγχο από το κράτος λιμένα σε οποιοδήποτε λιμένα ή σταθμό υπεράκτιας εκμετάλλευσης ενός συμβαλλόμενου μέρους της σύμβασης BWM. Η επιθεώρηση αυτή μπορεί να περιλαμβάνει την επαλήθευση ότι υπάρχει έγκυρο πιστοποιητικό και εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος, έλεγχο του βιβλίου εγγραφών ύδατος έρματος ή / και δειγματοληψία του ύδατος έρματος του πλοίου, που πραγματοποιείται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δειγματοληψία ύδατος έρματος (G2). Ωστόσο, ο χρόνος που απαιτείται για την ανάλυση των δειγμάτων δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως βάση για την αδικαιολόγητη καθυστέρηση της λειτουργίας, της μετακίνησης ή της αναχώρησης του πλοίου.

Ο κανονισμός D-3 της σύμβασης καλύπτει τις απαιτήσεις έγκρισης για τα συστήματα διαχείρισης των υδάτων έρματος. Τα συστήματα διαχείρισης των λυμάτων πρέπει να εγκρίνονται από τη διοίκηση λαμβάνοντας υπόψη τις κατευθυντήριες γραμμές του IMO. Οι αναθεωρημένες κατευθυντήριες γραμμές για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης υδάτινου έρματος (G8) εγκρίθηκαν το 2016 και έχουν αναθεωρηθεί ως σχέδιο υποχρεωτικού κώδικα, που αναμένεται να υιοθετηθεί από την MEPC τον Απρίλιο του 2018 (Jing et al, 2012).

Ο κώδικας BWMS περιλαμβάνει ισχυρές προδιαγραφές δοκιμών και επιδόσεων καθώς και λεπτομερείς απαιτήσεις για την υποβολή εκθέσεων έγκρισης τύπου και τον έλεγχο και τον εξοπλισμό παρακολούθησης. Τα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος που χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες ή παρασκευάσματα που περιέχουν μία ή περισσότερες δραστικές ουσίες, πρέπει επιπλέον να εγκρίνονται από τον IMO σύμφωνα με τη διαδικασία έγκρισης συστημάτων διαχείρισης υδάτων έρματος (G9) (IMO, 2018).

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τους κανόνες της σύμβασης, όλα τα πλοία που ασχολούνται με το διεθνές εμπόριο οφείλουν να διαχειρίζονται το νερό έρματος ώστε να αποφευχθεί η εισαγωγή ξένων ειδών στις παράκτιες περιοχές, συμπεριλαμβανομένης της ανταλλαγής των υδάτων έρματος ή της επεξεργασίας τους με τη χρήση εγκεκριμένου συστήματος διαχείρισης υδάτων έρματος. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, αρχικά θα υπάρχουν δύο διαφορετικά πρότυπα, που αντιστοιχούν σε δύο επιλογές.

Ένα χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του προτύπου D-2 συμφωνήθηκε βάσει της ημερομηνίας της έρευνας ανανέωσης του Διεθνούς Πιστοποιητικού πρόληψης της ρύπανσης από πετρέλαιο (IOPP), η οποία πρέπει να διεξάγεται τουλάχιστον ανά πενταετία.

Όπως γίνεται αντιληπτό, τελικά, όλα τα πλοία θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D-2. Για τα περισσότερα πλοία, πρόκειται για εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού. Τα συστήματα διαχείρισης των υδάτων έρματος πλοίων πρέπει να εγκρίνονται από τις εθνικές αρχές, σύμφωνα με διαδικασία που έχει αναπτυχθεί από τον IMO. Τα συστήματα πρέπει να δοκιμάζονται σε εγκατάσταση επί χερσαίων

μεταφορών και σε πλοία για να αποδείξουν ότι πληρούν τα πρότυπα επιδόσεων που καθορίζονται στη συνθήκη. Θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να περιλαμβάνουν συστήματα που χρησιμοποιούν φίλτρα και υπεριώδες φως ή ηλεκτροχλωρίωση. Τα συστήματα διαχείρισης των λυμάτων που χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες πρέπει να υποβάλλονται σε αυστηρή διαδικασία έγκρισης και να επαληθεύονται από τον ΙΜΟ.

**ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΓΓΡΑΦΑ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ  
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΚΑΙ ΤΗ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ  
ΙΖΗΜΑΤΩΝ, 2004**

**Πίνακας 2.1: Λίστα των οδηγιών για ενιαία εφαρμογή της Σύμβασης BWM**

Resolution	Title	Status
MEPC.152(55)	Οδηγίες για τις εγκαταστάσεις παραλαβής ιζημάτων (G1)	
MEPC.173(58)	Οδηγίες για τη δειγματοληψία θαλάσσιου έρματος (G2)	
MEPC.123(53)	Οδηγίες για την ισοδύναμη συμμόρφωση για τη διαχείριση θαλάσσιου έρματος (G3)	
MEPC.127(53)	Οδηγίες για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος και την ανάπτυξη σχεδίων για τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος (G4)	
MEPC.153(55)	Οδηγίες για τις εγκαταστάσεις υποδοχής θαλάσσιου έρματος (G5)	
MEPC.288(71)	Οδηγίες για την ανταλλαγή του θαλάσσιου έρματος (G6)	Ανακαλεί MEPC.124(53)

MEPC.289(71)	Οδηγίες για την αξιολόγηση των κινδύνων σύμφωνα με τον κανονισμό A-4 της Σύμβασης BWM (G7)	Αντικαθιστά MEPC.162(56)
MEPC.174(58)	*2017 Οδηγίες για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης θαλάσσιου έρματος (G8)	Ανακαλεί MEPC.125(53)
MEPC.279(70)*	2016 Οδηγίες για την έγκριση των συστημάτων διαχείρισης θαλάσσιου έρματος (G8)	Αντικαθιστά MEPC.174(58)
MEPC.169(57)	Διαδικασία για την έγκριση του συστήματος διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος που κάνει χρήση ενεργών ουσιών (G9)	Ανακαλεί MEPC.126(53)
MEPC.140(54)	Οδηγίες για την έγκριση και την εποπτεία πρωτότυπων προγραμμάτων τεχνολογίας για την Επεξεργασία θαλάσσιου έρματος (G10)	
MEPC.149(55)	Οδηγίες για το σχεδιασμό ανταλλαγής θαλάσσιου έρματος και τα πρότυπα κατασκευής (G11)	
MEPC.209(63)	2012 Οδηγίες για το σχεδιασμό και την κατασκευή ώστε να διευκολυνθεί ο έλεγχος των ιζημάτων στα πλοία (G12)	Ανακαλεί MEPC.150(55)
MEPC.161(56)	Οδηγίες για πρόσθετα μέτρα σχετικά με τη διαχείριση  Του θαλάσσιου έρματος συμπεριλαμβανομένων των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης (G13)	
MEPC.151(55)	Οδηγίες για την οριοθέτηση των περιοχών για την ανταλλαγή του θαλάσσιου έρματος (G14)	



## 2.4 Κανονισμοί ακτοφυλακής ΗΠΑ

Όλα τα πλοία που καταπλέουν σε λιμένες των ΗΠΑ και προτίθενται να εκφορτώσουν νερό έρματος, πρέπει είτε να εκτελούν ανταλλαγή είτε επεξεργασία νερού έρματος, εκτός από τη διαχείριση των ρύπων και των ιζημάτων. Οι ΗΠΑ έχουν το χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης που καθορίζει πότε ένα σκάφος πρέπει να αρχίσει να χρησιμοποιεί επεξεργασία αντί για ανταλλαγή. Η νομοθεσία των ΗΠΑ απαιτεί από την ακτοφυλακή των ΗΠΑ (USCG - United States Coast Guard) να εγκρίνει το σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος (BWTS). Η DNV GL έχει αναγνωριστεί από το USCG από το 2013 ως Ανεξάρτητο Εργαστήριο για την αξιολόγηση και τη δοκιμή BWTS σύμφωνα με τους κανονισμούς USCG για έγκριση τύπου (Albert et al, 2013).

Οι αναθεωρημένοι κανονισμοί της αμερικανικής ακτοφυλακής για τη διαχείριση των υδάτων έρματος τέθηκαν σε ισχύ στις 21 Ιουνίου 2012. Οι κανονισμοί απαιτούν συμμόρφωση με το πρότυπο επεξεργασίας κατά την πρώτη προγραμματισμένη επαφή μετά την 1η Ιανουαρίου 2016 για ιστιοφόρα πλοία και κατά την παράδοση. Πριν από τη διάθεση οποιουδήποτε τύπου εγκεκριμένου συστήματος, η USCG επέτρεψε στους εφοπλιστές να υποβάλουν αίτηση για παράταση της ημερομηνίας συμμόρφωσής τους, βάσει ελλειπουσών συστημάτων εγκεκριμένου τύπου στην αγορά. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν 11 συστήματα επεξεργασίας που έχουν λάβει έγκριση τύπου USCG. Η USCG δεν έχει καταργήσει την επιλογή παράτασης για τους εφοπλιστές, αλλά η απόκτηση της παράτασης λόγω έλλειψης συστημάτων εγκεκριμένου τύπου θα είναι πλέον πιο δύσκολη, διότι οι πλοιοκτήτες πρέπει να αποδείξουν ότι κανένα από τα διαθέσιμα συστήματα δεν είναι κατάλληλο για το σκάφος τους (DNVGL.com, 2018).

Μέχρι στιγμής, η Hyundai Heavy Industries (Κορέα), Wärtsilä Water Systems (Αγγλία), BIO-UV Group (Γαλλία), η Samsung Heavy Industries Co (Δημοκρατία της Κορέας), Techcross (Δημοκρατία της Κορέας), Optimarin (Νορβηγία), Alfa Laval

(Σουηδία), το TeamTec Ocean Saver (Νορβηγία), η Sunrui (Κίνα), το Ecochlor (ΗΠΑ) και η Erma First (Ελλάδα) έχουν κερδίσει την έγκριση τύπου USCG.

### Πίνακας 2.2: Εγκεκριμένα συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος

Πηγή: <https://safety4sea.com/uscg-receives-21th-application-for-bwms-type-approval/>

<i>Approved</i>						
Application Received	Manufacturer (Country)	Model	Independent Laboratory	System Type	Capacity	Certificate Issued* (Amended)
20 Sep 2016	Optimarin (Norway)	OBS/OBS Ex	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	167 – 3,000 m <sup>3</sup> /h	02 Dec 2016 (03 Nov 2017)
21 Sep 2016	Alfa Laval (Sweden)	PureBallast 3	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	150 – 3,000 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h	23 Dec 2016 (18 Oct 2017)
24 Jan 2017	Sunrui (China)	BalClor	DNV GL	Filtration + Electrolysis	50 – 8,500 m <sup>3</sup> /h	06 Jun 2017 (05 Jan 2018)
31 Mar 2017	Ecochlor, Inc. (USA)	Ecochlor BWTS	DNV GL	Filtration + Chemical Injection	500 – 16,200 m <sup>3</sup> /h	10 Aug 2017 (26 Apr 2018)
02 May 2017	ERMA FIRST (Greece)	Erma First FIT	Lloyd's Register	Filtration + Electrolysis	100 – 3,740 m <sup>3</sup> /h	18 Oct 2017 (25 Sep 2018)
31 Oct 2017	Techcross, Inc. (Republic of Korea)	Electro-Cleen	Korean Register	Electrolysis	150 – 12,000 m <sup>3</sup> /h	05 Jun 2018
28 Sep 2017	Samsung Heavy Industries Co., Ltd (Republic of Korea)	Purimar	Korean Register	Filtration + Electrolysis	250 – 10,000 m <sup>3</sup> /h	15 Jun 2018 (20 Jul 2018)
12 Mar 2018	BIO-UV Group (France)	BIO-SEA B	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	55 – 1,400 m <sup>3</sup> /h	20 Jun 2018
09 Apr 2018	Wärtsilä Water Systems, Ltd. (UK)	Aquarius EC	DNV GL	Filtration + Electrolysis	250 – 4,000 m <sup>3</sup> /h	30 Aug 2018
31 May 2018	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. (Republic of Korea)	HiBallast	DNV GL	Filtration + Electrolysis	75 – 10,000 m <sup>3</sup> /h	26 Oct 2018

### Πίνακας 2.3: Συστήματα διαχείρισης υδάτων έρματος υπό επεξεργασία έγκρισης

Πηγή: <https://safety4sea.com/uscg-receives-21th-application-for-bwms-type-approval/>

<i>Under Review</i>						
Application Received	Manufacturer (Country)	Model	Independent Laboratory	System Type	Capacity	Certificate Issued* (Amended)
03 Mar 2018	De Nora (USA)	BALPURE	Lloyd's Register	Filtration + Electrolysis	400 – 7,500 m <sup>3</sup> /h	Pending
16 Mar 2018	Alfa Laval (Sweden)	PureBallast 3	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	150 – 3,000 m <sup>3</sup> /h	23 Dec 2016 (21 Dec 2017)
22 Mar 2018	Optimarin (Norway)	OBS/OBS Ex	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	167 – 3,000 m <sup>3</sup> /h	02 Dec 2016 (03 Nov 2017)
29 Mar 2018	JFE Engineering Corporation (Japan)	BallastAce	Control Union	Filtration + Chemical Dosing	500 – 3,500 m <sup>3</sup> /h	Pending
30 Mar 2018	Panasia Co., Ltd. (Republic of Korea)	GloEn-Patrol	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	50 – 6,000 m <sup>3</sup> /h	Pending
09 May 2018	Headway Technology Co., Ltd. (People's Republic of China)	OceanGuard	DNV GL	Filtration + Electrolysis	65 – 5,200 m <sup>3</sup> /h	Pending
20 Jul 2018	Envirocleanse, LLC (USA)	inTank	DNV GL	Electrolysis + Chemical Injection	Up to 200,000 m <sup>3</sup>	Pending
30 Aug 2018	NK BMS Co., Ltd. (Republic of Korea)	NK-O3 BlueBallast II	Lloyd's Register	Ozone	200 – 8,000 m <sup>3</sup> /h	Pending
27 Sep 2018	NK BMS Co., Ltd. (Republic of Korea)	NK-O3 Blue-Ballast II Plus	Lloyd's Register	Ozone	200 – 8,000 m <sup>3</sup> /h	Pending
18 Oct 2018	DESMI Ocean Guard A/S (Denmark)	CompactClean	Lloyd's Register	Filtration + Ultraviolet	135 – 1,500 m <sup>3</sup> /h	Pending
19 Oct 2018	Wärtsilä Water Systems, Ltd. (UK)	Aquarius UV	DNV GL	Filtration + Ultraviolet	50 – 1,000 m <sup>3</sup> /h	Pending
19 Oct 2018	Catheco Ltd. (UK)	Evolution	Lloyd's Register	Filtration + Ultraviolet	34 – 1,500 m <sup>3</sup> /h	Pending
23 Oct 2018	Techcross, Inc. (Republic of Korea)	Electro-Clean	Korean Register	Electrolysis	150 – 12,000 m <sup>3</sup> /h	05 Jun 2018 (Pending)

Παλαιότερα, τα πλοία είχαν τη δυνατότητα να λάβουν παράταση 5 ετών με τη χρήση ενός εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης (AMS), συνήθως ενός συστήματος εγκεκριμένου τύπου IMO, το οποίο είχε λάβει έγκριση AMS από την USCG. Στο τέλος της πενταετούς περιόδου παράτασης, εάν η AMS δεν είχε λάβει έγκριση τύπου USCG, δεν θα μπορούσε παράταση να ανανεωθεί αυτόματα([www.dnvgl.com](http://www.dnvgl.com),2018).

Μια άλλη επιλογή συμμόρφωσης με τους κανονισμούς είναι η χρήση πόσιμου νερού (από το δημόσιο σύστημα ύδρευσης των ΗΠΑ). Σε τέτοιες περιπτώσεις οι δεξαμενές έρματος πρέπει να καθαριστούν εκ των προτέρων και τα ιζήματα να αφαιρεθούν (Cohen & Dobbs 2015).

Οι κανονισμοί USCG απαιτούν τα ίδια πρότυπα εκφόρτωσης με τους κανονισμούς του IMO, αλλά περιέχουν επίσης ορισμένες πρόσθετες απαιτήσεις σχετικά με επιχειρησιακές διαδικασίες του πλοίου που υπερβαίνουν τις απαιτήσεις του IMO, για παράδειγμα (Wright et al, 2015):

- Τακτικός καθαρισμός των δεξαμενών έρματος ώστε να αφαιρεθούν τα ιζήματα
- Ξέπλυμα των αγκυρών και των αλυσίδων όταν ανασύρεται η άγκυρα
- Αφαίρεση των αποβλήτων από το κύτος, τις σωληνώσεις και τις δεξαμενές σε τακτική βάση
- Διατήρηση ενός σχεδίου BWM που περιλαμβάνει τα παραπάνω
- Διατήρηση αρχείων διαχείρισης έρματος και ρύπανσης
- Υποβολή μιας φόρμας αναφοράς 24 ώρες πριν κληθεί λιμένας των ΗΠΑ
- Η EPA και η VGP (Γενική Άδεια Σκάφους) έχουν πρόσθετες απαιτήσεις για την περιοδική δειγματοληψία όπως ορίζεται παρακάτω (DNVGL.com, 2018):
  - Βαθμονόμηση αισθητήρων
  - Δειγματοληψία βιολογικών δεικτών
  - Δειγματοληψία υπολειμμάτων βιοκτόνων

Επιπλέον, τα αρχεία της περιοδικής δειγματοληψίας πρέπει να διατηρούνται στο πλοίο για 3 έτη.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Μέθοδοι διαχείρισης θαλάσσιου έρματος

---

### 3.1 Εισαγωγή

Όπως προαναφέρθηκε, το νερό έρματος αποτελεί αναπόσπαστο συστατικό στοιχείο της σταθερότητας και ευστάθειας του πλοίου. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος που προκύπτει από τη μεταφορά και την απόρριψη επιβλαβών υδρόβιων ειδών μέσω αυτού, το σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, πρέπει να είναι αποτελεσματικό και να πληροί τα διεθνή πρωτόκολλα και κανονισμούς. Λόγω του ευρέος φάσματος παραγόντων που σχετίζονται με την επεξεργασία του νερού έρματος, έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι θεραπείας για την εγκατάσταση επί του πλοίου. Ωστόσο, η έγκριση ενός συστήματος δεν εξασφαλίζει ότι το συγκεκριμένο σύστημα θα λειτουργεί σε όλα τα πλοία ή σε όλες τις συνθήκες ταξιδιού.

Στην αγορά διατίθενται διάφορες τεχνολογίες για την επεξεργασία των υδάτων έρματος στα πλοία. Οι περιορισμοί όπως η διαθεσιμότητα χώρου, το κόστος υλοποίησης και οι συνθήκες του περιβάλλοντος ταξιδιού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή και χρήση ενός συγκεκριμένου τύπου συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος. Ένα καλό σχέδιο διαχείρισης νερού έρματος είναι επιτακτική ανάγκη για όλα τα πλοία.

Η διαχείριση του έρματος πραγματοποιείται με ανταλλαγή, με επεξεργασία, είτε με απόρριψη του, σε ειδικές εγκαταστάσεις στους λιμένες. Ο βασικός σκοπός της διαχείρισης του νερού έρματος είναι η απομάκρυνση των επιβλαβών υδρόβιων και παθογόνων οργανισμών μέσω φυσικών, μηχανικών ή χημικών μεθόδων. Βασικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή ενός συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος είναι :

- Αντικείμενο δραστηριότητας πλοίου
- Περιορισμοί / Ιδιαιτερότητες περιβάλλοντος ταξιδιού

- Απαιτήσεις συντήρησης του συστήματος
- Αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης των οργανισμών νερού έρματος
- Κόστος κεφαλαίου και κόστος λειτουργίας
- Φιλικό προς το περιβάλλον
- Ασφάλεια του πληρώματος
- Ευκολία εγκατάστασης και λειτουργίας
- Αξιοπιστία προμηθευτή

### 3.2 Ανταλλαγή θαλάσσιου έρματος

Οι εφοπλιστές και οι φορείς εκμετάλλευσης θα πρέπει να εξασφαλίζουν, πριν από την ανάληψη νερού έρματος, ότι έχουν ληφθεί υπόψιν όλες οι πτυχές ασφάλειας που σχετίζονται με τη μέθοδο ανταλλαγής υδάτινου έρματος ή τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν επί του σκάφους, και επιπλέον ότι επί του σκάφους υπάρχει κατάλληλα καταρτισμένο προσωπικό. Ανασκόπηση των πτυχών ασφαλείας, της καταλληλότητας των μεθόδων ανταλλαγής που χρησιμοποιούνται, καθώς και οι πτυχές της εκπαίδευσης του πληρώματος πρέπει να διεξάγονται σε τακτά χρονικά διαστήματα(MEPC.288(71), 2017).

Οι ισχύοντες κανονισμοί για το νερό έρματος συνιστούν συνήθως την ελαχιστοποίηση του κινδύνου εισαγωγής μη ιθαγενών ειδών με την ανταλλαγή ύδατος έρματος στον ανοικτό ωκεανό. Αυτή η μέθοδος είναι αποτελεσματική λόγω του ότι οι οργανισμοί από παράκτια ύδατα είναι απίθανο να επιβιώσουν στον ανοικτό ωκεανό και αντίστροφα. Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι:

- είναι δύσκολο να απομακρυνθούν πλήρως τα ιζήματα και το υπολειμματικό νερό από τον πυθμένα των δεξαμενών έρματος.
- οι οργανισμοί που είναι κολλημένοι στις πλευρές της δεξαμενής ή τα δομικά στηρίγματα μέσα στη δεξαμενή δεν θα αφαιρεθούν εύκολα και
- κατά τη διάρκεια θυελλώδους ή τραχιάς θάλασσας δεν είναι ασφαλές για ένα για ένα πλοίο να ανταλλάσσει νερό έρματος.

Κατά συνέπεια, οι οργανισμοί που παραμένουν μέσα στις δεξαμενές έρματος θα εκκενωθούν σε μεταγενέστερο χρόνο στα λιμάνια. Υπάρχουν επίσης, αρκετά πλεονεκτήματα στη διαδικασία ανταλλαγής νερού έρματος. Εξαιτίας της πραγματοποίησης της διαδικασίας κατά τη διάρκεια της διαδρομής του πλοίου, υπάρχει μικρή απώλεια χρόνου. Επιπλέον, δεν απαιτείται πρόσθετος εξοπλισμός ή κατάρτιση χειριστών για την ανταλλαγή έρματος, έτσι ώστε το κόστος κεφαλαίου να είναι χαμηλό και να αποτελεί μια σχετικά απλή διαδικασία υλοποίησης. Η επιβολή νόμων ανταλλαγής νερού έρματος είναι πιθανό να συμβεί λόγω του ότι τα ανοικτά ύδατα των ωκεανών έχουν υψηλότερα επίπεδα αλατότητας από τα παράκτια ύδατα και η διαφορά αυτή μπορεί να εντοπιστεί από τις λιμενικές αρχές.(Alaa & Manal,2012)

Η αποτελεσματικότητα της ανταλλαγής νερού έρματος θα μπορούσε να βελτιωθεί με τον επανασχεδιασμό δεξαμενών έρματος και συστημάτων άντλησης. Επί του παρόντος, οι περισσότερες δεξαμενές έρματος έχουν έναν σωλήνα που αντλεί νερό και στις δύο κατευθύνσεις, αλλά όχι ταυτόχρονα. Με την προσθήκη ενός άλλου σωλήνα, θα μπορούσε να επιτευχθεί ανταλλαγή έρματος με συνεχή έκπλυση της δεξαμενής με ένα σωλήνα που εισάγει νερό στη δεξαμενή και έναν άλλο σωλήνα που επιτρέπει στο νερό να βγει από τη δεξαμενή. Αυτό θα ήταν ασφαλέστερο μέσο ανταλλαγής έρματος, διότι οι δεξαμενές θα περιέχουν νερό ανά πάσα στιγμή.

Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης της έκπλυσης της δεξαμενής έρματος θα ήταν να αφαιρεθεί το υπολειμματικό νερό και τα ιζήματα από τον πυθμένα των δεξαμενών έρματος. Οι αντλίες, οι οποίες είναι σχετικά φθηνές, θα μπορούσαν να εγκατασταθούν στον πυθμένα των δεξαμενών έρματος για να απομακρυνθούν αυτά τα υπολείμματα, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο εισαγωγής ενός μη συναρτησιακού είδους (Chase et al, 2001).

## **Το ψήφισμα του IMO MEPC.124 (53)**

Οι κατευθυντήριες γραμμές για την ανταλλαγή υδάτων με έρμα (G6) δίνουν μια πιο λεπτομερή περιγραφή σχετικά με την ανταλλαγή υδάτων έρματος, περιγράφοντας τις τρεις μεθόδους ανταλλαγής που αναγνωρίζει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) (MEPC.288(71), 2017).

Επίσης, στο παρόν ψήφισμα εισάγονται απαιτήσεις για την εκπαίδευση του πληρώματος. Η ανταλλαγή του έρματος είναι μια διαδικασία που λαμβάνει χώρα όταν το πλοίο μετακινείται από μια θαλάσσια περιοχή στην άλλη, αλλάζοντας το παλιό νερό έρματος, με νερό από τη νέα περιοχή. Πρόκειται για την αποτροπή της μετακίνησης των επικίνδυνων ξένων ειδών σε νέο βιότοπο καθώς και για τη διατήρηση των συνθηκών σταθερότητας του σκάφους. Με γνώμονα ότι τηρείται ο κανονισμός D-1 της σύμβασης, ο οποίος απαιτεί την η ογκομετρική ανταλλαγή του 95% του έρματος. Τέλος, υπάρχουν τρεις αποδεκτές μέθοδοι για τη συγκεκριμένη διαδικασία, όπως προσδιορίζεται στο MEPC.124 (53), μέσω των οποίων μπορεί να επιτευχθεί η απαραίτητη ογκομετρική ισορροπία.

### **❖ Διαδοχική μέθοδος**

Με τη διαδοχική μέθοδο, οι δεξαμενές νερού έρματος εκκενώνονται και καθαρίζονται πλήρως από τα παράκτια ύδατα και έπειτα γεμίζονται πάλι με ωκεάνια ύδατα. Με τον τρόπο αυτό, στον ωκεανό δε θα επιβιώσουν πιθανοί επικίνδυνοι οργανισμοί, που μπορεί να μεταφέρονταν στο νερό έρματος που εισήχθη στο χώρο του λιμανιού. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τη σταθερότητα και ευστάθεια του πλοίου για όλες τις συνθήκες θαλάσσης.



### ❖ Μέθοδος άντλησης

Η μέθοδος άντλησης, η οποία ονομάζεται επίσης και μέθοδος ροής, μέσω των ΜΕΡC.127 (53) και ΜΕΡC.124 (53), είναι η μέθοδος στην οποία το νερό έρματος διοχετεύεται στη δεξαμενή ώστε να υπερχειλίσει μέσω του εξαερισμού ή των αγωγών υπερχειλίσης. Οι δεξαμενές πρέπει να έχουν τροφοδοτηθεί με νερό τρεις φορές τον όγκο τους για να επιτευχθεί ανταλλαγή με 95% απόδοση. Μικρότερη άντληση από αυτή την ποσότητα μπορεί να γίνει αποδεκτή εάν μπορεί να αποδειχθεί ότι η ογκομετρική ανταλλαγή νερού έρματος ήταν 95%. Η συγκεκριμένη μέθοδος ανταλλαγής υδάτινου έρματος δεν ταιριάζει σε όλα τα είδη δεξαμενών, επομένως πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να αξιολογηθούν παράγοντες που αφορούν τις ασφαλείς διαδικασίες άντλησης, πχ το μέγεθος των εξαρτημάτων που βοηθούν στην υπερχειλίση, την εξέταση των σωλήνων και εξαρτημάτων καθώς και την απόσταση των σωλήνων εισόδου και εξόδου μεταξύ τους, το χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας, τις καιρικές συνθήκες, το σχεδιασμό του πλοίου καθώς και την αποφυγή ροής νερού στο κατάστρωμα.

### ❖ Μέθοδος αραίωσης

Με τη μέθοδο αραίωσης η δεξαμενή αδειάζει και γεμίζει ταυτόχρονα. Η πλήρωση πραγματοποιείται από την κορυφή, απομακρύνοντας το παλαιότερο νερό από τον πυθμένα της δεξαμενής, διατηρώντας ταυτόχρονα παρόμοιους ρυθμούς ροής και τη στάθμη του νερού στη δεξαμενή σταθερή. Με την εκροή του νερού από τον πυθμένα της δεξαμενής έρματος απομακρύνονται ευκολότερα τα ιζήματα, ενώ αποφεύγεται και η χρήση αγωγών εξαερισμού. Όπως και με τη μέθοδο άντλησης, και στη μέθοδο αραίωση απαιτείται να ανταλλάσσεται τρεις φορές ο όγκος της δεξαμενής, για να επιτευχθεί αποτελεσματικότητα 95% στην εξάλειψη των υδρόβιων οργανισμών (Tsolaki & Diamadopoulos, 2010).

Ανακεφαλαιώνοντας, τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η εξοικονόμηση χρόνου, καθώς η ανταλλαγή έρματος γίνεται στη διάρκεια του ταξιδιού και επιπλέον δεν απαιτείται επιπλέον κόστος για την απόκτηση ειδικού εξοπλισμού όπως συμβαίνει σε άλλες μεθόδους διαχείρισης νερού έρματος. Αντιθέτως, τα μειονεκτήματα της ανταλλαγής θαλάσσιου έρματος είναι η δυσκολία στο να αφαιρεθούν πλήρως τα ιζήματα και οι οργανισμοί από τα τοιχώματα και τον πυθμένα των δεξαμενών και η πιθανότητα εκροής-απόρριψης νερού έρματος κατά τη διάρκεια θαλασσοταραχής.

Κατά την επιλογή της μεθόδου ανταλλαγής ύδατος έρματος θα πρέπει να γίνει αξιολόγηση των ιδιοτήτων κάθε μεθόδου για να εξακριβωθεί ότι μπορεί να εφαρμοστεί στο συγκεκριμένο τύπο πλοίου, λαμβάνοντας υπόψιν και την ηλικία του πλοίου. Η αξιολόγηση θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- 1) τα περιθώρια ασφαλείας για τη σταθερότητα και την αντοχή που περιέχονται στις επιτρεπόμενες θαλάσσιες συνθήκες, όπως καθορίζονται στο εγχειρίδιο φόρτωσης σχετικά με τους επιμέρους τύπους πλοίων.
- 2) το σύστημα άντλησης έρματος λαμβάνοντας υπόψιν τον αριθμό των αντλιών έρματος και τις ικανότητές τους, το μέγεθος των δεξαμενών έρματος και την πρόληψη της υποπίεσης και της υπερπίεσης των δεξαμενών έρματος.
- 3) να διαπιστωθεί ότι η συγκεκριμένη μέθοδος σε συνδυασμό με τις συνθήκες φόρτωσης ικανοποιούν τις τρέχουσες απαιτήσεις.

### 3.3 Συστήματα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος

Οι βασικοί τύποι τεχνολογιών επεξεργασίας νερού έρματος που διατίθενται στην αγορά είναι:

- Συστήματα φυσικού διαχωρισμού/ Διήθησης
- Χημική απολύμανση (οξειδωτικά και μη οξειδωτικά βιοκτόνα)
- Υπεριώδης ακτινοβολία
- Αποξυγόνωση
- Θέρμανση (θερμική επεξεργασία)
- Ακουστική (θεραπεία σπηλαίωσης)

- Ηλεκτρικοί σφυγμοί
- Μαγνητικό πεδίο ( Raunek Kantharia,2017)

Σύμφωνα με τους Davis et al (2015), οι τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του έρματος χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ήτοι στον φυσικό διαχωρισμό υγρών/στερεών στοιχείων και στην απολύμανση/αποστείρωση. Όσον αφορά στο φυσικό διαχωρισμό, είναι ζωτικής σημασίας να απομακρύνονται όσο το δυνατόν περισσότερα στερεά στοιχεία από το έρμα έτσι το εκάστοτε σύστημα να μπορεί να λειτουργεί πιο αποδοτικά.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος επεξεργασίας για ένα συγκεκριμένο σκάφος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες για παράδειγμα, τον τύπο πλοίου, τα νερά που ταξιδεύει (αν είναι κρύα ή εύκρατα) ή ακόμα αν το νερό περιέχει μεγάλες ποσότητες από φύκια ή λάσπη.

### 3.3.1 Συστήματα φυσικού διαχωρισμού/ Διήθησης επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Τα συστήματα φυσικού διαχωρισμού ή φιλτραρίσματος χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό των θαλάσσιων οργανισμών και των αιωρούμενων στερεών υλικών από το νερό έρματος, χρησιμοποιώντας συστήματα καθίζησης ή επιφανειακής διήθησης. Τα φιλτραρισμένα στερεά υλικά και απορρίμματα που προκύπτουν από τη διαδικασία φιλτραρίσματος απορρίπτονται στην περιοχή από την οποία έχει ληφθεί το έρμα ή υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία στα πλοία πριν από την εκφόρτωση τους.

Το νερό έρματος μπορεί να φιλτραριστεί πριν εισέλθει στις δεξαμενές ή ενώ εκφορτώνεται. Το πλεονέκτημα του φιλτραρίσματος, ως νερού που αντλείται μέσα στις δεξαμενές, είναι ότι οι οργανισμοί που φιλτράρονται μπορούν να διατηρηθούν στον φυσικό τους βίοτοπο. Εάν φιλτράρεται το νερό έρματος ενώ εκφορτώνεται, απαιτείται η σωστή διάθεση των οργανισμών για την εξάλειψη τυχαίων εισαγωγών.

Δεδομένου ότι το μέγεθος των φίλτρων που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του έρματος νερού είναι πιθανό να μην αφαιρέσει μικροοργανισμούς, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία άλλη μέθοδος επεξεργασίας για την απομάκρυνση των μικροβιακών εισβολέων. Οι νέες τεχνολογίες αναπτύσσουν τρόπους αύξησης του ρυθμού ροής μέσω των φίλτρων και αποτρέπουν τους οργανισμούς από το να φράσσουν τα φίλτρα, καθιστώντας αυτή τη μέθοδο θεραπείας πιο χρήσιμη (Chase et al, 2001).

Επομένως, ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της διήθησης είναι ότι απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό, ο οποίος μπορεί να είναι ακριβός για την αγορά και την εγκατάσταση. Το κόστος της διήθησης αυξάνεται στην προσπάθεια να αφαιρεθούν τα μικρότερα σωματίδια και οι οργανισμοί από το έρμα (Austen et al, 2018).

Ο ακόλουθος εξοπλισμός χρησιμοποιείται κυρίως για φιλτράρισμα νερού έρματος:

**Οθόνες/Δίσκοι :** Οθόνες ή δίσκοι χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική αφαίρεση αιωρούμενων στερεών καταλοίπων από το νερό έρματος με αυτόματη πλύση. Αποτελούν φιλική προς το περιβάλλον λύση καθώς δεν απαιτείται η χρήση τοξικών χημικών ουσιών. Η διήθηση οθόνης είναι αποτελεσματική για την αφαίρεση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων μεγαλύτερου μεγέθους, αλλά δεν ενδείκνυται για την απομάκρυνση οργανισμών μικρότερου μεγέθους.

**Υδροκυκλώνας :** Ο υδροκυκλώνας αποτελεί αποτελεσματική λύση στο διαχωρισμό στερεών υλικών από το νερό έρματος. Μέσα από τη χρήση φυγοκεντρικής δύναμης υψηλής ταχύτητας για την περιστροφή του νερού επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών. Όπως και με τη διήθηση οθόνης, με τη χρήση του υδροκυκλώνα δεν επιτυγχάνεται η απομάκρυνση σωματιδίων μικρότερου μεγέθους από το νερό έρματος.

**Πήξη :** Η μέθοδος πήξης χρησιμοποιείται πριν από τη διαδικασία διήθησης ώστε να καταφέρουν να ενωθούν όλα τα μικρά σωματίδια. Όταν τα σωματίδια ενωθούν, αυξάνεται το μέγεθος τους και είναι πιο εύκολο να αντιμετωπιστούν με κάποια από

τις προηγούμενες τεχνικές φιλτραρίσματος. Αυτός ο τρόπος πήξης μικρών σωματιδίων ονομάζεται κροκίδωση. Με αυτήν την τεχνική χρησιμοποιούνται βοηθητικά υλικά, όπως είναι η άμμος και τα χοντρά φίλτρα, στην περίπτωση αυτή όμως απαιτείται επιπλέον χώρος στα πλοία, δηλαδή μία ακόμη δεξαμενή που να μπορεί να αποθηκεύσει το επιπλέον αυτό υλικό.

### 3.3.2 Συστήματα χημικής απολύμανσης (οξειδωτικά και μη οξειδωτικά βιοκτόνα) επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Τα βιοκτόνα (οξειδωτικά και μη οξειδωτικά) είναι απολυμαντικά που έχουν δοκιμαστεί ειδικά για την πιθανή απομάκρυνση οργανισμών από το έρμα. Τα βιοκτόνα αποστέλλονται συνήθως και αποθηκεύονται με τη μορφή συμπυκνωμένου στερεού ή υγρού, έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να αποθηκευτούν στο πλοίο. Αφαιρούν ή απενεργοποιούν τους θαλάσσιους οργανισμούς στο νερό έρματος και πρέπει να μπορούν να απομακρυνθούν εύκολα ώστε να μην επιτρέψουν το νερό έρματος να έχει αρνητικές συνέπειες στο θαλάσσιο περιβάλλον. Μία σημαντική ανησυχία για τη χρήση των βιοκτόνων είναι η ασφάλεια των μελών του πληρώματος που χειρίζονται τις χημικές ουσίες, επομένως πρέπει να υπάρξει εκπαίδευση του προσωπικού πριν τη χρήση των υλικών αυτών. Μια άλλη ανησυχία είναι αν υπολείμματα από τα βιοκτόνα έχουν τη δυνατότητα διάβρωσης των δεξαμενών έρματος, σωλήνων, αντλιών και άλλων δομών.

Υπάρχουν δύο γενικοί τύποι βιοκτόνων: τα οξειδωτικά και μη οξειδωτικά. Τα **οξειδωτικά βιοκτόνα** (χλώριο, βρώμιο, ιώδιο) αποτελούν απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται για την εξουδετέρωση μικροοργανισμών όπως η κυτταρική μεμβράνη και τα νουκλεϊκά οξέα (χλωρίωση, οζονισμός).

Το όζον είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην θανάτωση μικροσκοπικών σωματιδίων, αλλά δεν είναι τόσο αποτελεσματικό στην εξάλειψη των μεγαλύτερων οργανισμών. Συνδυασμός του όζοντος με μια μέθοδο επεξεργασίας που εξαλείφει επιτυχώς τους μεγαλύτερους οργανισμούς, θα ήταν πιο αποτελεσματική μέθοδος από τη χρήση όζοντος μεμονωμένα. Επιπλέον, είναι πιθανό να υπάρξουν αντιδράσεις μεταξύ όζοντος και συστατικών του θαλασσινού νερού, δημιουργώντας

τοξικές ουσίες που δεν πρέπει να απελευθερωθούν στο περιβάλλον πριν εξουδετερωθούν.

Τα **μη οξειδωτικά βιοκτόνα** είναι απολυμαντικά που με τη χρήση τους μπορούν να παρεμποδίσουν την αναπαραγωγή και τον πολλαπλασιασμό των οργανισμών που βρίσκονται στο θαλάσσιο έρμα. Μερικά από αυτά τα βιοκτόνα σχεδόν αδρανοποιούνται σε μη τοξικές χημικές ουσίες εντός λίγων ημερών, επομένως αν εφαρμοστούν στην αρχή ενός ταξιδιού, θα έχουν μικρή επίδραση στο περιβάλλον κατά την απελευθέρωση του νερού έρματος.

### 3.3.3 Συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Αυτή η μέθοδος επεξεργασίας χρησιμοποιεί λαμπτήρες υπεριώδους ακτινοβολίας, οι οποίοι παράγουν ακτίνες που δρουν στο DNA των οργανισμών και τους αδρανοποιούν εμποδίζοντας έτσι την αναπαραγωγή τους. Έχει παρατηρηθεί ότι αυτή η τεχνολογία επεξεργασίας έρματος έχει αποσπάσει αρκετή προσοχή και φαίνεται να προτιμάται περισσότερο σε συνδυασμό με φιλτράρισμα του έρματος πριν την επεξεργασία με υπεριώδεις ακτίνες.

Πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η τεχνολογία υπεριώδους ακτινοβολίας είναι τα Εξής( Αγγελή ,2017):

- Εξολόθρευση των μικροοργανισμών σε ικανοποιητικό ποσοστό
- Εύκολο και ασφαλές για το πλήρωμα και κατανοητό στη χρήση με ελάχιστη ανθρώπινη παρακολούθηση
- Έχει δοκιμαστεί και αποδειχθεί αξιόπιστο πολλές φορές, είτε έχει εφαρμοστεί στη στεριά είτε επί του πλοίου
- Είναι μία καθαρά φυσική μέθοδος επεξεργασίας του νερού
- Δεν δημιουργούνται καρκινογόνα παραπροϊόντα
- Δεν επηρεάζεται από το βαθμό της αλατότητας ή του pH
- Δεν δημιουργεί διάβρωση στο πλοίο

- Το σύστημα UV δεν προϋποθέτει την μεταφορά, αποθήκευση και διαχείριση επιβλαβών χημικών
- Δεν υπάρχει κίνδυνος υπερβολικής δοσολογίας (χημικού)
- Η UV τεχνολογία δεν αλλάζει τις φυσικές παραμέτρους του νερού όπως την τιμή του pH, τη θερμοκρασία, την αλατότητα, τη γεύση, την οσμή ή το χρώμα
- Η επεξεργασία του έρματος με UV δεν επηρεάζεται από διακυμάνσεις αλατότητας που μπορεί να υπάρχουν στο νερό από διαφορετικά λιμάνια.

#### 3.3.4 Συστήματα αποξυγόνωσης επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Η μέθοδος επεξεργασίας έρματος αποξυγόνωσης περιλαμβάνει την αφαίρεση του οξυγόνου από τις δεξαμενές ύδατος έρματος ώστε να προκληθεί ασφυξία στους οργανισμούς. Συνήθως γίνεται χρήση αζώτου ή οποιουδήποτε άλλου αδρανούς αερίου στο χώρο πάνω από την στάθμη του νερού στις δεξαμενές έρματος. Να σημειωθεί ότι δεν είναι κατάλληλη μέθοδος για τα πλοία με σύντομο χρόνο ταξιδιού, καθώς για να δράσει το αέριο απαιτείται διάστημα δύο έως τεσσάρων ημερών. Επιπλέον, τέτοιοι τύποι συστημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλοία με απολύτως σφραγισμένες δεξαμενές έρματος. Εάν σε ένα πλοίο είναι ήδη εγκατεστημένο ένα σύστημα αδρανούς αερίου, τότε ένα σύστημα αποξυγόνωσης δεν θα απαιτήσει περισσότερο χώρο στα πλοία.

#### 3.3.5 Συστήματα ακουστικής επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Η υπερηχητική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπερήχων υψηλής ενέργειας και για τη θανάτωση των κυττάρων των οργανισμών στο νερό έρματος. Τέτοιες τεχνικές σπηλαίωσης ύδατος υψηλής πίεσης χρησιμοποιούνται γενικά σε συνδυασμό με άλλα συστήματα.

### 3.3.6 Συστήματα θερμικής επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Η θερμική επεξεργασία ως σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, περιλαμβάνει την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού έρματος σε τόσο υψηλή θερμοκρασία, ώστε να επιτευχθεί η εξουδετέρωση των ξενικών οργανισμών στις δεξαμενές. Με αυτό το σύστημα υπάρχει η επιλογή να χρησιμοποιηθεί το νερό έρματος για την ψύξη του κινητήρα του πλοίου, σκοτώνοντας τους οργανισμούς από την θερμότητα που αποκτάται από τον κινητήρα. Ωστόσο, το μειονέκτημα σε αυτό το σύστημα είναι ότι απαιτείται σύστημα σωληνώσεων για τη μεταφορά του θαλάσσιου έρματος στο σύστημα μηχανών του πλοίου.

### 3.3.7 Συστήματα ηλεκτρικών παλμών επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Η χρήση συστημάτων ηλεκτρικών σφυγμών για την επεξεργασία νερού έρματος βρίσκεται σε στάδιο ανάπτυξης. Στην τεχνολογία παλμών ηλεκτρικού πεδίου χρησιμοποιούνται δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια για την παραγωγή υψηλής ενέργειας στο νερό έρματος ώστε να σκοτώσει τους ζωντανούς οργανισμούς που βρίσκονται στο νερό έρματος.

### 3.3.8 Συστήματα μαγνητικού πεδίου επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

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 τους θαλάσσιους οργανισμούς και με τη χρήση μαγνητικών δίσκων διαχωρίζονται από το νερό.

Συνήθως, ένα σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος στο πλοίο χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες τεχνολογίες από κοινού για να εξασφαλίσει ότι το επεξεργασμένο νερό έρματος είναι ασφαλές για το περιβάλλον και υπακούει στα πρότυπα του IMO. Ένας συνδυασμός διαφορετικών μεθόδων μπορεί να αποδειχθεί πιο αποτελεσματική από μία μόνο μέθοδο. (Raunek Kantharia, 2017)

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται συνοπτικά οι λειτουργίες, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συστημάτων επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος:



<b>Συστήματα Υπεριώδους Ακτινοβολίας Επεξεργασίας Θαλάσσιου έρματος</b>		
<b>Λειτουργία</b>	<b>Καταλληλότητα</b>	<b>Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα</b>
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 των 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 εγείρουν λίγες ανησυχίες για την ασφάλεια. 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.
<b>Συστήματα Ηλεκτρικών Σφυγμών Επεξεργασίας Θαλάσσιου έρματος</b>		
<b>Λειτουργία</b>	<b>Καταλληλότητα</b>	<b>Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα</b>
Τα συστήματα ηλεκτρολυτικής	Τα συστήματα ηλεκτρολυτικής	Εκτός από την ικανότητα διαχείρισης μεγάλων

<p>επεξεργασίας έχουν μερίδιο αγοράς περίπου 35% και κατά συνέπεια κατέχουν τη δεύτερη θέση στην κατάταξη των συστημάτων επεξεργασίας. Πολλά από αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν επίσης ένα φίλτρο ως προεπεξεργασία. Με τη διέλευση ενός ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ενός μικρού πλευρικού ρεύματος θαλασσινού νερού, χρησιμοποιούν το αλάτι και τα μόρια νερού σε μια χημική αντίδραση για να παράγουν υποχλωριώδες νάτριο, ένα απολυμαντικό, το οποίο στη συνέχεια επανεισάγεται στο νερό έρματος για να σκοτώσει όλους τους οργανισμούς.</p>	<p>επεξεργασίας είναι πιο κατάλληλα για μεγάλα σκάφη, όπως δεξαμενόπλοια και φορτηγά πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην, τα οποία έχουν μεγάλους όγκους νερού έρματος και υψηλές ταχύτητες ροής μέχρι και 8.000 κυβικά μέτρα ανά ώρα. Εν συνεχεία επανεμφανίζεται στο νερό έρματος για να σκοτώσει όλους τους οργανισμούς</p>	<p>δυνατοτήτων, τα συστήματα με βάση την ηλεκτρόλυση είναι πολύ αποτελεσματικά και η επεξεργασία του νερού γίνεται μόνο με την πρόσληψη (πιθανή εξουδετέρωση κατά την εκκένωση). Αυτό σημαίνει ότι παρέχουν απολύμανση και ορισμένα συστήματα παρέχουν ακόμη και επεξεργασία κυκλοφορίας εντός της δεξαμενής κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, όταν η επεξεργασία στη είσοδο δεν είναι εφικτή. Ένα από τα μειονεκτήματα είναι ότι η ηλεκτρολυτική αντίδραση παράγει μικρές ποσότητες αερίου υδρογόνου, παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη για λόγους ασφαλείας. Επιπλέον, τα ηλεκτρολυτικά συστήματα είναι ευαίσθητα σε χαμηλή αλατότητα και χαμηλές θερμοκρασίες, οπότε πρέπει να προστίθεται αλάτι ή σύστημα θέρμανσης όπου χρειάζεται. Τέλος, είναι πιο περίπλοκα στην εγκατάσταση, τον έλεγχο και τη συντήρηση σε σύγκριση με τα συστήματα φίλτρων UV.</p>
<p><b>Συστήματα Χημικής Επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος</b></p>		

Λειτουργία	Καταλληλότητα	Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα
<p>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 απόρριψη στη θάλασσα. Ορισμένες από τις δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται συνήθως περιλαμβάνουν το υποχλωριώδες νάτριο, το υπεροξικό οξύ και το διοξείδιο του χλωρίου.</p>	<p>Τα συστήματα έγχυσης χημικών θεωρούνται κατάλληλα για τις περισσότερες ικανότητες ροής έρματος που κυμαίνονται έως και 16.000 κυβικά μέτρα την ώρα και χρησιμοποιούνται κυρίως για την επεξεργασία του έρματος σε πλοία με μεγαλύτερες χωρητικότητες και ρυθμούς ροής, όπως δεξαμενόπλοια. Η τεχνολογία το καθιστά κατάλληλο και για σπάνια χρήση και είναι επίσης καλό για την απολύμανση δεξαμενών που έχουν χρησιμοποιηθεί χωρίς την επεξεργασία του έρματος νερού κατά τον ερματισμό και τον αφερματισμό στα τοπικά νερά.</p>	<p>Τα συστήματα έγχυσης χημικών γενικά 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, διευκολύνοντας την εγκατάσταση τους από άλλες τεχνολογίες. Ωστόσο, οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται, όπως το Peraclean ή το Purate, είναι εμπορικά σήματα και η προσφορά ενδέχεται να περιορίζεται σε συγκεκριμένα λιμάνια. Επιπλέον, τα χημικά πρέπει να αποθηκεύονται επί του σκάφους σε κλειστά δοχεία και μπορεί να είναι επικίνδυνα. Η χρήση χημικών ουσιών απαιτεί την εφαρμογή αυστηρών διατάξεων για την ασφάλεια και την εκπαίδευση του πληρώματος. Το να αποθηκεύεται τακτικά η προσφορά χημικών ουσιών</p>

		δημιουργεί επίσης πρόσθετο λειτουργικό κόστος σε σύγκριση με τα συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας ή ηλεκτρόλυσης, τα οποία έχουν ως κύρια δαπάνη την ηλεκτρική ενέργεια.
--	--	--

### **Πίνακας 3.1: Συστήματα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος**

Πηγή: (dnvgl, 2017)

<https://www.dnvgl.com/article/ballast-water-treatment-systems-at-a-glance-94152>

### 3.4 Σχέδιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος

Όπως προαναφέρθηκε, ένα καλό σχέδιο διαχείρισης νερού έρματος είναι επιτακτική ανάγκη για όλα τα πλοία. Το σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος πρέπει να περιλαμβάνει τους σχετικούς διεθνείς κανόνες και κανονισμούς, καθώς και τα καθήκοντα του προσωπικού και των επιχειρησιακών διαδικασιών. Το προσωπικό πρέπει να είναι πλήρως εξοικειωμένο με τις πτυχές ασφάλειας της ανταλλαγής νερού έρματος και ειδικότερα με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανταλλαγής στο πλοίο τους και τις ιδιαίτερες πτυχές ασφάλειας που συνδέονται με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο. Όταν η απαίτηση για ανταλλαγή υδάτινου φορτίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις ενός παράκτιου κράτους δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, τότε οι αρχές των παράκτιων κρατών πρέπει να ενημερώνονται πριν από την είσοδό τους στα παράκτια ύδατα τους.

### **Παράγοντες στο Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτινου Έρματος**

Κατά την προετοιμασία του σχεδίου διαχείρισης των υδάτων έρματος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι σημαντικοί παράγοντες:

- Οι παράκτιοι οργανισμοί που συλλέγονται σε ανοιχτές θάλασσες ή στα μέσα του ωκεανού δεν επιβιώνουν γενικά και αντίστροφα.
- Η χημική επεξεργασία μπορεί να σκοτώσει οργανισμούς σε νερό έρματος. Έτσι, η χημική δοσολογία σε δεξαμενές έρματος είναι μία μέθοδος.
- Οι οργανισμοί γλυκού νερού δεν επιβιώνουν σε αλμυρό νερό και αντίστροφα.
- Το ύδωρ έρματος ηλικίας άνω των εκατό ημερών βρίσκεται σε κατηγορία χαμηλού κινδύνου, καθώς η απουσία φωτός, θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου στις δεξαμενές έρματος συνήθως σκοτώνουν τους μικροοργανισμούς.
- Για τα πλοία που εκτελούν μικρά δρομολόγια και για κάθε ανταλλαγή νερού έρματος, η απόρριψη στις εγκαταστάσεις υποδοχής στην ακτή είναι μια άλλη λύση.
- Μπορούν να εξεταστούν νέες αναδυόμενες μέθοδοι όπως οι θερμικές μέθοδοι, η διήθηση, η απολύμανση και η υπεριώδης επεξεργασία.
- Η πρόσληψη ύδατος του έρματος πρέπει να αποφεύγεται στο σκοτάδι ή τη νύχτα καθώς οι οργανισμοί του πυθμένα ανέρχονται στην επιφάνεια.
- Η πρόσληψη νερού έρματος θα πρέπει να αποφεύγεται σε ρηχά νερά και όπου οι έλικες είναι πιθανό να αναδεύσουν τα ιζήματα.
- Πρέπει να αποφεύγεται η πρόσληψη νερού έρματος κοντά σε απόρριψη αποβλήτων και βιομηχανικών αποβλήτων.
- Η πρόσληψη νερού από το έρμα πρέπει να αποφεύγεται όταν και όπου υπάρχει φυτοπλαγκτόν. Επιπλέον, η λήψη έρματος θα πρέπει να αποφεύγεται και όταν υπάρχει γνωστή εστία ασθενειών στην περιοχή που μεταδίδονται μέσω ύδατος έρματος (Raunek Kantharia, 2017).

## **Διατήρηση αρχείου στο σχέδιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος**

Τα αρχεία της ανταλλαγής υδάτινου έρματος πρέπει να καταχωρούνται στο βιβλίο καταγραφής από τον αρμόδιο υπάλληλο και να περιέχουν τουλάχιστον τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Ημερομηνία
- Γεωγραφική θέση του πλοίου
- Αν χρησιμοποιείται ειδική δεξαμενή έρματος του πλοίου ή δεξαμενή φορτίου
- Θερμοκρασία νερού έρματος
- Αλατότητα ύδατος έρματος
- Ποσότητα νερού έρματος ερματισμού ή αφερματισμού

Επιπλέον, η τοποθεσία και τα κατάλληλα σημεία πρόσβασης για τη λήψη δειγμάτων ύδατος έρματος από τις λιμενικές αρχές θα πρέπει να προσδιορίζονται στο σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος. Τα σημεία δειγματοληψίας πρέπει να φέρουν σαφή σήμανση για την αναγνώριση.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Χαρακτηριστικά φαινομένου εισβολής των αλλόχθονων ειδών

---

### 4.1. Ορισμοί

Το φαινόμενο της εισβολής των αλλόχθονων ειδών αποτελεί έναν βασικό παράγοντα διαμόρφωσης της εξελικτικής διαδικασίας, καθώς πάντοτε συνδεόταν με τις μεγάλες γεωμορφολογικές και κλιματικές αλλαγές του πλανήτη καθ' όλη την διάρκεια της γεωλογικής ιστορίας (Cox & Moore, 1993). Επομένως είναι σημαντικό, να αποσαφηνιστεί αρχικά ο ορισμός της εισβολής των αλλόχθονων ειδών, προκειμένου να γίνει ευκολότερη η κατανόησή του. Οι εισβολές από μη-ιθαγενή υδρόβια είδη είναι όλο και συχνότερα παγκοσμίως σε παράκτιους οικοτόπους .

Γενικότερα, η εισβολή των αλλόχθονων ειδών αναφέρεται στην διαδικασία κατά την οποία ένα ζωικό ή φυτικό είδος επεκτείνεται πέραν της φυσικής του εξάπλωσης, καθώς καταφέρνει να ξεπεράσει τους βιοτικούς και αβιοτικούς του φραγμούς. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Vermeij και Shigesada & Kawasaki, η εισβολή και δε η βιολογική εισβολή πραγματοποιείται όταν ένα είδος εποικεί σε ένα μέρος όπου δεν υπήρχε πριν. Οι βιολογικές εισβολές ταξινομούνται με βάση την μαζικότητα του φαινομένου σε μαζικές ή ατομικές, αλλά και με βάση την εξάπλωση του είδους με ή χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση σε φυσικές και ανθρωπογενείς.

Ειδικότερα, η ατομική εισβολή λαμβάνει χώρα όταν ένα μόνο είδος εισάγεται σε μια περιοχή. Ενώ, η μαζική εισβολή υφίσταται όταν μετακινούνται ολόκληροι πληθυσμοί από ένα μέρος σε ένα άλλο. Για παράδειγμα, με την κατασκευή της διώρυγας του Σουέζ τα είδη της Ερυθράς Θάλασσας αναμείχθηκαν με αυτά της Μεσογείου, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα να μεταβληθούν τα οικοσυστήματα των θαλάσσιων αυτών περιοχών και να υπάρξει μια υπέρμετρη μετακίνηση πληθυσμών και προς τις δυο κατευθύνσεις. Το φαινόμενο αυτό μάλιστα, ονομάζεται διαφορετικά και βιοτική ανταλλαγή.

Η φυσική εισβολή σχετίζεται με την φυσική εξάπλωση ενός είδους, δηλαδή δεν υφίσταται καμία ανθρώπινη ανάμειξη. Συνήθως, η φυσική εισβολή συμβαίνει όταν ένα είδος φεύγει από την περιοχή που γεννήθηκε και εγκαθίσταται σε μέρη με πιο ευνοϊκές συνθήκες επιβίωσης και αναπαραγωγής. Στις περιπτώσεις αυτές το φαινόμενο της εισβολής είναι είτε περιοδικό, (για παράδειγμα, στα ανάδρομα και κατάδρομα ψάρια (πχ. σολομοί και χέλια) είτε μόνιμο (για παράδειγμα, το είδος *Etrumeus* εγκαταστάθηκε στα νερά της Μεσογείου μέσω της διώρυγας του Σουέζ, ενώ η προέλευσή του ήταν από τον Ειρηνικό Ωκεανό). Οι ανθρωπογενείς εισβολές αλλόχθονων ειδών πραγματοποιούνται κυρίως με την μεταφορά τους στο έρμα των πλοίων, καθώς διανύουν πολύ μεγάλες αποστάσεις (Williamson, 1996). Ωστόσο, είναι συχνό το φαινόμενο της επιτηδευμένης διασποράς ειδών προκειμένου αυτά να καλλιεργηθούν και στην συνέχεια να διανεμηθούν στο εμπόριο. Όπως είναι φανερό, στις περιπτώσεις αυτές η παρέμβαση του ανθρώπου είναι δεδομένη, είτε εσκεμμένα είτε όχι.

Τα διάφορα είδη που συνθέτουν ένα οικοσύστημα που βρίσκεται σε κατάσταση βιολογικής εισβολής κατηγοριοποιούνται στα παρακάτω (Ζερβού, 2006):

- **Κυρίαρχο είδος (Dominant Species)**: Πρόκειται για το είδος που «κυριαρχεί» σε μια βιοκοινωνία και καθορίζει τη ροή της. Είναι το πιο άφθονο είδος της βιοκοινωνίας (Ashton, 1992, Power et al., 1996).
- **Ξενικό ή Αλλόχθονο ή Εισβάλλον είδος (Alien species ή Invader)**: Πρόκειται για το είδος που εισβάλλει σε μια περιοχή ή μια βιοκοινωνία, χωρίς να είναι γηγενής οργανισμός (Hulme, 2000). Τα αλλόχθονα είδη διαχωρίζονται στα εγκατεστημένα (established) και στα εισηγμένα (introduced). Εγκατεστημένα είναι τα είδη που έχουν γεννηθεί και διατηρούνται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, ενώ τα εισηγμένα βρίσκονται σε μετάβαση δηλαδή δεν έχουν ακόμη δημιουργήσει βιώσιμους πληθυσμούς. Η εισβολή θεωρείται ως επιτυχημένη όταν το είδος έχει εγκατασταθεί πλήρως ενώ αποτυχημένη όταν συμβαίνει το αντίθετο (Hulme, 2000).
- **Είδος Κλειδί ή Θεμελιώδες είδος (Keystone)**: Είναι το είδος που βρίσκεται σε περιορισμένο αριθμό και όμως οι επιδράσεις του είναι πιο σημαντικές



από αυτές που αναμένονταν, έχοντας ως βασική συνιστώσα την χαμηλή αφθονία των ατόμων του (Paine, 1969).

- **Ζιζάνιο (Pest)**: Πρόκειται για το είδος που προκαλεί αρνητικές οικονομικές επιδράσεις στις δραστηριότητες του ανθρώπου (Κόκκορης,1999). Το χαρακτηριστικό του ζιζανίου είναι ότι η εξολόθρευσή του είναι αρκετά δύσκολη. Επίσης, το ζιζάνιο μπορεί να μην είναι ξενικό ή αλλόχθονο είδος ωστόσο αναπτύσσεται σε μέρη που δεν είναι επιθυμητό. (Baker, 1965).

#### 4.2. Αιτίες εισβολής των αλλόχθονων ειδών

Από αρχαιοτάτων χρόνων, όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν πάντοτε την τάση να αναζητούν εκείνο το περιβάλλον, που θα είναι το ιδανικό για αποίκιση και αναπαραγωγή. Στο θαλάσσιο περιβάλλον, η αναζήτηση αυτή γίνεται είτε ενεργητικά, δηλαδή με βάση την κολυμβητική ικανότητα των ειδών, είτε παθητικά όπου πραγματοποιείται κυρίως μέσω των θαλάσσιων ρευμάτων. Οι φυσικές αυτές μετακινήσεις λαμβάνουν χώρα εξαιτίας των περιβαλλοντικών και κλιματικών αιτιών και συνήθως αφορούν μικρής έκτασης μετατοπίσεις. Ωστόσο, υπάρχουν και οι ανθρωπογενείς αιτίες που σχετίζονται με την ανθρώπινη παρέμβαση. Πιο συγκεκριμένα, μέσω της διάνοιξης θαλάσσιων μεταφορικών οδών, οι διάφοροι οργανισμοί παρασύρονται, με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται ένα νέο βιοτικό σύστημα, στο οποίο έχει συντελέσει η ανθρώπινη δραστηριότητα.

##### **α) Κλιματικές και Περιβαλλοντικές αιτίες**

Οι αιτίες για τη φυσική μετακίνηση των οργανισμών διαχωρίζονται στις κλιματολογικές και γεωμορφολογικές αλλαγές και στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Το κοινό χαρακτηριστικό στοιχείο και των δύο κατηγοριών αιτιών αφορά την ανάγκη μετακίνησης των ειδών εξαιτίας των αλλαγών που συμβαίνουν στο φυσικό τους περιβάλλον. Οι κλιματικές αλλαγές έχουν συνέπειες στα διάφορα οικοσυστήματα. Για παράδειγμα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί ένα κλασικό δείγμα της κλιματικής αλλαγής, άρχισε από την αύξηση του διοξειδίου του

άνθρακα (CO<sub>2</sub>), η οποία εκπέμπεται από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους των μεταφορικών μέσων, των βιομηχανιών, των εργοστασίων κτλ. Εξαιτίας της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα δεσμεύεται μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας στο ανώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία του πλανήτη. Κατά συνέπεια, οι διάφοροι οργανισμοί αναζητούν νερά με θερμοκρασίες που ευνοούν την διαβίωσή τους και μετακινούνται σε άλλες περιοχές, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ανταγωνισμός μεταξύ των ήδη υπάρχοντων ειδών και των ξενικών (Dukes & Mooney, 1999). Πέραν όμως της ανακατανομής των πληθυσμών σε ολόκληρη την γη, μεταβάλλονται ριζικά και οι τροφικές αλυσίδες των οικοσυστημάτων .

Στον πίνακα 4.1 φαίνονται οι επιδράσεις των μεταβολών κάποιων στοιχείων στην αύξηση των αλλόχθονων ειδών σύμφωνα με τους Dukes & Mooney, 1999 :

**Πίνακας 4.1: Πιθανοί αντίκτυποι της κλιματικής αλλαγής στην διάδοση των ξενικών ειδών.**

Πηγή: hellanicus.aegean.gr

**Table 1. Likely impacts of global change on the prevalence of a typical invasive plant species**

Element of global change	Prevalence of plant invaders <sup>a</sup>
Increased atmospheric CO <sub>2</sub>	+
Rising temperature	±
Changing precipitation regime	±
Changing land use or land cover	+
Increased N deposition	+
Increased global commerce	+

<sup>a</sup>+ Likely to increase invasion risk for many plant species; ± Might increase or decrease invasion risk

Είναι φανερό πως υπάρχουν και περιβαλλοντικοί λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση των αλλόχθονων ειδών. Στα θαλάσσια οικοσυστήματα, το φαινόμενο της «τσιμεντοποίησης» κάθε παράκτιας περιοχής που πραγματοποιείται με την κατασκευή λιμανιών, τουριστικών επιχειρήσεων κ.ά., προκαλεί άμεσες αναδιαμορφώσεις του πυθμένα. Επιπλέον, η χρήση εργαλείων για την εκμετάλλευση των θαλάσσιων πόρων προκαλεί σοβαρές ζημιές στον θαλάσσιο βυθό, ενώ τα υλικά που χρησιμοποιούνται παρασύρονται από τα ρεύματα και εναποτίθενται στη θάλασσα. Ακόμη ένας λόγος αύξησης των εισβολών προκαλεί και η προσπάθεια αλίευσης και εκμετάλλευσης πόρων στην υφαλοκρηπίδα. Όλα τα

παραπάνω, οδηγούν στην βαθμιαία μετακίνηση των γηγενών πληθυσμών σε άλλες φιλικότερες περιοχές. Είναι φανερό, πως οι περισσότερες γεωμορφολογικές αλλαγές είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης, παρόλα αυτά οι βασικές πηγές ρύπανσης προέρχονται από τον άνθρωπο ή και από φυσικές αιτίες.

## β) Ανθρωπογενείς αιτίες

Η ανθρώπινη παρέμβαση έχει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση των βιολογικών εισβολών. Η υπέρμετρη προσπάθεια ανάπτυξης της αλιείας, των ιχθυοκαλλιεργειών και της ναυσιπλοΐας ή της κατασκευής διάφορων έργων (όπως: κανάλια, γέφυρες, διώρυγες) οδηγούν τους διάφορους οργανισμούς σε αναγκαστική μετακίνηση. Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, οι φορείς των μετακινήσεων αυτών είναι συνήθως τα αλιευτικά εργαλεία, τα θαλάσσια απορρίμματα καθώς και το έρμα των πλοίων. Αξιοσημείωτο είναι πως έχει παρατηρηθεί τυχαία μεταφορά οργανισμών μέσω των ναυαγίων, των ενυδρείων και των καταδύσεων (Bax et al., 2003). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι φορείς των θαλάσσιων βιολογικών εισβολών καθώς και οι πηγές τους, σύμφωνα με τους Bax et al, 2003:

### Πίνακας 4.2: Ανθρωπογενείς πηγές και φορείς θαλάσσιων βιολογικών εισβολών.

Πηγή: hellanicus.aegean.gr, (Ζερβού,2006)

ΠΗΓΕΣ	ΦΟΡΕΙΣ
Ναυσιπλοΐα	Απορρίμματα
	Έρμα
	Ύφαλα του πλοίου
	Εμπόριο Ειδών και Οργανισμών
Ιχθυοκαλλιέργειες και Αλιεία	Μεταφορά τροφίμων και εργαλείων
	Δολώματα, εργαλεία και δίχτυα

	Εμπόριο Ειδών και Οργανισμών
Ερευνητικές, στρατιωτικές ή λοιπές δραστηριότητες	Απορρίμματα
	Έρμα
Διώρυγες και Κανάλια	Απορρίμματα
	Ενεργητική ή Παθητική Μεταφορά ειδών
Ενυδρεία	Διαφυγή ειδών εξαιτίας ατυχήματος
Καταδύσεις	Εξοπλισμός Κατάδυσης
Ναυάγια	Αντικείμενα ή συντρίμια που παρασέρνονται με τα θαλάσσια ρεύματα
Σκάφη Αναψυχής	Ρίψη απορριμμάτων

Όπως παρατηρείται, η φιλοδοξία του ανθρώπου υπερέχει της προστασίας του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα οι ζωντανοί οργανισμοί να αναζητούν ασφαλείς περιοχές που θα τους παρέχουν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για τροφή και αναπαραγωγή. Μάλιστα, όπως υποστηρίζουν οι Brown & Sax (2005) η παρεμβατική ανθρώπινη δραστηριότητα έχει οδηγήσει στην «ομογενοποίηση» των ζωντανών οργανισμών. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Cassey et al (2005), η ομογενοποίηση αυτή είναι συνδεδεμένη με την βιοποικιλότητα. Η σύνδεση αυτή μπορεί να μην αφορά τη μείωση της βιοποικιλότητας εξαιτίας της ομογενοποίησης, αλλά να σχετίζεται με τα είδη και τα γένη που πιθανώς μειώνονται και τις καταστροφικές συνέπειες που έχει αυτό στα οικοσυστήματα.

Μεγάλη εντύπωση προκαλεί η διαχρονική ανθρώπινη παρέμβαση στα οικοσυστήματα που οδήγησε στο σύγχρονο φυσικό περιβάλλον. Υπάρχουν τρεις βασικές ιστορικές αναφορές που αποδεικνύουν πως ο άνθρωπος συνετέλεσε στην ραγδαία εξάπλωση των βιολογικών εισβολών. Πρώτον, από τη Νεολιθική εποχή

ακόμη, τότε δηλαδή που υπήρξαν οι πρώτες οργανωμένες προσπάθειες για την εκμετάλλευση της πανίδας, της χλωρίδας και γενικότερα των φυσικών πόρων, παρατηρήθηκαν οι πρώτες πιέσεις σε βιοτικό και αβιοτικό επίπεδο (Kornas, 1990). Με την ανακάλυψη της κτηνοτροφίας, της γεωργίας και της αλιείας σημειώθηκε η αρχή για την διαχείριση του περιβάλλοντος. Δεύτερον, κατά την περίοδο των Μεγάλων Ανακαλύψεων (δηλαδή κατά την ανακάλυψη της Αμερικής και της Αυστραλίας από τους Ευρωπαίους θαλασσοπόρους) σημειώθηκε το εξής: τα γεωγραφικά σύνορα καταλύθηκαν ενώ παράλληλα οι ζωντανοί οργανισμοί εξαπλώθηκαν σε κάθε γωνιά του πλανήτη, μεταβάλλοντας ακόμη και τις διατροφικές συνήθειες ανά τον κόσμο (Di Castri, 1990). Τέλος, η περίοδος από τον Δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο έως και σήμερα χαρακτηρίζεται από την έντονη βιομηχανική δραστηριότητα, οδηγώντας το περιβάλλον σε πλήρη αποσύνθεση και αλλοίωση. Η εποχή αυτή περιέχει έντονα το στοιχείο της εξέλιξης της τεχνολογίας που έχει ως απώτερο σκοπό την ανάπτυξη της οικονομίας, γεγονός που θέτει την προστασία του περιβάλλοντος σε δεύτερη θέση.

#### **γ) Διαφορές σύγχρονων και παλαιότερων ανθρωπογενών αιτιών**

Οι διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια καταλήγουν στο συμπέρασμα του ότι πρώτη φορά συνέβησαν τόσες πολλές και μακρινές μετακινήσεις ειδών από περιοχή σε περιοχή. Μάλιστα, σύμφωνα με έρευνες των James & Sax (2005), επιβεβαιώνεται ο παραπάνω ισχυρισμός. Καταλήγοντας στο συμπέρασμα, ότι η επίδραση του ανθρώπου στην σύγχρονη εποχή είναι τόσο έντονη που ο αριθμός των βιολογικών εισβολών ολοένα και αυξάνεται, ενώ δεν έχει καμία σχέση με τις παλαιότερες εποχές.

Οι ερευνητές υποστηρίζουν πως έχουν μεταβληθεί σε μεγάλο βαθμό οι αιτίες που αυξάνουν τις βιολογικές εισβολές. Η μεγάλη ανταλλαγή ανάμεσα στην Βόρεια και τη Νότια Αμερική που συνέβη εξαιτίας της διώρυγας του Παναμά, δεν ταυτίζεται ως προς τις αιτίες της, με την μεγάλη «Λεσεψιανή ανταλλαγή» των θαλάσσιων πληθυσμών της Ερυθράς Θάλασσας και της Μεσογείου που συνέβη εξαιτίας της διάνοιξης του Καναλιού του Σουέζ (Golani, 1993-Vermeij, 2005-Webb & Marshall,

1982- Brown & Lomolino, 1998). Μπορεί το αποτέλεσμα να ήταν το ίδιο, δηλαδή και στις δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκε μια ασύμμετρη εισβολή ειδών από την μια περιοχή στην άλλη, παρόλα αυτά οι αιτίες του φαινομένου της ανταλλαγής ήταν εντελώς διαφορετικές (Ζερβού, 2006).

#### 4.3 Χαρακτηριστικά στοιχεία των αλλόχθονων ειδών

Τα βασικά γνωρίσματα που διαθέτουν τα αλλόχθονα είδη βασίζονται κατά κύριο λόγο στην ικανότητα εισβολής σε μια περιοχή ή όχι. Ένα είδος που παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα σε διαφορετικές θαλάσσιες μάζες και ιδιαίτερη αντοχή στις φυσικές και χημικές αντιδράσεις τους, ενώ ταυτόχρονα είναι ευέλικτο και διαθέτει αναπτυγμένους προσαρμοστικούς μηχανισμούς είναι σχεδόν σίγουρη η ικανότητα του για εισβολή, σε σχέση με ένα άλλο είδος που δεν διαθέτει τα παραπάνω γνωρίσματα. Όμως το γεγονός αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα πως το είδος αυτό παρά την ανθεκτικότητά του, θα καταφέρει να πραγματοποιήσει μια επιτυχημένη εγκατάσταση σε μια καινούργια βιοκοινωνία. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη, αν πρόκειται για μαζική εισβολή, ο αριθμός των εισβολέων, η αναλογία αρσενικών και θηλυκών ειδών όπως επίσης και ο κύκλος ζωής τους.

Σύμφωνα με τους Cleland και Mooney (2001) έχει παρατηρηθεί πως τα αλλόχθονα είδη μετά την εισβολή τους πιθανόν παραμένουν σε μια κατάσταση χαμηλού ρυθμού αναπαραγωγής για κάποια χρόνια, και ύστερα σε απροσδιόριστο χρόνο αρχίζει μια έξαρση της αύξησης του πληθυσμού τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «Καθυστερημένη Ενέργεια» /«lag effect». Επιπλέον, οι Soule & Crooks (1999) επεκτείνουν την θεωρία των προηγούμενων επιστημόνων σχετικά με την λανθάνουσα συμπεριφορά που ενδεχομένως να παρουσιάζουν τα είδη, λαμβάνοντας υπόψη τις βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες, την γενετική εξέλιξη των μεταγενέστερων πληθυσμών, καθώς και τις μεταβολές που πραγματοποιούνται μετά την εγκατάσταση. Συνεπώς, όλοι οι παραπάνω παράγοντες συντελούν στην επιτυχή εισβολή των αλλόχθονων ειδών είτε σε συνδυασμό, είτε μεμονωμένα.

#### 4.3.1 Το «Boom and Bust»

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, ο χρόνος εγκατάστασης καθώς και το είδος της εισβολής δεν ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο. Η προσαρμογή ενός είδους εξαρτάται από τους διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες της εκάστοτε περιοχής. Το φαινόμενο «Boom and Bust» δεν εξαρτάται ούτε από την ταχύτητα αναπαραγωγής, ούτε από τον ρυθμό εγκατάστασης. Το «Boom and Bust» αναφέρεται στις περιπτώσεις όπου παρατηρείται δραματική μείωση του πληθυσμού ενός είδους, σε σημείο όπου γίνεται δύσκολη η ανεύρεση του. Ωστόσο, είναι πολύ πιθανή η επανεμφάνιση του λίγο καιρό μετά.

Οι μελέτες και οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε επιστημονικό επίπεδο είναι αρκετές, καθώς το φαινόμενο έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα. Ο Williamson (1996), οι Simberloff and Gibbons (2004) και ο Galil (2000) είναι μόνο μερικοί από τους επιστήμονες που ασχολήθηκαν εξονυχιστικά με το θέμα.

Ο Galil (2000) μελέτησε την συμπεριφορά ενός ψαριού με την ονομασία *Ureneus moluccensis* που εντοπίστηκε για πρώτη φορά στο Ισραήλ, προς τα τέλη του 1940. Το συγκεκριμένο είδος παρουσίασε μια αύξηση του πληθυσμού του κατά 10 με 15% και στη συνέχεια έφτασε στο 83% της αρχικής του αφθονίας, εξαιτίας του ήπιου χειμώνα που ακολούθησε και ευνόησε την παραγωγή του. Κάποια χρόνια αργότερα, περίπου στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα, ο πληθυσμός του *Ureneus moluccensis* υπέστη δραματική πτώση της τάξης του 30% της εποχής που βρισκόταν σε έξαρση.

Ο Simberloff (2004) , υποστήριξε πως η αιτία για την οποία δημιουργείται το φαινόμενο «Boom and Bust» ίσως να είναι ο ενδεχόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των γηγενών ειδών και των ξενικών, ή ακόμη και ανάμεσα στα ίδια τα ξενικά είδη (Simberloff, 2003). Ως εκ τούτου, δημιουργείται αυτή η πληθυσμιακή συμπεριφορά που έχει ως αποτέλεσμα την ανακατανομή των ειδών μέσα σε μια συγκεκριμένη βιοκοινότητα. Επιπλέον, ο Simberloff (2004) συνδέει και τον παρασιτισμό εισβολέων ειδών από άλλα είδη εισβολείς που έπονται των πρώτων με την

δημιουργία του φαινομένου «Boom and Bust». Ειδικότερα, όταν πραγματοποιείται εισβολή ενός είδους σε ένα οικοσύστημα, υπάρχει περίπτωση να μεταφερθούν και οι ξενιστές τους στο νέο οικοσύστημα. Εξαιτίας διάφορων παραγόντων, όπως η εξάντληση του είδους από την εισβολή στο οικοσύστημα – αποδέκτη, η απουσία δικών τους θηραμάτων και η μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών, παρατηρείται πολλές φορές η αύξηση του πληθυσμού των ξενιστών πάνω στο είδος –εισβολέα. Σε περίπτωση που τα παράσιτα ευνοηθούν από τις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες, τότε το είδος – εισβολέας γίνεται από θηρευτής, θήραμα. Έτσι είναι πολύ πιθανό να υπάρξει μείωση του πληθυσμού τους ή ακόμη και εξάλειψη τους (Κουφίου, 2005 - Ζερβού,2006).

#### 4.4. Χαρακτηριστικά Στοιχεία των Βιοκοινοτήτων – Αποδεκτών

Οι βιοκοινότητες χαρακτηρίζονται από τις διεργασίες και τις σχέσεις μεταξύ των οργανισμών που αναπτύσσονται μέσα στο σύνολό της. Ο βαθμός του ανταγωνισμού, ο αριθμός των θηρευτών και των θηραμάτων καθώς και οι γενικότερες σχέσεις συμβίωσης όλων των ειδών καθορίζονται από την διαθεσιμότητα των πόρων αλλά και το γεωμορφολογικό περιβάλλον. Ως δεκτικότητα μιας βιοκοινότητας χαρακτηρίζεται ο βαθμός ευκολίας με τον οποίο ένα αλλόχθονο είδος εγκαθίσταται σε αυτήν (Levine et al., 1999). Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει μια βιοκοινότητα έτσι ώστε να θεωρείται δεκτική είναι τα εξής (Ζερβού 2006) :

**α)** Περιορισμένο αριθμό ειδών. Μια βιοκοινότητα για να έχει υψηλό δείκτη δεκτικότητας οφείλει να διαθέτει μικρή βιοποικιλότητα. Το χαρακτηριστικό αυτό βασίζεται στην θεωρία του Elton (1958), σύμφωνα με την οποία όσες βιοκοινότητες έχουν υψηλή βιοποικιλότητα, έχουν χαμηλή δεκτικότητα σε πιθανές εισβολές.

**β)** Έκταση με διάκενα. Σύμφωνα με τον Crawley (1987) οι βιοκοινότητες που έχουν χαμηλή βιοποικιλότητα είναι πιο ευάλωτες σε ενδεχόμενες εισβολές διότι εκεί



υπάρχουν περισσότεροι άδειοι οικολογικοί θώκοι (το σύνολο των βιοτικών και των αβιοτικών συνισταμένων του περιβάλλοντος που χρησιμοποιεί ένας οργανισμός).

**γ)** Κατάληψη μεγάλου χώρου. Σύμφωνα με τους Robinson et al (1995), ο αριθμός των εισβολέων συνδέεται με την έκταση της επιφάνειας της βιοκοινότητας.

**δ)** Περιορισμένο αριθμό εξειδικευμένων εχθρών για την αντιμετώπιση των αλλόχθονων ειδών. Ο Hulme (2000) αναφέρει πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των ειδών που είναι εξειδικευμένα στην αντιμετώπιση των εισβολέων και της δεκτικότητας.

**ε)** Ύπαρξη συχνών διαταραχών. Οι διαταραχές αυτές σχετίζονται με αλλαγές στην θερμοκρασία και στην αλατότητα, με άλλα λόγια στις μεταβολές των φυσικών και χημικών συνιστωσών, καθώς επίσης και με την διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Σε περίπτωση που κάποιος από τους παραπάνω παράγοντες δεν λειτουργεί σε φυσιολογικά επίπεδα, τότε η βιοκοινότητα δεν μπορεί να ανταποκριθεί πλήρως και να αντιμετωπίσει την εισβολή αλλόχθονων ειδών (Burke & Grime, 1996; Huston, 1994).

**στ)** Χαμηλή διαθεσιμότητα πόρων. Όσο φτωχότεροι είναι οι πόροι μιας βιοκοινότητας και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλήρως από τους γηγενείς πληθυσμούς, τόσο ευκολότερη γίνεται η εισβολή των ξενικών ειδών (Levine et al., 2002).

**ζ)** Ενεργή ανθρώπινη δραστηριότητα. Όταν σε μια βιοκοινότητα υπάρχουν εμφανή σημάδια ανθρώπινης παρέμβασης, τότε η εισβολή των ξενικών ειδών είναι πολύ πιο εύκολη.

**η)** Απουσία όμοιων βιολογικών και οικολογικών χαρακτηριστικών μεταξύ των ξενικών και των ενδογενών ειδών. Σύμφωνα με τον Symstad (2000), όταν δυο είδη διαθέτουν παρόμοια χαρακτηριστικά, τότε υφίσταται μεγαλύτερος ανταγωνισμός μεταξύ τους. Η βιοκοινότητα μάλιστα μπορεί να αποκρούσει το αλλόχθονο είδος, ακόμα και αν είναι πολύ δυνατός ανταγωνιστής, διότι είναι αναπτυγμένη η ικανότητα της προσαρμογής στο συγκεκριμένο οικότοπο.

#### 4.5. Στάδια της βιολογικής εισβολής

Όπως έχει ήδη αποσαφηνιστεί, ο λόγος για τον οποίο πραγματοποιείται μια βιολογική εισβολή είναι η εγκατάσταση, η διατήρηση και η εξάπλωση των αλλόχθονων ειδών στην καινούργια βιοκοινότητα. Είναι επομένως πιθανό να μην στεφθεί από επιτυχία μια εισβολή, είτε αυτή προέρχεται από ανθρωπογενή αίτια, είτε από φυσικά. Έτσι, στην μελέτη των βιολογικών εισβολών δεν εντάσσονται μόνο τα παραδείγματα που εγκαταστάθηκαν και αναπαράχθηκαν σε νέες βιοκοινότητες (established species), αλλά και τα είδη που δεν κατάφεραν να ενσωματωθούν και ύστερα από μια σύντομη πορεία, εξαφανίστηκαν (alien species). Μια επιτυχημένη εισβολή ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα που σχετίζονται με την λογική πορεία μιας οικολογικής διαδικασίας. Τα στάδια αυτά είναι τέσσερα και για την μετάβαση από το ένα στο άλλο, απαιτείται η πλήρης επιτυχία σε κάθε προηγούμενο βήμα. Έτσι, σύμφωνα με την Williamson (1996) τα βήματα που ακολουθούνται κατά την διάρκεια μιας βιολογικής εισβολής είναι:

**1<sup>ο</sup> Βήμα : Εισαγωγή**

**2<sup>ο</sup> Βήμα : Εγκατάσταση**

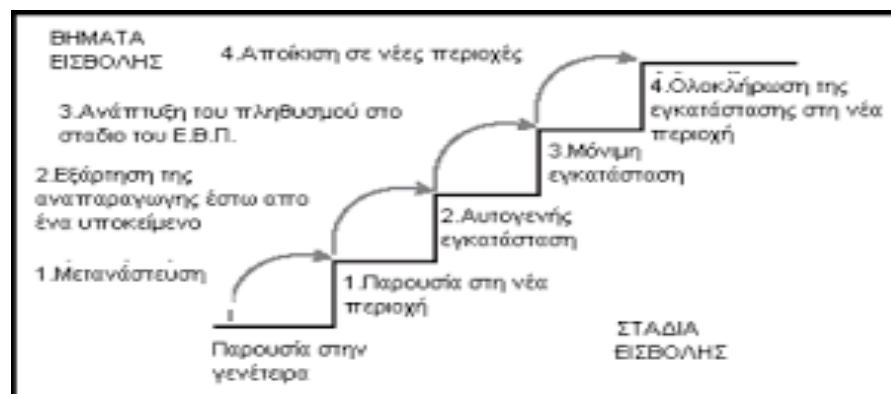
**3<sup>ο</sup> Βήμα : Εγκλιματισμός**

**4<sup>ο</sup> Βήμα : Διασπορά του είδους.**

Τα στάδια αυτά παρουσιάζονται και στον Πίνακα 4.3.

#### **Πίνακας 4.3: Στάδια Βιολογικής Εισβολής**

Πηγή: hellanicus.aegean.gr



\*Ε.Β.Π. , ελάχιστος βιώσιμος πληθυσμός

Σύμφωνα με τον Vermeij (1996) και τον Williamson (1996), η εισαγωγή αναφέρεται στην διασπορά ενός είδους στην βιοκοινότητα που τον αποδέχεται. Η εγκατάσταση σχετίζεται με την επιτυχία της εισβολής, καθώς από αυτήν θα εξαρτηθεί αν ο πληθυσμός θα καταφέρει να αναπαραχθεί και να διατηρηθεί. Το τρίτο στάδιο το οποίο είναι ο εγκλιματισμός αναφέρεται στην μεταβολή που πραγματοποιείται στους οικολογικούς συνδέσμους της βιοκοινότητας που αποδέχεται το είδος. Τέλος, η διασπορά του είδους ταυτίζεται με την διασπορά των γηγενών πληθυσμών.

Σύμφωνα με τον Radosевич(2003) τα στάδια μιας βιολογικής εισβολής είναι η εισαγωγή(introduction), η αποίκιση(colonization) και ο εγκλιματισμός (naturalization). Τέλος, ο Κόκκορης (1999), υποστηρίζει πως τα ενδεχόμενα έκβασης κάθε εισβολής είναι τέσσερα και είναι τα εξής :

1<sup>ο</sup> : Επιτυχής εισβολή: παρατηρείται αύξηση των ειδών της βιοκοινότητας, η βιοποικιλότητα κι η αφθονία των ειδών που προϋπάρχουν μεταβάλλεται.

2<sup>ο</sup> : Επιτυχής εισβολή: ένα ή και περισσότερα είδη εξαλείφονται (συνήθως από αυτά που ήδη προϋπάρχουν), η βιοποικιλότητα κι η αφθονία των ειδών που προϋπάρχουν μεταβάλλεται.

3<sup>ο</sup> : Εισβολή που χαρακτηρίζεται από αποτυχία: η βιοκοινότητα δεν μεταβάλλεται, παραμένει σταθερή.

4<sup>ο</sup> : Εισβολή που χαρακτηρίζεται από αποτυχία: ένα ή και περισσότερα είδη εξαλείφονται, ενώ η αφθονία των ειδών που προϋπάρχουν μεταβάλλεται.

Έκτος από την ποιοτική ερμηνεία των σταδίων του Williamson (1996), υπήρξε και ποσοτική ερμηνεία που βασίστηκε κυρίως στον κανόνα του 10% (ten's rule). Σύμφωνα με αυτόν, μέσα από κάθε μαζική εισβολή οργανισμών σε μια βιοκοινότητα – αποδέκτη, υπάρχει μόνο ένα 10% ποσοστό επιτυχίας της, δηλαδή εγκατάσταση και αναπαραγωγή. Πιο συγκεκριμένα, αν γίνει εισαγωγή 1000 ειδών, τα 100 από αυτά θα διαφύγουν στην φύση. Από αυτά τα 100 είδη, μόνο τα 10 θα

επιτύχουν την εγκατάσταση και την εξάπλωση του είδους τους και τα υπόλοιπα είναι πολύ πιθανό να εξαφανιστούν. Όπως γίνεται επίσης αντιληπτό, 1 από τα 10 αλλόχθονα είδη που κατάφεραν να επιτύχουν στην εισβολή, αποτελεί ζιζάνιο (Κόκκορης, 1999). Έτσι γίνεται αντιληπτός ο βαθμός δυσκολίας μιας επιτυχούς εισβολής ξενικών ειδών σε μια καινούργια βιοκοινότητα.

#### 4.6 Αλλόχθονα είδη και περιπτώσεις οικολογικής καταστροφής

Όπως έχει αναφερθεί, αλλόχθονα είδη αποτελούν υδρόβιοι οργανισμοί και μικροοργανισμοί όπως είναι οι γόνιμοι ψαριών, φύκη, βακτήρια, μικρά βενθικά ασπόνδυλα είδη, φυτοπλαγκτόν, ιοί κ.ά. Λόγω των αφιλόξενων συνθηκών στο περιβάλλον των δεξαμενών τα αλλόχθονα εισαχθέντα είδη δεν καταφέρουν να επιβιώσουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους μέχρι το τέλος του ταξιδιού. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι εισβολείς επιβιώνουν και απλά συνυπάρχουν με το τοπικό οικοσύστημα στο οποίο αποβάλλονται χωρίς να δημιουργούνται αρνητικές συνέπειες. Όμως ορισμένα είδη που είναι ικανά/ανθεκτικά, υπό τις κατάλληλες συνθήκες (κατάλληλη θερμοκρασία, απουσία φυσικών αμυνών του οικοσυστήματος) επιβιώνουν και δρουν ανταγωνιστικά προς τα αυτόχθονα είδη του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Παρακάτω θα αναφερθούν τα πιο συνήθη χωροκατακτητικά είδη (IAS-Invasive Alien Species) που έχουν καταγραφεί παγκοσμίως:

#### ❖ Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*)

Ένα εξωτικό, επεμβατικό είδος, τα Μύδια Zebra εγγενές της Ανατολικής Ευρώπης(Μαύρη, Κασπία, Αράλη) εντοπίστηκαν για πρώτη φορά στη Βόρεια Αμερική στα μέσα της δεκαετίας του 1980 όπου και εξαπλώθηκαν σχετικά γρήγορα. Πιθανολογείται ότι η είσοδος τους στη Βόρεια Αμερική ήταν τυχαία και μάλλον οφείλεται στη μεταφορά τους μέσα σε νερό έρματος πλοίων ή σε αλυσίδες και άγκυρες πλοίων. Τώρα βρίσκονται στη λεκάνη των Μεγάλων Λιμνών στις ΗΠΑ, στον ποταμό Hudson και πολλούς άλλους ανατολικούς ποταμούς της Βόρειας Αμερικής. Ο μέσος όρος ζωής τους είναι δύο έως πέντε χρόνια και η αναπαραγωγή τους αυξάνεται με γρήγορο ρυθμό από το δεύτερο έτος ζωής τους. Επίσης, μπορούν να επιβιώσουν εκτός νερού μέχρι και μερικές εβδομάδες εάν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή. Η εξέταση του μιτοχονδριακού DNA δείχνει ότι οι πληθυσμοί τόσο στη Βόρεια Αμερική όσο και στην Ευρώπη προέρχονταν από την περιοχή του Πόντου και της Κασπίας Θάλασσας. Ένας σημαντικός οικολογικός αντίκτυπος της εισβολής των μυδιών Zebra στη Βόρεια Αμερική ήταν η παρακμή και η τοπική εξαφάνιση των φυσικών ειδών μυδιών. Στο Βερμόντ, έχουν σχεδόν εξαφανίσει τους ιθαγενείς πληθυσμούς μυδιών στη λίμνη Champlain. (Globallast, 2017). Το συγκεκριμένο είδος μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα ρύπανσης στις θαλάσσιες υποδομές ,στη γάστρα του πλοίου και να φράξει τις σωλήνες υδροληψίας. Το εκτιμώμενο κόστος αντιμετώπισης μπορεί να φθάσει το 1 δισεκατομμύριο δολάρια ΗΠΑ ανά δεκαετία (GloBallast, 2010).

#### **Εικόνα 4.1: Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*)**

Πηγή: <http://val.vtecostudies.org/>



### ❖ North American comb jelly (*Mnemiopsis leidyi*)

Το *Mnemiopsis leidyi* είναι ενδημικό στις ανατολικές ακτές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής και προτιμά τους παράκτιους οικοτόπους αλμυρού νερού σε κόλπους και εκβολές ποταμών. Είναι ανεκτικό για ένα ευρύ φάσμα αλατότητας, θερμοκρασίας και ποιότητας των υδάτων. Συχνά συναντάται σε υφάλμυρα νερά με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο και υψηλή ρύπανση. Φαίνεται να προτιμά τα επιφανειακά νερά κοντά στην ακτή, όμως σε περιόδους άσχημων καιρικών φαινομένων στη θάλασσα συναντάται και σε βαθύτερα νερά. Θεωρείται ως το πιο μελετημένο γένος κτενοφόρου στον κόσμο τόσο λόγω της αφθονίας όσο και της ταχείας ανάπτυξης και εξάπλωσής του. Επιπλέον, ως αναπαραγόμενο είδος είναι εφικτό από μόνο ένα δείγμα να ξεκινήσει ένας καινούριος μη γηγενής πληθυσμός. (<http://www.aquariumofpacific.org>).

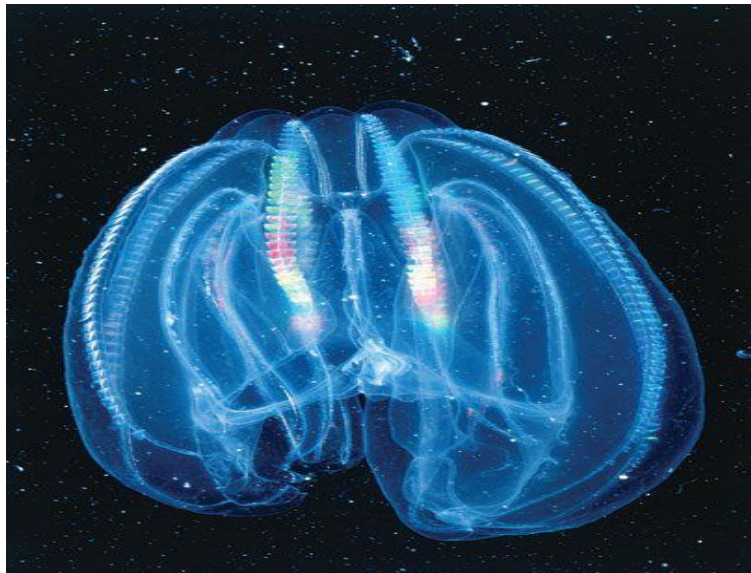
Το νερό έρματος των πλοίων εισήγαγε ακούσια το *Mnemiopsis leidyi* στη Μαύρη Θάλασσα και τις παρακείμενες θάλασσες το 1982, όπου εξαπλώθηκε σε άλλες περιοχές και έγινε ένα σημαντικό χωροκατακτητικό είδος. Το 1999 εμφανίστηκε στην Κασπία Θάλασσα, το 2006 στα ύδατα της δυτικής ακτής της Σουηδίας και της νότιας Βαλτικής Θάλασσας και το 2007 στη βόρεια Βαλτική Θάλασσα (όπου κατέστρεψε την αλιεία γαύρου). Το κτενοφόρο αυτό αναφέρεται από το Global Invasive Species Program ως ένα από τα 100 πιο επικίνδυνα αλλόχθονα είδη του παγκοσμίως.

Αποτελεί ένα ένα άγριο σαρκοφάγο και μεγάλο θηρευτή ζωοπλαγκτού και μπορεί να καταναλώσει έως και δέκα φορές το βάρος του την ημέρα. Η τροφή του περιλαμβάνει ζωοπλαγκτόν, συμπεριλαμβανομένων των αυγών και των προνυμφών ιθαγενών ψαριών και ασπόνδυλων, των νεαρών ψαριών, μεδουσών και άλλων κτενοφόρων. Εάν η προσφορά τροφίμων είναι περιορισμένη, έχει τη δυνατότητα να μειώσει το φυσικό του μέγεθος και ως εκ τούτου να μειώσει την ανάγκη σε τρόφιμα μέχρι το σημείο που μπορεί να επιβιώσει έως τρεις εβδομάδες με περιορισμένη πρόσληψη τροφής.

Οι πιο πρόσφατες εισαγωγές σε άλλα μέρη της Ευρώπης προκάλεσαν σοβαρές δυσχέρειες στην τοπική αλιεία. Μεγάλοι ανεξέλεγκτοι πληθυσμοί μειώνουν σημαντικά τον όγκο των αυγών και των προνυμφών των ψαριών και επίσης μειώνουν και άλλα πλαγκτονικά είδη που απαιτούν αυτά τα αναπτυσσόμενα ζώα για τροφή, με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί ψαριών και δελφινιών να έχουν μειωθεί δραματικά. Η προκύπτουσα απώλεια των συγκομιζόμενων ψαριών προκάλεσε σοβαρή μείωση της αλιευτικής βιομηχανίας. Η απώλεια εισοδήματος που οφείλεται σε αυτό το είδος από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, εκτιμάται ότι ξεπερνά τα 300 εκατομμύρια δολάρια (GloBallast, 2010).

**Εικόνα 4.2: North American comb jelly (*Mnemiopsis leidyi*)**

Πηγή: <http://www.aquariumofpacific.org>



❖ **North Pacific Seastar (*Asterias amurensis*)**

Το είδος *asterias amurensis* αποκαλείται και αστερίας του Βορείου Ειρηνικού ή κοινός αστερίας της Ιαπωνίας. Αποτελεί εγγενές είδος του Βορείου Ειρηνικού και των περιοχών που περιβάλλουν την Ιαπωνία, την ανατολική Ρωσία, τη βόρεια Κίνα και την Κορέα. Στις αρχές του 1980, ο *asterias amurensis* εισέβαλλε στα θαλάσσια ύδατα της νοτιοανατολικής Αυστραλίας και Τασμανίας. Το λιμάνι της Μελβούρνης είναι το μεγαλύτερο λιμάνι υποδοχής εμπορευματοκιβωτίων της Αυστραλίας όπου

δεχόταν πολλά πλοία από την Άπω Ανατολή, επομένως πιθανότατα ο αστερίας να εισήχθη στα τοπικά ύδατα μεταφερόμενος στο θαλάσσιο έρμα των πλοίων .

Μπορεί να ζήσει σε περιβάλλον με ευρύ φάσμα θερμοκρασίας και αλατότητας καθώς προσαρμόζεται εύκολα στο εκάστοτε τοπικό οικοσύστημα. Συχνά συναντάται σε ρηγά ύδατα προστατευόμενων ακτών, λάσπη, άμμο και όχι σε ύφαλους ή περιοχές με υψηλά κύματα. Η περίοδος αναπαραγωγής του είναι μεταξύ Ιουλίου και Οκτωβρίου όπου το θηλυκό γένος είναι ικανό να φέρει έως και 20 εκατομμύρια αυγά, τα οποία εκκολάπτονται και ζουν ως προνύμφες μέχρι 180 ημέρες(GloBallast, 2010).

Τρέφεται με μαλάκια, αυγά, καβούρια, καρκινοειδή, σκουλήκια, εχινόδερμα, αχινούς και άλλους αστερίες (<https://www.cabi.org>). Επιπλέον, έχει συνδεθεί με τη μείωση του απειλούμενου είδους *Brachionichthys hirsutus* στην Τασμανία αφού τρέφεται με τα αυγά του ψαριού και τα ασκίδια τα οποία χρησιμοποιεί το ψάρι για την αναπαραγωγή του(Λάου,2017).

**Εικόνα 4.3: North Pacific Seastar (*Asterias amurensis*)**

Πηγή: <http://www.oceanwideimages.com>





#### ❖ **European green crab (*Carcinus maenas*)**

Το *carcinus maenas* είναι εγγενές στην Ευρωπαϊκή ακτή από την πλευρά του Ατλαντικού και της Βαλτική Θάλασσας και είναι ανεκτικό σε ευρύ φάσμα αλατότητας, θερμοκρασίας νερού και τύπου οικοτόπων. Το χρώμα του μπορεί να ποικίλλει από κοκκινωπό σε πράσινο σκούρο και το κέλυφος του δεν ξεπερνά τις 4 ίντσες. Τρέφεται με σαλιγκάρια, μαλάκια, μικρά στρείδια, μικρότερα καβούρια και μύδια. Ανταγωνίζεται τα γηγενή καβούρια στην αναζήτηση τροφής και διαταράσσει την ισορροπία μεταξύ των ειδών στο θαλάσσιο οικοσύστημα. Θεωρείται ένα από τα πιο επικίνδυνα χωροκατακτητικά είδη αφού οι διατροφικές του συνήθειες και η ανοχή σε μια ευρεία ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών του επέτρεψαν να καταλάβει πολλές παράκτιες κοινότητες, συμπεριλαμβανομένης της Νότιας Αφρικής, της Αυστραλίας, της Ιαπωνίας και των δύο ακτών της Βόρειας Αμερικής. Οι πιθανές οδοί διάδοσης περιλαμβάνουν τη μεταφορά προνυμφών μέσω ωκεάνιων ρευμάτων, την ανταλλαγή υδάτινου έρματος και τη μεταφορά οστρακοειδών ή εξοπλισμού υδατοκαλλιέργειας (<https://wdfw.wa.gov/>).

#### **Εικόνα 4.4: European green crab (*Carcinus maenas*)**

Πηγή: <https://www.vichighmarine.ca/>



#### ❖ **Asian Kelp (*Undaria pinnatifida*)**

Το *Undaria pinnatifida* αποτελεί βρώσιμο είδος φυκιού που συνήθως χρησιμοποιείται στην ιαπωνική και κορεάτικη κουζίνα. Επιπλέον, τα είδη του καλλιεργούνται για εμπορικούς σκοπούς όπως είναι η υδατοκαλλιέργεια, η κτηνοτροφία, τα λιπάσματα, τα φαρμακευτικά σκευάσματα κ.ά. (César Peteiro et al,2016). Παρόλο που είναι εγγενές σε στις κρύες παράκτιες περιοχές της Ιαπωνίας, της Κορέας και της Κίνας έχει αποικίσει στη Γαλλία, Μεγάλη Βρετανία, Ισπανία, Ιταλία, Αργεντινή, Αυστραλία, Μεξικό και στις ΗΠΑ, όπου βρίσκονται σε εξέλιξη αυστηρά μέτρα για την απομάκρυνση του φυτού από τα λιμάνια της δυτικής ακτής. Μέσω του θαλάσσιου έρματος είναι πιθανό να μεταφερθούν διάφοροι τύποι και στάδια του είδους. Είναι δύσκολο να αποφευχθεί η εξάπλωση του δεδομένου ότι εξαπλώνεται ταχέως τόσο με φυσικό τρόπο όσο και με τη διασπορά των σπόρων (Cameron & Luckens, 1987). Οι αρνητικές συνέπειες του συγκεκριμένου είδους στο περιβάλλον που αποικεί επεκτείνονται σε εκτοπισμό της φυσικής άλγης, σε μεταβολή του οικοτόπου και της τροφικής αλυσίδας.

#### **Εικόνα 4.5: Asian Kelp (*Undaria pinnatifida*)**

Πηγή: <https://baynature.org>



#### ❖ Cholera (*Vibrio cholera*)

Το νερό σε πολλά λιμάνια ανά τον κόσμο αφορά πρωταρχικό έδαφος αναπαραγωγής για βακτήρια χολέρας, ειδικά σε χώρες όπου η υγιεινή είναι κακή και το νερό έχει μολυνθεί σε μεγάλο βαθμό με ακατέργαστα λύματα. Το θαλάσσιο περιβάλλον θεωρείται εχθρικό για μικρόβια που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου μικρόβια παραμένουν αδρανή μέχρι να βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες όπου και μετατρέπονται σε λοιμώδεις παράγοντες. Τα βακτήρια αυτά προσκολλώνται στις επιφάνειες, για παράδειγμα στα υδρόβια φυτά και στα κελύφη ζώων. Συνδέοντας τα με μικροσκοπικούς μικροοργανισμούς, τα βακτήρια μπορούν να εισέλθουν στο νερό έρματος και να μεταδοθούν σε νέες περιοχές σε όλο τον κόσμο. Σε περίπτωση κατάποσης σε πόσιμο νερό, τα στελέχη των ομάδων O1 και O139 των βακτηρίων *Vibrio cholera* μπορούν να προκαλέσουν χολέρα στους ανθρώπους (GloBallast, 2010).

Το βακτήριο μεταφέρθηκε μέσω του έρματος φορτηγού πλοίου από τη Λατινική Αμερική στον κόλπο του Μεξικού και έπειτα σε άλλες περιοχές. Επιπλέον, έχουν καταγραφεί περιπτώσεις επιδημίας στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής που πιθανολογείται ότι οφείλονται στην κατανάλωση οστρακόδερμου που είναι γηγενές στον Κόλπο του Μεξικού. Συμπερασματικά, τα ανεπεξέργαστα και ακατάλληλα επεξεργασμένα λύματα περιέχουν παθογόνα που μπορούν να προκαλέσουν επιδημία της νόσου, ως εκ τούτου η επεξεργασία των λυμάτων κρίνεται απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση και εξάλειψη των πιθανών κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία (Tomilola et al, 2014).

#### **Εικόνα 4.6: Cholera (*Vibrio cholera*)**

Πηγή: <http://www.bio-rad.com/>



#### ❖ Cladoceran water flea (*Cercopagis pengoi*)

Το είδος *cercopagis pengoi* είναι εγγενές στη Μαύρη, Κασπία, Αζοφική και Αράλη Θάλασσα στην Ευρώπη και την Ασία, αλλά υπήρξαν επίσης καταγραφές στην Ευρώπη στη Βαλτική Θάλασσα. Αυτό οδήγησε τις αμερικανικές και канаδικές αρχές να ανησυχούν όλο και περισσότερο για την εξάπλωσή του εντός των λιμνών και των πλωτών οδών της Βόρειας Αμερικής. Το είδος έχει ήδη εδραιωθεί στη λίμνη Οντάριο και σε κάποιες από Μεγάλες Λίμνες , μεταφερόμενο από την κίνηση των σκαφών αναψυχής και από το νερό έρματος.

Η διάρκεια ζωής του είναι από μερικές ημέρες έως μία εβδομάδα και μπορεί να επιβιώσει σε γλυκά νερά και υφάλμυρες λίμνες. Η διαφορά του από άλλα ζωοπλαγκτόν είναι ότι δεν τρέφεται με άλγη αλλά με άλλα ζωοπλαγκτόν. Λόγω του υψηλού ποσοστού αναπαραγωγής εξαπλώνεται σχετικά εύκολα σε μεγάλο πληθυσμό και σε γρήγορο χρονικό διάστημα. Παρά το μικρό του μέγεθος μπορεί να επιφέρει αλλαγές στο τοπικό οικοσύστημα αφού τρέφεται μόνο με ζωοπλαγκτόν, τροφή που αποτελεί κύρια πηγή θρέψης για τα νεαρά ψάρια.

#### Εικόνα 4.7: Cladoceran water flea (*Cercopagis pengoi*)

Πηγή: <https://nsf.gov>



#### ❖ Chinese Mitten crab (*Eriocheir sinensis*)

Το *Eriocheir sinensis* είναι εγγενές σε ποτάμια και σε εκβολές ποταμών στην περιοχή της Κίνας και της Κορέας, εξού και η ονομασία του. Η περίοδος αναπαραγωγής τους είναι κατά το τέλος Φθινοπώρου και το Χειμώνα, όπου κάθε θηλυκό καβούρι μπορεί να φέρει από 250.000 έως 1 εκατομμύριο αυγά που εκκολάπτονται σε υφάλμυρα και θαλάσσια νερά. Οι αποστάσεις μετανάστευσης μπορεί να είναι τεράστιες - έχουν βρεθεί παρόμοια είδη σε απόσταση 800 μιλίων μακριά από τον Yang-tze (GloBallast, 2010). Έχει καταγραφεί η παρουσία του στον ποταμό Clyde στη Σκωτία, στον ποταμό Thames στο Λονδίνο και στην περιοχή των Μεγάλων Λιμνών στις ΗΠΑ. Το *Eriocheir sinensis* τρέφεται με φύκια, αυγά ψαριών και με μια μεγάλη ποικιλία ασπόνδυλων ειδών. Η εισβολή του σε νέο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει μείωση των πληθυσμών των ιθαγενών που καταναλώνει. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία καθώς είναι πιθανό να μεταφέρει ασθένειες που μπορούν να βλάψουν τον άνθρωπο.

#### Εικόνα 4.8: Chinese Mitten crab (*Eriocheir sinensis*)

Πηγή: <http://www.rimeis.org/>



## ❖ Toxic algae

Υπάρχουν παγκοσμίως περισσότερα από 5.000 είδη θαλάσσιων μικροφυκών ή είδη πλαγκτόν όμως μόνο το 2% περίπου είναι γνωστό ότι είναι επιβλαβή ή τοξικά και μπορούν να δημιουργήσουν τοξικές εκρήξεις άλγης (HAB- Harmful algal blooms). Η άλγη αποτελείται από φυτικούς μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στο υδάτινο περιβάλλον. Η τοξική άλγη εμφανίζεται όταν οι αποικίες των απλών φυτών που ζουν στη θάλασσα και στο γλυκό νερό αναπτύσσονται εκτός ελέγχου και παράγουν τοξικές ή επιβλαβείς επιδράσεις σε ανθρώπους, ψάρια, οστρακοειδή, θαλάσσια θηλαστικά και πουλιά. Πολλά είδη τοξικής άλγης έχουν μεταφερθεί μέσα στις δεξαμενές έρματος. Ο πολλαπλασιασμός μικροβίων στα ύδατα μπορεί να μολύνει με τοξίνες το θαλάσσιο περιβάλλον, ακόμα και να προκαλέσει θανάτωση ψαριών και θαλάσσιων ειδών. Η τοξική άλγη εκτός από τις συνέπειες που έχει για το περιβάλλον επηρεάζει και την ανθρώπινη υγεία. Όταν μολυνθεί μία παράκτια περιοχή, συσσωρεύονται τοξίνες στα οστρακοειδή και τα ψάρια τα οποία μπορεί να απειλήσουν την υγεία των κατοίκων της περιοχής όταν καταναλώσουν μολυσμένα θαλασσινά.

### Εικόνα 4.9: Toxic algae

Πηγή: <https://www.niehs.nih.gov>



#### ❖ Round goby (*Neogobius melanostomus*)

Το *neogobius melanostomus* αποτελεί είδος ψαριού που ζει σε θαλάσσια και υφάλμυρα νερά και έχει μεγάλη ανεκτικότητα στην αλατότητα και στη θερμοκρασία του νερού. Τα ψάρια αυτά είναι ιθαγενή στις πλωτές οδούς της κεντρικής Ευρασίας και της Μαύρης Θάλασσας, αλλά έχουν δημιουργήσει μεγάλους μη-ιθαγενείς πληθυσμούς στη Βαλτική Θάλασσα, στις λεκάνες του ποταμού Δούναβη και Ρήνου και τις Μεγάλες Λίμνες των ΗΠΑ. Πιθανολογείται ότι έχει μεταφερθεί σε αυτές τις περιοχές μέσω του θαλάσσιου έρματος. Το είδος αυτό αποτελεί προσαρμοσμένο είδος που σε συνδυασμό με τη δυνατότητα του να αναπαράγεται πολλές φορές ανά εποχή το καθιστά ικανό να εγκατασταθεί σε νέο περιβάλλον. Ανταγωνίζεται τα γηγενή ψάρια σε τροφή (όπως μύδια, σαλιγκάρια, αυγά ψαριών κ.ά.) και αναζήτηση καταφυγίου. Επιπλέον, μπορούν να προκαλέσουν μείωση ιθαγενών ψαριών καθώς το *N. melanostomus* τρώει τα αυγά τους και νεαρά ψάρια (GloBallast, 2010).

#### Εικόνα 4.10: Round goby (*Neogobius melanostomus*)

Πηγή: <https://phys.org>



## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Χαρακτηριστικά Μεσογείου και επιπτώσεις από τις βιο-εισβολές

---

### 5.1 Μεσόγειος Θάλασσα και τα φυσικά χαρακτηριστικά της

Η Μεσόγειος θάλασσα βρίσκεται ανάμεσα στα γεωγραφικά όρια τριών ηπείρων : της Αφρικής, της Ευρώπης και της Ασίας. Το όνομά της προέρχεται από τους Λατίνους και συγκεκριμένα από τον Σολίνο που την χαρακτήρισε ως «Mare Mediterraneum», δηλαδή θάλασσα ανάμεσα σε δύο ηπείρους. Οι αρχαίοι Έλληνες έδιναν περιφραστικούς χαρακτηρισμούς, για παράδειγμα, η έξω από τις Ηράκλειες στήλες θάλασσα ή γνωστότερα, η έσω θάλασσα από τις εν λόγω στήλες. Ένας αρκετά γνωστός όρος που είχε δοθεί από τους Ρωμαίους ήταν ο «Mare Nostrum» (η ημέτερη θάλασσα). Ιστορικά, η Μεσόγειος θάλασσα είναι ο πρώτος γραφικά καθορισμένος θαλάσσιος χώρος της Γης (Τάγαρης, 1974).

Εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης, η Μεσόγειος υπήρξε από την αρχαιότητα ακόμη, ένα πολύ σπουδαίο ταξιδιωτικό και εμπορικό πέρασμα, ενώ στην ευρύτερη της περιοχή αναπτύχθηκαν αρκετοί σημαντικοί πολιτισμοί. Ήταν ο πρώτος θαλάσσιος χώρος που κατακτήθηκε από τους ανθρώπους. Μετά την εποχή των Μεγάλων Ανακαλύψεων, η Μεσόγειος έπαψε να αποτελεί την κυριότερη δίοδο επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων εθνών. Αργότερα, με την διάνοιξη της Διώρυγας του Σουέζ, η Μεσόγειος απέκτησε ένα ισχυρό πλεονέκτημα, όμως δεν ήταν πλέον το λίκνο των πολιτισμών.

Η Μεσόγειος αποτελεί μια θαλάσσια λεκάνη, όπου στα δυτικά συνδέεται με τον Ατλαντικό Ωκεανό μέσω του Γιβραλτάρ και στα ανατολικά μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Πρόκειται για την μεγαλύτερη κλειστή θάλασσα του πλανήτη, ενώ η μορφολογία της την κάνει να μοιάζει με λίμνη (Τάγαρης, 1974). Η επιφάνειά της είναι περίπου 2.505.000km<sup>2</sup>, ενώ οι διαστάσεις της 3.800km από Ανατολή μέχρι Δύση και 900km από Βορρά μέχρι Νότο. Το μέσο βάθος της Μεσογείου είναι



1.429m και το βαθύτερο σημείο της είναι το «φρέαρ των Οινουσσών» στο Ιόνιο Πέλαγος, κοντά στα Κύθηρα που αγγίζει τα 5.120m (Κουφίου, 2005).



**Εικόνα 5.1: Χάρτης της Μεσογείου.**

Πριν από την κατασκευή της Διώρυγας του Σουέζ, η Μεσόγειος ήταν αρκετά απομονωμένη και δεν υπήρχαν δίοδοι επικοινωνίας. Η μοναδική θαλάσσια διασύνδεση ήταν από Δυτικά, με τον Ατλαντικό Ωκεανό μέσω του πορθμού του Γιβραλτάρ, με μήκος 17km (από το Βορειοανατολικό άκρο της Βόρειας Αφρικής μέχρι το Νοτιοδυτικό άκρο της Ιβηρικής Χερσονήσου) και βάθος περίπου 350m. Επίσης, υπήρχε και μια μικρή διασύνδεση με την Θάλασσα του Μαρμαρά μέσω των στενών των Δαρδανελίων. Η διώρυγα του Σουέζ, το 1869, δημιούργησε ακόμη μια δίοδο επικοινωνίας με την Ερυθρά Θάλασσα και την Μεσόγειο.

Η λεκάνη της Μεσογείου περιλαμβάνει κάποιες επιμέρους λεκάνες με διάφορα βάθη και διαχωρίζονται μεταξύ τους μέσω γεωμορφολογικών ανυψώσεων(sill). Οι ανυψώσεις αυτές είναι κατά κύριο λόγο οι εξής (Κουφίου,2005) :

- Το Γιβραλτάρ που χωρίζει τη Μεσόγειο και τον Ατλαντικό Ωκεανό.
- Η Μαύρη Θάλασσα με το Αιγαίο Πέλαγος.
- Η Αδριατική θάλασσα με την Ανατολική Μεσόγειο.
- Η Μάλτα που διαχωρίζει την Ανατολική με την Δυτική Μεσόγειο.

Η μορφολογία της Μεσογείου είναι κατά βάση ηπειρωτική, ενώ περιέχει μεγάλο αριθμό περιοχών με αρκετά μεγάλο μήκος υφαλοκρηπίδας, όπως είναι για παράδειγμα η Τυνησία και η Καταλονία. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα βαθιά νερά της θάλασσας δεν έρχονται σε άμεση επαφή με την παράκτια ζώνη και δημιουργούνται έτσι ομαλές ακτές. Επιπλέον, η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα της Μεσογείου καταλαμβάνει μεγάλο μέρος, δηλαδή περί το 17%, αν αναλογιστεί κανείς πως η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα των Ωκεανών είναι περίπου το 7,6% της συνολικής τους επιφάνειας.

Εκτός από τις ανυψώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός στενών και κόλπων που έχει συμβάλλει σημαντικά στην γεωμορφολογία της Μεσογείου. Κάποια από τα σημαντικότερα είναι :

- Το στενό του Σουέζ, που συνδέεται με τον Ινδικό Ωκεανό.
- Το στενό του Γιβραλτάρ ,που συνδέεται με τον Ατλαντικό Ωκεανό.
- Το στενό της Μεσσήνης που βρίσκεται ανάμεσα στην Σικελία και την υπόλοιπη ηπειρωτική Ιταλία.
- Ο κόλπος Γένουας, που βρίσκεται δυτικά της Ιταλίας.
- Ο Ισσικός κόλπος, που βρίσκεται νότια της Τουρκίας.
- Ο κόλπος Λέοντος, που βρίσκεται νότια της Γαλλίας.
- Ο κόλπος Παμφίλιος κόλπος, που βρίσκεται νότιο – δυτικά της Τουρκίας.
- Ο κόλπος της Βαλένθια, που βρίσκεται ανατολικά της Ισπανίας.
- Ο κόλπος του Θερμαϊκού, που βρίσκεται βόρειο – δυτικά της Ελλάδας.
- Ο κόλπος Τάραντος, που βρίσκεται νότιο – ανατολικά της Ιταλίας.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως η Μεσόγειος περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό νησιών που συντελούν και αυτά στην ιδιομορφία της. Μερικά από τα μεγαλύτερα νησιά της είναι (Ζερβού,2006):

- Σικελία, που ανήκει στην Ιταλία.
- Μάλτα, που βρίσκεται κεντρικά της Μεσογείου.
- Σαρδηνία και Κορσική, που βρίσκονται στην Ιταλία.
- Βαlearίδες νήσοι, δηλαδή Μαγιόρκα, Ίμπιζα, Μινόρκα, Φορμεντέρα που βρίσκονται νότια της Ισπανίας.
- Κύπρος που βρίσκεται στα ανατολικά της Μεσογείου.
- Ρόδος, Λέσβος, Κρήτη και Εύβοια που ανήκουν στην Ελλάδα και βρίσκονται στα ανατολικά της Μεσογείου.

Τέλος, οι χώρες που βρέχονται από την Μεσόγειο είναι:

Από την Ευρώπη : Κύπρος, Ελλάδα, Αλβανία, Κροατία, Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία.

Από την Αφρική : Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία, Λιβύη, Αίγυπτος.

Από την Ασία : Ισραήλ, Λίβανος, Συρία, Τουρκία.

## 5.2 Τα αβιοτικά γνωρίσματα της Μεσογείου

### **α) Το κλίμα**

Το κλίμα της Μεσογείου ή αλλιώς όπως ονομάζεται «το Μεσογειακό κλίμα», χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια. Από την μία, οι ανατολικές και οι νότιες περιοχές είναι αρκετά ζεστές και έχουν ξηρό κλίμα. Από την άλλη, οι βόρειες και δυτικές περιοχές χαρακτηρίζονται από μεγάλη υγρασία και έχουν εύκρατο κλίμα.

Στην ανατολική και τη δυτική λεκάνη της Μεσογείου, που είναι και οι δύο κύριες λεκάνες της, παρατηρείται το εξής φαινόμενο: οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια της είναι συνήθως διαφορετικές. Έτσι, ενώ για παράδειγμα, η ετήσια μέση θερμοκρασία της Βόρειας Αδριατικής Θάλασσας κυμαίνεται περίπου στους 14°C, στις ακτές του Ισραήλ είναι μέχρι και έως 21°C. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην γεωγραφική θέση των δύο κύριων λεκανών.

### **β) Τα θρεπτικά συστατικά της Μεσογείου**

Παρόλο που η Μεσόγειος Θάλασσα θεωρείται ως μια θαλάσσια περιοχή με αρκετό οξυγόνο, δε διαθέτει μεγάλο απόθεμα θρεπτικών συστατικών. Ειδικότερα, η Μεσόγειος χαρακτηρίζεται ως μια από τις πιο φτωχές περιοχές του πλανήτη σε θρεπτικά συστατικά, εξαιρουμένων μόνο κάποιων συγκεκριμένων περιοχών, όπως για παράδειγμα οι εκβολές των ποταμών. Η έλλειψη αφθονίας σε θρεπτικά συστατικά οφείλεται κυρίως στο γεγονός του ότι τα νερά της Μεσογείου προέρχονται από τα περιορισμένα σε θρεπτικά στοιχεία, νερά του Ατλαντικού που απλώς περνούν το στενό του Γιβραλτάρ. Για αυτόν τον λόγο, παρατηρείται και μικρός αριθμός πλαγκτόν στα νερά της Μεσογείου, προσδίδοντας στα νερά της το χαρακτηριστικό μπλε χρώμα και την διαύγεια.

### γ) Διαδικασία Ανανέωσης νερού

Η Μεσόγειος ως μια κλειστή λεκάνη θαλασσινού νερού, ακολουθεί κάποιες συγκεκριμένες διεργασίες τα τελευταία τουλάχιστον περίπου 100 χρόνια μέσω των οποίων δέχεται ποσότητες νερού από το στενό του Γιβραλτάρ. Οι εισροές νερού από το φτωχό σε θρεπτικά συστατικά, αλλά οξυγονωμένο Ατλαντικό Ωκεανό «ανταλλάσσονται» με την μεσογειακή υδάτινη μάζα. Πιο συγκεκριμένα, η είσοδος του ατλαντικού νερού (που δεν περιλαμβάνει αρκετά θρεπτικά συστατικά) γίνεται από τα ανώτερα στρώματα νερού, ενώ η έξοδος του μεσογειακού (μαζί με ένα μεγάλο μέρος των θρεπτικών συστατικών) πραγματοποιείται από τα κατώτερα στρώματα του θαλασσινού νερού, δηλαδή κυρίως κοντά στον πυθμένα. Είναι εντυπωσιακό πως η ετήσια απώλεια θρεπτικών συστατικών στην Μεσόγειο μπορεί να αγγίξει τα 3,11 Mtons.

Η αλατότητα της μεσογειακής υδάτινης μάζας είναι σταθερή και την κατατάσσει ανάμεσα στις 3 αλμυρότερες θάλασσες του πλανήτη, μαζί με τη Νεκρά Θάλασσα και την Ερυθρά Θάλασσα. Παρόλο που η ανταλλαγή των υδάτινων μαζών με τον Ατλαντικό Ωκεανό δεν προσφέρει αφθονία θρεπτικών συστατικών, η Μεσόγειος έχει την ικανότητα να διατηρεί συγκεκριμένες τιμές στις συγκεντρώσεις ιοντικών αλάτων.

Η Θάλασσα της Μεσογείου περιέχει τρεις βασικές κατηγορίες ρευμάτων ή διαφορετικά μάζες νερού (Κουφίου, 2005). Αυτές είναι οι εξής :

- 1)** Το Μεσογειακό Βαθύ Νερό ή τα Ρεύματα Βαθιών Νερών. Η μάζα του νερού βρίσκεται σε βάθος πάνω από 600m και η μίξη του με το δυτικό ή το ανατολικό τμήμα της Μεσογείου είναι δύσκολη, διότι περιορίζεται από το κανάλι της Βορειοανατολικής Τυνησίας και Νοτιοδυτικής Σικελίας.
- 2)** Το Μεσογειακό Ενδιάμεσο Νερό ή τα Ρεύματα Ενδιάμεσου Στρώματος. Η μάζα της υδάτινης αυτής μάζας βρίσκεται περίπου ανάμεσα στα 200m με 600m από την επιφάνεια του νερού. Η πορεία που ακολουθεί είναι προς τα δυτικά, με επιστροφή στον Ατλαντικό Ωκεανό μέσω του στενού του Γιβραλτάρ. Η πυκνότητα της θάλασσας σε αυτό το στρώμα νερού αυξάνεται

κυρίως στο τμήμα της Μεσογείου που βρίσκεται στα νότια της Αδριατικής και βόρεια των Βαλεαρίδων Νήσων, εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας και των ψυχρών ανέμων που πνέουν στην περιοχή.

- 3) Το Μεσογειακό Επιφανειακό Νερό ή τα Ρεύματα Επιφανειακού Στρώματος. Η μάζα του υδάτινου στρώματος αυτού εισάγεται από τα επιφανειακά νερά του Ατλαντικού Ωκεανού και έχει ανατολική κατεύθυνση. Πρόκειται για το στρώμα μεταξύ 0 και 200m από την επιφάνεια της θάλασσας, ενώ η πορεία του εξαρτάται και από την τοπογραφία των παράκτιων ακτών. Η πορεία του, που φτάνει μέχρι το ανατολικότερο σημείο της λεκάνης, επιταχύνεται μέσω των τεσσάρων κυκλώνων – Ιόνιο Πέλαγος, Αδριατική Θάλασσα, Θάλασσα της Λιγυρίας και Θάλασσα των Βαλεαρίδων Νήσων, καθώς και των μεγάλων ποταμών που εκβάλλουν στην Μεσόγειο. Κατά τους χειμερινούς μήνες, πραγματοποιείται βύθιση του επιφανειακού νερού, ενώ του καλοκαιρινούς συμβαίνει το αντίθετο.

### 5.3 Τα Βιοτικά γνωρίσματα της Μεσογείου

#### **α) Καταγωγή και Κατανομή Ειδών**

Η προέλευση της βιοποικιλότητας της Μεσογείου εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις γεωλογικές, υδρολογικές και οικολογικές μεταβολές που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή αυτή εδώ και εκατομμύρια χρόνια. Επομένως, η σύνθεση όλων των ειδών της Μεσογείου είναι πολύπλοκη και αποτελεί έναν συνδυασμό οργανισμών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές. Πιο συγκεκριμένα η καταγωγή των μεσογειακών ειδών κατηγοριοποιείται ως εξής(Κουτσούμπας, 2003) :

- **Είδη Βόρειας καταγωγής (Boreal Species).** Τα είδη αυτά καταλαμβάνουν περίπου το 10 με 15% του συνόλου των ειδών που ζουν στην Μεσόγειο και προέρχονται από τις βόρειες περιοχές του Ατλαντικού. Τα χαρακτηριστικά τους είναι ότι επιβιώνουν καλύτερα σε ψυχρά μέρη.

- **Είδη Ατλαντικού Ωκεανού – Μεσογειακής Θάλασσας (Atlantic – Mediterranean Species).** Αποτελούν την πλειοψηφία των ειδών που κατοικούν σε ολόκληρη τη Μεσόγειο (40% - 45%).
- **Ενδημικά Μεσογειακά Είδη (Mediterranean Endemic Species).** Τα είδη αυτά όπως υποδηλώνει και το όνομά τους δημιουργήθηκαν στην ίδια την λεκάνη της Μεσογείου και αντιστοιχούν σε ένα μεγάλο μέρος των έμβιων οργανισμών που ζουν σε αυτήν (30%-35%).
- **Υποτροπικά Είδη (Sutropical or Senegalian Species).** Τα Υποτροπικά είδη εισήλθαν στην Μεσόγειο από τις υποτροπικές περιοχές του Ατλαντικού Ωκεανού, ενώ το χαρακτηριστικό τους είναι ότι επιβιώνουν καλύτερα σε θερμά μέρη. Βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στην λεκάνη της Μεσογείου (περίπου 1,5% - 3%).
- **Είδη Ινδικού – Ειρηνικού Ωκεανού (Indo – Pacific origin Species).** Πρόκειται για είδη που προέρχονται από τον Ινδικό και τον Ειρηνικό Ωκεανό και η εισαγωγή τους στην Μεσόγειο έγινε μετά την διάνοιξη της Διώρυγας του Σουέζ. Αποτελούν περίπου το 6% με 8% του συνολικού αριθμού των μεσογειακών ειδών.
- **Κοσμοπολίτικα Είδη (Cosmopolitan Species).** Τα είδη αυτά εντοπίζονται σε περισσότερες από δύο ωκεάνιες ακτές και καταλαμβάνουν το 4% με 6% του συνόλου των ειδών.
- **Υπολείμματα της Τηθύος θάλασσας ή Παλαιο- Μεσογειακά Είδη (Tethyan Relicts or Paleo – Mediterranean Species).** Είναι τα είδη που εμφανίζονται σε πολύ περιορισμένο ποσοστό στην Μεσόγειο (0,1% με 0,2%) και δημιουργήθηκαν στην Αρχέγονη Μεσόγειο ή την Τηθύα θάλασσα. Η Τηθύα θάλασσα εκτεινόταν τον παλαιοζωικό αιώνα ανάμεσα στην Αφρικανική και την Ευρασιατική Ήπειρο.

Η Μεσόγειος αποτελεί μια θαλάσσια περιοχή με πλούσια βιοποικιλότητα, καθώς διαθέτει υψηλή αλατότητα, κυκλωνική κίνηση του επιφανειακού νερού, μικρά φαινόμενα παλίρροιας, οξυγόνωση και αρνητικό υδρολογικό ισοζύγιο. Οι μελέτες που πραγματοποιούνται εκεί συνεχώς, αποκαλύπτουν έναν ολοένα και αυξανόμενο αριθμό νέων ειδών, γεγονός που αποδεικνύει την ιδιαιτερότητα της μεσογειακής λεκάνης. Το εύρος της βιοποικιλότητας είναι αρκετά μεγάλο, αν αναλογιστεί κανείς πως ήδη στα νερά της Μεσογείου συναντώνται περίπου 600 είδη ψαριών, και εκατοντάδες άλλα είδη μαλακίων, εχινόδερμων, πολυχαίτων, φυτών, κρουστοφόρων και φυτοπλαγκτονικών οργανισμών.

Σημαντική να αναφερθεί είναι η διαφοροποίηση των ειδών μεταξύ του δυτικού και του ανατολικού μέρους της Μεσογείου, παρόλο που η τελευταία αναγνωρίζεται ως μια ενιαία θαλάσσια περιοχή. Η απόκλιση παρουσιάζεται κυρίως στην κάθετη και οριζόντια κατανομή των ειδών. Συγκεκριμένα, οι δυτικές περιοχές διαθέτουν μεγαλύτερο αριθμό ειδών σε σύγκριση με τις ανατολικές. Το γεγονός αυτό ίσως να οφείλεται στα μεγαλύτερα επίπεδα αλατότητας και θερμοκρασίας που υφίστανται στην Ανατολική Μεσόγειο, καθιστώντας την ως ακατάλληλη επιλογή εγκαθίδρυσης και αναπαραγωγής των ειδών. Η κάθετη κατανομή των ειδών φανερώνει πως τα υποτροπικά και τροπικά είδη επιλέγουν κατά βάση το νότιο τμήμα της Μεσογείου, εξαιτίας της ιδανικής για αυτά θερμοκρασίας, ενώ τα βόρεια είδη προτιμούν τα βορειότερα τμήματα. Γενικότερα, το μόρφωμα κατανομής της βιοποικιλότητας της Μεσογείου παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις.



#### 5.4 Μεσόγειος Θάλασσα και βιολογικές εισβολές

Οι βιολογικές εισβολές που έχουν σημειωθεί σε όλη την Ευρώπη μαρτυρούν πως υπάρχουν 828 νέα θαλάσσια είδη, των οποίων η εισαγωγή έγινε μέσω του έρματος των πλοίων και της υδατοκαλλιέργειας με το συνδυασμό άλλων ανθρωπογενών ή φυσικών μεταβολών που πραγματοποιηθήκαν στο περιβάλλον έως το 2003 (Streftaris et al., 2005).

Πιο συγκεκριμένα, 615 αλλόχθονα είδη εντοπίστηκαν στην λεκάνη της Μεσογείου, ενώ ξενικά είδη παρατηρήθηκαν στην Αρκτική Θάλασσα (13), τη Βόρεια Θάλασσα (141), τη Μαύρη Θάλασσα (42), τον Ατλαντικό Ωκεανό (133) και τη Βαλτική Θάλασσα (80) (Streftaris et al., 2005).

Μια από τις σημαντικότερες αιτίες που οδήγησε στις εισβολές αυτές στην Μεσόγειο ήταν η ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως για παράδειγμα η ναυσιπλοΐα, το εμπόριο, ο τουρισμός (20%), η ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας (11%) καθώς και διάφορες φυσικές ή τεχνητές συνθήκες που δημιουργούσαν κατάλληλες συνθήκες για εγκατάσταση, όπως εκβολές ποταμών, λιμνοθάλασσες, μαρίνες κτλ. (2%) (Galil, 2000). Επιπλέον, ένα μέρος των εισβολέων προήλθε από τον πορθμό του Γιβραλτάρ (6%), ενώ ένα ποσοστό της τάξης του 10% ανήκει σε αιτίες που δεν έχουν μέχρι τώρα αποσαφηνιστεί. Ωστόσο, η μεγαλύτερη βιολογική εισβολή προήλθε από την διάνοιξη της διώρυγας του Σουέζ το 1869, από όπου και εισέβαλαν εκατοντάδες είδη στα νερά της Μεσογείου (52%) καθώς η μετακίνηση αυτή ήταν καθοριστική για την διαμόρφωση της μεσογειακής βιοποικιλότητας (Zibrowius, 1992- Por, 1978).

Τα είδη των οργανισμών που εισέβαλλαν στη Μεσόγειο ήταν ποικίλα. Η πλειοψηφία αυτών ανήκει στην ομάδα εισβολέων, γνωστή ως Ζωοβένθος (Streftaris et al., 2005). Όπως έγινε γνωστό ύστερα από μελέτες, καταγράφηκαν περίπου 600 είδη ψαριών εκ των οποίων τα 90 είχαν προέλευση αρκετά μακρινή από την Μεσόγειο (Golani et al., 2002). Στο ανατολικό τμήμα, εντοπίστηκαν 1800

είδη μαλακίων, από τα οποία τα 143 είναι εξωτικά και μάλιστα τα 87 έχουν αποικίσει στην περιοχή αυτή (Gofas & Zenetos, 2003). Τέλος, το 5% των φυτικών οργανισμών και των φυτοπλαγκτόν των μεσογειακών παράκτιων περιοχών, προέρχονται από βιολογική εισβολή. Σύμφωνα μάλιστα με τους επιστήμονες, ο ρυθμός εισβολής ολοένα και αυξάνεται, καθώς το ποσοστό των αλλόχθονων ειδών που έχουν εισβάλει στη Μεσόγειο ξεπερνά το 80%, κατά τα τελευταία πενήντα χρόνια.

### 5.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη Μεσόγειο Θάλασσα

Παρόλο που έχουν διαπιστωθεί ελάχιστες επιδράσεις με θετικό αντίκτυπο στις μετακινήσεις ειδών στην Μεσόγειο, οι αρνητικές επιπτώσεις από τις εισβολές είναι περισσότερες σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα.

Πρώτον και κύριο, είναι οι συνέπειες που έχουν οι μετακινήσεις των ξενικών ειδών στο περιβάλλον. Τα αλλόχθονα είδη δημιουργούν αρκετά προβλήματα στους οικολογικούς θύκους στους οποίους εισβάλλουν, καθώς είναι υπεύθυνα για την εξάπλωση διαφόρων ασθενειών, για την εξάλειψη των γηγενών πληθυσμών και για την εισαγωγή ανώτερων ειδών στην τροφική αλυσίδα (Williamson, 1992). Ειδικότερα στην Μεσόγειο, έχουν παρατηρηθεί δύο περιπτώσεις τροπικών ψαριών, τα *Siganus Rivulatus* και *Siganus Luridus*, τα οποία αποψιλώνουν τον πυθμένα από τα φύκια, μετατρέποντας τον βυθό σε μια άγονη πετρώδης περιοχή. Οι ποσότητες που καταναλώνουν είναι άφθονες, ενώ σε άλλες περιοχές οι ενδογενείς πληθυσμοί ψαριών και ασπόνδυλων πεθαίνουν μαζικά, καθώς ένα είδος εισβολέα, το λεγόμενο *Caulerpa Cyllindracea*, δημιουργεί στον βυθό επίπεδα με πάχος έως και 15 εκατοστά, στερώντας την ηλιακή ακτινοβολία και το οξυγόνο από τους οργανισμούς που ζουν εκεί.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους Mc Donald et al (1998), μεταβολές παρατηρούνται και εξαιτίας του ανταγωνισμού για τους διαθέσιμους πόρους ανάμεσα στα ξενικά και τα ενδογενή είδη. Για παράδειγμα, μέσω του νέου συστήματος online πληροφόρησης EASIN (European Alien Species Information Network) που αφορά την εκτίμηση της επέκτασης των εισβολών των αλλόχθονων ειδών στην Ευρώπη,

διαπιστώθηκε πως αρκετά από τα γηγενή είδη έχουν εξαφανιστεί, καθώς ο ξενικοί οργανισμοί διεκδικούν το ζωτικό χώρο τους και τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά, υπερσχύοντας αυτών. Επιπλέον, μετά την διάνοιξη της διώρυγας του Σουέζ, η θαλάσσια μεσογειακή πανίδα υπέστη τεράστιες αλλαγές. Για παράδειγμα, δύο εξωτικά ψάρια, το *Pempheris vanicolensis* και το *Sargocentron rubrum* εισέβαλλαν στα ζεστά νερά της Μεσογείου, έχοντας μια πρωτότυπη διατροφική συνήθεια, την νυχτερινή βόσκηση. Τα γηγενή είδη σπάνια ακολουθούν αυτή τη συνήθεια, με αποτέλεσμα τα ξενικά είδη να εκμεταλλευτούν τους διαθέσιμους πόρους, εκτοπίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο τους αυτόχθονες οργανισμούς (Mooney & Cleland, 2001). Η ανταγωνιστική αυτή μέθοδος μπορεί επίσης να προκαλέσει τροποποιήσεις στους πληθυσμούς με βάση τις βαθυμετρικές συνιστώσες. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε στο *Merluccius–Merluccius* (ένα είδος μπακαλιάρου) τα οποία αντικαταστάθηκαν σε βαθύτερα νερά από το *Saurida undosquamis* (λεπόσκαρμος) (Linnaeus, 1758-Galil, 2000).

Σημαντικό επίσης είναι το φαινόμενο της έμμεσης μεταβολής της βιοτικής σύστασης των ειδών που ονομάζεται «υβριδισμός» (Mooney & Cleland, 2001). Σύμφωνα με τον όρο αυτό, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες η γενετική δομή των ξενικών ειδών μεταβάλλεται, εξαιτίας των συγκρούσεων που βιώνουν. Οι συνέπειες ενός τέτοιου φαινομένου είναι συνήθως μεγάλης έκτασης καθώς μεταλλάσσεται το οικοσύστημα της Μεσογείου, με αποτέλεσμα να υπάρχουν συνέπειες και στην διατροφή των ανθρώπων, στην προστασία των ακτών, ακόμη και στον τουρισμό (Katsanevakis et al, 2014).

## 5.6 Οικονομικές επιπτώσεις στη Μεσόγειο Θάλασσα

Οι κύριες οικονομικές επιπτώσεις των θαλάσσιων εισβολέων είναι στο μεγαλύτερο τους μέρος αρνητικές. Για παράδειγμα, οι θαλάσσιες οικολογικές αλλαγές επηρεάζουν σημαντικά την οικονομική ευρωστία πολλών παράκτιων περιοχών σε ολόκληρο τον κόσμο. Επίσης, τα θαλάσσια οικοσυστήματα της Ευρώπης μεταβάλλονται συνεχώς λόγω του αντίκτυπου των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ την ίδια στιγμή αυτές οι μεταβολές έχουν επιπτώσεις και

στους ίδιους τους ανθρώπους. Η εισαγωγή των ξενικών ειδών μέσω του θαλάσσιου έρματος ή μέσω των σκόπιμων εισαγωγών, καθώς επίσης και άλλοι παράγοντες, έχουν σοβαρές επιπτώσεις στα αποθέματα των εμπορικών ειδών (Hanqiu Xu,2006). Η αυξημένη παρουσία των επιβλαβών φυκών ανθών (HABs – Harmful Algal Blooms), όπως και η εκρηκτική αύξηση των μεδουσών λόγω την υπέρμετρης αλιείας και της θαλάσσιας ρύπανσης, έχουν προκαλέσει πολύ σοβαρές καταστροφές, όπως για παράδειγμα το θάνατο των άγριων και εμπορικών ειδών, την αύξηση των υδατοκαλλιεργειών διαφόρων ειδών εμποδίζοντας ή τραυματίζοντας με αυτόν τον τρόπο πολλούς παραλιακούς επισκέπτες (δημιουργώντας έτσι σημαντικό πλήγμα στον τουρισμό) και μετατρέποντας τα οστρακόδερμα και τα λοιπά ψάρια ακατάλληλα για βρώση (οδηγώντας σε μείωση της κατανάλωσης και πλήγμα της οικονομίας). Επίσης, παρατηρείται πως η κλιματική αλλαγή, η οποία κατά ένα μεγάλο μέρος οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες, δημιουργεί σημαντικές ζημιές στην αλιεία εφόσον τα εναπομείναντα αποθέματα ψαριών συμπορεύονται με τις κλιματικές αλλαγές (Doeny et al., 2012) και κατά συνέπεια εισάγονται τα νέα ξενικά είδη όπως είναι τα επιβλαβή φύκη και οι μέδουσες (K.Remoundou et Al,2015). Σε ελάχιστες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στην αύξηση καινούργιων οικονομικών δραστηριοτήτων (π.χ. ιχθυοκαλλιέργειες, οστρακοκαλλιέργειες, αλιεία, κλπ.)και στην ανάπτυξη νέων θέσεων εργασίας μέσω προγραμμάτων που ασχολούνται με την διαχείριση των βιολογικών εισβολών, θεωρείται ότι τα αλλόχθονα είδη έχουν θετικές επιδράσεις (Κουφίου,2005).

Εν συντομία θα μπορούσαμε να πούμε, πως οι επιπτώσεις που έχουν παρατηρηθεί στην Μεσόγειο εξαιτίας των βιολογικών εισβολών είναι οι παρακάτω (Κουφίου, 2005) :

- Μείωση της οικονομικής απόδοσης των δραστηριοτήτων που ασχολούνται με τους θαλάσσιους πόρους της Μεσογείου. Έχει παρατηρηθεί πως όσες οικονομικές δραστηριότητες βασίζονται στο θαλάσσιο μεσογειακό περιβάλλον, όπως ο τουρισμός, οι θαλάσσιες κατασκευές κ.ά. έχουν υποστεί μεγάλες ζημιές, ενώ στο σύνολό τους ,οι επιπτώσεις στην οικονομία αγγίζουν τα 12 δις ευρώ κάθε χρόνο.

- Μείωση των κερδών εξαιτίας της περιορισμένης συγκομιδής των γηγενών πληθυσμών. Στην Μεσόγειο για παράδειγμα, η μείωση του πληθυσμού των δύο ειδών Ιππόκαμπων, *Hippocampus Hippocampo* και *Hippocampus Guttulatus*, κατά 20 – 30% κατά τις τελευταίες δεκαετίες, έχει οδηγήσει σε μείωση των οικονομικών κερδών. Ο κίνδυνος της εξαφάνισης των τοπικών ειδών με οικονομική σημασία, συνεπάγεται επιπλέον έξοδα προκειμένου να αποκατασταθεί η φυσική ισορροπία στην περιοχή.
- Κονδύλια που αφορούν προγράμματα της καταπολέμησης και της διαχείρισης των διάφορων ειδών που εισβάλλουν στη Μεσόγειο, καθώς και της περαιτέρω έρευνάς τους. Για παράδειγμα, από το 2012 λειτουργεί ένα ειδικό πρόγραμμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση που ονομάζεται EASIN (European Alien Species Information Network) ή Ευρωπαϊκό δίκτυο πληροφοριών για τα αλλόχθονα είδη, το οποίο εξειδικεύεται στον εντοπισμό και στην έρευνα ξενικών ειδών της Ευρώπης, έτσι ώστε να χαραχθεί μια κατάλληλη πολιτική στο συγκεκριμένο ζήτημα. Η λειτουργία τέτοιων προγραμμάτων αποτελεί επιπρόσθετο κόστος για την οικονομία της Μεσογείου, που συνήθως ξεπερνάει τα δισεκατομμύρια ετησίως.
- Το κόστος από την μείωση των εργάσιμων ωρών που μεταφράζεται με την απώλεια εισοδημάτων, καθώς και με την απαραίτητη ιατροφαρμακευτική κάλυψη (Bax et al., 2003). Το τοξικό είδος ψαριού *Lagocephalus sceleratus* έχει κάνει την εμφάνισή του τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες της ανατολικής Μεσογείου (Ελλάδα, Κύπρος, Τουρκία). Ο σημαντικότερος κίνδυνος της εξάπλωσης του λαγοκεφάλου είναι η τοξικότητά του διότι μπορεί να προκαλέσει μέχρι και θανατηφόρες δηλητηριάσεις σε περίπτωση βρώσης. Στην Ελλάδα υπάρχουν ήδη κάποια καταγεγραμμένα κρούσματα βρώσης του λαγοκεφάλου, που οδήγησαν στην εισαγωγή των προσβληθέντων στο νοσοκομείο, γεγονός που συνεπάγεται (εκτός του κινδύνου της δημόσιας υγείας που αποτελεί κοινωνική επίπτωση) απώλεια εισοδήματος καθώς και επιπλέον έξοδα ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης.

Ωστόσο, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ενδογενών και των αλλόθωνων ειδών είναι αυτές που καθορίζουν το μέγεθος του οικονομικού κόστους σε κάθε περίπτωση. Στην Μεσόγειο συγκεκριμένα, το οικονομικό κόστος από την εισβολή αλλόθωνων ειδών είναι πολύ μεγάλο, αν αναλογιστεί κανείς ότι μέσω της Διώρυγας του Σουέζ εισβάλλουν εκατοντάδες ξενικά είδη ετησίως.

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Συμπεράσματα

---

Κατά την εξέταση ενός περιβαλλοντικού φαινομένου, όπως είναι η εξαφάνιση των ειδών είναι σημαντικό να εξετάζονται οι συνέπειες καθώς και οι αιτίες που οδηγούν σε αυτό. Οι οικολογικές και οικονομικές συνέπειες της εξάλειψης διαφόρων ειδών, εξηγούνται μέσα από τους λόγους που έφεραν αυτό το αποτέλεσμα. Το θαλάσσιο έρμα και οι βιολογικές εισβολές άρχισαν να απασχολούν σε παγκόσμιο επιστημονικό επίπεδο με κάποια καθυστέρηση, διότι τα αποτελέσματα τους εμφανίστηκαν πολύ αργότερα από τις αιτίες. Από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, ήδη, είχε παρατηρηθεί μεταφορά ξένων οργανισμών από θαλάσσιο έρμα, ωστόσο άξιο προσοχής το θέμα έτυχε τη δεκαετία του 1970 με τις πρώτες δειγματοληψίες. Τα φαινόμενα πλέον αποτελούν προβλήματα.

Είναι γεγονός πως οι δύο βασικές αιτίες που συντελούν στην εξάλειψη πληθυσμών, το θαλάσσιο έρμα και οι βιολογικές εισβολές έχουν κάτι κοινό : προέρχονται (στο μεγαλύτερό τους βαθμό) από την παρέμβαση του ανθρώπου. Επίσης, οι περιβαλλοντικές αλλαγές, όπως για παράδειγμα η αύξηση της θερμοκρασίας, συμπληρώνουν και δυσχεραίνουν ακόμη περισσότερο την υφιστάμενη κατάσταση.

Τα συγκεκριμένα προβλήματα βιοεισβολών γίνονται εμφανή και στη Μεσόγειο Θάλασσα. Οι βιοεισβολές στη Μεσόγειο αυξάνονται ολοένα και περισσότερο λόγω του τεράστιου αριθμού των θαλάσσιων οδών και της υποβάθμισης των οικοτόπων. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της Μεσογείου αποτελεί πλέον το γεγονός ότι η λεκάνη της Μεσογείου φιλοξενεί το μεγαλύτερο αριθμό εισαγόμενων φυτών στον κόσμο.

Όπως προκύπτει, η Μεσόγειος διαθέτει ένα από τα πιο ασταθή και ταραχώδη θαλάσσια περιβάλλοντα. Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρούνται εκατοντάδες ξενικά είδη που οφείλουν την εμφάνισή τους σε διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες : τουρισμός και θαλάσσιο έρμα, ιχθυοκαλλιέργειες, η διάνοιξη της διώρυγας του Σουέζ, η ρήψη απορριμμάτων στους θαλάσσιους χώρους κτλ. Επιπλέον, η Μεσόγειος θάλασσα αποτελεί μια από τις πιο υπερφορτωμένες

θαλάσσιες διαδρομές ήδη από την αρχαιότητα. Στην σύγχρονη εποχή, καταλαμβάνει το 15% της παγκόσμιας δραστηριότητας, ενώ η πορεία της αυξάνεται σταθερά τα τελευταία 10 χρόνια με πρόβλεψη για περαιτέρω αύξηση τα επόμενα έτη. Γίνεται, επομένως, επιτακτική η ανάγκη της συντονισμένης προσπάθειας και της εφαρμογής ενός κοινού, οργανωμένου μοντέλου. Η θέσπιση ολοένα και περισσότερων νομικών πλαισίων (όπως για παράδειγμα οδηγιών και συνθηκών) και οργανισμών έχει αποδειχθεί σχεδόν μάταιη, καθώς συντελεί μόνο στην αύξηση της πολυπλοκότητας, με αποτέλεσμα το οποιοδήποτε εγχείρημα να διακρίνεται από αναποτελεσματικότητα.

Ακόμη, είναι φανερό πως οποιαδήποτε πρόθεση μελέτης του φαινομένου, στοχεύει και στις οικονομικές επιπτώσεις, οι οποίες έχουν αντίκτυπο και στο κοινωνικό σύνολο. Αυτό που έχει ενδιαφέρον και προκύπτει από την παρούσα μελέτη, είναι πως η εξαφάνιση των ειδών έχει αλλάξει κατά πολύ ως προς τις πηγές και τις επιπτώσεις της. Η μεταφορά ξένων οργανισμών μέσω του έρματος, έχει συμβάλλει στην απειλή των ενδογενών θαλάσσιων πληθυσμών, αλλά και στην βιοποικιλότητα ολόκληρης της Μεσογείου. Το φαινόμενο αυτό έχει λάβει μεγάλες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια και χρήζει ιδιαίτερης σημασίας καθώς συνδέεται άμεσα με την εκρηκτική αύξηση των ξενικών οργανισμών στη Μεσόγειο.

Η μακροχρόνια βιωσιμότητα της Μεσογείου απειλείται και οι επιπτώσεις των εισβολέων είναι σημαντικές σε όλα τα επίπεδα. Όπως προαναφέρθηκε, με τις βιολογικές εισβολές πλήττονται οι οικονομικές δραστηριότητες, η ανθρώπινη υγεία, τα οικοσυστήματα, καθώς και η ευζωία. Είναι εμφανές πως και οι θαλάσσιες μεταφορές συντελούν στην απειλή της βιοποικιλότητας της περιοχής της Μεσογείου με διάφορους τρόπους, όχι δηλαδή μόνο μέσω της οπτικής ποιότητας των υδάτων, αλλά και μέσω της περιβαλλοντικής κατάστασης της ενδοχώρας.

Η σχετική βιβλιογραφία αναφέρει πως η θαλάσσια ρύπανση που οφείλεται στις βιολογικές εισβολές και κατά συνέπεια στο θαλάσσιο έρμα, αποτελεί το σπουδαιότερο ζήτημα που απασχολεί την περιοχή της Μεσογείου, ενώ αναμένεται στην επόμενη εικοσαετία (ανάλογα με την εξέλιξη του φαινομένου) και η κατάλληλη αναδιαμόρφωση των οικονομικών και κοινωνικών προοπτικών.



Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος που προκύπτει από τη μεταφορά και την απόρριψη επιβλαβών υδρόβιων ειδών μέσω του νερού έρματος, το σύστημα διαχείρισης αυτού θα πρέπει να είναι αποτελεσματικό και να πληροί τα διεθνή πρωτόκολλα και κανονισμούς. Είναι, λοιπόν, επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας ενός σύγχρονου πρότυπου διαχείρισης για την άμεση εύρεση λύσεων και την λειτουργία υπέρ του κοινωνικού, οικονομικού και οικολογικού συνόλου. Οι ειδικοί οφείλουν να δώσουν έμφαση στις αιτίες και στους φορείς που προκαλούν αυτά τα προβλήματα, στον περιορισμό της εισαγωγής ειδών με την ανθρώπινη βοήθεια, στον πλήρη σχεδιασμό και λειτουργία ενός μοντέλου που θα είναι ικανό να διαχειριστεί τα ενδεχόμενα που προκύπτουν καθώς και στην σωστή αξιολόγηση των κινδύνων που ελλοχεύει αυτή η περιβαλλοντική συμπεριφορά. Στην αγορά διατίθενται διάφορες τεχνολογίες για την επεξεργασία των υδάτων έρματος στα πλοία. Η εγκατάσταση νέων τεχνολογιών στα πλοία αποτελεί μία δαπανηρή ενέργεια για τους πλοιοκτήτες με αποτέλεσμα να είναι απρόθυμοι να επενδύσουν στη νέα τεχνολογία, αν δεν είναι δεδομένη η αποτελεσματικότητά της. Οι περιορισμοί όπως η διαθεσιμότητα χώρου, το κόστος υλοποίησης και οι συνθήκες του περιβάλλοντος ταξιδιού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή και χρήση ενός συγκεκριμένου τύπου συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος. Επιπλέον, το υπάρχον σχέδιο διαχείρισης των υδάτων έρματος του πλοίου πρέπει να περιλαμβάνει, εκτός από τους σχετικούς διεθνείς κανόνες και κανονισμούς, τα καθήκοντα του προσωπικού και των επιχειρησιακών διαδικασιών. Το προσωπικό πρέπει να είναι πλήρως εξοικειωμένο με τις πτυχές ασφάλειας της ανταλλαγής νερού έρματος και ειδικότερα με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανταλλαγής του εκάστοτε πλοίου, καθώς και τις ιδιαίτερες πτυχές ασφάλειας που συνδέονται με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο .

## Βιβλιογραφία

### **ΒΙΒΛΙΑ**

1. Ταγάρης Α., 1974. Μεσόγειος : Το μεγάλο σταυροδρόμι του κόσμου, Ιστορία Εικονογραφημένη.

### **ΑΡΘΡΑ**

1. Akyol, O., Unal, T., Ceyhan, T. & Bilecenoglou, M. (2005). "First confirmed record of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) in the Mediterranean Sea". *Journal of Fish Biology*. Pp. 1183-1186.
2. Akyuz, E., & Celik, E. (2018). "The role of human factor in maritime environment risk assessment: A practical application on Ballast Water Treatment (BWT) system in ship". *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(3), 653-666.
3. Alaa M. I. and Manal M.A. El-naggar (2012), "Ballast Water Review: Impacts, Treatments and Management". *Middle-East J. Sci. Res.*, 12 (7): 976-984
4. Albert, R. J., Lishman, J. M., & Saxena, J. R. (2013). "Ballast water regulations and the move toward concentration-based numeric discharge limits". *Ecological Applications*, 23(2), 289-300.
5. Austen, M. C., Crowe, T. P., Elliott, M., Paterson, D. M., Peck, M. A., & Piraino, S. (2018). "Vectors of change in the marine environment: Ecosystem and economic impacts and management implications". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 201, pp. 1-6.
6. Baker H. G., G. Ledyard Stebbins (1969), "The Genetics of Colonizing Species: Proceedings of the First International Union of Biological Sciences Symposia on General Biology", *The Quarterly Review of Biology*.
7. Bakker, J.D. & Wilson, S.D. (2004). "Using ecological restoration to constrain biological invasion". *Journal of Applied Ecology*. Pp. 1058-1064.
8. Balaji, R., & Yaakob, O. B. (2011). "Emerging ballast water treatment technologies: a review". *Journal of Sustainability Science and Management*, 6(1), 126-138.

9. Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., & Geeves, W. (2003). "Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity". *Marine Policy* pp. 313 -323.
10. Brown, J.H. & Saxm D.F. (2005). "Biological invasions and scientific objectivity: Reply to Cassey et al". *Austral Ecology* pp. 481 – 483.
11. Brown, R.L. & Peet, R.K. (2003). "Diversity and Invisibility of Southern Appalachian Plant Communities". *Ecology* pp. 32-39.
12. Bobori1 D. C. and Economidis P. S (2006), "Freshwater fishes of Greece: Their biodiversity, fisheries and habitats". *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 9(4):407–418
13. Cameron H. Hay & Penelope A. Luckens (1987), "The Asian kelp *Undaria pinnatifida* (Phaeophyta: Laminariales) found in a New Zealand harbor". *New Zealand Journal of Botany*, 25:2, 329-332
14. Cassey, P., Blackburn, T.M., Duncan, R.P. & Chown, S.L. (2005). "Concerning invasive species : Reply to Brown and Sax". *Austral Ecology* pp. 475-480.
15. Chase, C., Reilly, C., & Pederson, J. (2001). "Marine bioinvasions fact sheet: Ballast water treatment options:.. MIT Sea Grant Center for Coastal Resources, Cambridge, MA.
16. Cohen, A. N., & Dobbs, F. C. (2015). "Failure of the public health testing program for ballast water treatment systems". *Marine pollution bulletin*, 91(1), 29-34.
17. Cox, C.B. and Moore (1993), "Biogeography: an ecological and evolutionary approach". Oxford: Blackwell Scientific Publications.
18. César Peteiro , Noemí Sánchez, Brezo Martínez (2016). "Mariculture of the Asian kelp *Undaria pinnatifida* and the native kelp *Saccharina latissima* along the Atlantic coast of Southern Europe: An overview". Elsevier B.V
19. David, M., & Gollasch, S. (2008). "EU shipping in the dawn of managing the ballast water issue". *Marine Pollution Bulletin*, 56(12), 1966-1972.
20. David, M., & Perkovič, M. (2004). "Ballast water sampling as a critical component of biological invasions risk management". *Marine Pollution Bulletin*, 49(4), 313-318.

21. David, M., Gollasch, S., Elliott, B., & Wiley, C. (2015). "Ballast water management under the ballast water management convention". *Global maritime transport and ballast water management* (pp. 89-108). Springer
22. Dordrechs, J.S. & Mooney, H.A. (1999). "Does global change increase the success of biological invaders?". *Trends in Ecology and Evolution*. Pp.135-139.
23. Dukes, J.S. & Mooney, H.A. (1999), "Does global change increase the success of biological invaders?". *Trends in Ecology and Evolution* 14 (4): 135-139.
24. Economidis, P. S., Koutrakis, M. T., Bobori, D. C., (2000). "Distribution and conservation of *Acipenser sturio* and related species in the Greek waters". *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 16(1-4), 81-88
25. Endresen, Ø., Behrens, H. L., Brynestad, S., Andersen, A. B., & Skjong, R. (2004). "Challenges in global ballast water management". *Marine pollution bulletin*, 48(7-8), 615-623.
26. Flagella, M. M., & Abdulla, A. A. (2005). "Ship ballast water as a main vector of marine introductions in the Mediterranean Sea". *WMU Journal of Maritime Affairs*, 4(1), 95-104.
27. Galil, B.S. (2000). "A sea under siege – alien species in the Mediterranean". *Biological Invasions*. Pp.177-186.
28. Golani, D. (1998). "Impact of Red Sea through the Suez Canal on the Aquatic Environment of the Eastern Mediterranean". *Yale F &ES Bulletin*. P. 375-387.
29. Gollasch, S., David, M., Voigt, M., Dragsund, E., Hewitt, C., & Fukuyo, Y. (2007). "Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments". *Harmful algae*, 6(4), 585-600.
30. Gollasch, S., & Leppäkoski, E. (2007). "Risk assessment and management scenarios for ballast water mediated species introductions into the Baltic Sea". *Aquatic Invasions*, 2(4), 313-340.
31. Gregg, M., Rigby, G., & Hallegraeff, G. M. (2009). "Review of two decades of progress in the development of management options for reducing or eradicating phytoplankton, zooplankton and bacteria in ship's ballast water". *Aquatic Invasions*, 4(3), 521-565.

32. Hanqiu Xu (2006), "Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery". *International Journal of Remote Sensing* Vol. 27, No. 14, 20 July 2006, 3025–3033
33. Jing, L., Chen, B., Zhang, B., & Peng, H. (2012). "A review of ballast water management practices and challenges in harsh and arctic environments". *Environmental Reviews*, 20(2), 83-108.
34. Johanna Bradie et al (2017). "A shipboard comparison of analytic methods for ballast water, compliance monitoring". *Journal of Sea Research* 133.
35. Karjalainen, T. (2017). "Ballast Water Monitoring". Theseus.
36. Katsanevakis, et.al (2014), *New Mediterranean Biodiversity Records*, *Medit. Mar. Sci.*, 15/3, 2014, 675-695
37. Remoundou K., M. Brennan, G. Sacchettini , L. Panzone, M.C. Butler-Ellis , E. Capri , A. Charistou , E. Chaideftou , M.G. Gerritsen-Ebben , K. Machera , P. Spanoghe , R. Glass, A. Marchis , K. Doanngoc , A. Hart , L.J. Frewer (2015). "Perceptions of pesticides exposure risks by operators, workers, residents and bystanders in Greece, Italy and the UK". *Science of the Total Environment* 505 (2015) 1082–1092
38. Lodge, D.M. (1993). "Biological invasions: Lessons for ecology". *Trends in Ecology and Evolution*. P. 133-137.
39. McCollin, T., Quilez-Badia, G., Josefsen, K. D., Gill, M. E., Mesbahi, E., & Frid, C. L. (2007). "Ship board testing of a deoxygenation ballast water treatment". *Marine pollution bulletin*, 54(8), 1170-1178.
40. Mack, M.C. & D' Antonio, C.M. (1998). "Impacts of biological invasions on disturbance regimes". *Trends in Ecology and Evolution*. P. 195-198.
41. Mooney, H.A. & Cleland, E.E. (2001). "The evolutionary impact of invasive species". *PNAS*.
42. Paolucci, E. M., Ron, L., & Maclsaac, H. J. (2017). "Combining ballast water treatment and ballast water exchange: Reducing colonization pressure and propagule pressure of phytoplankton organisms". *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 20(4), 369-377.

43. Peterson, G., Allen, C.R. & Hollingm C.S. (1998). "Ecological Resilience Biodiversity and Scale". *Ecosystems*. P. 6-18.
44. Paine, R. T. (1969). "A Note on Trophic Complexity and Community Stability". *The American Naturalist*. 103 (929): 91–93.
45. Radosevich, S.R. *Invasive Plant Management*": CIPM Online Textbook (Chapter 2).
46. Richardson, D.M. Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G. Panetta, F.D. & West, C.J. (2000). "Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions". *Diversity and Distributions*. P.93-107.
47. Shigesada, N. & Kawasaki, K. (1997). "Biological Invasions: Theory and Practice". Oxford University Press, Oxford.
48. Streftaris, N., Zenetos, A. & Papathanasiou, E. (2005). "Globalization in Marine Ecosystems: The Story of Non – Indigenous Marine Species across European Seas". *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*.
49. Scott C. Doney, Mary Ruckelshaus, J. Emmett Duffy, James P. Barry, Francis Chan, Chad A. English, Heather M. Galindo, Jacqueline M. Grebmeier, Anne B. Hollowed, Nancy Knowlton, Jeffrey Polovina, Nancy N. Rabalais, William J. Sydeman, and Lynne D. Talley (2012), *Annual Review of Marine Science*
50. Sutherland, T. F., Levings, C. D., Elliott, C. C., & Hesse, W. W. (2001). "Effect of a ballast water treatment system on survivorship of natural populations of marine plankton". *Marine Ecology Progress Series*, 210, 139-148.
51. Tamburri, M. N., Wasson, K., & Matsuda, M. (2002). "Ballast water deoxygenation can prevent aquatic introductions while reducing ship corrosion". *Biological Conservation*, 103(3), 331-341.
52. Tاملندر, J., Riddering, L., Haag, F., Matheickal, J., & No, G. M. S. (2010). "Guidelines for development of a national ballast water management strategy". GloBallast Partnerships Project Coordination Unit, International Maritime Organization.
53. Tsiamis K, Gervasini E, Deriu I, D`amico F, Nunes A, Addamo A, De Jesus Cardoso A. "Baseline Distribution of Invasive Alien Species of Union concern. Ispra (Italy)". Publications Office of the European Union; 2017, EUR 28596 EN, doi:10.2760/772692

54. Tsolaki, E., & Diamadopoulos, E. (2010). "Technologies for ballast water treatment: a review". *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 85(1), 19-32.
55. Tomilola Debby Olaolu , Oghenerobor Benjamin Akpor, Charity Omeche Akor (2014), "Pollution indicators and pathogenic microorganisms in wastewater treatment: Implication on receiving water bodies". *International Journal of Environmental Protection and Policy*.
56. Vermeij, G.J., (1996). "When Biotas Meet: Understanding Biotic Interchange". *Science*.
57. Williamson, M.H., (1996). "Biological invasions". Chapman and Hall, London.
58. Waite, T. D., Kazumi, J., Lane, P. V. Z., Farmer, L. L., Smith, S. G., Smith, S. L., & Capo, T. R. (2003). "Removal of natural populations of marine plankton by a large-scale ballast water treatment system". *Marine ecology progress series*, 258, 51-63.
59. Werschkun, B., Banerji, S., Basurko, O. C., David, M., Fuhr, F., Gollasch S, & Kehrer, A. (2014). "Emerging risks from ballast water treatment: The run-up to the International Ballast Water Management Convention". *Chemosphere*, 112, 256-266.
60. Wright, D. A., Dawson, R., Orano-Dawson, C. E., & Moesel, S. M. (2007). "A test of the efficacy of a ballast water treatment system aboard the vessel Coral Princess". *Marine Technology*, 44(1), 57-67.
61. Wright D. A., Welschmeyer, N. A., & Peperzak, L. (2015). "Alternative, indirect measures of ballast water treatment efficacy during a shipboard trial: a case study". *Journal of Marine Engineering & Technology*, 14(1), 1-8.
62. Zenetos A., Pancucci-Papadopoulou M., Zogaris, S., Papastergiadou, E., Vardakas L., Aligizaki K. (2009). "Aquatic alien species in Greece: tracking sources, patterns and effects on the ecosystem". *Journal of Biological Research. Scientific Annals of the School of Biology*, 12, 135-172.
63. Zenetos A. et al (2010), Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD), Part I. Spatial distribution , *Mediterranean Marine Science* 11(2):381-493

## ΜΕΛΕΤΕΣ

1. ABS (2014), Guide for ballast water treatment, American Bureau of Shipping Incorporated by Act of Legislature of the State of New York 1862.
2. ABS (2014), Ballast Water Treatment Advisory, American Bureau of Shipping
3. A GloBallast Monograph No. 18: Guidelines for Development of National Ballast Water Management Strategies.
4. GloBallast Monograph No. 19: Economic assessment for Ballast Water Management.
5. Globallast (2014), “The introduction of invasive marine species into new environments”, London, publisher: GloBallast Partnerships Project Coordination Unit
6. GloBallast Monograph No. 24: Economic Assessment of Ballast Water Management: A Synthesis of the National Assessments conducted by the Lead Partnering Countries of the GEF-UNDP-IMO GloBallast Partnerships Programme
7. Globallast Monograph Series No 25 (2017), The GloBallast Story: Reflections from a Global Family
8. International Maritime Organization (IMO)(2009), Diplomatic Conference. Ballast Water Management Convention [from International Maritime Organization Cong.]. London, United Kingdom: International Maritime Organization.
9. International Maritime Organization (IMO)(2016), Marine Environment Protection Committee, Harmful Aquatic Organisms in Ballast Water [Cong. Rept. MEPC 69/WP.8 from International Maritime Organization Cong., 69 sess.]. London, United Kingdom: International Maritime Organization.
10. IMO(2017), Member States.
11. International Maritime Organization (IMO)(2018), IMO Frequently Asked Questions Implementing the Ballast Water Management Convention.
12. Lloyds Register (2015), «Understanding Ballast Water and Management» - A Guidance for Ship Owners and Operators.



13. NOAA (2017), Habitat Conservation Program – Ballast water: A pathway for aquatic invasive species.
14. The Marine Environment Protection Committee, (2017). Guidelines For Ballast Water Exchange (G6)- Annex 9

## **ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

1. Αγγελή Κατερίνα-Μαρία, Επιλογή συστήματος επεξεργασίας θαλασσιού έρματος, Διπλωματική Εργασία για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2017.
2. Ελένη Λάου, Έρμα Οικολογικές και Οικονομικές Επιπτώσεις: Πρόσφατοι Κανονισμοί και Προδιαγραφές του IMO και της USCG, Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 2017
3. Κόκκορης, Γ. 1999, Περί Εισβολών, Κανόνων Συνάθροισης και Δυναμική Βιοκοινοτήτων Ανταγωνισμού : Θεωρητική Μελέτη Μέσω Προσομοιώσεων – Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
4. Κουφίου Κ.Τ. 2005, Διερεύνηση Αιτιών Επιτυχίας / Αποτυχίας των Βιολογικών Εισβολών στη Μεσόγειο Θάλασσα : Η επίδραση της αρχικής Γεωγραφικής Εξάπλωσης των Ειδών, Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
5. Κουτσούμπας Δ. 2003, Βενθικά Οικοσυστήματα, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις
6. Μαραγκοτιάδου Σταματούλα 2017, Θηλαστικά της Ελλάδας: η επίδραση των βιολογικών χαρακτηριστικών και των εξωγενών παραγόντων στον κίνδυνο της εξαφάνισής τους, Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
7. Ζερβού Ι. Νίκη 2006, Εισβολές Ιχθύων στη Μεσόγειο: Η υπόθεση του Κενού Οικολογικού Θώκου, Πτυχιακή εργασία ,Πανεπιστήμιο Αιγαίου

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

1. Global Invasive Species Database - GISD (2005), “Limnoperna fortunei (Golden mussel)”, publisher: Invasive Species Specialists Group.  
<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=416&fr=1&sts=sss&lang=EN>
2. Global Invasive Species Database - GISD (2005), “Mnemiopsis Leidy (American comb jelly or comb jellyfish or sea gooseberry/ walnut)”, publisher: Invasive Species Specialists Group.  
<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=95&fr=1&sts=sss&lang=EN>
3. Global Invasive Species Database - GISD (2010), “Halophilastipulacea (Halophilaseagrass)”, publisher: Invasive Species Specialists Group.  
<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1583&fr=1&sts=sss&lang=EN>.
4. Global Invasive Species Database - GISD (2013), “100 of the World's Worst Invasive Alien Species”, publisher: Invasive Species Specialists Group.  
<http://www.issg.org/database/species/search.asp?st=100ss&fr=1&str=&lang=EN>
5. Raunek Kantharia, How Ballast Water Treatment System Works? , Marine Technology, 2017 <https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/>
6. Ballast Water Management. DNV.GL. Διαθέσιμο στο:  
<https://www.dnvgl.com/maritime/ballast-water-management/uscg.html>
7. Ballast Water Treatment Systems at a glance.DNV.GL. Διαθέσιμο στο:  
<https://www.dnvgl.com/article/ballast-water-treatment-systems-at-a-glance-94152>
8. <https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>
9. <https://www.hcmr.gr/el/services/library/>
10. <http://www.oceanwideimages.com>
11. <https://www.vichighmarine.ca/>
12. <https://wdfw.wa.gov/>

13. <http://www.bio-rad.com/>
14. <https://nsf.gov>
15. <https://phys.org>
16. <https://www.cabi.org>
17. <http://www.aquariumofpacific.org>
18. [https://oceanservice.noaa.gov/?fbclid=IwAR3Yg\\_8Jgylwm9N5y0H2taOmYauCw3PVzXm\\_yFgMzIABAR7mYToojoUBIcU](https://oceanservice.noaa.gov/?fbclid=IwAR3Yg_8Jgylwm9N5y0H2taOmYauCw3PVzXm_yFgMzIABAR7mYToojoUBIcU)
19. <http://www.rimeis.org/>
20. DNVGL.com, 2018, <https://www.dnvgl.com/maritime/ballast-water-management/uscg.html> dnvgl.com, 2017.  
<https://www.dnvgl.com/article/ballast-water-treatment-systems-at-a-glance-94152>
21. <http://val.vtecostudies.org/projects/vermont-freshwater-mussel-atlas/dreissena-polymorpha/>