

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Διαχείριση αποβλήτων πλοίων: υφιστάμενη κατάσταση και
καλές πρακτικές*

*Waste management in ship: current situation and good
practices*

ΤΟΜΑΖΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ (Α.Μ.: 51204246)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΠΑΠΑΠΟΣΤΟΛΟΥ
ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ

Αιγάλεω, Μάρτιος 2024

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

A/A	Όνοματεπώνυμο	Υπογραφή
1	Παπαποστόλου Χριστιάνα Επικ. Καθηγήτρια	
2	Κονδύλη Αιμιλία Καθηγήτρια	
3	Ζαφειράκης Δημήτριος Επικ. Καθηγητής	

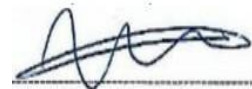
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Τομάζου Παναγιώτα του Κωνσταντίνου με αριθμό μητρώου 51204246 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Τομάζου Παναγιώτα

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ από καρδιάς την καθηγήτριά μου κα Χριστιάνα Παπαποστόλου για την υπομονή που επέδειξε, την κατανόηση, την πολύτιμη βοήθειά και καθοδήγησή της. Όπως επίσης και για τον επαγγελματισμό της από την πρώτη μας επαφή στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, έως και τη συνεργασία μας ως επιβλέπουσα καθηγήτριά στη διπλωματική μου εργασία.

Ευχαριστώ επίσης την οικογένειά μου, τη φίλη μου Κοκονά Κυριακή από το τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών του ΠΑΔΑ για τις χρήσιμες συμβουλές της και τέλος τον φίλο και συνάδελφο Ανδρέα Νικολακέα για όλη τη στήριξη και την καλή μας συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του ΠΑΔΑ.

Πίνακας περιεχομένων

Τριμελής εξεταστική επιτροπή.....	2
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	3
Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	7
Abstract	8
Εισαγωγή.....	9
Ακρωνύμια	11
Κεφάλαιο 1: Ιστορική εξέλιξη θαλάσσιας ρύπανσης και διαχείρισης αποβλήτων	14
Κεφάλαιο 2: Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων πλοίων	16
2.1 Ελληνική νομοθεσία διαχείρισης αποβλήτων πλοίων.....	17
2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία διαχείρισης αποβλήτων πλοίων.....	18
2.3 Διεθνής σύμβαση MARPOL για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία.....	19
Κεφάλαιο 3: Διαχείριση αποβλήτων επί του πλοίου ανάλογα με τον τύπο των αποβλήτων ..	22
3.1 Ελαιώδη υπολείμματα και ελαιώδη μείγματα	23
3.1.1 Ελαιώδες νερό υδροσυλλεκτών (Oily bilge water)	23
3.1.2 Ιλύς (Sludge)	31
3.1.3 Αποπλύματα δεξαμενών φορτίου (Slops)	40
3.1.4 Μολυσμένο νερό έρματος (Ballast water).....	45
3.2 Λύματα αποχετευτικού δικτύου και γκρίζο νερό (Sewage and greywater)	48
3.3 Απορρίμματα πλοίων: Κατηγορίες & Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων	59
3.3.1 Απόβλητα πλαστικών ειδών (Plastics)	61
3.3.2 Απόβλητα τροφίμων (Food waste).....	64
3.3.3 Οικιακά απόβλητα (Domestic waste).....	66
3.3.4 Μαγειρικό λάδι (Cooking oil)	68
3.3.5 Στάχτες αποτέφρωσης (Incinerator ashes).....	69
3.3.6 Λειτουργικά απόβλητα (Operational waste).....	72
3.3.7 Σοροί ζώων (Animal carcasses).....	76
3.3.8 Αλιευτικός εξοπλισμός (Fishing gear)	76
3.3.9 Ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste)	77
3.3.10 Υπολείμματα φορτίου (Cargo residues).....	77
3.4 Άλλα απόβλητα πλοίων.....	80
3.4.1 Ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος.....	80
3.4.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω συμβατικών καυσίμων.....	81
Κεφάλαιο 4: Λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων πλοίων.....	88

4.1 Λιμενική Αρχή Πειραιά (PPA – Piraeus Port Authority).....	91
Κεφάλαιο 5: Καλές πρακτικές στον τομέα διαχείρισης αποβλήτων.....	97
5.1 Πρακτικές λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων	97
5.2 Προτάσεις για το λιμάνι του Πειραιά	103
Κεφάλαιο 6: Υφιστάμενη κατάσταση – Ανακύκλωση πλοίων και στρατηγικές του σήμερα	106
Συμπεράσματα.....	109
Βιβλιογραφία – Αναφορές.....	113

Περίληψη

Η παρούσα βιβλιογραφική έρευνα επικεντρώνεται στη διαδικασία παραγωγής, συλλογής και διαχείρισης των αποβλήτων των πλοίων επί των αυτών, κάτω από ποιες συνθήκες απορρίπτονται στη θάλασσα, και σε ποιες περιπτώσεις πρέπει να παραδίδονται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων για περαιτέρω επεξεργασία. Σκοπός της εργασίας είναι ανάλυση της παραπάνω μεθοδολογίας και η ανάδειξη καλών πρακτικών, εάν αυτές υφίστανται σήμερα, για τη βέλτιστη διαχείριση των αποβλήτων των πλοίων, με βάση τον τύπο τους και σύμφωνα με τις οδηγίες και τους κανονισμούς που έχει εκδώσει η διεθνής κοινότητα σε συνδυασμό με αυτές που έχει δημοσιεύσει η Ευρωπαϊκή Ένωση και περιέχονται και στην εθνική νομοθεσία. Γίνεται εκτενής αναφορά στη διεθνή σύμβαση MARPOL 73/78 και αντίστοιχα στην ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία. Αναπτύσσεται η προέλευση των αποβλήτων των πλοίων, οι διαδικασίες διαχείρισής και αποθήκευσής τους στα πλοία, πότε και πως επιτρέπεται η απόρριψή τους στη θάλασσα, αναφέρονται επίσης οι παράγοντες παραγωγής των αποβλήτων και προσδιορίζονται οι ποσότητες των αποβλήτων ανάλογα με τον τύπο τους αλλά και τον τύπο του κάθε πλοίου. Τέλος, δίνεται έμφαση στην κατάσταση που επικρατεί σήμερα στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων των πλοίων σχετικά με τη διαχείριση αυτών, στα μέσα που χρησιμοποιούν, αλλά και στις καλές πρακτικές που ακολουθούν λιμένες της Ευρώπης και μπορεί να εφαρμοστούν για τη βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων των πλοίων, την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και τη μετάβαση σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας και στη χώρα μας και πιο συγκεκριμένα στο λιμάνι του Πειραιά.

Λέξεις κλειδιά: απόβλητα πλοίων, διαχείριση αποβλήτων, λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων, σύμβαση MARPOL, απόρριψη, θαλάσσια ρύπανση, καλές πρακτικές

Abstract

The present literature review focuses on the process of production, collection, and management of ship waste on board, under which conditions they are disposed of at sea, and in which cases they should be delivered to port waste reception facilities for further processing. The purpose of this study is to analyze the above methodology and highlight best practices, if they currently exist, for the optimal management of ship waste, based on their type and in accordance with the guidelines and regulations issued by the international community in combination with those published by the European Union and contained in national legislation. Extensive reference is made to the international MARPOL 73/78 convention, as well as to the Greek and European legislation. The origin of ship waste, the procedures for its management and storage on board, when and how its disposal at sea is permitted, the factors contributing to waste production, and the quantities of waste are also identified according to their type and the type of each vessel. Finally, emphasis is placed on the current situation in port waste reception facilities regarding their management, the methods they employ, and the best practices followed by European ports that can be implemented to improve ship waste management, protect the marine environment, and transition to a circular economy model, specifically focusing on the port of Piraeus in our country.

Keywords: ship waste, waste management, port waste reception facilities, MARPOL convention, disposal, marine pollution, best practices

Εισαγωγή

Οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν βασικό στοιχείο του παγκόσμιου εμπορίου και της οικονομίας, με τα πλοία να μεταφέρουν πάνω από το 90% των παγκόσμιων τροφίμων και εμπορικών αγαθών (Dabrowska et al., 2021). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο πάνω από το ένα τρίτο των πλοίων που ασχολούνται με το διεθνές εμπόριο ανήκουν σε ιδιώτες και επιχειρήσεις που είναι νηολογημένες στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην Ελλάδα η ναυτιλία είναι μια εκ των κυριότερων βιομηχανιών της χώρας και συνεισφέρει αναμφίβολα στην ελληνική οικονομία σε μέγιστο βαθμό. Σε παγκόσμιο επίπεδο η χώρα βρίσκεται στο βάθρο της παγκόσμιας κατάταξης με τους Έλληνες πλοιοκτήτες να κατέχουν το 21% του παγκόσμιου στόλου, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία της Ένωσης Ελλήνων Εφοπλιστών (ΕΕΕ). Είναι ζωτικής σημασίας λοιπόν οι ναυτιλιακές δραστηριότητες στο σύνολό τους να πραγματοποιούνται με σεβασμό στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Με γνώμονα το παραπάνω, η διεθνής κοινότητα έχει λάβει τα κατάλληλα μέτρα, τα οποία ανανεώνει συνεχώς, ώστε να προλαμβάνει τη ρύπανση της θάλασσας από τα πλοία, να φροντίζει για την αντιμετώπιση τυχούσης ρύπανσης και για τον περιορισμό της απόρριψης υγρών και στερεών αποβλήτων στη θάλασσα, αλλά και καταλοίπων φορτίων τα οποία δημιουργούνται επί των πλοίων κατά τη συνήθη λειτουργία τους. Πιο συγκεκριμένα, τα μέτρα αναφέρονται στον εφοδιασμό των πλοίων με τα κατάλληλα μηχανήματα και συστήματα προκειμένου να συλλέξουν, να αποθηκεύσουν, να επεξεργαστούν ή/και να απορρίψουν τα απόβλητά τους στη θάλασσα ή/και στη στεριά. Επιπλέον, τα μέτρα αυτά επεκτείνονται και στις ευκολίες διάθεσης και χρήσης που πρέπει να παρέχονται από τις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων προκειμένου τα ίδια τα πλοία να παραδίδουν όλες τις κατηγορίες αποβλήτων που προβλέπονται, όσο το δυνατόν ομαλότερα. Στα πλαίσια αυτής της πολιτικής έχει εκδοθεί σχετική διεθνής νομοθεσία από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (IMO) η οποία στηρίχθηκε στη σύμβαση της MARPOL. Η ελληνική νομοθεσία οφείλει να είναι σύμφωνη με τα παγκόσμια και ευρωπαϊκά δεδομένα. Βασικό κίνητρο για την ενασχόληση με το συγκεκριμένο θέμα αποτελεί το ενδιαφέρον μου ως προς τις καλές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων σε ένα γενικότερο πλαίσιο, και ιδιαίτερα στο συγκεκριμένο πεδίο όπου η ενίσχυση της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος, όπως και η προστασία των λιμένων, είναι πιο αναγκαία από ποτέ σε παγκόσμιο επίπεδο

λόγω της κλιματικής αλλαγής, αλλά και σε εθνικό επίπεδο καθώς σε μια χώρα όπως η Ελλάδα η ναυτιλία συγκαταλέγεται στις βασικότερες οικονομικές δραστηριότητές της.

Ακρωνύμια

- EMSA:** European Maritime Safety Agency – Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια της Θάλασσας
- IMO:** International Maritime Organization – Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας
- SOLAS:** Safety Of Life At Sea – Ασφάλεια Ζωής στη Θάλασσα
- NLS:** Noxious Liquid Substances – Επιβλαβείς Υγρές Ουσίες
- SGW:** Ship-Generated Waste – Απόβλητα Παραγόμενα από Πλοία
- MEPC:** Marine Environment Protection Committee – Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος
- E/R:** Engine Room – Μηχανοστάσιο
- PRF:** Port Reception Facility – Λιμενική Εγκατάσταση Υποδοχής Αποβλήτων ή Εγκαταστάσεις Ξηράς
- OWS:** Oil Water Separator – Διαχωριστής Πετρελαίου-Νερού
- OCM:** Oil-Content Meter – Μετρητής Περιεκτικότητας Πετρελαίου
- PMS:** Planned Maintenance System – Σύστημα Προγραμματισμένης Συντήρησης
- ORB:** Oil Record Book – Βιβλίο Καταγραφής Πετρελαίου
- FIM:** Fleet Instructions Manual – Εγχειρίδιο Οδηγιών Πλοίου
- MOC:** Management of Change – Διαχείριση της Αλλαγής
- IOPP:** International Oil Pollution Prevention – Διεθνής Πρόληψη της Ρύπανσης από Πετρέλαιο
- PSC:** Port State Control – Κρατικός Έλεγχος Λιμένα
- IBHT:** Integrated Bilge Holding Tank – Ενσωματωμένη Δεξαμενή Συγκράτησης Ελαιώδους Νερού Υδροσυλλεκτών
- MGO:** Marine Gas Oil – Ναυτιλιακό Πετρέλαιο
- HFO:** Heavy Fuel Oil – Βαρύ μαζούτ
- EEDI:** Energy Efficiency Design Index – Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης
- VGP:** Vessel General Permit – Γενική Άδεια Σκάφους
- C/E:** Chief Engineer – Πρώτος Μηχανικός
- C/O:** Chief Officer – Υποπλοίαρχος
- DPA:** Designated Person Ashore – Εξουσιοδοτημένο Άτομο στην Ακτή

IBC: International Bulk Code – Διεθνής Κώδικας για την κατασκευή και τον εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν επικίνδυνες χημικές ουσίες Χύδη

IMDG: International Maritime Dangerous Goods – Διεθνής Κώδικας Επικίνδυνων Ναυτιλιακών Εμπορευμάτων

GMP: Garbage Management Plan – Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων

ODME: Oil Discharge Monitoring Equipment – Εξοπλισμός Παρακολούθησης Διάθεσης Πετρελαίου

RA: Risk Assessment – Εκτίμηση Κινδύνου

EAL: Environmentally Acceptable Lubricants – Περιβαλλοντικά Αποδεκτά Λιπαντικά

COW: Crude Oil Washing – Πλύσιμο Αργού Πετρελαίου

VOCs: Volatile Organic Compounds – Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

SG: Sewage and Greywater – Αποχέτευση και γκρίζο νερό

NDZ: No Discharge Zones – Ζώνη Μη Απόρριψης

STP: Sewage Treatment Plant – Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων (Αποχέτευση)

DR: Discharge Rate – Ρυθμός Απόρριψης

ABS: American Bureau of Shipping – Αμερικάνικη Υπηρεσία Ναυσιπλοΐα

BWM: Ballast Water Management – Διαχείριση Νερού Έρματος

COD: Chemical Oxygen Demand – Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο

BOD: Biological Oxygen Demand – Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο

PSSA: Particularly Sensitive Sea Areas – Ιδιαίτερα Ευαίσθητες Θαλάσσιες Περιοχές

EPA: Environmental Protection Agency (United States) – Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (ΗΠΑ)

GRB: Garbage Record Book – Βιβλίο Καταγραφής Απορριμμάτων

CSI: Clean Shipping Index – Δείκτης Καθαρής Ναυτιλίας

ESI: Environmental Ship Index – Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων

AWTS: Advanced Wastewater Treatment System – Σύστημα Αεριζόμενης Επεξεργασίας Λυμάτων

PCB: Polychlorinated Biphenyls – Πολυχλωριωμένα διφαινύλια

DCS: Data Collection System – Σύστημα Συλλογής Δεδομένων

ECAs: Emission Control Areas – Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών

GHG: GreenHouse Gases – Αέρια του θερμοκηπίου

AER: Annual Efficiency Ratio – Ετήσιος Συντελεστής Απόδοσης

EMAS: Eco-Management and Audit Scheme – Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (E.E.)

PPA: Piraeus Port Authority – Λιμενική Αρχή Πειραιά

ESPO: European Sea Ports Organization – Οργανισμός Ευρωπαϊκών Θαλασσών & Λιμένων

SDM: Self Diagnosis Method – Μέθοδος Αυτοδιάγνωσης (Ecoport)

PERS: Port Environmental Review System – Περιβαλλοντικό Σύστημα Αξιολόγησης Λιμένα

E.E.: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΟΛΠ: Οργανισμός Λιμένος Πειραιώς

Κεφάλαιο 1: Ιστορική εξέλιξη θαλάσσιας ρύπανσης και διαχείρισης αποβλήτων

Ιστορικά, ο ωκεανός θεωρούνταν ένα τεράστιο αποθετήριο αποβλήτων που θα μπορούσε να απορροφά άπειρη ποσότητα απορριμμάτων. Ωστόσο, έχει πλέον αναγνωριστεί ότι ο ανθρώπινος παράγοντας έχει σημαντικό αντίκτυπο στη θαλάσσια ρύπανση, και η ανάκαμψη των ωκεανών από τα απόβλητα που εισέρχονται σε αυτούς είναι αρκετά δύσκολη. Τα απόβλητα συχνά εγκαθίστανται στον ωκεανό, είτε στον πυθμένα του, είτε στην επιφάνειά του ή ενδιάμεσα. Η μεγαλύτερη θαλάσσια ζώνη συσσώρευσης πλαστικών αποβλήτων είναι στον Ειρηνικό Ωκεανό και πιο συγκεκριμένα στην έκταση που ονομάζεται «Great Pacific Garbage Patch» (GPGP) μεταξύ Χαβάης και Καλιφόρνιας. Αυτή η έκταση 1,6 εκατομμυρίων km² περιλαμβάνει πάνω από 100.000 τόνους πλαστικού, εκ των οποίων το 46% είναι δίχτυα ψαρέματος και το 75% προέρχεται από κομμάτια μεγαλύτερα των 5 cm. Σύμφωνα με την τρέχουσα πορεία δράσης, αναμένεται ότι το βάρος των πλαστικών στον ωκεανό μπορεί να ξεπεράσει ακόμα και το βάρος των ψαριών μέχρι το 2050 (Dabrowska et al., 2021). Μπορεί επίσης να από-οξυγονώνουν το νερό, με τα επίπεδα οξυγόνου να έχουν μειωθεί κατά μέσο όρο 2% από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα και μετά. Η θαλάσσια ρύπανση λοιπόν έχει πολλές επιπτώσεις, από περιβαλλοντικές επιπτώσεις που πλήττουν τη θαλάσσια άγρια ζωή, η οποία μπορεί να επηρεαστεί τόσο από στερεά όσο και από υγρά απόβλητα, αλλά και από τα πολλά είδη επικίνδυνων αποβλήτων που υπάρχουν, από εκρηκτικά έως καρκινογόνες ουσίες. Οι χημικές ουσίες δεν έχουν μόνο επιπτώσεις στην άγρια ζωή και στα οικοσυστήματα αλλά και στην τροφική αλυσίδα αφού βρίσκονται στα αποθέματα νερού και συνεπώς επηρεάζουν τον άνθρωπο και την ποιότητα ζωής του (Alamouh et al., 2021). Προτού λοιπόν τα απόβλητα από σκάφη παραδοθούν στους λιμένες ώστε να επεξεργαστούν κατάλληλα στη στεριά, είναι επιτακτική ανάγκη η κατάλληλη διαχείρισή τους επί του σκάφους.

Η παραγωγή και διαχείριση των αποβλήτων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα της κοινωνίας, αποτελεί διαχρονική πρόκληση και αντικατοπτρίζει τις επιλογές και τις συνθήκες του τρόπου ζωής του καθένα μας ξεχωριστά αλλά και την πολιτική που ακολουθούν εταιρείες και κυβερνήσεις. Στη σύγχρονη εποχή ο χειρισμός των απορριμμάτων - συμπεριλαμβανομένων των αποβλήτων που δημιουργούνται στα πλοία και παραδίδονται στη στεριά προς διαχείριση - έχει γίνει ένα οξύ παγκόσμιο ζήτημα καθώς τα απόβλητα αυξάνονται όχι μόνο σε ένα σε απόλυτο επίπεδο, αλλά σε κατά κεφαλήν επίπεδο έχοντας κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες διεθνώς. Οι επιπτώσεις της κακής διαχείρισης αποβλήτων περιλαμβάνουν τη θαλάσσια ρύπανση (πλαστικά, επικίνδυνα υλικά, κ.λπ.), την απόφραξη υποδομών, βλάβες οικοσυστημάτων από την καύση, έκθεση σε ρύπους, ζημιές σε οικονομικές δραστηριότητες όπως στη γεωργία, σε υδατοκαλλιέργειες ακόμα και στον τουρισμό. Το αυξανόμενο και διαρκές κόστος και οι αυξανόμενες απαιτήσεις γης έχουν αντίκτυπο στην αποτελεσματική διαχείριση αποβλήτων. Η διαχείριση των απορριμμάτων επηρεάζεται επίσης έντονα από την

οικονομική ανισότητα. Η αποτελεσματική διαχείριση είναι επίσης μεταβλητή σε τοπικά πλαίσια, άμεσα συνδεδεμένη με τους πόρους που διατίθενται και την επένδυση κεφαλαίων, τα μέσα και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται και το βαθμό βελτίωσής τους, τις πρακτικές που ακολουθούνται, την πολιτική ηγεσία, την υιοθέτηση της σχετικής νομοθεσίας, τα κίνητρα που δίνονται, κ.ά. Παγκοσμίως, η συλλογή απορριμμάτων σε χώρες χαμηλού εισοδήματος αυξήθηκε από 22% σε 39% την περίοδο 2012-2018, την ίδια στιγμή που μειώθηκε το ποσοστό των οργανικών αποβλήτων από 64% σε 56%, ενώ ενεργειακά απόβλητα (waste-to-energy) στις χώρες με μεσαία-ανώτερα εισοδήματα αυξήθηκαν από 0,1% σε 10% λόγω της αύξησης της κατανάλωσης και των περιβαλλοντικών προβλημάτων στην Κίνα. Επιπλέον, η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση αυξήθηκαν (Kaza et al., 2018).

Κεφάλαιο 2: Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων πλοίων

Τα τελευταία χρόνια, τόσο η διεθνής και η ευρωπαϊκή νομοθεσία, όσο και η εθνική νομοθεσία στον τομέα της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος, έχουν επικεντρωθεί στη λήψη αποτελεσματικών μέτρων για την αντιμετώπιση αλλά και την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης.

Η διεθνής σύμβαση MARPOL 73/78 για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία είναι το κύριο νομοθετικό πλαίσιο που καλύπτει την πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τα πλοία από λειτουργικά ή τυχαία (π.χ. ατυχήματα) αίτια σε παγκόσμια κλίμακα. Εκτός της ενίσχυσης της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος με τον περιορισμό της απόρριψης αποβλήτων πλοίων στη θάλασσα, βασικός στόχος είναι να περιοριστεί η παράνομη απόρριψη αποβλήτων και καταλοίπων φορτίου από τα πλοία, αλλά και η βελτίωση της διάθεσης και της χρήσης λιμενικών εγκαταστάσεων παραλαβής αποβλήτων πλοίου και καταλοίπων φορτίου. Στα πλαίσια αυτής της πολιτικής εκδόθηκε η υπ' αριθμ. 2007/71/EK οδηγία της επιτροπής της 13ης Δεκεμβρίου 2007 των ευρωπαϊκών κοινοτήτων «Τροποποίηση του παραρτήματος II της υπ' αριθμ. 2000/59/EK οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου σχετικά με τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων πλοίου και καταλοίπων φορτίου», η οποία έχει δημοσιευθεί στην ελληνική γλώσσα στο τεύχος L 329/14.12.2007 της επίσημης εφημερίδας της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και με την υπ' αριθμ. ΚΥΑ 8111.1/41/2009 (ΦΕΚ Β' 412/06-03-2009), η οποία αντικατέστησε την υπ' αριθμ. 3418/07/2002 ΚΥΑ (ΦΕΚ 712B) «Μέτρα και όροι για τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων που παράγονται στα πλοία και καταλοίπων φορτίου» (ΕΛΙΝΥΑΕ, n.d.).

Τα απόβλητα των πλοίων, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν ακάθαρτο έρμα και υπολείμματα δεξαμενών φορτίου, απόβλητα από φιλτράρισμα πετρελαίου κίνησης και σεντίνες (ο υδροσυλλέκτης ενός πλοίου). Τα παραρτήματα I και II της MARPOL ρυθμίζουν τις απορρίψεις των αποβλήτων αυτών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Περιλαμβάνουν επίσης τα λύματα και τα απορρίμματα από την καθημερινή λειτουργία των πλοίων. Τα παραρτήματα IV και V της MARPOL ρυθμίζουν τις απορρίψεις των αποβλήτων αυτών. Αν το πλοίο αποβάλει τα απόβλητα αυτά στα νερά του λιμανιού η ρύπανση η οποία θα προκληθεί απαιτεί διαδικασίες καθαρισμού οι οποίες είναι ακριβές και συνήθως δεν είναι απολύτως αποτελεσματικές. Για το λόγο αυτό τα λιμάνια απαιτείται να διαθέτουν κέντρα υποδοχής καταλοίπων ή τις λεγόμενες εγκαταστάσεις υποδοχής (reception facilities), στις οποίες τα πλοία παραδίδουν τα απόβλητα τα οποία δεν επιτρέπεται να απορρίψουν στη θάλασσα. Όπως επισημαίνεται και σε αναφορά του επίσημου φορέα Οργανισμού Λιμένος Πειραιώς Α.Ε. (Ο.Λ.Π.), όλα τα πλοία σύμφωνα με την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία οφείλουν να συνεισφέρουν σημαντικά στο κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων μέσω της καταβολής τελών ανεξάρτητα αν τις χρησιμοποιούν ή όχι, έτσι ώστε να τους παρέχεται κίνητρο για να παραδίδουν τα απόβλητά τους στις λιμενικές εγκαταστάσεις και να μην τα απορρίπτουν στη θάλασσα. Στα πλαίσια της υποχρέωσης αυτής έχει οργανωθεί και εφαρμόζεται αντίστοιχο σύστημα χρέωσης τελών και τιμολογίων. Η παραπάνω απόφαση εφαρμόζεται σε όλα τα πλοία, συμπεριλαμβανομένων των αλιευτικών σκαφών και των σκαφών αναψυχής, ανεξαρτήτως της σημαίας που φέρουν, τα οποία καταπλέουν ή λειτουργούν σε

ελληνικό λιμένα, πλην των πολεμικών πλοίων ή βοηθητικών σκαφών ή άλλων πλοίων τα οποία ανήκουν στο κράτος ή τα οποία εκμεταλλεύεται το κράτος και χρησιμοποιούνται προς το παρόν αποκλειστικά για κυβερνητική μη εμπορική υπηρεσία.

2.1 Ελληνική νομοθεσία διαχείρισης αποβλήτων πλοίων

Το σχετικό άρθρο που περιέχεται στην ελληνική νομοθεσία και αφορά την πρόληψη, την προστασία και την αντιμετώπιση της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος είναι το άρθρο 24 του ελληνικού Συντάγματος (αφορά γενικά την προστασία του περιβάλλοντος). Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη παράγραφο του άρθρου αναφέρεται ότι «Η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του κράτους και δικαίωμα του καθενός, για τη διαφύλαξή του το κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή ανασταλτικά μέτρα στα πλαίσια της αρχής της αειφορίας». Η ελληνική νομοθεσία οφείλει να ακολουθεί το σύνολο της ευρωπαϊκής νομοθεσίας και να αποδέχεται τα παραρτήματα της διεθνής σύμβασης της MARPOL, όπως και γίνεται στην πράξη. Στην Ελλάδα, οι βασικοί φορείς οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την αναθεώρηση, την παρακολούθηση και την τήρηση των παραπάνω είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και το Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής (ΥΝΑΝΠ).

Στο ελληνικό Σύνταγμα υπάρχουν και άλλοι νόμοι για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, όπως και διάφορες υπουργικές αποφάσεις και προεδρικά διατάγματα, όπως το προεδρικό διάταγμα 27/2007 στο οποίο έγινε η αποδοχή και η ενσωμάτωση όλων των επικαιροποιημένων παραρτημάτων της MARPOL. Άλλα παραδείγματα αποτελούν τα άρθρα 3 και 9 του Συντάγματος. Με σκοπό την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, ορίζεται η φύση των πετρελαϊκών αποβλήτων και καταλοίπων (ΠΑΚ) ως πετρελαιώδες μείγμα και απαγορεύεται κατηγορηματικά και με οποιονδήποτε τρόπο η απόρριψή τους στη θάλασσα με το νόμο Ν. 743/1977 του άρθρου 3. Επίσης, επιβάλλεται η παράδοση των συγκεκριμένων αποβλήτων (ΠΑΚ) από τα πλοία στους ειδικούς χώρους υποδοχής των λιμένων, ενώ θεσπίζονται και οι αντίστοιχοι κανονισμοί για τη μεταφορά και την επεξεργασία τους. Ενώ, στο άρθρο 9 του Συντάγματος προσδιορίζονται οι βασικές κανονιστικές διατάξεις για τη λειτουργία των λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων των πλοίων και θεσπίζεται η ίδρυση αντιρρυπαντικών σταθμών στα σημαντικότερα λιμάνια της χώρας όπως σε αυτά του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης (ΕΛΙΝΥΑΕ, n.d.).

Βασική Εθνική Νομοθεσία

1. Ν.Δ. 187/73: Κώδικας Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου
2. Π.Δ. 55/98: Για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος (Ν.743/77)
3. Ν. 1650/86: Για την προστασία του περιβάλλοντος
4. Π.Δ. 11/2002: Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες
5. Αριθ. Υ.Α. 2411.1/07/03/ΦΕΚ Β' 850/27-06-2003 - Οδηγίες / διαδικασίες για την αντιμετώπιση περιστατικών πλοίων που βρίσκονται σε κατάσταση ανάγκης ή κινδύνου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 20 της Οδηγίας 2002/59 ορισμός περιοχών καταφυγής

6. Ν. 4037/2012 (Α' 10): Τροποποίηση της ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Οδηγίας 2005/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 7ης Σεπτεμβρίου 2005 σχετικά με τη ρύπανση από τα πλοία και τη θέσπιση κυρώσεων, περιλαμβανομένων των ποινικών κυρώσεων, για αδικήματα ρύπανσης (L255), η οποία τροποποιήθηκε με την Οδηγία 2009/123/ΕΚ
7. Αριθ. Υ.Α. 611.15/13/2722/2013 (Β'2609): Σχέδια Περιοχών Καταφυγής - Ομάδα Διαχείρισης Περιστατικών Έκτακτης Ανάγκης

Κυρώσεις

Σύμφωνα με τις διατάξεις των ανωτέρω νόμων, οι υπαίτιοι ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών τιμωρούνται ποινικά και διοικητικά, ενώ οι Έλληνες ναυτικοί τιμωρούνται επιπρόσθετα και πειθαρχικά:

1. Ποινικές κυρώσεις: Από τα αρμόδια Ποινικά Δικαστήρια (φυλάκιση από 10 ημέρες έως 5 χρόνια)
2. Διοικητικές κυρώσεις: Από τις Λιμενικές Αρχές επιβάλλεται πρόστιμο μέχρι και 100.000 ευρώ και σε σοβαρά περιστατικά από τον Υπουργό Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής μέχρι 2.000.000 ευρώ
3. Πειθαρχικές κυρώσεις: Από το Πειθαρχικό Συμβούλιο Εμπορικού Ναυτικού (ΠΣΕΝ) και περιλαμβάνουν την προσωρινή ή οριστική στέρηση του ναυτικού επαγγέλματος
4. Αστική ευθύνη: Στην Ελλάδα έχει εφαρμογή η διεθνώς αποδεκτή Αρχή «Ο ρυπαίνων πληρώνει»

Οι κυρώσεις όταν συντρέχουν οι νόμιμες προϋποθέσεις επιβάλλονται αθροιστικά από εντελώς ανεξάρτητα όργανα (ΥΝΑΝΠ, 2020).

2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία διαχείρισης αποβλήτων πλοίων

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια της Θάλασσας (EMSA – European Maritime Safety Agency) ιδρύθηκε ως οργανισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης μετά από δύο μεγάλες πετρελαιοκηλίδες στα ευρωπαϊκά ύδατα, το Erika (Γαλλία, 1999) και το Prestige (Ισπανία, 2002). Ο EMSA έχει θεσπίσει οδηγίες και κανονισμούς (Directives) προκειμένου να διασφαλίσει την προστασία των ευρωπαϊκών χωρικών υδάτων από τη ρύπανση των πλοίων. Οι συγκεκριμένες οδηγίες πρέπει να διασφαλίζουν την τήρηση όλων των παραρτημάτων της MARPOL. Ο Οργανισμός διαδραματίζει θεμελιώδη ρόλο στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών της Ε.Ε. και εργάζεται για την εξυπηρέτηση των θαλάσσιων συμφερόντων της. Σήμερα, στο πλαίσιο της πενταετούς στρατηγικής του (2020-2024), η βιωσιμότητα είναι μία από τις πέντε στρατηγικές προτεραιότητες του έργου του, συμβάλλοντας στην ευρωπαϊκή πράσινη ατζέντα για τις θαλάσσιες μεταφορές και ενισχύοντας την ικανότητα της Ε.Ε. να προστατεύει το θαλάσσιο περιβάλλον, να διαχειρίζεται την κλιματική αλλαγή και να ανταποκρίνεται σε νέες περιβαλλοντικές προκλήσεις. Ακολουθούν η ενίσχυση της προστασίας και της ασφάλειας στη θάλασσα με υψηλότερα πρότυπα ασφαλείας και μείωση των θαλάσσιων ατυχημάτων και των ανθρώπινων απωλειών, η απλοποίηση της ναυτιλίας στην Ε.Ε. υποστηρίζοντας ψηφιακές ναυτιλιακές λύσεις σε όλη την έκτασή της και τέλος, η

έννοια της θαλάσσιας επιτήρησης προκειμένου να ενισχυθεί ο ρόλος της EMSA ως βασικός κόμβος διαχείρισης πληροφοριών (EMSA, 2021).

Η βασική επιδίωξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η βέλτιστη διάθεση και χρήση των λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων των πλοίων με άμεσο στόχο τη μείωση των απορρίψεων αποβλήτων απευθείας στη θάλασσα. Στην οδηγία 2000/59/ΕΚ (όπως αναφέρθηκε παραπάνω αντικαταστάθηκε αργότερα από την 2007/71/ΕΚ - Directive 2007/71/EC και τελικά αναθεωρήθηκε ως Directive (EU) 2019/883) αναφέρονται τα ακόλουθα σχετικά με τις διαδικασίες παραλαβής και διαχείρισης των αποβλήτων στους λιμένες:

1. Τα κράτη μέλη της Ε.Ε. πρέπει να εξασφαλίζουν τη διαθεσιμότητα λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων κατάλληλων για την κάλυψη των αναγκών του κάθε τύπου πλοίου
2. Για κάθε λιμένα θα πρέπει να συντάσσεται και να εφαρμόζεται ένα κατάλληλο σχέδιο υποδοχής και διαχείρισης αποβλήτων των πλοίων
3. Ένα πλοίο είναι εφικτό να προχωρήσει στον επόμενο λιμένα χωρίς να παραδώσει τα απόβλητά του, αποκλειστικά και μόνο εάν υπάρχει επαρκής χωρητικότητα αποθήκευσης για όλα τα απόβλητα που έχουν συλλεχθεί αλλά και για όσα πρόκειται να συλλεχθούν κατά τη διάρκεια του προβλεπόμενου ταξιδιού του πλοίου μέχρι τον επόμενο λιμένα παράδοσης (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2019)

Τέλος, ομάδες όπως η G20 και η ASEAN έχουν κυκλοφορήσει διάφορα σχέδια δράσης για τα θαλάσσια απορρίμματα. Αυτά τα σχέδια δράσης δεν εστιάζουν μόνο στη μείωση, αλλά στη στροφή προς μια κυκλική οικονομία όπου τα απόβλητα μπορεί να επανέλθουν στο οικονομικό σύστημα (PEMSEA, 2022).

2.3 Διεθνής σύμβαση MARPOL για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία

Το 1954 η θαλάσσια ρύπανση κέρδισε διεθνή προσοχή μέσω της διεθνής σύμβασης «OILPOL» για την πρόληψη του ναυτιλιακού πετρελαίου. Οι πετρελαιοκηλίδες ήταν ένα αξιοσημείωτο πρόβλημα, ιδίως το 1967 με την πετρελαιοκηλίδα SS Torrey Canyon κοντά στη Μάγχη. Στη συνέχεια, το 1972 ήρθε η σύμβαση του Λονδίνου για την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από τις απορρίψεις αποβλήτων (Di Vaio et al., 2019). Την ίδια περίοδο παρατηρήθηκε αύξηση της διεθνούς ευαισθητοποίησης για τη βιωσιμότητα, συμπεριλαμβανομένης και της θέσπισης του προγράμματος του ΟΗΕ για το περιβάλλον (Alamouh et al., 2021). Αργότερα, ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας (IMO – International Maritime Organization) με στόχο την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης, την ασφάλεια του προσωπικού και των επιβατών και την ομαλή λειτουργία των πλοίων συμπεριλαμβανομένης της ομαλής μεταφοράς φορτίου, θέσπισε τις διεθνείς συμβάσεις SOLAS και MARPOL. Η σύμβαση MARPOL εξέτασε τη διαχείριση των αποβλήτων από τη σκοπιά της μείωσης της ρύπανσης ολιστικά, γι' αυτό και τελικά αντικατέστησε την αρχική και πιο περιορισμένη σύμβαση OILPOL.

Η σύμβαση SOLAS (Safety Of Life At Sea – Ασφάλεια Ζωής στη Θάλασσα) είναι μια διεθνής ναυτιλιακή συνθήκη η οποία θεσπίζει τα ελάχιστα μέτρα ασφαλείας και

προφυλάξεων που πρέπει να τηρούνται κατά την κατασκευή των εμπορικών πλοίων, για τον εξοπλισμό τους και κατά τη λειτουργία τους. Η τελευταία έκδοση της συνθήκης αυτής ανανεώθηκε το 1974 και περιλαμβάνει 13 κεφάλαια όπου το κάθε ένα περιέχει το δικό του σύνολο κανονισμών.

Για να συμπληρώσει τις αρχές που ορίζονται στις συμβάσεις SOLAS και MARPOL, ο IMO ανέπτυξε τον Διεθνή Κώδικα Επικίνδυνων Ναυτιλιακών Εμπορευμάτων (IMDG). Ο κώδικας IMDG περιέχει λεπτομερείς τεχνικές προδιαγραφές που επιτρέπουν την ασφαλή μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων στη θάλασσα με σκάφος και προορίζεται για την προστασία των μελών του πληρώματος και την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης. Ο κώδικας IMDG κατέστη υποχρεωτικός για υιοθέτηση από τα υπογράφοντα κράτη της SOLAS από την 1η Ιανουαρίου 2004.

Όσον αφορά τη διεθνή σύμβαση της MARPOL 73/78 (Marine Pollution 1973/1978) για την πρόληψη, τον έλεγχο και την εξάλειψη της ρύπανσης από τα πλοία, τέθηκε σε ισχύ το 1973 και αργότερα αναθεωρήθηκε το 1978. Η MARPOL διασφαλίζει ότι η ναυτιλία παραμένει ο λιγότερο επιβλαβής για το περιβάλλον τρόπος μεταφοράς φορτίων. Η σύμβαση αυτή αποτελείται από έξι εφαρμοσμένα παραρτήματα (annexes) όπου το κάθε ένα από αυτά περιέχει τα υποκεφάλαιά του (IMO, 2021). Παρακάτω αναφέρονται και εξηγούνται περιληπτικά τα προαναφερθέντα παραρτήματα:

- MARPOL Παράρτημα I

Το παράρτημα I της MARPOL εγκρίθηκε και θεσπίστηκε στις 2 Οκτωβρίου του 1983 μετά από μια σειρά ατυχημάτων που είχαν διάφορα δεξαμενόπλοια. Αφορά την πρόληψη της ρύπανσης από την απόρριψη πετρελαίου ή ελαιωδών μειγμάτων από τα πλοία, είτε σκόπιμα, είτε λόγω κάποιου ατυχήματος. Αποτελείται από 11 κεφάλαια τα οποία περιέχουν συνολικά 47 κανονισμούς.

- MARPOL Παράρτημα II

Το παράρτημα II της MARPOL εγκρίθηκε και θεσπίστηκε στις 6 Απριλίου του 1987 και αφορά την πρόληψη της ρύπανσης από επιβλαβείς υγρές ουσίες (NLS – Noxious Liquid Substances) από τα πλοία, είτε σκόπιμα, είτε τυχαία. Περιλαμβάνει 10 κεφάλαια τα οποία περιέχουν 22 κανονισμούς στο σύνολό τους.

- MARPOL Παράρτημα III

Το παράρτημα III της MARPOL εγκρίθηκε και θεσπίστηκε την 1η Ιουλίου του 1992 και αφορά την πρόληψη της ρύπανσης από επιβλαβείς και επικίνδυνες ουσίες που μεταφέρονται στη θάλασσα από τα πλοία σε συσκευασμένη μορφή. Περιλαμβάνει 2 κεφάλαια τα οποία περιέχουν 11 κανονισμούς συνολικά.

- MARPOL Παράρτημα IV

Το παράρτημα IV της MARPOL εγκρίθηκε και θεσπίστηκε στις 27 Σεπτεμβρίου του 2003 και αφορά την πρόληψη της ρύπανσης των λυμάτων από τα πλοία. Περιλαμβάνει 7 κεφάλαια τα οποία περιέχουν 18 κανονισμούς συνολικά.

- MARPOL Παράρτημα V

Το παράρτημα V της MARPOL εγκρίθηκε και θεσπίστηκε στις 31 Δεκεμβρίου 1988 και αφορά την πρόληψη της ρύπανσης των απορριμμάτων που παράγονται στα πλοία, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών αποβλήτων και των υπολειμμάτων φορτίου. Περιλαμβάνει 3 κεφάλαια και 14 κανονισμούς. Το 2011, το παράρτημα V της MARPOL αναθεωρήθηκε για να καλύπτει εκτενέστερα τα απόβλητα των πλοίων (Arguello, 2020). Απαιτεί τα πλοία συγκεκριμένου μεγέθους να έχουν πλακάτ με τις απαιτήσεις απόρριψης, σχέδιο διαχείρισης απορριμμάτων και βιβλίο/αρχείο καταγραφής απορριμμάτων (Dabrowska et al., 2021).

- MARPOL Παράρτημα VI

Το παράρτημα VI της MARPOL είναι και το νεότερο της σύμβασης αφού εγκρίθηκε και θεσπίστηκε στις 19 Μαΐου του 2005. Το παρόν αφορά την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που δημιουργείται λόγω της λειτουργίας των πλοίων. Περιέχει 5 κεφάλαια τα οποία περιέχουν με τη σειρά τους 25 κανονισμούς. Έχει θέσει όρια στο άζωτο και το θείο, και στα σωματίδια από κινητήρες ντίζελ με ισχύ άνω των 130 KW (Raunek, 2022).

Η MARPOL διατηρείται και τροποποιείται μέσω της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC – Marine Environment Protection Committee) του IMO (Dabrowska et al., 2021). Ενώ έχει κανονισμούς, στερείται μηχανισμών επιβολής, που συχνά πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω εθνικών νόμων (Arguello, 2020). Οι εφαρμογές της MARPOL ισχύουν για την επεξεργασία των απορριμμάτων επί των πλοίων και τη μεταφορά τους από τα πλοία στις εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων στους λιμένες. Οι κανονισμοί όμως δεν ισχύουν για τα απόβλητα που ενδέχεται να προκύψουν μετά από αυτή τη μεταφορά, συμπεριλαμβανομένου και του χειρισμού στο λιμάνι, περαιτέρω επεξεργασία και τελική διάθεση, η οποία ως επί το πλείστον εμπίπτει εκτός διεθνών κανονισμών για τη διαχείριση απορριμμάτων στη θάλασσα (Arguello, 2020).

Κεφάλαιο 3: Διαχείριση αποβλήτων επί του πλοίου ανάλογα με τον τύπο των αποβλήτων

Η παγκόσμια ναυτιλιακή ικανότητα επεκτείνεται σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες και αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται όσο επεκτείνεται και η παγκόσμια οικονομία. Η ναυτιλιακή βιομηχανία διαδραματίζει βασικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία, με περισσότερα πλοία σε χρήση κάθε χρόνο για τη μεταφορά εμπορευμάτων, την αλιεία και την αναψυχή. Τα πλοία μεταφέρουν πάνω από το 90% των παγκόσμιων τροφίμων και εμπορικών αγαθών. Ενώ οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ναυτιλίας έχουν αναγνωρισθεί, δίνεται ολοένα και περισσότερη προσοχή σε αυτές όσο η ρύπανση, αλλά και η ευαισθητοποίηση αναφορικά με αυτήν, αυξάνεται, λόγω της κλιματικής αλλαγής και της ανάγκης για μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα. Συχνά τα απόβλητα απορρίπτονται από τα πλοία στη θάλασσα, είτε για να αποφευχθεί το υψηλότερο κόστος από την καταβολή τελών στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων, είτε επειδή οι λιμενικές εγκαταστάσεις είναι ανεπαρκείς για τη συλλογή των αποβλήτων που παράγονται επί του πλοίου. Μια τέτοια απόρριψη μπορεί να είναι τυχαία ή σκόπιμη. Μία πηγή ρύπανσης από τη ναυτιλία είναι τα λειτουργικά απόβλητα που προκαλούνται από την τακτική λειτουργία των πλοίων. Ιστορικά, μία σημαντική αιτία που αποτελεί ορατή ρύπανση ήταν οι απορρίψεις πετρελαίου. Οι εκκενώσεις πετρελαίου λειτουργίας ενώ μπορεί να παραβιάζουν τους διεθνείς κανόνες και κανονισμούς, συμβαίνουν τακτικά. Το 80% της ρύπανσης που προέρχεται από πλοία προέρχεται από λειτουργικές εκκενώσεις πετρελαίων (Mazzoccoli et al., 2020). Άλλες πηγές αποβλήτων περιλαμβάνουν άλλα υπολείμματα προϊόντων πετρελαίου, το νερό σεντίνας και υπολείμματα καθαρισμού καυσαερίων. Πολλά πλοία δημιουργούν επίσης απόβλητα μέσω των υπολειμμάτων φορτίου και των πλαστικών αποβλήτων. Με την ατμοσφαιρική ρύπανση να γίνεται ένα πιο αναγνωρισμένο ζήτημα, δράσεις που λαμβάνονται για την πρόληψη τέτοιας ρύπανσης παράγουν ταυτόχρονα άλλα είδη αποβλήτων, όπως π.χ. εξοπλισμός που περιέχει ουσίες που καταστρέφουν το όζον και πλυντρίδες οξειδίου του θείου που καθαρίζουν τα καυσαέρια πριν εισέλθουν στο περιβάλλον. Επιπρόσθετα, πολλά από τα λειτουργικά απόβλητα πλοίων συνοδεύονται από ιδιαίτερες προκλήσεις σχετικά με τη διαχείρισή τους λόγω της δυνητικά επικίνδυνης φύσης τους. Εννοείται πως και η ανθρώπινη δραστηριότητα επί των πλοίων συμβάλλει στη θαλάσσια ρύπανση, αν και λιγότερο από ότι τα χερσαία λύματα. Τα μολυσμένα νερά των πλοίων είναι γνωστά ως «blackwater», ενώ το «γκρίζο νερό» είναι νερό από νεροχύτες, ντους, μπάνια και νερό πλυσίματος. Ορισμένα στερεά απόβλητα, συμπεριλαμβανομένου του χαρτιού και των μακροπλαστικών, παράγονται επίσης από την ανθρώπινη δραστηριότητα επί του σκάφους. Υπολογίζεται ότι 636.000 τόνοι απορριμμάτων εισέρχονται στον ωκεανό από πλοία, αν και το αναμενόμενο ποσό διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, με τα κρουαζιερόπλοια να παράγουν τα περισσότερα απόβλητα (Dabrowska et al., 2021). Γενικά, τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν για τη διαχείριση συγκεκριμένου τύπου ή πηγής αποβλήτων δυσκολεύουν οι μικτές ροές αποβλήτων. Για παράδειγμα, τα οργανικά απόβλητα τροφίμων από πλοία είναι συχνά μολυσμένα με ανόργανα υλικά, όπως το πλαστικό από τη συσκευασία τους. Γι' αυτό το λόγο η σωστή αντιμετώπιση των αποβλήτων πλοίων επί αυτών είναι επιτακτική ανάγκη, ενώ ο σωστός διαχωρισμός τους ανά κατηγορία αποβλήτων μπορεί να φέρει τα βέλτιστα αποτελέσματα στη διαχείρισή τους. Ένα σημαντικό είδος αποβλήτων που παραδίδεται συχνά στους λιμένες είναι τα τρόφιμα, με τα πλοία να παράγουν μεταξύ 0,2 και 3,5 κιλά ανά άτομο την ημέρα (Vaneekhaute & Fazli, 2020).

Αν και συχνά είναι βιοδιασπώμενα, έχουν τη δυνατότητα να επιδεινώσουν το φορτίο θρεπτικών ουσιών. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα σε κλειστές θάλασσες με περιορισμένη ανταλλαγή με τον ευρύτερο ωκεανό. Οι λιμένες, που συχνά βρίσκονται σε κλειστές κόλπους, κινδυνεύουν από από-οξυγόνωση του νερού που μπορεί να επηρεάσει τις περιοχές κοντά τους. Αυτά τα απόβλητα συνήθως κατηγοριοποιούνται σε μαλακά οργανικά τρόφιμα και σκληρά απόβλητα (π.χ. κόκαλα) και συσκευασίες. Ο γενικός όρος «διαχείριση αποβλήτων» περιλαμβάνει τον πλήρη κύκλο ζωής από την παραγωγή έως τη μεταφορά, το διαχωρισμό, την αποθήκευση, τη θεραπεία επί των πλοίων και, τέλος, την απόρριψη αυτών των αποβλήτων σε ξηρά ή θάλασσα. Επίσης, η διαδικασία που ακολουθείται για τη διαχείρισή τους περιλαμβάνει και όλες τις απαιτήσεις για τα σχετικά συστήματα σωληνώσεων και τον εξοπλισμό φιλτραρίσματος πετρελαίου (PEMSEA, 2022).

3.1 Ελαιώδη υπολείμματα και ελαιώδη μείγματα

Η περισσότερο ευρέως διαδεδομένη ομάδα αποβλήτων τα οποία παράγονται επί των πλοίων είναι τα ελαιώδη υπολείμματα και τα ελαιώδη μείγματα. Τα συγκεκριμένα απόβλητα είναι ιδιαιτέρως επικίνδυνα καθώς η μη σωστή διαχείρισή τους διακυβεύει την αρμονία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Τα ελαιώδη υπολείμματα περιλαμβάνουν το ελαιώδες νερό υδροσυλλεκτών και την ελαιώδη ιλύ. Και οι δύο αυτοί τύποι αποβλήτων διαχειρίζονται με διαφορετικό τρόπο επί των πλοίων, ο οποίος περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω. Τέλος, αναφορικά με τα ελαιώδη μείγματα, αυτά περιλαμβάνουν τα υπολείμματα πλύσης των δεξαμενών πετρελαίου φορτίου και το νερό του έρματος.

3.1.1 Ελαιώδες νερό υδροσυλλεκτών (Oily bilge water)

Το ελαιώδες νερό των υδροσυλλεκτών είναι ένα μείγμα υγρών που συγκεντρώνονται στο κατώτατο εσωτερικό τμήμα των υφάλων ενός πλοίου, γνωστό και ως υδροσυλλέκτης ή αλλιώς σεντίνα. Το μείγμα αυτό έχει ονομαστεί ελαιώδες καθώς αποτελείται κυρίως από πετρέλαιο το οποίο παράγεται κατά τις συνήθεις εργασίες στο μηχανοστάσιο (E/R – Engine Room). Μπορεί να περιέχει, επίσης, θαλασσινό και γλυκό νερό, ιλύ, και διάφορες χημικές ουσίες οι οποίες βρίσκονται ήδη στη σεντίνα του πλοίου. Οι λόγοι που το θαλασσινό και το γλυκό νερό καταλήγουν στα ύφαλα του πλοίου είναι πολλοί, οι διεργασίες καθαρισμού, η αποστράγγιση από το κατάστρωμα και οι διαρροές που μπορεί να προκύψουν στο μηχανοστάσιο, σε αγωγούς-σωληνώσεις, αντλίες και βαλβίδες είναι οι βασικότεροι. Οποιοδήποτε υγρό εισέρχεται στο σύστημα υδροσυλλεκτών, συμπεριλαμβανομένων των φρεατίων υδροσυλλεκτών, των σωληνώσεων υδροσυλλεκτών, των δεξαμενών συγκράτησης ή εκμετάλλευσης υδροσυλλεκτών θεωρείται ελαιώδες νερό υδροσυλλεκτών. Το συγκεκριμένο απόβλητο το συναντάμε σε όλους τους τύπους σκαφών, εξαίρεση αποτελούν τα σκάφη αναψυχής στα οποία οι ποσότητες είναι ελάχιστες. Η διαχείρισή του, καθώς και η ποσότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων που απορρίπτονται στη θάλασσα ή διατηρούνται επί του σκάφους για να παραδοθούν σε μια λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων ή αλλιώς σε μια εκ των εγκαταστάσεων ξηράς (PRF – Port Reception Facility), διαφέρει ανά πλοίο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποσότητα που διατίθεται σε μια ορισμένη περίοδο μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που δημιουργείται, επειδή οι δεξαμενές μπορεί να περιέχουν ήδη νερό από τους υδροσυλλέκτες από την αρχή της περιόδου. Το ελαιώδες νερό των υδροσυλλεκτών αποτελεί άμεση απειλή για το θαλάσσιο

περιβάλλον, κι αυτό επειδή περιέχει μια ποικιλία επιβλαβών ουσιών όπως το πετρέλαιο, οι χημικές ουσίες καθαρισμού/επεξεργασίας, τα σαπούνια και πολλά άλλα επιβλαβή υγρά και ιζήματα (CE Delft, 2017).

3.1.1.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών επί των πλοίων

Το λιπαρό νερό υδροσυλλεκτών μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους:

1. Με τη συλλογή και την προσωρινή αποθήκευσή του στη δεξαμενή αποθήκευσης και την επακόλουθη απόρριψή του στις εγκαταστάσεις ξηράς ή αλλιώς PRF για την τελική επεξεργασία του. Η συλλογή και η απόρριψη πραγματοποιούνται από καθορισμένη αντλία υδροσυλλεκτών ή από άλλη αντλία που χρησιμοποιείται όμως αποκλειστικά και μόνο για αυτόν τον σκοπό.
2. Με την επεξεργασία του επί του σκάφους, και πιο συγκεκριμένα με τον διαχωρισμό νερού και ελαίου κάνοντας χρήση ενός διαχωριστή πετρελαίου-νερού (OWS – Oil Water Separator). Τα φιλτραρισμένα λύματα μπορούν στη συνέχεια να απορρίπτονται στη θάλασσα υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζονται οι αντίστοιχοι κανονισμοί απόρριψης που αναφέρονται παρακάτω. Οι περισσότεροι από τους δοκιμασμένους διαχωριστές υδροσυλλεκτών που χρησιμοποιούνται είναι συστήματα επεξεργασίας που συνδυάζουν έναν διαχωριστή βαρύτητας πετρελαίου-νερού ή έναν φυγοκεντρωτή, με μία ή περισσότερες επιπρόσθετες μονάδες λειτουργίας, ώστε να μειώσουν τις συγκεντρώσεις του λαδιού. Άλλες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό του νερού και του πετρελαίου είναι η απορρόφηση-προσρόφηση, η βιολογική επεξεργασία, η πήξη-κροκίδωση, η επίπλευση και η χρήση μεμβρανών (CE Delft, 2017), (Agarwal, 2021).

Λειτουργία διαχωριστή πετρελαίου-νερού (OWS)

Ο διαχωριστής πετρελαίου-νερού είναι ένα σύστημα επεξεργασίας το οποίο έχει σχεδιαστεί για να αφαιρεί το λιπαρό μέρος από το ελαιώδες νερό πριν από την απόρριψή στην ξηρά. Αυτό το ενσωματωμένο στα πλοία σύστημα βασίζεται στις διαφορές της πυκνότητας του πετρελαίου και της πυκνότητας του νερού. Το καθαρό νερό απορρίπτεται στη θάλασσα, ενώ το κλάσμα πετρελαίου από τον διαχωριστή πετρελαίου-νερού κατευθύνεται στη δεξαμενή συγκράτησης χρησιμοποιημένου πετρελαίου ή στη δεξαμενή ιλύος μέσω των αντίστοιχων σωληνώσεων και απορρίπτεται στην ξηρά ή αποτεφρώνεται. Η παροχή του διαχωριστή πραγματοποιείται με τη χρήση της ενσωματωμένης αντλίας της οποίας η αναρρόφηση συνδέεται απευθείας με τις σωληνώσεις υδροσυλλεκτών ή τη δεξαμενή συγκράτησης. Κάνοντας χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας η μείωση της ποσότητας του ελαιώδους νερού φτάνει στο 65% με 85%. Τα τελευταία χρόνια σημειώνεται σημαντική πρόοδος των τεχνολογιών διαχωρισμού του νερού από ελαιώδεις ουσίες, ώστε να βελτιστοποιηθεί το τελικό αποτέλεσμα καταλήγοντας σε νερό με πολύ μικρά ποσοστά πετρελαίου. Αυτός είναι και ο λόγος που η συγκεκριμένη μέθοδος συναντάται συχνότερα κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων στα πλοία.

Είναι σημαντικό ο διαχωριστής πετρελαίου-νερού να λειτουργεί σύμφωνα με τις διατάξεις του παραρτήματος I της MARPOL και τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σύμφωνα με τις οδηγίες της MARPOL οποιαδήποτε απόρριψη των ελαιωδών υδάτων υδροσυλλεκτών στη θάλασσα χωρίς τη χρήση OWS συνιστά παράβαση των απαιτήσεων της. Επιπλέον, απαιτείται για όλα τα πλοία άνω των 400 μικτών τόνων (GT) να διαθέτουν εγκατεστημένο εξοπλισμό ο οποίος θα περιορίζει την απόρριψη πετρελαίου στους ωκεανούς στα 15 ppm όταν ένα πλοίο βρίσκεται εν κινήσει στα ανοιχτά. Απαιτείται, επίσης, για όλα τα πλοία ίδιου μεγέθους να διαθέτουν έναν μετρητή περιεκτικότητας πετρελαίου (OCM – Oil-Content Meter), πιο συγκεκριμένα μια συσκευή παρακολούθησης της περιεκτικότητας του λαδιού και συναγερμό υδροσυλλεκτών για να ανιχνεύουν εάν το επεξεργασμένο νερό υδροσυλλεκτών πληροί τις προϋποθέσεις απόρριψης. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια βαλβίδα τριών κατευθύνσεων (τριμερής βαλβίδα) που καθιστά δυνατή τη συγκράτηση του επεξεργασμένου νερού υδροσυλλεκτών επί του σκάφους, σε περίπτωση που δεν έχουν ακολουθηθεί πιστά οι οδηγίες.



Εικόνα 1: Διαχωριστής πετρελαίου-νερού υδροσυλλεκτών (Fountom Marine, n.d.)

Υπεύθυνος για την άντληση του περιεχομένου των αποβλήτων της δεξαμενής συγκράτησης υδροσυλλεκτών σε ένα πλοίο, όταν επιτρέπεται, είναι ο επικεφαλής μηχανικός. Σε περίπτωση που άλλα εκπαιδευμένα μέλη του πληρώματος είναι επίσης υπεύθυνα για το OWS, οι αρχές επιβίβασης έχουν το δικαίωμα να απαιτήσουν από τα μέλη να αποδεικνύουν την ικανότητα και τις γνώσεις τους όσον αφορά τη λειτουργία του OWS. Πριν τη λειτουργία του διαχωριστή λαδιού-νερού αλλά και μετά το πέρας της λειτουργίας, ο υπεύθυνος αξιωματικός για την επίβλεψη της «γέφυρας» (κέντρο διοίκησης) του πλοίου οφείλει να ενημερώνεται και να εξακριβώνει τη θέση του πλοίου σε σχέση με την ξηρά και πρέπει να καταγράφει τη θέση του σκάφους στο ημερολόγιο «γέφυρας». Η άντληση του ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών μέσω του OWS επιτρέπεται μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Με την ολοκλήρωση της λειτουργίας ο υπεύθυνος μηχανικός θα πρέπει να προσδιορίζει την ποσότητα του νερού υδροσυλλεκτών που απορρίπτεται. Τέλος, οι παρατηρήσεις σχετικά με ενδεχόμενη μη

φυσιολογική λειτουργία ή ενδείξεις ότι το OWS, ή/και το OCM, δε λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του παραρτήματος I της MARPOL ή παρατηρήσεις για μη λειτουργικό εξοπλισμό, θα πρέπει να καταγράφονται στο ημερολόγιο και να αναφέρονται στις αρχές ξηράς από τον πλοίαρχο. Τα παραπάνω περιλαμβάνουν την εύρυθμη λειτουργία των τριμερών βαλβίδων, των συσκευών παρακολούθησης και των συναγερμών ή/και των λειτουργιών αυτόματου τερματισμού λειτουργίας. Τα λύματα και τα γκρίζα νερά μπορεί να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στη λειτουργία του OWS και ενδέχεται να οδηγήσουν σε βλάβη του εξοπλισμού. Γι' αυτό και απαγορεύεται η αποθήκευση γκρίζου νερού και λυμάτων στη δεξαμενή συγκράτησης νερού υδροσυλλεκτών. Τα υπεύθυνα μέλη του πληρώματος για τη φροντίδα των δεξαμενών συγκράτησης ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών θα πρέπει να αποφεύγουν τη χρήση σκληρών χημικών ουσιών για τον καθαρισμό τους, όπως οξέα, καυστικά και λευκαντικά, καθώς αυτά μπορεί να μειώσουν την απόδοση του OWS. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο εγκεκριμένα καθαριστικά που προσδιορίζονται από τον κατασκευαστή αλλά ή/και περιέχονται στον εγκεκριμένο χημικό κατάλογο της κάθε ναυτιλιακής εταιρείας.

Πριν από την άφιξη στη λιμενική εγκατάσταση, το επίπεδο στη δεξαμενή συγκράτησης υδροσυλλεκτών πρέπει να μειωθεί, ώστε να δημιουργηθεί χώρος για ελαιώδη υπολείμματα που ενδέχεται να παραχθούν κατά τη διάρκεια της παραμονής στον λιμένα. Πρέπει επίσης να έχει ολοκληρωθεί ο κατάλογος ελέγχου λειτουργίας OWS, οποίος περιέχει ελέγχους πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την ολοκλήρωση της λειτουργίας OWS (EPA, 2011), (Agarwal, 2021).

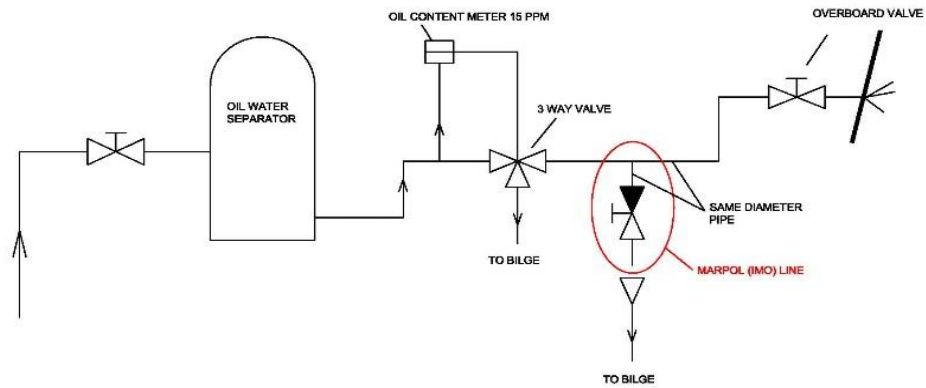
Μετρητής περιεκτικότητας πετρελαίου (OCM)

Το παράρτημα I της MARPOL απαιτεί η εγκατάσταση ενός μετρητή περιεκτικότητας πετρελαίου να είναι εγκεκριμένη από τη διοίκηση και να εξασφαλίζει ότι κάθε λιπαρό μείγμα που απορρίπτεται στη θάλασσα μετά τη διάλυση από το σύστημα έχει περιεκτικότητα σε λάδι που δεν υπερβαίνει τα 15 ppm. Κάθε OCM που εγκρίνεται από το MEPC 107 (49) θα πρέπει να καταγράφει την ημερομηνία, την ώρα, την κατάσταση συναγερμού και την κατάσταση λειτουργίας του OWS. Η συσκευή εγγραφής (π.χ. κάρτα μνήμης) θα πρέπει επίσης να αποθηκεύει δεδομένα για τουλάχιστον δεκαοκτώ (18) μήνες και θα πρέπει να είναι σε θέση να εμφανίζει ή να εκτυπώνει δεδομένα για επιθεωρήσεις και ελέγχους, όπως απαιτείται. Το εγκεκριμένο πλήρωμα πρέπει να είναι εξοικειωμένο με τη διαδικασία ανάκτησης των εν λόγω δεδομένων. Σε περίπτωση αντικατάστασης του OCM, θα πρέπει να αφαιρεθεί η κάρτα μνήμης και να κρατηθεί επί του σκάφους για δεκαοκτώ (18) μήνες (MEPC, 2003).

Συντήρηση και δοκιμή του OWS και του OCM

Το OWS και το OCM συγκαταλέγονται στον κρίσιμο εξοπλισμό ενός πλοίου και είναι ευθύνη του κάθε επικεφαλής μηχανικού ενός πλοίου να διασφαλίσει ότι και τα δύο συστήματα είναι πάντοτε διαθέσιμα επί του πλοίου. Οι συνήθεις δοκιμές και η συντήρησή τους πραγματοποιούνται σύμφωνα με το ειδικό σύστημα προγραμματισμένης συντήρησης PMS (Planned Maintenance System) του κάθε πλοίου. Οι δεξαμενές αποθήκευσης υδροσυλλεκτών ή αποβλήτων πρέπει να εκκενώνονται και να καθαρίζονται μία φορά το χρόνο και τα αρχεία τηρούνται στο PMS.

Η επιχειρησιακή δοκιμή του OWS πρέπει να διενεργείται πριν από κάθε πράξη εκκένωσης. Οι επιχειρησιακές δοκιμές OWS πρέπει να διεξάγονται για περίοδο 15 λεπτών με κλειστή τη βαλβίδα εξωλέμβιας εκκένωσης. Αυτό θα πρέπει να πραγματοποιείται με ανακυκλοφορία του περιεχομένου της δεξαμενής συγκράτησης υδροσυλλεκτών. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής πρέπει να παρατηρηθεί ότι βγαίνει καθαρό νερό από τη γραμμή ανακυκλοφορίας.



Εικόνα 2: Διάταξη του διαγράμματος σωληνώσεων OWS για λειτουργικές δοκιμές (MEPC, 2003)

Αποτυχία του OWS και του OCM

Σε περίπτωση βλάβης του OWS ή/και του OCM, θα πρέπει να ακολουθηθούν αυστηρά οι ακόλουθες ενέργειες:

- Η απόρριψη των λυμάτων θα πρέπει να διακοπεί αμέσως, ενώ η ώρα και η ημερομηνία θα πρέπει να αναγραφούν στο βιβλίο καταγραφής πετρελαίου (ORB – Oil Record Book)
- Θα πρέπει να ακολουθηθούν πιστά οι διαδικασίες του κατασκευαστή για την αντιμετώπιση της βλάβης του OWS ή/και του OCM
- Η διοίκηση της σημαίας ή/και ο νηογνώμονας ενημερώνονται εγγράφως για την κατάσταση, τον εκτιμώμενο τόπο και την ημερομηνία αποκατάστασης της βλάβης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, θα εκδοθεί ένα βραχυπρόθεσμο πιστοποιητικό για τη διεθνή πρόληψη της ρύπανσης από πετρέλαιο (IOPP – International Oil Pollution Prevention) που θα επιτρέπει στο σκάφος να λειτουργεί μέχρι να μπορέσουν να εκτελεστούν οι επισκευές
- Το PMS της εκάστοτε εταιρείας ενημερώνεται, υποδεικνύοντας τις λεπτομέρειες της βλάβης
- Η αστοχία πρέπει να καταγράφεται στο ORB. Η καταχώριση αναφέρει επίσης την πραγματική ώρα και ημερομηνία και τους λόγους της αστοχίας. Όταν το σύστημα τεθεί σε λειτουργία, πρέπει να καταγράφεται παρόμοια καταχώριση (στην οποία αναφέρεται η πραγματική ώρα και ημερομηνία έναρξης λειτουργίας της εν λόγω μονάδας)
- Ο επικεφαλής μηχανικός θα πρέπει να καταγράφει την ποσότητα νερού των υδροσυλλεκτών επί του σκάφους στο αντίστοιχο βιβλίο καταγραφών ελαιώδους νερού και ιλύος
- Οι βαλβίδες εκκένωσης στη θάλασσα που συνδέονται με τον εκτός λειτουργίας εξοπλισμό πρέπει να σφραγίζονται με αριθμητικές σφραγίδες στην κλειστή

θέση και πρέπει να αναρτώνται πινακίδες ή ανακοινώσεις που απαγορεύουν τη χρήση των βαλβίδων, εκτός από τις συνθήκες έκτακτης ανάγκης

- Τα μέλη του πληρώματος πρέπει να ενημερώνονται ότι ο εν λόγω εξοπλισμός δεν λειτουργεί σωστά και ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί
- Οι αρμόδιες αρχές του παράκτιου κράτους (PSC – Port State Control) ενημερώνονται, ανάλογα με τις ανάγκες, για τον ελαττωματικό εξοπλισμό πριν από την άφιξη του πλοίου στον λιμένα
- Μετά την επισκευή, το PMS ενημερώνεται, υποδεικνύοντας όλες τις λεπτομέρειες της επισκευής
- Η διοίκηση ενημερώνεται εγγράφως όταν ο ελαττωματικός εξοπλισμός έχει επισκευαστεί και λειτουργεί σωστά

Στο ενδιάμεσο δεν επιτρέπονται οι απορρίψεις του ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών στη θάλασσα. Όλα τα ύδατα υδροσυλλεκτών διατηρούνται επί του σκάφους για απόρριψη σε παράκτια εγκατάσταση.

Είναι προτεραιότητα του προσωπικού ξηράς να επιλύσει το ζήτημα εξετάζοντας όλες τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης σε μια παράκτια εγκατάσταση παραλαβής αποβλήτων πετρελαίου.

Απαιτήσεις εφαρμοσμένης μηχανικής

Απαγορεύεται η τροποποίηση οποιουδήποτε συστήματος σωληνώσεων, σωληνώσεων ανίχνευσης ή ηλεκτρικής καλωδίωσης που σχετίζονται είτε με το OCM είτε με το OWS, εκτός εάν αυτή εγκριθεί πρώτα από τον νηογνώμονα του σκάφους. Σε αυτήν την περίπτωση, όλα τα σχέδια των σκαφών πρέπει να τροποποιούνται ώστε να αντικατοπτρίζουν τις αλλαγές μετά την εγκατάσταση.

Απόρριψη ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών εντός ή εκτός ειδικών περιοχών

Απαγορεύεται κάθε απόρριψη του ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών στη θάλασσα από πλοίο ενώ αυτό βρίσκεται εντός ειδικής περιοχής ή εκτός ειδικής περιοχής, εκτός και εάν πληρούνται όλες οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Το πλοίο κινείται καθ' οδόν
- Η περιεκτικότητα των λυμάτων σε λάδι χωρίς αραιώση δεν υπερβαίνει τα 15 ppm
- Το πλοίο διαθέτει, σε λειτουργία, εξοπλισμό φιλτραρίσματος πετρελαίου σύμφωνα με τους κανονισμούς 14.7 του παραρτήματος I της MARPOL
- Το σύστημα φιλτραρίσματος είναι εξοπλισμένο με μια συσκευή ακινητοποίησης, η οποία θα εξασφαλίζει ότι η απόρριψη διακόπτεται αυτόματα όταν η περιεκτικότητα των λυμάτων σε λάδι υπερβαίνει τα 15ppm
- Το ελαιώδες νερό των υδροσυλλεκτών δεν αναμειγνύεται με ελαιώδη υπολείμματα φορτίου
- Τα λύματα υποβάλλονται σε επεξεργασία μέσω του OWS

Η απόρριψη του επεξεργασμένου νερού υδροσυλλεκτών μέσω OWS από σκάφη δεν επιτρέπεται εντός 3 nm από τα ύδατα των ΗΠΑ (απαίτηση VGP). Η Γενική Άδεια Σκάφους (VGP – Vessel General Permit) ισχύει για απορρίψεις που συνεπάγονται την

κανονική λειτουργία όλων των μη ψυχαγωγικών, μη στρατιωτικών σκαφών μήκους περίπου 24 μέτρων (79 feet-πόδια) ή μεγαλύτερων που εκφορτώνουν σε ύδατα των Ηνωμένων Πολιτειών.

Στη θαλάσσια περιοχή της Ανταρκτικής απαγορεύεται οποιαδήποτε απόρριψη λυμάτων από τα σκάφη (VICKERS OILS, 2013), (ABS, 2014).

Τήρηση αρχείων του Βιβλίου Καταγραφής Πετρελαίου (ORB)

Το Βιβλίο Καταγραφής Πετρελαίου (ORB – Oil Record Book) αποτελεί απόδειξη ότι το πλοίο συμμορφώνεται με τις οδηγίες και τις επιχειρησιακές απαιτήσεις του παραρτήματος I της MARPOL. Οι λεπτομέρειες που αφορούν όλες τις δεξαμενές καυσίμων και τα χύδην λιπαντικά που παραλαμβάνονται επί του σκάφους, καθώς και τις εργασίες χειρισμού των ελαιωδών μειγμάτων και υπολειμμάτων του μηχανοστασίου, πρέπει να καταγράφονται στο Μέρος I του ORB. Από την άλλη, οι λεπτομέρειες του φορτίου, του έρματος, του καθαρισμού των δεξαμενών, του χειρισμού των υδάτων έκπλυσης δεξαμενών και της μεταφοράς των υδροσυλλεκτών του μηχανοστασίου σε δεξαμενές φορτίου/υπολειμμάτων πρέπει να καταγράφονται στο Μέρος II του ORB.

Επιπλέον, απαιτούνται τα ακόλουθα:

- Οι σφραγίδες που τοποθετούνται στις βαλβίδες εκκένωσης OWS στη θάλασσα να καταγράφονται στο ORB
- Η επιχειρησιακή δοκιμή των OWS και OCM να καταγράφεται στο ORB
- Οι αποδείξεις διάθεσης να επισυνάπτονται στο ORB

Ο πρώτος μηχανικός (C/E) είναι υπεύθυνος για τη διατήρηση του ORB, Μέρος I και ο υποπλοίαρχος (C/O) είναι υπεύθυνος για τη διατήρηση του ORB, Μέρος II. Κάθε σελίδα και των δύο μερών υπογράφεται από τον πλοίαρχο (Master). Η συμπλήρωση του ORB πρέπει να πραγματοποιείται με τη μέγιστη προσοχή και σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται. Τυχόν αποκλίσεις των ORB I & II πρέπει να αναφέρονται από τον πλοίαρχο στο Εξουσιοδοτημένο Άτομο στην Ακτή (DPA – Designated Person Ashore) και στον Επικεφαλής Περιβαλλοντικής Συμμόρφωσης. Οι ψευδείς καταχωρήσεις στο ORB που αφορούν μηχανήματα και αρχεία καταστρώματος αποτελούν παράβαση του νόμου (Alfa Laval, 2017), (TUVALU, 2013), (Agarwal, 2021).

3.1.1.2 Παράγοντες δημιουργίας ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών

Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, η πολιτική των πλοίων είναι η ελαχιστοποίηση της μόλυνσης του νερού υδροσυλλεκτών από λιπαντικά, υγρά καθαρισμού, γράσα και άλλα απόβλητα, προτού αυτό συγκεντρωθεί στο κατώτατο εσωτερικό τμήμα των υφάλων του πλοίου. Οι λόγοι δημιουργίας του ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών ποικίλλουν και εξαρτώνται από αρκετούς παράγοντες, όπως είναι το μέγεθος ενός πλοίου, η ηλικία των εξαρτημάτων και μηχανημάτων του, η διάταξη του μηχανοστασίου και η συντήρηση με σκοπό την πρόληψη. Οι κύριοι και συχνότεροι λόγοι παραγωγής του ελαιώδους ύδατος υδροσυλλεκτών είναι η συμπίκνωση και οι διαρροές στο μηχανοστάσιο. Αυτό

καθορίζεται από τις καιρικές συνθήκες και την αλλαγή της θερμοκρασίας, καθώς και από τον καθαρισμό και τη συντήρηση του μηχανοστασίου.

Για τα σκάφη αναψυχής, τα ελαιώδη απόβλητα προέρχονται μόνο από τη χρήση λιπαντικού και εξαρτώνται από τις ώρες λειτουργίας της γεννήτριας και του κινητήρα ανά ημέρα. Επίσης, άλλοι λόγοι ενδέχεται να είναι ο τύπος και η ηλικία του κινητήρα και ο τύπος του καυσίμου που χρησιμοποιείται (CE Delft, 2017).

3.1.1.3 Παραγόμενες ποσότητες ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών

Οι παραγόμενες ποσότητες ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών ποικίλλουν ανάλογα με το είδος των αποβλήτων, αλλά και ανάλογα με τον κάθε λιμένα. Ένα μέσο πλοίο παράγει περίπου 20 m³ ελαιώδους ύδατος υδροσυλλεκτών ανά μήνα. Ένα τυπικά μεγάλο κρουαζιερόπλοιο εκτιμάται ότι παράγει κατά μέσο όρο 8 τόνους την ημέρα. Ενώ, ένα κρουαζιερόπλοιο μεσαίου μεγέθους (με 3.000 άτομα) παράγει 95 m³ ελαιώδους νερού σε μια εβδομάδα, το οποίο ισοδυναμεί με 13,5 m³ την ημέρα.

Ο ημερήσιος όγκος παραγωγής ελαιώδους ύδατος υδροσυλλεκτών με βάση τη χωρητικότητα των πλοίων διαμορφώνεται ως εξής:

Πίνακας 1: Ημερήσιος όγκος παραγωγής ελαιώδους ύδατος υδροσυλλεκτών (CE Delft, 2017)

Μέγεθος πλοίου (τόνοι)	Χωρητικότητα πλοίου (άτομα)	Παραγωγή ελαιώδους νερού (m ³ /ημέρα)
22.000	1.100	4
46.000 - 48.000	1.500 - 2.160	11
50.700 - 55.400	1.850 - 2.380	19
76.000 - 78.000	2.700 - 3.200	10

Γενικότερα, οι ποσότητες οι οποίες παράγονται ανά ημέρα κυμαίνονται από 0,01 έως 13 m³, με τα μεγαλύτερα πλοία όπως είναι εύκολα κατανοητό να παράγουν περισσότερα ελαιώδη απόβλητα από τα μικρότερα πλοία, καθώς τα μεγαλύτερα πλοία διαθέτουν μεγαλύτερα μηχανοστάσια και άλλες περιοχές στις οποίες μπορεί να συμπυκνωθούν περισσότεροι υδρατμοί (CE Delft, 2017).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα σκάφη που είναι εξοπλισμένα με ενσωματωμένη δεξαμενή συγκράτησης ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών (IBHT – Integrated Bilge Holding Tank) ελαχιστοποιούν την παραγόμενη ποσότητα του ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών. Η έννοια του IBHT είναι η αποφυγή τροφοδοσίας με πλεονάζουσα ποσότητα ελαίου στον εξοπλισμό φιλτραρίσματος του ελαίου, καθώς το ελαιώδες νερό στα φρεάτια των υδροσυλλεκτών μεταφέρεται στην κύρια δεξαμενή συγκράτησης υδροσυλλεκτών για τον αρχικό διαχωρισμό του πετρελαίου. Το νερό υψηλής περιεκτικότητας σε πετρέλαιο μεταφέρεται σε δεξαμενές ιλύος και το νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε πετρέλαιο μεταφέρεται στη δεξαμενή συγκράτησης νερού υδροσυλλεκτών. Για τα εν λόγω σκάφη μειώνεται η απαιτούμενη χωρητικότητα δεξαμενών νερού υδροσυλλεκτών.

Τέλος, για την ενισχυμένη παρακολούθηση των ποσοτήτων του ελαιώδους νερού των υδροσυλλεκτών που παράγονται κατά τη λειτουργία του πλοίου, οι καταχωρίσεις

πρέπει να λαμβάνουν χώρα καθημερινά στο βιβλίο καταγραφών ελαιώδους νερού και ιλύος που αναφέρεται και παραπάνω. Οι μετρήσεις πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς και οι εγγραφές θα πρέπει να συμφωνούν με τις εγγραφές στο ORB (Μέρος Ι). Το ημερολόγιο διατίθεται κατά τη διάρκεια επιθεωρήσεων και ελέγχων, φυσικών ή απομακρυσμένων (TUVALU, 2013), (Agarwal, 2021).

3.1.2 Ιλύς (Sludge)

Η ελαιώδης ιλύς ή αλλιώς λάσπη (sludge) είναι ένα υπολειμματικό απόβλητο ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης καυσίμου στα πλοία. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για υγρά ελαιώδη απόβλητα (υπολείμματα λάσπης) τα οποία προέρχονται από τον καθαρισμό των καυσίμων ή/και των λιπαντικών ελαίων που χρησιμοποιούνται στα πλοία.

Τα ελαιώδη υπολείμματα που αντιμετωπίζονται ως ιλύς μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Διαχωρισμένη ιλύς, δηλαδή ιλύς που προκύπτει από τον καθαρισμό του καυσίμου και του λιπαντικού λαδιού
- Λάδι αποστράγγισης και διαρροής, δηλαδή λάδι που προκύπτει από αποστράγγιση και διαρροές στους μηχανολογικούς χώρους του σκάφους
- Εξαντλημένα έλαια, δηλαδή εξαντλημένο λιπαντικό λάδι, υδραυλικό λάδι ή άλλο υγρό με βάση τους υδρογονάνθρακες, το οποίο δεν είναι κατάλληλο για περαιτέρω χρήση σε μηχανήματα λόγω φθοράς/μόλυνσης

Η δημιουργία της ιλύος μπορεί επίσης να οφείλεται στον καθαρισμό του διαχωρισμένου χρησιμοποιημένου ελαίου από τους διαχωριστές πετρελαίου - νερού, στον καθαρισμό του εξοπλισμού φιλτραρίσματος του ελαίου ή/και στον καθαρισμό των ελαίων που συλλέγονται σε δίσκους σταγόνων. Εκτός από καύσιμα και πιο συγκεκριμένα πετρέλαιο, η ιλύς συχνά περιέχει νερό, πίσσα, ενώσεις ασφάλτων και διάφορες άλλες ρυπαντικές ουσίες, τόσο διαλυτές όσο και αδιάλυτες. Τα ελαιώδη υπολείμματα δημιουργούνται εντός μιας συσκευής η οποία χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του καυσίμου ή του λιπαντικού, όπου με μια διεργασία μηχανικού διαχωρισμού απομονώνονται οι προσμείξεις αυτές και ανά τακτά χρονικά διαστήματα η παραγόμενη ιλύς αποστραγγίζεται. Η παραπάνω διεργασία είναι απαραίτητη για την αποφυγή και τη μείωση των φθορών στα εξαρτήματα του κινητήρα, αλλά και για τη βελτίωση της καύσης του καυσίμου. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου και το ίδιο το καύσιμο αντιμετωπίζεται ως λάσπη, όπως όταν, για παράδειγμα, προέρχεται από διαρροές ή από τον καθαρισμό των δεξαμενών. Το ίδιο ισχύει και για το κλάσμα ελαίου από τον διαχωριστή πετρελαίου – νερού, ενδέχεται δηλαδή να αντιμετωπιστεί ως λάσπη. Τα ελαιώδη υπολείμματα υπάρχουν σε όλους τους τύπους σκαφών (CE Delft, 2017).

3.1.2.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας ιλύος επί των πλοίων

Η ιλύς μπορεί να διαχειριστεί με διαφορετικούς τρόπους σε κάθε τύπο πλοίου, αναλόγως τη χωρητικότητά του. Υπάρχουν δύο τρόποι διαχείρισης των ελαιωδών υπολειμμάτων, είτε να υποβληθούν σε επεξεργασία επί του σκάφους, είτε να αποθηκευτούν προσωρινά σε μια δεξαμενή επί του σκάφους και στη συνέχεια να παραδοθούν σε μια λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων ώστε να

αντιμετωπιστούν κατάλληλα. Υπεύθυνος για τον χειρισμό της ιλύος, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής σε δεξαμενές ιλύος και της εκφόρτωσης σε εγκαταστάσεις παραλαβής, είναι ο επικεφαλής μηχανικός.

Οι τρόποι χειρισμού και απόρριψης της ιλύος είναι:

1. Παράδοση στις εγκαταστάσεις υποδοχής μέσω των τυποποιημένων συνδέσεων απόρριψης
2. Μεταφορά στη δεξαμενή slop, υπό την προϋπόθεση ότι η μεταφορά δε θα επηρεάσει τις εργασίες φορτίου, όπως αναφέρεται και στη Διεθνή Πρόκληση της Ρύπανσης από Πετρέλαιο (IOPP)
3. Αποτεφρώνοντας σε εγκεκριμένο αποτεφρωτήρα
4. Με εξάτμιση, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχουν κατάλληλες ρυθμίσεις (πιστοποιητικό IOPP)

Η μέθοδος επεξεργασίας της ιλύος που ακολουθείται κατά κανόνα επί των πλοίων είναι η χρήση αποτεφρωτήρα ή αλλιώς αποτεφρωτή. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου γίνεται χρήση ενός συστήματος θέρμανσης το οποίο είναι γνωστό και ως εξατμιστήρας και το οποίο προηγείται του αποτεφρωτήρα. Ο εξατμιστήρας είναι απαραίτητος για την εξάτμιση του κλάσματος νερού από τη λάσπη, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πιο απλουστευμένα, μόνο για να συμβάλει στη μείωση της ποσότητας της λάσπης. Στην περίπτωση όπου η ιλύς επεξεργαστεί επί του πλοίου με έναν αποτεφρωτήρα, τότε μετά την αποτέφρωση, η προκύπτουσα τέφρα από τη χρήση του αποτεφρωτή θα πρέπει να παραδοθεί στη λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων ώστε να επεξεργαστεί καταλλήλως. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τέφρες αποτεφρωτήρων θεωρούνται διαφορετικό είδος αποβλήτων.

Τέλος, αν η λάσπη συγκεντρωθεί και αποθηκευτεί στο πλοίο ώστε να μπορέσει να παραδοθεί απευθείας σε PRF, αυτό μπορεί να γίνει σε μια εκ των ακόλουθων δεξαμενών του πλοίου, αρχικά σε μια δεξαμενή ιλύος, ή σε μια δεξαμενή καυσίμων, ή μια δεξαμενή χρησιμοποιημένων ελαίων ή αποστράγγισης λιπαντικού. Καταλήγοντας, η πλειοψηφία των πλοίων σύμφωνα με τα στατιστικά φαίνεται να μην προχωρά στην επεξεργασία της ιλύος επί του πλοίου ακόμα κι αν διαθέτουν τον παραπάνω εξοπλισμό, ένας λόγος για τη μη χρήση του αποτεφρωτήρα παραδείγματος χάριν, είναι επειδή το κόστος θέρμανσης της δεξαμενής είναι υψηλότερο από το κόστος απόρριψης. Επιπλέον, δεν είναι όλοι οι αποτεφρωτήρες που βρίσκονται επί των πλοίων εγκεκριμένοι για την αποτέφρωση ιλύος. Ορισμένα πλοία μικρότερου μεγέθους δεν είναι πάντα εξοπλισμένα με εξατμιστές και αποτεφρωτήρες. Επομένως, το σύνηθες είναι το μεγαλύτερο μέρος της λάσπης να αποθηκεύεται και να απορρίπτεται στις εγκαταστάσεις ξηράς χωρίς περαιτέρω επεξεργασία. Η χρήση των αποτεφρωτήρων μπορεί να περιοριστεί εάν τα πλοία εμπορεύονται σε αμιγώς παράκτιες περιοχές.

Τα υπολείμματα λαδιού, που παράγονται κατά τη λειτουργία του σκάφους, απαγορεύεται ρητά να αναμιχθούν με το λιπαρό νερό υδροσυλλεκτών στην αντίστοιχη δεξαμενή συγκράτησης (IBHT), με την πρόθεση να απορριφθούν στη θάλασσα αφού προηγηθεί ο διαχωρισμός τους μέσω του διαχωριστή πετρελαίου-νερού (OWS). Αυτό συμβαίνει επειδή η ιλύς προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στη λειτουργία του OWS που μπορεί να οδηγήσουν σε αποτυχία του. Απαγορεύεται επίσης, η χρήση σωληνώσεων από και προς δεξαμενές ιλύος με άμεση σύνδεση στη θάλασσα, συμπεριλαμβανομένων

των αντλιών υδροσυλλεκτών, εκτός από τις αντλίες που είναι αποκλειστικά για την ιλύ. Η αντλία ιλύος πρέπει να είναι ανεξάρτητη, κατάλληλη για υγρά με υψηλό ιξώδες και χωρίς διασύνδεση με οποιαδήποτε άλλη αντλία ή δεξαμενή (CE Delft, 2017).

Αποτέφρωση ελαιοειδών υπολειμμάτων και ιλύος

Ένας αποτεφρωτήρας αποτελείται από ένα θάλαμο καύσης με μια μονάδα καυστήρα, έναν ηλεκτρικό πίνακα, και σαφώς διαθέτει είσοδο για τα υπολείμματα λάσπης. Η τυπική προδιαγραφή για αποτεφρωτήρες πλοίων που προορίζονται για την αποτέφρωση αυτών των ελαιοειδών αποβλήτων, αλλά και άλλων διάφορων απορριμμάτων του πλοίου τα οποία παράγονται κατά την κανονική λειτουργία του πλοίου, καλύπτει το σχεδιασμό, την κατασκευή, την απόδοση, τη λειτουργία και τη δοκιμή αποτεφρωτηρίων ισχύος έως 4.000 kW. Η έγκριση τύπου πρέπει να είναι επί του σκάφους και άμεσα διαθέσιμη για σκοπούς επιθεώρησης.

Η αποτέφρωση επιτρέπεται μόνο εντός των κανονικών ωρών εργασίας του μηχανοστασίου (E/R) και υπό την προϋπόθεση ότι η λειτουργία εμποτεύεται επαρκώς. Η αποτέφρωση επί του πλοίου επιτρέπεται μόνο σε εγκεκριμένους αποτεφρωτήρες, συγκεκριμένης κλάσης, ειδικά κατασκευασμένους για τον τύπο ή τους τύπους αποβλήτων που πρόκειται να αποτεφρωθούν. Η λειτουργία του αποτεφρωτήρα πρέπει να ακολουθεί αυστηρά τις διαδικασίες του κατασκευαστή. Οι υπεύθυνοι του κινητήρα είναι υπεύθυνοι και για τη λειτουργία του αποτεφρωτήρα, και κατάλληλα εκπαιδευμένοι για τη χρήση του.

Η αποτέφρωση πετρελαίου ιλύος επί του πλοίου που παράγεται κατά την κανονική λειτουργία του σκάφους δεν πραγματοποιείται εντός λιμένων, εκβολών ποταμών και εντός τριών ναυτικών μιλίων από τις ακτές. Ωστόσο, ενδέχεται να ισχύουν αυστηρότερες απαιτήσεις αναλόγως την περιοχή στην οποία βρίσκεται το κάθε πλοίο. Παραδείγματος χάριν, η αποτέφρωση απαγορεύεται αυστηρά εντός της Βαλτικής Θάλασσας.

Όσον αφορά την αποτέφρωση των ελαιοειδών αποβλήτων και της ιλύος των ακόλουθων ουσιών, απαγορεύεται αυστηρά για την αποφυγή της ρύπανσης του αέρα η αποτέφρωση:

- Υπολειμμάτων φορτίου ουσιών που υπόκεινται στις απαιτήσεις των παραρτημάτων I, II και III της MARPOL
- Καταλοίπων αργού πετρελαίου και πετρελαίου επί του σκάφους, όπως φορτία ουσιών, χημικές ουσίες που περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο 17 του Διεθνή Κώδικα για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν Επικίνδυνες Χημικές ουσίες Χύδην (IBC – International Bulk Code) και αποτελούν απειλή περιβαλλοντικής ρύπανσης σύμφωνα με το παράρτημα II της MARPOL, καθώς και επιβλαβείς ουσίες που προσδιορίζονται ως θαλάσσιοι ρύποι στον κώδικα Διεθνή Κώδικα Επικίνδυνων Ναυτιλιακών Εμπορευμάτων (IMDG - International Maritime Dangerous Goods)
- Εξευγενισμένα προϊόντα πετρελαίου που περιέχουν ενώσεις αλογόνου

Ισχύουν πρόσθετοι περιορισμοί στις προς αποτέφρωση ουσίες, όπως PBC, PVCs ή απόβλητα με ίχνη βαρέος πετρελαίου, αλλά αυτές οι ουσίες εξετάζονται λεπτομερώς

στο Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων του κάθε πλοίου (GMP – Garbage Management Plan).

Κάθε καύσιμο που χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του αποτεφρωτήρα πρέπει να έχει επίπεδο θείου σύμφωνα με τη ρύθμιση της περιοχής που εμπορεύεται το σκάφος (0,5% m/m παγκοσμίως και 0,1% m/m στο ECA/SECA).

Η παραγόμενη τέφρα απορρίπτεται στην ξηρά και γίνεται καταχώρηση στο βιβλίο καταγραφής απορριμμάτων στην οποία αναφέρεται η ποσότητα που έχει παραδοθεί στην ξηρά. Η αποτέφρωση των αποβλήτων πετρελαίου και της ιλύος καταγράφονται στο ORB (MEPC, 2009).

Συντήρηση αποτεφρωτήρα

Ο αποτεφρωτήρας διατηρείται πάντοτε σε καλή κατάσταση λειτουργίας και οι προγραμματισμένες εργασίες συντήρησης εκτελούνται σε τακτική βάση και καταγράφονται στο PMS. Οι εργασίες αυτές δε θα πρέπει να θέτουν σε κίνδυνο την πιστοποίηση έγκρισης τύπου του αποτεφρωτήρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο αποτεφρωτήρας δε θεωρείται περιβαλλοντικά κρίσιμος εξοπλισμός (MEPC, 2009).

Αστοχία αποτεφρωτήρα

Σε περίπτωση βλάβης του αποτεφρωτήρα, πρέπει πάντα να ακολουθούνται οι διαδικασίες αντιμετώπισης προβλημάτων του κατασκευαστή. Εάν η βλάβη του αποτεφρωτήρα δεν μπορεί να αποκατασταθεί, τότε ισχύουν τα ακόλουθα:

- Ο πλοίαρχος αναφέρει εγγράφως τη βλάβη και ακολούθως ενημερώνεται η διοίκηση της σημαίας ή/και ο νηογνώμονας για την κατάσταση και τον εκτιμώμενο τόπο και την ημερομηνία αποκατάστασης της βλάβης
- Ο πλοίαρχος κοινοποιεί εγγράφως στις τοπικές αρχές πριν από την προσέγγιση του πλοίου στον επόμενο λιμένα
- Το PMS ενημερώνεται, υποδεικνύοντας τις λεπτομέρειες της βλάβης
- Όταν επισκευάζεται η μονάδα, το PMS ενημερώνεται αναφέροντας τις λεπτομέρειες της επισκευής
- Κατά τη διάρκεια της περιόδου αστοχίας, οι ποσότητες της ιλύος που παράγονται επί του σκάφους πρέπει να καταγράφονται στο βιβλίο καταγραφών ελαιώδους νερού και ιλύος

Είναι προτεραιότητα του προσωπικού ξηράς να επιλύσει το ζήτημα εξετάζοντας όλες τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις, συμπεριλαμβανομένης της διάθεσης σε μια εγκατάσταση παραλαβής αποβλήτων ιλύος στην ακτή (MEPC, 2009).

Εξάτμιση ελαιωδών υπολειμμάτων και ιλύος

Το ποσοστό του νερού στην ιλύ μπορεί να αφαιρεθεί με την επίδραση της εξάτμισης και ως εκ τούτου να οδηγήσει στη μείωση της ιλύος. Η εξάτμιση πραγματοποιείται όταν η ιλύς θερμαίνεται σε χωριστή δεξαμενή πριν αποτεφρωθεί για να αφαιρεθεί το κλάσμα νερού. Η εξάτμιση πρέπει να καταγράφεται στο ORB. Τέλος, η εξάτμιση επιτρέπεται μόνο εάν η δεξαμενή ιλύος είναι εξοπλισμένη με ανεμιστήρα εξάτμισης

για τον αερισμό των υδρατμών. Αυτό αναφέρεται στο συμπλήρωμα του πιστοποιητικού IOPP (MEPC, 2009).

Περιβαλλοντικό και λειτουργικό σύστημα στεγανοποίησης

Με στόχο να καταστεί η διαδικασία χειρισμού ελαιωδών υπολειμμάτων και μειγμάτων απαραβίαστη, ο σχετικός εξοπλισμός και τα συστήματα στα πλοία που θα μπορούσαν ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν για οποιαδήποτε παράνομη λειτουργία, ταυτοποιούνται και συχνά σφραγίζονται έτσι ώστε το κάθε πλοίο και η κάθε πλοιοκτήτρια εταιρεία να προστατεύονται από οποιαδήποτε παράνομη ή/και μη εξουσιοδοτημένη ενέργεια. Αυτό συμβαίνει γιατί η παραβίαση των κανονισμών επιβαρύνει το περιβάλλον και ως εκ τούτου επιβάλλονται πρόστιμα στις ναυτιλιακές εταιρείες για τις παραβάσεις του.

Ο ακόλουθος εξοπλισμός και τα συστήματα σωληνώσεων έχουν αναγνωριστεί ως «ευαίσθητες περιοχές» επειδή οι σωλήνες και οι βαλβίδες θα μπορούσαν εύκολα να αφαιρεθούν και να επιτρέψουν την εγκατάσταση μη εξουσιοδοτημένων συνδέσεων:

- Τμήματα σωλήνων εκκένωσης αντλίας υδροσυλλεκτών και ιλύος, κλαδιά με φλάντζα ή αγκώνες με φλάντζα που αφαιρούνται εύκολα
- Ο αγωγός από το OWS στο OCM
- Όλες οι βαλβίδες εκκένωσης στη θάλασσα και οι σχετικές σωληνώσεις κοντά στο OWS (διαμέτρου μικρότερης από 125 mm που χρησιμεύουν ως εκκένωση στη θάλασσα για το θαλασσινό νερό)
- Ο σωλήνας εισόδου για το OWS από την αντλία υδροσυλλεκτών και ο σωλήνας εξόδου στη βαλβίδα εκκένωσης στη θάλασσα
- Η σωλήνωση του συστήματος ανακυκλοφορίας του OWS στη δεξαμενή συγκράτησης υδροσυλλεκτών, στην οποία έχει εγκατασταθεί μια βαλβίδα αντεπιστροφής για σκοπούς δοκιμής
- Όλες οι εύκολα αφαιρούμενες σωληνώσεις που σχετίζονται με το OWS
- Αγωγός εξαγωγής λέβητα
- Κάθε κενή φλάντζα που σχετίζεται με συστήματα υδροσυλλεκτών και ιλύος, συμπεριλαμβανομένων των διεθνών συνδέσεων στην ξηρά
- Φορητές αντλίες
- Φρεάτια δεξαμενών συλλογής των υδροσυλλεκτών και των λυμάτων
- Οι βαλβίδες στις γραμμές παράκαμψης των ροόμετρων καυσίμου (MEPC, 2009)

Βαλβίδα OWS

Η βαλβίδα του OWS, όταν δε χρησιμοποιείται δηλαδή πριν και μετά την ολοκλήρωση της χρήσης του OWS σε εξουσιοδοτημένη γεωγραφική περιοχή, πρέπει να διατηρείται ασφαλισμένη με την κατάλληλη αλυσίδα και λουκέτο. Η βαλβίδα πρέπει επίσης να διαθέτει αριθμημένη σφράγιση και να συντηρείται σύμφωνα με το περιβαλλοντικό και λειτουργικό πρόγραμμα σφραγίσεων (MEPC, 2009).

Κύριες διασταυρώσεις σεντίνας

Η χρήση βαλβίδων διασταύρωσης, μεταξύ των σωληνώσεων αναρρόφησης υδροσυλλεκτών από φρεάτια υδροσυλλεκτών E/R / δεξαμενές συγκράτησης υδροσυλλεκτών και της αναρρόφησης αντλιών E/R εκτός της ειδικής αντλίας υδροσυλλεκτών είναι παρόμοια με την παράκαμψη του εξοπλισμού OWS και απαγορεύεται.

Συγκεκριμένα, απαγορεύεται αυστηρά η σύνδεση των σωληνώσεων αναρρόφησης υδροσυλλεκτών με αντλίες πυρκαγιάς, γενικής εξυπηρέτησης, ψύξης θαλάσσιου νερού, αναρρόφησης έκτακτης ανάγκης και αντλιών έρματος ή με οποιαδήποτε άλλη αντλία εκτός από τις καθορισμένες αντλίες υδροσυλλεκτών, μέσω υπάρχουσών μόνιμων σωληνώσεων και βαλβίδων ή μέσω προσωρινών συνδέσεων εύκαμπτων σωλήνων. Η σύνδεση τέτοιων σωληνώσεων είναι παράνομη και ισοδυναμεί με παράκαμψη του OWS. Η χρήση των προαναφερόμενων βαλβίδων διασταύρωσης επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, για την ασφάλεια του σκάφους ή/και του πληρώματος (MEPC, 2009).

Αναρρόφηση σεντίνας έκτακτης ανάγκης

Η χρήση βαλβίδων υδροσυλλεκτών έκτακτης ανάγκης για την τακτική αναρρόφηση υδροσυλλεκτών απαγορεύεται. Η χρήση των προαναφερόμενων βαλβίδων υδροσυλλεκτών έκτακτης ανάγκης είναι παράνομη, ισοδύναμη με την παράκαμψη του OWS και επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, ως έσχατη λύση για την ασφάλεια του σκάφους ή/και του πληρώματος (MEPC, 2009).

Διαχείριση φορητών αντλιών στο μηχανοστάσιο

Η χρήση φορητών αντλιών και εύκαμπτων σωλήνων για τη μεταφορά του περιεχομένου των φρεατίων υδροσυλλεκτών ή της δεξαμενής IBHT σε οποιαδήποτε άλλη δεξαμενή απαγορεύεται αυστηρά. Απαγορεύεται επίσης οποιαδήποτε μεταφορά ελαιώδους νερού και ιλύος πέραν αυτών που περιγράφονται στο πιστοποιητικό IOPP. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης που πρέπει να πραγματοποιηθεί τέτοια μεταφορά, πρέπει να ζητηθεί η αντίστοιχη άδεια από τον νηογνώμονα του σκάφους (MEPC, 2009).

Διαρροές

Δεν πρέπει να επιτρέπεται η συλλογή νερού σεντίνας κάτω από μηχανήματα, ηλεκτροκινητήρες ή άλλο εξοπλισμό. Πρέπει να καταβληθεί κάθε προσπάθεια για να διατηρηθούν όλες οι σεντίνες σε κατάσταση «χωρίς ελαιώδη υπολείμματα». Το OWS θα έχει καλύτερη απόδοση κατά την επεξεργασία του νερού υδροσυλλεκτών με χαμηλή περιεκτικότητα σε λάδι. Είναι ευθύνη του πρώτου μηχανικού να προσπαθεί συνεχώς για την ελαχιστοποίηση όλων των διαρροών από όλα τα συστήματα, τον εξοπλισμό και τα εξαρτήματα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του σκάφους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί εάν τηρούνται τα ακόλουθα:

- Οι σωλήνες λιπαντικού ελαίου για τη λίπανση του κινητήρα, οι σύνδεσμοι, οι αντλίες κ.λπ. που παρουσιάζουν διαρροή πρέπει να επισκευάζονται χωρίς καθυστέρηση
- Το νερό από τις δεξαμενές πετρελαίου πρέπει να αποστραγγίζεται σε δεξαμενή χρησιμοποιημένου πετρελαίου
- Τα χρησιμοποιημένα λιπαντικά από τον καθαρισμό ή άλλες δραστηριότητες πρέπει να αποστραγγίζονται σε δεξαμενή χρησιμοποιημένων λιπαντικών
- Το νερό που παράγεται από δραστηριότητες συντήρησης (π.χ. έκπλυση) πρέπει να ελαχιστοποιείται
- Τα μηχανήματα, τα οποία είναι πιθανό να έχουν διαρροή πετρελαίου, πρέπει να είναι εφοδιασμένα με δίσκους συλλογής υγρών που μπορούν να αποστραγγιστούν σε δεξαμενή χρησιμοποιημένου πετρελαίου
- Ο καθαρισμός των πλακών δαπέδου, των κινητήρων κ.λπ., με προϊόντα ελαίου πρέπει να ελαχιστοποιείται

Εάν οποιοσδήποτε αγωγός ή εξάρτημα σε σύστημα καυσίμου, λιπαντικού ή χρησιμοποιημένων λιπαντικών αποτύχει, συμπεριλαμβανομένων των σωλήνων υψηλής πίεσης σε κινητήρες ντίζελ, ή εμφανίσει σφάλμα λειτουργίας, θα πρέπει να καταγραφεί στο βιβλίο καταγραφών του μηχανοστασίου η ποσότητα που απελευθερώνεται αλλά και να δοθεί μια εξήγηση ως προς τον τρόπο χειρισμού του υγρού που απελευθερώθηκε ακούσια. Το ίδιο ισχύει για ακούσιες εκλύσεις σημαντικών ποσοτήτων φρέσκου ή θαλασσινού νερού. Αξίζει να σημειωθεί ότι το νερό που προέρχεται από το ρουλεμάν του πηδαλίου θεωρείται ελαιώδες νερό και πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ελαιώδης σεντίνα (MEPC, 2009).

Χειρισμός ελαιωδών υπολειμμάτων που παράγονται εκτός του μηχανοστασίου και εκτός του χώρου φορτίου

Εκτός από τον χώρο του μηχανοστασίου και φορτίου, υπάρχουν μηχανήματα και εξοπλισμός τοποθετημένα στο κατάλυμα, στο κεντρικό κατάστρωμα και αλλού πάνω στο πλοίο, τα οποία μπορεί να θεωρηθούν πιθανή πηγή ρύπανσης ή περιβαλλοντικού κινδύνου, όπως είναι τα συστήματα αγκύρωσης και πρόσδεσης που λειτουργούν με υδραυλικό λάδι υψηλής πίεσης, γερανοί, υδραυλικές αντλίες, υδραυλικά ανοίγματα, και τα συστήματα με διασύνδεση ελαίου-θαλάσσης. Τέτοιες διασυνδέσεις μπορεί να περιλαμβάνουν σωλήνες πρύμνης με λιπαντικό, πρωαίες ή πρύμνες ώθησης, σταθεροποιητές, υδραυλικά ελεγχόμενες έλικες βήματος και παρόμοιο εξοπλισμό όπου η διαρροή ενός στεγανοποιητικού στοιχείου μπορεί να προκαλέσει απώλεια του μέσου λειτουργίας στα γύρω νερά του σκάφους.

Εάν το λάδι που χρησιμοποιείται στα παραπάνω συστήματα δεν ανήκει στα Περιβαλλοντικά Αποδεκτά Λιπαντικά (EAL – Environmentally Acceptable Lubricants), τότε οποιαδήποτε αναπλήρωση στις δεξαμενές κεφαλής, στις δεξαμενές λειτουργικών συστημάτων ή άλλους δέκτες που σχετίζονται με αυτόν τον εξοπλισμό, ανεξάρτητα από την ποσότητα, θα καταγράφεται στο βιβλίο καταγραφών του μηχανοστασίου. Η είσοδος νερού ή η αποστράγγιση νερού μέσα ή από αυτά τα συστήματα πρέπει επίσης να καταγράφονται.

Τέλος, σε κάθε περίπτωση η τακτική απώλεια λιπαντικού του σωλήνα πρύμνης πρέπει να καταγράφεται και να αναφέρεται αμέσως. Θα πρέπει επίσης να παρέχεται η

κατάλληλη αιτιολόγηση ως προς αυτήν την απώλεια, συνοδευόμενη από την ώρα και την ημερομηνία αλλά και την υπογραφή του πρώτου μηχανικού (MEPC, 2009).

Απόρριψη ελαιοειδών μειγμάτων στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων

Η διάθεση στις κατάλληλες εγκαταστάσεις παραλαβής πραγματοποιείται μέσω των διεθνών τυποποιημένων συνδέσεων και πραγματοποιείται από τις σχετικές δεξαμενές (δεξαμενή συγκράτησης και δεξαμενή ιλύος) και ποτέ απευθείας από το φρεάτιο υδροσυλλεκτών. Μόνο σε περιπτώσεις που το πλοίο βρίσκεται υπό επισκευή, επιτρέπεται η απόρριψη απευθείας από το φρεάτιο υδροσυλλεκτών ή τη δεξαμενή ιλύος. Σύμφωνα με τον κανονισμό 12 (αναφέρεται στη ιλύ) του παραρτήματος I της MARPOL, οι σωληνώσεις προς και από δεξαμενές ιλύος δεν πρέπει να έχουν άμεση σύνδεση στη θάλασσα εκτός από την τυποποιημένη σύνδεση εκκένωσης που αναφέρεται στον κανονισμό 13. Η καθορισμένη αντλία για την απόρριψη των αποβλήτων πετρελαίου στις εγκαταστάσεις παραλαβής πρέπει να είναι κατάλληλου τύπου, χωρητικότητας και κεφαλής απόρριψης, κατάλληλη για τα χαρακτηριστικά του υγρού που αντλείται, καθώς και για το μέγεθος και τη θέση των δεξαμενών και του συνολικού χρόνου απόρριψης.

Ο πλοίαρχος του πλοίου θα πρέπει να λαμβάνει από τον χειριστή των εγκαταστάσεων υποδοχής, ο οποίος περιλαμβάνει φορτηγίδες και βυτιοφόρα, απόδειξη ή πιστοποιητικό που περιγράφει λεπτομερώς την ποσότητα των πλυσίματος δεξαμενών, βρώμικο έρμα, υπολείμματα ή ελαιώδη μείγματα που μεταφέρονται μαζί με την ώρα και την ημερομηνία της μεταφοράς. Η διάθεση τεκμηριώνεται, ενώ λαμβάνονται υπογεγραμμένες αποδείξεις. Η υπογεγραμμένη απόδειξη για τη διάθεση των ελαιοειδών αποβλήτων επισυνάπτεται στις σχετικές σελίδες του μέρους I του ORB (MEPC, 2009).

Γενικά, τα σκάφη πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Πίνακας 2: Απαιτήσεις παράδοσης ιλύος (Directive 2000/59/EC, 2000)

Επόμενο λιμάνι προσέγγισης	Παράρτημα I MARPOL
Λιμάνι Ε.Ε.	Ο πλοίαρχος μπορεί να απέχει από την παράδοση ιλύος ή/και νερού υδροσυλλεκτών εάν παραμένει τουλάχιστον το 25% της χωρητικότητας της δεξαμενής για αυτά τα απόβλητα.
Άγνωστος λιμένας εκτός Ε.Ε.	Ο πλοίαρχος μπορεί να απέχει από την παράδοση ιλύος ή/και νερού υδροσυλλεκτών εάν παραμένει τουλάχιστον το 75% της χωρητικότητας της δεξαμενής για τα απόβλητα αυτά.

3.1.2.2 Παράγοντες δημιουργίας ιλύος

Η παραγόμενη ποσότητα των ελαιωδών υπολειμμάτων εξαρτάται από τον τύπο, την ποιότητα και τη συνολική ποσότητα του καυσίμου που καταναλώνεται σε κάθε τύπο πλοίου. Κατά γενικό κανόνα, το 1-3% του βαρέως πετρελαίου (μαζούτ) είναι λάσπη. Το ίδιο εύρος ισχύει και για μαζούτ το οποίο έχει ιδιαιτέρως χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο. Η εκφόρτωση του ελαιώδους νερού των υδροσυλλεκτών ως λάσπη, η αυξημένη παραγωγή ελαιωδών αποβλήτων λόγω αστοχίας των μηχανημάτων, οι

διαρροές, και οι εργασίες καθαρισμού και συντήρησης μπορούν να επηρεάσουν τη δημιουργία της ιλύος. Επιπλέον, υπάρχουν τεχνικοί παράγοντες οι οποίοι δύνανται να επηρεάσουν την παραγόμενη ποσότητα ιλύος, όπως το μεσοδιάστημα για την αφαίρεση της λάσπης, η ρύθμιση της πίεσης στους καθαριστές, η απόδοση λειτουργίας των καθαριστών και των διαφόρων φίλτρων και η λειτουργία ενός διαχωριστή ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών.

Έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές στην παραγόμενη ποσότητα ιλύος όταν γίνεται χρήση του λεγόμενου ναυτιλιακού πετρελαίου (MGO – Marine Gas Oil). Σε ορισμένα πλοία υπάρχουν οι ισχυρισμοί ότι δεν παράγεται ιλύς κατά τη χρήση του MGO, ενώ ταυτόχρονα δε γίνεται χρήση ούτε των καθαριστών. Αντιθέτως, σε άλλα πλοία παράγεται ιλύς κατά την κατανάλωση του MGO, σε μικρότερη ποσότητα από ότι αν καταλάωναν βαρύ μαζούτ (HFO – Heavy Fuel Oil). Στα πλοία που είναι εφικτό να χρησιμοποιήσουν τόσο MGO όσο και HFO, η διαφορά τιμής των δύο καυσίμων αποτελεί βασικό παράγοντα για τον τύπο της κατανάλωσης καυσίμου, και ακολούθως για την παραγωγή ιλύος. Η παραγόμενη ποσότητα ιλύος η οποία προέρχεται από τη χρήση λιπαντικού εξαρτάται από τον τύπο του ίδιου του λιπαντικού και την κατανάλωσή του. Σε κάθε περίπτωση, η ποσότητα που παράγεται από τη χρήση λιπαντικού είναι σε σημαντικό βαθμό μικρότερη από ότι αυτή των υπολειμμάτων πετρελαίου από τα καύσιμα. Επιπλέον, μέσω ενός συστήματος αυτόματης λίπανσης είναι δυνατό να μειωθεί η χρήση λιπαντικού κατά 70%, επιλέγοντας με ακρίβεια τη δοσολογία που απαιτείται, κάτι που οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση λιπαντικών.

Η ποσότητα του καυσίμου που καταναλώνεται καθορίζεται από την απόδοση του κινητήρα και την ενεργειακή ζήτηση του πλοίου, όπως για παράδειγμα την πρόωση και την ηλεκτρική ισχύ. Η αγορά και οι κανονισμοί που έχουν θεσπιστεί έχουν βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή απόδοση των πλοίων. Για παράδειγμα, η υιοθέτηση της διαδικασίας με σκοπό την μείωση της ταχύτητας των φορτηγών πλοίων που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ισχύος του κινητήρα, της κατανάλωσης καυσίμου, αλλά και των εκπομπών άνθρακα. Η δρομολόγηση των καιρικών συνθηκών είναι άλλη μια διαδικασία που βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση των πλοίων. Πρόκειται για τη χρήση των δεδομένων του καιρού σε πραγματικό χρόνο με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής για το ταξίδι ενός πλοίου. Αυτή η τεχνολογία προχωρά με ταχείς ρυθμούς και τώρα, οι ναυτιλιακές εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το εργαλείο για να βελτιώσουν τις δραστηριότητές τους σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο αλλά και από άποψη ασφάλειας. Ο δείκτης σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης (EEDI – Energy Efficiency Design Index) έχει επίσης ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων πλοίων. Συμπερασματικά, όσο πιο μικρή η κατανάλωση του καυσίμου, τόσο πιο μικρή παραγωγή ιλύος αναμένουμε (CE Delft, 2017).

3.1.2.3 Παραγόμενες ποσότητες ιλύος

Κατά γενικό κανόνα, οι ημερήσιες παραγόμενες ποσότητες ιλύος κυμαίνονται μεταξύ 0,003 - 11,3 m³. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο τύπος του καυσίμου που καταναλώνεται επηρεάζει σημαντικά τις ποσότητες λάσπης που παράγονται, αφού τα περισσότερα πλοία παράγουν περίπου 0,01 έως 0,03 m³ ιλύος ανά τόνο βαρέως μαζούτ. Ενώ και τα πλοία τα οποία χρησιμοποιούν καύσιμα με ιδιαίτερως χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, παράγουν περίπου την ίδια ποσότητα ιλύος με αυτά που

χρησιμοποιούν βαρύ μαζούτ. Προκύπτει ωστόσο διαφορά όταν τα πλοία καταναλώνουν ναυτιλιακό πετρέλαιο (MGO), καθώς η παραγόμενη ποσότητα είναι σχεδόν αμελητέα, από 0 έως και 0,01 m³ ιλύος ανά τόνο MGO. Επίσης, οι παραγόμενες ποσότητες ιλύος από τις συσκευές καθαρισμού των καυσίμων εξαρτώνται σε πολλές περιπτώσεις από την ποιότητα του καυσίμου προς καθαρισμό. Ενώ σε άλλες περιπτώσεις, παράγουν ένα σταθερό ποσό ιλύος, το οποίο ισοδυναμεί με περίπου 1-2% του καυσίμου ή του λιπαντικού που υπόκειται σε καθαρισμό. Τέλος, η παραγόμενη ποσότητα ιλύος ενδέχεται να μειωθεί έως και 75% εάν η ιλύς πριν αποτεφρωθεί, θερμανθεί πρώτα σε ξεχωριστή δεξαμενή προκειμένου να αφαιρεθεί το κλάσμα του νερού μέσω της εξάτμισης. Είτε με τη χρήση εξατμιστή, είτε χωρίς, η χρήση αποτεφρωτήρα μπορεί να μειώσει τον όγκο των απορριμμάτων στο 0,5%, ή ακόμα λιγότερο, του όγκου της ιλύος. Επομένως, η αποτέφρωση της περίσσειας λάσπης μπορεί να μειώσει την τελική παραγόμενη ποσότητα ιλύος κατά 99% ή ακόμα και περισσότερο (CE Delft, 2017).

Πίνακας 3: Παραγόμενες, επεξεργασμένες & παραδοτέες ποσότητες ιλύος (CE Delft, 2017)

Τύπος πλοίου	Χρονική περίοδος (ημέρες)	Παραγόμενες ποσότητες (m ³)	Επεξεργασμένες ποσότητες επί του πλοίου (m ³)	Παραδοτέες ποσότητες σε λιμένα (m ³)
Φορτηγό πλοίο	35	1,6	0	2
Χύδην φορτίο	96	25,2	8,4	0
Ferry/Ro-Ro	48	48,6	0	30

Τέλος, ότι ισχύει για την παρακολούθηση των παραγόμενων ποσοτήτων του ελαιώδους νερού των υδροσυλλεκτών, και έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω (§3.1.1.3), ισχύει και για την ενισχυμένη παρακολούθηση των παραγόμενων λυμάτων ιλύος (CE Delft, 2017).

3.1.3 Αποπλύματα δεξαμενών φορτίου (Slops)

Το πλύσιμο των δεξαμενών πετρελαίου πραγματοποιείται μόνο στα πετρελαιοφόρα. Οι δεξαμενές φορτίου αυτού του τύπου πλοίων πρέπει να καθαριστούν πριν τη φόρτωση ενός νέου φορτίου το οποίο είτε δεν είναι συμβατό με το προηγούμενο, είτε έχει προηγηθεί dry-docking (το πλοίο πηγαίνει πρώτα στην αποβάθρα για διάφορες εργασίες/συντήρηση). Η μη συμβατότητα των φορτίων αφορά το βάρος του καυσίμου που φορτώνεται και πιο συγκεκριμένα εάν ένα ελαφρύτερο καύσιμο φορτώνεται μετά από ένα βαρύτερο, τότε η δεξαμενή φορτίου πρέπει να καθαριστεί. Το πλύσιμο των δεξαμενών πετρελαίου πραγματοποιείται με ψεκάσμο αργού πετρελαίου (COW – Crude Oil Washing), ή/και με θαλασσίνο νερό ή/και με γλυκό νερό και τη χρήση ειδικών απορρυπαντικών. Κατά τον καθαρισμό με αργό πετρέλαιο δεν υφίσταται παραγωγή αποβλήτων καθώς τα υπολείμματα από τον καθαρισμό μετατρέπονται σε χρήσιμο φορτίο. Απόβλητα παράγονται κατά τον καθαρισμό των δεξαμενών με τη χρήση νερού, καθώς προκύπτουν μείγματα ελαίου, νερού και διασκορπιστικών ουσιών. Αυτά τα αποπλύματα είναι κατάλοιπα φορτίου πετρελαίου μαζί με το νερό που έχει χρησιμοποιηθεί για την πλύση των δεξαμενών φορτίου. Τα διασκορπιστικά είναι χημικοί παράγοντες (παρόμοιοι με τα σαπούνια και τα απορρυπαντικά) που βοηθούν

στη διάσπαση μιας πετρελαιοκηλίδας σε πολύ μικρά σταγονίδια, τα οποία αραιώνονται σε όλο το νερό. Αν και αυτό δεν αφαιρεί το υλικό που έχει ήδη διαχυθεί, τα μικρότερα σωματίδια πετρελαίου βιοδιασπώνται ευκολότερα και έτσι παρέχεται ένα μέτρο προστασίας για ευαίσθητους οικοτόπους που απειλούνται από μια επιφανειακή πετρελαιοκηλίδα. Τέλος, εκτός των δεξαμενών φορτίου, υπάρχουν και οι δεξαμενές καταλοίπων (slop tank). Πρόκειται για τις δεξαμενές των δεξαμενόπλοιων στις οποίες συγκεντρώνονται τα αποπλύματα έκπλυσης των δεξαμενών φορτίου (CE Delft, 2017), (Shafran, 2024).

3.1.3.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας αποπλυμάτων δεξαμενών φορτίου επί των πλοίων

Αφού ολοκληρωθεί ο καθαρισμός των δεξαμενών φορτίου/πετρελαίου των πετρελαιοφόρων, ακολουθεί η αποθήκευση των παραγόμενων υδάτων σε μια δεξαμενή καθίζησης ή δεξαμενή καταλοίπων/υπολειμμάτων. Στη συνέχεια, και μετά από κατάλληλη διεργασία, το κλάσμα νερού εκκενώνεται στη θάλασσα, αν και όπου επιτρέπεται, ενώ το κλάσμα ελαίου παραδίδεται σε λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων για να ανακυκλωθεί (CE Delft, 2017).

Χειρισμός ελαιωδών μειγμάτων που παράγονται στον χώρο φορτίου

i. Το πλοίο βρίσκεται εντός ειδικών περιοχών

Σύμφωνα με τον κανονισμό 34 του παραρτήματος I της MARPOL «Έλεγχος απόρριψης λαδιού», απαγορεύεται οποιαδήποτε απόρριψη ελαιωδών μειγμάτων στη θάλασσα, όταν αυτά δημιουργούνται στον χώρο του φορτίου ενός πετρελαιοφόρου και ενώ το σκάφος βρίσκεται εντός των «ειδικών» περιοχών (IMO Regulation 34).

ii. Το πλοίο βρίσκεται εκτός ειδικών περιοχών

Οποιαδήποτε απόρριψη στη θάλασσα ελαιωδών μιγμάτων, που δημιουργούνται στον χώρο φορτίου ενός πετρελαιοφόρου, απαγορεύεται εκτός εάν πληρούνται όλες οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Το δεξαμενόπλοιο να κινείται καθ' οδόν
- Το δεξαμενόπλοιο να απέχει περισσότερο από πενήντα (50) ναυτικά μίλια από την πλησιέστερη ξηρά
- Ο στιγμιαίος ρυθμός απόρριψης πετρελαίου να μην υπερβαίνει τα τριάντα (30) λίτρα ανά ναυτικό μίλι
- Η συνολική ποσότητα πετρελαίου που απορρίπτεται στη θάλασσα να μην υπερβαίνει το ένα τριανταχιλιαστό (1/30.000) της συνολικής ποσότητας του φορτίου του οποίου το υπόλειμμα αποτελούσε μέρος
- Το δεξαμενόπλοιο να έχει διάταξη δεξαμενής καταλοίπων (κανονισμός 29 του παραρτήματος I της MARPOL) και εξοπλισμό παρακολούθησης και ελέγχου της διάθεσης πετρελαίου (ODME – Oil Discharge Monitoring Equipment) σε λειτουργία (κανονισμός 31 του παραρτήματος I της MARPOL)
- Η επεξεργασία των λυμάτων να πραγματοποιείται μέσω του προαναφερθέντος εξοπλισμού παρακολούθησης (ODME) (IMO Regulation 34)

Λειτουργία του εξοπλισμού παρακολούθησης για τη διάθεση πετρελαίου (ODME)

Ο σχετικός εξοπλισμός παρακολούθησης αποτελείται από τα συστήματα που ακολουθούν:

- **Μετρητής περιεκτικότητας ελαίου/πετρελαίου:** Χρησιμοποιείται για την ανάλυση της περιεκτικότητας σε πετρέλαιο (ppm) στο νερό που πρόκειται να απορριφθεί στη θάλασσα
- **Μετρητής ροής:** Ο ρυθμός ροής του ελαιώδους νερού που πρόκειται να απορριφθεί μετρείται στο σωλήνα εκκένωσης
- **Υπολογιστική μονάδα:** Υπολογίζει την ποσότητα του πετρελαίου σε λίτρα ανά ναυτικά μίλια και τη συνολική ποσότητα του απορριφθέντος ελαιώδους νερού στη θάλασσα. Καταγράφει επίσης την αντίστοιχη ώρα και ημερομηνία
- **Σύστημα αυτόματου ελέγχου βαλβίδας στη θάλασσα:** Η βαλβίδα είναι εγκατεστημένη στη θάλασσα έτσι ώστε να μπορεί να κλείσει και να σταματήσει την απόρριψη στη θάλασσα όταν ξεπεραστεί το επιτρεπόμενο όριο

Σημειώνεται πως όταν το ταξίδι δεν είναι αρκετά μεγάλο ώστε να υπάρξει ο απαραίτητος χρόνος για την επεξεργασία του περιεχομένου της δεξαμενής αποθήκευσης των καταλοίπων, τα υπολείμματα έκπλυσης των δεξαμενών παραδίδονται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων χωρίς να έχει προηγηθεί διαχωρισμός κλασμάτων νερού-πετρελαίου.

Πέραν των ανωτέρω ισχύουν τα ακόλουθα:

- Ο εξοπλισμός ODME πρέπει να ελέγχεται και επιθεωρείται οπτικά από τον πρώτο μηχανικό πριν από κάθε χρήση σύμφωνα με τις οδηγίες λειτουργίας του κατασκευαστή, ώστε να επαληθεύεται η πλήρης λειτουργικότητά του
- Ο υπεύθυνος αξιωματικός για την επίβλεψη της γέφυρας πρέπει να ενημερώνεται ώστε να εξακριβώσει τη θέση του πλοίου σε σχέση με τη στεριά
- Ο υπεύθυνος αξιωματικός για την επίβλεψη της «γέφυρας» πρέπει να καταγράφει τη θέση του πλοίου στο ημερολόγιο της γέφυρας
- Μετά την ολοκλήρωση, ο υπεύθυνος αξιωματικός για την επίβλεψη της «γέφυρας» πρέπει να ειδοποιηθεί για τη χρονική στιγμή που ασφαρίζεται η μονάδα, και στη συνέχεια αυτό θα πρέπει να καταγραφεί στο ORB Part II και στο ημερολόγιο του καταστρώματος

Οποιαδήποτε απόρριψη ελαιώδους μείγματος διακόπτεται όταν ο στιγμιαίος ρυθμός απόρριψης του πετρελαίου υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο όπως απαιτείται από τον κανονισμό 31 του παραρτήματος I MARPOL. Κάθε φορά που παρατηρούνται ορατά ίχνη ελαίου πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του νερού σε κοντινή απόσταση από ένα πλοίο ή μετά από αυτό (απόνερα), οι κυβερνήσεις που έχουν υπογράψει τη σύμβαση της MARPOL θα πρέπει, στο βαθμό που είναι εύλογα σε θέση να το πράξουν, να διερευνήσουν αμέσως τα γεγονότα που σχετίζονται με το εάν υπήρξε παραβίαση των διατάξεων του παρόντος κανονισμού. Η έρευνα θα πρέπει να περιλαμβάνει τις συνθήκες του ανέμου και της θάλασσας, την τροχιά και την ταχύτητα του πλοίου, άλλες πιθανές πηγές ορατών ιχνών στην γύρω περιοχή και τυχόν σχετικά αρχεία απόρριψης πετρελαίου (IMO Regulation 29), (IMO Regulation 31).

Συντήρηση και δοκιμή του ODME

Για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα παρακολούθησης λειτουργεί σωστά, πρέπει να διενεργούνται μηνιαίοι έλεγχοι ή δοκιμές, τα αποτελέσματα των οποίων πρέπει να καταγράφονται στο σύστημα PMS, προκειμένου να επαληθεύονται:

- Η σωστή λειτουργία των αντλιών, η απουσία διαρροής στο σύστημα αντλίας και σωληνώσεων και η σωστή λειτουργία των τηλεκατευθυνόμενων βαλβίδων
- Οι ρυθμοί ροής ή πτώσεις πίεσης, ανάλογα με την περίπτωση, για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα λειτουργεί υπό τις σωστές συνθήκες ροής
- Ότι οι συναγερμοί λειτουργούν σωστά όταν παρουσιάζεται δυσλειτουργία εξωτερικά του συστήματος παρακολούθησης, όπως απουσία δείγματος ροής, έλλειψη σήματος μετρητή ροής ή διακοπή ρεύματος
- Ότι καταγράφεται η σωστή ώρα και ημερομηνία (π.χ. GMT)
- Προσομοιωμένα χειροκίνητα εισερχόμενα σήματα ενεργοποιούν τις συνθήκες συναγερμού
- Ότι η κανονική κατάσταση λειτουργίας μπορεί να μηδενιστεί όταν η τιμή του στιγμιαίου ρυθμού απόρριψης μειωθεί κάτω από (τριάντα) 30 λίτρα ανά ναυτικό μίλι
- Ότι γίνεται εγγραφή όταν ενεργοποιηθεί ο χειροκίνητος έλεγχος παράκαμψης, και
- Ότι ο έλεγχος απόρριψης στη θάλασσα δεν μπορεί να λειτουργήσει όταν το σύστημα είναι απενεργοποιημένο, εκτός εάν απαιτείται για τις συνήθεις εργασίες φορτίου (Mehnazd, 2021)

Αποτυχία του ODME

Σε περίπτωση αστοχίας του εξοπλισμού ODME ακολουθούνται αυστηρά οι ακόλουθες ενέργειες:

- Η απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα μέσω του εξοπλισμού πρέπει να σταματήσει αμέσως και πρέπει να γίνει καταχώριση στο Μέρος II του ORB. Ο πλοίαρχος θα πρέπει να επαληθεύσει ότι οι σχετικές εγγραφές έχουν πραγματοποιηθεί από τον πρώτο μηχανικό
- Θα ξεκινήσουν οι διαδικασίες του κατασκευαστή για την αντιμετώπιση των προβλημάτων λόγω αποτυχίας του εξοπλισμού
- Εάν δεν μπορεί να αποκατασταθεί η σωστή λειτουργία του ODME, ακριβώς όπως και στην περίπτωση αποτυχίας του OWS ή/και OCM, θα πρέπει να συμπληρωθεί το σχετικό έγγραφο το οποίο αργότερα θα υποβληθεί στη διαχείριση της ξηράς
- Η εναλλακτική χειροκίνητη λειτουργία του ODME απαγορεύεται ρητά, εκτός εάν έχει χορηγηθεί γραπτή άδεια από την Υπηρεσία Σημαίας
- Δεν επιτρέπονται απορρίψεις ελαιωδών μειγμάτων που παράγονται στην περιοχή φορτίου κατά τη διάρκεια της ενδιάμεσης περιόδου. Τα απόβλητα αυτά θα πρέπει να διατηρούνται επί του σκάφους για απόρριψη σε λιμενική εγκατάσταση

Πρέπει να ειδοποιηθεί εγγράφως ο νηογνώμονας και η Υπηρεσία της Σημαίας (Flag Administration) για την κατάσταση η οποία απαιτεί επιστολή απαλλαγής. Σε δεξαμενόπλοιο με ελαττωματικό εξοπλισμό ODME εκδίδεται βραχυπρόθεσμη IOPP

και κανονικά επιτρέπεται να πραγματοποιήσει μόνο ένα (1) ταξίδι, όπου στο τέλος αυτού πρέπει να επισκευαστεί το ODMΕ στο λιμάνι άφιξης. Εάν οι επισκευές δεν μπορούν να γίνουν στο λιμάνι άφιξης, τότε μπορεί να επιτραπεί στο σκάφος ένα (1) ακόμη ταξίδι απευθείας στον λιμένα όπου μπορούν να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες επισκευές του εξοπλισμού. Είναι προαπαιτούμενο, οι αρμόδιες αρχές του παράκτιου κράτους να ειδοποιηθούν για τον ελαττωματικό εξοπλισμό πριν από την άφιξη στο λιμάνι. Προτεραιότητα του προσωπικού της ξηράς είναι η αντιμετώπιση ενός θέματος αστοχίας του ODMΕ, γι' αυτό χρειάζεται η άμεση προσέλευση ειδικευμένου μηχανικού συντήρησης. Τέλος, η Αρχή πρέπει να ειδοποιείται εγγράφως όταν ο ελαττωματικός εξοπλισμός έχει επισκευαστεί και λειτουργεί κανονικά (Mehnazd, 2021).

Σύστημα ελέγχου εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων

Οι δεξαμενές φορτίου ενδέχεται να συμβάλουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Όταν οι δεξαμενές αδειάζουν, οι αναθυμιάσεις που απελευθερώνονται μπορεί να περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs – Volatile Organic Compounds) που μπορούν να βλάψουν το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Για να μετριαστεί ο αντίκτυπος, τα πλοία πρέπει να διαθέτουν σύστημα ελέγχου εκπομπών που μειώνει την απελευθέρωση πτητικών οργανικών ενώσεων στον αέρα. Το σύστημα ελέγχου εκπομπών μπορεί να χρησιμοποιήσει μια ποικιλία τεχνολογιών, όπως πλυντρίδες, φίλτρα και καταλυτικούς μετατροπείς. Τα πλυντήρια χρησιμοποιούν νερό για να απομακρύνουν τους ρύπους από τα καυσαέρια, τα φίλτρα ένα φυσικό φράγμα για να παγιδεύουν τους ρύπους, ενώ οι καταλυτικοί μετατροπείς χρησιμοποιούν μια χημική αντίδραση για να μετατρέψουν τους ρύπους σε λιγότερο επιβλαβείς ουσίες. Συμπερασματικά, οι δεξαμενές φορτίου μπορεί να έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά λαμβάνονται μέτρα για τον μετριασμό αυτών των επιπτώσεων. Η χρήση ενός συστήματος διαχωρισμού ελαίου-νερού και ενός συστήματος ελέγχου εκπομπών μπορεί να μειώσει την απόρριψη ρύπων στη θάλασσα και την απελευθέρωση πτητικών οργανικών ενώσεων στον αέρα αντίστοιχα (Anish, 2021).

3.1.3.2 Παράγοντες δημιουργίας αποπλυμάτων δεξαμενών φορτίου

Ο τύπος των καυσίμων που μεταφέρονται και ο αριθμός των φορών που έχουν καθαριστεί οι δεξαμενές φορτίου παίζουν καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία των αποπλυμάτων των δεξαμενών φορτίου. Το μέγεθος αυτών των αποβλήτων εξαρτάται από την αποδοτικότητα της διεργασίας διαχωρισμού νερού-πετρελαίου, το μέγεθος των δεξαμενών αλλά και από τις διαθέσιμες περιοχές που υπάρχουν για την απόρριψη του μείγματος νερού κατά τη διαδρομή του πλοίου (CE Delft, 2017).

3.1.3.3 Παραγόμενες ποσότητες αποπλυμάτων δεξαμενών φορτίου

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι παραγόμενες ποσότητες των αποπλυμάτων δεξαμενών φορτίου εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες. Τα αποπλύματα μπορεί να φτάσουν μέχρι και το 2% της χωρητικότητας μιας δεξαμενής. Οι ποσότητες οι οποίες παράγονται κυμαίνονται από 60 έως 500 m³ όπου καθαρίζονται όλες οι δεξαμενές του πλοίου (CE Delft, 2017).

3.1.4 Μολυσμένο νερό έρματος (Ballast water)

Με τον όρο «έρμα» περιγράφεται το βάρος, προσωρινό ή μόνιμο, το οποίο προστίθεται στον πυθμένα ενός πλοίου για να ρυθμίζει την ευστάθειά του, την σταθερότητα και την ισορροπία του. Για το νερό έρματος υπάρχουν καθορισμένες δεξαμενές συλλογής, οι δεξαμενές έρματος πλοίων. Το μολυσμένο νερό έρματος προκύπτει όταν για τη συλλογή και τη μεταφορά του νερού έρματος γίνεται χρήση των δεξαμενών πετρελαίου. Όπως είναι εύκολα κατανοητό σε αυτήν την περίπτωση το νερό μολύνεται με πετρέλαιο και ορίζεται ως απόβλητο στο παράρτημα Ι της MARPOL (CE Delft, 2017).

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

- Συστήματα φιλτραρίσματος (φυσικά)
- Χημική απολύμανση (οξειδωτικά και μη οξειδωτικά βιοκτόνα)
- Θεραπεία με υπεριώδη ακτινοβολία
- Θεραπεία απο-οξυγόνωσης
- Θερμική επεξεργασία
- Ακουστική (θεραπεία σπηλαίωσης)
- Συστήματα ηλεκτρικού παλμού/παλμικού πλάσματος
- Θεραπεία μαγνητικού πεδίου

Ένα τυπικό σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος επί των πλοίων χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες τεχνολογίες μαζί για να διασφαλίσει ότι το επεξεργασμένο νερό έρματος πληροί τα πρότυπα του IMO.

Εκτός των παραπάνω και ενώ το έρμα παραμένει αναγκαίο για τις ασφαλείς και αποτελεσματικές ναυτιλιακές επιχειρήσεις, την ίδια στιγμή εγκυμονεί κινδύνους για τη μεταφορά επιβλαβών υδατικών οργανισμών και άλλων παρόμοιων παθογόνων αν εισαχθούν στη θάλασσα ή σε ρεύματα γλυκού νερού, καθώς μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρά οικολογικά και υγειονομικά προβλήματα, να παρεμποδίσουν τη βιολογική ποικιλότητα ή να περιορίσουν τους διαθέσιμους πόρους παράκτιων περιοχών. Ήδη η εισαγωγή των επιβλαβών θαλάσσιων οργανισμών έχει προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε πολλές από τις παράκτιες περιοχές ανά τον κόσμο τα τελευταία χρόνια.

Γι' αυτό το λόγο, το 2004 υιοθετήθηκε από τον IMO η «Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση του Νερού Έρματος και των Ιλύων των Πλοίων» με στόχο την παύση της εισαγωγής περιττών θαλάσσιων οργανισμών και παθογόνων στο νερό μέσω της απόρριψης του έρματος αλλά και των ιλύων. Η Σύμβαση για τη διαχείριση του έρματος (BWM – Ballast Water Management) τέθηκε σε ισχύ στις 8 Σεπτεμβρίου 2017 και εφαρμόζεται σε νέα και υπάρχοντα πλοία που σχεδιάστηκαν να μεταφέρουν νερό έρματος και έχουν βάρος 400 καθαρών τόνων και άνω. Προκειμένου να επιδείξει συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της Σύμβασης, κάθε πλοίο πρέπει να διαθέτει ένα έγκυρο πιστοποιητικό, ένα Σχέδιο Διαχείρισης Νερού Έρματος και ένα Βιβλίο Καταγραφής Νερού Έρματος.

Η Σύμβαση περιλαμβάνει δύο κανονισμούς οι οποίοι ορίζουν τα πρότυπα διαχείρισης του έρματος:

- Ο κανονισμός D-1 αφορά το πρότυπο αντικατάστασης/αλλαγής του έρματος (Ballast Water Exchange)
- Ο κανονισμός D-2 αφορά το πρότυπο απόδοσης του έρματος (Ballast Water Performance) για την αντιμετώπιση του έρματος με τη χρήση ενός έγκριτου συστήματος διαχείρισης νερού έρματος

Μέθοδοι αντικατάστασης νερού έρματος

1. **Σειριακή μέθοδος:** Η δεξαμενή νερού έρματος πρώτα αδειάζεται και στη συνέχεια γεμίζεται εκ νέου για να επιτευχθεί τουλάχιστον 95% όγκος αντικατάστασης. Όλο το νερό έρματος σε κάθε δεξαμενή πρέπει να εκφορτωθεί μέχρι να σταματήσει η αναρρόφηση των αντλιών, ενώ θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αντλίες εξαγωγής εφόσον είναι εφικτό, για να αποφευχθεί η παραμονή των οργανισμών στον πάτο της δεξαμενής, η δεξαμενή γεμίζεται στη συνέχεια με νέο νερό. Το άδειασμα των δεξαμενών μπορεί να γίνει και ανά δύο.
2. **Μέθοδος ροής:** Το νερό αντικατάστασης αντλείται σε μια δεξαμενή έρματος που προορίζεται για τη μεταφορά νερού έρματος, επιτρέποντας στο νερό να ρέει μέσω σωλήνα υπερχειλίσης ή άλλων διατάξεων προκειμένου να επιτευχθεί τουλάχιστον 95% όγκος αντικατάστασης του νερού έρματος. Θα πρέπει να θεωρηθεί ότι η άντληση μέσω τριπλάσιου όγκου κάθε δεξαμενής νερού έρματος πληροί το πρότυπο D-1.
3. **Μέθοδος αραιώσης:** Το νερό αντικατάστασης γεμίζει μέσω της κορυφής της δεξαμενής έρματος με ταυτόχρονη εκφόρτωση από το κάτω μέρος με τον ίδιο ρυθμό ροής και διατηρώντας σταθερό επίπεδο στη δεξαμενή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας αντικατάστασης νερού έρματος.

Θα πρέπει να αντληθεί τουλάχιστον ο τριπλάσιος όγκος της δεξαμενής. Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο αντλίες έρματος ταυτόχρονα, όπου μία λειτουργεί ως αντλία πλήρωσης και η άλλη ως αντλία αναρρόφησης. Καθώς είναι απαραίτητο να διατηρείται σταθερό το επίπεδο γέμισης στις δεξαμενές, πρέπει να εξασφαλίζεται ο ακριβής έλεγχος του αντληθέντος όγκου και των δύο αντλιών.

Υπάρχουν ορισμένες απαιτήσεις που πρέπει να τηρούνται για τη διενέργεια αντικατάστασης έρματος στη θάλασσα:

- Να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 200 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη στεριά και τουλάχιστον σε 200 μέτρα βάθος
- Όταν ένα πλοίο δεν πληροί τα παραπάνω κριτήρια λόγω π.χ. σύντομης διάρκειας ταξιδιού, η αντικατάσταση πρέπει να διενεργείται τουλάχιστον 50 ναυτικά μίλια μακριά από την πλησιέστερη στεριά και σε νερό βάθους τουλάχιστον 200 μέτρων
- Να λαμβάνονται υπόψιν οποιεσδήποτε Ειδικά Ευαίσθητες Θαλάσσιες Περιοχές ή Περιοχές Προστατευμένων Θαλάσσιων Ζωνών.

Οι θαλάσσιοι οργανισμοί και οι μικροβιακοί παθογόνοι που λαμβάνονται από παράκτια ύδατα είναι λιγότερο πιθανό να επιβιώσουν όταν εκφορτώνονται στους ανοικτούς ωκεανούς ή ανοιχτές θάλασσες, καθώς αυτά τα ύδατα έχουν διαφορετική θερμοκρασία, αλμυρότητα και χημική σύσταση. Γι' αυτό η αντικατάσταση του έρματος απαιτείται να

πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του πλοίου μέσα από διάφορες ζώνες του θαλάσσιου πυθμένα.

Χρήση συστήματος διαχείρισης νερού έρματος

Το πρότυπο D-2 ορίζει το πρότυπο απόδοσης για το σύστημα επεξεργασίας του νερού έρματος, καθορίζοντας το μέγιστο πλήθος οργανισμών που επιτρέπεται να απορριφθούν, συμπεριλαμβανομένων αυτών που είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία.

Η προθεσμία για τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές D-2 έχει ως εξής:

- Όλα τα νέα πλοία κατασκευασμένα στις ή μετά την 8η Σεπτεμβρίου 2017, πρέπει να συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές απόδοσης D-2
- Όλα τα υπάρχοντα πλοία (κατασκευασμένα πριν από την 8η Σεπτεμβρίου 2017) πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές D-2 στον πρώτο επαναληπτικό έλεγχο IOPP μετά τις 8η Σεπτεμβρίου 2019
- Όλα τα πλοία πρέπει να συμμορφωθούν με τις προδιαγραφές D-2 πριν από την 8η Σεπτεμβρίου 2024

Σχέδιο διαχείρισης νερού έρματος

Για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος αντικατάστασης νερού έρματος έχει αναπτυχθεί το Σχέδιο Διαχείρισης Νερού Έρματος, το οποίο προσφέρει την κατάλληλη εκπαίδευση και εξοικείωση του πληρώματος του πλοίου που είναι ουσιώδης για τη διαχείριση του νερού έρματος, προκειμένου να αντιδρούν αναλόγως και χωρίς καθυστέρηση σε αστοχίες αντλιών νερού έρματος ή σωλήνων ή διαρροών, κ.λπ. Ο Κυβερνήτης του πλοίου και ο "Υπεύθυνος Διαχείρισης Νερού Έρματος" είναι οι αρμόδιοι φορείς για την εφαρμογή του σχεδίου επί του πλοίου.

Οι λειτουργίες αντικατάστασης νερού έρματος είναι πιο επικίνδυνες από τις κανονικές λειτουργίες στο λιμάνι, γι' αυτό οι δεξαμενές νερού έρματος και η εσωτερική τους δομή θα πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η συσσώρευση αποθέσεων και να επιτρέπεται η εύκολη καθαριότητα και συντήρηση, όπως απαιτείται από τη Σύμβαση για τη Διαχείριση του Νερού Έρματος, ώστε να μην υπάρξει διασπορά επιβλαβών μικροοργανισμών σε επόμενους λιμένες.

Τέλος, κάθε διαδικασία που αφορά την αντικατάσταση του νερού έρματος πρέπει να καταγράφεται πλήρως χωρίς καθυστέρηση στο βιβλίο καταγραφής νερού έρματος, το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του σχεδίου διαχείρισης νερού έρματος (Singh, 2020), (IMO).

3.2 Λύματα αποχετευτικού δικτύου και γκρίζο νερό (Sewage and greywater)

Ο όρος «λύματα» (μαύρο νερό) αναφέρεται σε:

- a. Αποχέτευση και άλλα απόβλητα από οποιασδήποτε μορφής τουαλέτα, ουρητήρια ή
- b. Αποχέτευση από ιατρικούς χώρους (π.χ. κλινική, νοσηλευτήριο, κ.λπ.) μέσω νιπτήρων, μπανιέρας, πλυντηρίων και scuppers που βρίσκονται σε τέτοιες εγκαταστάσεις ή
- c. Άλλα λύματα όταν αναμειγνύονται με το σύστημα αποχέτευσης που ορίζεται παραπάνω αλλά δεν ελέγχονται από άλλα παραρτήματα της MARPOL

Ο όρος "scupper" σημαίνει ευδίαιος (μπούνι) και περιγράφει οποιοδήποτε άνοιγμα από το οποίο εκρέει νερό από ένα κατάστρωμα, είτε απευθείας είτε μέσω σωλήνα.

Ο όρος «γκρίζο νερό» αναφέρεται σε μη βιομηχανική αποστράγγιση από το πλύσιμο πιάτων, το πλύσιμο ρούχων, το μπάνιο ή οποιαδήποτε (υγρά) λύματα παράγονται στους χώρους διαβίωσης χωρίς αποχετεύσεις (CE Delft, 2017).

3.2.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας λυμάτων αποχετευτικού δικτύου επί των πλοίων

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι επεξεργασίας των λυμάτων, αλλά η πιο συνηθισμένη είναι η μέθοδος της βιολογικού καθαρισμού, καθώς με τη χρήση αυτής καταλαμβάνεται λιγότερος χώρος στη δεξαμενή συγκράτησης, σε αντίθεση με το χώρο που καταλαμβάνεται κατά τη χρήση των άλλων μεθόδων. Επιπλέον, η ποσότητα των επεξεργασμένων λυμάτων που δημιουργείται και στη συνέχεια απορρίπτεται από τη συγκεκριμένη μονάδα είναι φιλική προς το περιβάλλον.

Γενικά, ο καθαρισμός νερών από οργανικό υλικό γίνεται με τη δράση των μικροβίων. Τα μικρόβια μετατρέπουν το οργανικό υλικό σε απλούστερες ενώσεις με την πάροδο του χρόνου. Τα μικρόβια που αναπτύσσονται είναι αερόβια και αναερόβια. Η βασική αρχή της λειτουργίας μιας μονάδας βιολογικού καθαρισμού είναι η αποσύνθεση των ακατέργαστων λυμάτων. Αυτή η διαδικασία γίνεται με αερισμό του θαλάμου λυμάτων με καθαρό αέρα. Τα αερόβια βακτήρια επιβιώνουν σε αυτόν τον καθαρό αέρα και αποσυνθέτουν τα ακατέργαστα λύματα που μπορούν να απορριφθούν στη θάλασσα. Η διατήρηση της ροής του αέρα σε μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων είναι ο κύριος στόχος, διότι εάν δεν υπάρχει αέρας θα οδηγήσει στην ανάπτυξη αναερόβιων βακτηρίων. Στις δεξαμενές καθίζησης υπάρχει πλούσιο οργανικό υλικό που κατακάθεται και έτσι ευνοείται η ανάπτυξη των αναερόβιων βακτηρίων καθώς δεν υπάρχει οξυγόνο. Τα αναερόβια βακτήρια είναι ικανά να αποσυνθέσουν και να διασπάσουν την ιλύ (αναερόβιος καθαρισμός λυμάτων από οργανικά υλικά), αλλά κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης διαδικασίας παράγονται και απελευθερώνονται επιβλαβή αέρια τα οποία είναι τοξικά και επικίνδυνα για τους υδρόβιους οργανισμούς, όπως το υδρόθειο, το μεθάνιο, η αμμωνία και άλλες ουσίες με δυσάρεστη οσμή. Επίσης, μετά την αποσύνθεση των λυμάτων με αναερόβια βακτήρια, παράγεται ένα σκούρο υγρό το οποίο προκαλεί αποχρωματισμό του νερού κάτι που δεν είναι αποδεκτό για την εκκένωσή του. Από την άλλη, όταν γίνεται καλή οξυγόνωση των υγρών

αποβλήτων, αναπτύσσονται αερόβια βακτήρια που διασπών τα οργανικά υλικά σε άοσμα οξείδια. Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων ευνοείται η αερόβια βιολογική οξείδωση, με αερισμό, συνεχή ανάδευση και χρήση λάσπης (ενεργή ιλύς) πλούσιας σε κατάλληλα βακτήρια. Η πλέον προτιμώμενη διαδικασία επεξεργασίας των λυμάτων του αποχετευτικού συστήματος είναι λοιπόν εκείνη που περιλαμβάνει αερόβια βακτήρια.

Για να ελέγξουμε πόσο οξυγόνο χρειάζεται για να μειωθεί/διασπαστεί το οργανικό φορτίο στα λύματα, χρησιμοποιούνται οι δείκτες ποιότητας νερού του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD – Chemical Oxygen Demand) και του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD – Biological Oxygen Demand).

Κάθε σύστημα επεξεργασίας λυμάτων που είναι εγκατεστημένο σε ένα πλοίο πρέπει να είναι πιστοποιημένο από τον νηογνώμονα και να λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τους κανονισμούς του. Επίσης, ο πρώτος μηχανικός είναι υπεύθυνος έναντι του πλοιάρχου, να διασφαλίσει ότι η διαχείριση των λυμάτων και των γκρίζων υδάτων εκτελείται σύμφωνα με τους κανονισμούς (Kumar, 2022).

Λειτουργία του STP

1. Φίλτρο οθόνης:

Το πλέγμα του φίλτρου οθόνης τοποθετείται στην πρώτη δεξαμενή κοντά στην είσοδο των λυμάτων στη μονάδα STP. Βοηθά στην απομάκρυνση στοιχείων/υλικών τα οποία δεν ανήκουν στην κατηγορία των λυμάτων του αποχετευτικού συστήματος, όπως είναι το χαρτί υγείας, το πλαστικό χαρτί, άλλα στερεά απόβλητα κ.λπ., και ενδέχεται να φράξουν ολόκληρο το σύστημα.

2. Βιοφίλτρο:

Το βιοφίλτρο είναι μέρος του θαλάμου αερισμού το οποίο επεξεργάζεται τα λύματα που περνούν από το φίλτρο οθόνης. Ο αντιδραστήρας του βιοφίλτρου, με τη βοήθεια λεπτών φυσαλίδων αέρα που παρέχονται από τον φυσητήρα, διασκορπίζει τη μολυσμένη ουσία διαχέοντας και διασπώντας την οργανική ύλη από τον αερόβιο μικροοργανισμό. Η λεπτή φυσαλίδα περνώντας μέσα από τον διαχύτη θα αυξήσει τον ρυθμό μετάδοσης οξυγόνου.

3. Θάλαμος αερισμού

Αυτός ο θάλαμος τροφοδοτείται με ακατέργαστα λύματα τα οποία έχουν κονιορτοποιηθεί σε μικρά σωματίδια, ώστε να ευρυνθεί η περιοχή και ένας μεγάλος αριθμός βακτηρίων να μπορέσει να «επιτεθεί» ταυτόχρονα για να αποσυνθέσει τα λύματα. Τα λύματα αποσυντίθενται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ανόργανα λύματα. Ο αέρας ωθείται μέσω του διαχύτη στον θάλαμο αέρα. Η ελεγχόμενη πίεση έχει καθοριστικό ρόλο μέσα στη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, καθώς συμβάλει στη σωστή ανάμειξη και αποσύνθεση από την ανάδευση που προκαλείται από τις φυσαλίδες αέρα. Γενικά, η πίεση διατηρείται γύρω στα 0,3-0,4 bar. Εάν η πίεση διατηρηθεί υψηλή, τότε το μείγμα αέρα και λυμάτων θα διαφύγει χωρίς να λάβει μέρος καμία επεξεργασία που απαιτείται για την αποσύνθεση.

4. Θάλαμος καθίζησης/ίζηματογένεσης:

Αμέσως μετά την επεξεργασία των λυμάτων από τον αντιδραστήρα βιοφίλτρου τα λύματα εισέρχονται στον θάλαμο καθίζησης. Το μείγμα διαχωρίζεται περαιτέρω σε υψηλής ποιότητας νερό και ίζημα το οποίο κατακάθεται στη δεξαμενή καθίζησης/ίζηματογένεσης. Το τμήμα καθαρισμού είναι συνήθως σε σχήμα χοάνης με κεκλιμένες πλευρές που εμποδίζουν την προσκόλληση και τη συσσώρευση λάσπης. Η λάσπη οδηγείται στην πλευρά αναρρόφησης του σωλήνα ανύψωσης αέρα. Η μη επεξεργασμένη λάσπη που κατακάθεται στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης επιστρέφει στον αντιδραστήρα του βιοφίλτρου για να διασπαστεί ξανά από τον μικροοργανισμό.

5. Ενεργός άνθρακας:

Ο ενεργός άνθρακας τοποθετείται πίσω από τον θάλαμο καθίζησης για την αφαίρεση του COD με φιλτράρισμα και απορρόφηση. Βοηθά επίσης στην αντιμετώπιση του BOD και των αιωρούμενων στερεών.

6. Χλωριωτής:

Ο χλωριωτής είναι τοποθετημένος στον τελευταίο θάλαμο για την επεξεργασία του νερού στο τελικό στάδιο πριν την απόρριψή του στη θάλασσα. Ο χλωριωτής μπορεί να είναι τύπου δοσολογίας δισκίου ή τύπου χημικής έγχυσης. Μέσα στον χλωριωτή τύπου ταμπλέτας, το καθαρό νερό έρχεται απευθείας σε επαφή με τα δισκία χλωρίου δημιουργώντας ένα διάλυμα χλωρίου. Ο χλωριωτής αποτελείται από κυλίνδρους ώστε να γεμίσει ταμπλέτες. Στον τύπο χημικής αντλίας χλωριωτή, μια καθορισμένη ποσότητα υποχλωριώδους νατρίου (κοινώς χλωρίνη) εγχέεται στη δεξαμενή αποστείρωσης/χλωρίωσης χρησιμοποιώντας την παλινδρομική αντλία τύπου διαφράγματος.

7. Θάλαμος χλωρίωσης και συλλογής

Σε αυτόν τον θάλαμο, το διαυγές υγρό που παράγεται από τη δεξαμενή καθίζησης απολυμαίνεται με τη χρήση χλωρίου (χλωρίωση), με σκοπό τη μείωση των βακτηρίων e-Coli που υπάρχουν στο υγρό σε αποδεκτό επίπεδο. Για τη μείωση του e-Coli το επεξεργασμένο υγρό διατηρείται για περίοδο τουλάχιστον 60 λεπτών. Σε κάποιες μονάδες η απολύμανση μπορεί να πραγματοποιηθεί και με τη χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας. Το συλλεγόμενο υγρό απορρίπτεται στη θάλασσα ή στη δεξαμενή καθίζησης ανάλογα με τη γεωλογική θέση του πλοίου. Εάν το πλοίο βρίσκεται κοντά στην ακτογραμμή τότε τα λύματα θα εκκενωθούν στη δεξαμενή αποθήκευσης. Διαφορετικά, τα λύματα απορρίπτονται απευθείας στη θάλασσα όταν ο δείκτης υψηλής στάθμης είναι ενεργοποιημένος, μέχρι να ενεργοποιηθεί αυτόματα ο διακόπτης χαμηλής στάθμης.

8. Φυσητήρας:

Συνήθως είναι εγκατεστημένοι δύο φυσητήρες αέρα, στους οποίους ο ένας λειτουργεί ως εφεδρικός για την παροχή αέρα (μέσω φυσαλίδων αέρα) βοηθώντας στο σχηματισμό του μικροοργανισμού στον αντιδραστήρα βιοφίλτρου. Συμβάλει επίσης

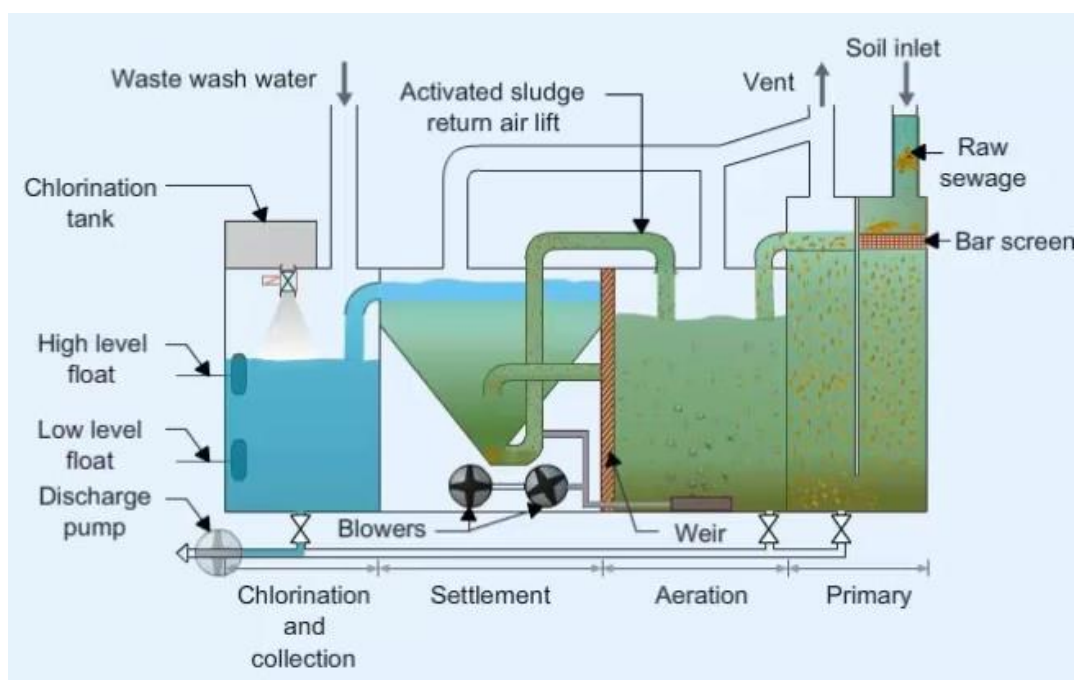
στη μεταφορά της ιλύος από τη δεξαμενή καθίζησης, στην παροχή αέρα στη δεξαμενή ενεργού άνθρακα και στην απόπλυση της ιλύος.

9. Αντλία εκκένωσης:

Η αντλία εκκένωσης είναι διπλής όψης (2 αντλίες), φυγοκεντρική που δε φράζει (non-clog pump), συνδέεται με τους αντίστοιχους κινητήρες και είναι τοποθετημένη στο τελευταίο τμήμα του STP. Η αντλία λειτουργεί σε αυτόματη λειτουργία που ελέγχεται από τους διακόπτες στάθμης (υψηλό και χαμηλό επίπεδο στάθμης) που είναι εγκατεστημένοι στη δεξαμενή αποστείρωσης/χλωρίωσης. Η αντλία λειτουργεί συνήθως σε χειροκίνητη λειτουργία όταν αφαιρείται η ιλύς μετά τον καθαρισμό του εσωτερικού της δεξαμενής.

10. Σωλήνωση:

- Ο σωλήνας εισαγωγής που μεταφέρει τα λύματα στην εγκατάσταση έχει τοποθετηθεί με την κατάλληλη κλίση για να αποφευχθεί η πήξη και η συμπύκνωση
- Ο σωλήνας αποχέτευσης είναι διατεταγμένος έτσι ώστε οι εσωτερικές οπές να είναι προσβάσιμες για καθαρισμό κατά τη συντήρηση
- Η έξοδος εκκένωσης στη θάλασσα πρέπει να τοποθετηθεί 200-300 mm χαμηλότερα από το L.W.L και ο σωλήνας εκκένωσης να είναι εφοδιασμένος με βαλβίδα αντεπιστροφής (Anish, 2019)



Εικόνα 3: Λειτουργία Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων (Kumar, 2022)

Προφυλάξεις για την αποτελεσματική λειτουργία και συντήρηση του STP

- Η λειτουργία και η συντήρηση του STP πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και υπό την ευθύνη του πρώτου μηχανικού

- Θα πρέπει να υπάρχει σχετική αναφορά των περιορισμών του κατασκευαστή σχετικά με τη διάθεση των υλικών μέσω του STP σε κάθε σημείο εισόδου, όπως η δοσολογία του απολυμαντικού, που θα πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμη
- Θα πρέπει να διατηρείται επί του σκάφους μια στοίβα διαλύματος χλωρίου (εάν χρησιμοποιείται ως μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας)
- Τα μόνα χημικά που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται είναι όσα περιέχονται στη λίστα εγκεκριμένων χημικών (Approved Chemical List). Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η χρήση χημικών ουσιών που περιέχουν χλώριο (όπως είναι τα καθαριστικά των τουαλετών), καθώς το χλώριο σκοτώνει τα βακτήρια στο STP και ως αποτέλεσμα το σύστημα δε λειτουργεί σωστά
- Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία των συστημάτων αερισμού του STP. Μετά την εκκίνηση, μπορεί να χρειαστούν έως και 10 ημέρες προτού η ανάπτυξη των βακτηρίων να είναι επαρκής για τη βέλτιστη λειτουργία του STP
- Ο φυσητήρας αερισμού είναι εγκατεστημένος για να λειτουργεί συνεχώς καθώς βοηθά τους μικροοργανισμούς να συντηρηθούν και να αναπτυχθούν. Σε περίπτωση απενεργοποίησής του θα προκληθεί ο «θάνατος» αυτών των μικροοργανισμών και θα χρειαστούν μέρες για να αναπτυχθούν ξανά, με συνέπεια τη μείωση της αποτελεσματικότητάς του στη διαύγαση του υγρού
- Δε θα πρέπει να απορρίπτονται ξένες ουσίες (π.χ. χαρτί, τσιγάρα κ.λπ.) στις τουαλέτες, καθώς μπορεί να γεμίσουν τον αγωγό ή το φίλτρο εμποδίζοντας τη λειτουργία του STP
- Το χαρτί υγιείας που χρησιμοποιείται επί του σκάφους θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από στοιχεία αιθενυλίου καθώς επηρεάζει την ανάπτυξη βακτηρίων
- Ο σωλήνας εισαγωγής γκρίζου νερού πρέπει να τοποθετηθεί χαμηλότερα από τη στάθμη του νερού στο εσωτερικό του STP για να μην υπάρχει αυξημένη παραγωγή αφρού
- Το pH των δειγμάτων εκροής πρέπει να κυμαίνεται από 6 έως 8,5
- Η περιεκτικότητα σε νιτρώδη δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 mg/l NO₂
- Θα πρέπει να τηρούνται αρχεία συντήρησης ή/και επισκευής του STP στο σύστημα προγραμματισμένης συντήρησης (PMS)
- Θα πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σφράγισης των σωληνώσεων του συστήματος αποχέτευσης («Περιβαλλοντικό και λειτουργικό σύστημα στεγανοποίησης» που έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω) (Anish, 2019)

Αποτυχία του STP

Σε περίπτωση αποτυχίας του STP, θα πρέπει να ακολουθηθούν οι σχετικές οδηγίες του κατασκευαστή για την αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων. Εάν το πρόβλημα που έχει προκύψει δεν μπορεί να αποκατασταθεί, τότε:

Ο πρώτος μηχανικός είναι υπεύθυνος για τα ακόλουθα:

- Να συνταχθεί η σχετική αναφορά αποτυχίας εγγράφως
- Ενημέρωση του PMS με τις λεπτομέρειες του σφάλματος
- Ενημέρωση του PMS με τις λεπτομέρειες επισκευής, όταν επισκευαστεί η μονάδα STP

Το τεχνικό τμήμα:

- Θα πρέπει να επιλύσει το πρόβλημα εξετάζοντας όλες τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις, συμπεριλαμβανομένης της αποθήκευσης των λυμάτων στο πλοίο μέχρι την εύρεση της λύσης του προβλήματος

Δεξαμενή συγκράτησης λυμάτων

- Η δεξαμενή συγκράτησης των λυμάτων θα πρέπει να κενωθεί πριν το σκάφος εισέλθει στα χωρικά ύδατα ενός κράτους (περισσότερα από 12 nm από την ακτή)
- Η μεταφορά λυμάτων στο Aft Peak μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο ως προσωρινό μέτρο και μόνο εάν έχει ληφθεί η σχετική έγκριση (Anish, 2019)

3.2.2 Εκροή λυμάτων αποχετευτικού δικτύου στη θάλασσα

Η απόρριψη ακατέργαστων λυμάτων στη θάλασσα μπορεί να δημιουργήσει εμφανή οπτική ρύπανση και κινδύνους για την υγεία, ιδιαίτερα σε παράκτιες περιοχές όπου τα νερά είναι ρηγά και ο ρυθμός εναλλαγής είναι χαμηλός. Ο παρακάτω πίνακας παρέχει μια επισκόπηση των ρυθμιστικών απαιτήσεων για την απόρριψη των λυμάτων στη θάλασσα:

Πίνακας 4: Απαιτήσεις MARPOL για την απόρριψη των λυμάτων

Κατάσταση λυμάτων	Απόσταση από ξηρά	Ταχύτητα Πλοίου	Δυνατότητα εκφόρτισης ή χωρητικότητα	Εφαρμογή
Μη επεξεργασμένα λύματα (μη θρυμματισμένα ή απολυμασμένα) από δεξαμενή αποθήκευσης	12 ναυτικά μίλια	> 4 κόμβοι	Να ΜΗΝ γίνεται απόρριψη των λυμάτων που είναι αποθηκευμένα σε δεξαμενές αποθήκευσης αμέσως, αλλά με ήπιο ρυθμό όταν το πλοίο είναι καθοδόν	Σκάφη ΧΩΡΙΣ Environmental Notations
Επεξεργασμένα λύματα (θρυμματισμένα και απολυμασμένα) από δεξαμενή αποθήκευσης	3 ναυτικά μίλια	> 4 κόμβοι	Να ΜΗΝ γίνεται απόρριψη των λυμάτων που είναι αποθηκευμένα σε δεξαμενές αποθήκευσης αμέσως, αλλά με ήπιο ρυθμό όταν το πλοίο είναι καθοδόν	Σκάφη ΧΩΡΙΣ Environmental Notations
Επεξεργασμένα λύματα από δεξαμενή αποθήκευσης και μια εγκεκριμένη ¹ Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων (STP)	Εξαρτάται από τις τοπικές απαιτήσεις και Ζώνες Χωρίς Εκκένωση Λυμάτων	Κανένας περιορισμός	Η εκροή ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ να παράγει ορατά επιπλέοντα στερεά ούτε να προκαλεί αποχρωματισμό του περιβάλλοντος νερού	Σκάφη ΧΩΡΙΣ Environmental Notations
Επεξεργασμένα λύματα από δεξαμενή αποθήκευσης και μια εγκεκριμένη ¹ Μονάδα	3 ναυτικά μίλια	> 4 κόμβοι	Η εκροή ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ να παράγει ορατά επιπλέοντα στερεά ούτε να προκαλεί αποχρωματισμό του περιβάλλοντος νερού	Σκάφη ΜΕ Environmental Notations

¹Σύμφωνα με το MEPC.2 (VI) ή το MEPC.159 (55) για ένα πλοίο από ή μετά την 1η Ιανουαρίου 2010, ή το MEPC 227 (64) για ένα πλοίο από ή μετά την 1η Ιανουαρίου 2016.

²Environmental Notation (Περιβαλλοντικές «Σημειώσεις»): Προσδιορίζει το επίπεδο συμμόρφωσης με τις διεθνείς απαιτήσεις περιβαλλοντικής προστασίας και ενσωματώνει τις σχετικές απαιτήσεις της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Ναυσιπλοΐας (ABS – American Bureau of Shipping) που επηρεάζουν την προστασία του περιβάλλοντος.

Όταν τα λύματα αναμιγνύονται με απόβλητα ή λύματα που έχουν διαφορετικές απαιτήσεις απόρριψης, πρέπει να εφαρμόζεται η αυστηρότερη προδιαγραφή (IMO Annex IV).

Τοπικές απαιτήσεις και Ζώνες Χωρίς Εκκένωση Λυμάτων (NDZ)

Σύμφωνα με το παράρτημα IV της MARPOL, η απόρριψη λυμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς περιορισμούς, υπό τον όρο ότι έχουν πρώτα υποστεί επεξεργασία μέσω της Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων (STP – Sewage Treatment Plant). Ωστόσο, υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός χωρών που έχουν θεσπίσει απαγορεύσεις απόρριψης και ζώνες μη απόρριψης λυμάτων (NDZ – No Discharge Zones) ως πρόσθετα μέσα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της ποιότητας του νερού που σχετίζονται με τη μόλυνση από τα αποχετευτικά συστήματα.

Η Ζώνη Μη Απόρριψης (NDZ) είναι ένα λιμάνι ή μια περιοχή μιας υδάτινης μάζας/επιφάνειας ή ολόκληρη η υδάτινη επιφάνεια όπου απαγορεύεται πλήρως η απόρριψη λυμάτων από όλα τα πλοία, είτε πρόκειται για επεξεργασμένα λύματα, είτε για λύματα χωρίς επεξεργασία. Τα σκάφη που διέρχονται ή αγκυροβολούν σε μια ζώνη NDZ πρέπει να ασφαλίζουν το σύστημα αποχέτευσης τους κλείνοντας τη βαλβίδα λυμάτων στη θάλασσα ώστε να διασφαλιστεί ότι θα αποτραπεί η εκροή επεξεργασμένων ή μη επεξεργασμένων λυμάτων (IMO Annex IV).

Ζώνες Χωρίς Εκκένωση εκτός και εντός των Ηνωμένων Πολιτειών

Ο κατάλογος των χωρών όπου ισχύουν απαγορεύσεις απόρριψης λυμάτων περιλαμβάνει χώρες και περιοχές που δυναμικά μπορούν να αλλάζουν, όπως η Μαύρη Θάλασσα. Οι ΗΠΑ δεν επιτρέπουν απορρίψεις εντός των εκβολών ποταμών και των κατακρημνισμάτων (κλειστοί κόλποι). Πέραν των ανωτέρω, έχουν συσταθεί επιπλέον NDZs. Πρόσθετες πληροφορίες σε πολιτειακό επίπεδο σχετικά με τις ζώνες χωρίς εκκένωση των ΗΠΑ δίνονται από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ. Επίσης, έχει δημιουργηθεί και διαδραστικός χάρτης ζωνών μη απόρριψης λυμάτων. Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, πριν από την άφιξη ενός πλοίου σε ένα λιμάνι, το πλήρωμα πρέπει να έχει ενημερωθεί για τις εθνικές και τοπικές απαιτήσεις και να γνωρίζει τους ισχύοντες τοπικούς κανονισμούς (EPA., n.d.).

Κανονισμός ειδικής περιοχής

Επί του παρόντος, η περιοχή της Βαλτικής θάλασσας είναι η μόνη ειδική περιοχή σύμφωνα με το παράρτημα IV της MARPOL. Γενικά, σύμφωνα με τους νέους κανονισμούς η απόρριψη λυμάτων από επιβατηγά πλοία απαγορεύεται εντός ειδικής περιοχής, εκτός εάν το πλοίο διαθέτει εγκεκριμένη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων και πληροί επίσης το πρότυπο απομάκρυνσης αζώτου και φωσφόρου.

Σύμφωνα με το ψήφισμα MEPC.275(69), οι απαιτήσεις απόρριψης σε ειδικές περιοχές του κανονισμού 11.3 του παραρτήματος IV για την ειδική ζώνη της Βαλτικής θάλασσας έχουν τεθεί σε ισχύ από:

- την 1η Ιουνίου 2019, για νέα επιβατηγά πλοία
- την 1η Ιουνίου 2021, για υπάρχοντα επιβατηγά πλοία εκτός από αυτά που καθορίζονται στο παρακάτω
- την 1η Ιουνίου 2023, για υπάρχοντα επιβατηγά πλοία που εκτελούν απευθείας δρομολόγια προς ή από λιμάνι που βρίσκεται εκτός της ειδικής περιοχής και προς ή από λιμάνι που βρίσκεται ανατολικά του γεωγραφικού μήκους 28° 10' E εντός της ειδικής περιοχής που δεν προσεγγίζει άλλα λιμάνια εντός του ειδικού χώρου (IMO Annex IV)

3.2.3 Απόρριψη βιολογικών αποβλήτων (ιλύς λυμάτων)

Τα βιολογικά απόβλητα (ιλύς λυμάτων) τα οποία παράγονται κατά τη λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων STP μπορούν να απορρίπτονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 12 ναυτικά μίλια και με μέτριο ρυθμό όταν το πλοίο είναι καθ' οδόν και έχει αναπτύξει ταχύτητα ίση ή μεγαλύτερη των 4 κόμβων.

Ρυθμός απόρριψης (DR) μη επεξεργασμένων λυμάτων

Σύμφωνα με το MEPC.157(55) “Recommendation on Standards for the Rate of Discharge of Untreated Sewage from Ships” (Σύσταση στα πρότυπα για τον ρυθμό απόρριψης μη επεξεργασμένων λυμάτων από πλοία), ο μέγιστος επιτρεπόμενος ρυθμός απόρριψης (DR – Discharge Rate) για μη επεξεργασμένα λύματα είναι 1/200.000 του όγκου εμβολισμού (swept volume), και υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$DR_{max} = 0,00926 * VDB$$

Όπου:

DR_{max} είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος ρυθμός απόρριψης (m³/h)

V είναι η μέση ταχύτητα του πλοίου (κόμβοι) κατά τη διάρκεια της περιόδου

D είναι το απαιτούμενο βάθος (m)

B είναι το πλάτος (m)

Ο ρυθμός DR_{max} που καθορίζεται παραπάνω αναφέρεται στη μέση τιμή όπως υπολογίζεται για οποιαδήποτε περίοδο 24 ωρών ή για την περίοδο της απόρριψης (MEPC, 2006).

Απόρριψη λυμάτων σε λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων

Για να μπορέσουν οι σωλήνες των λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων να συνδεθούν με τον αγωγό εκκένωσης του πλοίου, τα πλοία πρέπει να είναι εφοδιασμένα με τυπική σύνδεση εκκένωσης σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται στο παράρτημα IV της MARPOL.

Πλοία που προσεγγίζουν λιμένες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει την Οδηγία (Directive) 2000/59/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου με στόχο να μειώσει τις απορρίψεις των αποβλήτων και των υπολειμμάτων φορτίου στη θάλασσα, ιδίως τις παράνομες απορρίψεις αυτών, από πλοία που χρησιμοποιούν τους λιμένες στην Κοινότητα, έχει προχωρήσει στη βελτίωση τη διαθεσιμότητας και της χρήσης των λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων των πλοίων και των υπολειμμάτων φορτίου, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Πιο συγκεκριμένα, για τα λύματα-αποχετεύσεις τα σκάφη πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Πίνακας 5: Απαιτήσεις παράδοση λυμάτων

Επόμενο λιμάνι προσέγγισης	Παράρτημα IV MARPOL
Λιμάνι Ε.Ε.	Ο πλοίαρχος μπορεί να απέχει από την παράδοση λυμάτων του παραρτήματος IV της MARPOL εάν παραμένει τουλάχιστον 25% της χωρητικότητας της δεξαμενής για τα λύματα.
Άγνωστος λιμένας εκτός Ε.Ε.	Ο πλοίαρχος μπορεί να απέχει από την παράδοση λυμάτων του παραρτήματος IV της MARPOL εάν παραμένει τουλάχιστον 25% της χωρητικότητας της δεξαμενής για τα λύματα.

Όταν ένα σκάφος προσεγγίζει λιμένα της Ε.Ε. λαμβάνει ειδοποίηση από τον Κρατικό Έλεγχο Λιμένα (PSC) για την παράδοση των λυμάτων (Directive 2000/59/EC, 2000).

3.2.4 Παράγοντες δημιουργίας λυμάτων αποχετευτικού δικτύου

Οι κύριοι παράγοντες δημιουργίας των λυμάτων αποχετευτικού δικτύου και του γκρίζου νερού είναι οι ακόλουθοι:

1. Ο αριθμός των επιβατών του πλοίου συμπεριλαμβανομένων και των μελών του πληρώματος
2. Ο τύπος των τουαλετών, παραδοσιακή ή κενού. Πιο συγκεκριμένα, οι τουαλέτες μαύρου νερού παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες λυμάτων από τις τουαλέτες κενού (έως και 75% λιγότερο νερό από μια παραδοσιακή τουαλέτα)
3. Η διάρκεια του ταξιδιού (CE Delft, 2017)

3.2.5 Παραγόμενες ποσότητες λυμάτων αποχετευτικού δικτύου

Αποτελεί σύνηθες φαινόμενο στα πλοία οι παραγόμενες ποσότητες των λυμάτων να μην καταγράφονται, ούτε να παρακολουθούνται, αλλά να υπολογίζονται χοντρικά από την ποσότητα νερού που καταναλώνεται ή από τον αριθμό των ημερών που χρειάζεται για να γεμίσει η δεξαμενή αποθήκευσης. Για τον ίδιο λόγο, δεν είναι πάντα δυνατό να γίνει διάκριση μεταξύ των λυμάτων (μαύρο νερό) από τα υπόλοιπα.

Γενικά, ανά ημέρα οι ποσότητες οι οποίες παράγονται κυμαίνονται από 0,4 έως 700 m³ μαύρου νερού. Πιο συγκεκριμένα, ανά ημέρα και ανά άτομο οι παραγόμενες ποσότητες λυμάτων κυμαίνονται από 0,01 έως 0,45 m³, το 0,01-0,06 m³ αυτής της ποσότητας είναι μαύρο νερό, και το υπόλοιπο ποσό αντιστοιχεί σε γκρίζο νερό ή νερό μαγειρείου, καθώς υπάρχουν ορισμένα πλοία τα οποία αναμιγνύουν τα προαναφερθέντα στις δεξαμενές αποθήκευσης λυμάτων (CE Delft, 2017).

3.2.6 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας γκρίζου νερού επί των πλοίων

Οι απορρίψεις γκρίζου νερού μπορεί να περιέχουν βακτήρια, παθογόνα, λάδι και λίπος, απορρυπαντικά και υπολείμματα σαπουνιού, μέταλλα (όπως κάδμιο, χρώμιο, μόλυβδο, χαλκό, ψευδάργυρο, άργυρο, νικέλιο και υδράργυρο), στερεά και θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον, τα λύματα από νεροχύτες ιατρικών εγκαταστάσεων και ιατρικές αποστραγγίσεις δαπέδου ανάλογα με τον τύπο της ασθένειας ή τις μεθόδους θεραπείας που ακολουθούνται, ενδέχεται να περιέχουν βακτήρια, θρεπτικά συστατικά ή/και ουσίες που καταστρέφουν το οξυγόνο (CE Delft, 2017).

Αξίζει να σημειωθεί πως πολλά κρουαζιερόπλοια έχουν εγκαταστήσει ένα προηγμένο Σύστημα Αεριζόμενης Επεξεργασίας Λυμάτων (AWTS – Advanced Wastewater Treatment System) το οποίο αναμιγνύει και επεξεργάζεται το γκρίζο με το μαύρο νερό παράγοντας μια βιο-υπολειμματική ιλύ η οποία συγκρατείται για την απόρριψή της σε λιμενική εγκατάσταση. Για να βελτιωθεί η απόδοση του καυσίμου και η πλοήγηση να είναι ταυτόχρονα φιλική προς το περιβάλλον, ορισμένες γραμμές χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια για να τροφοδοτήσουν τον εν λόγω εξοπλισμό, κάνοντας έμπρακτα στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την κυκλική οικονομία για τη διαχείριση των αποβλήτων τους (Deloitte Consulting B.V. and Partners, 2023).

Εκκενώσεις γκρίζων υδάτων στη θάλασσα

Το γκρίζο νερό δεν υπόκειται στους κανονισμούς του παραρτήματος IV της MARPOL. Ωστόσο, η απόρριψη γκρίζων υδάτων δεν επιτρέπεται σε ορισμένα λιμάνια, εντός ορισμένων χωρικών υδάτων ή σε ορισμένες ιδιαίτερα ευαίσθητες θαλάσσιες περιοχές (PSSA – Particularly Sensitive Sea Areas) (IMO, n.d.).

PSSA: Ιδιαίτερα ευαίσθητη ονομάζεται μια θαλάσσια περιοχή η οποία χρήζει ειδικής προστασίας μέσω της δράσης του IMO λόγω της σημασίας της για αναγνωρισμένους οικολογικούς ή κοινωνικοοικονομικούς ή επιστημονικούς λόγους, είναι ευάλωτη και μπορεί να πληγεί από διεθνείς θαλάσσιες δραστηριότητες. Τα κριτήρια για τον προσδιορισμό των ιδιαίτερα ευαίσθητων θαλάσσιων περιοχών και τα κριτήρια για τον χαρακτηρισμό των ειδικών περιοχών δεν αλληλοαποκλείονται. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου μια ιδιαίτερα ευαίσθητη θαλάσσια περιοχή μπορεί να ταυτιστεί σε μια ειδική περιοχή και αντίστροφα.

Για τα πλοία που προσεγγίζουν λιμένες των ΗΠΑ, ο πίνακας που ακολουθεί, και προέρχεται από αυτά που προβλέπονται στο EPA 2013 VGP από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ, συνοψίζει τις απαιτήσεις για τις απορρίψεις γκρίζου νερού στη θάλασσα:

Πίνακας 6: Απαιτήσεις VGP για την απόρριψη γκρίζων νερών

Ημερομηνία κατασκευής	Απόρριψη εντός ζώνης 3 ναυτικών μιλίων (ΗΠΑ)
Πριν από τις 19/12/2013	Ελαχιστοποίηση
Μετά τις 19/12/2013	Απαγόρευση

Δεξαμενή συγκράτησης γκρίζου νερού

Τα σκάφη που δε διαθέτουν ειδική δεξαμενή γκρίζου νερού ή η χωρητικότητά τους δεν είναι επαρκής, μπορούν να ανακατευθύνουν τα γκρίζα νερά στη δεξαμενή αποθήκευσης λυμάτων ή στη δεξαμενή Aft Peak ως προσωρινό μέτρο. Η μεταφορά του γκρίζου νερού στη δεξαμενή Aft Peak μπορεί να γίνει μόνο εάν ληφθεί σχετική έγκριση από την αρμόδια διαχειριστική αρχή. Το γκρίζο νερό και τα λύματα δε θα πρέπει σε καμία περίπτωση να αποθηκεύονται στη δεξαμενή ελαιώδους νερού υδροσυλλεκτών. Τέλος, εάν το γκρίζο νερό αναμειχθεί με λύματα, τότε ο τελικός τύπος αυτών των υγρών αποβλήτων θα είναι τα λύματα.

3.3 Απορρίμματα πλοίων: Κατηγορίες & Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων

Τα απορρίμματα των πλοίων είναι ένας από τους βασικότερους λόγους για την ύπαρξη της θαλάσσιας ρύπανσης. Σύμφωνα με το παράρτημα V της MARPOL τα απορρίμματα των πλοίων εμπίπτουν στις ακόλουθες κατηγορίες και καταγράφονται στο αντίστοιχο τμήμα του Βιβλίου Καταγραφής Απορριμμάτων (GRB – Garbage Record Book) με βάση αυτές. Για τα συγκεκριμένα απόβλητα ακολουθείται το Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων (GMP – Garbage Management Plan) (IMO, n.d.).

Πίνακας 7: Κατηγορίες απορριμμάτων των πλοίων

Βιβλίο Καταγραφής Απορριμμάτων ΜΕΡΟΣ I	
Κατηγορίες Απορριμμάτων	Απορρίμματα
Κατηγορία A	Απόβλητα πλαστικών ειδών
Κατηγορία B	Απόβλητα τροφίμων
Κατηγορία C	Ανακυκλώσιμα οικιακά απόβλητα
	Επικίνδυνα οικιακά απόβλητα
	Άλλα οικιακά απόβλητα
Κατηγορία D	Μαγειρικό λάδι
Κατηγορία E	Στάχτη αποτέφρωσης
Κατηγορία F	Επικίνδυνα λειτουργικά απόβλητα
	Ανακυκλώσιμα λειτουργικά απόβλητα
	Άλλα λειτουργικά απόβλητα
Κατηγορία G	Σοροί ζώων
Κατηγορία H	Αλιευτικός εξοπλισμός
Κατηγορία I	Ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste)
Βιβλίο Καταγραφής Απορριμμάτων ΜΕΡΟΣ II	
<i>(μόνο για φορτηγά πλοία χύδην φορτίου)</i>	
Κατηγορία J	Μη επικίνδυνα υπολείμματα φορτίου (non-HME)
Κατηγορία K	Επικίνδυνα υπολείμματα φορτίου (HME)

Πλοία που προσεγγίζουν λιμένες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει την οδηγία 2000/59/EC με στόχο να μειώσει τις απορρίψεις των απορριμμάτων και υπολειμμάτων φορτίου στη θάλασσα, ιδιαίτερα τις

παράνομες απορρίψεις από πλοία που χρησιμοποιούν λιμάνια στην Ε.Ε., βελτιώνοντας τη διαθεσιμότητα και τη χρήση PRF για SGW και υπολείμματα φορτίου, ενισχύοντας έτσι την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Ένα πλοίο μπορεί να προχωρήσει στον επόμενο λιμένα παράδοσης χωρίς να παραδώσει το SGW, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει επαρκής αποκλειστική χωρητικότητα αποθήκευσης για όλα τα SGW που έχουν συσσωρευτεί και θα συσσωρευτούν κατά τη διάρκεια του προβλεπόμενου ταξιδιού του πλοίου μέχρι το λιμάνι παράδοσης. Η επαρκής αποκλειστική χωρητικότητα αποθήκευσης ορίζεται ως επαρκής χωρητικότητα για την αποθήκευση του SGW ενός πλοίου που φεύγει από λιμάνι, συν το SGW που είναι πιθανό να παράγει στο επόμενο ταξίδι. Αυτό το επόμενο ταξίδι μπορεί να είναι εντός της Ε.Ε., εκτός Ε.Ε. ή να είναι άγνωστο (IMO, n.d.).

Γενικά, το σκάφος πρέπει να πληροί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Πίνακας 8: Απαιτήσεις παράδοσης απορριμμάτων

Επόμενο λιμάνι προσέγγισης	Παράρτημα V MARPOL
Λιμάνι Ε.Ε.	Ο πλοίαρχος μπορεί να παρεκκλίνει από την παράδοση απορριμμάτων του παραρτήματος V της MARPOL εάν παραμένει τουλάχιστον το 75% της χωρητικότητας της δεξαμενής για τα απορρίμματα των πλοίων.
Άγνωστος λιμένας εκτός Ε.Ε.	Για αυτό το είδος αποβλήτων θα πρέπει να είναι διαθέσιμο αποκλειστικά το 100% της χωρητικότητας της δεξαμενής.

Το ποσοστό μπορεί να υπολογιστεί με τον παρακάτω τύπο και δεν πρέπει να υπερβαίνει το 25%:

$$\% = \frac{(A + E) \times 100}{M}$$

Όπου:

A: Ποσότητα μεμονωμένου τύπου απορριμμάτων που διατηρούνται επί του πλοίου (m³)

E: Εκτιμώμενη ποσότητα αποβλήτων που θα δημιουργηθεί μεταξύ της προηγμένης ειδοποίησης και του επόμενου λιμένα προσέγγισης (πρέπει να ληφθεί μέριμνα για να διασφαλιστεί ότι αυτός ο αριθμός είναι ρεαλιστικός)

M: Μέγιστη αποκλειστική χωρητικότητα αποθήκευσης (m³)

Ο πλοίαρχος ενός πλοίου με προορισμό λιμένα της Ε.Ε., θα συμπληρώσει το «Έντυπο εκ των προτέρων ειδοποίησης για παράδοση αποβλήτων στο PRF» (βλ. GMP – Παράρτημα 5) και κοινοποιεί αυτές τις πληροφορίες στην αρμόδια αρχή όπου βρίσκεται ο επόμενος λιμένας κατάπλου. Το πλοίο θα πρέπει επίσης να δηλώσει ποια απόβλητα πράγματι παρέδωσε στο τελευταίο λιμάνι του.

3.3.1 Απόβλητα πλαστικών ειδών (Plastics)

Τα πλαστικά υλικά χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς στη βιομηχανία της ναυτιλίας ανά τα έτη. Τα πλαστικά απόβλητα συνήθως περιλαμβάνουν συνθετικά σχοινιά, συνθετικά δίχτυα ψαρέματος, πλαστικά μπουκάλια, διάφορα περιτυλίγματα, πλαστικές σακούλες σκουπιδιών και πολλά άλλα. Όταν τα πλαστικά δε διαχωρίζονται από άλλα απορρίμματα, τότε το μείγμα που προκύπτει πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν να ήταν όλο πλαστικό. Πλαστικά απόβλητα συναντάμε σε όλους τους τύπους σκαφών και συνήθως προκύπτουν κατά τις εργασίες ανεφοδιασμού προμηθειών που πραγματοποιούνται επί των πλοίων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα πλαστικά απόβλητα αποθηκεύονται ξεχωριστά βάσει του διαχωρισμού τους σε απόβλητα που έχουν έρθει σε επαφή με τρόφιμα, τα οποία αποκαλούνται «βρώμικα» ή «μολυσμένα», και σε πλαστικά απόβλητα που δεν έχουν έρθει σε επαφή με τρόφιμα, δηλαδή τα «καθαρά» πλαστικά. Αυτό συμβαίνει για λόγους υγιεινής καθώς τα πλαστικά απόβλητα τροφίμων ενδέχεται να περιέχουν παθογόνους παράγοντες, ειδικά αν πρόκειται για ωμά κρέατα και λαχανικά, και κατά συνέπεια θα πρέπει να απορριφθούν και να παραδοθούν με διαφορετικό τρόπο από ότι τα υπόλοιπα πλαστικά στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται προφυλάξεις για να διασφαλιστεί ότι τα πλαστικά που έχουν μολυνθεί από υπολείμματα τροφίμων (π.χ. πλαστικά περιτυλίγματα τροφίμων) δεν απορρίπτονται στη θάλασσα μαζί με άλλα απόβλητα τροφίμων. Για το λόγο αυτό, τα πλαστικά που έχουν μολυνθεί με υπολείμματα τροφίμων θα πρέπει είτε να ξεπλένονται πολύ καλά με νερό είτε να περιλαμβάνονται στα δοχεία απορριμμάτων τροφίμων (εάν δεν είναι απαλλαγμένα από μόλυνση από υπολείμματα τροφίμων) (CE Delft, 2017), (MEPC, 2017).

3.3.1.1 Κατηγορίες πλαστικών ειδών

Όπως μπορούμε να συνειδητοποιήσουμε και οι ίδιοι από την καθημερινή μας ζωή, οι κατασκευαστές των πλαστικών ειδών σημειώνουν κωδικούς πάνω στις συσκευασίες των αγαθών προκειμένου να αναγνωρίσουν τον τύπο της βασικής χημικής ουσίας (ρητίνη) του κάθε πλαστικού παρέχοντας τον «Κωδικό αναγνώρισης ρητίνης» για σκοπούς ανακύκλωσης και διαλογής. Κάθε τύπος κατηγοριοποιείται και συμβολίζεται με έναν αριθμό από το 1 έως το 6 ο οποίος καθορίζει τη ρητίνη που έχει χρησιμοποιηθεί, και περιέχεται σε βελάκια τα οποία σχηματίζουν ένα τριγωνικό σχήμα.

- 1) **PET ή PETE (Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο)** → Συμβολίζονται με τον αριθμό «1» και είναι τα πιο συχνά ανακυκλωμένα πλαστικά, αυτά μπορεί να είναι μπουκάλια νερού, αναψυκτικών, πλαστικές μεμβράνες, κ.ά.
- 2) **HDPE ή PEHD (Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας)** → Συμβολίζονται με τον αριθμό «2» και θεωρούνται εύκολα ανακυκλώσιμα πλαστικά, αυτά μπορεί να είναι εύκαμπτοι σωλήνες, πλαστικοί ταχυδρομικοί φάκελοι, κ.ά.
- 3) **V ή PVC (Πολυβινυλοχλωρίδιο)** → Συμβολίζονται με τον αριθμό «3» και είναι ένα από τα λιγότερο ανακυκλώσιμα πλαστικά, αυτά μπορεί να είναι κουρτίνες μπάνιου, καθαριστικά μπουκάλια, σωλήνες, μπουκάλια μαγειρικού λαδιού, διαφανές περιτύλιγμα τροφίμων, κ.ά.
- 4) **LDPE (Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας)** → Συμβολίζεται με τον αριθμό «4» και είναι ένας τύπος ανακυκλώσιμου πλαστικού που χρησιμοποιείται σε ορισμένες συσκευασίες ψωμιού και κατεψυγμένων τροφίμων, κάδους απορριμμάτων και σε επενδύσεις σακουλών απορριμμάτων. Περίπου το 75%

του LDPE κατασκευάζεται με σκοπό την παραγωγή μιας ελαφριάς και εύκαμπτης μεμβράνης.

- 5) **PP (Πολυπροπυλένιο)** → Συμβολίζονται με τον αριθμό «5» και πρόκειται για ανακυκλώσιμα πλαστικά που συνήθως χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία και τις οικοδομικές βιομηχανίες. Περιλαμβάνουν επίσης θήκες μπαταριών αυτοκινήτου και πλαστικά καλαμάκια πόσης, κ.λπ.
- 6) **PS (Πολυστυρένιο)** → Συμβολίζονται με τον αριθμό «6» και είναι ανακυκλώσιμα πλαστικά που περιλαμβάνουν αφρώδες υλικό για τις συσκευασίες και προστατευτική συσκευασία για ηλεκτρονικά είδη και παιχνίδια, κ.ά.
- 7) **Άλλα πλαστικά** → Συμβολίζονται με τον αριθμό «7». Η λέξη «Άλλα» υποδηλώνει ότι η συσκευασία είναι κατασκευασμένη από ρητίνη διαφορετική από τα παραπάνω πλαστικά (από το 1 έως το 6) ή ότι είναι κατασκευασμένη από περισσότερες από μία ρητίνες. Συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή επαναχρησιμοποιήσιμων φιαλών (MEPC, 2017).

3.3.1.2 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας πλαστικών αποβλήτων επί των πλοίων

Τα πλαστικά απόβλητα μπορούν να διαχειριστούν επί του σκάφους με δύο τρόπους:

1. Μπορούν να συμπιεστούν ή να θρυμματιστούν με σκοπό την ελαχιστοποίηση του όγκου τους και στη συνέχεια να αποθηκευτούν προσωρινά έως ότου να παραδοθούν σε λιμένα
2. Μπορούν να αποτεφρωθούν και μετά να παραδοθούν σε λιμένα

Η απόρριψη όλων των πλαστικών αποβλήτων στη θάλασσα απαγορεύεται βάσει του παραρτήματος VI της MARPOL.

Σχετικά με τον δεύτερο τρόπο επεξεργασίας των πλαστικών, δηλαδή την αποτέφρωση, θα πρέπει να σημειωθεί ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί εφόσον τηρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις:

- Ο αποτεφρωτήρας του πλοίου να συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές που περιέχονται στις διατάξεις του κανονισμού 16 παράγραφος 3 του παραρτήματος VI της MARPOL
- Με βάση τον παραπάνω κανονισμό απαγορεύεται η αποτέφρωση πολυβινυλοχλωριδίων (PVCs) επί του πλοίου, εκτός και αν η αποτέφρωση εκτελείται από εγκεκριμένους αποτεφρωτήρες πλοίων για τους οποίους έχει εκδοθεί πιστοποιητικό έγκρισης τύπου IMO σύμφωνα με το MEPC.244 (66)
- Η αποτέφρωση πολυχλωριωμένων διφαινύλιων (PCBs) απαγορεύεται ρητά επί των πλοίων, χωρίς καμία εξαίρεση
- Η ακριβής ποσότητα των πλαστικών που μπορεί να αποτεφρώνεται κάθε φορά που χρησιμοποιείται ο αποτεφρωτήρας για την αποτέφρωση απορριμμάτων, αναφέρεται στο εγχειρίδιο κάθε αποτεφρωτήρα. Αυτό που ακολουθείται σε ευρύ επίπεδο είναι η ποσότητα των πλαστικών που τοποθετείται στον αποτεφρωτήρα να μην υπερβαίνει το 20% των συνολικών απορριμμάτων

Η τέφρα που προκύπτει κατά την αποτέφρωση αντιμετωπίζεται ως στάχτη αποτεφρωτή. Η αποτέφρωση πλαστικών απορριμμάτων απαιτεί περισσότερο αέρα και πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες για πλήρη καταστροφή τους. Επομένως, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο αποτεφρωτής θα πρέπει να είναι κατάλληλος ώστε τα πλαστικά να καούν με ασφαλή τρόπο, διαφορετικά ανάλογα με τον τύπο του πλαστικού και την κατάσταση της καύσης, ενδέχεται να παραχθούν τοξικά αέρια κατά την εξάτμιση. Επιπλέον, τα μέλη του πληρώματος τα οποία χειρίζονται τα πλαστικά απόβλητα, θα πρέπει να έχουν την τεχνογνωσία να αξιολογήσουν τον τύπο του πλαστικού που έχουν προς αποτέφρωση, καθώς συχνά η αποτέφρωση ενώ θα μπορούσε δεν πραγματοποιείται καθόλου, ενώ σε άλλες περιπτώσεις ενδέχεται να πραγματοποιηθεί αποτέφρωση πλαστικών ειδών που απαγορεύεται. Σε περίπτωση όμως, που η παραγόμενη τέφρα υποβληθεί σε εργαστηριακή ανάλυση πριν επιτραπεί η παράδοση σε λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων, το κόστος απόρριψης και παράδοσης αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά (MEPC, 2017).

3.3.1.3 Παράγοντες δημιουργίας πλαστικών αποβλήτων

Η παραγωγή των πλαστικών αποβλήτων στα πλοία εξαρτάται κυρίως από τις προμήθειες φαγητού και τον ρυθμό με τον οποίο αυτές καταναλώνονται, τις διάφορες συσκευασίες και τα απόβλητα των μαγειρειών. Άλλοι παράγοντες μπορεί να είναι ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται επί του πλοίου, μέλη του πληρώματος και επιβατικό κοινό. Επιπλέον, οι παραγόμενες ποσότητες των πλαστικών μπορεί να εξαρτώνται από τους συνεργάτες που επιλέγονται και πιο συγκεκριμένα τους προμηθευτές των αγαθών που παραδίδονται σε ένα πλοίο, και την πολιτική που ακολουθούν. Τέλος, τα πλαστικά που προέρχονται από τη διακίνηση φορτίου εξαρτώνται αποκλειστικά από τον τύπο και τη συσκευασία του. Επιπλέον, η μείωση των απορριμμάτων πριν από τη φόρτωση μπορεί να επηρεάσει την ποσότητα των πλαστικών απορριμμάτων που παράγονται επί του σκάφους, για παράδειγμα οι πλαστικές συσκευασίες αφαιρούνται πριν φορτωθούν στο πλοίο.

Με σκοπό την πρόληψη της ποσότητας των πλαστικών απορριμμάτων που παράγονται από μπουκάλια πόσης, έχει αποδειχθεί πως η αφαλάτωση με αντίστροφη ώσμωση (RO) είναι ο πλέον αξιόπιστος και οικονομικός τρόπος παραγωγής πόσιμου νερού στα πλοία. Τα κρουαζιερόπλοια και άλλα πλοία που παράγουν μεγάλες ποσότητες πλαστικών συνήθως χρησιμοποιούν θραυστήρα ή συμπιεστή για να συρρικνώσουν τον όγκο των απορριμμάτων, καθώς η παράδοση στις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων βασίζεται συχνά στον όγκο των απορριμμάτων (CE Delft, 2017), (MEPC, 2017).

3.3.1.4 Παραγόμενες ποσότητες πλαστικών αποβλήτων

Με βάση τη βιβλιογραφία και έρευνας που έχει πραγματοποιηθεί (EMSA, 2016) υπάρχουν πολύ λίγες διαθέσιμες πληροφορίες επί του παρόντος σχετικά με τους πραγματικούς όγκους των πλαστικών απορριμμάτων που παράγονται επί των σκαφών και συχνά αυτές οι πληροφορίες συγχέονται με τα στοιχεία που έχουμε για τα σκουπίδια ή τα στερεά απόβλητα. Αυτές οι πληροφορίες δεν αφορούν συγκεκριμένα τα πλαστικά απόβλητα, αλλά παρέχουν ένα εύρος εκτίμησης. Γενικά, οι παραγόμενες ποσότητες ανά μέλος του πληρώματος και ανά ημέρα είναι από 0,001 έως 0,008 m³, και το ανώτερο που μπορεί να φτάσουν είναι 0,016 m³, χωρίς κι αυτό να είναι με

μεγάλη ακρίβεια καθώς ενδέχεται πάντοτε να έχουν γίνει στρογγυλοποιήσεις της ποσότητας των πλαστικών αποβλήτων στο βιβλίο καταγραφής απορριμμάτων. Συνολικά, συμπεριλαμβανομένων και των επιβατών, οι ποσότητες πλαστικών που παράγονται ανά ημέρα φτάνουν έως και τα 0,025 m³/ανά άτομο, το οποίο είναι εφικτό μόνο εάν μεγάλο μέρος των λειτουργικών αποβλήτων αποτελείται από πλαστικά (CE Delft, 2017).

3.3.2 Απόβλητα τροφίμων (Food waste)

Με τον όρο «απόβλητα τροφίμων» περιγράφεται οποιαδήποτε φρέσκια ή χαλασμένη τροφική ουσία που εμπίπτει στην κατηγορία των φρούτων και λαχανικών, των γαλακτοκομικών προϊόντων, των κρεατικών και πουλερικών, και γενικά υπολειμμάτων φαγητού τα οποία παράγονται είτε στο μαγειρείο είτε στο εστιατόριο ενός πλοίου. Τα απόβλητα τροφίμων παράγονται σε όλα τα είδη πλοίων (CE Delft, 2017).

3.3.2.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων τροφίμων επί των πλοίων

Αναλόγως του μεγέθους ενός πλοίου αλλά και την πολιτική που ακολουθεί, τα απόβλητα τροφίμων συνήθως διαχειρίζονται με διαφορετικό τρόπο. Σε μικρά πλοία, όπου τα μέλη του πληρώματος είναι λιγότερα από 20 άτομα, τα απόβλητα τροφίμων επιλέγεται να απορριφθούν στη θάλασσα βάσει των κανονισμών. Ενώ, σε μεγαλύτερα πλοία, όπου τα μέλη του πληρώματος ξεπερνούν τα 20 άτομα, τα απόβλητα τροφίμων διαχωρίζονται ανάλογα με τον τύπο τους σε μαλακά και σκληρά.

Τα μαλακά υπολείμματα τροφής μπορούν να διαχειριστούν με διάφορους τρόπους:

1. Να περαστούν και να θρυμματιστούν μέσω ενός ειδικού μύλου ή θρυμματιστή ώστε να μειωθεί ο όγκος τους και να απορριφθούν στη θάλασσα
2. Είτε να τεμαχιστούν, σε σύστημα το οποίο συνήθως βρίσκεται σε νεροχύτη, και στη συνέχεια να απορριφθούν στη θάλασσα
3. Εάν η απόρριψη στη θάλασσα δεν επιτρέπεται λόγω κανονισμών (ζώνες χωρίς απόρριψη), μπορεί να πραγματοποιηθεί ένας από τους δύο παραπάνω τρόπους ενώ παράλληλα προστίθεται νερό και έπειτα μέσω του συστήματος σωληνώσεων τα απόβλητα τροφίμων να καταλήξουν και να αποθηκευτούν προσωρινά σε μια δεξαμενή μαγειρείου ή σε δεξαμενή υγρών αποβλήτων (γκρίζου νερού) έως ότου να απορριφθούν στη θάλασσα

Τα σκληρά απόβλητα τροφίμων αποθηκεύονται σε δοχεία ή κάδους που διαθέτουν καπάκι και στη συνέχεια παραδίδονται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων.

Γενικά, τα απόβλητα τροφίμων πρέπει να στοιβάζονται χρησιμοποιώντας διπλές πλαστικές σακούλες στον καταψύκτη μέσα στο δωμάτιο απορριμμάτων. Σε περίπτωση υπέρβασης της χωρητικότητας του καταψύκτη, τα υπολείμματα τροφίμων θα πρέπει να αποθηκεύονται σε δοχεία/κάδους με καπάκι (CE Delft, 2017).

Για τη διαχείριση των αποβλήτων τροφίμων πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι ακόλουθες οδηγίες:

- Τα οργανικά απόβλητα τροφίμων μπορούν να απορριφθούν απευθείας στη θάλασσα μόνο εάν το σκάφος βρίσκεται σε απόσταση ίση ή μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ξηρά σύμφωνα με τους κανονισμούς του παραρτήματος V της MARPOL
- Τα αλεσμένα ή κονιορτοποιημένα οργανικά απόβλητα τροφίμων μπορούν να απορριφθούν στη θάλασσα όταν το σκάφος είναι σε απόσταση ίση ή μεγαλύτερη των 3 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ξηρά σύμφωνα με τους κανονισμούς του παραρτήματος V της MARPOL
- Βάσει του παραρτήματος V της MARPOL αλλά και των απαιτήσεων του GMP, βασική προϋπόθεση για την απόρριψη τέτοιων αλεσμένων ή κονιορτοποιημένων αποβλήτων τροφίμων είναι να μπορούν να κοσκινίζονται από υλικό με άνοιγμα όχι μεγαλύτερο από 25 mm
- Ο μάγειρας πρέπει να λάβει σχετική άδεια/εξουσιοδότηση από τον υποπλοίαρχο πριν θέσει σε λειτουργία τον θρυμματιστή, ώστε να διασφαλιστεί ότι πληρούνται όλες οι απαραίτητες απαιτήσεις/προϋποθέσεις πριν την απόρριψη θρυμματισμένων απορριμμάτων τροφίμων στη θάλασσα
- Λαμβάνοντας υπόψιν ότι μια δυσλειτουργία του θρυμματιστή θα μπορούσε να έχει κρίσιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις για τη λειτουργία του σκάφους, ο θρυμματιστής θα πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση λειτουργίας και να ελέγχεται. Ενώ, οποιαδήποτε αστοχία/ελάττωμα πρέπει να αναφέρεται αμέσως στα υπεύθυνα μέλη του πληρώματος
- Τα απόβλητα τροφίμων επιβάλλεται να αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο που να αποφεύγονται οι κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια τόσο των μελών του πληρώματος, όσο και των επιβατών (εάν υπάρχουν). Για να αποφευχθεί η δυσοσμία, η σήψη και να περιοριστούν πιθανές ασθένειες φυλάσσονται σε ειδικούς καταψύκτες, ενώ ανά τακτά χρονικά διαστήματα εφαρμόζονται και οι απαραίτητες διαδικασίες καθαρισμού και απολύμανσης στους αποθηκευτικούς χώρους των αποβλήτων τροφίμων

Ορισμένες κυβερνήσεις έχουν κανονισμούς για τον έλεγχο των ασθενειών ανθρώπων, ζώων αλλά και φυτών οι οποίες ενδέχεται να μεταφέρονται από ξένα υπολείμματα τροφίμων και σκεύη φαγητού μιας χρήσης. Αυτοί οι κανονισμοί ενδέχεται να απαιτούν την αποτέφρωση, την αποστείρωση ή άλλη ειδική επεξεργασία τέτοιων απορριμμάτων για την αντιμετώπιση/καταστροφή πιθανών ασθενειών, παρασίτων και παθογόνων μικροοργανισμών. Εάν ένα σκάφος λάβει ειδοποίηση για μια τέτοια απαίτηση, αυτά τα απόβλητα πρέπει να φυλάσσονται σε κλειστά δοχεία, χωριστά από τα υπόλοιπα και κατά προτίμηση να διατηρούνται για διάθεση στο λιμάνι σύμφωνα με τη νομοθεσία της χώρας υποδοχής (MEPC, 2017).

3.3.2.2 Παράγοντες δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων

Στην περίπτωση των αποβλήτων τροφίμων όπως είναι αναμενόμενο ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται πάνω στο πλοίο, πλήρωμα και επιβάτες, παίζει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία αυτών των αποβλήτων και των ποσοτήτων που παράγονται. Επίσης, οι προμήθειες κάθε πλοίου, η διαχείρισή τους και ο ρυθμός με τον οποίο καταναλώνονται συμβάλει στην παραγωγή αποβλήτων τροφίμων (CE Delft, 2017).

3.3.2.3 Παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων τροφίμων

Το εύρος των παραγόμενων ποσοτήτων των αποβλήτων τροφίμων επί των πλοίων διαφέρει ανάλογα με τον τύπο κάθε πλοίου. Η πλειονηφία των πλοίων παράγει απόβλητα τροφίμων τα οποία κυμαίνονται από 0,001 έως 0,003 m³ ανά άτομο και ημέρα. Ωστόσο, τα κρουαζιερόπλοια και τα πλοία φορτηγά είναι πλοία όπου παράγονται μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, τα φορτηγά πλοία παράγουν από 0,001 έως 0,016 m³ υπολειμμάτων τροφίμων ανά άτομο την ημέρα. Γενικά, η μέση παραγόμενη ποσότητα ανά ημέρα αυτών των αποβλήτων σε ένα μόνο πλοίο είναι περίπου 2 m³ (CE Delft, 2017).

3.3.3 Οικιακά απόβλητα (Domestic waste)

Πολλά και διαφορετικά είδη αποβλήτων ταξινομούνται ως οικιακά. Παράγονται σε όλους τους τύπους σκαφών και προέρχονται από τους «οικιακούς» τους χώρους, ως επακόλουθο της διαμονής των μελών του πληρώματος και του επιβατικού κοινού στο πλοίο. Συνήθως περιλαμβάνουν χαρτί και χαρτόνια, κουτιά και χαρτοκιβώτια, γυαλί, συνθετικά υλικά, μεταλλικά δοχεία, λαμπτήρες φθορίου, κ.ά. Ο IMO ορίζει ως οικιακά απόβλητα όλα τα είδη αποβλήτων που παράγονται στους χώρους διαμονής του πλοίου και δεν καλύπτονται από άλλα παραρτήματα της MARPOL (CE Delft, 2017), (MEPC, 2017).

3.3.3.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας οικιακών αποβλήτων επί των πλοίων

Ο τρόπος διαχείρισης και επεξεργασίας των οικιακών αποβλήτων διαφέρει ανάλογα με το είδος των αποβλήτων που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Παραδείγματος χάριν, για το χαρτί και τα χαρτόνια, εάν υπάρχει αποτεφρωτής επί του πλοίου, πραγματοποιείται αποτέφρωση. Τα πλοία που διαθέτουν στο σύνολο τους αποτεφρωτή είναι τα φορτηγά πλοία και τα επιβατηγά. Από την άλλη για την επεξεργασία του γυαλιού συνήθως χρησιμοποιείται ειδικός θραυστήρας γυαλιού, ενώ τα μεταλλικά δοχεία (όπως οι συσκευασίες κονσερβών) συμπιέζονται με τη χρήση ενός συμπιεστή ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο όγκος τους. Γενικά, ακολουθούνται τα παρακάτω:

1. Τα πλοία αποθηκεύουν προσωρινά τα οικιακά απορρίμματα σε κάδους, έως ότου να τα παραδώσουν στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων για την κατάλληλη επεξεργασία τους ή/και ανακύκλωση
2. Τα πλοία ανάλογα με τον τύπο των οικιακών αποβλήτων προχωρούν σε θραύση ή σε συμπίεση αυτών, και στη συνέχεια τα αποθηκεύουν προσωρινά επί του πλοίου έως ότου να τα παραδώσουν στις λιμενικές εγκαταστάσεις
3. Τα πλοία ανάλογα με τον τύπο των οικιακών αποβλήτων προχωρούν σε αποτέφρωση αυτών και παραδίδουν τις παραγόμενες στάχτες αποτέφρωσης στις λιμενικές εγκαταστάσεις για να τις διαχειριστούν αναλόγως (CE Delft, 2017)

a. Ανακυκλώσιμα οικιακά απόβλητα

Υλικά όπως γυαλί, χαρτί, αλουμίνιο, χάλυβας και υφάσματα είναι ανακυκλώσιμα. Ανάλογα με την προέλευσή τους, μπορούν να διαχωριστούν ως οικιακά ή λειτουργικά

απόβλητα (§3.3.6). Δηλαδή, το γυαλί ως οικιακό απόβλητο που προέρχεται από τους χώρους διαμονής του πλοίου αντιμετωπίζεται διαφορετικά από το γυαλί ως λειτουργικό απόβλητο που προέρχεται για παράδειγμα από τους χώρους του μηχανοστασίου (MEPC, 2017).

b. Επικίνδυνα οικιακά απόβλητα

Επικίνδυνα απόβλητα (hazardous waste) χαρακτηρίζονται όσα οικιακά απόβλητα αποτελούν άμεσο ή έμμεσο κίνδυνο για το πλήρωμα ή/και το σκάφος. Τα επικίνδυνα οικιακά απόβλητα πρέπει να διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα απόβλητα, αλλά και μεταξύ τους. Πρέπει επίσης να λαμβάνεται μέριμνα για την ασφαλή συλλογή και αποθήκευση τους σε δοχεία με σαφή επισήμανση. Παρακάτω ακολουθούν δύο βασικές κατηγορίες επικίνδυνων οικιακών αποβλήτων:

i. Ιατρικά απόβλητα και ληγμένα φάρμακα

- Απόβλητα όπως φάρμακα που έχουν λήξει τα οποία προκύπτουν από τους ιατρικούς χώρους και δεν εμπίπτουν σε κάποια άλλη κατηγορία αποβλήτων, αποθηκεύονται σε καθορισμένα δοχεία στο νοσοκομείο του κάθε σκάφους και ο χειρισμός τους θα πρέπει να καταγράφεται σε GRB
- Οι φαρμακευτικές και ελεγχόμενες ουσίες πρέπει να καταστρέφονται με τη χρήση αποτεφρωτήρα (σύμφωνα με τις διαδικασίες λειτουργίας του αποτεφρωτήρα) επί του πλοίου και η τοποθέτησή τους σε αυτόν πρέπει να πραγματοποιείται από τον πλοίαρχο και έναν άλλο υπεύθυνο για τη διαδικασία αξιωματικό
- Η καταστροφή ή η απόρριψή τους θα πρέπει να γίνει πριν από την ημερομηνία λήξης τους, καθώς ορισμένα κράτη είναι γνωστό ότι επιβάλλουν πρόστιμα σε πλοία για ληγμένα φάρμακα επί του σκάφους
- Όταν τα φάρμακα παραδίδονται στην ξηρά, θα πρέπει να λαμβάνεται σχετική απόδειξη από τη λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων
- Τα πλοία που προσεγγίζουν λιμένες των ΗΠΑ θα πρέπει να ειδοποιούν τη λιμενική εγκατάσταση 24 ώρες πριν από την είσοδο στα λιμάνια σε περίπτωση που διαθέτουν φαρμακευτικά ή ιατρικά απόβλητα προς διάθεση (MEPC, 2017)

ii. Χρησιμοποιημένοι λαμπτήρες φθορισμού

Οι χρησιμοποιημένοι λαμπτήρες φθορισμού περιέχουν μικρές ποσότητες υδραργύρου και άλλων μετάλλων επιβλαβών για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Εάν αυτοί οι λαμπτήρες καούν ή πεταχτούν σε χώρους υγειονομικής ταφής, ο υδράργυρος που περιέχουν μπορεί να απελευθερωθεί στο περιβάλλον και να προκύψουν ζητήματα μόλυνσης. Για την πρόληψη της ανθρώπινης έκθεσης και της μόλυνσης του περιβάλλοντος, ο χειρισμός αυτών των λαμπτήρων θα πρέπει να γίνεται με περιβαλλοντικά ασφαλή τρόπο. Οι λαμπτήρες φθορισμού θα πρέπει να διαχωρίζονται και να αποθηκεύονται στο εργαστήριο ή στην αποθήκη του ηλεκτρολόγου ή του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού με τέτοιο τρόπο ώστε να μην σπάσουν και να αποφευχθεί η απελευθέρωση μορίων υδραργύρου. Τέλος, θα πρέπει να παραδίδονται στην ξηρά σε εγκεκριμένη λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων ή απευθείας σε εταιρεία ανακύκλωσης. Οι λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης (λαμπτήρες HID – High Intensity Discharge lamps) πρέπει να αντιμετωπίζονται ως λυχνίες φθορισμού.

Οι χρησιμοποιημένοι λαμπτήρες φθορίου είναι μια κατηγορία αποβλήτων που εμπίπτει και στα οικιακά αλλά και στα λειτουργικά απόβλητα. Οι λαμπτήρες που προέρχονται από όλους τους χώρους διαμονής του πλοίου πρέπει να καταγράφονται στην κατηγορία C (Πίνακας 7). Ενώ, οι χρησιμοποιημένοι λαμπτήρες φθορίου του μηχανοστασίου ή του δωματίου μπαταριών οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τους λειτουργικούς σκοπούς του πλοίου, θα πρέπει να καταγράφονται στην κατηγορία F (Πίνακας 7) (MEPC, 2017).

3.3.3.2 Παράγοντες δημιουργίας οικιακών αποβλήτων

Ο κυριότερος παράγοντας δημιουργίας των οικιακών αποβλήτων είναι το πλήθος των επιβαινόντων, όπως ακριβώς ισχύει και για τα απόβλητα τροφίμων (CE Delft, 2017).

3.3.3.3 Παραγόμενες ποσότητες οικιακών αποβλήτων

Με βάση τα στοιχεία που υπάρχουν και τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για τα επιβατηγά πλοία, η μέση ημερήσια παραγωγή οικιακών απορριμμάτων κυμαίνεται από 0,0004 έως 0,002 m³ ανά άτομο. Για τα φορτηγά πλοία οι ημερήσιες παραγόμενες ποσότητες οικιακών αποβλήτων κυμαίνονται από 0,02 έως 0,03 m³ ανά άτομο ημερησίως. Γενικά, επί των πλοίων η παραγόμενη ποσότητα παραγωγής ανά ημέρα ποικίλει και μπορεί να ξεκινά από 0,001 έως και 8 m³, ενώ ανά μέλος του πληρώματος τα ποσά ανά ημέρα διαμορφώνονται από 0,001 έως 0,02 m³ (CE Delft, 2017).

3.3.4 Μαγειρικό λάδι (Cooking oil)

Τα απόβλητα μαγειρικού ελαίου προκύπτουν κατά την προετοιμασία φαγητού στο μαγειρείο ή στο εστιατόριο ενός σκάφους. Τα υπολείμματα μαγειρικού λαδιού τα συναντάμε σε φορτηγά πλοία, σε πετρελαιοφόρα, δεξαμενόπλοια, κρουαζιερόπλοια και επιβατηγά πλοία (CE Delft, 2017).

3.3.4.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας μαγειρικού λαδιού επί των πλοίων

Το μαγειρικό λάδι διαχειρίζεται με δύο τρόπους. Είτε θα αποτεφρωθεί, είτε θα συλλεχθεί και θα αποθηκευτεί προσωρινά σε καθορισμένο δοχείο έως ότου παραδοθεί τελικά σε λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων. Με βάση τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, η μειονότητα των πλοίων φαίνεται να επεξεργάζεται το μαγειρικό λάδι επί του πλοίου, η πλειοψηφία το απορρίπτει απευθείας σε PRF (CE Delft, 2017).

Σύμφωνα με το παράρτημα V της MARPOL, το μαγειρικό λάδι θεωρείται απόρριμμα και ως εκ τούτου η απόρριψή του με τη χρήση αποτεφρωτήρα πρέπει να καταγράφεται μόνο στο GRB. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν απαιτείται πρόσθετη καταχώρηση για την αποτέφρωσή του στο ORB I. Η αποτέφρωση του μαγειρικού λαδιού θα πρέπει να γίνεται σταδιακά μαζί με τα ελαιώδη πανιά που έχουν εμποτιστεί με μαγειρικό λάδι. Οι ποσότητες τους θα καταγράφονται χωριστά στο GRB, τα ελαιώδη πανιά με τον κωδικό F και το μαγειρικό λάδι με τον κωδικό D.

Πολλά κρουαζιερόπλοια μεγάλου μεγέθους συνήθως διαθέτουν ξεχωριστή δεξαμενή χωρητικότητας έως και 1.000 m³ για τη συλλογή του μαγειρικού λαδιού. Τέλος, το μαγειρικό λάδι που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί ενδέχεται να μεταπωληθεί στο λιμάνι με

σκοπό την επαναχρησιμοποίησή του. Το πιο σύνηθες είναι για την παραγωγή βιοκαυσίμων (MEPC, 2017).

3.3.4.2 Παράγοντες δημιουργίας μαγειρικού λαδιού

Ο κύριος παράγοντας για τη δημιουργία των υπολειμμάτων μαγειρικού ελαίου είναι η ποσότητα του φαγητού που ετοιμάζεται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού όπως επίσης και ο αριθμός των επιβατών και των μελών του πληρώματος (CE Delft, 2017).

3.3.4.3 Παραγόμενες ποσότητες μαγειρικού λαδιού

Για τα υπολείμματα μαγειρικού λαδιού δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες σχετικά με τις παραγόμενες ποσότητες. Γενικά, οι ημερήσιες ποσότητες ανά μέλος του πληρώματος κυμαίνονται από 0,04 έως 0,08 λίτρα. Ενώ, στα επιβατηγά πλοία οι ημερήσιες ποσότητες μαγειρικού λαδιού αρχίζουν από 0,01 λίτρα (CE Delft, 2017).

3.3.5 Στάχτες αποτέφρωσης (Incinerator ashes)

Οι στάχτες αποτέφρωσης ή αλλιώς τέφρα προκύπτουν από τη χρήση του αποτεφρωτήρα επί των πλοίων με σκοπό τη διαχείριση καθορισμένων τύπων αποβλήτων. Τα απόβλητα για τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτεφρωτήρας για την επεξεργασία τους επί του πλοίου είναι η ιλύς, τα πλαστικά απόβλητα, τα υπολείμματα μαγειρικού λαδιού και τα οικιακά και λειτουργικά απόβλητα (CE Delft, 2017).

3.3.5.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας σταχτών αποτέφρωσης επί των πλοίων

Για τη συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων δεν προβλέπεται κάποια ιδιαίτερη διαχείριση και τεχνολογία επεξεργασίας επί του σκάφους πέραν από τη συλλογή και παράδοση τους. Η τέφρα που δημιουργείται στον αποτεφρωτήρα, συλλέγεται σε καθορισμένους κάδους ή σάκους και παραδίδεται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων. Οι κάδοι ή/και οι σάκοι που προορίζονται αποκλειστικά και μόνο για την αποθήκευση των σταχτών αποτέφρωσης ενδέχεται να θεωρηθούν επικίνδυνα απόβλητα. Οι στάχτες αποτέφρωσης καταγράφονται ξεχωριστά στην κατηγορία E του βιβλίου καταγραφής απορριμμάτων ανάλογα με τον τύπο των αποβλήτων που αποτεφρώνεται.

Αν και η πλειοψηφία των πλοίων διαθέτουν αποτεφρωτήρα τον οποίο θέτουν σε λειτουργία κυρίως για την επεξεργασία της ιλύος, η εγκατάσταση ενός αποτεφρωτήρα δεν είναι πάντα εξασφαλισμένη καθώς εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως τη διαδρομή που θα εκτελέσει ένα πλοίο, τη διάρκεια του ταξιδιού που θα κάνει αλλά και τη χωρητικότητα που έχει για να αποθηκεύει τα απορρίμματα επί του πλοίου. Υπάρχουν επίσης πλοία στα οποία απαγορεύεται η χρήση του αποτεφρωτήρα για όλες τις κατηγορίες αποβλήτων, βάσει της πολιτικής λειτουργίας τους και του σχεδίου διαχείρισης απορριμμάτων που έχουν επιλέξει να ακολουθήσουν. Επομένως, τα συγκεκριμένα πλοία παράγουν μηδενικές ποσότητες τεφρών. Άλλα πλοία που παράγουν μηδενικές ποσότητες τέφρας αποτέφρωσης και παραδίδουν τα απορρίμματά προς αποτέφρωση απευθείας στις λιμενικές εγκαταστάσεις, είναι όσα εμπορεύονται σε

παράκτιες περιοχές και ενώ έχουν αποτεφρωτήρα δεν μπορούν να τον χρησιμοποιήσουν λόγω των κανονισμών.

Η χρήση ενός αποτεφρωτήρα συνεπάγεται και μεγαλύτερης κατανάλωσης καυσίμων τα οποία αποτελούν ένα επιπλέον κόστος για το πλοίο. Από την άλλη, για τους λιμένες της Ε.Ε. η αποτέφρωση απορριμμάτων, ιδίως της ιλύος, συνεπάγεται τη μείωση του κόστους για το πλοίο, καθώς υφίσταται όριο στην ποσότητα της ιλύος που μπορεί να παραδοθεί στις λιμενικές εγκαταστάσεις χωρίς κάποια οικονομική επιβάρυνση.

Τέλος, η αξιολόγηση των πλοίων ως προς την ενεργειακή απόδοση που εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια επηρεάζει τη χρήση του αποτεφρωτήρα, καθώς σε περίπτωση που θεωρηθεί μη φιλική προς το περιβάλλον τα πλοία δε θα λάβουν καλή αξιολόγηση και οι δείκτες «Δείκτης Καθαρής Ναυτιλίας» (CSI – Clean Shipping Index) και «Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων» (ESI – Environmental Ship Index) δε θα είναι υψηλοί. Οι συγκεκριμένοι δείκτες εφαρμόζονται με στόχο τον έλεγχο των ρύπων στα πλοία προσφέροντας οικονομικά κίνητρα προς τις ναυτιλιακές εταιρείες, όπως έκπτωση στα λιμενικά τέλη που υποχρεούνται να καταβάλουν (MEPC, 2014), (MEPC, 2017).

Παρακάτω ακολουθεί πίνακας ο οποίος περιέχει τις διαθέσιμες επιλογές αποτέφρωσης ανά κατηγορία απορριμμάτων που παράγονται επί του σκάφους:

Πίνακας 9: Επιλογές αποτέφρωσης για απορρίμματα που παράγονται επί του πλοίου

Επιλογές αποτέφρωσης για απορρίμματα που παράγονται επί του πλοίου						
Παραδείγματα απορριμμάτων	Ειδικός χειρισμός πριν από την αποτέφρωση	Χαρακτηριστικά αποτέφρωσης				Αποθηκευτικός χώρος επί του πλοίου
		Ευφλεκτότητα	Μείωση όγκου	Κατάλοιπα	Σύστημα εξάτμισης	
Χάρτινες συσκευασίες, δοχεία τροφίμων και ποτών, κ.λπ.	Ελάχιστος / Εύκολη τροφοδοσία στη χοάνη	Υψηλή	> 95%	Τέφρα	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής	Ελάχιστος
Ίνες και χαρτόνια	Ελάχιστος / Ελάχιστη μείωση του μεγέθους του υλικού για την τροφοδοσία	Υψηλή	> 95%	Τέφρα	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής	Ελάχιστος
Πλαστικές συσκευασίες, δοχεία τροφίμων και ποτών, κ.λπ.	Ελάχιστος / Εύκολη τροφοδοσία	Υψηλή	> 95%	Τέφρα	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής*	Ελάχιστος
Πλαστικά φύλλα, δίχτυα, σχοινιά και χύμα υλικό	Μέτριος / Χειρωνακτική εργασία για τη μείωση του μεγέθους	Υψηλή	> 95%	Τέφρα	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής*	Ελάχιστος
Σωλήνες από συνθετικό λάστιχο και χύμα κομμάτια	Μείζων / Χειρωνακτική εργασία για τη μείωση του μεγέθους	Υψηλή	> 95%	Τέφρα	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής*	Ελάχιστος
Μεταλλικά δοχεία τροφίμων και ποτών, κ.λπ.	Ελάχιστος / Εύκολη τροφοδοσία	Χαμηλή	< 10%	Σκωρία	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής	Μέτριος
Μεταλλικά φορτία, ογκώδη δοχεία, ογκώδη μεταλλικά αντικείμενα	Μείζων / Χειρωνακτική εργασία για τη μείωση του μεγέθους (δεν αποτεφρώνονται εύκολα)	Εξαιρετικά χαμηλή	< 5%	Μεγάλα μεταλλικά θραύσματα και σκωρίες	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής	Μείζων
Γυάλινα δοχεία τροφίμων και ποτών, κ.λπ.	Ελάχιστος / Εύκολη τροφοδοσία	Χαμηλή	< 10%	Σκωρία	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής	Μέτριος
Ξύλο, εμπορευματοκιβώτια φορτίου	Μέτριος / Χειρωνακτική εργασία για τη μείωση του μεγέθους	Υψηλή	> 95%	Τέφρα	Εξαγωγή καπνού / Ασφαλής	Ελάχιστος

(*) βάσει του σχεδιασμού του αποτεφρωτήρα

Πίνακας 10: Απορρίμματα για τα οποία απαγορεύεται η αποτέφρωση

Παραδείγματα απορριμμάτων	Ενέργειες
Απορρίμματα που περιέχουν περισσότερα από ένα ίχνος βαρέων μετάλλων (υδράργυρος, μόλυβδος, χρώμιο κ.λπ.)	Απαγορεύεται η αποτέφρωση
Παραρτήματα I, II και III για κατάλοιπα φορτίου της σύμβασης MARPOL και σχετικά μολυσμένα υλικά συσκευασίας	Απαγορεύεται η αποτέφρωση
PCBs	Απαγορεύεται η αποτέφρωση
Υπολείμματα συστήματος καθαρισμού καυσαερίων	Απαγορεύεται η αποτέφρωση
Λυματολάσπη και λασπέλαιο, τα οποία δεν παράγονται επί του σκάφους	Απαγορεύεται η αποτέφρωση
Επεξεργασμένα προϊόντα πετρελαίου που περιέχουν αλογόνο	Απαγορεύεται η αποτέφρωση

3.3.5.2 Παράγοντες δημιουργίας σταχτών αποτέφρωσης

Η παραγωγή των σταχτών αποτέφρωσης εξαρτάται αποκλειστικά από τις παραγόμενες ποσότητες ιλύος, πλαστικών αποβλήτων, υπολειμμάτων μαγειρικού λαδιού και οικιακών και λειτουργικών αποβλήτων που διατίθενται προς αποτέφρωση επί των πλοίων (CE Delft, 2017).

3.3.5.3 Παραγόμενες ποσότητες σταχτών αποτέφρωσης

Οι παραγόμενες ποσότητες των σταχτών αποτέφρωσης διαφέρουν ανά κατηγορία πλοίου, ωστόσο σε ένα γενικότερο πλαίσιο κυμαίνονται από 0,004 έως 0,06 m³ μηνιαίως (CE Delft, 2017).

3.3.6 Λειτουργικά απόβλητα (Operational waste)

Όπως συμβαίνει και με τα οικιακά απόβλητα, έτσι και με αυτή την κατηγορία αποβλήτων, πολλά και διαφορετικά είδη θεωρούνται λειτουργικά απόβλητα. Κατά τον IMO ορίζονται ως στερεά απόβλητα που δεν καλύπτονται από άλλα παραρτήματα της MARPOL και προέρχονται από τις κανονικές λειτουργίες ενός πλοίου, κατά τη συντήρησή του και κατά τη διακίνηση φορτίου. Πιο συγκεκριμένα προέρχονται από το μηχανοστάσιο, όπως τα πανάκια και οι μπαταρίες, αλλά μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν και άλλα απόβλητα όπως ξύλο, σχοινιά, δοχεία αεροζόλ, παλιοσίδερα, χημικά υπολείμματα, σκάλες, ψυγεία, πλυντήρια, πυροτεχνήματα και φωτοβολίδες, αμίαντο (άκαυστο υλικό) και βαφή. Γενικά, λόγω των παραπάνω, ισχύει ότι και για τα

οικιακά απόβλητα, δηλαδή ότι τα απόβλητα λειτουργίας είναι δυνατόν να αναμειχθούν με άλλα απορρίμματα. Τα λειτουργικά απόβλητα παράγονται σε όλους τους τύπους σκαφών (CE Delft, 2017).

3.3.6.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας λειτουργικών αποβλήτων επί των πλοίων

Γενικά η διαχείριση των μη επικίνδυνων λειτουργικών απορριμμάτων δε θεωρείται πολύπλοκη, καθώς τα απόβλητα είτε θα συλλεχθούν και θα αποθηκευτούν προσωρινά επί του σκάφους έως ότου παραδοθούν σε λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων, είτε κάποια από αυτά (π.χ. ελαιώδη πανιά, χαρτόνια και ξύλο) θα επεξεργαστούν επί του σκάφους με τη χρήση αποτεφρωτήρα πριν από την παράδοσή τους στους λιμένες, όπως προβλέπεται από τη νομοθεσία. Τα επικίνδυνα απόβλητα θα πρέπει να αποθηκεύονται ξεχωριστά από τα υπόλοιπα (CE Delft, 2017).

a. Ανακυκλώσιμα λειτουργικά απόβλητα

Οι παραδοτέες ποσότητες λειτουργικών αποβλήτων στις λιμενικές εγκαταστάσεις μπορούν να μειωθούν με την ανακύκλωσή τους ή/και την επαναχρησιμοποίησή τους. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (§3.3.3.1) το γυαλί, το χαρτί, το αλουμίνιο, ο χάλυβας και γενικά τα υφάσματα είναι ανακυκλώσιμα υλικά τα οποία διαχωρίζονται σε οικιακά και λειτουργικά ανάλογα με την προέλευσή τους. Για παράδειγμα, το σχοινί επαναχρησιμοποιείται για έρευνα ή ανακυκλώνεται σε νέα προϊόντα. Για τη βέλτιστη βιώσιμη διαχείρισή του, ένα υλικό πρέπει πρώτα να δοκιμαστεί πριν από την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση για να διασφαλιστεί ότι δεν έχει αντικατασταθεί πρόωρα.

b. Επικίνδυνα λειτουργικά απόβλητα

Επικίνδυνα (hazardous waste) χαρακτηρίζονται όσα λειτουργικά απόβλητα αποτελούν άμεσο ή έμμεσο κίνδυνο για το πλήρωμα ή/και το σκάφος και πρέπει να ακολουθείται για αυτά ό,τι και για τα επικίνδυνα οικιακά απόβλητα. Παρακάτω ακολουθούν οι βασικές κατηγορίες επικίνδυνων λειτουργικών αποβλήτων:

i. Μεταχειρισμένες μπαταρίες

Οι ληγμένες ή χρησιμοποιημένες μπαταρίες ενδέχεται να αποτελούν κίνδυνο για το πλοίο ή το πλήρωμα και ως εκ τούτου θα πρέπει να φυλάσσονται χωριστά από άλλους τύπους απορριμμάτων και να επιστρέφονται στον προμηθευτή ή σε κατάλληλη λιμενική εγκατάσταση υποδοχής αποβλήτων. Η αποθήκευση των μπαταριών σε πλαστικά δοχεία μέχρι να αποβιβαστούν στην ξηρά μπορεί να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο. Οι μπαταρίες είναι εκρηκτικές και δεν πρέπει ποτέ να αποτεφρώνονται.

Η καταγραφή του συγκεκριμένου τύπου αποβλήτων εξαρτάται από το εάν οι μπαταρίες προέρχονται από τους χώρους διαμονής του πλοίου (οικιακά απόβλητα) ή από τη συντήρηση/λειτουργία του πλοίου (λειτουργικά απόβλητα). Οι οικιακές μπαταρίες θα πρέπει να καταγράφονται στην Κατηγορία C του GRB, ενώ οι λειτουργικές θα πρέπει να καταγράφονται στην Κατηγορία F του GRB (MEPC, 2017).

ii. Χημικά μολυσμένα απόβλητα

Τα χημικά μολυσμένα απόβλητα μπορεί να περιλαμβάνουν άδειες συσκευασίες χρωμάτων, διαλυτών κ.λπ. Ενώ βρίσκονται επί του σκάφους θα πρέπει να φυλάσσονται μακριά από επικίνδυνες περιοχές ή πηγές ανάφλεξης, σε άφλεκτα δοχεία με ανοιχτή κεφαλή και καπάκι που κλειδώνει για να αποτρέπεται η έναρξη πυρκαγιάς. Η αποτέφρωσή τους απαγορεύεται και πρέπει να απορρίπτονται με τον κατάλληλο τρόπο στις λιμενικές εγκαταστάσεις για την αποφυγή αυταναφλέξεων ή/και πυρκαγιών και έκθεσης του προσωπικού σε κινδύνους για την υγεία. Πανιά εμποτισμένα με χρώμα ή/και διαλύτη δεν αποτελούν κίνδυνο αυτανάφλεξης, αλλά ενδέχεται να αποτελούν κίνδυνο πυρκαγιάς, καθώς πολλά χρώματα και διαλυτικά είναι εύφλεκτα. Επιπλέον, οι διαλύτες μπορεί να εξατμιστούν δημιουργώντας κίνδυνο για την υγεία. Τα φίλτρα λαδιού (χωρίς χαρτί), τα στερεά ελαιώδη απόβλητα και τα υπολείμματα διαλυτών, χρωμάτων και χημικών θα πρέπει να εκφορτώνονται σε PRF μαζί με τα χημικά μολυσμένα απόβλητα (MEPC, 2017).

iii. Ελαιώδη πανιά

Η ερμηνεία για τα ελαιώδη πανιά που περιλαμβάνεται στην Πρότυπη Προδιαγραφή του IMO για τους αποτεφρωτήρες πλοίων έχει ως εξής «Ελαιώδη είναι τα πανιά που έχουν εμποτιστεί με λάδι όπως ορίζεται στο παράρτημα I της MARPOL. Τα μολυσμένα πανιά είναι εκείνα που έχουν εμποτιστεί με μια επιβλαβή ουσία όπως αυτή έχει οριστεί στα άλλα παραρτήματα II & III της MARPOL 73/78.» Όλοι οι αποτεφρωτήρες που είναι πιστοποιημένοι για την αποτέφρωση στερεών αποβλήτων επιτρέπεται να καίνε βαμβακερά πανιά εμποτισμένα με λάδι. Αυτό όμως ισχύει αποκλειστικά και μόνο για βαμβακερά υλικά. Τα ελαιώδη μη βαμβακερά πανιά δεν πρέπει να αποτεφρώνονται επί του σκάφους, αλλά πρέπει να συλλέγονται σε μη εύφλεκτα δοχεία αποθήκευσης με ανοιχτή κεφαλή και καπάκι που κλειδώνει για μεταγενέστερη μεταφορά και περιβαλλοντικά ορθή απόρριψη (environmentally sound disposal) ή απόρριψη μέσω των εγκαταστάσεων ανακύκλωσης στην ξηρά ή παράδοσής τους στις λιμενικές εγκαταστάσεις. Τα ίδια ισχύουν και για τα πανιά που είναι εμποτισμένα με λάδι και έχουν σημείο ανάφλεξης κάτω των 60°C (MEPC, 2017).

iv. Ληγμένα πυροτεχνήματα

Τα ληγμένα πυροτεχνήματα ή αλλιώς φωτοβολίδες θαλάσσιου κινδύνου έχει αποδειχθεί ότι αποτελούν κίνδυνο για την ασφάλεια των μελών του πληρώματος και των επιβατών και ως εκ τούτου θα πρέπει να παραδίδονται στην ξηρά το συντομότερο δυνατό μετά την ημερομηνία λήξης τους. Οι ληγμένες φωτοβολίδες πρέπει να παραδίδονται σε εξουσιοδοτημένο χρήστη. Οι περισσότεροι πάροχοι υπηρεσιών σωσίβιας λέμβου δέχονται ληγμένα πυροτεχνήματα για απόρριψη. Εάν τα πυροτεχνικά δεν μπορούν να αποσταλούν αμέσως στην ξηρά, τότε θα πρέπει να φυλάσσονται σε χωριστό στεγανό δοχείο σε μέρος με ενεργό σύστημα πυροπροστασίας, κατάλληλα ασφαλισμένο έναντι κραδασμών μέχρι να αποβιβαστούν στην ξηρά. Το δοχείο πρέπει να φέρει την αντίστοιχη ετικέτα επισήμανσης του περιεχομένου του.

Λόγω της δυσκολίας εκφόρτωσης χρησιμοποιημένων πυροτεχνικών υλικών στην ξηρά και σε περίπτωση που δεν γίνουν δεκτά στην εγκατάσταση υποδοχής, τότε τα θα πρέπει να επιστραφούν στον προμηθευτή, ώστε να διασφαλιστεί ότι ο χειρισμός των

προϊόντων γίνεται με ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθό τρόπο. Κατά την απόρριψη στην ξηρά είναι σημαντικό να λαμβάνεται πάντοτε απόδειξη/πιστοποιητικό που να αναφέρει ότι τα πυροτεχνικά υλικά έχουν αποβιβαστεί στην ξηρά για ασφαλή καταστροφή. Αυτή η απόδειξη θα πρέπει να αναφέρει τα πυροτεχνήματα που διατέθηκαν και να περιλαμβάνει την ημερομηνία, τον τόπο και τη μέθοδο απόρριψης (π.χ. παραδίδεται σε προμηθευτές πυροτεχνημάτων, σταθμούς συντήρησης σωσίβιων λέμβων, πράκτορες, εγκαταστάσεις υποδοχής) (MEPC, 2017).

v. Δοχεία αεροζόλ

Τα δοχεία αεροζόλ ή αλλιώς αερολύματος είναι ένας τύπος συστήματος διανομής που δημιουργεί ένα αιώρημα αεροζόλ υγρών σωματιδίων. Λόγω της φύσης τους θα πρέπει να παραδίδονται αποκλειστικά σε λιμενική εγκατάσταση. Πριν από τον χειρισμό τους ως απόβλητα, πρέπει να αδειάζονται επιμελώς, ενώ δεν πρέπει ποτέ να συμπιέζονται ή να τρυπιούνται.

Τα δοχεία αεροζόλ θα πρέπει να καταγράφονται στο GRB ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους. Εάν τα απόβλητα προέρχονται από χώρους διαμονής, τότε θα πρέπει να καταγράφονται στην κατηγορία C, ενώ εάν τα απόβλητα συλλέγονται από δραστηριότητες κανονικής λειτουργίας ή/και συντήρησης του πλοίου, τότε θα πρέπει να καταγράφονται στην κατηγορία F (MEPC, 2017).

vi. Στερεή ή ημιστερεή ιλύς από τη δεξαμενή καυσίμου

Η ιλύς από τις δεξαμενές μαζούτ που είναι σε στερεή ή σχεδόν στερεή μορφή θα πρέπει να τοποθετείται σε πλαστικές σακούλες και να παραδίδεται στις εγκαταστάσεις της ξηράς. Στο ORB I πρέπει να καταγράφεται η ποσότητα της ιλύος που αφαιρέθηκε από τις δεξαμενές μαζούτ. Επιπλέον, θα πρέπει να γίνεται και η αντίστοιχη καταχώρηση στο GRB για την παράδοση αυτών των ποσοτήτων στην ξηρά (MEPC, 2017).

vii. Στερεά ή ημιστερεά υπολείμματα φορτίου από δεξαμενές φορτίου (μόνο για δεξαμενόπλοια)

Τα υπολείμματα φορτίου από δεξαμενές φορτίου που είναι σε συμπαγή ή ημιστερεή μορφή θα πρέπει να τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες και να παραδίδονται στις εγκαταστάσεις της ξηράς. Θα πρέπει να καταγραφεί στο ORB II η ποσότητα των υπολειμμάτων που αφαιρέθηκαν από τις δεξαμενές φορτίου, και η αντίστοιχη καταχώρηση στο GRB για να δηλωθεί η παράδοσή τους στις εγκαταστάσεις ξηράς, όπως ακριβώς και για την ιλύ παραπάνω (MEPC, 2017).

3.3.6.2 Παράγοντες δημιουργίας λειτουργικών αποβλήτων

Οι λόγοι για τους οποίους δημιουργούνται τα συγκεκριμένα απόβλητα εξαρτώνται αποκλειστικά από τις λειτουργίες που πρέπει να λάβουν χώρα σε ένα σκάφος, αλλά και από το πως επιλέγεται αυτές να διαχειριστούν. Οι λόγοι ποικίλουν από πλοίο σε πλοίο και είναι δύσκολο να καθοριστούν λόγω της φύσης των συγκεκριμένων αποβλήτων. Σημαντικό ρόλο έχουν αναμφισβήτητα ο τύπος του σκάφους και το μέγεθός του, καθώς όσο μεγαλύτερο το σκάφος συνήθως τόσα περισσότερα λειτουργικά απόβλητα περιμένουμε να παραχθούν. Σε περίπτωση που υφίσταται φορτίο διακίνησης επί του

σκάφους, ο τύπος αυτού επηρεάζει με τη σειρά του στη δημιουργία λειτουργικών αποβλήτων. Επίσης, η θαλάσσια περιοχή στην οποία εμπορεύεται ένα πλοίο αποτελεί παράγοντα δημιουργίας αποβλήτων. Τέλος, ένας ακόμη παράγοντας είναι ο χρόνος ζωής των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά τη λειτουργία και τη συντήρηση (CE Delft, 2017).

3.3.6.3 Παραγόμενες ποσότητες λειτουργικών αποβλήτων

Οι ημερήσιες παραγόμενες ποσότητες σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία από τον ΙΜΟ κυμαίνονται από 0,001 έως 0,1 m³ ανά άτομο ημερησίως (ΙΜΟ, 2011). Αναλόγως του μεγέθους του σκάφους, την εμπορική περιοχή του, το πλήθος και το χρόνο των ταξιδιών του, οι παραγόμενες ποσότητες ενδέχεται να αυξηθούν και να προσεγγίσουν τα 0,5 m³ ανά ημέρα (CE Delft, 2017).

3.3.7 Σοροί ζώων (Animal carcasses)

Από την αρχαιότητα έως και τη σημερινή εποχή τα κατοικίδια και τα άγρια ζώα μεταφέρονται μέσω θαλάσσης σε μεγάλες αποστάσεις για διάφορους λόγους με βασικότερους την προμήθεια τροφίμων και τη βελτίωση της κτηνοτροφικής παραγωγής. Άλλοι λόγοι είναι το επιστημονικό ενδιαφέρον, η διεξαγωγή πειραμάτων, η ψυχαγωγία του κοινού, αλλά και η μεταφορά λόγω πολέμων. Οι σοροί ζώων αφορούν τα απολεσθέντα ζώα επί του πλοίου. Τα πλοία που μεταφέρουν φορτία ζώντων ζώων αναμένεται να έχουν ζώα που πεθαίνουν κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Γενικά, αυτού του είδους η θνησιμότητα είναι σε χαμηλά επίπεδα και αποτελεί λειτουργικό ζήτημα που πρέπει να ελέγχεται ως μέρος της πρακτικής διαχείρισης ενός φορτίου που θεωρείται ότι δημιουργείται κατά την κανονική λειτουργία του πλοίου και ενδέχεται να εκφορτώνεται συνεχώς ή περιοδικά και επομένως υπόκειται στους κανονισμούς του Παραρτήματος V της MARPOL. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι σοροί ζώων δεν περιλαμβάνουν τα φρέσκα ψάρια και τα μέρη που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα αλιευτικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού ή ως αποτέλεσμα δραστηριοτήτων υδατοκαλλιέργειας.

Οι σοροί των ζώων είτε απορρίπτονται στη θάλασσα εφόσον τηρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις, είτε παραδίδονται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων. Πριν από την απόρριψή τους στη θάλασσα οι σοροί θα πρέπει να υποβληθούν σε κατάλληλη επεξεργασία επί του πλοίου (διαίρεση/διασπορά σε μικρότερα τμήματα για την καλύτερη βύθισή τους). Η απόρριψή τους στη θάλασσα επιτρέπεται μόνο εν πλω, εκτός ειδικών περιοχών και σε απόσταση μεγαλύτερη από 12 ναυτικά μίλια από την πλησιέστερη ξηρά. Εάν το σκάφος διαθέτει κατάλληλο χώρο αποθήκευσης, περιορισμένες ποσότητες σορών μπορούν να αποθηκευτούν για σύντομες χρονικές περιόδους πριν από την εκφόρτωση. Εάν όμως η αποθήκευσή τους ενέχει κινδύνους για την υγεία όσων βρίσκονται επί του πλοίου τότε συνίσταται η απόρριψη στη θάλασσα (Classification Society, 2016), (MEPC, 2017).

3.3.8 Αλιευτικός εξοπλισμός (Fishing gear)

Όταν ο αλιευτικός εξοπλισμός που διαθέτει ένα αλιευτικό σκάφος φθαρεί σε σημείο που δεν είναι δυνατή η επισκευή του, δημιουργούνται τα λεγόμενα απόβλητα αλιευτικού εξοπλισμού. Η συλλογή του κατεστραμμένου εξοπλισμού γίνεται σε

σάκους οι οποίοι μετέπειτα παραδίδονται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων. Είναι επίσης εφικτό τα απόβλητα του αλιευτικού εξοπλισμού να ανακυκλωθούν. Η παραγωγή τους διαφέρει και οι παραγόμενες ποσότητες εξαρτώνται από το επίπεδο της αλιευτικής προσπάθειας (MEPC, 2017).

3.3.9 Ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste)

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιλαμβάνουν ηλεκτρονικές κάρτες, παρεμβύσματα, όργανα, εξοπλισμό, υπολογιστές, κασέτες εκτυπωτών κ.λπ. Περιέχουν τόσο πολύτιμα υλικά όσο και επικίνδυνα υλικά που απαιτούν ειδικές μεθόδους χειρισμού και ανακύκλωσης. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα που παράγονται επί του σκάφους (π.χ. ηλεκτρονικές κάρτες, gadget, όργανα, εξοπλισμός, υπολογιστές, εκτυπωτής, κασέτες κ.λπ.) θα πρέπει να αποθηκεύονται στο εργαστήριο/αποθήκη του ηλεκτρολόγου ως ξεχωριστή κατηγορία και να παραδίδονται στην ξηρά για ανακύκλωση ή να αποσύρονται ανάλογα με το εξάρτημα. Όταν ο υπολογιστής και τα συστήματα πληροφοριών πρόκειται να απορριφθούν, θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα του πλοίου και οι εμπιστευτικές πληροφορίες της κάθε εταιρείας έχουν αντιμετωπιστεί σωστά πριν από την απόβαση στην ξηρά, ώστε να αποτραπούν οι απειλές στον κυβερνοχώρο. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχουν χαρακτηριστεί ως ξεχωριστή κατηγορία αποβλήτων και ο χειρισμός τους θα πρέπει να καταγράφεται στο GMP στην κατηγορία I (CE Delft, 2017).

3.3.10 Υπολείμματα φορτίου (Cargo residues)

Με βάση τον ορισμό που περιέχεται στα καταστατικά του IMO και του παραρτήματος V της MARPOL, ως υπολείμματα φορτίου νοούνται τα υπολείμματα/κατάλοιπα οποιουδήποτε φορτίου που δεν καλύπτεται από άλλα παραρτήματα της συγκεκριμένης σύμβασης και τα οποία παραμένουν στο κατάστρωμα ή στα αμπάρια μετά τη φόρτωση ή/και την εκφόρτωση, συμπεριλαμβανομένων του πλεονάσματος ή/και των διαρροών από τη φόρτωση/εκφόρτωση, σε υγρή ή ξηρή κατάσταση ή που να παρασύρεται σε νερό πλύσης, αλλά χωρίς να περιλαμβάνουν τη σκόνη φορτίου που παραμένει στο κατάστρωμα μετά το σκούπισμα ή τη σκόνη στις εξωτερικές επιφάνειες του πλοίου. Τα υπολείμματα φορτίου παράγονται σε όλα τα φορτηγά πλοία ξηρού χύδην φορτίου και σε όσα πλοία γενικού φορτίου μεταφέρουν ξηρό χύδην φορτίο.

Τα υπολείμματα φορτίου πετρελαίου και χημικών φορτίου δεν περιλαμβάνονται στον παραπάνω ορισμό, αλλά καλύπτονται από το παράρτημα I και II της MARPOL της MARPOL αντίστοιχα (CE Delft, 2017), (MEPC, 2017).

3.3.10.1 Διαχείριση και τεχνολογίες επεξεργασίας υπολειμμάτων φορτίου επί των πλοίων

Η εκφόρτωση γίνεται με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία καταλοίπων φορτίου. Μετά την εκφόρτωση, τα αμπάρια φορτίου καθαρίζονται, είτε βουρτσίζονται, είτε ξεπλένονται, αν χρειάζεται, με θαλασσινό νερό. Το νερό πλύσης, εφόσον επιτρέπεται, απορρίπτεται στη θάλασσα, διαφορετικά μαζί με τα υπόλοιπα υπολείμματα φορτίου παραδίδονται ως απόβλητα στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων ή συλλέγονται σε σάκους και τα χειρίζονται ως φορτίο οι λιμενεργάτες.

Η απόρριψη των υπολειμμάτων φορτίου στη θάλασσα, η αποτέφρωση και η παράδοσή τους στις λιμενικές εγκαταστάσεις πρέπει να καταγράφονται στο GRB. Εάν τα απόβλητα συλλέγονται από τους λιμενεργάτες και δεν παραδίδονται σε λιμενική εγκατάσταση, τότε δεν απαιτείται κάποια καταγραφή για αυτά (CE Delft, 2017).

3.3.10.2 Παράγοντες δημιουργίας υπολειμμάτων φορτίου

Η δημιουργία των υπολειμμάτων φορτίου εξαρτάται από τον τύπο του σκάφους, τον τύπο του φορτίου, και τη διαχείριση του φορτίου επί του πλοίου. Τέλος, παίζει σημαντικό ρόλο ο τρόπος καθαρισμού των σκαφών και ιδιαίτερα του καταστρώματος και των αμπαριών για αυτήν την κατηγορία αποβλήτων (CE Delft, 2017).

3.3.10.3 Παραγόμενες ποσότητες υπολειμμάτων φορτίου

Οι παραγόμενες ποσότητες των υπολειμμάτων φορτίου ποικίλουν από πλοίο σε πλοίο και κυμαίνονται από 0,001% του φορτίου έως και 2% του φορτίου (CE Delft, 2017).

Πίνακας 11: Σύνοψη των περιορισμών στην απόρριψη απορριμμάτων στη θάλασσα σύμφωνα με τους κανονισμούς 4, 5, 6 και 14 του παραρτήματος V MARPOL και το κεφάλαιο 5 του μέρους II-A του Πολικού Κώδικα (MEPC, 2017)

Τύπος αποβλήτων ¹	Πλοία εκτός των ειδικών περιοχών που ορίζονται στο Παράρτημα V της MARPOL	Πλοία εντός των ειδικών περιοχών που ορίζονται στο Παράρτημα V της MARPOL και στο Polar Waters ²	Υπεράκτιες πλατφόρμες (πάνω από 12 nm από την ξηρά) και όλα τα πλοία σε απόσταση 500 μέτρων από τέτοιες πλατφόρμες ³
Θρυμματισμένα ή αλεσμένα απορρίμματα τροφίμων ⁴	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> ≥3 nm από την πλησιέστερη ξηρά, καθ' οδόν και όσο πιο μακριά είναι εφικτό	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> ≥12 nm από την πλησιέστερη ξηρά, καθ' οδόν και όσο πιο μακριά είναι εφικτό ^{5,6}	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u>
Μη θρυμματισμένα ή αλεσμένα απορρίμματα τροφίμων ⁴	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> ≥12 nm από την πλησιέστερη ξηρά, καθ' οδόν και όσο πιο μακριά είναι εφικτό	Απαγορεύεται η απόρριψη	Απαγορεύεται η απόρριψη
Υπολείμματα φορτίου ^{7,8} που δεν περιέχονται σε νερό πλύσης	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> ≥12 nm από την πλησιέστερη ξηρά, καθ' οδόν και όσο πιο μακριά είναι εφικτό	Απαγορεύεται η απόρριψη	Απαγορεύεται η απόρριψη
Υπολείμματα φορτίου ^{7,8} που περιέχονται σε νερό πλύσης		<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> ≥12 nm από την πλησιέστερη ξηρά, καθ' οδόν και όσο πιο μακριά είναι εφικτό και με δύο πρόσθετες προϋποθέσεις ⁹	Απαγορεύεται η απόρριψη
Καθαριστικά και πρόσθετες ουσίες ⁸ που περιέχονται στο νερό πλύσης αποθήκευσης φορτίου.	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u>	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> ≥12 nm από την πλησιέστερη ξηρά, καθ' οδόν και όσο πιο μακριά είναι εφικτό και με δύο πρόσθετες προϋποθέσεις ⁹	Απαγορεύεται η απόρριψη
Καθαριστικά και πρόσθετες ουσίες ⁸ που περιέχονται στο νερό πλύσης εξωτερικών επιφανειών και καταστρώματος		<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u>	Απαγορεύεται η απόρριψη
Σοροί ζώων (θα πρέπει να χωριστούν ή να υποβληθούν σε επεξεργασία με άλλο τρόπο για να διασφαλιστεί ότι τα σφάγια θα βυθιστούν αμέσως)	<u>Επιτρέπεται η απόρριψη</u> Πρέπει να βρίσκεται καθ' οδόν και όσο το δυνατόν πιο μακριά από την πλησιέστερη ξηρά, ενώ το μέγιστο βάθος νερού πρέπει να είναι >100 nm	Απαγορεύεται η απόρριψη	Απαγορεύεται η απόρριψη
Όλα τα άλλα απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων πλαστικών, συνθετικών σχοινιών, αλιευτικών ειδών, πλαστικών σακουλών σκουπιδιών, σάχτης αποτεφρωτή, μαγειρικού λαδιού, υλικών στοιβασίας (dunnage), υλικών επένδυσης και συσκευασίας, χαρτιού, πανιών, γυαλιού, μετάλλου, μπουκαλιών, πιατικών και ηλεκτρονικών	Απαγορεύεται η απόρριψη	Απαγορεύεται η απόρριψη	Απαγορεύεται η απόρριψη

¹Όταν τα απόβλητα αναμειγνύονται ή μολύνονται από άλλες επιβλαβείς ουσίες των οποίων απαγορεύεται η απόρριψη ή έχουν διαφορετικές απαιτήσεις, ισχύουν οι πιο αυστηρές απαιτήσεις.

²Επιπρόσθετα στους περιορισμούς που εφαρμόζονται σε ειδικές περιοχές, στα Πολικά ύδατα οι εκκνώσεις θα πρέπει να πραγματοποιούνται όσο το δυνατόν πιο μακριά από περιοχές συγκέντρωσης πάγου άνω του 1/10, αλλά σε κάθε περίπτωση η απόσταση εκκένωσης να μην είναι μικρότερη από 12 nm από τον πλησιέστερο «γρήγορο πάγο» (“fast ice”).

³Οι υπεράκτιες πλατφόρμες που βρίσκονται 12 nm από την πλησιέστερη ξηρά και τα πλοία που περιλαμβάνουν όλες τις σταθερές ή πλωτές πλατφόρμες και ασχολούνται με εξερεύνηση ή εκμετάλλευση ή επεξεργασία ορυκτών πόρων βυθού, αλλά και όλα τα πλοία δίπλα ή εντός 500 μέτρων από αυτές τις πλατφόρμες.

⁴Τα κονιοποιημένα ή αλεσμένα υπολείμματα τροφίμων πρέπει να μπορούν να περάσουν από σήτα με πλέγμα όχι μεγαλύτερο από 25 mm.

⁵Δεν επιτρέπεται η απόρριψη εισαγόμενων προϊόντων που σχετίζονται με τα πτηνά στην περιοχή της Ανταρκτικής, εκτός εάν αποτεφρωθούν, τοποθετηθούν σε αυτόκλειστο ή υποβληθούν σε άλλη επεξεργασία για να αποστειρωθούν.

⁶ Τα υπολείμματα τροφίμων δεν πρέπει να απορρίπτονται στον πάγο .

⁷ Ως υπολείμματα φορτίου νοούνται μόνο εκείνα τα υπολείμματα φορτίου που δεν μπορούν να ανακτηθούν χρησιμοποιώντας κοινά διαθέσιμες μεθόδους εκφόρτωσης.

⁸Αυτές οι ουσίες δεν πρέπει να ταξινομούνται ως επιβλαβείς για το θαλάσσιο περιβάλλον.

⁹(α)Τόσο ο λιμένας αναχώρησης όσο και ο επόμενος λιμένας προορισμού βρίσκονται εντός της ειδικής περιοχής ή των υδάτων της Αρκτικής και το πλοίο δεν θα διέρχεται εκτός της ειδικής περιοχής μεταξύ αυτών των λιμένων ή των υδάτων της Αρκτικής και (β) εάν δεν υπάρχουν επαρκείς εγκαταστάσεις υποδοχής σε αυτούς τους λιμένες.

3.4 Άλλα απόβλητα πλοίων

3.4.1 Ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος

Οι ουσίες οι οποίες καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος εντοπίζονται επί των πλοίων στις συσκευές κλιματισμού ή στον εξοπλισμό ψύξης ενός πλοίου, συνήθως στα ψυγεία. Τα απόβλητα των ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος παράγονται σε διάφορους τύπους σκαφών και εξαρτώνται από τον τύπο των συσκευών και τον εξοπλισμό που διαθέτει το κάθε σκάφος. Παίζει επίσης σημαντικό ρόλο και κάθε πόσο πραγματοποιείται η συντήρηση των συσκευών αυτών, καθώς οι επιβλαβείς ουσίες παράγονται και κατά τη διάρκεια ελέγχων, επιθεωρήσεων και επιδιορθώσεων. Ορισμένα πλοία, όπως τα γιοτ, έχουν μικρή παραγωγή αποβλήτων ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος λόγω της χρήσης κλιματιστικών και ψυγείων με αέρια φιλικότερα προς το όζον.

Οι ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος συλλέγονται από τον μηχανικό/ψυκτικό κατά τη συντήρηση/επισκευή της εκάστοτε μονάδας και απομακρύνονται ως απόβλητα, ενώ οι ουσίες που προκύπτουν κατά τη διάρκεια διαρροών δεν είναι δυνατό να συλλεχθούν και έτσι απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Οι συσκευές και ο εξοπλισμός που περιέχει ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος δεν ορίζονται ως απόβλητα που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος αλλά ως λειτουργικά ή οικιακά απόβλητα, ανάλογα σε ποιο μέρος του πλοίου έχουν δημιουργηθεί (CE Delft, 2017).

3.4.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω συμβατικών καυσίμων

Στον χώρο της ναυτιλίας απαιτούνται τεράστιες ποσότητες καυσίμου για να κινηθούν τα πλοία και να προωθηθούν μέσω του νερού. Υπάρχουν αρκετά και διαφορετικά είδη καυσίμου τα οποία χρησιμοποιούν τα πλοία, ανάλογα με διάφορους παράγοντες όπως π.χ. η τιμή του καυσίμου. Σύμφωνα με το Σύστημα Συλλογής Δεδομένων (2020) του IMO (DCS – Data Collection System) το 99,91% των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στα πλοία εξακολουθούν να είναι συμβατικά καύσιμα με βάση τον άνθρακα (CE Delft, 2022). Τα καύσιμα που παραδοσιακά χρησιμοποιούνται στα πλοία περιλαμβάνουν κυρίως τα ακόλουθα:

1. **Βαρύ πετρέλαιο (HFO – Heavy Fuel Oil):** Προέρχεται από το αργό πετρέλαιο και είναι ένα πυκνό βαρέων πετρελαιοκηλίδων καύσιμο με υψηλές εκπομπές σε θείο και άλλους βλαβερούς ρύπους. Θεωρείται το πιο ρυπογόνο καύσιμο. Απαιτεί θέρμανση για να χρησιμοποιηθεί στους κινητήρες και είναι το πιο κοινό καύσιμο στα φορτηγά πλοία λόγω του χαμηλού κόστους του.
2. **Ναυτιλιακό πετρέλαιο (MGO – Marine Gas Oil):** Προέρχεται από ένα μείγμα ελαφρύτερων αποσταγμάτων (συστατικά αργού πετρελαίου). Είναι παρόμοιο με το diesel που ακολουθεί, αλλά έχει μεγαλύτερη πυκνότητα. Έχει επίσης χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο από το βαρύ μαζούτ και υψηλότερη τιμή από αυτό. Συχνά απαιτείται σε περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs – Emission Control Areas), όπου ισχύουν αυστηρότεροι κανονισμοί για τη μείωση του περιβαλλοντικού αντικτύπου της ναυτιλίας.
3. **Πετρέλαιο (Diesel):** Είναι ένα από τα κύρια καύσιμα που χρησιμοποιούνται στα πλοία, ιδίως σε πλοία με εσωτερική καύση. Είναι γνωστό για την υψηλή ενεργειακή πυκνότητά του. Είναι επίσης ένα καθαρότερο καύσιμο από το HFO, εκπέμποντας χαμηλότερα επίπεδα ρύπων. Ωστόσο, είναι επίσης πιο ακριβό από το HFO.
4. **Βαρέα Καύσιμα (Bunker Fuels):** Τα βαρέα καύσιμα, όπως το βαρέλαιο, είναι παχύρρευστα χαμηλής ποιότητας καύσιμα, πιο πυκνά από τα υπόλοιπα παραδοσιακά πετρέλαια, ενώ έχουν υψηλή περιεκτικότητα θείου. Χρησιμοποιούνται συχνά σε μεγάλα εμπορικά και σε φορτηγά πλοία και αποτελούν μια οικονομική επιλογή για τις ναυτιλιακές εταιρείες. Ωστόσο, η χρήση τους οδηγεί σε υψηλές εκπομπές ρύπων.

Αυτά τα καύσιμα προέρχονται από ορυκτά καύσιμα και έχουν βαρύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα στην ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω των υψηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG – greenhouse gases). Η καύση των συμβατικών καυσίμων απελευθερώνει διάφορες ρυπογόνες ουσίες οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα του αέρα και συνεισφέρουν στην κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένων των οξειδίων του θείου (SO_x) και του διοξειδίου του θείου (SO₂), των οξειδίων του αζώτου (NO_x), των σωματιδίων (PM) και του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (Shafran, 2023).

Ποσοτικά δεδομένα

Εντός του τομέα των μεταφορών, ο ναυτιλιακός τομέας κατέχει την τρίτη θέση όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αντιστοιχώντας στο 11% του συνόλου. Λόγω της αύξησης του παγκόσμιου εμπορίου και της ζήτησης για τη ναυτιλιακή

μεταφορά αγαθών το αποτύπωμα άνθρακα, κυρίως λόγω του CO₂, πιθανόν να αυξηθεί δραματικά κατά 50% έως 250% έως το έτος 2050, εάν δεν ληφθούν προληπτικά μέτρα (SINAY SAS, 2023).

Τα κρουαζιερόπλοια από μόνα τους ευθύνονται για το 3% σχεδόν των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ετησίως. Θεωρείται ότι είναι χειρότερο από το να πετά κάποιος με αεροπλάνο σε όρους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά επιβάτη, καθώς η μέση οικολογική επιβάρυνση ενός ατόμου τριπλασιάζεται κατά τη διάρκεια μιας κρουαζιέρας. Τα κρουαζιερόπλοια που είναι μέλη του Cruise Lines International Association (CLIA), του μεγαλύτερου συνδέσμου εμπορικών συμφερόντων στη βιομηχανία της κρουαζιέρας, έχουν δεσμευτεί να επιτύχουν μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050 και να μειώσουν τις εκπομπές κατά 40% έως το 2030 (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2008) (Garay, 2023).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο η ναυτιλιακή μεταφορά αντιστοιχεί σε 3 έως 4% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της Ε.Ε. Για το 2021 αυτό το ποσοστό αντιστοιχούσε σε πάνω από 124 εκατομμύρια τόνους CO₂ (European Commission).

Πιο συγκεκριμένα, τα φορτηγά (cargo) πλοία τα παράγουν 16,14 gr CO₂/km για κάθε μετρικό τόνο φορτίου που μεταφέρουν. Ωστόσο, ενώ τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων (containers) εκπέμπουν ετησίως μέσο όρο 140 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, τα φορτηγά τύπου «bulk carriers» (είδος φορτηγού πλοίου) συνεισφέρουν συνολικά 440 εκατομμύρια τόνους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο.

Ένα πρότυπο που δημιουργήθηκε από την CarbonChain, την πλατφόρμα λογιστικής άνθρακα για τις αλυσίδες εφοδιαστικής του κόσμου, παρέχει μια επισκόπηση του Ετήσιου Συντελεστή Απόδοσης AER* (Annual Efficiency Ratio) των φορτηγών, ανάλογα με την χωρητικότητα νεκρού βάρους τους:

- Λιγότερο από 5.000 τόνοι → 15,4 gCO₂/dwt.nm
- Από 5.000 έως 9.999 τόνοι → 14,7 gCO₂/dwt.nm
- Πάνω από 10.000 τόνοι → 11,2 gCO₂/dwt.nm (SINAY SAS, 2023)

**Το AER μετρά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά μονάδα ονομαστικής εργασίας μεταφοράς ενός πλοίου. Αυτή η μετρική υπολογίζεται ως το γινόμενο της χωρητικότητας νεκρού βάρους ενός πλοίου και της συνολικής απόστασης που διανύει σε ναυτικά μίλια, εκφρασμένο ως γραμμάρια CO₂ ανά τόνο νεκρού βάρους ανά ναυτικό μίλι (gCO₂/dwt.nm). Το νεκρό φορτίο (Deadweight tonnage, deadweight, DWT, D.W.T., d.w.t., ή dwt) είναι μια μονάδα μέτρησης που ορίζει το βάρος του φορτίου που επιτρέπεται να κουβαλήσει ένα πλοίο. Είναι το άθροισμα των βαρών του φορτίου, των καυσίμων, του πόσιμου νερού, του έρματος, των προμηθειών, των επιβατών και του πληρώματος.*

Βιωσιμότητα και εναλλακτικά ναυτιλιακά καύσιμα

Η ναυτιλιακή βιομηχανία αναζητά τρόπους για να μειώσει την περιβαλλοντική της επίδραση και να αυξήσει τη βιωσιμότητα. Τα βιώσιμα ναυτιλιακά καύσιμα αποτελούν αναγνωρισμένη διαδρομή για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με το HFO και άλλα πετρελαιοειδή καύσιμα. Αυτά τα καύσιμα παράγονται από ανανεώσιμες πηγές όπως η βιομάζα, τα απόβλητα και η ηλιακή ενέργεια, και εκπέμπουν σημαντικά λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου από τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα. Εξετάζονται επίσης εναλλακτικά καύσιμα, όπως το υδρογόνο και η αμμωνία,

ως πιθανοί αντικαταστάτες του HFO. Αυτά τα καύσιμα έχουν το δυναμικό να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να βελτιώσουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη για να καταστούν εφικτές εναλλακτικές.

➤ **Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG – Liquefied Natural Gas)**

Το LNG είναι ένα καθαρότερο καύσιμο που γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλές, ιδιαίτερα στα φορτηγά πλοία. Εκπέμπει χαμηλότερα επίπεδα ρύπων από το HFO και το diesel, και παράγει επίσης λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δικαύσιμοι κινητήρες παρέχουν ευελιξία στην επιλογή καυσίμου, προσφέροντας μια πιο βιώσιμη επιλογή για τα πλοία αποτελώντας σημαντική εξέλιξη στις προσπάθειες της ναυτιλιακής βιομηχανίας για μείωση των εκπομπών. Αυτοί οι κινητήρες έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν με συνδυασμό καυσίμων όπως πετρέλαιο ή βαρέα καύσιμα, καθώς και με πιο καθαρά εναλλακτικά καύσιμα όπως το LNG.

➤ **Βιοκαύσιμα**

Τα βιοκαύσιμα είναι καύσιμα που παράγονται από ανανεώσιμους πόρους, όπως υλικό φυτικής προέλευσης ή ζωικά απόβλητα. Είναι μια καθαρότερη εναλλακτική στα ορυκτά καύσιμα με χαμηλότερα επίπεδα ρύπων. Ωστόσο, δεν χρησιμοποιούνται ακόμη ευρέως λόγω της περιορισμένης τους διαθεσιμότητας και του υψηλού κόστους παραγωγής.

➤ **Υδρογόνο**

Το υδρογόνο είναι ένα καθαρό καύσιμο που εκπέμπει μόνο νερό κατά την καύση του. Είναι μια υποσχόμενη εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα, αλλά δεν χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως στα πλοία λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής και του ελλιπών υποδομών για την αποθήκευση και τη μεταφορά του.

➤ **Αιθάνιο**

Το αιθάνιο είναι ένα αέριο που παράγεται κατά τη διαδικασία διύλισης του φυσικού αερίου. Είναι καθαρότερο καύσιμο από το HFO και το diesel με χαμηλότερα επίπεδα ρύπων. Ωστόσο, λόγω της περιορισμένης του διαθεσιμότητας δεν χρησιμοποιείται ευρέως.

➤ **Μεθάνιο**

Το μεθάνιο είναι ένα αέριο που παράγεται κατά τη διαδικασία διύλισης του φυσικού αερίου και είναι μάλιστα το κύριο συστατικό του LNG. Πρόκειται για ένα καθαρότερο καύσιμο και από το HFO, και το diesel και το MGO.

➤ Αμμωνία

Η αμμωνία είναι ένα αέριο που παράγεται από αζώτο και υδρογόνο. Είναι μια υποσχόμενη εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα, εκπέμποντας μόνο νερό και αζώτο κατά την καύση του. Ωστόσο, δεν χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως στα πλοία λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής και του ελλιπών υποδομών για την αποθήκευση και τη μεταφορά της.

➤ Μεθανόλη

Η μεθανόλη είναι ένα καθαρό καύσιμο που προέρχεται από φυσικό αέριο, βιομάζα ή ακόμη και διοξείδιο του άνθρακα. Έχει χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα όπως είναι το HFO και το diesel. Η μεθανόλη κερδίζει το ενδιαφέρον ως ναυτιλιακό καύσιμο λόγω του χαμηλού προφίλ εκπομπών της και της ευκολίας μετατροπής των υφισταμένων κινητήρων για να λειτουργούν με αυτήν. Ωστόσο, η υιοθέτησή της είναι ακόμη περιορισμένη κατά κύριο λόγο εξαιτίας της μη διαθεσιμότητας του καυσίμου και της ανάγκης για ανάπτυξη επιπλέον υποδομών.

➤ Ηλεκτροκίνηση με Μπαταρίες

Τα συστήματα ηλεκτροκίνησης με μπαταρίες εξετάζονται όλο και περισσότερο για διαδρομές σε κοντινή απόσταση. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν μεγάλες μπαταρίες για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία τροφοδοτεί ηλεκτρικούς κινητήρες που κινούν το πλοίο. Τα πλοία με ηλεκτροκίνηση με μπαταρίες δεν παράγουν εκπομπές κατά τη λειτουργία τους και μπορούν να φορτίζονται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθιστώντας τα φιλικά προς το περιβάλλον. Ωστόσο, η περιορισμένη εμβέλεια και οι μακροχρόνιοι χρόνοι φόρτισης καθιστούν την ηλεκτροκίνηση με μπαταρίες προς το παρόν ανεφάρμοστη για τις μακρινές διαδρομές της ναυτιλίας με φορτηγά πλοία.

Εκτός από τη χρήση καθαρότερων καυσίμων, τα πλοία μπορούν επίσης να μειώσουν την περιβαλλοντική τους επίδραση με τη βελτίωση της αποδοτικότητάς τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω μέτρων όπως:

- ✓ Η βέλτιστη επιλογή διαδρομών
- ✓ Η μείωση της ταχύτητας των πλοίων
- ✓ Η υιοθέτηση ενεργειακά πιο αποδοτικών τεχνολογιών, όπως είναι η βελτιωμένη σχεδίαση και η χρήση προηγμένων συστημάτων παρακολούθησης εκπομπών
- ✓ Η βελτιωμένη σχεδίαση κινητήρων
- ✓ Η εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, όπως τα ιστία, οι αιολικές γεννήτριες και οι ηλεκτρικές προωστικές συσκευές
- ✓ Η δημιουργία και ανάπτυξη υποδομών για τα εναλλακτικά καύσιμα στους λιμένες για την εύκολη διανομή και τον εφοδιασμό
- ✓ Η κατάρτιση του πληρώματος για την καλύτερη χρήση και συντήρηση των νέων τεχνολογιών και καυσίμων

Τα μέτρα αυτά μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με ταυτόχρονη μείωση των λειτουργικών εξόδων για τις ναυτιλιακές εταιρείες (Shafran, 2023).

Επιλογές για τη συμμόρφωση με διεθνείς κανονισμούς

Ένας από τους πιο σημαντικούς κανονισμούς είναι η Σύμβαση MARPOL του ΙΜΟ, η οποία θέτει όρια στην περιεκτικότητα θείου στο καύσιμο που χρησιμοποιούν τα πλοία. Η σύμβαση έχει τροποποιηθεί πολλές φορές, με την τελευταία τροποποίηση (Πρόσθετο MARPOL VI) να εισάγει ένα παγκόσμιο όριο θείου του 0,50% στο καύσιμο που χρησιμοποιούν τα πλοία, από την 1η Ιανουαρίου 2020. Το όριο αυτό ισχύει για όλα τα πλοία, ανεξαρτήτως σημαίας, και αναμένεται να μειώσει τις εκπομπές οξειδίων του θείου από τα πλοία κατά περίπου 77%.

Εκτός από το όριο θείου, ο ΙΜΟ έχει θέσει όρια και για τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου (NO_x) από τα πλοία. Αυτά τα όρια περιγράφονται στο Πρόσθετο VI της MARPOL και ισχύουν για πλοία που κατασκευάστηκαν μετά την 1η Ιανουαρίου 2016, εκτελούνταν σε ορισμένες ειδικές περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs). Οι ECAs είναι περιοχές όπου ισχύουν αυστηρότερες πρότυπα εκπομπών, και περιλαμβάνουν προς το παρόν τη Βαλτική Θάλασσα, τη Βόρεια Θάλασσα και την Αγγλική Στενοπορία.

Για να συμμορφωθούν με αυτούς τους κανονισμούς, τα φορτηγά πλοία έχουν διάφορες επιλογές. Μπορούν να μεταβούν σε καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, όπως το Marine Gas Oil (MGO) ή το Ultra-Low Sulfur Fuel Oil (ULSFO). Εναλλακτικά, μπορούν να εγκαταστήσουν συστήματα καθαρισμού, γνωστά ως scrubbers, τα οποία αφαιρούν τα οξείδια του θείου από τα εξαέρωτα αέρια του πλοίου. Μια άλλη επιλογή είναι η χρήση εναλλακτικών καυσίμων, όπως το υγρό φυσικό αέριο (LNG) ή τα βιοκαύσιμα, τα οποία εκπέμπουν λιγότερα αέρια από τα παραδοσιακά ναυτιλιακά καύσιμα (Shafran, 2023).

Πίνακας 12: Κατηγορία πλοίου/ Κατηγορία αποβλήτων

Κατηγορία πλοία/Κατηγορία αποβλήτων	Ελαιώδες νερό	Ιλύς	Υδατα έκλυσης δεξαμενών	Πλαστικά	Απόβλητα τροφίμων	Μαγειρικό λάδι	Οικιακά απόβλητα	Λύματα - Αποχέτευση	Λειτουργικά απόβλητα	Στάχτη αποτέφρωσης	Υπολείμματα φορτίου	Ουσίες που καταστρέφουν το όζον	Μολυσμένο νερό έρματος	Σφάλμα ζώων	Αλιευτικά εργαλεία
Φορτηγά πλοία (General cargo)	X	X		X	X	X	X	X		X	X		X	X	
Πετρελαιοφόρα (Oil tanker)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		
Επιβατηγά (Ferries)	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X		
Δεξαμενόπλοια (Tankers)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		
Κρουαζιερόπλοια (Cruise ship)	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X		
Αλιευτικά σκάφη (Fishing vessels)	X		X				X		X				X		X

Πίνακας 13: Κατηγορία πλοίου/Ποσότητα αποβλήτων

Πλοία/Ποσότητα αποβλήτων (m ³)	Ελαιώδες νερό	Ιλύς	Υδατα έκλυσης δεξαμενών	Πλαστικά	Απόβλητα τροφίμων	Μαγειρικό λάδι	Οικιακά απόβλητα	Λύματα - Αποχέτευση
Φορτηγά πλοία (General cargo)	11,2	25,2		8,1	1,25		10,2	3/day
Πετρελαιοφόρα (Oil tanker)	4	1.6	1.291/240 days (large) 550/130 days (small)			0,13	3,45	
Επιβατηγά (Ferries)	167,1	48,6		43,5	181	1		1.900/month
Δεξαμενόπλοια (Tankers)				13,54				3-4/day
Κρουαζιερόπλοια (Cruise ship)					12/week			0,004-0,1/ person/day
Αλιευτικά σκάφη								0,054/ person/day

Πλοία/Ποσότητα αποβλήτων	Λειτουργικά απόβλητα	Στάχτη αποτέφρωσης	Υπολείμματα φορτίου
Φορτηγά πλοία (General cargo)	0,08 m ³	0,13 m ³	49,3 kg/day
Πετρελαιοφόρα (Oil tanker)	0,6 m ³		
Επιβατηγά (Ferries)			
Δεξαμενόπλοια (Tankers)	1,39 m ³		
Κρουαζιερόπλοια (Cruise ship)			
Αλιευτικά σκάφη			

Κεφάλαιο 4: Λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων πλοίων

Τα λιμάνια σχηματίζουν συνδέσμους μεταξύ χωρών, ενώ το παγκόσμιο εμπόριο που εξυπηρετούν ήταν ανέκαθεν καθοριστικής σημασίας για την τοπική οικονομία. Έχουν πολλαπλές χρήσεις και λειτουργίες οι οποίες ποικίλλουν ανάλογα με το μέγεθος, τη γεωγραφική τους θέση, τους κανονισμούς που ακολουθούν, κ.λπ., δηλαδή στοιχεία που οδηγούν σε περίπλοκες ανάγκες διαχείρισης. Οι λιμενικές λειτουργίες έχουν επιπτώσεις πέρα από τα όρια της λιμενικής περιοχής. Αυτό θέτει τους λιμένες στο επίκεντρο των λύσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων, συνδέοντάς τους με διεθνείς συμβάσεις και κανονισμούς όσο συνδέονται και με εθνικές συμβάσεις. Αναφορικά με τα απόβλητα των πλοίων, οι λιμένες είτε χρησιμοποιούν τα δικά τους συστήματα και μέσα για τη διαχείριση τουλάχιστον κάποιων αποβλήτων που παράγονται επί των πλοίων, είτε λειτουργούν ως σημεία διέλευσης απορριμμάτων λαμβάνοντας τα απόβλητα που παραδίδουν τα πλοία και προωθώντας τα σε φορείς διαχείρισης και επεξεργασίας αποβλήτων στην πόλη τους, είτε συνάπτουν συμβάσεις με ιδιώτες/εταιρείες που έχουν παρουσία σε λιμένες ανά τον κόσμο και διαχειρίζονται τα απόβλητα αυτά (Lin et al., 2018).

Το 90% των λιμένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης δημοσιεύουν τις δραστηριότητες τους και τις πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων τους, συμπεριλαμβανομένης της υποδοχής, της επεξεργασίας και της τελικής διάθεσης. Οι λιμένες διατηρούν την τελική ευθύνη και διαχειρίζονται το συνολικό σύστημα αποβλήτων. Αυτή η σαφήνεια σχετικά με την τελική ευθύνη διασφαλίζει ότι οι λιμένες είναι απόλυτα ενήμεροι για το τι συμβαίνει με τα απόβλητα, και ότι δεν εμπλέκονται αποκλειστικά τρίτοι. Αυτό συνδέεται με την απαίτηση για τη δημιουργία σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων από κάθε λιμάνι, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις διαδικασίες διαχείρισης αποβλήτων, την ανάκτηση κόστους και τις τιμές, χρόνος ειδοποίησης για παράδοση/παραλαβή αποβλήτων, επαφές και νομικές απαιτήσεις (PEMSEA, 2022). Η Ε.Ε. απαιτεί από τα λιμάνια να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων που παραλαμβάνουν και αντίστοιχα παράγουν, διαχωρίζοντας ποια από αυτά παραδόθηκαν από πλοία (Vaneeckhaute & Fazli, 2020).

Απαιτείται προχωρημένη υποχρεωτική ειδοποίηση για τα απόβλητα που θα απορριφθούν σε ένα λιμάνι, ειδοποιώντας είτε το ίδιο, είτε την εταιρεία εντός του λιμανιού που είναι υπεύθυνη για τη συλλογή των αποβλήτων. Για τη βέλτιστη λειτουργία και απόδοσή τους στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων, οι λιμενικές εγκαταστάσεις πρέπει να καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες διάθεσης αποβλήτων για τα εισερχόμενα πλοία, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο, τη διαδρομή και το φορτίο του πλοίου. Διάφοροι τύποι αποβλήτων χρειάζεται συχνά να επεξεργάζονται ξεχωριστά, και μερικές φορές ακόμη και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους για να μειωθεί ο κίνδυνος ανάμιξης (Sanches et al., 2020). Για παράδειγμα, ο συνδυασμός οργανικών αποβλήτων τροφίμων με γκρίζα νερά μπορεί να καταστρέψει τα συστήματα αποχέτευσης (Arguello, 2020). Οι λιμένες πρέπει επίσης να διασφαλίζουν ότι οι εγκαταστάσεις και οι διαδικασίες διαχείρισης των αποβλήτων τους έχουν ελάχιστη επίδραση στο περιβάλλον, τόσο λειτουργικά όσο και στην πρόληψη διαρροής αποβλήτων (Sanches et al., 2020). Η ασφαλής διαχείριση των απορριμμάτων που προέρχονται από πλοία εξαρτάται επίσης από το κατά πόσο είναι επαρκείς οι

λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων και κατά πόσο αυτές οι εγκαταστάσεις είναι ενσωματωμένες ή σχετίζονται με ευρύτερα δίκτυα διαχείρισης αποβλήτων (Arguello, 2020). Αξίζει να σημειωθεί ότι απόβλητα παράγονται και ως μέρος των λιμενικών εργασιών. Τα λιμάνια λοιπόν ενδέχεται να συνδυάσουν απόβλητα που προέρχονται από τα πλοία με απόβλητα που προέρχονται από την ίδια την περιοχή του λιμανιού (Sanches et al., 2020).

Σχεδόν όλα τα λιμάνια της Ευρώπης διαθέτουν έναν ειδικό/υπεύθυνο περιβάλλοντος και αειφορίας με συγκεκριμένες αρμοδιότητες για την τήρηση των εξωτερικών προτύπων και τη συντήρηση της εσωτερικής ποιότητας (Puig et al., 2022). Ο τρόπος με τον οποίο τα λιμάνια ενσωματώνονται σε τοπικά, περιφερειακά και διεθνή δίκτυα και συστήματα υποδηλώνει ότι υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εμπλεκόμενων στη λιμενική διαχείριση, συμπεριλαμβανομένων των λιμενικών αρχών, των δημοτικών αρχών, ναυτιλιακών εταιρειών, εταιρειών logistics, χρηματοοικονομικών εταιρειών, εργαζομένων και συνδικάτων, χειριστών εμπορευματοκιβωτίων, εταιρειών τεχνολογίας, και άλλων (D'Amico et al., 2021). Οι ευρείες συνδέσεις των λιμανιών τους παρέχουν αυτόματα ευκαιρίες ώστε να διαδραματίσουν ισχυρό ρόλο στην ανάπτυξη μιας κυκλικής οικονομίας (Karimpour et al., 2019). Οι πολλοί τρόποι με τους οποίους τα λιμάνια μπορούν να συμβάλουν στη βιωσιμότητα έχουν οδηγήσει στην εισαγωγή της έννοιας ενός «πράσινου λιμανιού» που συνδυάζει προσπάθειες αειφορίας του περιβάλλοντος με συνεχή οικονομική ανάπτυξη και επέκταση, και κοινωνικούς προβληματισμούς (Di Vaio et al., 2019).

Οι λιμένες ανά τον κόσμο έχουν αναπτύξει διάφορα πρότυπα ώστε να αποδείξουν τη συνεχή δέσμευσή τους για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών τους επιδόσεων. Το Λιμενικό Σύστημα Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης (Port Environmental Review System) «EcoPorts» αναπτύχθηκε από τα λιμάνια για να χρησιμεύσει ως ένα κοινό περιβαλλοντικό πρότυπο διαχείρισης. Το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου της Ε.Ε. (EMAS – Eco-Management and Audit Scheme) αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ενώ ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Λιμένων (European Seaport Organisation) διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των χωρών. Η Αμερικανική Ένωση Λιμενικών Αρχών (American Association of Port Authorities) διευκολύνει επίσης τη συνεργασία μεταξύ των πολιτειών έχοντας δημιουργήσει και εκείνη έναν οδηγό περιβαλλοντικής διαχείρισης. Η Διεθνής Ένωση Λιμένων (International Association of Ports and Harbours) έχει συνεργαστεί με τον οργανισμό «World Port Climate Initiative» για τη θέσπιση περιβαλλοντικών κατευθυντήριων γραμμών και τη δημιουργία του Παγκόσμιου Προγράμματος Αειφορίας Λιμένων (World Ports Sustainability Program). Τέλος, άλλες διεθνείς ομάδες είναι η Παγκόσμια Ένωση για τις Υδάτινες Μεταφορές Υποδομών (World Association for Waterborne Transport Infrastructure) και το Διεθνές Ινστιτούτο για Αειφόρους Θαλάσσιους Λιμένες (International Institute for Sustainable Seaports) (Alamouh et al., 2021).

Λιμενικά τέλη

Οι λιμένες μπορεί να έχουν διάφορα και διαφορετικά συστήματα, αλλά έχουν συνολική ευθύνη για τη νομική συμμόρφωση προς την Ε.Ε., όπου τα τέλη για τα απόβλητα πλοίων είναι υποχρεωτικά σύμφωνα με την Οδηγία 59/2000/ΕΚ (αργότερα αντικαταστάθηκε από την Οδηγία 2019/883) για τις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων. Τα λιμενικά τέλη είναι άκρως απαραίτητα για τις λιμενικές εγκαταστάσεις

υποδοχής αποβλήτων προκειμένου να εξασφαλίσουν την εύρυθμη λειτουργία τους. Καθώς χρειάζεται να καλύψουν λειτουργικά και διοικητικά κόστη, κόστη για τη διαχείριση των αποβλήτων αλλά και κόστη για την εκπαίδευση του προσωπικού. Περισσότερα από τα μισά λιμάνια που ερευνήθηκαν στην Ευρώπη έχουν ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης, και ακόμη περισσότερα περιλαμβάνουν θέματα περιβάλλοντος στα γενικά προγράμματα εισαγωγής (Puig et al., 2022). Ταυτόχρονα, η θέσπιση ενός συστήματος χρεώσεων μπορεί να είναι περίπλοκη, καθώς πρέπει να ισορροπεί έναντι των κινδύνων που συνεπάγεται η ενθάρρυνση της εκφόρτωσης αποβλήτων στη θάλασσα και η αποθάρρυνση της διάθεσής τους στη στεριά. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι χρέωσης, ένα απλό σύστημα πληρωμής ανά χρήση είναι συνηθισμένο και μπορεί να ενθαρρύνει τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων (Sanchez et al., 2020). Πρόκειται για την αρχή «Ο ρυπαίνων πληρώνει» την οποία έχει ακολουθήσει και η Ε.Ε., και η οποία στοχεύει στο να διασφαλίσει ότι τα αρνητικά εξωτερικά κόστη πληρώνονται από όσους τα προκαλούν.

Γενικά, η ανάκτηση κόστους για το λιμάνι μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω άμεσων ή έμμεσων τελών, ή μιας συνδυασμένης προσέγγισης. Τα άμεσα τέλη έχουν το πλεονέκτημα του άμεσου συσχετισμού μεταξύ του κόστους των αποβλήτων και της παραγωγής αποβλήτων. Είναι ένα απλό σύστημα που μπορεί να χειριστεί εύκολα μεταξύ συλλεκτών αποβλήτων και πλοίων. Ωστόσο, ο συσχετισμός των τελών αποβλήτων με τα απόβλητα που συλλέγονται ενθαρρύνει την εκφόρτωση αποβλήτων σε άλλο μέρος όπου η διάθεση θα κόστιζε λιγότερο, είτε σε λιμάνια με χαμηλότερα τέλη λόγω λιγότερο αποτελεσματικών διαδικασιών, είτε με άμεση εκφόρτωση στον ωκεανό. Η απλότητα μπορεί επίσης να οδηγήσει σε έλλειψη διαφάνειας, λόγω του χαμηλού αριθμού των εμπλεκόμενων μερών, που μπορεί να μην περιλαμβάνει καν τις αρχές του λιμανιού. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση 100% άμεσων τελών οδηγεί σε λιγότερη εκφόρτωση αποβλήτων στα λιμάνια (Arguello, 2020), υποδεικνύοντας ότι τα απόβλητα διοχετεύονται αναρμόδια σε άλλη τοποθεσία. Τα έμμεσα τέλη αποβλήτων δεν έχουν άμεσο σύνδεσμο μεταξύ του όγκου των αποβλήτων και των τελών αποβλήτων. Συχνά, χρεώνονται με ένα καθορισμένο κόστος για όλα τα εισερχόμενα πλοία, ανεξαρτήτως της αναμενόμενης χρήσης των εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων (τέτοια τέλη δεν καλύπτουν τα υπολείμματα φορτίου τα οποία χειρίζονται διαφορετικά σύμφωνα με τη MARPOL). Η χρήση έμμεσων τελών μειώνει τα κίνητρα για παράνομη ή ανεπαρκή εκφόρτωση λόγω του κόστους που έχει ήδη καταβληθεί στα λειτουργικά έξοδα του πλοίου. Αυτό παρέχει επίσης ένα προβλέψιμο επίπεδο εσόδων για την εταιρεία διαχείρισης αποβλήτων και προβλέψιμα τέλη για τα πλοία, βελτιώνοντας τον σχεδιασμό και μειώνοντας τα πιθανά διοικητικά κόστη που απαιτούνται για την προσαρμογή των πληρωμών για κάθε εισερχόμενο πλοίο ή κάθε επίσκεψη σε λιμάνι. Ωστόσο, από τη στιγμή που ο όγκος των αποβλήτων που παράγονται δεν επηρεάζει τα τέλη καταβολής, η πίεση προς τις πλοιοκτήτριες εταιρείες να περιορίσουν τα περιττά παραγόμενα απόβλητα, μειώνεται. Τέλος, τα συνδυασμένα τέλη προσπαθούν να ισορροπήσουν τα διάφορα κίνητρα και αποθαρρύνσεις για τα πλοία που εισέρχονται σε λιμάνια. Ένα σύστημα ανταμοιβής για την εκφόρτωση αποβλήτων στα λιμάνια μπορεί να είναι χρήσιμο σε ορισμένα σενάρια, όπως στον αλιευτικό κλάδο (Sanchez et al., 2020). Για παράδειγμα το λιμάνι της Αμβέρσας προσφέρει εκπτώσεις στα λιμενικά τέλη σε πράσινα πλοία που προσεγγίζουν τις εγκαταστάσεις τους (Port of Antwerp, 2019).

Συστήματα ελέγχου και δείκτες απόδοσης

Η αποδοτικότητα ενός λιμανιού, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποβλήτων, ενισχύεται με τη συμπερίληψη αποτελεσματικών καθεστώτων παρακολούθησης (monitoring) και μέτρων επιβολής, τα οποία καταγράφουν παραβάσεις και μειώνουν τη θαλάσσια και γενικά την περιβαλλοντική ρύπανση (Arguello, 2020). Η ψηφιοποίηση, η ανάπτυξη νέων λογισμικών και γενικά καινοτομίες στην υποδομή πληροφορικής των λιμένων, καθώς και τα προγράμματα/συστήματα παρακολούθησης απαιτούν συγκεκριμένους δείκτες απόδοσης για να είναι αποτελεσματικά. Υπάρχουν πολλά πλαίσια για διάφορους δείκτες απόδοσης, όπως το “Balanced Scorecard” (BSC), τα οποία επιτρέπουν την αξιολόγηση πολλών δεικτών πέραν των οικονομικών, επιτρέποντας μια πιο ολιστική αξιολόγηση της στρατηγικής που ακολουθείται από έναν οργανισμό και της ανάπτυξής του (Di Vaio et al., 2019).

Τα λιμάνια χρειάζονται αξιόπιστες ψηφιακές διαδικασίες για να εκσυγχρονιστούν και να γίνουν πράσινα και ανταγωνιστικά. Τέτοια συστήματα βοηθούν στο να ενθαρρύνουν τα πλοία και να εξασφαλίσουν ότι παραδίδουν τα απόβλητά τους επαρκώς. Τα ψηφιακά εργαλεία διευκολύνουν επίσης τις ενημερώσεις για τα απόβλητα, καθώς και την παροχή μιας πιο ακριβούς εικόνας των αποβλήτων που φτάνουν και φεύγουν. Αυτό μπορεί να είναι μεγάλο πλεονέκτημα για την ίδρυση μιας πιο κυκλικής οικονομίας (D’Amico et al., 2021). Υπάρχουν παγκόσμια συστήματα για την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα απόβλητα, όπως το «Union Maritime Information and Exchange System» (SafeSeaNet), και η ηλεκτρονική βάση δεδομένων GISIS του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) (Arguello, 2020). Με την ανάπτυξη νέων λογισμικών οι λιμένες έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν ελέγχους σε πραγματικό χρόνο (π.χ. για την ποιότητα του νερού) και να μοιράζονται πληροφορίες ολοκληρωμένα και στοχευμένα (Di Vaio et al., 2019), (D’Amico et al., 2021). Η καινοτομία παίζει επίσης μεγάλο ρόλο στα λιμάνια, ειδικά σε σχέση με την υποδομή της πληροφορικής για την υποστήριξη κάθε είδους λιμενικών δραστηριοτήτων, καθώς μπορεί να δημιουργήσει νέους τρόπους συλλογής, ενσωμάτωσης και ανάλυσης δεδομένων από πληθώρα λιμενικών δραστηριοτήτων (Di Vaio et al., 2019).

4.1 Λιμενική Αρχή Πειραιά (PPA – Piraeus Port Authority)

Το λιμάνι του Πειραιά διαθέτει από τις ευνοϊκότερες γεωγραφικές θέσεις λιμένων στη Μεσόγειο και στην Ευρώπη. Η Λιμενική Αρχή Πειραιά με βάση τις αρχές της βιωσιμότητας και προστασίας του περιβάλλοντος εφαρμόζει ένα ενσωματωμένο σύστημα διαχείρισης ποιότητας και περιβάλλοντος σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προτύπων ISO 9001:2015 και ISO 14001:2015, ώστε να αποφευχθούν ζητήματα που θα έχουν επίπτωση στο περιβάλλον από τις λιμενικές δραστηριότητες, όπως είναι η ποιότητα του νερού στην περιοχή του λιμανιού, ο θόρυβος και η ποιότητα του αέρα.

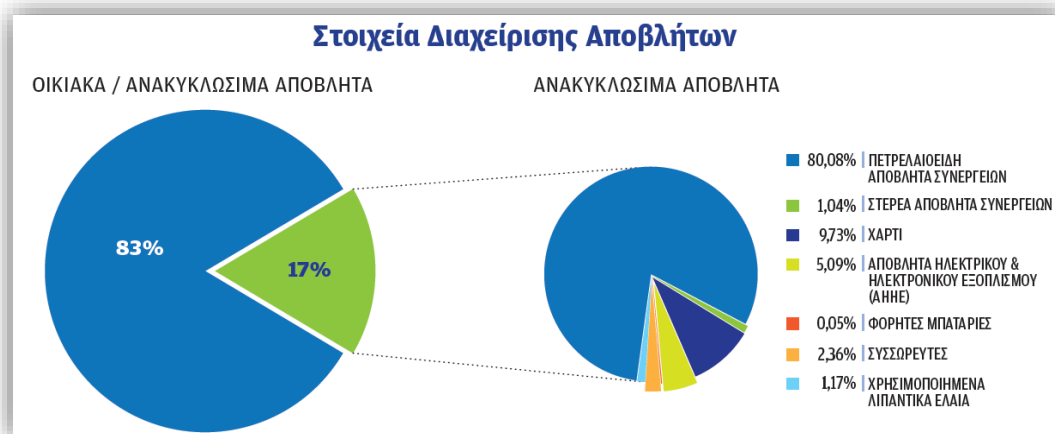
Η Λιμενική Αρχή Πειραιά έχει συντάξει και εφαρμόζει μια περιβαλλοντική πολιτική ακολουθώντας πιστά την εθνική και ευρωπαϊκή περιβαλλοντική νομοθεσία, καθώς και τους διεθνείς περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των λιμενικών δραστηριοτήτων έχει σχεδιάσει ένα συγκεκριμένο μηχανισμό, ο οποίος αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Περιβαλλοντικό πρότυπο διαχείρισης
- Προγράμματα ελέγχου ποιότητας περιβάλλοντος
- Σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων πλοίων
- Σχέδιο προετοιμασίας και ετοιμότητας για τη ρύπανση και σχέδιο εκτάκτου ανάγκης

Το λιμάνι του Πειραιά έχει ενταχθεί στο δίκτυο “Ecoports” από το 2011. Το συγκεκριμένο δίκτυο αποτελείται από Ευρωπαϊκά λιμάνια που έχουν αυτό-αξιολογήσει την περιβαλλοντική τους απόδοση σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Οργανισμού Ευρωπαϊκών Θαλασσών & Λιμένων “ESPO” (European Sea Ports Organization), και πιο συγκεκριμένα τη Μέθοδο Αυτοδιάγνωσης Ecoport “SDM” (Ecoport Self Diagnosis Method). Τα κριτήρια αξιολόγησης που καθορίζονται από το ESPO είναι βασισμένα στις βασικές απαιτήσεις διεθνών περιβαλλοντικών προτύπων, όπως το ISO 14001 που αναφέρθηκε και παραπάνω, και στο Περιβαλλοντικό Σύστημα Αξιολόγησης Λιμένων “PERS” (Port Environmental Review System). Η οργάνωση του περιβαλλοντικού συστήματος διαχείρισης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του PERS πιστοποιείται από τον ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης “Lloyd’s Register” (Dimitrios Spyrou et al., 2019).



Εικόνα 4: Επιμερισμός Κόστους Περιβαλλοντικών Δράσεων στο Λιμάνι του Πειραιά (ΟΛΠ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ)



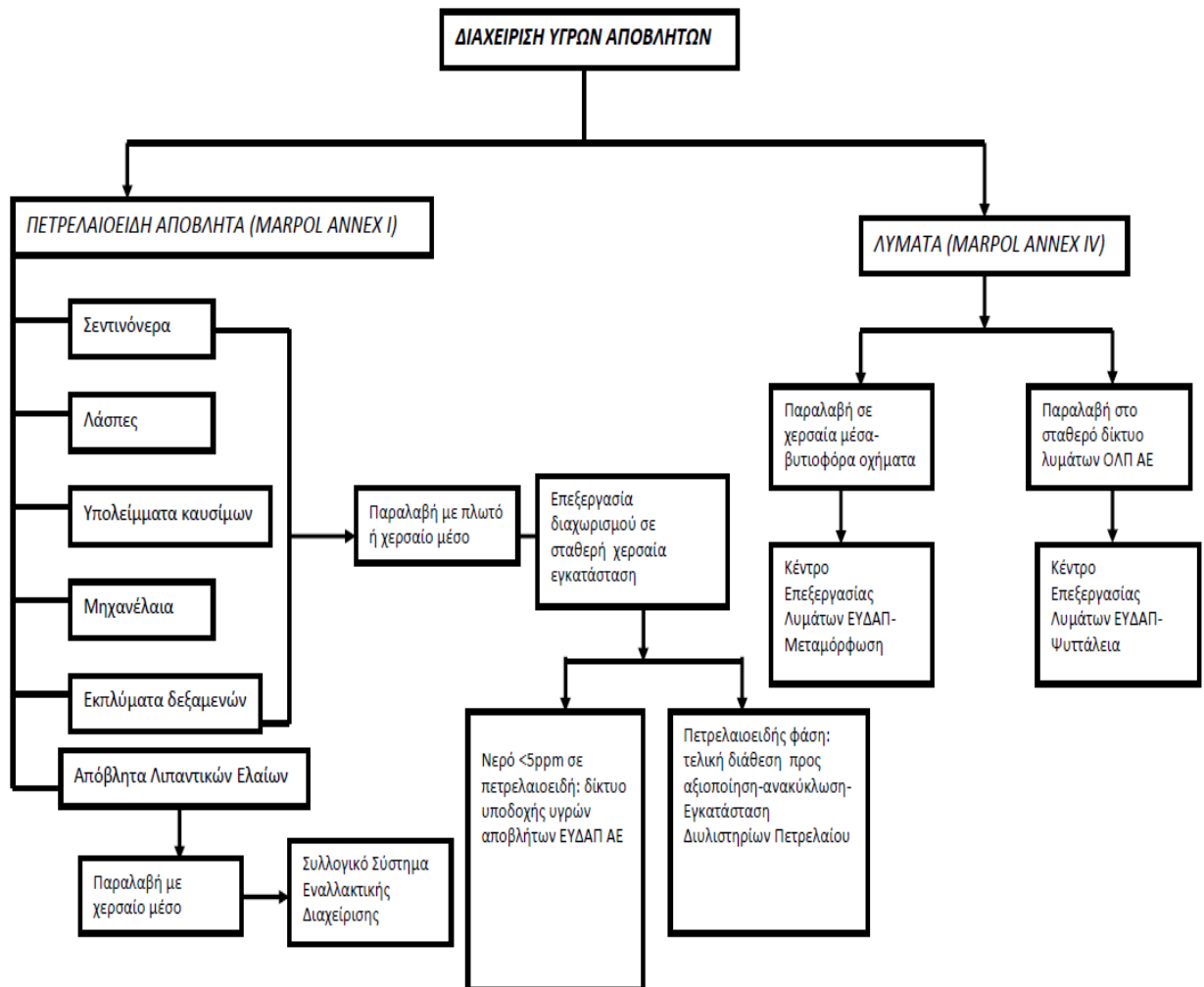
Εικόνα 5: Στοιχεία Διαχείρισης Αποβλήτων στο λιμάνι του Πειραιά (ΟΛΠ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ)

4.1.1 Σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων πλοίων λιμενικής αρχής Πειραιά

Όπως υποχρεούνται όλοι οι λιμένες, έτσι και ο ΟΛΠ ΑΕ (Οργανισμός Λιμένος Πειραιώς) έχει συντάξει και εφαρμόζει το δικό του Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων Πλοίων, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/59/ΕΚ και αργότερα με την Οδηγία 2019/883 για τις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων πλοίων και για τα υπολείμματα φορτίου, όπως προβλέπεται και στην Ελληνική νομοθεσία με την ΚΥΑ 8111.1/41/09, και κυρίως όπως ορίζεται στη Διεθνή Σύμβαση της MARPOL. Μέσω αυτού του Σχεδίου ο ΟΛΠ ΑΕ στοχεύει στη μείωση των εκπομπών αποβλήτων στη θάλασσα, και ιδιαίτερα των παράνομων εκπομπών αποβλήτων και υπολειμμάτων φορτίου από πλοία που ελλιμενίζονται εκεί, και στην ενίσχυση της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με τον συνεχή εκσυγχρονισμό των λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων του Πειραιά, οι οποίες είναι ικανές να καλύψουν τις ανάγκες όλων των τύπων πλοίων που επισκέπτονται, καταπλέουν ή/και λειτουργούν στην περιοχή δικαιοδοσίας του ΟΛΠ, χωρίς καθυστέρηση στο χρόνο εκφόρτωσης. Κατά τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων λαμβάνεται υπόψη ο τύπος των πλοίων που πλησιάζουν την περιοχή του λιμανιού, οι λειτουργικές ανάγκες αυτών, ο τύπος και η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων και υπολειμμάτων φορτίου αυτών των πλοίων, προκειμένου να εξασφαλιστεί η επαρκής και πιο αποδοτική λειτουργία των εγκαταστάσεων υποδοχής. Οι διατάξεις του παρόντος Σχεδίου έχουν εφαρμογή σε όλα τα πλοία που προσεγγίζουν την λιμενική ζώνη του Πειραιά, ανεξαρτήτως της σημαίας που φέρουν. Εξαιρούνται μόνο τα πολεμικά πλοία, τα βοηθητικά σκάφη και άλλα κρατικά σκάφη ή σκάφη που τα οποία εκμεταλλεύεται το κράτος για κυβερνητική μη εμπορική υπηρεσία. Τα πλοία αυτά μπορούν να παραδίδουν τα απόβλητά τους στις λιμενικές εγκαταστάσεις του ΟΛΠ εφόσον είναι εφικτό. Ο ΟΛΠ συνεργάζεται μέσω των αντίστοιχων συμβάσεων με εξουσιοδοτημένες από τον ίδιο εταιρείες με σκοπό την παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών παραλαβής και διαχείρισης αποβλήτων πλοίων που επιλέγουν να παραδώσουν τα απόβλητά τους στο λιμάνι. Τέλος, αναφορικά με τον τύπο των αποβλήτων, στο Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων Πλοίων του λιμένα Πειραιά τα απόβλητα και τα υπολείμματα φορτίου κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση MARPOL 73/78 που έχει αναφερθεί στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας έρευνας (Dimitrios Spyrou et al., 2019), (ΟΛΠ ΑΕ, 2019).

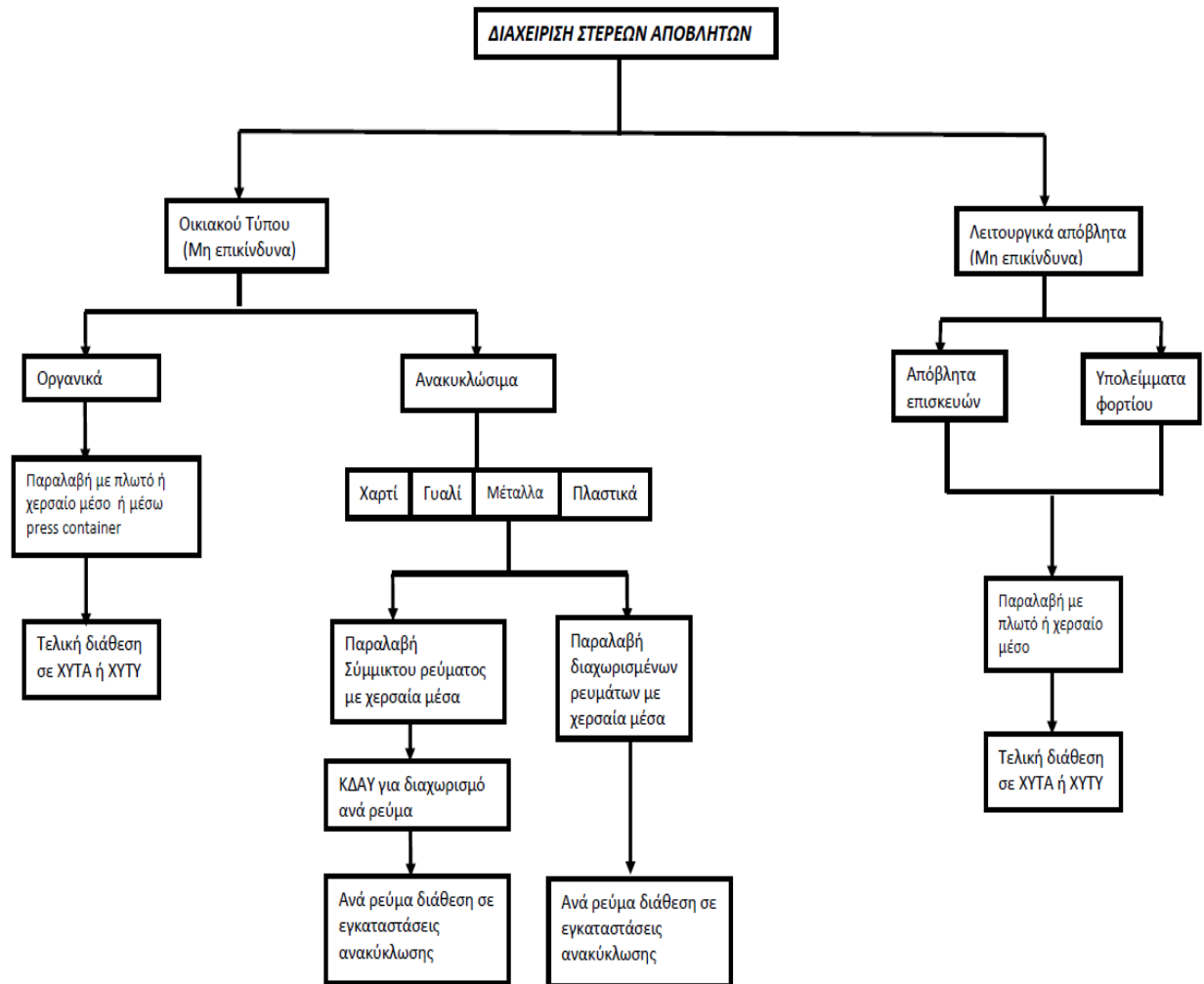
Παράλληλα για τη βέλτιστη αντιμετώπισή τους, οι λιμενικές εγκαταστάσεις χωρίζουν τη διαχείριση των αποβλήτων σε δύο ομάδες:

1. Διαχείριση υγρών αποβλήτων

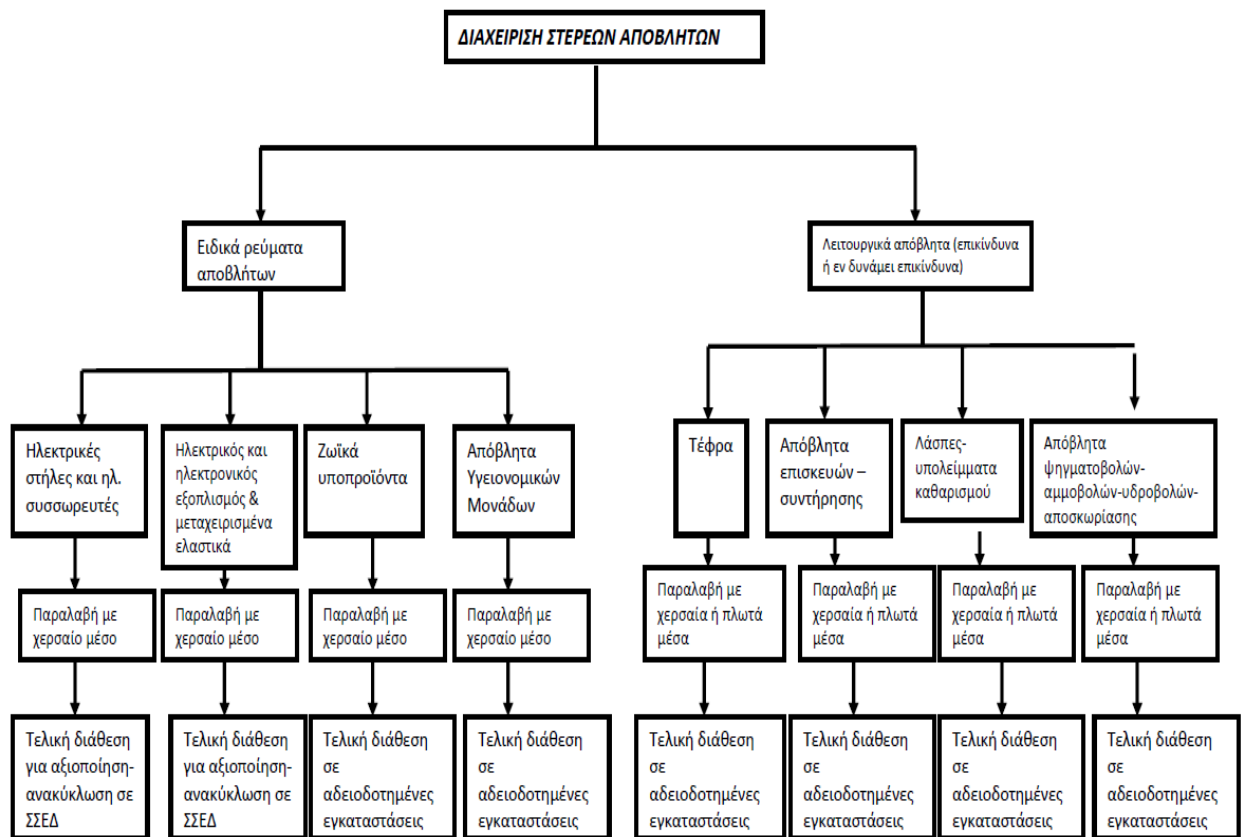


Εικόνα 6: Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση υγρών αποβλήτων στο λιμάνι του Πειραιά (ΟΛΠ ΑΕ, 2019)

2. Διαχείριση στερεών αποβλήτων



Εικόνα 7: Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων στο λιμάνι του Πειραιά (1) (ΟΛΠ ΑΕ, 2019)



Εικόνα 8: Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων στο λιμάνι του Πειραιά (2) (ΟΛΠ ΑΕ, 2019)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω σε κάθε λιμένα υπάρχει το σύστημα καταβολής τελών με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία του. Πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία εάν ένα πλοίο δεν παραδώσει τα απόβλητά του σε έναν λιμένα, αυτό δε σημαίνει ότι δε θα καταβάλει τα λιμενικά τέλη, αφού τα πλοία που καταπλέουν σε λιμένες καταβάλλουν έμμεσο τέλος, ανεξαρτήτως της παράδοσης αποβλήτων στη λιμενική εγκατάσταση παραλαβής με στόχο να παρέχεται στα πλοία κίνητρο να παραδίδουν τα απόβλητά τους και όχι να τα απορρίπτουν στη θάλασσα. Τέλος, προκειμένου να παρασχεθεί μέγιστο κίνητρο για την παράδοση αποβλήτων του παραρτήματος V της σύμβασης MARPOL πλην των καταλοίπων φορτίου, δεν επιβάλλεται άμεσο τέλος για τα απόβλητα αυτά, προκειμένου να διασφαλίζεται δικαίωμα παράδοσης χωρίς πρόσθετες χρεώσεις βάσει του όγκου των παραδιδόμενων αποβλήτων, εκτός όταν αυτός ο όγκος υπερβαίνει τη μέγιστη ικανότητα αποθήκευσης αποβλήτων (ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ, 2021). Στο λιμάνι του Πειραιά εφαρμόζεται αντίστοιχο σύστημα τελών και τιμολογίων το οποίο ακολουθεί το μοντέλο ότι όλα τα πλοία οφείλουν να συνεισφέρουν σημαντικά στο κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων μέσω της καταβολής τελών, ανεξάρτητα εάν κάνουν χρήση των εγκαταστάσεων ή όχι. Έτσι, παρέχεται κίνητρο στα πλοία για να παραδίδουν τα απόβλητά τους στις οργανωμένες λιμενικές εγκαταστάσεις αντί να τα απορρίπτουν στη θάλασσα (ΟΛΠ ΑΕ, 2019).

Κεφάλαιο 5: Καλές πρακτικές στον τομέα διαχείρισης αποβλήτων πλοίων

Αναγνωρίζοντας τη σημασία ανάπτυξης βιώσιμων λύσεων και πρακτικών, οι αρχές των λιμένων ανά τον κόσμο εξετάζουν ενεργά καινοτόμες προσεγγίσεις για τη μείωση του περιβαλλοντικού τους αποτυπώματος και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποβλήτων. Αυτή η μετάβαση απαιτεί μια απόκλιση από το γραμμικό κύκλο εκμετάλλευσης πόρων και διάθεσης αποβλήτων προς μια κυκλική οικονομία με έμφαση στη βελτιστοποίηση των πόρων και τον έλεγχο της εκπομπής ρύπων στο θαλάσσιο περιβάλλον, όπου τα απόβλητα επαναχρησιμοποιούνται σε οικονομικά βιώσιμα προϊόντα τα οποία ενσωματώνονται στη διαδικασία παραγωγής.

5.1 Πρακτικές λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων

Κάθε λιμάνι έχει μια μοναδική λύση για τη διαχείριση αποβλήτων, βασισμένη στην ιδιαίτερη κατάστασή του. Παρακάτω ακολουθούν παραδείγματα καλών πρακτικών που εφαρμόζονται σε μεγάλους Ευρωπαϊκούς λιμένες, με πρώτο τον λιμένα του Πειραιά.

Λιμάνι του Πειραιά (Ελλάδα)

Η Λιμενική Αρχή του Πειραιά έχει όπως όλα τα μεγάλα και σημαντικά λιμάνια το δικό της τμήμα για την υποδοχή των αποβλήτων των πλοίων. Έχει επίσης τερματικό μόνο για τα κρουαζιερόπλοια όπου εκεί εφαρμόζεται μια καινοτόμος τεχνολογία για τις υπηρεσίες υποδοχής λυμάτων. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτήν την λιμενική περιοχή λειτουργεί ένα μόνιμο δίκτυο λυμάτων όπου τα κρουαζιερόπλοια που ελλιμενίζονται μπορούν να εκφορτώσουν τα λύματά τους συνδεδεμένα σε αυτό το μόνιμο δίκτυο, το οποίο συνδέεται με το αστικό δίκτυο λυμάτων με τελικό αποδέκτη απευθείας το Κέντρο Επεξεργασίας αστικών Λυμάτων στην Ψυττάλεια (ΚΕΛΨ) της Αθήνας. Αυτό το μόνιμο λιμενικό δίκτυο υποδοχής λυμάτων κατασκευάστηκε για να καλύψει τις αυξημένες ανάγκες των κρουαζιερόπλοιων που επισκέπτονταν το λιμάνι του Πειραιά κατά τους Ολυμπιακούς Αγώνες της Αθήνας το 2004. Έκτοτε πολλά κρουαζιερόπλοια έχουν επωφεληθεί της χρήσης του καθώς προσφέρει εξοικονόμηση στο χρόνο εκφόρτωσης, εξοικονόμηση ενέργειας και καυσίμων, μείωση των εκπομπών αέριων και αποφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης, σε σύγκριση με την παράδοση των λυμάτων από κρουαζιερόπλοια με τη χρήση βυτιοφόρων (Dimitrios Spyrou et al., 2019).



Εικόνα 9: Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (ΚΕΛΨ) (Περιβαλλοντικό Παρατηρητήριο Ελλάδος, χ.χ.)

🇧🇪 Λιμάνι της Αμβέρσας (Βέλγιο)

Το λιμάνι της Αμβέρσας (Antwerp) είναι το μεγαλύτερο λιμάνι στο Βέλγιο και το δεύτερο μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης μετά το Ρότερνταμ στην Ολλανδία. Το συγκεκριμένο λιμάνι θέτει ετήσια υψηλούς στόχους για την υιοθέτηση καλών πρακτικών και τη στροφή σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Ασχολείται με τη μείωση των αέριων εκπομπών του αζώτου (NO_x), του διοξειδίου του θείου (SO_2) και των σωματιδίων PM_{10} που προκαλούν ατμοσφαιρική ρύπανση κατά τις λειτουργικές δραστηριότητές του. Επενδύει στις εναλλακτικές πηγές ενέργειας με τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, της βιομάζας και του βιοαερίου και στοχεύει σε λιγότερες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Προσφέρει επίσης το εναλλακτικό καύσιμο LNG από το 2013, ενώ υποστηρίζει τη χρήση υδρογόνου, μεθανόλης και ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτές είναι μόνο μερικές από τις πρακτικές που εφαρμόζει γενικά αυτός ο λιμένας.



Εικόνα 10: Λιμάνι της Αμβέρσας (Port of Antwerp, 2019)

Πιο συγκεκριμένα και αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων, το λιμάνι της Αμβέρσας έχει θέσει ως στόχο το μηδενικό τόνο απομεινάντων αποβλήτων ή αλλιώς των «plastic pellets», ώστε να γίνει πλήρως κυκλικός στις πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων του. Αναγνωρίζει ότι είναι ο κορυφαίος κόμβος στην Ευρώπη για την παραγωγή, τον χειρισμό και τη διανομή πλαστικών pellets, τα οποία είναι το βασικό προϊόν για πλαστικά μιας χρήσης, αλλά και για πολλές εφαρμογές βιώσιμων πλαστικών. Το 2017 ωστόσο υπήρξε το πρώτο ευρωπαϊκό λιμάνι που υπέγραψε το πρόγραμμα «Operation Clean Sweep», το οποίο είναι μια πρωτοβουλία της «PlasticsEurope» για την πρόληψη των απορριμμάτων από το να φτάσουν στο θαλασσινό νερό. Στο πλαίσιο της επιχείρησης «zero pellet loss» ρυθμίστηκε και η πλατφόρμα «Zero Pellet», όπου συνεργάτες από διάφορους τομείς όπως τομείς της βιομηχανίας, των logistics και των μεταφορών ενώνουν τις δυνάμεις τους για να αποτρέψουν τους μικρούς κόκκους πλαστικού από την πολυμερή αλυσίδα να εισαχθούν στο νερό ή σε άλλα μέρη που δεν ανήκουν. Η εβδομαδιαία παρακολούθηση μέσω του αντίστοιχου συστήματος αναδεικνύει την παρουσία της ρύπανσης και που πρέπει να ληφθούν μέτρα. Τέλος, από το 2017 έχουν οργανωθεί μεγάλες δραστηριότητες καθαρισμού ανά τακτικά χρονικά διαστήματα. Το 2017, το 2018 και το πρώτο τρίμηνο του 2019, έχουν απομακρυνθεί 3,4 τόνοι, 3,3 και 3,3 τόνοι pellets αντίστοιχα από το περιβάλλον (Port of Antwerp, 2019).

Λιμάνι της Βαρκελώνης (Ισπανία)

Η εταιρεία Tradebe με εγκαταστάσεις διαχείρισης αποβλήτων στο λιμάνι της Βαρκελώνης έχει ερευνήσει τρόπους για τη μετατροπή των υδρογονανθράκων από τα πλοία σε ένα επαναχρησιμοποιήσιμο προϊόν υψηλής ποιότητας. Αναλαμβάνουν τη διαχείριση και μετατροπή των υδρογονανθράκων αποβλήτων (που αποτελούνται από 80% νερό, 20% υδρογονάνθρακες και 5% ιλύς) από τα πλοία που καταπλέουν στο λιμάνι. Η δραστηριότητά της ξεκίνησε με τη συλλογή 3.000 m³ αποβλήτων ετησίως που παρήγαγαν τα κρουαζιερόπλοια, έναν όγκο που αυξήθηκε τη σημερινή εποχή στα 85.000 m³ από όλους τους τύπους πλοίων. Ενώ, έχει επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών

CO₂ κατά περισσότερο από 60.000 μετρικούς τόνους ετησίως. Είναι μάλιστα το πρώτο εργοστάσιο στον συγκεκριμένο κλάδο που απέκτησε πιστοποίηση ISCC το 2019, η οποία εγγυάται τη βιωσιμότητα της διαδικασίας και ελαχιστοποιεί το αποτύπωμα άνθρακα (PierNext, 2021).



Εικόνα 11: Εργοστάσιο επεξεργασίας βιομηχανικών ναυτιλιακών αποβλήτων της Tradebe στο λιμάνι της Βαρκελώνης (TRADEBE, 2020)

Η τεχνολογία τους, Tradebe Green Fuel (TGF), είναι ένα καινοτόμο θαλάσσιο καύσιμο που προέρχεται από ανομογενή πετρελαικά απόβλητα, παρουσιάζοντας έναν κυκλικό τρόπο ανάκτησης όπου η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται σημαντικά σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους ανάκτησης. Αυτή η καινοτόμα λύση αντιμετωπίζει όχι μόνο το ενδεχόμενο έλλειμμα θαλάσσιων καυσίμων, αλλά μειώνει επίσης την παραγωγή αποβλήτων, ενώ συμβάλλει σημαντικά και στη μείωση των εκπομπών CO₂ σε σύγκριση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα (TRADEBE, 2021). Τα απόβλητα μέσω μιας φυσικο-χημικής διαδικασίας χωρίζονται σε φάσεις που υποβάλλονται σε ξεχωριστή επεξεργασία και διυλίζονται προκειμένου να παραχθεί ένα ανακυκλωμένο καύσιμο που περιλαμβάνει τις παραμέτρους του αρχικού, έτσι ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί (TRADEBE, χ.χ.).

Λιμάνι της Μασσαλίας (Γαλλία)

Το ερευνητικό έργο VASCO ξεκίνησε το 2015 από το λιμάνι της Μασσαλίας (Marseille). Πρόκειται για ένα σύγχρονο και «πράσινο» έργο το οποίο δοκιμάζει διάφορες χημικές διαδικασίες για να λάβει μικροφύκη (microalgae) από βιομηχανικά αέρια όπως το CO₂ με σκοπό τη μετατροπή τους σε βιοκαύσιμα (PierNext, 2021). Αξίζει να σημειωθεί ότι να σημειωθεί ότι οι λεπτομέρειες της διαδικασίας μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με την τεχνολογία και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται. Σε ένα γενικότερο πλαίσιο ωστόσο ισχύουν τα ακόλουθα:

Δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα από βιομηχανικές πηγές →

Το CO₂ εισάγεται σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον για την καλλιέργεια των μικροφυκών, καθώς είναι φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί που μπορούν να χρησιμοποιούν το CO₂ ως πηγή άνθρακα για την ανάπτυξή τους →

Μετατροπή μικροφυκών σε βιομάζα και συλλογή τους →

Επεξεργασία και εξαγωγή πολύτιμων συστατικών όπως λιπίδια (έλαια) τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε βιοκαύσιμα (βιοντίζελ)

🇳🇱 Λιμάνι του Άμστερνταμ (Ολλανδία)

Το Λιμάνι του Άμστερνταμ στοχεύει επίσης προς ένα πρότυπο κυκλικής οικονομίας, έχοντας επικεντρωθεί στα πλαστικά. Το 2018, η IGE Solutions Amsterdam BV ξεκίνησε την κατασκευή μιας εγκατάστασης που θα μετατρέψει ετησίως 33.000 μετρικούς τόνους μη ανακυκλώσιμων πλαστικών σε 35 εκατομμύρια λίτρα καθαρών καυσίμων, τα οποία εκπέμπουν 80% λιγότερο CO₂ από το συνηθισμένο ντίζελ. Η εγκατάσταση θα χρησιμοποιεί τεχνολογία πυρόλυσης για την παραγωγή βενζίνης και ντίζελ που θα πωλούνται σε λιμενικές εταιρείες για θαλάσσιες και επίγειες μεταφορές. Περιλαμβάνει επίσης την παραγωγή ναφθαλίνης για την κατασκευή βιώσιμων πλαστικών (PierNext, 2021).

Προγραμματισμένο να ξεκινήσει τη λειτουργία του εντός του 2024, το εργοστάσιο Advanced Methanol Amsterdam (AMA) της GIDARA Energy στο BioPark του λιμένα του Άμστερνταμ είναι ένα εργοστάσιο προηγμένων βιοκαυσίμων που θα μετατρέπει μη ανακυκλώσιμα απόβλητα σε προηγμένη μεθανόλη, προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση άνθρακα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Το εργοστάσιο αναμένεται να παράγει 87.500 τόνους μεθανόλης ετησίως, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών άνθρακα σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των οδικών μεταφορών, της ναυτιλίας και της αεροπορίας (px Group, χ.χ.).



Εικόνα 12: Σχεδιασμός εγκατάστασης Advanced Methanol Amsterdam (AMA) (GIDARA ENERGY, χ.χ.)

Τέλος, το ολλανδικό λιμάνι φιλοξενεί επίσης το κέντρο καινοτομίας Prodock, αφιερωμένο στη μελέτη καινοτόμων έργων κυκλικής οικονομίας που εφαρμόζονται σε λιμάνια (PierNext, 2021).

🚧 Λιμάνι του Ρότερνταμ (Ολλανδία)

Σε συνέχεια του παραπάνω έργου, εργοστάσιο βιοκαυσίμων με την ονομασία Advanced Methanol Rotterdam (AMR), πρόκειται να αποκτήσει και το λιμάνι του Ρότερνταμ. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία High-Temperature Winkler (HTW) το εργοστάσιο θα μετατρέπει μη ανακυκλώσιμα απορρίμματα σε προηγμένη μεθανόλη. Αναμένεται να είναι λειτουργικό το 2025, και να παράγει ετησίως 90.000 τόνους ανανεώσιμης μεθανόλης, επιτυγχάνοντας σημαντική μείωση των 350.000 τόνων ισοδύναμων CO₂. Το κυκλικό σύστημα στο AMR εξασφαλίζει την επαναχρησιμοποίηση όλων των παρένθετων προϊόντων, καθώς το CO₂ δεσμεύεται για τα τοπικά θερμοκήπια, τα υπολείμματα προϊόντος του πυθμένα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τσιμέντου, ενώ τα υποπροϊόντα όπως η αμμωνία και τα άλατα πωλούνται για άλλες βιομηχανικές χρήσεις, αλλά και για άλατα για τον δρόμο. Με δέσμευση στη βιωσιμότητα, το AMR ευθυγραμμίζεται με το όραμα του λιμανιού του Ρότερνταμ να γίνει ένα λιμάνι και βιομηχανικό συγκρότημα απαλλαγμένο από CO₂ έως το 2050. Η στρατηγική τοποθεσία του εργοστασίου εντός του λιμανιού – όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία – διευκολύνει μια ολοκληρωμένη αλυσίδα αξίας προϊόντων και το τοποθετεί ως βασικό παράγοντα στη μετάβαση προς πιο καθαρές, κυκλικές οικονομίες (GIDARA Energy, 2022).



Εικόνα 13: Σχεδιασμός Εγκατάστασης Εργοστασίου Advanced Methanol Rotterdam (AMR) (GIDARA ENERGY, χ.χ.)

5.2 Προτάσεις για το λιμάνι του Πειραιά

Με βάση τις καλές πρακτικές που εφαρμόζονται στο εξωτερικό για τη διαχείριση των αποβλήτων σε λιμενικό επίπεδο με στόχο την υιοθέτηση ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας αλλά και τη λειτουργία των λιμένων ως ανεξάρτητες μονάδες, με βάση τον υπάρχον σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων του ΟΛΠ ΑΕ αλλά και το «Σχέδιο Δράσης για Έναν Βιώσιμο με Χαμηλούς Ρύπους Λιμένα Πειραιά» που έχει δημοσιευτεί από την Λιμενική Αρχή Πειραιά (ΡΡΑ), διαπιστώνονται και προτείνονται τα ακόλουθα για το μεγαλύτερο λιμάνι της χώρας:

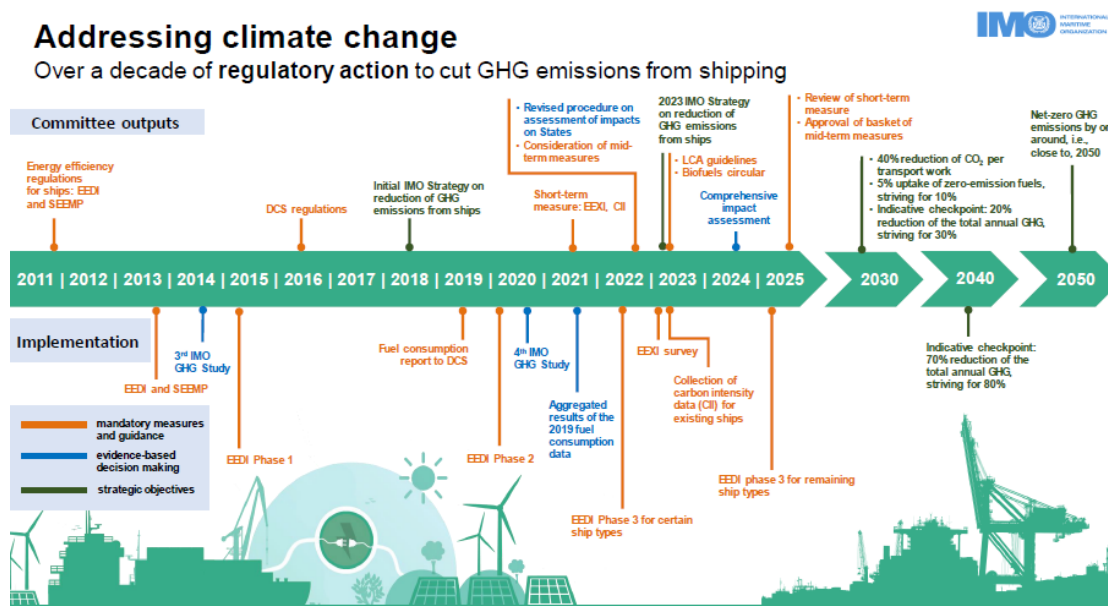
Πίνακας 14: Προτάσεις υιοθέτησης καλών πρακτικών για το λιμάνι του Πειραιά

Περιβαλλοντικές Ανάγκες	Υπάρχουσες Πρακτικές	Προτεινόμενες Δράσεις	Οφέλη	Ευκολία Εφαρμογής	Απόδοση	Πρακτικές στο Εξωτερικό
Ελαχιστοποίηση παραγωγής αποβλήτων	Επεξεργασία διαχωρισμού σε σταθερή χερσαία εγκατάσταση των ελαιωδών υπολειμμάτων/Νερό <math>< 5 ppm</math> σε πετρελαιοειδή: δίκτυο υποδοχής υγρών αποβλήτων ΕΥΔΑΠ ΑΕ	Χρήση ανακυκλώσιμου νερού Πότισμα τοπικής βλάστησης στην περιοχή Ικονίου Περάματος στη φυτοτεχνική διαμόρφωση χερσαίας ζώνης και στην πράσινη ταράτσα	Περιβαλλοντικά Οικονομικά Μείωση κατανάλωσης υδάτινων πόρων	Η εφαρμογή των δράσεων είναι σχετικά εύκολη	Χαμηλό κόστος Άμεση μεγάλη απόδοση	-
Διευκόλυνση της ανακύκλωσης - Παραγωγή βιοκαυσίμων	Ανά ρεύμα διάθεση σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης	Δημιουργία ειδικών εγκαταστάσεων συλλογής, αποθήκευσης και ανακύκλωσης αποβλήτων (χαρτί, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, ηλεκτρικές στήλες, ηλ. συσσωρευτές, ηλεκτρικός/ηλεκτρονικός εξοπλισμός, μεταχειρισμένα ελαστικά, κ.λπ.)	Περιβαλλοντικά Κοινωνικά	Απαιτείται εύρεση χώρου και κατάλληλος σχεδιασμός του έργου	Υψηλό κόστος (μέρος του μπορεί να χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε.) Μεγάλη απόδοση μακροπρόθεσμα	Μετατροπή μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων σε μεθανόλη (Λιμάνι του Άμστερνταμ)
Μείωση αποτυπώματος άνθρακα	Σταθμός παρακολούθησης ποιότητας αέρα στη βορειοδυτική περιοχή του κεντρικού λιμένα Πειραιά/Εκτός λιμένα υπάρχει μόνο ο θερματικός σταθμός LNG στη Ρεβυθούσα - ο μοναδικός θερματικός σταθμός LNG στην Ελλάδα, με ιδιοκτήτη την εταιρεία DESFA SA	Χρήση εναλλακτικών καυσίμων - Εγκατάσταση παροχής Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (LNG) για πλοία και οχήματα στην περιοχή του λιμένα/Σχεδιασμός και κατασκευή πλοίου τροφοδοσίας (feeder vessel) που λειτουργεί με υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG)	Περιβαλλοντικά Κοινωνικά Οικονομικά	Ορισμός τεχνικών χαρακτηριστικών των συστατικών της εγκατάστασης παροχής υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) και εύρεση διαδικασιών προμήθειας	Υψηλό κόστος (μέρος του μπορεί να χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε.) Μεγάλη απόδοση: Μείωση του αποτυπώματος άνθρακα, των εκπομπών SO ₂ , NO _x , PM, GHG και της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων	Συνηθισμένη πρακτική

Περιβαλλοντικές Ανάγκες	Υπάρχουσες Πρακτικές	Προτεινόμενες Δράσεις	Οφέλη	Ευκολία Εφαρμογής	Απόδοση	Πρακτικές στο Εξωτερικό
Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης - Σύστημα παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας	Γενικά, οι λιμένες δε διαθέτουν τον εξοπλισμό που θα μπορούσε να παρακολουθεί και να αναφέρει με αξιόπιστο τρόπο τις εκπομπές που παράγονται από κάθε μεμονωμένο πλοίο που εισέρχεται στο λιμάνι	Αναβάθμιση των υπάρχοντων δικτύων αισθητήρων/Υλοποίηση μιας πλατφόρμας Περιβαλλοντικής Απόδοσης Λιμένα (Port Environmental Performance - PEP) που θα λαμβάνει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από τα δίκτυα αισθητήρων και από τα υπάρχοντα συστήματα του λιμένα (π.χ. Σύστημα Διαχείρισης Λιμένα, Σύστημα Πληροφοριών Λιμένα και Σύστημα Λειτουργίας Τερματικού Σταθμού)	Περιβαλλοντικά Κοινωνικά Οικονομικά	Απαιτείται ο κατάλληλος σχεδιασμός και μελέτη για την εγκατάσταση του εξοπλισμού	Υψηλό κόστος (μέρος του μπορεί να χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε.) Μεγάλη απόδοση	Ο λιμένας της Βαλένθια είναι ο πρώτος πιλοτικός λιμένας στην Ευρώπη με αυτόν τον τύπο τεχνολογίας
Ελαχιστοποίηση παραγωγής αποβλήτων & Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης	-	Ο λιμένας θα διαχειρίζεται κατάλληλα τα οργανικά στερεά απόβλητα από τα κρουαζιερόπλοια και θα τα χρησιμοποιεί σε μια εγκατάσταση βιοαερίου που ανήκει στο λιμάνι. Η εγκατάσταση αυτή θα παράγει καθαρό ηλεκτρικό ρεύμα από τα απόβλητα των πλοίων, συμβάλλοντας σε μεγάλο βαθμό στην ενεργειακή ασφάλεια του λιμένα	Περιβαλλοντικά Οικονομικά	Απαιτείται εύρεση χώρου, κατάλληλος σχεδιασμός και μελέτη του έργου	Υψηλό κόστος (μέρος του μπορεί να χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε.) Μεγάλη απόδοση	Το έργο έχει αναπτυχθεί για το λιμάνι Malmo (Δανία-Σουηδία)
Το λιμάνι ως ένα "πράσινο" κέντρο κρουαζιέρας	Το έργο μελετάται ήδη για το λιμάνι του Πειραιά	Ανάπτυξη τεχνολογίας παροχής ενέργειας από την ακτή (On-shore Power Supply) σε τέσσερις θέσεις για κρουαζιερόπλοια που θα πιάνουν λιμάνι στην ακτή Θεμιστοκλή στον κεντρικό ναυτιλιακό λιμένα του Πειραιά	Περιβαλλοντικά Οικονομικά	Τεχνικές μελέτες για την εγκατάσταση OPS και για την υποδομή που θα επιτρέψει τη σύνδεση του δικτύου του λιμανιού με το τοπικό δίκτυο της πόλης/Τεχνικές απαιτήσεις και λειτουργικές διαδικασίες για την ηλεκτρική σύνδεση και παροχή ισχύος σε κρουαζιερόπλοια από το λιμάνι	Υψηλό κόστος (μέρος του μπορεί να χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε.) Μεγάλη απόδοση	Η συγκεκριμένη τεχνολογία (cold ironing) συναντάται στο εξωτερικό

Κεφάλαιο 6: Υφιστάμενη κατάσταση – Ανακύκλωση πλοίων και στρατηγικές του σήμερα

Πρόσφατα, τον Ιούλιο του 2023, τα κράτη μέλη του ΙΜΟ υιοθέτησαν την αναθεωρημένη Στρατηγική του 2023 για τη Μείωση των Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου από Πλοία, που εγκρίθηκε στην Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC 80) και στοχεύει την επίτευξη μηδενικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία μέχρι το 2050, μια δέσμευση για την εξασφάλιση της χρήσης εναλλακτικών καυσίμων με μηδενικές ή κοντά σε μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2030, καθώς και ενδεικτικά σημεία ελέγχου για τη διεθνή ναυτιλία για να επιτύχει μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το 2030 (μείωση συνολικών ετήσιων εκπομπών τουλάχιστον 20%, προσπαθώντας για 30%) και το 2040 (τουλάχιστον 70%, προσπαθώντας για 80%). Προβλέπεται ότι η συγκεκριμένη στρατηγική θα αναθεωρηθεί και θα οριστικοποιηθεί όταν η Επιτροπή Θαλάσσιου συνεδριάσει το φθινόπωρο του 2028, με σκοπό την έγκριση της Στρατηγικής του 2028 για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία (ΙΜΟ, χ.χ.).



Εικόνα 14: Στρατηγική ΙΜΟ για τη μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (ΙΜΟ, χ.χ.)

Ακόμη ένα από τα πιο επίκαιρα ζητήματα στον ναυτιλιακό τομέα που σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση των αποβλήτων τους είναι και η ανακύκλωση των ίδιων των σκαφών. Όλα τα πλοία φτάνουν σε ένα σημείο όπου δεν είναι πλέον βιώσιμο ή οικονομικά συμφέρον να λειτουργούν. Στο τέλος του κύκλου ζωής τους, συνήθως μεταξύ 20-30 ετών, τα περισσότερα πλοία καταστρέφονται παράγοντας απόβλητα για το περιβάλλον ή ανακυκλώνονται – πολλές φορές με μη αποδεκτούς τρόπους για το περιβάλλον. Καθώς η ναυτιλιακή βιομηχανία εργάζεται προς την αποδημητοποίηση και τα παλαιότερα πλοία γίνονται ξεπερασμένα, η ανακύκλωση πλοίων γίνεται μέρος του κανονιστικού πλαισίου του ναυτιλιακού τομέα. Περίπου το 90% της παγκόσμιας

δραστηριότητας ανακύκλωσης πλοίων λαμβάνει χώρα κυρίως στη Νότια Ασία, στην Κίνα και στην Τουρκία.

Παλαιότερα ήταν πρακτική η εγκατάλειψη των πλοίων, η ανακύκλωσή τους όμως εδραιώνεται καθώς εξασφαλίζει την ορθή διαχείριση των επικίνδυνων υλικών και την επαναχρησιμοποίηση πολύτιμων πόρων όπως το ατσάλι, το σίδηρο, το αλουμίνιο και τα πλαστικά. Αρχικά τα πλοία διαλύονται σε ξεχωριστά μέρη πριν την ανακύκλωσή τους, δυστυχώς όμως μόνο ένα ποσοστό των λειτουργιών διάλυσης πλοίων χειρίζονται τα θέματα με ασφαλή τρόπο. Πρόκειται για μια επικίνδυνη βιομηχανία που εκθέτει τους εργαζόμενους και το περιβάλλον σε αρκετούς κινδύνους, όπως για παράδειγμα η απαιτούμενη εργασία σε ύψος ή σε κλειστούς χώρους, χωρίς ή με ελάχιστο εξοπλισμό προστασίας, με τα πλοία να περιέχουν πολλά τοξικά υλικά όπως αμιάντο, PCBs, υπολείμματα πετρελαίου, οργανικά απόβλητα, βαρέα μέταλλα και τοξικά χρώματα (BIMCO, 2023).

Η μετατροπή της επικίνδυνης διάλυσης πλοίων σε βιώσιμη ανακύκλωση απαιτεί:

- οι ιδιοκτήτες πλοίων να πουλάνε τα πλοία τους σε εκείνους που επενδύουν στα πρότυπα ασφάλειας και στα περιβαλλοντικά πρότυπα των λειτουργιών τους
- να μετακινηθεί η διάλυση των πλοίων μακριά από τις παραλίες, σε αποβάθρες (dry-docks) που βρίσκονται σε κατάλληλες περιοχές, με δυνατότητα αποθήκευσης και χειρισμού των αποβλήτων με ασφαλή τρόπο
- επικέντρωση στον πράσινο σχεδιασμό πλοίων από την αρχή, μείωση των επικίνδυνων υλικών κατά την κατασκευή τους και ελαχιστοποίηση αποβλήτων κατά το τελευταίο στάδιο της ζωής των πλοίων προγραμματίζοντας για μελλοντική αποτελεσματική αποσυναρμολόγηση

Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με το πώς η εφαρμογή πράσινων μέτρων θα επηρεάσει το κόστος κατασκευής, λειτουργίας και εν τέλει αποσυναρμολόγησης ενός πλοίου όπου εξακολουθούν να υπάρχουν φθηνότερες επιλογές που δεν εφαρμόζουν τα πρότυπα. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει απροθυμία στην τρέχουσα αγορά να υιοθετήσει πιο βιώσιμες μεθόδους (Protorapas, 2021).

Η ανακύκλωση πλοίων παρέχει μεγάλη ποσότητα απόβλητου μετάλλου στις βιομηχανίες χάλυβα και σιδήρου και μειώνει την ανάγκη παραγωγής πρωτογενών μετάλλων αφού καλύπτει τη ζήτηση. Να σημειωθεί, ότι αυτό παίζει ευεργετικό ρόλο στην προστασία του περιβάλλοντος αφού η βιομηχανία χάλυβα είναι μία από τις τρεις κορυφαίες στον τομέα της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως (BIMCO, 2023).

[Η Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ](#)

Η Διεθνής Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ για την Ασφαλή και Περιβαλλοντικά Αξιόπιστη Ανακύκλωση των Πλοίων του 2009 (the Hong Kong Convention) στοχεύει στο να διασφαλίσει ότι τα πλοία, όταν ανακυκλώνονται μετά το πέρας της λειτουργικής τους διάρκειας, δεν αποτελούν περιττούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, ασφάλεια και το περιβάλλον. Η Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ εγκρίθηκε από 63 χώρες τον Μάιο του 2009 σε διπλωματική διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε στο Χονγκ Κονγκ, Κίνα, αναπτύχθηκε με τη συμμετοχή των κρατών μελών του IMO και θα τεθεί σε ισχύ στις

26 Ιουνίου 2025. Η ημερομηνία της τέλεσης σε ισχύ ορίστηκε τον Ιούνιο του 2023, όταν επιτεύχθηκαν όλα τα απαιτούμενα κριτήρια:

- όχι λιγότερο από 15 κράτη
- όχι λιγότερο από το 40% του παγκόσμιου εμπορικού στόλου κατά καθαρό τόνο
- χωρητικότητα ανακύκλωσης πλοίων όχι λιγότερη από 3% του καθαρού τόνου του συνδυασμένου εμπορικού στόλου των κρατών

Σκοπός της είναι να αντιμετωπίσει όλα τα θέματα που αφορούν την ανακύκλωση πλοίων, συμπεριλαμβανομένου ότι τα πλοία που πωλούνται για αποσυναρμολόγηση μπορεί να περιέχουν περιβαλλοντικά επικίνδυνες ουσίες όπως αμιάντο, βαρέα μέταλλα, υδρογονάνθρακες, ουσίες που εξαντλούν το όζον και άλλες ουσίες. Οι κανονισμοί της Σύμβασης καλύπτουν το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και την προετοιμασία των πλοίων ώστε να διευκολύνουν την ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθή ανακύκλωση χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και την λειτουργική αποδοτικότητά τους, καθώς επίσης και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ανακύκλωσης και τέλος τη σύσταση μηχανισμού επιβολής κατάλληλου για την ανακύκλωση πλοίων, περιλαμβάνοντας πιστοποίηση και απαιτήσεις αναφοράς (ΙΜΟ, χ.χ.).

Εκτός από τις κατευθυντήριες γραμμές που έχουν δοθεί σε διεθνές επίπεδο, και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει φροντίσει να λάβει μέτρα για την ανακύκλωση των πλοίων. Τον Ιούλιο του 2023 ενέκρινε την 11η έκδοση του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Εγκαταστάσεων Ανακύκλωσης Πλοίων, ο οποίος περιλαμβάνει πλέον 48 εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων 38 στην Ευρώπη (Ε.Ε., Νορβηγία και Ηνωμένο Βασίλειο), 9 στην Τουρκία και 1 στις ΗΠΑ. Πολλές από αυτές είναι ικανές για την ανακύκλωση μεγάλων στόλων. Από τις 31 Δεκεμβρίου 2018, ο Κανονισμός Ανακύκλωσης Πλοίων της Ε.Ε. απαιτεί από όλα τα μεγάλα πλοία που πλέουν υπό σημαία κράτους μέλους της Ε.Ε. να χρησιμοποιούν εγκεκριμένη εγκατάσταση ανακύκλωσης που περιλαμβάνεται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Εγκαταστάσεων Ανακύκλωσης Πλοίων. Στο πλαίσιο της εφαρμογής του Κανονισμού Ανακύκλωσης Πλοίων της Ε.Ε. η Επιτροπή θα συνεχίσει να εντείνει τον έλεγχο της συμμόρφωσης των εγκαταστάσεων με τις προβλεπόμενες συνθήκες της νομοθεσίας της Ε.Ε. (European Commission, 2023)

Συμπεράσματα

Η συλλογή και η διαχείριση των αποβλήτων πλοίων, είτε επί αυτών είτε στη στεριά, είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, αποτελεί διαχρονική πρόκληση και αντικατοπτρίζει την πολιτική που ακολουθούν εταιρείες και οι κυβερνήσεις. Γενικά, τα απόβλητα έχουν κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες παγκοσμίως. Το αυξανόμενο κόστος ζωής, η οικονομική ανισότητα και οι αυξανόμενες απαιτήσεις γης έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων.

Όσον αφορά το νομοθετικό πλαίσιο γύρω από τη διαχείριση των αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και η ελληνική νομοθεσία για τη χώρα μας, ακολουθούν την πεπατημένη και δε ξεφεύγουν από τις οδηγίες και τις κατευθυντήριες γραμμές της Διεθνούς Σύμβασης MARPOL για την Πρόληψη της Θαλάσσιας Ρύπανσης από τα Πλοία. Γενικά ενώ οι κανονισμοί σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων πληθαίνουν και γίνονται πιο αυστηροί ανά τα χρόνια, σε πολλές περιπτώσεις παραμένουν ανεπαρκείς όσον αφορά την πρόληψη μη βιώσιμων καταστροφών ή είναι ασαφείς για να επιβληθούν αποτελεσματικά. Ακόμη και όταν υπάρχουν επαρκείς κανονισμοί εγγράφως, συχνά υπάρχουν παραβάσεις για τις οποίες δεν κινητοποιείται ο κρατικός μηχανισμός και οι αρμόδιες αρχές. Τα κράτη όμως είναι εκείνα που διατηρούν τη συνολική ευθύνη για τη διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από τα πλοία. Ένα κράτος λοιπόν μπορεί να επιβάλει αυστηρότερους κανονισμούς από τα διεθνή πρότυπα στα πλοία που φέρουν τη σημαία του, σε όσα πλέουν στα χωρικά του ύδατα, αλλά και σε όσα πλοία κάνουν ελλιμενισμό στους λιμένες του, ασκώντας πίεση για τις πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων που εφαρμόζονται επί των πλοίων. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) και άλλοι διεθνείς οργανισμοί δεν έχουν εξουσία επιβολής, αντίθετα με τα κράτη μέλη που υπογράφουν τις αντίστοιχες συνθήκες.

Σύμφωνα με τις οδηγίες της MARPOL κάθε τύπος αποβλήτου πρέπει να συλλέγεται, να διαχωρίζεται από τις υπόλοιπους και να διαχειρίζεται διαφορετικά επί του πλοίου. Στη συνέχεια είτε απορρίπτεται στη θάλασσα σε συγκεκριμένη απόσταση από την στεριά και σε περιοχές όπου αυτό επιτρέπεται, (εντός ή εκτός ειδικών περιοχών) ανάλογα με τον τύπο των αποβλήτων και εφόσον πληρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις, είτε παραδίδεται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων για περαιτέρω επεξεργασία. Οι μικτές ροές αποβλήτων ωστόσο εξακολουθούν να υπάρχουν και σήμερα και να δυσκολεύουν τη διαχείριση συγκεκριμένου τύπου ή πηγής αποβλήτων. Η σωστός διαχωρισμός τους εξαρχής λοιπόν, επί του πλοίου κατά τη συλλογή τους, είναι κλειδί για τη βέλτιστη διαχείρισή τους αλλά και για την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης.

Ακόμα και με την επιβολή αυστηρότερων κανονισμών ωστόσο, συχνά τα απόβλητα απορρίπτονται παράνομα στη θάλασσα από τα πλοία, είτε για να αποφευχθεί το υψηλότερο κόστος από την καταβολή τελών στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων (όπως π.χ. για την ιλύ όπου υπάρχει οικονομική επιβάρυνση αναλόγως της παραδοτέας ποσότητας), είτε επειδή οι λιμενικές εγκαταστάσεις είναι ανεπαρκείς για τη συλλογή και τελική επεξεργασία των αποβλήτων που παράγονται επί του πλοίου. Για την προστασία του θαλάσσιου οικοσυστήματος και με στόχο την εξάλειψη αυτού του φαινομένου οι ναυτιλιακές εταιρείες υποχρεούνται να καταβάλουν λιμενικά τέλη ακόμα και αν δεν κάνουν χρήση των λιμενικών εγκαταστάσεων και δεν παραδίδουν τα απόβλητά τους. Όταν πληρούνται τα ενεργειακά κριτήρια στα πλοία, οι πλοιοκτήτριες

εταιρείες δικαιούνται έκπτωση στα λιμενικά τέλη ώστε να αποκτήσουν ένα παραπάνω κίνητρο για την παράδοση των αποβλήτων τους.

Ο τύπος του πλοίου που παράγει τα περισσότερα απόβλητα ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως το μέγεθος και οι λειτουργικές πρακτικές που ακολουθούνται. Ωστόσο, τα μεγάλα φορτηγά πλοία και τα κρουαζιερόπλοια συχνά αναφέρονται ως σημαντικοί παραγωγοί αποβλήτων λόγω του μεγέθους τους και του αριθμού των επιβατών και του πληρώματος που μεταφέρουν. Τα φορτηγά πλοία μπορεί να παράγουν μια σημαντική ποσότητα αποβλήτων λόγω των εμπορευμάτων που μεταφέρουν, συμπεριλαμβανομένων των υλικών συσκευασίας και των ενδεχόμενων επικίνδυνων υλικών. Από την άλλη πλευρά, τα κρουαζιερόπλοια φιλοξενούν χιλιάδες επιβάτες και μέλη πληρώματος, οδηγώντας σε σημαντική παραγωγή αποβλήτων από τρόφιμα, λύματα, πλαστικά και άλλα είδη κατανάλωσης.

Η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται από τα πλοία και τι είδους αποβλήτου παράγει το κάθε πλοίο ποικίλλει και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ο τύπος του πλοίου, το μέγεθός του, η διάρκεια του ταξιδιού και οι λειτουργικές πρακτικές που ακολουθούνται επί του πλοίου. Σε γενικά πλαίσια ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν κάθε φορά, η κλίμακα των αποβλήτων που παράγονται από τα πλοία και αναλύθηκε στην παρούσα εργασία έχει ως εξής:

- Τα μεγάλα κρουαζιερόπλοια και τα φορτηγά πλοία παράγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα απορριμμάτων και στερεών αποβλήτων. Τα κρουαζιερόπλοια μπορούν να παράγουν από 20 έως 30 τόνους στερεών αποβλήτων ανά ημέρα
- Επίσης μεγάλη παραγωγή συναντάμε στα κρουαζιερόπλοια και στα φορτηγά πλοία με γαλόνια λυμάτων ανά ημέρα
- Τα φορτηγά πλοία επίσης μπορεί να μεταφέρουν δεκάδες χιλιάδες κυβικά μέτρα έρματος, ανάλογα με το μέγεθος και το φορτίο τους
- Τα μεγάλα πλοία ευθύνονται για την παραγωγή εκατοντάδων έως χιλιάδων γαλονιού ελαιώδους νερού κινήσεως κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής
- Τα μεγάλα πλοία παράγουν επίσης σημαντικές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων χημικών, χρωμάτων και άλλων υλικών. Οι ακριβείς ποσότητες εξαρτώνται από τις λειτουργίες και τις απαιτήσεις συντήρησης του πλοίου
- Μεγάλες ποσότητες τροφίμων και πλαστικών παράγουν περισσότερο από άλλους τύπους πλοίων τα επιβατηγά και τα κρουαζιερόπλοια
- Περίπου το 2-3% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ετησίως προέρχεται από τη ναυτιλία. Οι εκπομπές του θείου (SO_x) και του αζώτου (NO_x) εξαρτώνται από παράγοντες όπως ο τύπος του καυσίμου και η απόδοση του κινητήρα

Αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων, οι λιμένες τα τελευταία χρόνια πρωτοπορούν και ακολουθούν ολοένα και περισσότερο καλές πρακτικές με στόχο την στροφή σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας και ακόμα και την κατοχή ευρεσιτεχνιών. Επί των πλοίων ωστόσο παρατηρείται μια στασιμότητα και μια απουσία καινοτόμων πρακτικών και τεχνολογιών. Για παράδειγμα, η πρακτική της αποτέφρωσης (συνήθως για την ιλύ), ακόμα και αν λαμβάνει χώρα σε εγκεκριμένο αποτεφρωτήρα για να καίγονται συγκεκριμένες κατηγορίες πλαστικών με ασφαλή τρόπο, δεν παύει να παράγει απόβλητο, δηλαδή την τέφρα (στάχτη αποτεφρωτή). Ενώ σε κάποια πλοία

απαγορεύεται η χρήση αποτεφρωτήρα βάσει της πολιτικής λειτουργίας τους και του σχεδίου διαχείρισης απορριμμάτων που έχουν επιλέξει να ακολουθήσουν, σε πολλά άλλα η χρήση του είναι βασικός τρόπος διαχείρισης αποβλήτων, το οποίο συνεπάγεται τη μείωση του κόστους για το πλοίο, καθώς για τους λιμένες της Ε.Ε. υπάρχει όριο στην ποσότητα ιλύος που μπορεί να παραδοθεί στις λιμενικές εγκαταστάσεις χωρίς κάποια οικονομική επιβάρυνση. Θα ήταν λοιπόν ωφέλιμη η υιοθέτηση ενός εξελιγμένου μοντέλου διαχείρισης αποβλήτων επί των πλοίων και γενικότερα η στροφή προς την κυκλική οικονομία ώστε να ελαχιστοποιεί την περαιτέρω δημιουργία αποβλήτων από τη διαχείριση άλλων αποβλήτων, όπως είναι οι στάχτες αποτέφρωσης από τον αποτεφρωτή.

Τα διαχωρισμένα απόβλητα είναι πολύ πιο εύκολο να συλλέγονται και να επεξεργάζονται από τους λιμένες. Αυτό συμφέρει τόσο τα πλοία όσο και τους λιμένες, επιταχύνοντας τον χρόνο επεξεργασίας κατά την άφιξη στο λιμάνι και μειώνοντας την πολυπλοκότητα των εργασιών διαχείρισης αποβλήτων του λιμανιού. Τα μη διαχωρισμένα απόβλητα, εκτός του ότι δημιουργούν προβλήματα στην αποτελεσματική διάθεση των αποβλήτων, μπορούν να προκαλέσουν ζημίες στις υποδομές διαχείρισης.

Οι λύσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων πλοίων για τη βέλτιστη λειτουργία τους και για τον καλύτερο χειρισμό των απορριμμάτων, είναι:

- Οι λύσεις να είναι εφαρμόσιμες σε τοπικό επίπεδο, με εκτιμήσεις για τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων που χρησιμοποιούνται στους λιμένες
- Η κρατική συμμετοχή να σχετίζεται με τη δυνητική χρηματοδότηση των εγκαταστάσεων υποδοχής και με τη θέσπιση κανονισμών που ακολουθούν πιστά τα παγκόσμια πρότυπα
- Η συντονισμένη συνεργασία μεταξύ των λιμένων και άλλων εμπλεκόμενων φορέων, όπως η βιομηχανία και η τοπική και εθνική κυβέρνηση. Οι περιφερειακές συμφωνίες μπορούν να βοηθήσουν στην παροχή κοινών στόχων και κοινών προτύπων
- Η ψηφιοποίηση και τα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου τα οποία επιτρέπουν άμεση ενημέρωση/προειδοποίηση ακόμα και για τοπικές εστίες μόλυνσης και συνεπώς ταχύτερη απόκριση

Σε εθνικό επίπεδο, ενώ η Ελλάδα είναι ένα ναυτιλιακό έθνος με σημαντική ναυτιλιακή βιομηχανία παγκοσμίως έχει ακόμα να κάνει πολλά βήματα στον τομέα των λιμενικών εγκαταστάσεων. Απαιτείται σταδιακή βελτίωση των πρακτικών που ακολουθεί για τη διαχείριση των αποβλήτων των πλοίων, αλλά και βελτίωση των υποδομών της χώρας για την υποδοχή μεγαλύτερου όγκου απορριμμάτων που παράγονται από τα πλοία, ιδίως στα μεγάλα λιμάνια της χώρας, αλλά και η διασφάλιση της σωστής και βέλτιστης διάθεσης των αποβλήτων αυτών. Σε σύγκριση με άλλες χώρες οι πρακτικές που ακολουθεί δεν είναι πρωτοποριακές και υπάρχουν λιμάνια άλλων χωρών που διαθέτουν ήδη πιο εξελιγμένες υποδομές αποκλειστικά για τη βέλτιστη διαχείριση των αποβλήτων των πλοίων.

Τέλος, με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως παρόλο που η ανακύκλωση των πλοίων είναι μια ευεργετική από πλευράς κύκλου ζωής

διαδικασία και παρέχει χιλιάδες θέσεις εργασίας, η βιομηχανία σήμερα αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά την εργατική ασφάλεια και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Καθώς ο παγκόσμιος στόλος αυξάνεται, η ανάγκη για ανακύκλωση πλοίων αναμένεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο, συνεπώς η λήψη δραστικών μέτρων με επίκεντρο την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και τη βελτίωση και αναβάθμιση της βιομηχανίας ανακύκλωσης πλοίων, είναι πιο επίκαιρη από ποτέ.

Επειδή τα απόβλητα θεωρούνται μέρος του ευρύτερου ζητήματος της βιωσιμότητας και οι βελτιώσεις ως προς το χειρισμό τους θα πρέπει να είναι μακροπρόθεσμες, η μετάβαση από μια «γραμμική οικονομία» σε μια «κυκλική οικονομία» είναι αυτοσκοπός. Κάτω από μια καθαρή κυκλική οικονομία το υλικό δε θα έβγαινε από το οικονομικό σύστημα ως απόβλητο, αλλά αντ' αυτού θα μπορούσε να επαναχρησιμοποιηθεί με τον κατάλληλο τρόπο. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να γίνει στροφή στο καθεστώς διαχείρισης, καθώς διαφορετικοί τύποι αποβλήτων συλλέγονται και διαχειρίζονται με διαφορετικούς τρόπους από διαφορετικούς φορείς. Αυτό φέρνει προβλήματα σχετικά με τον συντονισμό, καθώς και ακούσια κίνητρα και διάχυτα ευθύνες που οδηγούν στη μετατόπιση των αποβλήτων και όχι στην αποτελεσματική αντιμετώπισή τους.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

- ABS. (2014). 2013 VGP Requirements for EALs. ABS.
- Agarwal, M. (2021, September 20). *An Overview Of Sludge And Bilge Management Onboard Ships*. Retrieved from Marine insight: <https://www.marineinsight.com/tech/sludge-and-bilge-management-onboard-ships/>
- Alamouh, A. S., Ballini, F., & Olcer, A. I. (2021). Revisiting port sustainability as a foundation for the implementation of the United Nations Sustainable Development Goals (UN SDGs). In *Journal of Shipping and Trade* (Vol. 6, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1186/s41072-021-00101-6>
- Alfa Laval. (2017). *Bilge water compliance issues*. Alfa Laval Corporate AB.
- Anish. (2021, September 6). *What is Volatile Organic Compound (VOC)?* Retrieved from marine insight: <https://www.marineinsight.com/tech/what-is-volatile-organic-compound-voc/>
- ANISH, W. (2019, MARCH 29). SEWAGE TREATMENT PLANT. Retrieved from MARINE INSIGHT: <https://www.marineinsight.com/tech/sewage-treatment-plant/>
- Arguello, G. (2020). Environmentally sound Management of Ship Wastes: challenges and opportunities for European ports. In *Journal of Shipping and Trade* (Vol. 5, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1186/s41072-020-00068-w>
- BIMCO. (2023). *Ship recycling: building a circular economy for the high*. BIMCO. Retrieved from <https://www.bimco.org/insights-and-information/safety-security-environment/20230526-ship-recycling-blog-2020>
- CE Delft. (2017). *The Management of Ship-Generated Waste On-board Ships*. CE Delft CHEW.
- CE Delft. (2022). *Update on Potential of Biofuels in Shipping*. Retrieved from [cedelft.eu: https://cedelft.eu/publications/update-on-potential-of-biofuels-in-shipping/](https://cedelft.eu/publications/update-on-potential-of-biofuels-in-shipping/)
- Classification Society. (2016). *Treatment of animal carcasses*. Classification Society.
- Dabrowska, J., Sobota, M., Swiader, M., Borowski, P., Moryl, A., Stodolak, R., Kucharczak, E., Zikba, Z., & Kazak, J. K. (2021). Marine Waste-Sources, Fate, Risks, Challenges and Research Needs. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 2, p. 433). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020433>
- D’Amico, G., Szopik-Depczyńska, K., Dembińska, I., & Ioppolo, G. (2021). Smart and sustainable logistics of Port cities: A framework for comprehending enabling factors, domains and goals. In *Sustainable Cities and Society* (Vol. 69, p. 102801). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102801>
- Deloitte Consulting B.V. and Partners. (2023). *Good Practices for Sustainable Cruise Tourism*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Dimitrios Spyrou, Chrysanthi Kontogiorgi (PPA), Anna-Maria Lekka, Konstantina Derpani, Vasiliki Daniil (PPA External Consultants). (2019). *Action Plan for a Sustainable and Low-carbon Port of Piraeus*. PPA.

Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council of 27 November 2000 on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues, 2000/59/EC (European Parliament November 27, 2000).

Di Vaio, A., Varriale, L., & Trujillo, L. (2019). Management Control Systems in port waste management: Evidence from Italy. In *Utilities Policy* (Vol. 56, pp. 127–135). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.12.001>

EMSA. (2021). *EMSA's 5-year strategy*. Portugal: European Maritime Safety Agency.

EPA. (2011, November). *Oily Bilgewater Separators*. Washington: United States Environmental Protection Agency. Retrieved from United States Environmental Protection Agency Web site.

EPA. (n.d.). NO DISCHARGE ZONES NDZS STATE. Retrieved from ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: <https://www.epa.gov/vessels-marinas-and-ports/no-discharge-zones-ndzs-state>

European Commission. (2023, July 27). *Ship Recycling: Updated list of European facilities includes three new yards*. Retrieved from europa.eu: https://environment.ec.europa.eu/news/ship-recycling-updated-list-european-facilities-includes-three-new-yards-2023-07-27_en

European Commission. (n.d.). *Reducing emissions from the shipping sector*. Retrieved from europa.eu: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector_en

Fountom Marine. (n.d.). *Oily Water Separator*. Retrieved from Fountom Marine: <https://fountom.com/products/auxiliary-equipment/oily-water-separator>

Garay, E. (2023, February 23). *Sustainable ships: The world's most eco-conscious cruises*. Retrieved from CNN: <https://edition.cnn.com/travel/article/eco-conscious-sustainable-cruises-cmd/index.html>

GIDARA Energy. (2022, April 20). *GIDARA ENERGY'S ADVANCED METHANOL ROTTERDAM WILL CONVERT NON-RECYCLABLE WASTE INTO ADVANCED BIOFUELS*. Retrieved from prnewswire: <https://www.prnewswire.com/news-releases/gidara-energy-advanced-methanol-rotterdam-will-convert-non-recyclable-waste-into-advanced-biofuels-301528698.html>

GIDARA ENERGY. (n.d.). *ADVANCED METHANOL*. Retrieved from advancedmethanol: <https://www.advancedmethanol.com/explore>

GIDARA ENERGY. (n.d.). *Advanced Methanol Amsterdam*. Retrieved from gidara-energy: <https://www.gidara-energy.com/advanced-methanol-amsterdam>

GIDARA ENERGY. (n.d.). *GIDARA ENERGY'S ADVANCED METHANOL ROTTERDAM WILL CONVERT NON-RECYCLABLE WASTE INTO ADVANCED BIOFUELS*. Retrieved from ADVANCED METHANOL: <https://www.advancedmethanol.com/advanced-methanol-rotterdam>

IMO. (2020). *MARPOL Consolidated Edition 2017*. International Maritime Organization.

IMO. (2021). *HELLENIC STRATEGY FOR THE IMPLEMENTATION OF THE IMO INSTRUMENTS*. Ministry of Maritime Affairs and Insular Policy.

IMO. (n.d.). Ballast Water Management. Retrieved from imo.org:
<https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/ballastwatermanagement.aspx>

IMO. (n.d.). *IMO's work to cut GHG emissions from ships*. Retrieved from IMO:
<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx>

IMO. (n.d.). MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMITTEE RESOLUTIONS. Retrieved from INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION:
<https://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Pages/MEPC.aspx>

IMO. (n.d.). PARTICULARLY SENSITIVE AREA. Retrieved from INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/pssas.aspx>

IMO. (n.d.). *Prevention of Pollution by Garbage from Ships*. Retrieved from Background of MARPOL Annex V: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/garbage-default.aspx>

IMO. (n.d.). *Recycling of ships*. Retrieved from IMO:
<https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/ship-recycling.aspx>

IMO Annex IV. (n.d.). *Prevention of Pollution by Sewage from Ships*. Retrieved from imo.org:
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Sewage-Default.aspx>

IMO Regulation 29. (n.d.). *Annex I- Regulations for the Prevention of Pollution by Oil, Regulation 29 - Slop tanks*. Retrieved from marpol training:
http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_I/r31.htm

IMO Regulation 31. (n.d.). *Annex I- Regulations for the Prevention of Pollution by Oil, Regulation 31 - Oil discharge monitoring and control system*. Retrieved from marpol training: http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_I/r31.htm

IMO Regulation 34. (n.d.). *Annex I- Regulations for the Prevention of Pollution by Oil, Regulation 34 - Control of discharge of oil*. Retrieved from marpol training:
http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_I/r34.htm

Karimpour, R., Ballini, F., & Ölcer, A. I. (2019). Circular economy approach to facilitate the transition of the port cities into self-sustainable energy ports—a case study in Copenhagen-Malmö Port (CMP). In *WMU Journal of Maritime Affairs* (Vol. 18, Issue 2, pp. 225–247). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s13437-019-00170-2>

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., Woerden, V. F., & Ionkova, K. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank Group.

Kumar, M. N. (2022, September 22). *Explanation on MARPOL ANNEX-IV, prevention of pollution by sewage from ships*. Retrieved from
<https://www.marineengineersknowledge.com/2020/09/explanation-on-marpol-annex-iv.html>

Lin, H.-T., Yamasue, E., Ishihara, K. N., & Okumura, H. (2018). Waste shipments for energy recovery as a waste treatment strategy for small islands: the case of Kinmen, Taiwan. In *Journal of Material Cycles and Waste Management* (Vol. 21, Issue 1, pp. 44–56). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0760-3>

Mazzoccoli, M., Altosole, M., Vigna, V., Bosio, B., & Arato, E. (2020). Marine Pollution Mitigation by Waste Oils Recycling Onboard Ships: Technical Feasibility and Need for New Policy and Regulations. In *Frontiers in Marine Science* (Vol. 7). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.566363>

Mehnazd. (2021, February 18). *What is Oil Discharge Monitoring and Control System (ODMCS) on Ship?* Retrieved from marine insight: <https://www.marineinsight.com/maritime-law/what-is-oil-discharge-monitoring-and-control-system-odmcs-on-ship/>

MEPC (2003). Resolution MEPC.107(49), adopted on 18 July 2003. Revised Guidelines and Specifications for Pollution Prevention Equipment for Machinery Space Bilges of Ships. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2006). Resolution MEPC.157(55), adopted on 13 October 2006. Recommendation on Standards for the Rate of Discharge of Untreated Sewage from Ships. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2007). Resolution MEPC 56/INF5. Prevention of Air Pollution from Ships: Washwater Discharge Criteria for Exhaust Gas-SO_x Cleaning Systems. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2009). Resolution MEPC.187(59), adopted on 17 July 2009. AMENDMENTS TO THE ANNEX OF THE PROTOCOL OF 1978 RELATING TO THE INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS, 1973. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2011). ANNEX 12: Resolution MEPC.200(62), adopted on 15 July 2011. Amendments to the annex of the protocol of 1978 relating to the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973. MEPC 62/24. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2011). Resolution MEPC 201(62), adopted on 15 July 2011. Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the prevention of pollution from ships, 1973 (Revised MARPOL Annex V). London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2012). Annex 24: Resolution MEPC.219(63). Guidelines for the Implementation of MARPOL Annex V. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

MEPC (2014). Resolution MEPC.244(66), adopted on 4 April 2014. The 2014 Standard specification for shipboard incinerators. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).

- MEPC (2015). Resolution MEPC 68/21. Report of the Marine Environment Protection Committee on its sixty-eight Session. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).
- MEPC (2016). ANNEX 9: Resolution MEPC.274(69), adopted on 22 April 2016. Amendments to the Annex of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto Amendments to MARPOL Annex IV. London: International Maritime Organization (IMO), Marine Environment Protection Committee (MEPC).
- MEPC (2017). ANNEX 21: Resolution MEPC.295(71), adopted on 7 July 2017. 2017 GUIDELINES FOR THE IMPLEMENTATION OF MARPOL ANNEX V. RESOLUTION MEPC.295(71).
- PEMSEA. (2022, October 21). *Managing Port and Shipping Waste Challenges and Best Practices*. Retrieved from PEMSEA: <https://pemsea.org/publications/policy-briefs/managing-port-and-shipping-waste-challenges-and-best-practices>
- PierNext. (2021, November 3). *Closing the circle: circular economy in ports*. Retrieved from PierNext Innovation by Port de Barcelona: <https://piernext.portdebarcelona.cat/en/environment/closing-the-gap-circular-economy-in-ports/>
- Port of Antwerp. (2019). *Sustainability Report 2019*.
- Protopapas, T. (2021, July 22). *Decarbonisation and shipping: ship recycling - a changing landscape*. Retrieved from hilldickinson: <https://www.hilldickinson.com/insights/articles/decarbonisation-and-shipping-ship-recycling-changing-landscape>
- Puig, M., Azarkamand, S., Wooldridge, C., Selén, V., & Darbra, R. M. (2022). Insights on the environmental management system of the European port sector. In *Science of The Total Environment* (Vol. 806, p. 150550). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150550>
- px Group. (n.d.). *Advanced Methanol Amsterdam (AMA)*. Retrieved from pxlimited: <https://www.pxlimited.com/what-we-do/our-sites/netherlands/advanced-methanol-amsterdam-ama/>
- Raunek. (2022, June 4). *MARPOL (The International Convention for Prevention of Marine Pollution For Ships): The Ultimate Guide*. Retrieved from Marine insight: <https://www.marineinsight.com/maritime-law/marpol-convention-shipping/>
- Sanches, V. L., Aguiar, M. R. da C. M., de Freitas, M. A. V., & Pacheco, E. B. A. V. (2020). Management of cruise ship-generated solid waste: A review. In *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 151, p. 110785). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110785>
- Shafran, D. (2023, August 1). *What Fuel Do Cargo Ships Use?* Retrieved from MARITIME PAGE: <https://maritimepage.com/what-fuel-do-cargo-ships-use/>
- Shafran, D. (2024, January 30). *Slop Tanks: What They Are and Why They Matter*. Retrieved from MARITIME PAGE: <https://maritimepage.com/slop-tanks/>

- SINAY SAS. (2023, September 22). *How much does the shipping industry contribute to global CO2 emissions?* Retrieved from SINAY: <https://sinay.ai/en/how-much-does-the-shipping-industry-contribute-to-global-co2-emissions/>
- Singh, B. (2020, October 31). Ballast Water Exchange and Management Plan – Everything You Wanted to Know. Retrieved from marine insight: <https://www.marineinsight.com/maritime-law/everything-you-wanted-to-know-about-ballast-water-exchange-and-management-plan/>
- TRADEBE. (2020, September 30). *Tradebe expands its presence in the Port of Barcelona.* Retrieved from TRADEBE: <https://www.tradebe.co.uk/news/article/tradebe-expands-its-presence-port-barcelona>
- TRADEBE. (2021, January 25). *From waste to product: the circular economy in maritime transport.* Retrieved from TRADEBE: <https://www.tradebe.com/waste-product-circular-economy-maritime-transport>
- TRADEBE. (n.d.). *HYDROCARBONS VALORISATION* . Retrieved from TRADEBE: <https://www.tradebemarpol.com/hydrocarbons-valorisation>
- TUVALU. (2013). *MONITORING AND CONTROL OF OIL DISCHARGE*. Singapore: TUVALU SHIP REGISTRY.
- UK P&I. (2014). *How to comply with MARPOL Annex I*. UK P&I CLUB.
- Vaneekhaute, C., & Fazli, A. (2020). Management of ship-generated food waste and sewage on the Baltic Sea: A review. In *Waste Management* (Vol. 102, pp. 12–20). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.030>
- VICKERS OILS. (2013). *Vessel General Permit (EALs)*. VICKERS OILS.
- ΕΛΙΝΥΑΕ. (χ.χ.). *απόβλητα πλοίων - Εθνική Νομοθεσία*. Ανάκτηση από elinyae.gr: <https://www.elinyae.gr/etiketes/apoblita-ploion>
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2019, June 7). *Επίσημος ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης*. Retrieved from EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0883>
- ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ, Τ. Ε. (2021).
- ΟΛΠ ΑΕ. (2019). *ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΛΠ ΑΕ. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ*.
- ΟΛΠ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ. (n.d.). *Προστασία περιβάλλοντος-Πράσινο λιμάνι / Φυλλάδιο Προστασίας του περιβάλλοντος ΟΛΠ*. Retrieved from ΟΛΠ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ Α.Ε.: <https://www.olp.gr/el/prostasia-perivallontos/prostasia-perivallontos-prasino-limani>
- Περιβαλλοντικό Παρατηρητήριο Ελλάδος. (n.d.). *Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (ΚΕΛΨ)*. Retrieved from Περιβαλλοντικό Παρατηρητήριο Ελλάδος: <https://ppellados.gr/archives/7177>

ΥΝΑΝΠ. (2020, Φεβρουάριος 17). *Νομοθεσία - Κυρώσεις*. Ανάκτηση από [ynanp.gr](https://www.ynanp.gr/el/naytilia/prostasia-9alassiou-perivallontos/nomo8esia-kyrwseis/):
<https://www.ynanp.gr/el/naytilia/prostasia-9alassiou-perivallontos/nomo8esia-kyrwseis/>