



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Περιβαλλοντική ρύπανση από την εμπορική ναυτιλία.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παπαδόπουλος Γεώργιος

**Επιβλέπων καθηγητής
Σταυρουλάκης Γεώργιος**

ΧΑΝΙΑ 2020

[0]



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΛΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Περιβαλλοντική ρύπανση από την εμπορική ναυτιλία.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παπαδόπουλος Γεώργιος

Επιβλέπων : Καθηγητής Σταυρουλάκης Γεώργιος

Επιτροπή : Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Κατσίβελα Ελευθερία

Αξιολόγησης Επίκουρος Καθηγητής Καλδέρης Δημήτριος

Ημερομηνία παρουσίασης:

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 78

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΜΕΡΟΣ Α.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ.....	10
1.1 Επιπτώσεις της ναυτιλίας στο περιβάλλον.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΙΜΟ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	12
2.1 ΙΜΟ.....	12
2.2 MARPOL 73/78.....	12
2.3 SOLAS 1974.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	14
3.1 Ναυπήγηση και περιβάλλον.....	14
3.2 Συντήρηση και επισκευή πλοίου.....	15
3.3 Λειτουργικά συστήματα πλοίου.....	16
3.3.1. Άξονας ένωσης προπέλας και κύριας μηχανής (Sterntube).....	16
3.3.2. Διαχωριστήρας νερού-ελαίου (separatoroil -water).....	19
3.3.3. Νερό έρματος ως πηγή ρύπανσης.....	20
3.4 Ρύπανση κατά την διαδικασία εργασιών λιμενικής διακίνησης των φορτίων.....	24
3.5 Ο θόρυβος ως παράγοντας επιβάρυνσης του περιβάλλοντος στους λιμένες.....	25
3.6 Διάλυση πλοίων.....	26
3.6.1 Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ.....	26
3.6.2. Ορθή διάλυση πλοίου κατά την Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ.....	27
3.6.3. Μη εγκεκριμένα διαλυτήρια πλοίων.....	27
3.6.4. Ανθεκτικοί οργανικοί ρύποι.....	29
3.6.5. Πετρελαϊκή ρύπανση κατά τις διεργασίες διάλυσης.....	30
3.6.6. Αντίκτυπος της διάλυσης πλοίων στο έδαφος.....	31
3.6.7. Αντίκτυπος της διάλυσης πλοίων στην βιοποικιλότητα.....	31
3.6.8. Συμπεράσματα.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	33
4.1 Περιεκτικότητες των καυσίμων.....	34
4.2 Οξειδία του θείου.....	35
4.3 SulphurCap 2020.....	35

4.4 Αιθάλη.	36
4.5 Οξείδια του αζώτου.	36
4.5.1 Αιθαλομίγξη (smog).....	37
4.5.2 Ευτροφισμός.....	37
4.6 Αιωρούμενασωματίδια (PM – Particular Matter).....	38
4.6.1 ParticularMatter 2.5 (PM _{2.5}).	39
4.7 Όξινη βροχή.....	39
4.8 Αύξηση των επιπέδων όζοντος στο έδαφος.....	40
4.9 Συστήματα Scrubber.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΑΤΥΧΗΜΑΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	44
5.1 Περιπτώσεις ναυτιλιακών ατυχημάτων.....	45
5.2 Ναυάγια.....	45
ΜΕΡΟΣ Β.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ.....	47
6.1 Αργό πετρέλαιο (crudeoil).....	48
6.2 Παράγωγα αργού πετρελαίου και διύλιση.....	50
6.3 Πετρέλαιο και ναυτιλία.....	52
6.4 Ρύπανση από το πετρέλαιο.....	53
6.4.1 Μεγάλα ναυτικά ατυχήματα.....	54
6.4.2 Πετρελαιοκηλίδα του δεξαμενόπλοιου Αγία Ζώνη II.....	55
6.4.3 Πετρελαιοκηλίδα του δεξαμενόπλοιου AmocoCadiz (1978).....	58
6.4.4 Πλατφόρμα πετρελαίου DeepwaterOrizon.....	59
6.5 Τρόποι αντιμετώπισης διαρροής πετρελαίου(πετρελαιοκηλίδας).....	62
6.5.1 Χρησιμοποίηση βραχιόνων πετρελαίου.....	62
6.5.2 Χρησιμοποίηση skimmer.....	63
6.5.3 Χρησιμοποίηση προσροφωτικών υλικών.....	64
6.5.4 Επιτόπια καύση.....	66
6.5.5 Χρησιμοποίηση χημικών διαλυτικών.....	66
6.5.6 Πλύσεις νερού υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης.....	69
6.5.7 Χειρονακτική εργασία.....	69
6.5.8 Βιορευστοποίηση.....	70
6.5.9 Χημική σταθεροποίηση του πετρελαίου από ελαστομερή.....	71
6.5.10 Φυσική αποκατάσταση.....	72
6.6 Σχεδιασμός πλάνου αντιμετώπισης μιας πετρελαιοκηλίδας.....	72
6.7 ΙΤΟΡΦ (International Tanker Owners Pollution Federation Limited).....	73
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 - Χώρες που έχουν υπογράψει την σύμβαση Marpol 73/78. [47].....	13
Εικόνα 2 - Ναυπηγεία Σκαραμαγκά.[59]	14
Εικόνα 3 - Σχέδιο λίπανσης άξονα προπέλας (sterntube). [61].....	18
Εικόνα 4 - Αλίευση διχτύων ψαρέματος από προπέλα. [62].....	18
Εικόνα 5- Διαχωριστήρας νερού-ελαίου. [63]	20
Εικόνα 6- Διαδικασία ερματισμού. [64].....	21
Εικόνα 7 - Διάλυση πλοίων στις ακτές του Μπαγκλαντές. [65]	28
Εικόνα 8 - Σφαίρες λίπους σε παραλία των Βερμούδων.....	32
Εικόνα 9- Ατμοσφαιρική ρύπανση προερχόμενη από την ναυτιλία. [66].....	34
Εικόνα 10 - Το πρόβλημα της αιθάλης στην Κίνα. [67]	36
Εικόνα 11 - Black Cherry. [68]	41
Εικόνα 12 - Tulip poplar. [69].....	42
Εικόνα 13 - Scrubber Close Loop. [70].....	44
Εικόνα 14- Scrubber open loop. [70]	44
Εικόνα 15 - Ανέλκυση του Δ/Ξ "Αγία Ζώνη ΙΙ". [53].....	46
Εικόνα 16 - Κατανομή πετρελαίων ως προς την ποιότητα και τον τόπο προέλευσης. [39]	50
Εικόνα 17 - Ποσότητες προϊόντων που παράγονται κατά την διύλιση ενός βαρελιού αργού πετρελαίου. [40]	52
Εικόνα 18 - Διάγραμμα μείωσης ποσοτήτων πετρελαϊκών προϊόντων από ναυτικά ατυχήματα ανά δεκαετία. [83]	55
Εικόνα 19 - Η οικολογική καταστροφή του πυθμένα της ακτογραμμής της Αττικής.	56
Εικόνα 20 - Μέγεθος πετρελαιοκηλίδας του Δ/Ξ AmocoCadiz. [72].....	58
Εικόνα 21 - Η πετρελαιοκηλίδα στον κόλπο του Μεξικού (2010). [73].....	59
Εικόνα 22 - Η πλατφόρμα DeerwaterHorizon κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς. [74].....	60
Εικόνα 23 - Βραχίονες περιορισμού πετρελαιοκηλίδας. [75]	63
Εικόνα 24 - Skimmer. [76]	63
Εικόνα 25 - Φυσικό οργανικό προσροφητικό υλικό της εταιρίας Kengro. [90].....	64
Εικόνα 26 - Καθαρισμός πετρελαιοκηλίδας με απορροφητικά υλικά. [77].....	66
Εικόνα 27 - Επιτόπια καύση πετρελαιοκηλίδας. [78]	66
Εικόνα 28 - Λειτουργία διαλυτικών απορρυπαντικών. [84]	67
Εικόνα 29 - Ρίψη χημικών διαλυτικών. [79]	68
Εικόνα 30 - Καθαρισμός ακτής με χρήση νερού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. [80]	69
Εικόνα 31- Καθαρισμός ακτής με χειρωνακτική εργασία. [81].....	70
Εικόνα 32 - Μέθοδος της βιορευστοποίησης. [82]	71

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθεια του κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας. Είμαι ευγνώμων για τα εύστοχα σχόλια του και την καθοδήγηση του. Επίσης, είμαι ευγνώμων προς όλους τους διδάσκοντες του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου του Τμήματος Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος για την πολύτιμη γνώση και εμπειρία που μου παρείχαν.

«Περιβαλλοντική ρύπανση από την εμπορική ναυτιλία»

Στόχος της εργασίας είναι να προσφέρει στον αναγνώστη μια εις βάθος ανάλυση του ζητήματος της ρύπανσης και της μόλυνσης του περιβάλλοντος ως αποτέλεσμα του κύκλου εργασιών της ναυτιλιακής βιομηχανίας υπό το πλαίσιο της διεθνούς και εγχώριας νομοθεσίας. Στο παρόν γίνεται λόγος για τον ρόλο που διαδραματίζουν οι Έλληνες πλοιοκτήτες στη λήψη σημαντικών αποφάσεων επί των ζητημάτων που μετέπειτα μετουσιώνονται στις κατευθυντήριες διατάξεις που αφορούν τη ρύπανση και τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Στο πρώτο σκέλος γίνεται αναφορά σε όλους τους τομείς του περιβάλλοντος, οι οποίοι πλήττονται από την βιομηχανία της ναυτιλίας, ξεκινώντας από τα πρώτα στάδια διεργασιών δημιουργίας ενός πλοίου και τα εσωτερικά συστήματα του έως το τελευταίο στάδιο της διάλυσης του. Επίσης εκτενής αναφορά γίνεται στο φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και πως αυτή δημιουργείται μέσα στις μηχανές εσωτερικής καύσης των πλοίων λόγω της εκτεταμένης χρήσης ορυκτών καυσίμων καθώς και στην ατυχηματική ρύπανση η οποία προκαλείται από ατυχή συμβάντα τα οποία δεν πρόλαβε να περιορίσει ο ανθρώπινος παράγοντας. Στο δεύτερο σκέλος δίνεται έμφαση στον κύκλο του πετρελαίου που ξεκινάει από την εξόρυξη μέχρι και την παραγωγή υποπροϊόντων από την διύλιση αυτού καθώς και στον ζωτικής σημασίας ρόλο που διαδραματίζει το πετρέλαιο στη βιομηχανία της ναυτιλίας. Επίσης, η εργασία εστιάζει στην ρύπανση που μπορεί να επιφέρει μέσα από την ανάδειξη χαρακτηριστικών περιπτώσεων διαρροής πετρελαίου στο περιβάλλον και πως επηρεάζουν τον άνθρωπο τόσο οικονομικά όσο και κοινωνικά. Αναφορά τέλος γίνεται στους τρόπους περιορισμού της ρύπανσης και της επαναφοράς των οικοσυστημάτων που έχουν πληγεί από μια εκτεταμένη πετρελαϊκή ρύπανση.

ABSTRACT

“Environmental impact of commercial shipping”

The aim of the thesis is to provide the reader with an in-depth analysis of the phenomenon of environmental pollution and contamination on account of marine industry turnover under the frame of both international and national legislation. The role of Greek ship-owners is also mentioned with regard to decision-making on matters of great importance as they later lead to the formation of essential guidelines concerning how to deal with the problem of pollution and contamination of the environment. In the first part, the thesis presents all the environmental domains suffering from marine industry, starting with the first stages of ship construction and its interior systems up to the later stages of its demolition. In addition, the pollution of the atmosphere is projected extensively with regard to its causes: the excessive use of fossil fuels within the internal combustion engines of ships as well as accidental pollution caused by unfortunate events whose consequences the human factor failed to tackle in time. In the second part, the focus lies upon the petroleum cycle starting with its extraction and ending with the derivation of by-products out of oil refining while highlighting the vital role the oil plays in marine industry. Emphasis is placed on the pollution the petroleum cycle may result in via referring to indicative cases of oil spilling and their impact on the human factor both on an economic and social basis. Last but not least, the thesis proposes ways of limiting pollution and recovering ecosystems extensively damaged due to oil pollution.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Η ναυτιλιακή βιομηχανία την σημερινή εποχή διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία καθώς είναι ο κύριος τρόπος μεταφοράς αγαθών σε όλο τον κόσμο. Η οικονομία πολλών κρατών, τα οποία περιβάλλονται από το υγρό στοιχείο και διαθέτουν μεγάλες λιμενικές εγκαταστάσεις εξαρτώνται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τον συγκεκριμένο τομέα επιχειρήσεων. Κάθε χρόνο ο παγκόσμιος στόλος αυξάνεται σε συνάρτηση βέβαια με την ζήτηση μεταφοράς προϊόντων, το οποίο είναι αποτέλεσμα της συνεχόμενης αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού πάνω στον πλανήτη. Η συνεχόμενη όμως αύξηση της ζήτησης προϊόντων σε όλο τον πλανήτη έχει ως συνέπεια την διόγκωση του προβλήματος της ρύπανσης του περιβάλλοντος κάθε χρόνο κατά πολύ μεγάλο ποσοστό από την ναυτιλιακή βιομηχανία. Ένα από τα πιο σημαντικά κράτη στον τομέα της ναυτιλίας έχει αναδειχθεί η Ελλάδα, με τους Έλληνες εφοπλιστές και τις εταιρείες τους να είναι συνεχώς στο επίκεντρο των γεγονότων εξαιτίας της τεχνογνωσίας που έχει αναπτύξει ο ελληνικός λαός στον συγκεκριμένο επιχειρησιακό τομέα. Είναι αξιοθαύμαστος ο τρόπος που κινεί τα νήματα σε έναν τόσο μεγάλο επιχειρησιακό τομέα μία χώρα όπου ο πληθυσμός της δεν ξεπερνάει τους 12 εκατομμύρια κατοίκους κρατώντας συνεχώς πρωτεία στο ναυτιλιακό εμπόριο ξεπερνώντας κράτη που έχουν αναδειχθεί σε υπερδυνάμεις στην παγκόσμια οικονομία.. Φυσικά, η θέση του οδηγού και η συντήρηση της στην ναυτιλιακή βιομηχανία δεν κατακτήθηκε από την μία στιγμή στην άλλη. Πέρασαν εκατοντάδες χρόνια ώστε ο ελληνικός λαός να αποκτήσει αυτήν την απaráμιλλή τεχνογνωσία και να μπορεί την σημερινή ημέρα να θεωρείται ως αυθεντία στο θαλάσσιο εμπόριο. Για να φτάσει όμως την σημερινή εποχή η ναυτιλιακή βιομηχανία να ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό από Έλληνες επιχειρηματίες θα πρέπει να αναφερθούν και να γίνουν κατανοητά τα στοιχεία τα οποία οδήγησαν σε αυτήν την εξάπλωση και να θεωρείται από την αρχαιότητα η Ελλάδα ως μια κυρίως ναυτική δύναμη που ποντάρει πάνω στον στόλο της την ασφάλεια των πολιτών της αλλά και την οικονομική της ανάπτυξη και ευημερία.

ΜΕΡΟΣ Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 –ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ.

Η φυσικά χαρακτηριστικά της Ελληνικής επικράτειας, η έκταση των ακτών κατά μήκος αλλά καθώς και τα εκατοντάδεςνησιά και βραχονησίδες που διαθέτει το κράτος εντός των σημερινών συνόρων είχαν προδιαγράψει τον ρόλο που θα διαδραμάτιζε το υγρό στοιχείο σε όλες τις περιόδους της μακραίωνης ελληνικής ιστορίας από την θαλασσοκρατορία του Μίνωα μέχρι την σημερινή εποχή. Είναι αυτή η οποία συνέβαλλε τα μέγιστα στην εξάπλωση του Ελληνισμού σε όλο το κόσμο όπως και στην δημιουργία του πρώτου δημοκρατικού πολιτισμού καθώς ήταν το πρώτο κράτος το οποίο επωφελήθηκε από το άνοιγμα των συνόρων και την εμπορία αγαθών με άλλους πολιτισμούς. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο αιώνας του Περικλή, γνωστός και ως χρυσός αιώνας που έθεσε τα θεμέλια του Δυτικού πολιτισμού και της δημοκρατίας, θεμελιώθηκε πάνω στην ναυτική δύναμη της αρχαίας Αθήνας. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα πάντα κατείχε μία από τις υψηλότερες θέσεις στις χώρες με την μεγαλύτερη ναυτική δύναμη η οποία μεταφράζεται σε πολεμική και εμπορική δύναμη αντίστοιχα. Στην αποδεδειγμένη από ιστορικές αναφορές ανάπτυξη της ελληνικής ναυτιλίας, ανασταλτικό εμπόδιο για την περαιτέρω ανάπτυξη της αποδείχθηκαν οι δύο συνεχείς περίοδοι πολέμου με την Ελλάδα να συμμετέχει ενεργά και να χάνει μεγάλο μέρος της ναυτικής της δύναμης. Μετά από αυτή την μακροχρόνια περίοδο και την τελευταία χρονολογικά συνθήκη των Παρισίων στις 10 Φεβρουαρίου του 1947 όπου οροθετήθηκαν τα σύνορα της στην σημερινή τους μορφή, η Ελλάδα άρχισε να αναπτύσσεται ξανά ως μία ναυτική δύναμη φτάνοντας στην σημερινή εποχή όπου θεωρείται η κορυφαία χώρα στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών, με τον ελληνόκτητο στόλο να ηγείται της παγκόσμιας ναυτικής αγοράς και οι Έλληνες ναυτικοί να θεωρούνται κορυφαίοι με απaráμιλλη τεχνογνωσία. Στη σημερινή εποχή περισσότερο από το 90% του παγκόσμιου εμπορίου διακινείται μέσω της θαλάσσης. Οι θαλάσσιες μεταφορές στη Μεσόγειο αλλά και στις ελληνικές θάλασσες έχουν αυξηθεί ακολουθώντας τις τάσεις που υπάρχουν διεθνώς στις μεταφορές καθώς πρόκειται για τον πλέον οικονομικό και ασφαλή τρόπο μεταφοράς μεγάλου όγκου αγαθών και ανθρώπων. Στην Ελλάδα λειτουργούν σημαντικά λιμάνια και μεγάλο κομμάτι της οικονομίας της χώρας εξαρτάται άμεσα από τις θαλάσσιες μεταφορές εκμεταλλεύομενη την γεωγραφική της θέση που κατά πολλούς θεωρείται ένα σταυροδρόμι τριών ηπείρων. Στην Ελληνική επικράτεια υπάρχουν περισσότερα από 100 κατοικήσιμα νησιά και περίπου 900 λιμάνια και λιμενικές εγκαταστάσεις. 22 από αυτά χαρακτηρίζονται ως διεθνή καθώς διακινούν πάνω από 1,5 εκ. τόνους εμπορευμάτων ή περισσότερους από 200.000 επιβάτες. Τα περισσότερα ελληνικά λιμάνια συνδυάζουν επιβατική και εμπορευματική κίνηση. Η ακτοπλοΐα, μοναδική γραμμή σύνδεσης πολλών νησιών με την ηπειρωτική χώρα αλλά και μεταξύ τους, επηρεάζει συνολικά πάνω από το 10% των Ελλήνων. Η σημασία των θαλάσσιων μεταφορών για την βιωσιμότητα των νησιωτικών περιοχών είναι μεγάλη καθώς ένα μεγάλο ποσοστό του συνολικού αριθμού επιβατών που διακινούνται είναι Έλληνες πολίτες όπως επίσης μεγάλο είναι και το ποσοστό των εμπορευμάτων που

διακινούνται στην εσωτερικό της χώρας που ξεκινούν από ελληνικούς προορισμούς. Συνολικά, οι θαλάσσιες μεταφορές και οι συνοδευτικοί κλάδοι δημιουργούν προστιθέμενη αξία ίση με το 3,2% του ΑΕΠ, κατατάσσοντας την Ελλάδα στην 6^η θέση μεταξύ των χωρών της Ευρώπης[1,8].

1.1 Επιπτώσεις της ναυτιλίας στο περιβάλλον.

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε αναφορά ως προς την ταχεία ανάπτυξη της εμπορικής ναυτιλίας και την Ελλάδα ως κύριο πρωταγωνιστή στις εξελίξεις αυτές κατέχοντας εξέχουσα θέση σε αυτήν την συνεχή ανοδική πορεία καθώς οι Έλληνες πλοιοκτήτες και οι εταιρείες τους εμφανίζονται ως αυθεντίες της παγκόσμιας ναυτιλιακής βιομηχανίας. Στην σημερινή καμπή της ιστορίας του ανθρώπινου πολιτισμού καλούμαστε πλέον ως έθνος με βαθύτατη ιστορία αιώνων στην ναυτιλία, να αφήσουμε το στίγμα μας επάνω στον πλανήτη προχωρώντας άμεσα στην μείωση των εκπομπών των ρύπων που εκλύονται από την ναυτιλία αφού κατά πολλούς ο πλανήτης έχει φτάσει στο σημείο 0 όσον αφορά την βιωσιμότητα του λόγω της υποφαινόμενης οικολογικής κρίσης. Δεν θα μπορούσε η ναυτιλία σαν βιομηχανικός κλάδος να αποστασιοποιηθεί από αυτά τα μεγάλα ζητήματα. Και αυτό διότι σύμφωνα με μελέτες η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι υπεύθυνη για ένα σημαντικό ποσοστό του παγκόσμιου προβλήματος της κλιματικής αλλαγής. Περισσότερο από το 3% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να αποδοθούν σε ωκεάνια πλοία. Αυτό είναι ένα ποσό συγκρίσιμο με τις μεγάλες χώρες που εκπέμπουν άνθρακα καθώς η βιομηχανία αναπτύσσεται διαρκώς. Αυτό σημαίνει πως αν θα μπορούσε να γίνει μια παρομοίωση και η παγκόσμιαν ναυτιλία να παρουσιαστεί σαν αυτόνομο κράτος θα καταλάμβανε την 6^η θέση ως μεγαλύτερος παραγωγός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ενδεικτικό είναι πως οι μοναδικές χώρες που εκπέμπουν περισσότερο διοξείδιο από τον παγκόσμιο ναυτιλιακό στόλο είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Κίνα, η Ρωσία, η Ινδία και η Ιαπωνία. Η ναυτιλία ως ένας μεγάλος όγκος επιχειρήσεων παγκοσμίως με εκατομμύρια εργαζομένους σε όλο το πλανήτη αφήνει εκατοντάδες χιλιάδες τόνους χερσαίων και αερίων ρύπων (χημικών και μη) με αποτέλεσμα την ρύπανση και μόλυνση της βιοποικιλότητας των θαλασσών, την γενικότερη υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος και την εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα. Πιο συγκεκριμένα, η ρύπανση που προκύπτει κατά των κύκλο εργασιών της ναυτιλίας χωρίζεται σε 2 επιμέρους κατηγορίες, τη λειτουργική και την ατυχηματική ρύπανση. Αφού όμως γίνει εκτενής αναφορά στις δύο αυτές κατηγορίες είναι σημαντικό να αναφερθεί το βασικό νομοθετικό πλαίσιο κατά το οποίο λειτουργεί όλη η βιομηχανία της ναυτιλίας [2].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΙΜΟ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.

2.1 ΙΜΟ.

ΟΙΜΟ (International Maritime Organization – Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός) είναι ο ειδικευμένος οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών που ειδικεύεται στους τομείς ασφάλειας της ναυσιπλοΐας και την πρόληψη της θαλάσσιας και ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλεί ο ανθρώπινος παράγοντας κατά την διάρκεια των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων. Ως ειδικευμένη υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός μετουσιώνεται στην παγκόσμια αρχή καθορισμού προτύπων για την ασφάλεια των εργαζομένων, την ασφάλεια των επιχειρήσεων των πλοίων και για τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της διεθνούς ναυτιλίας. Ο κύριος λόγος της δημιουργίας του ΙΜΟ είναι η ανάγκη ύπαρξης ενός γενικού πλαισίου κανόνων για την βιομηχανία της ναυτιλίας το οποίο θα είναι δίκαιο και αποτελεσματικό και θα υιοθετείται και θα εφαρμόζεται καθολικά παγκοσμίως. Με διαφορετικά λόγια ο ρόλος του είναι να δημιουργήσει ισότιμους όρους ανταγωνισμού ούτως ώστε οι φορείς εκμετάλλευσης των πλοίων να μην μπορούν να αντιμετωπίσουν πιθανά οικονομικά ζητήματα με περικοπές και συμβιβασμούς στα πρωταρχικά ζητήματα ασφαλείας και περιβάλλοντος. Η ναυτιλία είναι μια διεθνής βιομηχανία και μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά μόνον εφόσον οι κανονισμοί και τα πρότυπα που την διέπουν συμφωνηθούν, εγκριθούν και εφαρμοστούν σε διεθνή βάση. Ο ΙΜΟ στη σημερινή εποχή έχει 173 Κράτη Μέλη και 3 Συνδεδεμένα Μέλη. Ακόμα, 64 Διακυβερνητικοί Οργανισμοί (EUROPEAN COMMISSION, INTERPOL, REDCROSS κα) έχουν υπογράψει συμφωνίες συνεργασίας και 79 Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις (ITOPF, BIMCO, OCIMF, GREENPEACE κα) έχουν συμβουλευτικό ρόλο. Ο ΙΜΟ είναι ο οργανισμός που κάθε ναυτιλιακή εταιρεία λογοδοτεί και χωρίς την απαραίτητη συγκατάθεση του δεν υφίσταται. Χαρακτηριστική είναι η δομή του η οποία αποτελείται από την Συνέλευση, το Συμβούλιο και πέντε κύριες επιτροπές: την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος, την Νομική Επιτροπή, την Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας, την Επιτροπή Τεχνικής Συνεργασίας και την Επιτροπή Διευκόλυνσης. Επιπλέον, το έργο των συγκεκριμένων επιτροπών υποστηρίζεται από έναν σημαντικό αριθμό υποεπιτροπών [4].

2.2 MARPOL 73/78

MARPOL 73/78 ονομάζεται η κύρια Διεθνής Σύμβαση που αφορά την πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από πλοία λόγω της λειτουργίας τους ή λόγω ναυτικών ατυχημάτων. Αποτελεί την σημαντικότερη διεθνή ναυτιλιακή σύμβαση και είναι δημιούργημα του ΙΜΟ με στόχο την ελαχιστοποίησή της ρύπανσης των ωκεανών συμπεριλαμβανομένης της ρύπανσης από την ρίψη αντικείμενων στη θάλασσα από τα πλεούμενα, της ρύπανσης από πετρέλαιο καθώς και της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα. Η σύμβαση είναι δημιούργημα του ΙΜΟ και υπογράφηκε από τα μέλη του στις 17 Φεβρουαρίου του 1973 αλλά δεν τέθηκε σε ισχύ την συγκεκριμένη ημερομηνία. Το 1978 ψηφίστηκε το πρωτόκολλο της σύμβασης εν μέσω μίας συνδιάσκεψης με θέμα την ασφάλεια των δεξαμενόπλοιων

και με την κοινή γνώμη να πιέζει τους διεθνείς φορείς καθώς είχαν προηγηθεί αρκετά ναυτικά ατυχήματα. Με την πάροδο του χρόνου τα δύο κείμενα συνδυάστηκαν σε μία ενιαία διεθνή σύμβαση που τέθηκε σε ισχύ εν τέλει στις 2 Οκτωβρίου του 1983 με όνομα MARPOL 73/78. Η σύμβαση ορίζει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να γίνεται η διαχείριση ορισμένων ρυπογόνων υλικών (επεξεργασία τους μέσω συγκεκριμένων τεχνολογιών καθώς και λήψη δειγμάτων σε τακτά χρονικά διαστήματα) πάνω στα πλοία καθώς και τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες επιτρέπεται η απόρριψη στο θαλάσσιο περιβάλλον ορισμένων από αυτά. Η MARPOL 73/79 χωρίζεται σε 6 παραρτήματα, σύμφωνα με διάφορες κατηγορίες ρύπων, καθένα από τα οποία αφορά τους κανόνες προστασίας του περιβάλλοντος ανά συγκεκριμένου τύπου πλοίου και των εκπομπών του. Όλα τα πλοία τα οποία τα οποία φέρουν σήμανση χωρών που έχουν υπογράψει την σύμβαση MARPOL 73/78 υπόκεινται στις απαιτήσεις της, ανεξάρτητα από τον τόπο πλεύσης τους και τα κράτη-μέλη (Εικ 1) στον ΙΜΟ είναι υπεύθυνα για πλοία που είναι νηολογημένα στο εθνικό τους μητρώο πλοίων [5].



Εικόνα 1 - Χώρες που έχουν υπογράψει την σύμβαση Marpol 73/78.[47]

2.3 SOLAS 1974.

SOLAS 1974 ονομάζεται η σύμβαση για την ασφάλεια ζωής στη θάλασσα η οποία ορίζει τα ελάχιστα πρότυπα ασφαλείας για την κατασκευή, τον εξοπλισμό και τη λειτουργία των εμπορικών πλοίων. Η αρχή λειτουργίας της είναι όμοια με αυτήν της MARPOL 73/74 καθώς και αυτή απαιτεί απ' όσα κράτη την έχουν υπογράψει την λειτουργία της. Τα κράτη σημαίας είναι υπεύθυνα για την διασφάλιση της συμμόρφωσης τους των πλοίων που φέρουν τη σημαία τους με τις απαιτήσεις τους και ορισμένα πιστοποιητικά που προβλέπονται στη σύμβαση ότι κάποια ενέργεια που απαιτείται έχει γίνει σύμφωνα με τις διαδικασίες που απαιτούνται από την σύμβαση. Οι διατάξεις ελέγχου επιτρέπουν επίσης στα συμβαλλόμενα κράτη να επιθεωρούν πλοία άλλων συμβαλλόμενων κρατών εάν υπάρχουν σαφείς λόγοι να πιστεύουν ότι το πλοίο και ο εξοπλισμός του δεν συμβαδίζουν και δεν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της σύμβασης. Η διαδικασία αυτή είναι γνώστη στην Ναυτιλιακή Βιομηχανία ως επιθεώρηση από το κράτος του λιμένα. Η συνθήκη περιλαμβάνει άρθρα που καθορίζουν γενικές υποχρεώσεις, διαδικασίες τροποποίησης και άλλα των πλοιοκτητριών εταιριών μέσα σε ένα παράρτημα που διαιρείται σε 14 κεφάλαια. Από αυτά, το πέμπτο κεφάλαιο είναι το μόνο που ισχύει για όλους τους τύπους πλεούμενων σε όλες τις θάλασσες παγκοσμίως είτε αυτά είναι σκάφη αναψυχής είτε εμπορικά πλοία τα οποία εκτελούν διεθνείς μεταφορές. Η σημερινή έκδοση της SOLAS που χρησιμοποιείται είναι αυτή του 1974, η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 25 Μαΐου του 1980 [7].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.

Ως **λειτουργική ρύπανση** ορίζεται το ρυπαντικό φορτίο που προκύπτει από τη συνήθη λειτουργία ενός πλοίου(εμπορικού, επιβατικού η αναψυχής) και μπορεί να προβλεφθεί άρα και να αντιμετωπιστεί. Η λειτουργική ρύπανση περιλαμβάνει όλων των ειδών των ρύπων που αφήνονται στην ατμόσφαιρα και εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον, οι οποίοι προέρχονται από την καθημερινή χρήση του πλεούμενου αλλά και των κύκλο εργασιών που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα μαζί του. Η αφετηρία της λειτουργικής ρύπανσης βρίσκεται στην στιγμή της ναυπήγησης ενός πλοίου, συνεχίζει κατά τη διάρκεια όλης της λειτουργικής του ζωής και φτάνει μέχρι τη στιγμή της διάλυσης του (scrap).

3.1 Ναυπήγηση και περιβάλλον.

Ο δυνητικός αντίκτυπος των διαρροών και των εκπομπών κατά τη διάρκεια των ναυπηγικών εργασιών μπορεί να είναι πολύ σοβαρός καθώς τα ναυπηγεία έχουν άμεση επαφή με το θαλάσσιο περιβάλλον. Όπως γίνεται αντιληπτό, η πιθανότητα κινδύνου διάδοσης των ρύπων ενός ναυπηγείου αυξάνεται κατακόρυφα μόνο αν αναλογιστεί κανείς την τοποθεσία που συνήθως βρίσκονται.



Εικόνα 2 - Ναυπηγεία Σκαρμαγκά.[59]

Οι πιο άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ναυπηγική βιομηχανία οφείλονται στις εργασίες κατασκευής των πλοίων, στις εργασίες συντήρησης τους αλλά και σε εργασίες επισκευής. Κάθε μία από αυτές τις διεργασίες είναι από μόνη της μία μεγάλη επιχείρηση και περιλαμβάνει πολλά στάδια εξέλιξης και διαδικασιών. Οι εργασίες κατά την κατασκευή, την συντήρηση και την επισκευή περιλαμβάνουν τη δημιουργία και την καθημερινή διαχείριση ενός μεγάλου αριθμού τοξικών υλικών, αερίων και υγρών. Τέτοιες διεργασίες είναι οι εξής:

- Μεταλλουργικές εργασίες και εργασίες επιφανειακής επεξεργασίας όπως η δημιουργία σωματιδίων (PM) η οποία οδηγεί στην απόρριψη τοξικών ενώσεων στο έδαφος και το νερό.

- Οι συνήθειες δραστηριότητες συντήρησης από τις οποίες παράγονται υγρά απόβλητα κινητήρων όπως πετρέλαιο, υδραυλικών, λιπαντικών και αντιψυκτικών υγρών.
- Οι δραστηριότητες τροφοδοσίας επίσης παράγουν υγρά απόβλητα και εκλύουν ατμούς στην ατμόσφαιρα.
- Η εκτεταμένη χρήση των υπόγειων δεξαμενών αποθήκευσης συνεπάγεται με κίνδυνο έκλυσης ρύπων που μπορούν να βλάψουν την υδρόβια ζωή.
- Οι διεργασίες που περιλαμβάνουν τα ύδατα απόσβεσης και έρματος τα οποία περιέχουν έλαια, διαλύτες και άλλες επικίνδυνες ουσίες.

Επιπλέον, λόγω του μεγέθους των πλοίων ελάχιστα ναυπηγεία σε όλο το κόσμο έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν αυτές τις διεργασίες σε κεκαλυμμένο περιβάλλον. Όπως και σε διάφορες άλλες εξωτερικές ζώνες κατασκευής αγαθών, έτσι κι εδώ οι διεργασίες οδηγούν σε αυξημένο κίνδυνο έκθεσης του περιβάλλοντα χώρου σε πιθανούς ρύπους. Ωστόσο για τα ναυπηγεία, αυτός ο κίνδυνος είναι που επιδεινώνεται περαιτέρω από το γεγονός ότι οι δραστηριότητες των ναυπηγείων λαμβάνουν χώρα περιμετρικά από το υγρό στοιχείο, το οποίο δημιουργεί πρόσθετες οδούς για την έκθεση των υδάτινων ροών σε τοξικά και επικίνδυνα υλικά, είτε άμεσα είτε μέσω των εκροών. Οι δραστηριότητες στη ναυπηγική βιομηχανία που έχουν άμεση περιβαλλοντική ανησυχία περιλαμβάνουν:

- Δραστηριότητες μεταλλουργίας, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής μεταλλικής κοπής, συγκόλλησης και λείανσης.
- Εργασίες επιφανειακής επεξεργασίας, περιλαμβανομένης της τριβής, της επικάλυψης και της βαφής.
- Δραστηριότητες συντήρησης και επισκευής πλοίων όπως ο καθαρισμός δεξαμενών.
- Το στοιχείο του θορύβου που παράγεται σε τόσο μεγάλα εργοτάξια και έχει περιβαλλοντική επίπτωση στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθούν και οι ρύποι οι οποίοι παράγονται κατά τη διάρκεια αυτών των εργασιών. Πιο συγκεκριμένα, για τις διεργασίες κατά την επεξεργασία των μετάλλων που περιλαμβάνουν την κοπή, την πίεση, τη διάτρηση, την λείανση και την συναρμολόγηση χρησιμοποιούνται λάδια κοπής και λιπαντικά υγρά για την ψύξη των εργαλείων και των τεχνικών διεργασιών υψηλής ταχύτητας και θερμοκρασίας. Μία άλλη κατηγορία ρύπων προκύπτει κατά την χρησιμοποίηση διαλυτών οι οποίοι χρησιμεύουν συχνά για τον καθαρισμό και την απολίπανση εξαρτημάτων και εργαλείων πριν και μετά την μηχανική επεξεργασία τους. Η επεξεργασία αυτή μπορεί να οδηγήσει επίσης σε εκπομπές αέριων ρύπων προς την ατμόσφαιρα. Γενικότερα, οι εργασίες μεταλλουργίας οδηγούν σε σημαντικό αριθμό παραγόμενων αποβλήτων και ρύπων συμπεριλαμβανομένων των ελαίων κοπής, των λιπαντικών ελαίων, των διαλυτών απολύμανσης καθώς και των μεταλλικών ρινισμάτων [3].

3.2 Συντήρηση και επισκευή πλοίου.

Η συντήρηση και η επισκευή πλοίων περιλαμβάνει μετατροπές πλοίων, γενικές επισκευές, προγράμματα συντήρησης και επισκευές ζημιών στα πλοία και των εξοπλισμό που διαθέτουν. Οι διεργασίες αυτές μπορούν να υπάρξουν σε μη καθορισμένο χρόνο, όπως για παράδειγμα να υποστεί ο εξοπλισμός του πλοίου

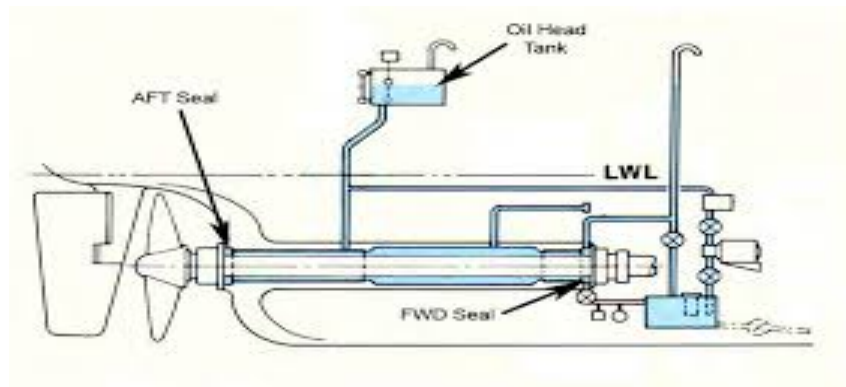
κάποια απροσδόκητη βλάβη αλλά και να έχουν προγραμματιστεί από την εταιρεία που υπόκειται το πλοίο για την περιοδική συντήρηση του. Οι εργασίες αυτές σχεδόν πάντα πραγματοποιούνται σε αυστηρούς καθορισμένους χρονικούς περιορισμούς ώστε το πλοίο να μείνει πρακτικά όσο το δυνατόν λιγότερο χρόνο γίνεται ακινητοποιημένο. Παρόλο που οι διεργασίες συντήρησης και επισκευής διαφέρουν μεταξύ τους, είναι παρόμοιες με αυτές κατά την περίοδο κατασκευής του πλοίου αλλά σε μικρότερη κλίμακα. Έτσι λοιπόν οι επιπτώσεις που επιφέρει ο τομέας της συντήρησης και της επισκευής στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα δεν διαφέρει πολύ από αυτές κατά τη διάρκεια της ναυπήγησης του. Αυτό βέβαια έχει να κάνει και με το είδος διεργασιών που μπορεί να υποστηρίξει το ναυπηγείο (τεχνολογία που διαθέτει, τεχνογνωσία, οικονομική ευρωστία και χωρητικότητα). Οι εργασίες συντήρησης και επισκευής περιλαμβάνουν τον καθαρισμό και την συντήρηση του μηχανικού, του ηλεκτρικού, του θερμικού και υπό ορισμένες συνθήκες (καταλληλόλητα ναυπηγείου) ραδιενεργού εξοπλισμού καθώς επίσης και υδραυλικού εξοπλισμού πίεσης όπως είναι οι σωληνώσεις και οι αντλίες που λειτουργούν με φυσικό αέριο, νερό και αέρα. Αυτές μπορεί να οδηγήσουν στην παραγωγή επικίνδυνων αποβλήτων σε πετρελαϊκή μορφή, υδραυλικά ρευστά, λιπαντικά, οξέα και αντιψυκτικά υγρά. Επίσης, οι διεργασίες τροφοδοσίας μπορούν να παράγουν απόβλητα σε υγρή μορφή αλλά και ατμούς ο οποίος απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Μία επίσης μεγάλη παράμετρος ρύπανσης του περιβάλλοντος στην οποία πρέπει να γίνει αναφορά και έχει σχέση με τον τομέα της συντήρησης και της επισκευής καθώς και με τον χώρο του ναυπηγείου είναι η απόρριψη ρύπων που δεν παράγονται σε αυτά και οφείλονται συνήθως στον καθαρισμό των πλοίων καθώς θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν στον κύκλο εργασιών τους τον χειρισμό και την επεξεργασία αυτών των ρυπογόνων ουσιών. Τέτοιοι ρύποι είναι τα σεντινόνερα (νερό αναμειγμένο με λιπαντικά έλαια και πετρέλαιο στην περιοχή του μηχανοστασίου ενός πλοίου), το νερό έρματος, τα υπολείμματα φορτίου καθώς και τα απόβλητα οικιακής μορφής. Η παροχή όμως διευκολύνσεων διαχείρισης τέτοιων ρύπων αποτελεί μέρος του πρωτοκόλλου MARPOL. Πολλές εγκαταστάσεις-υποδοχείς πλοίων όμως εξακολουθούν να μην κατέχουν την απαραίτητη τεχνογνωσία και τεχνολογία για την διαχείριση αυτών των ρύπων. Εξαιτίας αυτών των συνθηκών, πολλές φορές τα πλοία δεν έχουν άλλη επιλογή από το να επιρρίψουν τους συγκεκριμένους ρύπους στο θαλάσσιο περιβάλλον κατά παράβαση του πρωτοκόλλου με συνέπεια ο ΙΜΟ να πρέπει να αναπτύξει ένα σχέδιο δράσης που θα αποσκοπεί στην βελτίωση των εγκαταστάσεων υποδοχής του κάθε λιμένα κάθε χώρας [3].

3.3 Λειτουργικά συστήματα πλοίου.

3.3.1. Άξονας ένωσης προπέλας και κύριας μηχανής (Sterntube).

Ο άξονας προπέλας (sterntube), ο οποίος είναι το εξάρτημα το οποίο συνδέει την κύρια μηχανή ενός πλοίου με την προπέλα του μπορεί να καταλογιστεί ως ένας κίνδυνος μόλυνσης που προέρχεται κατευθείαν από το κυριότερο σύστημα του. Πιο συγκεκριμένα ο άξονας αυτός εμπεριέχει σύστημα λίπανσης ώστε να αποφεύγονται οι τριβές σε ένα σημείο του πλεούμενου όπου βασίζεται η λειτουργία του. Σε αυτό το σύστημα, προσαρμίζονται ειδικά δαχτυλίδια και τσιμούχες φτιαγμένα από εύκαμπτα

υλικά ώστε να μπορεί να αντιμετωπιστεί η διαφορά πίεσης στη θάλασσα όταν το πλοίο δεν είναι φορτωμένο κάτι που σημαίνει ότι θα έχει μικρό βύθισμα αλλά και όταν θα υπάρχει φορτίο πάνω σε αυτό και το βύθισμα του θα είναι πολύ μεγαλύτερο. Τα δαχτυλίδια αυτά και οι τσιμούχες σφραγίζουν αεροστεγώς την οπή του άξονα και δεν αφήνουν το νερό να εισχωρήσει στο εσωτερικό του πλοίου και ταυτόχρονα συγκρατεί οποιαδήποτε διαρροή υλικών από το μηχανοστάσιο του πλοίου επικίνδυνων προς το θαλάσσιο περιβάλλον όπως το λάδι λίπανσης του. Τα συστήματα λίπανσης του άξονα προπέλας που υπάρχουν στην αγορά είναι δύο. Υπάρχει το σύστημα λίπανσης του άξονα προπέλας το οποίο λειτουργεί εντελώς πνευματικά, δηλαδή μόνο με αέρα κάτι το οποίο είναι εντελώς αποδεκτό από όλους τους διεθνείς οργανισμούς και συμβάσεις αλλά υπάρχει και τοποθετείται στις νεότερες κατασκευές πλοίων. Το πρόβλημα βρίσκεται στο σύστημα λειτουργίας με λάδι το οποίο τοποθετούνταν σε όλα τα πλοία από τις αρχές του 1950. Κατά το σύστημα αυτό, το λάδι λίπανσης(ορυκτέλαιο) ψεκάζεται ανάμεσα στα δαχτυλίδια που σφραγίζουν τον άξονα από ειδικά διαμορφωμένες κεφαλές οι οποίες συνδέονται μέσω σωληνώσεων με μια δεξαμενή στην οποία βρίσκεται, με τις τσιμούχες να εμποδίζουν την διαρροή λαδιού και πετρελαίου στο περιβάλλον και να τα συγκρατούν σε αυτό ακριβώς το σημείο. Παράγοντες όμως, όπως η ταραχώδης θάλασσα και οι δονήσεις καθιστούν πρακτικά αδύνατη την αεροστεγή σφράγιση του άξονα. Ενδεικτικό είναι πως κατά την έρευνα του διαδικτυακού περιοδικού της πλατφόρμας IJARSEυπολογίστηκε πως στα 45.000 εμπορικά πλοία που επιχειρούν σε όλες τις θάλασσες, το 90% χρησιμοποιεί σύστημα λίπανσης με ορυκτέλαιο με μέσο όρο διαρροής την μέρα 6 λίτρα. Η έρευνα προχώρησε σε ακόμα πιο ενδεδειγμένα αποτελέσματα, υπολογίζοντας τον μέσο όρο διαρροής λίτρων λαδιού ετησίως με το νούμερο να υπερβαίνει τα 80 εκατομμύρια ($45.000 \times 0.9 \times 6 \times 330 = 80.019.000$). Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ροής λίπανσης (Εικ 3) του άξονα προπέλας το λάδι που παρέχεται μέσω σωληνώσεων στον άξονα προπέλας προέρχεται από μία συγκεκριμένη δεξαμενή (OilHeadTank). Το λάδι που παρέχεται έχει συνήθως υψηλό δείκτη ιξώδους και είναι ειδικά σχεδιασμένο για αυτήν ακριβώς την χρήση, δηλαδή την λίπανση του άξονα προπέλας. Τα συγκεκριμένα λιπαντικά έχουν σχεδιαστεί με βάση τον συνδυασμό ελαίων με μεγάλο βαθμό ιξώδους, γαλακτοματοποιητές, τροποποιητές δομής και επιφανειοδραστικούς παράγοντες για την πρόληψη της διάβρωσης. Αυτά τα λιπαντικά γαλακτοματοποιούνται εύκολα όταν συνδυάζονται με θαλασσινό νερό ώστε να σχηματιστεί ένα σταθερό γαλάκτωμα που είναι συγκολλητικό και εξαιρετικά λιπαντικό. Έτσι λοιπόν παρέχεται αποτελεσματική προστασία από την σκουριά παρουσία του θαλασσινού νερού και η λιπαντική μεμβράνη που έχει δημιουργηθεί (γαλάκτωμα) παραμένει ανθεκτική με όλες τις ιδιότητες της λίπανσης και της συγκόλλησης ακόμα και μετά από εκτεταμένη χρήση υπό σοβαρές συνθήκες λειτουργίας. [60]



Εικόνα 3 - Σχέδιο λίπανσης άξονα προπέλας (sterntube). [61]

Οι πιο συνηθισμένες αιτίες που καθιστούν ως πηγή περιβαλλοντικής ρύπανσης την λίπανση του άξονα προπέλας είναι i) η αλίευση διχτυών και σκοινιών ψαρέματος από την προπέλα (Εικ 4), ii) η μη ευθυγράμμιση του άξονα ή η κάμψη του και iii) τα φθαρμένα δαχτυλίδια και τσιμούχες.[62]



Εικόνα 4 - Αλίευση διχτυών ψαρέματος από προπέλα.[62]

Για να αποτραπεί η ρύπανση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και οι κατασκευάστριες εταιρείες να συμβαδίσουν με τους διεθνείς κανονισμούς και την νομοθεσία του κάθε κράτους ξεχωριστά προέβησαν στην κατασκευή πιο ανθεκτικών δαχτυλιδιών και τσιμουχών, ώστε να περιοριστεί όσο το δυνατόν περισσότερο η διαρροή λαδιού κι πετρελαίου αλλά παρόλα αυτά ο κίνδυνος της διαρροής παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα. Έτσι λοιπόν, οι κυβερνήσεις και οι διεθνείς οργανισμοί προέβησαν σε περεταίρω ενέργειες απαιτώντας το λάδι που χρησιμοποιείται για την λίπανση του άξονα να είναι βιοδιασπώμενο. Τα αποτελέσματα όμως ούτε σε αυτή τη περίπτωση ήταν τα επιθυμητά καθώς το βιοδιασπώμενο λάδι αντιμετωπίζεται ως πηγή ρύπανσης με τους οργανισμούς τελικά να απαιτούν τη δημιουργία δαχτυλιδιών και τσιμουχών με βάση ρητίνες από το θαλασσινό νερό ώστε να γίνεται η λίπανση του άξονα μέσω του θαλασσινού νερού εξαλείφοντας έτσι την χρήση του λαδιού [16].

3.3.2. Διαχωριστήρας νερού-ελαίου (separatoroil -water).

Το συγκεκριμένο σύστημα θεωρείται πλέον από τα σημαντικότερα λειτουργικά συστήματα ενός πλοίου. Όλα τα πλοία είναι υποχρεωμένα να έχουν διαχωριστήρα νερού ελαίου (Εικ 5). Σε κάθε επιθεώρηση, οι οποίες λαμβάνουν χώρα πάντα πάνω στο εκάστοτε πλοίο από τις χώρες που έχει πάρει πιστοποιητικά (δηλαδή την «σημαία» του), από τους ναυλωτές του, από επιθεωρητές του ίδιου του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), της διεθνούς σύμβασης Marpol και από τις λιμενικές αρχές κάθε κράτους που υπάγεται το λιμάνι στο οποίο βρίσκεται το πλοίο, ελέγχεται ενδελεχώς το συγκεκριμένο σύστημα. Επίσης, από το πρώτο μηχανικό του πλοίου ζητείται το OilRecordBook (Orb) στο οποίο καταγράφονται οι τιμές οι οποίες εμφανίζονται στον μετρητή του συστήματος ώστε να ελεγχθούν σύμφωνα με τις υπόλοιπες μεταβλητές (λαδιού, νερού). Σκοπός ύπαρξης του συγκεκριμένου συστήματος πάνω στο πλοίο είναι ο διαχωρισμός των διάφορων ελαίων από το νερό πλύσεων του μηχανοστασίου (σεντίνες). Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για έναν διαχωριστήρα βαρύτητας όπου εκμεταλλεύεται τις διαφορές στην πυκνότητα και την επιφανειακή τάση που παρουσιάζει το νερό με το λάδι. Το σύστημα αυτό στην ουσία είναι ένας διαχωριστήρας βαρύτητας καθώς εκμεταλλεύεται τις διαφορές στην πυκνότητα και στην επιφανειακή τάση που παρουσιάζει το νερό με το λάδι. Στην αρχή το μείγμα ελαίων και νερού αντλείται στον πρώτο θάλαμο εκεί όπου συγκρατείται η περισσότερη ποσότητα λαδιού. Ο κυρίως διαχωρισμός συμβαίνει στον υψηλής απόδοσης συλλέκτη (High Efficiency Coalescer). Το λάδι ελκύεται από την λιπόφιλη επιφάνεια του υλικού του συγκεντρωτήρα υψηλής απόδοσής χωρίς να απορροφάει το νερό, δημιουργώντας σταγονίδια τα οποία μεγαλώνουν ούτως ώστε να αρχίσουν να επιπλέουν στο νερό. Το υλικό του συγκεντρωτήρα με την ελαιοφιλική επιφάνεια έχει σπογγώδη μορφή ανοικτών πόρων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγάλη επιφάνεια χωρίς να εμποδίζεται η ροή του νερού. Μετά τον κυρίως διαχωρισμό το νερό το οποίο εμπεριέχει μικρότερη ποσότητα ελαίων διέρχεται στον δεύτερο θάλαμο (HycSep Housing). Σε αυτόν τον δεύτερο θάλαμο διαχωρίζονται τα σταγονίδια λαδιού από το νερό με λεπτότερες διαμέτρους. Το σύστημα εμπεριέχει ακόμα συναγερό ώστε να μετριέται συνεχώς η περιεκτικότητα του λαδιού των σεντινών που διαπερνάει τον διαχωριστήρα (όριο 15ppm). Το λάδι το οποίο έχει διαχωριστεί καταλήγει σε μία δεξαμενή συγκράτησης (δεξαμενή καταλοίπων). Το πρόβλημα της ρύπανσης προκύπτει όταν η δεξαμενή καταλοίπων αδειάζει το διαχωρισμένο λάδι στην θάλασσα προκειμένου να εισέλθει σε κάποιο λιμάνι. Αυτό γίνεται διότι οι λιμενικές αρχές ελέγχουν τα επίπεδα της δεξαμενής καθώς είναι καθορισμένη η ποσότητα λαδιού που πρέπει να εμπεριέχεται μέσα στην δεξαμενή όταν ένα πλοίο καταφθάνει σε έναν λιμένα. Αν μια δεξαμενή έχει περισσότερη ή λιγότερη ποσότητα διαχωρισμένου λαδιού ο ελεγκτής θα καταγράψει παράβαση και θα επιβληθεί πρόστιμο στην πλοιοκτήτρια εταιρεία καθώς θα θεωρηθεί ότι το σύστημα διαχωρισμού νερού - ελαίων δεν λειτουργεί σωστά. Η νομοθεσία για την λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος είναι διαφορετική όσον αφορά τις χώρες καθώς διαφορετικά όρια απόρριψης από ένα πλοίο ισχύουν παραδείγματος χάρη στις Ηνωμένες Πολιτείες και άλλα στην Ευρώπη και τον Καναδά. Συγκεκριμένα, για τις Ηνωμένες Πολιτείες ο νόμος περί καθαρών υδάτων περιορίζει την περιεκτικότητα του νερού σε πετρέλαιο το οποίο απορρίπτεται στη θάλασσα από έναν διαχωριστήρα στα 15ml/Λεντός 12 ναυτικών μιλίων από την ακτή και στα 100mg/Λεκτός αυτής. Στις ευρωπαϊκές χώρες και στον Καναδά οι κανονισμοί είναι ακόμα πιο αυστηροί καθώς

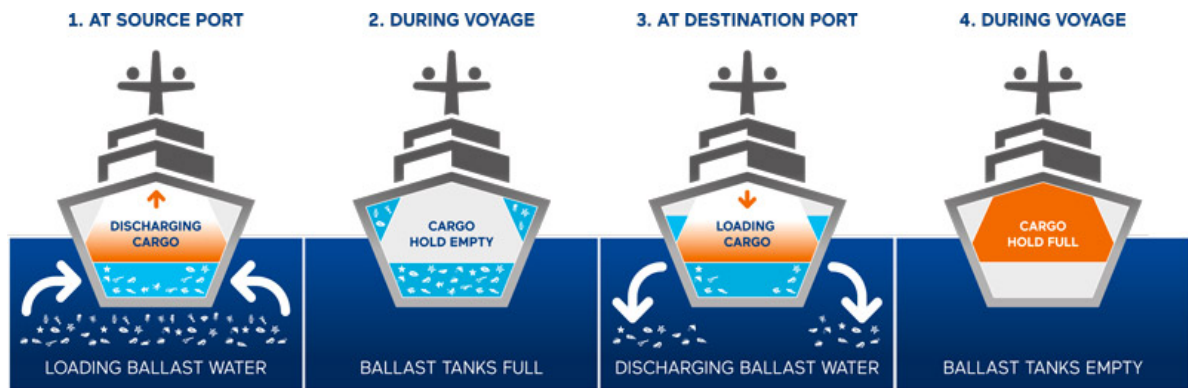
το νερό που απορρίπτεται από ένα τέτοιο σύστημα δεν πρέπει να περιέχει περιεκτικότητα σε πετρέλαιο πάνω από 5ml/L [14, 15].



Εικόνα 5- Διαχωριστήρας νερού-ελαίου. [63]

3.3.3. Νερό έρματος ως πηγή ρύπανσης.

Το νερό έρματος είναι απαραίτητο για την ασφαλή λειτουργία των πλοίων (Εικ 6). Παρέχει σταθερότητα και ευελιξία κατά την διάρκεια ενός ταξιδιού και κατά την διάρκεια εργασιών φόρτωσης και εκφόρτωσης. Τα πλοία σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για να κινούνται στους ωκεανούς μεταφέροντας φορτία όπως χύδην ξηρό φορτίο (σιτάρι), πετρέλαιο και παράγωγα του, εμπορευματοκιβώτια, μηχανήματα αλλά και ανθρώπους. Εάν κάποιο πλοίο ταξιδεύει χωρίς φορτίο η έχει εκφορτώσει σε κάποιο λιμάνι και οδεύει σε κάποιο άλλο για να παραλάβει φορτίο είναι αναγκαίο να φορτώσει νερό έρματος για να επιτευχθούν οι απαιτούμενες ασφαλής συνθήκες ταξιδιού του πλοίου. Αυτό περιλαμβάνει την διατήρηση του πλοίου αρκετά βαθιά στο νερό για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος πρόωσης και του πηδαλιού. Στην ουσία μέσω της αποθήκευσης του νερού έρματος σε ειδικές δεξαμενές η ακόμα και σε δεξαμενές που είναι κενές από φορτίο το πλεούμενο εκμεταλλεύεται την καλή αναλογία βάρους προς τον όγκο του νερού. Έτσι λοιπόν, ένα πλοίο όταν αναχωρεί από ένα λιμάνι γεμίζει τις δεξαμενές έρματος με θαλασσινό νερό από την περιοχή στην οποία βρίσκεται και ότι αυτό περιλαμβάνει από μικροοργανισμούς, βακτήρια και άλλες ουσίες και το εκφορτώνει στο επόμενο λιμάνι όταν γίνει η φόρτωση εμπορεύματος. Μετά την φόρτωση του πλοίου μπορεί να ξαναφορτώσει νερό έρματος ώστε να μην υπάρχει απόκλιση από της απαιτούμενες ασφαλής συνθήκες ταξιδιού ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα στην πλοήγηση του πλοίου. Ωστόσο, η διαδικασία φόρτωσης και εκφόρτωσης ακατάλληλου νερού έρματος και η μη επεξεργασία του κατά τη διάρκεια του ταξιδιού αποτελεί σοβαρή απειλή για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία καθώς οι μικροοργανισμοί και τα ιζήματα που έχουν περιέλθει στις δεξαμενές έρματος είναι ικανοί να επιβιώσουν κατά την διάρκεια ενός μεγάλου ταξιδιού και όταν αφεθούν στο επόμενο λιμάνι να βρουν ιδανικές συνθήκες ώστε να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν διεισδύοντας στην ουσία σε ένα ξένο περιβάλλον για αυτούς.



Εικόνα 6- Διαδικασία ερματισμού. [64]

Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει ο κίνδυνος ο ξενόφερτος οργανισμός να γίνει το κυρίαρχο είδος στο νέο οικοσύστημα με αποτέλεσμα :

- Την εξαφάνιση των ιθαγενών ειδών.
- Σοβαρές επιπτώσεις στην τοπική και περιφερειακή βιοποικιλότητα.
- Σοβαρές επιπτώσεις στις παράκτιες βιομηχανίες που χρησιμοποιούν το νερό από το συγκεκριμένο οικοσύστημα.
- Σοβαρές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία.
- Σοβαρές επιπτώσεις στην τοπική οικονομία που έχει ως βάση την αλιεία.

Το πρόβλημα των χωροκατακτητικών ειδών στο νερό έρματος των πλοίων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στον αυξημένο όγκο του εμπορίου και της κυκλοφορίας των πλοίων τις τελευταίες δεκαετίες και καθώς οι όγκοι του θαλάσσιου εμπορίου αυξάνονται και κατ' επέκταση και ο αριθμός του παγκόσμιου στόλου το πρόβλημα ενδέχεται να μην έχει φτάσει ακόμα στο αποκορύφωμα του. Πιο συγκεκριμένα εκτιμάται ότι τουλάχιστον 7.000 διαφορετικά είδη μικροοργανισμών μεταφέρονται σε δεξαμενές έρματος πλοίων κατά την διάρκεια ενός ταξιδιού. Οι περισσότεροι όμως από αυτούς δεν επιβιώνουν κατά την διάρκεια του ταξιδιού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των ξενόφερτων ειδών τα οποία προκάλεσαν προβλήματα στην τοπική κοινωνία όπου μεταφέρθηκαν μέσω των δεξαμενών έρματος πλοίων είναι τα εξής:

- Το Μύδι Ζέμπρα (Zebra Mussel) μεταφέρθηκε από την Μαύρη Θάλασσα και την Κασπία στη Δυτική, Βόρεια αλλά και Νότια Ευρώπη (Μεγάλη Βρετανία, Ιρλανδία Ιταλία, Ισπανία, Σουηδία) και στις ανατολικές ακτές των ΗΠΑ, ιδιαίτερα στις Great Lakes της Βόρειας Αμερικής. Επεκτάθηκε ραγδαία καλύπτοντας όλες τις σκληρές επιφάνειες, μπλοκάροντας τις σωληνώσεις και καλύπτοντας τα ύφαλα των πλοίων με αποτέλεσμα να εκτοπίζει τα ντόπια είδη. Στην Β. Αμερική επεκτάθηκε και επηρέασε το 40% των υδάτων αλλά και τα ψυκτικά συστήματα πολλών βιομηχανιών. Οι δαπάνες που σχετίζονται με την επισκευή και τον έλεγχο των ζημιών που προκλήθηκαν εκτιμάται σε 500 εκατομμύρια δολάρια σε μια περίοδο 10 ετών.
- Η τοξική άλγη (Dinoflagellate *Gymnodinium Catenatum*) έχει διαδοθεί σε πολλές περιοχές της υδρογείου μέσω του έρματος των πλοίων. Κάτω από ορισμένες συνθήκες πολλαπλασιάζεται ραγδαία σχηματίζοντας τις

«κόκκινες παλίρροιες». Αυτές οι «κόκκινες παλίρροιες» εάν απορροφηθούν από τα οστρακοειδή όπως στρείδια, χτένια, μύδια κ.α. μπορούν να προκαλέσουν παράλυση ή ακόμη και θάνατο σε ανθρώπους που θα τα καταναλώσουν.

- iii. Το μικρόβιο της χολέρας (*Vibrio cholera*), έχει προκαλέσει επιδημίες που έχουν συσχετιστεί άμεσα με το υδάτινο έρμα. Ένα παράδειγμα είναι μια επιδημία που ξεκίνησε ταυτόχρονα σε τρία διαφορετικά λιμάνια στο Περού το 1991, εξαπλώθηκε σε όλη τη Νότια Αμερική, προσβάλλοντας περισσότερο από ένα εκατομμύριο ανθρώπους και σκοτώνοντας περισσότερους από δέκα χιλιάδες μέχρι το 1994.
- iv. Η άλγη *Halophila stipulacea* βρίσκεται στον Ινδικό Ωκεανό και εισήχθη στην χώρα μας και σε ολόκληρη την Μεσογείου και την Θάλασσα της Καραϊβικής. Αυτό το είδος είναι διαδεδομένο και μπορεί να σχηματίσει πυκνές συστάδες. Ο συνολικός πληθυσμός θεωρείται ότι είναι σταθερός. Αναπτύσσεται σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών, και σε μια ποικιλία των παράκτιων υποστρωμάτων. Η παράκτια ανάπτυξη μπορεί να επηρεάσει τοπικά θαλάσσια λιβάδια, όπως μπορεί να επηρεάσει και την ποιότητα των υδάτων. Ωστόσο, αυτό είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο είδος και μπορεί να επαναποικίσει γρήγορα μετά την απομάκρυνση του.
- v. *Caulerpa taxifolia* ονομάζεται ένα "επιθετικό" θαλάσσιο είδος φυκιού του Ινδικού Ωκεανού ευρέως διαδεδομένο για τη χρήση του ως διακοσμητικό φυτό σε ενυδρεία. Ένα στέλεχος του φυκιού αυτού ξέφυγε από το ενυδρείο του Ωκεανογραφικού Μουσείου του Μονακό το 1984 και εισήχθη στη Μεσόγειο Θάλασσα όπου μέχρι τώρα έχει καλύψει χιλιάδες εκτάρια του πυθμένα της θάλασσας σχηματίζοντας πυκνές μονοκαλλιέργειες, οι οποίες εμποδίζουν την εγκατάσταση και εξάπλωση των ενδημικών φυκιών και περιορίζουν σημαντικά την ανάπτυξη θαλάσσιας ζωής και την παραγωγή των αλιείων. Η Ποσειδωνία, ενδημικό μακρόβιο φυτό της Μεσογείου Θάλασσας με αργό ρυθμό ανάπτυξης σχηματίζει λιβάδια στο θαλάσσιο βυθό αποτελώντας έναν από τους σημαντικότερους βιότοπους για πολλά θαλάσσια είδη. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια τα λιβάδια Ποσειδωνίας αντιμετωπίζουν τεράστιο πρόβλημα από την εξάπλωση της *Caulerpa taxifolia*, που την έχει εκτοπίσει από εκτεταμένες θαλάσσιες περιοχές της Μεσογείου.
- vi. *Lagocerphalus sceleratus* είναι ένα είδος ψαριού που προέρχεται από την Ερυθρά Θάλασσα και εισήλθε στα νερά της Μεσογείου μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Το ψάρι αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία εξαιτίας μιας τοξίνης (τετραδοτοξίνη) που υπάρχει σε διάφορα μέρη του σώματός του, η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι και θανατηφόρα για τον άνθρωπο σε περίπτωση κατανάλωσής του. Στις ελληνικές θάλασσες, η παρουσία του *Lagocerphalus sceleratus* έχει καταγραφεί στο Κρητικό Πέλαγος και το Νοτιοανατολικό Αιγαίο. Χαρακτηριστικά του γνωρίσματα είναι τα 4 δόντια που έχουν τη μορφή

ράμφους, το σχήμα του που είναι σαν τορπίλη, οι δύο ασημένιες λωρίδες στις πλευρές του σώματός του και το χρώμα της ράχης του που είναι γκριζωπό με σκούρα στίγματα.

Τα παραπάνω είναι μόνο 6 παραδείγματα που αποδεδειγμένα έχουν προκαλέσει περιβαλλοντικά(κυρίως) προβλήματα καθώς υπάρχουν πληροφορίες για πάρα πολλά είδη που μεταναστεύουν εξαιτίας του θαλάσσιου έρματος. Η Διεθνής Επιτροπή για την επιστημονική εξερεύνηση της Μεσογείου δημοσίευσε τον άτλαντα για τα εξωτικά είδη που μεταφέρθηκαν στην Μεσόγειο επικεντρώνοντας κυρίως σε είδη ψαριών. Σύμφωνα με τα παραπάνω μέχρι πριν μερικά χρόνια είχαν μεταφερθεί περίπου 90 είδη ψαριών στην Μεσόγειο από άλλους υδροβιότοπους, τα 2/3 από την Ερυθρά Θάλασσα, τον Ινδικό και Ειρηνικό Ωκεανό, ενώ τα υπόλοιπα από τον Ατλαντικό. Κάθε χρόνο υπολογίζεται ότι εισέρχονται στην Μεσόγειο 5 έως 10 νέα είδη. [10, 11].

3.3.3.1 Αντιμετώπιση της ρύπανσης από το θαλάσσιο έρμα.

Η προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος από την εισβολή των μη ιθαγενών φυτικών και ζωικών μικροοργανισμών σε υδατικά οικοσυστήματα (θαλάσσια και γλυκά ύδατα) λόγω της ναυτιλιακής δραστηριότητας έχει αναγνωριστεί από διεθνείς οργανισμούς όπως ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ) ως μία από τις τέσσερις πιο σημαντικές απειλές για τα εσωτερικά υδατικά, θαλάσσια παράκτια και ωκεάνια οικοσυστήματα. Όπως γίνεται αντιληπτό η θέσπιση ενός πλαισίου κανόνων σε παγκόσμια κλίμακα και μετέπειτα νομοθεσίας κάθε κράτους ξεχωριστά καθώς κάθε λιμένας έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, αναδείχτηκε σε ζωτικής σημασίας ζήτημα για τον περιορισμό της μετατόπισης μικροοργανισμών μέσω του θαλάσσιου έρματος. Πιο συγκεκριμένα, με την κύρωση της Διεθνούς Σύμβασης από τα Ηνωμένα Έθνη που υπογράφηκε στο Λονδίνο το 2004 για τον έλεγχο και την διαχείριση του έρματος και των ιζημάτων που προέρχονται από τα πλοία δόθηκε στις χώρες μέλη ένα πρώτο σοβαρό πλαίσιο κανονισμών. Οι κανονισμοί αυτοί στις περισσότερες χώρες μέλη, αν όχι όλες πέρασαν σαν νόμοι από τα εκάστοτε κοινοβούλια με αποκλειστικό στόχο την αντιμετώπιση του προβλήματος με κάθε κράτος να στοχεύει στην διάσωση της δικιάς του βιοποικιλότητας. Στην Ελλάδα έχει ψηφιστεί από την Βουλή των Ελλήνων και μετά τις τελευταίες τροποποιήσεις ο Νόμος Υπ' αριθμό 4470/2017 τέθηκε σε ισχύ στις 8 Μαΐου 2017 [10]. Εντούτοις, η νομοθεσία πλέον υπάρχει και καλύπτει ένα ευρύ φάσμα συμβάντων αλλά τι γίνεται με τους τρόπους που πρέπει να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί; Δυστυχώς η τεχνολογία στον συγκεκριμένο τομέα δεν έχει βοηθήσει όσο θα πίστευε κανείς. Συνεπώς, ο τρόπος για την κατάλληλη αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η υποβολή προτάσεων και αναφορών σε Διεθνείς Οργανισμούς και στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή έτσι ώστε να επηρεαστεί και να βοηθηθεί ακόμα περισσότερο το νομοθετικό έργο του ΙΜΟ διαμέσου των κυβερνήσεων. Χαρακτηριστικό είναι ότι μετά από τόσα χρόνια ναυσιγνωσίας οι τρόποι ερματισμού και αφερματισμού που απασχολούν ακόμα τους νομοθέτες είναι η εναλλαγή έρματος εν πλω και οι μέθοδοι επεξεργασίας έρματος σε ειδικευμένες εγκαταστάσεις στην στεριά, είτε εν πλω.

Οι μέθοδοι επεξεργασίας έρματος περιλαμβάνουν τους εξής τρόπους:

- Χρήση οξειδωτικών βιοκτόνων όπως το όζον και το χλώριο.
- Χρήση μη οξειδωτικών βιοκτόνων.
- Φιλτράρισμα.
- Θερμική επεξεργασία έρματος.
- Επεξεργασία έρματος με λάμπες UV.
- Συστήματα ακουστικής.
- Αφαίρεση οξυγόνου.

Συνεπώς, είναι εξαιρετικά σημαντικό να αναπτυχθούν το συντομότερο εναλλακτικές και πιο αποτελεσματικές μέθοδοι διαχείρισης του υδάτινου έρματος αλλά και μέθοδοι αποκατάστασης για να αντικατασταθεί η ανταλλαγή έρματος εν πλω και όλα αυτά λαμβάνοντας υπόψιν σημαντικές παράμετρούς όπως είναι: η ασφάλεια, η οικονομική αποδοτικότητα, η περιβαλλοντική αποδοτικότητα αλλά και η πλήρη λειτουργικότητα χωρίς διακρίσεις [10.11].

3.4 Ρύπανση κατά την διαδικασία εργασιών λιμενικής διακίνησης των φορτίων.

Κατά την διάρκεια των εργασιών της λιμενικής διακίνησης των εμπορευμάτων των πλοίων(φορτοεκφορτώσεις) οι οποίες λαμβάνουν χώρα στους χώρους πρόσδεσης των πλοίων, το εκάστοτε περιβάλλον και κατ' επέκταση οι χώροι των λιμανιών συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα ρύπανσης από ατυχήματα. Οι απορρίψεις και οι εκπομπές κατά την διάρκεια των εργασιών σε σταθμούς πλοίων συμβαίνουν πάρα πολύ συχνά. Πιο συγκεκριμένα η μεταφορά ξηρού φορτίου χύδην, συμπεριλαμβανομένων των σιτηρών, του άνθρακα, του σιδηρομεταλλεύματος, του αργίλου πορσελάνης, μπορεί να προκαλέσει παραγωγή σκόνης.Υπάρχουν τεράστιες ποσότητες ξηρού φορτίου χύδην φορτωμένου παγκοσμίως και η παραγωγή σκόνης από το φυσικό χειρισμό αυτών των φορτίων είναι γενικά αβλαβής για το θαλάσσιο περιβάλλον. Η ανησυχία οφείλεται συχνά στον ιδιαίτερα ορατό χαρακτήρα της. Ορισμένα ξηρά φορτία χύδην έχουν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών υλικών και αρκετές φορές και θρεπτικών ουσιών, όπως λιπάσματα και ζωοτροφές, με υψηλές απαιτήσεις βιολογικού οξυγόνου.Μεγάλες διαρροές από αυτού του είδους τα φορτία μπορεί να προκαλέσουν τοπικό θρεπτικό εμπλουτισμό και μείωση του οξυγόνου. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ασφυξία της θαλάσσιας ζωής στην περιοχή.Ο χειρισμός επίσης των υγρών φορτίων συνήθως απαιτεί εκφόρτωση με συστήματα σωληνώσεων κάτι το οποίο απαιτεί από τον λιμένα μεγάλες εγκαταστάσεις αποθήκευσης υγρών φορτίων. Τέτοιες εργασίες σε τόσο μεγάλη κλίμακα πάντα εμπεριέχουν τον κίνδυνο διαρροών και εκπομπών προς το περιβάλλον.Σε πολλούς λιμένες που βρίσκονται σε θαλάσσιες τοποθεσίες, τα φορτία ενδέχεται να περιλαμβάνουν επιβλαβείς ουσίες, όπως πετρέλαιο, υδροποιημένο αέριο, παρασιτοκτόνα, βιομηχανικά χημικά και λιπάσματα, όπου τα ατυχήματα ενδέχεται να οδηγήσουν στην απελευθέρωσή τους, πράγμα που μπορεί να επηρεάσει το θαλάσσιο περιβάλλον. Για τους σκοπούς των παραρτημάτων II και III, η σύμβαση MARPOL έχει ταξινομήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των επιβλαβών ουσιών που μεταφέρονται δια θαλάσσης σε χύμα ή σε συσκευασίες. Οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι επιβλαβών ουσιών που απελευθερώνονται στο περιβάλλον περιλαμβάνουν ζωτικές

βλάβες στους ζώντες οργανισμούς (τοξικότητα), βιοσυσσώρευση, κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία καθώς μπορεί να γίνει λήψη της επιβλαβής ουσίας από το στόμα, από την αναπνευστική οδό με εισπνοή και επαφή με το δέρμα και να δημιουργηθούν ακόμα προβλήματα στις υποδομές του λιμένα όπως η μείωση της παροχής των υπηρεσιών και κατ' επέκταση στην οικονομία του κράτους που ανήκει το λιμάνι. Η ρύπανση από επιβλαβής ουσία δεν περιορίζεται όμως μόνο στο θαλάσσιο περιβάλλον. Μπορεί να μετατοπιστεί πολύ εύκολα στην ατμόσφαιρα με τις αναθυμιάσεις, στο έδαφος και από εκεί να κατευθυνθεί στα υπόγεια ύδατα. Η σοβαρότητα της ρύπανσης θα εξαρτηθεί από τη φύση της ουσίας, την ποσότητα και τη συγκέντρωση που εκλύονται στο λιμενικό περιβάλλον. Επίσης, η αποδέσμευση των φορτίων στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να έχει άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως στην περίπτωση ρίψης τοξικών ουσιών ή έμμεσες όπως η ρίψη πλούσιων μητοξικών οργανικών ουσιών, οι οποίες ενδέχεται να οδηγήσουν στην εξάντληση του οξυγόνου στην κατανομή τους και να δημιουργηθεί πρόβλημα στην βιοποικιλότητα του λιμένα. Σημαντικός παράμετρος επιβάρυνσης του εκάστοτε περιβάλλοντος λιμένα είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση που μπορεί να προκληθεί από τις εκπομπές των φορτίων (αναθυμιάσεις, σκόνη). Αν και οι απορρίψεις και οι εκπομπές από τη σκόνη και τις αναθυμιάσεις ενδέχεται να προκύψουν από καθημερινές επιχειρησιακές δραστηριότητες σε λιμάνια, είναι δύσκολο να υπάρχουν σε επαρκείς συγκεντρώσεις για να προκαλέσουν οικολογική καταστροφή σε μεγάλο βαθμό όπου τα αποτελέσματα να μπορούν να γίνουν ορατά σε σύντομο χρονικό διάστημα εάν τηρούνται οι κανονισμοί ασφάλειας και υγιεινής και υιοθετηθεί σωστή επιχειρησιακή πρακτική [12].

3.5 Ο θόρυβος ως παράγοντας επιβάρυνσης του περιβάλλοντος στους λιμένες.

Ο θόρυβος που σχετίζεται με τη διακίνηση φορτίου στα λιμάνια μπορεί να προκαλέσει διαταραχή στα ζώα και τα πτηνά που κατοικούν σε θαλάσσια προστατευόμενη περιοχή η οποία έχει θεσπιστεί από το εκάστοτε κράτος. Ωστόσο, δεν είναι εφικτό ο θόρυβος από τις ενέργειες φορτοεκφόρτωσης του φορτίου να έχει επιπτώσεις στα χαρακτηριστικά που ορίζονται από την προστατευόμενη περιοχή. Οι έρευνες είναι ακόμα σε πολύ πρώιμο στάδιο όσον αφορά τον παράμετρο του ήχου ως παράγοντα επιβάρυνσης του περιβάλλοντος κατά τις λιμενικές δραστηριότητες. Ωστόσο, υπάρχουν στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις του θορύβου στα υδρόβια πτηνά που επικεντρώνεται στις διεργασίες της παράκτιας κατασκευής και των διεργασιών μετά την ολοκλήρωση της, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής δρόμων, γεφυρών και φραγμάτων. Παρόλο όμως που ο θόρυβος έχει ελάχιστες επιπτώσεις στα υδρόβια πτηνά, υπάρχουν σημαντικά στοιχεία που αποδεικνύουν ότι ο θόρυβος έχει αντίκτυπο σε άλλα είδη πτηνών. Τα στοιχεία δείχνουν ότι η άγρια πανίδα, συμπεριλαμβανομένων των πτηνών, προσαρμόζεται στα επίπεδα θορύβου, ακόμη και κατά τη γέννηση αιφνιδιαστικών θορύβων που μπορούν πολύ εύκολα να δημιουργηθούν σε ένα χώρο με μεγάλα μηχανήματα όπως είναι ένας μεγάλος σταθμός φορτοεκφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων. Έχει αποδειχθεί ότι αυτή η ικανότητα της ανεπτυγμένης ανοχής των πτηνών στους δυνατούς ήχους έχει δημιουργηθεί από τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στις αγροτικές εκτάσεις ως απωθητικό πτηνών για την προστασία των καλλιεργειών. Παρόλα αυτά ο θόρυβος που προκαλείται από τις

εργασίες φορτίου στα λιμάνια είναι πολύ δύσκολο να επηρεάσει τους θαλάσσιους χώρους και υπάρχουν ενδείξεις ότι τα πτηνά συνεχίζουν να χρησιμοποιούν ως χώρους σίτισης, περιοχές που βρίσκονται κοντά σε μεγάλα τερματικά εμπορευματοκιβωτίων.

3.6 Διάλυση πλοίων.

Η αποσυναρμολόγηση των πλοίων είναι αναγκαία καθώς τα έξοδα συντήρησης ενός πλοίου ανά τα χρόνια συνεχίζουν να αυξάνονται και γίνεται πολύ δύσκολο να χειριστεί η πλοιοκτήτρια εταιρεία μια τέτοια κατάσταση καθώς επιδιώκει το μέγιστο δυνατό κέρδος. Εκ του αποτελέσματος, όταν το πλοίο κάνει τον κύκλο ζωής του είναι πιο κερδοφόρο για τον εκάστοτε εφοπλιστή να το διαλύσει παρά να συνεχίσει να το έχει σε επιχειρησιακή λειτουργία καθώς είναι σαφές ότι όσο περνάνε τα χρόνια σε ένα πλεούμενο οι φθορές μεγαλώνουν και το κόστος συντήρησης και τα ασφάλιστρα αυξάνονται υπέρογκα κάνοντας παράλληλα πολύ δύσκολες τις συνθήκες εργασίας για το ανθρώπινο δυναμικό του. Ως εκ τούτου, οι εφοπλιστές επιδιώκουν την εύκολη λύση του προβλήματος η οποία είναι η παράδοση του πλεούμενου σε εταιρείες που ειδικεύονται στη διάλυση, ώστε να μπορούν να επικεντρωθούν στην αντιμετώπιση άλλων τακτικών εξόδων, όπως λιμενικών τελών, καυσίμων και γενικότερα την εύρυθμη λειτουργία της εταιρείας τους.

3.6.1 Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ.

Με το πέρασμα των χρόνων κατά των οποίων το πρόβλημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος άρχισε να εντείνεται μοιραία οι πλοιοκτήτες και οι εταιρίες που άρχισαν να ανακαινίζουν τους στόλους τους με περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον πλοία άρχισε να προκύπτει το ερώτημα για τί θα απογίνουν τα παλαιά και την εύρεση λύσης-απάντησης σε συνάρτηση με την μη περαιτέρω επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η λύση δόθηκε με την Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ κατά την οποία διασφαλίζεται η ασφαλής και περιβαλλοντικός ορθή διάλυση και ανακύκλωση πλοίων και εγκρίθηκε σε διπλωματική διάσκεψη στην οποία συμμετείχαν εκπρόσωποι από 63 χώρες στις 15 Μαΐου του 2009. Η Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ αποσκοπεί στην διασφάλιση ότι τα πλοία κατά τις διεργασίες διάλυσης και ανακύκλωσης τους δεν δημιουργούν κινδύνους τόσο ως προς την ανθρώπινη υγεία όσο και προς την ασφάλεια του περιβάλλοντος. Με αυτήν την Σύμβαση έγινε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστεί κάθε είδους ζήτημα που αφορά την διάλυση και την ανακύκλωση πλεούμενων συμπεριλαμβανομένου όλων των επιβλαβών υλικών με τα οποία μπορεί να έχουν κατασκευαστεί, όπως ο αμίαντος, τα βαρέα μέταλλα αλλά και των προϊόντων που κλήθηκαν να μεταφέρουν [6].

3.6.2. Ορθή διάλυση πλοίου κατά την Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ.

Η αποσυναρμολόγηση των πλοίων κατά την Σύμβαση Χονγκ Κονγκ, γνωστή επίσης και ως ανακύκλωση πλοίων, είναι οι εργασίες κατά τις οποίες διαλύεται ένα πλοίο (αλλιώς στην γλώσσα της ναυτιλίας “κόψιμο” ή “scrap”) όταν ολοκληρωθεί η θητεία του. Ως μία από τις τεχνικές διάλυσης πλοίων, η αποσυναρμολόγηση συνεπάγεται με την απογύμνωση των πλοίων από τα μηχανήματα ή κάποια τμήματα τους τα οποία έχουν αξία και είναι λειτουργικά και μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν σωστά σε νέα πλοία ή σε άλλες εφαρμογές. Ο πρωταρχικός και ο συνηθέστερος τρόπος για να αποσυναρμολογηθεί ένα πλοίο είναι να χωριστεί σε διάφορα μέρη πριν προχωρήσει κάποια άλλη διαδικασία. Σε μερικά από τα μεγαλύτερα ναυπηγεία στον κόσμο, όπως το Alang στην Ινδία, η διαδικασία αποσυναρμολόγησης ξεκινά με την παραμονή του πλοίου στην ακτή. Αρκετοί εργολάβοι σκαφών έχουν γραφεία και εργοτάξια κατά μήκος της ακτής του Alang. Το σκάφος στο τελευταίο του ταξίδι πρέπει να επιπλέει σταθερά και να κατευθυνθεί προς την παραλία του ναυπηγείου όπου γίνεται προσάραξη στη παραλία. Μόλις βρεθεί στην ακτή, ο κινητήρας κλείνει για πάντα και η άγκυρα πέφτει για να σταθεροποιηθεί το πλοίο. Στη συνέχεια, οι διαλυτές πλοίων αρχίζουν να εργάζονται μετά την υιοθέτηση και την προετοιμασία ενός σχεδίου το οποίο προσαρμόζεται αναλόγως με τον τύπο του πλοίου, το μέγεθος του αλλά και τα μηχανήματα και τα συστήματα που αυτό έχει πάνω. Τα απορρίμματα χάλυβα που λαμβάνονται μετά την αποσυναρμολόγηση ενός παλαιού πλοίου υγροποιούνται και χρησιμοποιούνται ξανά για την κατασκευή νέων πλοίων. Ο λιωμένος χάλυβας ο οποίος αποκτάται από τον σκελετό του πλοίου αποδεικνύεται χρήσιμος και για πολλές άλλες βιομηχανίες. Επιπλέον, όλα τα άλλα μέρη, όπως ξύλινα έπιπλα, γυαλί κλπ. επαναχρησιμοποιούνται επίσης για πάρα πολλές εφαρμογές. Όλη αυτή η διεργασία βέβαια, σε συγκεκριμένα ναυπηγεία τα οποία ακολουθούν πιστά τους διεθνείς κανονισμούς και τη νομοθεσία του εκάστοτε κράτους, είναι απολύτως ελεγχόμενη και δεν αποτελεί λόγο ρύπανσης και μόλυνσης του περιβάλλοντος.

3.6.3. Μη εγκεκριμένα διαλυτήρια πλοίων.

Το πρόβλημα του περιβάλλοντος προκύπτει όταν οι εταιρείες διαλέγουν μη εγκεκριμένα διαλυτήρια πλοίων όπου δεν ακολουθούνται οι διεθνείς συμβάσεις (Marpol 73/74, Solas 74, HongKongConvention). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι πλοιοκτήτριες εταιρείες επιδιώκουν το μέγιστο δυνατό κέρδος και η επιλογή διαλυτηρίων πλοίων, τα οποία δεν ακολουθούν τις διεθνείς συμβάσεις τους αποφέρει δεκάδες εκατομμύρια παραπάνω. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα διαλυτήρια του Μπαγκλαντές και του Πακιστάν (Εικ 7). Ενώ το 71% όλου του πλανήτη αποτελείται από νερό, μόνο το 2,5% αυτού θεωρείται πόσιμο. Το Μπαγκλαντές το οποίο είναι μία από τις πιο πυκνοκατοικημένες χώρες του πλανήτη, έχει στη κατοχή του άφθονες πηγές πόσιμου νερού. Ωστόσο υπάρχει τεράστιο πρόβλημα στην εύρεση πόσιμου νερού από τους κατοίκους της χώρας καθώς όλες οι πηγές έχουν μολυνθεί από τις βιομηχανικές δραστηριότητες. Τόσο τα επιφανειακά όσο και υπόγεια ύδατα έχουν μολυνθεί με τοξικά ιχνοστοιχεία, κολοβακτηρίδια καθώς και άλλες ανόργανες ουσίες. Οι κάτοικοι που χρησιμοποιούν ευρέως τις μολυσμένες πηγές νερού σε όλη τη

χώρα και κυρίως αυτές των υπόγειων υδάτων αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα υγείας καθώς το νερό που καταναλώνουν περιέχει πάρα πολύ μεγάλες ποσότητες αρσενικού. Η χρόνια κατανάλωση του μολυσμένου νερού έχει αύξηση δραματικά τα επίπεδα θνησιμότητας στη χώρα καθώς ο θάνατος λόγω ασθενειών οι οποίες μεταδίδονται με το νερό είναι ευρέως διαδεδομένος στο Μπαγκλαντές και ιδιαίτερα στις παιδικές ηλικίες. Ένας από τους κύριους λόγους που οι κάτοικοι του Μπαγκλαντές δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις πηγές πόσιμου νερού που διαθέτει η χώρα τους είναι η βιομηχανία της διάλυσης πλοίων, η οποία απροκάλυπτα και χωρίς κανέναν έλεγχο παρά τις όποιες προσπάθειες της κυβέρνησης, συνεχίζει ακάθεκτα να μην ακολουθεί τους διεθνείς κανονισμούς που έχουν συσταθεί από τον IMO για τις συγκεκριμένες διεργασίες.



Εικόνα 7 - Διάλυση πλοίων στις ακτές του Μπαγκλαντές. [65]

Η ρύπανση προκύπτει ανάλογα με το μέγεθος και το σκοπό χρήσης των πλοίων που έχουν σταλθεί για διάλυση κατά την περίοδο που ήταν λειτουργικά. Τα πλοία που στέλνονται στο Μπαγκλαντές για διάλυση έχουν βάρος χωρίς φορτίο μεταξύ 5.000 και 40.000 τόνων (ο μέσος όρος είναι 13000+), 95% των οποίων είναι χάλυβας, επικαλυμμένος με 10 έως 100 τόνους βαφής που περιέχει μόλυβδο, κάδμιο, κασσίτερο, αρσενικό, ψευδάργυρο και χρώμιο. Τα πλοία περιέχουν επίσης, ένα ευρύ φάσμα άλλων επικίνδυνων αποβλήτων, σφραγιστικά που περιέχουν PCB (πολυχλωριωμένο διφαινύλιο (PCB), είναι μια οργανική ένωση χλωρίου). Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια χρησιμοποιούνται ευρέως ως διηλεκτρικά και ψυκτικά ρευστά σε ηλεκτρικές συσκευές, σε αυτογραφικό χαρτί και σε ρευστά μεταφοράς θερμότητας, μέχρι 7,5 τόνους διαφόρων τύπων αμιάντου και αρκετές χιλιάδες λίτρα πετρελαίου (λάδι κινητήρα, λάδι υδροσυλλέκτων, έλαια και λιπαντικά υδραυλικών και λιπαντικών συστημάτων). Τα δεξαμενόπλοια διαθέτουν επιπλέον έως 1.000 κυβικά μέτρα υπολειμματικού πετρελαίου. Είναι γεγονός ότι τα πλοία δεν καθαρίζονται σωστά πριν φτάσουν στην παραλία του Μπαγκλαντές ενώ υπό κανονικές συνθήκες ελεγχόμενης διάλυσης πλοίων διεξάγονται διαδικασίες πλυσίματος και παίρνονται δείγματα τα οποία αναλύονται χημικά για να πιστοποιηθεί ότι ένα πλοίο είναι

απαλλαγμένο από επικίνδυνα χημικά και αέρια. Θα μπορούσε κάποιος να σκεφτεί την διαδικασία διάλυσης ενός πλοίου ως μια εκδοχή μιας πόλης που εκκενώνει κάθε είδους ρύπους που μπορεί να δημιουργήσει σαν υγρό, μέταλλο, αέριο και στερεό ρύπο.

3.6.4. Ανθεκτικοί οργανικοί ρύποι.

Οι ανθεκτικοί οργανικοί ρύποι είναι πολύ τοξικές χημικές ρυπογόνες ουσίες οι οποίες μετά την εισχώρησή τους στο φυσικό περιβάλλον παραμένουν άθικτες για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Μέσω των τροφικών αλυσίδων του εκάστοτε οικοσυστήματος κατανέμονται ισόποσα στο περιβάλλον και συσσωρεύονται στον λιπώδη ιστό των ζώντων οργανισμών. Υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πρόκλησης επιβλαβών και δυσμενών επιπτώσεων τόσο ως προς τον άνθρωπο που θεωρείται το τελευταίο στάδιο της τροφικής αλυσίδας όσο στην άγρια πανίδα και το περιβάλλον. Οι ανθεκτικοί οργανικοί ρύποι είναι υπεύθυνοι για σοβαρές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό και είναι υπεύθυνοι για την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης καρκινικών νόσων και διαταράξεις του ορμονικού και του νευρικού συστήματος στον ανθρώπινο πληθυσμό της περιοχής. Τέτοιοι ρύποι είναι ο αμίαντος (Asbestos), τα βαρέα μέταλλα (Heavy Metals), οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons-PAHs) και το χλωριούχο πολυβινύλιο (Polyvinyl Chloride - PVC). Ο αμίαντος είναι υλικό που εκλύεται κατά τις διαδικασίες διάλυσης πλοίων. Ο αμίαντος χρησιμοποιούταν κυρίως κατά την κατασκευή πλοίων τα παλαιότερα έτη ως υλικό θερμομόνωσης. Η παραγωγή των ινών και της σκόνης κατά τις διεργασίες διάλυσης και η εκπομπή τους στην γλωρίδα και την πανίδα μπορούν να έχουν καταστροφικές συνέπειες ως προς αυτά και να προκαλέσουν άμεσες συνέπειες και στον ανθρώπινο πληθυσμό μέσω των τροφικών αλυσίδων. Ο αμίαντος μπορεί να προκαλέσει πολύ σοβαρές επιπλοκές στην υγεία ενός ατόμου κατά την εισπνοή ή ακόμα και κατά την επαφή με το υλικό. Έχει αποδειχτεί ότι είναι ένα από τα πιο θανατηφόρα τοξικά υλικά για τους ζώντες οργανισμούς και υπάγεται στους ανθεκτικά οργανικούς ρύπους. Τα βαρέα μέταλλα είναι χημικές ουσίες οι οποίες εκλύονται στο περιβάλλον από τα διαλυτήρια πλοίων στα οποία δεν λαμβάνονται υπόψη οι διεθνείς κανονισμοί. Τα χημικά στοιχεία που υπάγονται στην συγκεκριμένη κατηγορία και προέρχονται από την διάλυση πλοίων είναι ο μόλυβδος (Pb), ο υδράργυρος (Hg), το κάδμιο (Cd), κράμα σιδήρου (Fe) όπως χάλυβας, αλουμίνιο (Al) και ψευδάργυρος (Zn). Τα βαρέα μέταλλα μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένες βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό κυρίως στο περιφερικό νευρικό σύστημα. Μπορεί ακόμα να επιφέρει σοβαρές επιπτώσεις και βλάβες στην ακοή, την όραση, τα νεφρά, την καρδιά καθώς και στο αναπαραγωγικό σύστημα. Τα συγκεκριμένα χημικά στοιχεία υπάγονται στη κατηγορία των ανθεκτικών οργανικών ρύπων και βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στις βαφές των πλοίων, στις επικαλύψεις και στον ηλεκτρικό εξοπλισμό τους. Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) απελευθερώνονται με την χρήση του φλόγιστρου κοπής κατά τις διαδικασίες κοπής καθώς επίσης και όταν έχουν παρέλθει οι διαδικασίες αυτές και οι βαφές του πλοίου και τα απόβλητα που έχουν

δημιουργηθεί εκπέμπουν ακόμα θερμότητα επομένως και ΡΑΗs στο περιβάλλον. 250 τέτοιες χημικές ουσίες είναι γνωστές και κάποιες από αυτές ιδιαίτερος επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό και το περιβάλλον. Μερικοί επιβλαβείς ΡΑΗ είναι η ναφθαλίνη ($C_{10}H_8$), το φαινανθρένιο ($C_{14}H_{10}$), το ανθρακένιο ($C_{14}H_{10}$), το φλουορανθένιο ($C_{16}H_{10}$) και το ινδονοπυρένιο ($C_{22}H_{12}$). Ορισμένοι ΡΑΗs έχουν αποδειχθεί ότι προκαλούν την εμφάνιση καρκίνου σε πειραματόζωα, καθώς και σε ανθρώπους που υπόκεινται σε μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις. Κάποιοι επίσης ΡΑΗs έχει αποδειχθεί ότι είναι γονιδοτοξικοί, δηλαδή αλληλοεπιδρούν με το γενετικό υλικό στα κύτταρα. Πολλά υλικά επίσης και εξοπλισμός στα πλοία είναι κατασκευασμένα από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC). Η συγκεκριμένη ουσία έχει αποδειχθεί ότι είναι σοβαρή απειλή για την δημόσια υγεία και μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπλοκές σε όλα τα στάδια της ύπαρξης ενός οργανισμού δηλαδή από την γέννηση του μέχρι και τον θάνατο του. Κατά τις διαδικασίες κοψίματος ενός πλοίου τα απόβλητα με την συγκεκριμένη ουσία δημιουργούν μεγάλο πρόβλημα καθώς η διαδικασία ανακύκλωσης ή η ασφαλής απόρριψη τους είναι αρκετά ακριβή και η καύση τους και το θάψιμο τους, διαδικασίες οι οποίες επιλέγονται σε αυτού του είδους τα διαλυτήρια απελευθερώνουν επικίνδυνες χημικές ουσίες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον μολύνοντας την ατμόσφαιρα και τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Τα απόβλητα με τις συγκεκριμένες ουσίες αποτελούν ένα μείζον ζήτημα όχι μόνο για την τοποθεσία που βρίσκονται τα διαλυτήρια αλλά για όλη την χώρα. Όπως έχει αναφερθεί, το Μπαγκλαντές αποτελεί μία από τις πιο πλούσιες χώρες σε αποθέματα γλυκού νερού όμως όπως φαίνεται και από τα εξεταστέα δείγματα νερού που έχουν ληφθεί (Πίνακας 1), είναι πλέον ακατάλληλο για κατάποση. [45, 92]

Παράμετροι	Δεδομένα δείγματος	Τυπικά όρια
pH	8.4	6.5-9
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)	2230 $\mu c/cm$	1200 $\mu c/cm$
Ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)	3220 mg/L	2100 mg/L
Χλωρίδια	890 mg/L	600 mg/L
Διαλυμένο οξυγόνο (DO)	6.4 mg/L	4.5-8 mg/L
Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)	1.0 mg/L	50 mg/L
Χημική απαίτηση οξυγόνου (COD)	378 mg/L	200 mg/L
Λίπος	6.5 mg/L	10 mg/L
Αμμωνία	0.17 mg/L	5 mg/L
Θολότητα	14.9 FTU	-

Πίνακας 1 - Δείγμα επιφανειακού νερού στο διαλυτήριο SRSSHIPBREAKINGYARD, Τσιταγκόνγκ, Μπαγκλαντές. [92]

3.6.5. Πετρελαϊκή ρύπανση κατά τις διεργασίες διάλυσης.

Κατά την διάλυση των πλοίων, τα υπολείμματα πετρελαίου, λιπαντικών ελαίων και σεντινόνερων αναμιγνύονται με το θαλασσινό νερό και επιπλέουν ως κηλίδες κατά μήκος ολόκληρης της ακτογραμμής. Αυτά τα υπολείμματα μπορούν να

προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στο περιβάλλον με διάφορους τρόπους, όπως μείωση της έντασης του φωτός κάτω από την επιφάνεια του νερού της θάλασσας που εμποδίζει τη φωτοσύνθεση. Οι μεμβράνες πετρελαίου στο νερό μειώνουν την ανταλλαγή οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα διαμέσου της διασύνδεσης αέρα-θάλασσας, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για την υδρόβια ζωή. Επίσης, προκαλεί εκτεταμένες βλάβες στον πληθυσμό των πτηνών με την επικάλυψη των φτερών τους από αυτές τις ουσίες με αποτέλεσμα την εκτεταμένη δυσκολία αιώρησης των πτηνών στον αέρα εξαιτίας της απώλειας μόνωσης των φτερών επιφέροντας τελικά τον θάνατο. Επίσης, η έκχυση αυτών των υπολειμμάτων μπορεί να προκαλέσει μεγάλη θνησιμότητα στον πληθυσμό ολόκληρης της πανίδας του γύρω περιβάλλοντος όπως των ψαριών, των θηλαστικών, των σκουληκιών, των καβουριών, των μαλακίων και άλλων υδάτινων οργανισμών. Τα περισσότερα από αυτά τα υλικά έχουν οριστεί ως επικίνδυνα απόβλητα βάσει της Σύμβασης της Βασιλείας και οι συνέπειες είναι τρομακτικές σε βάθος χρόνου στο περιβάλλον στο οποίο απορρίπτονται.

3.6.6. Αντίκτυπος της διάλυσης πλοίων στο έδαφος.

Το έδαφος στο οποίο λαμβάνουν χώρα όλες αυτές οι διεργασίες (οι παραλίες του Μπαγκλαντές) σαφώς και είναι τόπος εναπόθεσης ρύπων εφόσον δεν υπάρχει επάρκεια σε επίβλεψη και επιβολή των διεθνών κανονισμών αλλά και κυρώσεων. Στο έδαφος που γίνεται η διάλυση είτε σε στερεή είτε σε υγρή μορφή πέφτουν απορρίμματα και υλικά τα οποία δεν μπορούν να ανακυκλωθούν και να ξαναχρησιμοποιηθούν με αποτέλεσμα να αναμιγνύονται με την άμμο. Για παράδειγμα, κατά την διάλυση μεγάλα κομμάτια πλοίων μεταλλικής προέλευσης αποκόπτονται το ένα από το άλλο και στοιβάζονται σε χώρους στη παραλία με αποτέλεσμα να επέρχεται η διάβρωση των μετάλλων αφήνοντας υπολείμματα θραυσμάτων και σκουριάς στην εκάστοτε ακτή. Σε συνάρτηση με τις ανθρώπινες δραστηριότητες που συνεχίζονται αδιάκοπα στο εργοτάξιο το έδαφος των παραλιών τείνει να χάσει τις δεσμευτικές ιδιότητες του κάτι που έχει ως αποτέλεσμα να επιταχύνεται με γοργούς ρυθμούς η διάβρωση των ακτών, να υπάρχει και να αυξάνεται περεταίρω μια διαρκής θόλωση του θαλασσινού νερού και να υπάρχει αύξηση των ιζημάτων στην περιοχή.

3.6.7. Αντίκτυπος της διάλυσης πλοίων στην βιοποικιλότητα.

Οι δραστηριότητες κατά τις διεργασίες διάλυσης πλοίων μολύνουν το παράκτιο έδαφος και το θαλασινό νερό κυρίως μέσω της αμμωνίας που απορρίπτεται, της έκχυσης πετρελαίου, των σφαιρών λίπους (Εικ 8) που επιπλέουν και ιδιουργούνται από τα απορρίμματα ελαίων και λιπαντικών των πλοίων σε συνδυασμό με τις ιδιότητες του θαλασσινού νερού, της μεταλλικής σκουριάς αλλά και άλλων ουσιών μίας χρήσης με αποτέλεσμα την υψηλή θολερότητα του θαλασσινού νερού, το υψηλό pH του αλλά και του εδάφους.



Εικόνα 8 - Σφαίρες λίπους σε παραλία των Βερμούδων.

Το αποτέλεσμα αυτής της συγχρονισμένης ρύπανσης είναι η μείωση της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου (DO) και η αύξηση του βιοχημικά απαιτούμενου (BOD). Επιπλέον, η ανεξέλεγκτη διάχυση πετρελαίου όπως έχει ήδη αναφερθεί μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές με τη μείωση της έντασης του φωτός, αναστέλλοντας την ανταλλαγή οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα διαμέσου της διεπαφής αέρα-θαλασσινού νερού και με οξεία τοξικότητα, κάτι που μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την ανάπτυξη και την αφθονία των θαλάσσιων οργανισμών, ιδιαίτερα του πλαγκτόν και των ψαριών.

3.6.8. Συμπεράσματα.

Στο Μπαγκλαντές αλλά και σε όλα τα εργοτάξια διάλυσης πλοίων εφάμιλλου είδους (Ινδία, Πακιστάν) τα πλοία που περιέχουν τέτοιου είδους υλικά διαλύονται κυρίως με χειρωνακτική εργασία στις ανοικτές παραλίες που έχει γίνει η προσάραξη των πλοίων χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων και οι Διεθνείς Συμβάσεις, εξοικονομώντας τεράστια χρηματικά ποσά με τα οποία μπορεί η βιομηχανία διάλυσης πλοίων αυτών των χωρών να δίνει στις πλοιοκτήτριες εταιρείες με αποτέλεσμα τα εγκεκριμένα διαλυτήρια να μην μπορούν να φτάσουν τα συγκεκριμένα ποσά απόδοσης *scrape* εξαιτίας των πολύ αυστηρών περιορισμών, για την ανάληψη των εργασιών διάλυσης. Έτσι λοιπόν, οι πλοιοκτήτριες εταιρείες βλέπουν ως έναν πάρα πολύ κερδοφόρο προορισμό αυτές τις χώρες για το “τελευταίο” ταξίδι του πλοίου τους, αν και τα σκάφη έχουν πουληθεί σε συγκεκριμένες εταιρείες που αποσκοπούν σε αυτόν τον σκοπό, δηλαδή στη διάλυση τους, πολύ πριν φτάσουν στην παραλία. Με αυτόν τον τρόπο οι μεγάλες εταιρείες δεν παραβιάζουν κανένα νομοθετικό πλαίσιο, διακόπτεται η οποιαδήποτε σχέση προϋπήρχε με το πλοίο, δεν καταπατούν καμία Διεθνής Συνθήκη και το κέρδος τους παραμένει τεράστιο συγκριτικά με την επιλογή εγκεκριμένου διαλυτηρίου [13, 14].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Παρόλο που είναι ουσιαστικής σημασίας για την οικονομία και την ευημερία της οικονομίας, η ναυτιλιακή βιομηχανία συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια ατμοσφαιρική ρύπανση και χωρίς δράση οι εκπομπές της βιομηχανίας αναμένεται να αυξηθούν. Στην πραγματικότητα, αν η βιομηχανία της ναυτιλίας μπορούσε να θεωρηθεί ως αυτόνομο κράτος θα καταλάμβανε την 6^η θέση ως παραγωγός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως και θα ήταν πίσω από χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Ρωσία, η Ινδία και η Ιαπωνία. Τα πλοία μετακινούν περισσότερο από το 90% των αγαθών σε όλο τον κόσμο καθώς είναι ο πιο αποδοτικός ενεργειακός τρόπος μετακίνησης μεγάλων ποσοτήτων εμπορευμάτων. Όπως και όλες οι άλλες μορφές μεταφοράς αγαθών που καίνε καύσιμα υδρογονανθράκων για ενέργεια, τα πλοία δημιουργούν ατμοσφαιρική ρύπανση που υποβαθμίζει την ποιότητα του αέρα, επηρεάζει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία και συμβάλλει στην ευρύτερη επίδραση την κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με τον IMO και τα στοιχεία τα οποία δόθηκαν στην δημοσιότητα το 2007, η βιομηχανία της ναυτιλίας απελευθέρωσε στην ατμόσφαιρα συνολικά 1.12 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Ενδεικτικό είναι πως αυτό το νούμερο ισοδυναμεί με τις ετήσιες εκπομπές αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου 206 εκατομμυρίων αυτοκινήτων όταν στις ΗΠΑ τα επίσημα στοιχεία καταγεγραμμένων οχημάτων ιδιωτικής χρήσης αριθμούσαν περί τα 135 εκατομμύρια. Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι υπεύθυνη για ένα ποσοστό πάνω του 3% των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τάσεις συνεχούς αύξησης. Οι δείκτης του IMO που δίνει την γενικότερη εικόνα αύξησης του κύκλου εργασιών της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας ανεβαίνει εδώ και 30 χρόνια κάθε χρόνο κατά 5%. Αύξηση του κύκλου εργασιών αυτόματα σημαίνει και αύξηση του παγκόσμιου στόλου μαζί με την επιδείνωση της περιβαλλοντικής και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι εκτιμήσεις για το έτος 2020 φτάνουν τους 1.48 δισεκατομμύρια τόνους εκπομπής αερίων προερχομένων από την ναυτιλία αριθμός ο οποίος ισοδυναμεί με την κυκλοφορία 65 εκατομμυρίων νέων οχημάτων στους δρόμους παγκοσμίως. Με τον αριθμό των πλοίων που ταξιδεύουν καθημερινά σε διάφορα μέρη του κόσμου να αυξάνεται συνεχώς, η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από αυτά αυξάνεται και είναι μία από τις σημαντικότερες παγκόσμιες

ανησυχίες. Οι δύο κύριοι ρύποι από την εκπομπή του πλοίου είναι τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και τα οξείδια του θείου (SO_x). Αυτά τα αέρια έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στη στιβάδα του όζοντος στην περιοχή της τροπόσφαιρας στην ατμόσφαιρα της Γης, με αποτέλεσμα το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη [18, 19].

4.1 Περιεκτικότητες των καυσίμων.

Τα ναυτιλιακά καύσιμα, αποτελούνται κατά κύριο λόγο από άνθρακα και υδρογόνο (υδρογονάνθρακες πετρελαίου). Το περιεχόμενο του ναυτιλιακού πετρελαίου σε άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ 84,9% και 87,4%. Περιέχουν επίσης προσμίξεις, όπως θείο, η περιεκτικότητα του οποίου διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του καυσίμου (εάν είναι αποσταγματικό – MDO, MGO– ή υπολειμματικό καύσιμο – HFO). Τα καυσαέρια τώρα (Εικ 9), μίας κύριας ναυτιλιακής μηχανής εμπεριέχουν κυρίως άζωτο (N_2), οξυγόνο (O_2), υδρατμούς (H_2O) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Σε πολύ μικρότερο ποσοστό περιέχουν οξείδια του αζώτου (NO_x), οξείδια του θείου (SO_x), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστους υδρογονάνθρακες και αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter – PM).



Εικόνα 9- Ατμοσφαιρική ρύπανση προερχόμενη από την ναυτιλία.[66].

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) προέρχεται από την τέλεια καύση του άνθρακα των καυσίμων. Αντίστοιχα, το υδρογόνο των καυσίμων μετατρέπεται σε υδρατμούς (H_2O). Δυστυχώς, στις μηχανές εσωτερικής καύσεως δεν υφίστανται πάντα συνθήκες για να υπάρξει η τέλεια καύση των καυσίμων, οπότε από την ατελή καύση μπορεί να προκύψει πλειάδα καυσαερίων όπως είναι τα σωματίδια άνθρακα (αιθάλη), CO (μονοξείδιο του άνθρακα), άκαυστοι υδρογονάνθρακες ή μερικώς οξειδωμένοι υδρογονάνθρακες [18, 19].

4.2 Οξείδια του θείου.

Τα οξείδια του θείου (SO_x) οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην εμπορική ναυτιλία από θείο. Στην σημερινή εποχή, τα ναυτιλιακά καύσιμα παγκοσμίως εμπεριέχουν 2,7% ανά κυβικό θείο ή 27.000 ppm. Για λόγους κατανόησης ενδεικτικό είναι το όριο που υπάρχει στο πετρέλαιο κίνησης που βρίσκεται στα 10 ppm, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως μέσα στις πόλεις συνήθως από μεγάλα οχήματα (τράκτορες, φορτηγά, γερανοί κα). Η ποσότητα του θείου που εμπεριέχεται στα ναυτιλιακά καύσιμα κατά την καύση τους, οξειδώνεται σε οξείδια του θείου, κυρίως σε διοξείδιο του θείου (SO_2) και τριοξείδιο του θείου (SO_3). Το πρόβλημα όμως δεν σταματάει εκεί καθώς το τριοξείδιο του θείου συγκεκριμένα αντιδρά με την υγρασία και τους υδρατμούς (H_2O) και δημιουργούνται σωματίδια θειικού οξέος (H_2SO_4) μικροσκοπικού μεγέθους, που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα γνωστά και ως αερολύματα. Μέχρι τα τέλη του 2019 δεν υπήρχε κάποιος ποιοτικός έλεγχος ή κάποια νομοθεσία για την ελεγχόμενη έκλυση οξειδίων του θείου στην ατμόσφαιρα. Σε αυτό το πρόβλημα έμελλε να δώσει λύση ο νέος κανονισμός του IMO, SulphurCap 2020 [18, 19].

4.3 SulphurCap 2020.

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης διογκώθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό, όμως δεν απεικονιζόταν στις επιστημονικές έρευνες, οι οποίες διεξήχθησαν στα λιμάνια-κόμβους καθώς το όριο στην περιεκτικότητα θείου σε αυτές τις περιπτώσεις είναι προκαθορισμένο και ελέγχεται συστηματικά από τις αρχές του κάθε λιμανιού. Το πρόβλημα εντοπίστηκε κατά την επιχειρησιακή λειτουργία του πλοίου, δηλαδή κατά την διάρκεια του ταξιδιού ενός πλοίου από το ένα λιμάνι στο άλλο. Το πόρισμα μέσα από τα ευρήματα των μελετών που διεξήχθησαν ήταν πως έπρεπε να τεθεί ένα όριο στην περιεκτικότητα του θείου στο πετρέλαιο, το οποίο χρησιμοποιούταν στην ανοιχτή θάλασσα, ώστε να ελεγχθούν οι ποσότητες θείου που εκλύονταν στην ατμόσφαιρα. Οι πιέσεις που έφταναν στον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (IMO) από την επιστημονική κοινότητα ως προς την διόγκωση του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με στόχο την δημιουργία ενός ενιαίου νομοσχεδίου που θα καθορίζει αυστηρά την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μηχανές εσωτερικής καύσεως των πλοίων εισακούστηκαν. Έτσι λοιπόν, στις 21 Ιουνίου του 2019 και μετά από συνεδρίαση που πραγματοποιήθηκε στα κεντρικά γραφεία του Οργανισμού στο Λονδίνο προστέθηκαν στην σύμβαση MARPOL οι νέες διατάξεις που τέθηκαν σε ισχύ από την 1 Ιανουαρίου του 2020, με στόχο την μείωση των εκπομπών οξειδίων του θείου από τα πλοία. Η βασική διάταξη που διατυπώθηκε και έμελλε να είναι μία τεράστια αλλαγή στα ναυτιλιακά δρώμενα ήταν η μείωση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο από 3,50% στο 0,50% κατά την επιχειρησιακή τους λειτουργία στην ανοιχτή θάλασσα, με αποκλειστικό στόχο την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τον παγκόσμιο στόλο με γνώμονα την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Για να δημιουργηθεί το συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο έπρεπε να συμπεριληφθούν πάρα πολλές μεταβλητές, καθώς αυτές οι νέες οδηγίες αρχικά θα είχα άμεση δράση στο εκάστοτε πλοίο και εν συνεχεία θα έπρεπε να εναρμονιστεί και η βιομηχανία πετρελαίου ώστε να δημιουργήσει νέα καύσιμα εναρμονισμένα στις νέες διεθνείς διατάξεις [8].

4.4 Αιθάλη.

Η αιθάλη (Εικ 10) δημιουργείται κατά τις ατελείς καύσεις και έχει ως αποτέλεσμα την επιδείνωση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, η αιθάλη είναι γνωστή για την ικανότητα της να δεσμεύει ποσοστό θερμότητας από την ατμόσφαιρα και με αυτόν τον τρόπο τα σωματίδια να γίνονται πλούσια σε αυτήν, είτε αυτά υπάρχουν στην ατμόσφαιρα είτε έχουν εναποτεθεί σε επιφάνειες χαμηλών θερμοκρασιών (χιόνι, πάγος). Η απορρόφηση θερμότητας γίνεται όταν τα σωματίδια βρίσκονται ψηλά στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την μείωση της ανακλαστικότητας του πλανήτη. Σε αντίθεση με τα αέρια του θερμοκηπίου, η αιθάλη είναι σε στερεή μορφή (σωματίδια άνθρακα) και όχι σε αέρια και θερμαίνεται απορροφώντας το ηλιακό φως αντί να απορροφά την υπέρυθρη ή την χερσαία ακτινοβολία. Η απορρόφηση του ηλιακού φωτός από την αιθάλη έχει ως αποτέλεσμα την εξάτμιση των σωματιδίων νερού που βρίσκονται διασκορπισμένα στην ατμόσφαιρα αλλά και την εξάτμιση της ποσότητας νερού που μπορεί να εμπεριέχουν διαφορετικά σωματίδια της αιθάλης. Αυτή η μείωση της περιεκτικότητας του νερού στην ατμόσφαιρα μειώνει την ανακλαστικότητα των άλλων σωματιδίων επιτρέποντας έτσι να απορροφήσουν περισσότερο ηλιακό φως και να αυξήσουν την θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα [45].



Εικόνα 10 - Το πρόβλημα της αιθάλης στην Κίνα.[67]

4.5 Οξειδία του αζώτου.

Το άζωτο (N_2) που όπως ειπώθηκε παραπάνω, αποτελεί ένα μεγάλος μέρος της ατμόσφαιρας αναλογικά, υπό κανονικές θερμοκρασιακές συνθήκες (θερμοκρασίες διαβίωσης των οργανισμών στον φλοιό της Γης) χημικά θεωρείται αδρανές και δεν αντιδρά με το οξυγόνο που υπάρχει στην ατμόσφαιρα. Μέσα όμως στο περιβάλλον μια μηχανής εσωτερικής καύσεως, όπου αναπτύσσονται μεγάλες θερμοκρασίες το άζωτο αντιδρά με το οξυγόνο και οξειδώνεται σε οξειδία του αζώτου (NO_x), δηλαδή σε μονοξείδιο του αζώτου (NO) και διοξείδιο του αζώτου (NO_2). Τα οξειδία του

αζώτου μπορούν επίσης να δημιουργηθούν και από την καύση καυσίμων τα οποία περιέχουν άζωτο. Σε αντίθεση με τον έλεγχο στις τιμές περιεκτικότητας του θείου στα καύσιμα, αυτό δεν μπορεί να συμβεί με το άζωτο. Επειδή τα οξειδία του αζώτου παράγονται κατά την διαδικασία καύσης, θα πρέπει ο ανθρώπινος παράγοντας να επιδιώκει συνεχώς την όσο το δυνατόν καλύτερη και πιο καθαρή καύση που μπορεί να επιτύχει, είτε βελτιώνοντας τις μηχανές εσωτερικής καύσεως είτε τις συνθήκες κατά τις οποίες γίνεται η καύση. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία καύσης τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα των σχηματιζόμενων οξειδίων του αζώτου. Η προσπάθεια μείωσης των θερμοκρασιών καύσης, οδηγεί σαφώς σε μείωση των παραγόμενων οξειδίων του αζώτου, αλλά μειώνει αισθητά το βαθμό απόδοσης της «μηχανής» καύσης αυξάνοντας έτσι την ενεργειακή κατανάλωση [18, 19, 22].

4.5.1 Αιθαλομίχλη (smog).

Η αιθαλομίχλη ή αλλιώς smog είναι ένας τύπος ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το όνομα αιθαλομίχλη προήλθε από την μίξη των συστατικών αυτού του ρύπου τα οποία είναι ο βιομηχανικός καπνός και η ομίχλη. Αυτό το είδος ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελείται από οξειδία του αζώτου, οξειδία του θείου, όζον, καπνό και άλλα σωματίδια. Το νέφος αυτό το οποίο χαρακτηρίζεται και ως τεχνητό από την επιστημονική κοινότητα προέρχεται από τις εκπομπές καύσης άνθρακα, τις εκπομπές οχημάτων, τις βιομηχανικές εκπομπές, τις δασικές και αγροτικές πυρκαγιές και τις φωτοχημικές αντιδράσεις αυτών των εκπομπών. Όπως γίνεται αντιληπτό, η ναυτιλιακή βιομηχανία έχει άμεση σχέση με την δημιουργία της αιθαλομίχλης σε πάρα πολλά μέρη του πλανήτη μέσω των μηχανών εσωτερικής καύσης των πλοίων. Οι πόλεις οι οποίες έχουν λιμένες-κόμβους όπου συνωστίζεται μεγάλος αριθμός πλοίων και σε συνδυασμό με τις ενεργειακές ανάγκες της τοπικής βιομηχανίας και της κοινωνίας, αντιμετωπίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα. Η αιθαλομίχλη χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Στην κατηγορία κατά την οποία ο ρύπος υποβοηθάτε από της υψηλές θερμοκρασίες των θερινών μηνών και στην κατηγορία κατά την οποία η σύσταση της αλλάζει εξαιτίας των πιο ψυχρών θερμοκρασιών κατά τους ψυχρούς μήνες. Όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και διαρρέει την ατμόσφαιρα ηλιακό φως τα οξειδία του αζώτου (NO_x), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) που υπάρχουν σε τεχνητές ουσίες όπως η βενζίνη και τα τεχνητά χρώματα, ορισμένες αλδεΐδες (RCHO) και το όζον (O_3) αντιδρούν και δημιουργείται το φωτοχημικό νέφος με αποτέλεσμα να γίνεται η ατμόσφαιρα των πόλεων αποπνικτική και να κινδυνεύουν οι δομές των οικοσυστημάτων αλλά και οι ευπαθείς ομάδες του ανθρώπινου πληθυσμού από πνευμονικές ασθένειες και παθήσεις [46].

4.5.2 Ευτροφισμός.

Ένα ακόμα σημαντικό πρόβλημα στο οποίο έχει συμβάλει η ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω των εκπομπών οξειδίων αζώτου από τις μηχανές των πλοίων είναι ο

ευτροφισμός. Η ατμοσφαιρική ρύπανση των πλοίων δεν αναφέρεται από την επιστημονική κοινότητα ως η άμεση πηγή διόγκωσης του προβλήματος αλλά συμβάλλει και αυτή σε μικρότερο βαθμό στην περαιτέρω επιδείνωση το συγκεκριμένου προβλήματος. Κατά το φαινόμενο του ευτροφισμού, όπου υπάρχει υπέρμετρη αύξηση συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων με συνέπεια την μείωση του διαλυμένου οξυγόνου μέσα στο νερό με αποτέλεσμα την αλλοίωση της ισορροπίας της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων, βακτήρια και φυτικοί οργανισμοί πολλαπλασιάζονται με πολύ γρήγορο ρυθμό. Οι υπόλοιποι οργανισμοί που τρέφονται από αυτά δεν είναι σε θέση να καταναλώσουν αυτή την υπέρμετρη αύξηση βακτηρίων και φυτικών οργανισμών με αποτέλεσμα να δεσμεύεται το διαθέσιμο διαλυμένο οξυγόνο και να πολλαπλασιάζονται δημιουργώντας πολλές φορές επικάλυμμα στην επιφάνεια του νερού εμποδίζοντας την διαδικασία φωτοσύνθεσης οργανισμών του πυθμένα, δημιουργώντας παράλληλα ακόμα μία πηγή τροφής για τα βακτηρία. Το αποτέλεσμα είναι καταστροφικό για τους μη φωτοσυνθετικούς οργανισμούς όπως τα ψάρια καθώς δεν υπάρχει το απαραίτητο οξυγόνο για αυτά, με αποτέλεσμα να θανατώνονται. Ως κύρια πηγή του προβλήματος του ευτροφισμού δίνεται ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικά στοιχεία από λιπάσματα, οργανικά απόβλητα και οικιακά λύματα. Ωστόσο, η εκπομπές οξειδίων του αζώτου από τα φουγάρα των πλοίων συμβάλλουν σε μικρότερο βαθμό στο πρόβλημα του ευτροφισμού με αποτέλεσμα να επηρεάζονται τα οικοσυστήματα τόσο στη ξηρά όσο και στα παράκτια ύδατα. Σύμφωνα με το επίσημο ενημερωτικό φυλλάδιο όπου εξέδωσαν ευρωπαϊκοί οργανισμοί (The European Environmental Bureau, The European Federation for Transport and Environment, Seas At Risk, The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain) όπου δρουν με γνώμονα την περιβαλλοντική αποκατάσταση του πλανήτη, οι εκπομπές αερίων από την ναυτιλιακή βιομηχανία για το έτος 2000 ήταν υπεύθυνες για περισσότερο από το 90% της υπερκάλυψης των κρίσιμων τιμών του ευτροφισμού στην βόρεια Ευρώπη. Στην Μεσόγειο είναι ενδεικτικό πώς οι εκπομπές των πλοίων ευθύνονται περισσότερο από το 50% των υπερβάσεων των κρίσιμων τιμών σε περιοχές της Ελλάδας, της Ισπανίας και της Ιταλίας.

4.6 Αιωρούμενα σωματίδια (PM – Particular Matter).

Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM-ParticularMatter) αποτελούν ένα σύνθετο μίγμα οργανικών και ανόργανων ουσιών και περιλαμβάνουν ατομικό άνθρακα, αιθάλη, στάχτη, πολύ μικρά σωματίδια καυσίμου που δεν κάηκε ή κάηκε ατελώς, άκαυστο λιπαντικό έλαιο, θειικά και υγρασία. Έχουν την δυνατότητα να μεταφερθούν σε πάρα πολύ μακρινές αποστάσεις μέσω των ρευμάτων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα. Ένα μεγάλο μέρος τους παράγεται από τις μηχανές καύσεις των πλοίων και εκλύονται στην ατμόσφαιρα μέσω των φουγάρων τους. Οι παραπάνω είναι γνωστές ως πρωτογενείς εκπομπές PM. Σωματιδιακή ρύπανση μπορεί επίσης να αναπτυχθεί από τις χημικές αντιδράσεις αερίων όπως διοξείδιο του θείου (SO_2) και οξείδια του αζώτου (NO_x : νιτρικό οξύ, NO : οξείδιο του αζώτου και NO_2 : διοξείδιο του αζώτου). Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι υπεύθυνα για την χαμηλή ορατότητα σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Πολλές φορές, μία ομίχλη σε μία περιοχή είναι αποτέλεσμα συσσώρευσης μεγάλης ποσότητας αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Εκτός όμως από τον περιορισμό της ορατότητας, τα αιωρούμενα

σωματίδια είναι υπεύθυνα και για ένα πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως είναι:

- Όξυνση των υδάτων των λιμνών και των ποταμών
- Αλλαγές στην ισορροπία των θρεπτικών ουσιών στα παράκτια νερά και τις μεγάλες λεκάνες απορροής ποταμών.
- Εξάντληση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους όπου προσκολλώνται.
- Καταστροφή ευαίσθητων δασών και καλλιεργείων.
- Επηρεασμός της ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων
- Συμβολή στο φαινόμενο της όξινης βροχής.

4.6.1 Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}).

Τα αιωρούμενα σωματίδια ποικίλουν σε μέγεθος ανά διάμετρο ή πλάτος των σωματιδίων. Το PM_{2.5} εκφράζει την μάζα των σωματιδίων ανά κυβικό μέτρο αέρα με μέγεθος (διάμετρος) ίσο ή μικρότερο από 2,5 μικρόμετρα (μm). Το PM_{2.5} είναι επίσης γνωστό ως λεπτόκοκκο σωματίδιο. Εκτός από τα προβλήματα που προκαλεί στο περιβάλλον η σωματιδιακή ρύπανση, κατά την εισπνοή μπορεί να επιφέρει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία ενός ανθρώπου και θεωρείται ότι δεν υπάρχει ασφαλές κατώτατο όριο κάτω από το οποίο να μην επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο μεγαλύτερος αντίκτυπος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη δημόσια υγεία θεωρείται ότι οφείλεται στη μακροχρόνια έκθεση σε PM_{2.5}, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο θνησιμότητας για συγκεκριμένες ηλικίες, ιδίως από καρδιαγγειακά αίτια. Έχουν ανιχνευτεί πολλές επιπλοκές στον ανθρώπινο οργανισμό που επιφέρει η σωματιδιακή ρύπανση και κυρίως σε περιοχές που οι συγκεντρώσεις των PM_{2.5} είναι σε υψηλά επίπεδα με αποτέλεσμα την αυξημένη θνησιμότητα των περιοχών αυτών. Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις PM (π.χ. κατά τη διάρκεια βραχυπρόθεσμων επεισοδίων ρύπανσης) μπορεί επίσης να επιδεινώσει τις πνευμονικές και καρδιακές παθήσεις, επηρεάζοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής και αυξάνοντας τις εισαγωγές στα νοσοκομεία και κατ'έκταση τον αριθμό των θανάτων που σχετίζονται με αυτές. Τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και τα άτομα με προδιάθεση αναπνευστικής και καρδιαγγειακής νόσου, είναι γνωστό ότι είναι πιο ευαίσθητα στις επιπτώσεις στην υγεία από τις υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδιακής ρύπανσης στην ατμόσφαιρα.[45, 91]

4.7 Όξινη βροχή.

Στην ατμοσφαιρική ρύπανση στην οποία όπως έχει αναφερθεί σημαντικό ρόλο στην διόγκωση της κατέχει η ναυτιλιακή βιομηχανία οφείλεται και το πρόβλημα της όξινης βροχής. Όξινη βροχή ορίζονται όλες οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις (χιόνι, χαλάζι, βροχή) οι οποίες έχουν pH χαμηλότερο (δηλαδή περισσότερο όξινο) από το pH της κανονικής βροχής. Πιο συγκεκριμένα, η κανονική μέτρηση της βροχής είναι ελαφρά όξινη με pH μεταξύ 5.0 και 5.6 και αυτό οφείλεται κυρίως στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) της ατμόσφαιρας, το οποίο διαλύεται στο νερό της βροχής και

σχηματίζει το ανθρακικό οξύ και σε μικρότερη έκταση, στην ύπαρξη χλωρίου στην ατμόσφαιρα, το οποίο προέρχεται από τη θάλασσα. Ο όρος όξινη βροχή αναφέρεται στην παρουσία σε αυτήν όξινων διαλυμένων ρύπων, δηλαδή ουσιών (αερίων ή μη) που δεν αποτελούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά της καθαρής ατμόσφαιρας, αλλά είναι προϊόντα ανθρώπινης δραστηριότητας ή άλλων ρυπογόνων αιτιών. Τέτοιοι ρύποι προέρχονται ως επί το πλείστον από την καύση ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται ευρέως και στην ναυτιλιακή βιομηχανία. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως έχει καταμετρηθεί ότι το pH της βροχής έχει μειωθεί αισθητά και να κυμαίνεται μεταξύ του 3.5 και του 4.5. Οι κατακρημνίσεις με βαθμό pH 4.5 είναι τουλάχιστον 10 φορές πιο όξινες από αυτές με βαθμό 5.5. Σε σχέση με το περιβαλλοντικό πρόβλημα του ευτροφισμού στην περίπτωση της όξινης βροχής, η βιομηχανία της ναυτιλίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και είναι ένας λόγος για τον οποίο, η επιστημονική κοινότητα πιέζει ώστε να υπάρξει και να υιοθετηθεί σκληρότερη νομοθεσία από τα κράτη παγκοσμίως πάνω στον τομέα της ναυτιλίας. Έχει διαπιστωθεί πώς η όξινη βροχή επιδρά σε όλα τα στοιχεία της βιόσφαιρας με διαφορετικές διεργασίες καθώς με διαφορετικό τρόπο επιδρά στο έδαφος, διαφορετικά στα δάση και διαφορετικά εκεί όπου υπάρχει το υγρό στοιχείο. Το κοινό στοιχείο όλων των διεργασιών είναι η τροφική αλυσίδα καθώς μέσα από αυτήν, στοιχεία τα οποία εναποτίθενται στην ατμόσφαιρα από τις καύσεις ορυκτών καυσίμων φτάνουν στον τελικό τους αποδέκτη που είναι ο άνθρωπος. Στην Ελλάδα έχουμε την τύχη να μην έχουν επηρεαστεί τόσο πολύ τα φυσικά και τα οικιακά μας οικοσυστήματα από το συγκεκριμένο φαινόμενο καθώς οι κατακρημνίσεις που εμφανίζονται στον ελλαδικό χώρο έχουν συνήθως κατά 40% νοτιοδυτική προέλευση (Ισπανία, Ν. Ιταλία, Β. Αφρική). Οι βροχές αυτές εμφανίζουν, κατά κανόνα, pH κοντά σε εκείνο της καθαρής βροχής. Ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό βροχών (30%-40%) έχει νότια προέλευση (Αίγυπτο-Λιβύη) με τις βροχές αυτές να χαρακτηρίζονται συνήθως από υψηλό pH. Μόνο το 20%-25% των βροχών προέρχεται από την κεντρική Ευρώπη, όπου υπάρχουν σημαντικές πηγές εκπομπής διοξειδίου του θείου SO₂ και διοξειδίου του αζώτου NO₂. Μέχρι στιγμής ο μόνος τρόπος να περιοριστεί το πρόβλημα της όξινης βροχής και σε μεγαλύτερη κλίμακα η ατμοσφαιρική ρύπανση, είναι ο αυστηρός έλεγχος των εκπομπών αερίων τουλάχιστον για την βιομηχανία της ναυτιλίας. Επίσης, πολλές πλοιοκτλήτριες εταιρίες έχουν στραφεί και με βάση τις προβλέψεις που κάνουν ως προς το δικό τους οικονομικό κυρίως όφελος, με τις τιμές των ορυκτών καυσίμων να ανεβαίνουν, σε άλλες μορφές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόωση των πλοίων και όχι να αναζητούν πλέον μια προσωρινή λύση όπως είναι τα συστήματα scrubber, ώστε να φτάνουν οι τιμές των εκπομπών τους στα επίπεδα που έχει θέσει ο IMO με την θεσμοθέτηση των νέων κανονισμών [22, 23].

4.8 Αύξηση των επιπέδων όζοντος στο έδαφος.

Όζον είναι το αέριο που αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου (O₃). Το όζον υπάρχει τόσο στην ανώτερη ατμόσφαιρα της Γης τόσο και στην κατώτερη, δηλαδή το έδαφος. Το όζον που βρίσκεται στην στρατόσφαιρα του πλανήτη δημιουργεί ένα πέπλο το οποίο προστατεύει τους οργανισμούς πάνω στην επιφάνεια της Γης από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου, απορροφώντας την. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην τροπόσφαιρα καθώς το όζον στα συγκεκριμένα επίπεδα ατμόσφαιρας αποτελεί έναν

επιβλαβή ατμοσφαιρικό ρύπο εξαιτίας των σοβαρών επιπτώσεων που προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό αλλά και στο περιβάλλον. Το τροποσφαιρικό όζον δεν εκλύεται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα αλλά δημιουργείται μέσα από χημικές αντιδράσεις με την βοήθεια του ηλιακού φωτός, μεταξύ των οξειδίων του αζώτου (NO_x) και των οργανικών πτητικών ενώσεων VOCS{οι ενώσεις VOCSείναι υπεράριθμες και παρατηρούνται παντού. Μπορούν να παρασκευαστούν από τον ανθρώπινο παράγοντα ή να υπάρχουν ως αυτούσιες στην φύση. Μία ένωση χαρακτηρίζεται ως VOCSόταν έχει υψηλή τάση ατμών σε συνηθισμένη θερμοκρασία δωματίου. Η υψηλή τάση ατμών προκύπτει από το χαμηλό σημείο βρασμού, που προκαλεί την εξάτμιση μεγάλου αριθμού μορίων από την υγρή ή την εξάχνωση από τη στερεά ή την διάχυση από την αέρια μορφή της ένωσης και την είσοδο της στον περιβάλλοντα αέρα}. Το όζον που εκλύεται κατά την διεργασία αυτή είναι επιβλαβές για τον άνθρωπο τόσο κατά την διάρκεια των ζεστών θερμοκρασιακά μηνών και σε μικρότερη κλίμακα κατά την διάρκεια των χειμερινών. Η έκθεση σε όζον μπορεί να προκαλέσει σοβαρές διαταραχές στην υγεία ενός ανθρώπου και ειδικότερα στις ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού (παιδιά, ηλικιωμένους) αλλά και στις ομάδες εκείνες οι οποίες πάσχουν από αναπνευστικά προβλήματα και παρουσιάζουν μειωμένη πρόσληψη βασικών θρεπτικών στοιχείων όπως είναι οι βιταμίνες Cκαι E.Το όζον όσον αφορά το περιβάλλον επηρεάζει την ευαίσθητη βλάστηση και τα οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένων των δασών, των πάρκων, των καταφυγίων άγριας ζωής και των περιοχών άγριας φύσης. Για παράδειγμαυπάρχουν φυτά και δέντρα στις ΗΠΑ τα οποία έχουν ανακηρυχθεί σε προστατευόμενα είδη εξαιτίας της μακροχρόνιας έκθεσης τους σε μεγάλα επίπεδα εκπομπών αζώτου(black cherry (Εικ 11), quaking aspen,tulip poplar (Εικ 12) κα)



Εικόνα 11 - Black Cherry. [68]



Εικόνα 12 - Tulip poplar. [69]

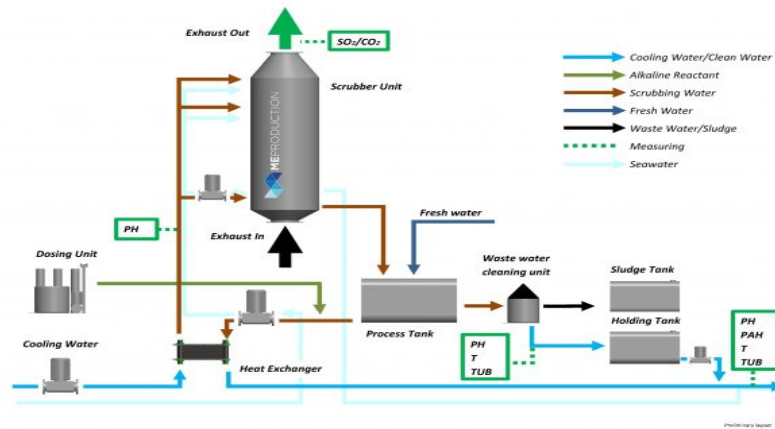
Μπορεί επίσης να προκαλέσει ζημιές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και ταυτόχρονα στην οικονομία των αγροτικών τάξεων καθώς όταν εισέλθει το όζον εσωτερικά του φυτικού οργανισμού μειώνει δραστικά τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης με αποτέλεσμα την αργή και προβληματική ανάπτυξη του φυτού. Πιο συγκεκριμένα, η διαρκής έκθεση ενός φυτικού οργανισμού σε όζον τον καθιστά περισσότερο ευπαθή σε ασθένειες που εμφανίζονται σε φυτικούς οργανισμούς αλλά και σε ασθένειες, οι οποίες προέρχονται από έντομα. Επίσης, προκαλούνται περαιτέρω επιπτώσεις από την έκθεση τους σε άλλους ρύπους εξαιτίας της ευαισθησίας που έχουν αναπτύξει από την έκθεση τους σε άζωτο. Ωστόσο, ευαισθησία παρουσιάζεται και κατά την διάρκεια καιρικών φαινομένων με τα αποτελέσματα να είναι ιδιαίτερος αισθητά στην οικονομική ανάπτυξη της αγροτικής τάξης. Το πρόβλημα όμως δεν σταματάει εκεί καθώς τα οικοσυστήματα είναι ένας κύκλος διεργασιών και οι αλληλεξάρτηση μεταξύ τους είναι το κύριο χαρακτηριστικό τους. Η χλωρίδα είναι αναπόσπαστο κομμάτι ενός οικοσυστήματος και όταν βάλλεται από ρύπους όπως το όζον μέσω των διεργασιών, εισχωρεί και στα υπόλοιπα στοιχεία του. Για παράδειγμα, το όζον μπορεί να προκαλέσει σε ένα οικοσύστημα μείωση της ποικιλίας σε φυτικούς οργανισμούς με φυσικό επακόλουθο την μείωση της ποικιλίας της πανίδας του. Η χρόνια έκθεση επίσης των οργανισμών ενός οικοσυστήματος σε όζον μπορεί να συμβάλλει στην γενετική διαφοροποίηση τους με αποτέλεσμα να αλλάζει και με το πέρασμα του χρόνου και η συμπεριφορά του οικοσυστήματος ως προς τον κύκλο νερού του αλλά και στην ποιότητα και ποικιλία των θρεπτικών συστατικών που μπορεί να προσφέρει στους οργανισμούς που φιλοξενεί [21].

4.9 Συστήματα Scrubber.

Τον Μάιο του 2005 όπου έγιναν και οι πρώτες προσπάθειες και μέσω συγκεκριμένων διατάξεων και οδηγιών της συνθήκης MARPOL, οι οποίες αναφέρονται στο κεφάλαιο 6 της συνθήκης, μέχρι την 1^η Ιανουαρίου του 2020 προωθήθηκε η πολιτική της μείωσης των εκπομπών του παγκοσμίου στόλου σε συγκεκριμένα όρια βάζοντας φρένο στην ασύμμετρη και χωρίς κανένα έλεγχο εκπομπή τους στην ατμόσφαιρα. Οι οδηγίες για την μείωση των οξειδίων του θείου, του διοξειδίου του άνθρακα και των οξειδίων του αζώτου ήταν σαφής προς όλους σε παγκόσμια κλίμακα και θα έπρεπε όλες οι πλοιοκτήτριες εταιρίες να εναρμονιστούν ώστε να μην δημιουργηθούν νομικά ζητήματα τα οποία θα περιλάμβαναν σοβαρές [42]

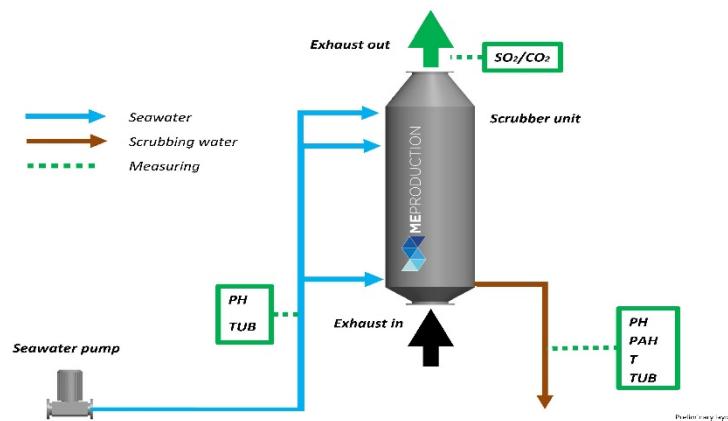
κυρώσεις ως προς τα πλοία και τους ιδιοκτήτες τους. Ωστόσο, στους πλοιοκτήτες δόθηκαν επιλογές ώστε να επιλέξουν οι ίδιοι πως θα εναρμονιστούν με τους νέους κανονισμούς ανοίγοντας παράλληλα την αγορά και τον οικονομικό κύκλο εργασιών. Η γκάμα των επιλογών που είχαν στη διάθεση τους ήταν η αλλαγή των καυσίμων με χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο, η αλλαγή του καυσίμου που χρησιμοποιούσαν με φυσικό αέριο και η τοποθέτηση συστημάτων επεξεργασίας καυσαερίων πάνω στα πλοία (συστήματα scrubber). Τα συστήματα scrubber ήταν και είναι η φθηνότερη λύση από τις 3 καθώς η τιμή του πετρελαίου με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο ήταν και παραμένει σε υψηλές τιμές και η αλλαγή του καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο έφτανε σε δυσθεώρητα ύψη καθώς θα έπρεπε τα πλοία να υποστούν σοβαρές μετατροπές ή να αλλαχτεί ο στόλος κάτι που απαιτεί τη δημιουργία και αγορά νέων πλοίων. Έτσι, μην έχοντας άλλη επιλογή σιγά σιγά όλες οι εταιρίες ξεκίνησαν την τοποθέτηση των συστημάτων scrubber πάνω στα πλοία με σκοπό να προλάβουν την προθεσμία στις αρχές του 2020 (sulphurcap 2020). Τα συστήματα επεξεργασίας καυσίμων φάνηκαν ως η φθηνότερη λύση. Είναι σχεδιασμένα να χρησιμοποιούν το θαλασσινό νερό για την πλύση των καυσαερίων που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της καύσης του πετρελαίου απομακρύνοντας μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του θείου το οποίο είναι επιβλαβές για το περιβάλλον και κατ' επέκταση για την ανθρώπινη υγεία. Στην αγορά σήμερα υπάρχουν 3 είδη τέτοιων συστημάτων και οι πλοιοκτήτριες εταιρίες διαλέγουν με κύριο γνώμονα τις ανάγκες των πλοίων και το μέρος στο οποίο συνήθως αυτά επιχειρούν. Για τα πλοία τα οποία επιχειρούν σε περιοχές στις οποίες δεν επιτρέπεται η απόρριψη των λυμάτων από τις πλύσεις των καυσαερίων, οι εταιρίες διαλέγουν το κλειστό σύστημα (closeloop) ενώ για τα πλοία τα οποία επιχειρούν σε περιοχές στις οποίες επιτρέπεται η απόρριψη (ανοιχτές θάλασσες) προτιμάται το ανοιχτό σύστημα (openloop) ενώ για πλοία όπου επιχειρούν σε όλες τις θάλασσες υπάρχει το υβριδικό σύστημα (hybridsystem) όπου ανάλογα την περιοχή και το ταξίδι μπορεί το προσωπικό του πλοίου να το ρυθμίσει στη λειτουργία την οποία επιθυμεί είτε σε ανοιχτό είτε σε κλειστό σύστημα αλλά επειδή το κόστος είναι μεγαλύτερο και οι ναύλοι συγκεκριμένοι δεν επιλέγεται από τις εταιρείες ως λύση.

Τα κλειστά κυκλώματα scrubber (closeloop) (Εικ 13) λειτουργούν με βάση την εικόνα 13. Πιο συγκεκριμένα, τα καυσαέρια εισέρχονται στον καθαριστή (scrubber) και ψεκάζονται με θαλασσινό νερό που έχει αναμιχθεί με εξουδετερωτικό παράγοντα (50% NaOH, Na₂CO₃ ή MgO). Τα οξείδια του θείου στα καυσαέρια αντιδρούν με αυτό το μείγμα και εξουδετερώνονται. Ένα μικρό εξαέρωμα εξάγεται από το κλειστό κύκλωμα και υποβάλλεται σε επεξεργασία για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του IMO. Τα καθαρισμένα λύματα μπορούν να αποβληθούν με ασφάλεια στη θάλασσα χωρίς να βλάψουν το περιβάλλον. Εάν ζητηθεί λειτουργία σε κατάσταση μηδενικής απόρριψης, το υπόλειμμα μπορεί να οδηγηθεί σε δεξαμενή συγκράτησης για προγραμματισμένη και περιοδική απόρριψη. [24, 25]



Εικόνα 13 - Scrubber Close Loop. [70]

Το ανοιχτό κύκλωμα (openloop) (Εικ 14) το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως είναι και το πιο αμφιλεγόμενο καθώς γίνεται η πλύση των καυσαερίων με θαλασσινό νερό, οι τοξικές ουσίες συλλέγονται ειδική δεξαμενή όμως το θαλασσινό νερό το οποίο χρησιμοποιήθηκε, επιστρέφει ξανά στην θάλασσα. Στην ουσία με αυτό το σύστημα τα πλοία περιορίζουν την ατμοσφαιρική ρύπανση αλλά επιβαρύνουν το θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτός είναι και ο λόγος όμως, που χρησιμοποιείται αυτό το σύστημα αυστηρά σε ανοιχτές θάλασσες και ωκεανούς καθώς οι δεξαμενές που θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την συλλογή του νερού με τις ρυπογόνες ουσίες θα έπρεπε να έχουν την χωρητικότητα ώστε να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ενός υπερατλαντικού ταξιδιού [24, 25].



Εικόνα 14- Scrubber open loop. [70]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΑΤΥΧΗΜΑΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.

Ως **ατυχηματική ρύπανση** ορίζεται η ρύπανση που προκαλείται από τα πλεούμενα προς το περιβάλλον κατά την επιχειρησιακή τους λειτουργία κατά την

οποία έχει συμβεί κάποιο ατυχές συμβάν, δηλαδή ένα ατύχημα. Για να υπάρξει βέβαια κίνδυνος προς το περιβάλλον, το συμβάν πρέπει να είναι σοβαρό.

5.1 Περιπτώσεις ναυτιλιακών ατυχημάτων.

Ένα σοβαρό ναυτιλιακό ατύχημα θα μπορούσε να περιλαμβάνει έκρηξη πάνω στο πλοίο η πυρκαγιά, σύγκρουση με άλλο πλεούμενο που συμβαίνει πάρα πολύ συχνά στα μεγάλα λιμάνια-κόμβους, όπου ο κίνδυνος είναι τεράστιος καθώς τα περισσότερα πλοία εκεί ανεφοδιάζονται με καύσιμα και λάδια αλλά και γιατί διενεργούνται οι διαδικασίες φορτοεκφόρτωσης. Ατυχηματική ρύπανση μπορεί να προκύψει και από τον καιρό όπου μπορούν να δημιουργηθούν σοβαρές βλάβες στους μηχανισμούς του πλοίου αλλά και ρωγμές στον σκελετό του με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν διαρροές καυσίμων και φορτίου προς το περιβάλλον. Επίσης, σοβαρό ατύχημα είναι και η προσάραξη ενός πλοίου καθώς τραυματίζεται ο σκελετός του ή ακόμα μπορεί να μείνει ακυβέρνητο αν δημιουργηθεί βλάβη στα συστήματα πρόωσης και πλεύση, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε πολύ δυσάρεστες καταστάσεις για το περιβάλλον. Όπως καταλαβαίνει κανείς, η ατυχηματική ρύπανση δεν είναι ένας παράγοντας που είναι σταθερός καθώς υπάρχουν πάρα πολλές μεταβλητές με τις σημαντικότερες εξ αυτών να είναι ο ανθρώπινος παράγοντας αλλά και ο καιρός κατά τον οποίο επιχειρεί ένα πλοίο. Φυσικά, σημαντικό ρόλο παίζει και η συντήρηση ενός πλοίου και των συστημάτων και μηχανισμών που έχει πάνω του. Ο ανθρώπινος παράγοντας και η αντίληψη του προσωπικού μπορεί να σώσει το πλοίο και το φορτίου του από πολύ σοβαρές καταστάσεις και τις στιγμές αυτές ο χρόνος δεν είναι σύμμαχος. Για παράδειγμα, μια πυρκαγιά θα πρέπει να σβηστεί προτού εξαπλωθεί σε ένα πλοίο καθώς υπάρχουν σχεδόν παντού εύφλεκτα υλικά κατά μήκος του. Έτσι λοιπόν, η ανθρώπινη αντίληψη είναι ο σημαντικότερος παράγοντας ως προς την αποτροπή της ατυχηματικής ρύπανσης στην ναυτιλία [26].

5.2 Ναυάγια.

Υπάρχουν βέβαια πάρα πολλές περιπτώσεις και με διαφορετικά αποτελέσματα η κάθε μία όπου η κατάσταση ξέφυγε κατά πολύ από τον έλεγχο του ανθρώπινου παράγοντα και το περιβάλλον επιβαρύνθηκε σημαντικά. Η χαρακτηριστικότερη και πιο πρόσφατη περίπτωση είναι αυτή του δεξαμενόπλοιου «ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II» όπου βυθίστηκε (Εικ 15) εξαιτίας της προχειρότητας των εργασιών συντήρησης με αποτέλεσμα την διαρροή 2.200 τόνων καυσίμου και 370 τόνων μαζούτ για ναυτιλιακή χρήση στην θάλασσα που είχε ως επακόλουθο την ανυπολόγιστη περιβαλλοντική, αισθητική και οικονομική καταστροφή των περισσότερων ακτών στον Σαρωνικό κόλπο.



Εικόνα 15 - Ανέλκυση του Δ/Ξ "Αγία Ζώνη II". [53]

Βέβαια, η ρύπανση από τις τυχόν διαρροές που μπορεί να προκύψουν από ένα ναυτικό ατύχημα αν και μεγάλη και σε σημαντικό βαθμό δεν περιορίζεται μόνο εκεί. Στην περίπτωση που η κατάσταση είναι μη αντιστρέψιμη, η πιθανότητα του ναυαγίου είναι πάρα πολύ μεγάλη. Στη διαδικασία κατά την οποία επέλθει το ναυάγιο το πλοίο βυθίζεται μαζί με ότι άλλο μπορεί να εμπεριέχει. Σε βάθος χρόνου λοιπόν, τα ναυάγια μπορούν να ελευθερώσουν στο θαλάσσιο περιβάλλον εκτός του καυσίμου που υπάρχει και διατηρείται στις δεξαμενές, με τη βοήθεια της διάβρωσης, διάφορα μέταλλα και χημικά στοιχεία, τα οποία μπορεί να αποβούν καταστροφικά για τον ήδη υπάρχον και ακόμα για τον μελλοντικό πληθυσμό των θαλάσσιων οργανισμών. Χαρακτηριστικό είναι πως έρευνες έχουν υπολογίσει ότι στις δεξαμενές 8.500 ναυαγίων (περίπου 1600 από αυτά να θεωρούνται πετρελαιοφόρα πλοία), τα οποία τα περισσότερα χρονολογούνται κατά την διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου και βρίσκονται σε όλο τον κόσμο υπάρχει εγκλωβισμένη ποσότητα καυσίμων που ισούται με περίπου 20 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου, ποσότητα η οποία μπορεί να προκαλέσει τρομερές καταστροφές στο θαλάσσιο περιβάλλον αφού μπορεί να απελευθερώσει επιβλαβείς τοξίνες για τους οργανισμούς με το κόστος άντλησης του να θεωρείται δυσθεώρητο και για αυτόν τον λόγο να μην έχουν προχωρήσει οι διαδικασίες άντλησης. Υπάρχει βέβαια και μία άλλη άποψη κατά την οποία πολλά πλέον ναυάγια παγκοσμίως με το πέρασμα του χρόνου έχουν γίνει καταφύγια για πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς δημιουργώντας τεχνητούς υφάλους. Έχουν αφομοιωθεί από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και έχουν γίνει αναπόσπαστο πλέον κομμάτι τους έχοντας δημιουργήσει σε πολλές περιπτώσεις ένα περιβάλλον σπάνιας ομορφιάς την οποία εκμεταλλεύονται οι αρχές τις εκάστοτε περιοχής σαν τουριστικό αξιοθέατο. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο σε πολλές περιοχές έχουν εκούσια βυθιστεί πλοία τα οποία έχουν εντελώς καθαριστεί από τυχόν χημικές ουσίες που μπορεί να περιλάμβαναν στις δεξαμενές τους με ελεγχόμενη βύθιση. [42, 43].

ΜΕΡΟΣ Β

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ.

Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται ευρέως την σημερινή εποχή σε εκατοντάδες πτυχές της καθημερινής ζωής του ανθρώπου. Ο όρος «πετρέλαιο» στην κυριολεξία σημαίνει έλαιο πέτρας και προσδιορίζει τον τόπο έρευσής του, ο οποίος συνήθως βρίσκεται αρκετά βαθιά σε γωλογικούς σχηματισμούς στον φλοιό του πλανήτη κάτω από την γήινη επιφάνεια. Η ιστορία χρήσης του από τον άνθρωπο δεν ξεκινάει από τον 19^ο αιώνα όπως ο περισσότερος πλυθησμός πιστεύει λόγω της άνθησης της βιομηχανικής επανάστασης και της υπέρμετρης χρήσης του. Σύμφωνα με πολλές έρευνες και ανασκαφές που διεξήχθησαν, οι κάτοικοι της Μεσοποταμίας (σημερινό Ιράκ) πριν από περίπου 6.000 χρόνια ήταν ο πρώτος πολιτισμός που ανακάλυψε και εν μέρη χρησιμοποίησε το πετρέλαιο, όχι όμως με την μορφή του πετρελαίου αλλά με τη μορφή ενός παραγώγου του, την ασφάλτο. Οι Βαβυλώνιοι ανακάλυψαν και χρησιμοποίησαν την ασφάλτο ως υλικό οικοδόμησης και υλικό στεγανωποίησης ιδίως στα λουτρά τους αλλά και στον στόλο τους, καθώς η επικάλυψη των ξύλινων κατασκευών με ασφάλτο έκανε τα πλοία ακόμα πιο ανθεκτικά κάτι που ήταν ιδιαίτερος σημαντικό και αποτελεσματικό για την εδραίωση τους στην περιοχή την εποχή εκείνη. Ένας ακόμα λαός ο οποίος χρησιμοποίησε την ασφάλτο στην αρχαιότητα ήταν αυτός την Αιγύπτου. Η ασφάλτος στην Αίγυπτο βρήκε ακόμα περισσότερες εφαρμογές. Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποίησαν την ασφάλτο με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που την χρησιμοποίησαν οι Βαβυλώνιοι και βρήκαν περαιτέρω πεδία χρήσης της, όπως στην ταρίχευση όπου κατάλαβαν πως η ασφάλτος μπορεί να λειτουργήσει ως συντηρητικό των πτωμάτων αλλά και σε πολεμικές χρήσεις, όπως η κατασκευή των λαβών των όπλων των στρατιωτικών δυνάμεων τους. Η χρήση της ασφάλτου εκείνη την εποχή δεν ήταν ικανή να στιγματίσει την ανάπτυξη και την ευημερία των δύο αυτών πολιτισμών διότι δεν υπήρχε το τεχνολογικό υπόβαθρο. Αυτό έγινε στην μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη το 1850. Τότε ήταν που ξεκίνησε η χρήση του πετρελαίου σαν πηγή ενέργειας. Στις αρχές χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμο φωτισμού με την δημιουργία ενός παραγώγου του, την κηροζίνη, να γίνεται δημοφιλές εξαιτίας της χαμηλής τιμής πώλησης. Η κηροζίνη στην κυριολεξία φώτισε τις πόλεις και αμέσως έγινε απαραίτητη με τη ζήτηση της να είναι τεράστια. Σε συνδιασμό με την τεχνολογική πρόοδο στην άντληση και τις συνεχώς νέες πετρελαιοπηγές που ανακαλύπτονταν, το πετρέλαιο άρχισε σιγά σιγά να γίνεται αναπόσπαστος πυλώνας των κοινωνιών σε όλο το κόσμο και ειδικότερα μετά την χρησιμοποίηση του ως καύσιμο κίνησης των αυτοκινήτων και την ανκάλυψη των μηχανών εσωτερικής καύσης γύρω στο 1890. Με την εξάπλωση της βιομηχανίας του αυτοκινήτου, η ζήτηση για πετρέλαιο και τα παράγωγα του πλέον αυξήθηκε με τις αμερικάνηκες πηγές να αδυνατούν να καλύψουν όλη τη ζήτηση με αποτέλεσμα την συνεχή εξερεύνηση εύρεσης πετρελαιοπηγών. Το 1908 ανακαλύφθηκαν οι πρώτες πετρελαιοπηγές στον αραβικό κόσμο με τις τότε μεγάλες δυνάμεις του πλανήτη να εκμεταλλεύονται την έλλειψη τεχνολογίας και τεχνολογίας των λαών της Μέσης Ανατολής ως προς την άντληση του και να εξασφαλίζουν τα δικαιώματα τις εξόρυξης και της εκμετάλλευσης σε πάρα πολύ χαμηλές τιμές με αποτέλεσμα η αραβική

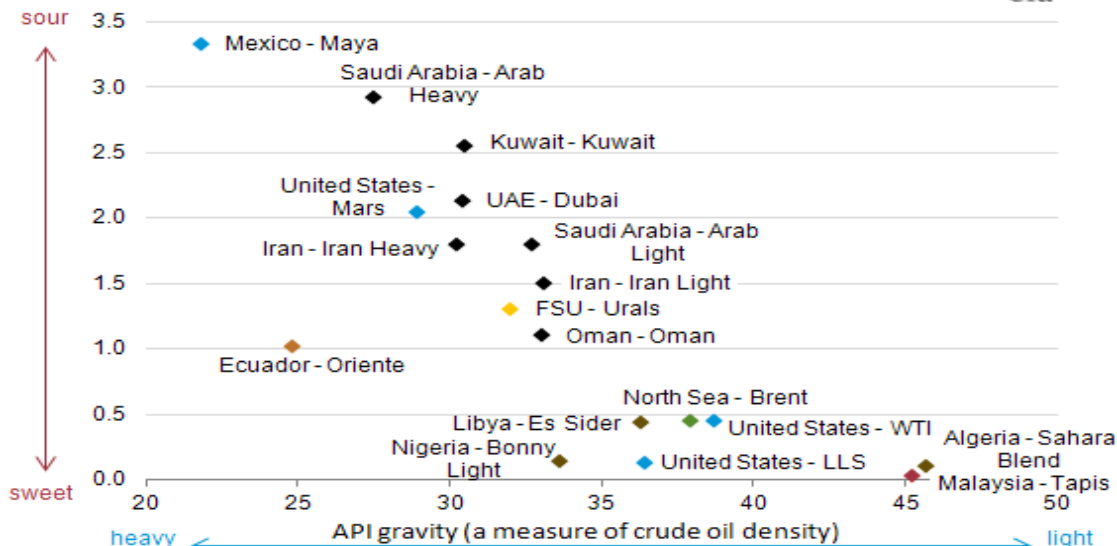
εξόρυξη φτάσει να καλύπτει το 60% της τότε ζήτησης. Δεν περάσαν πολλά χρόνια μέχρι να καταλάβει ο άνθρωπος πόσο εξαρτώμενος είναι πλέον από το πετρέλαιο και τα παράγωγα του. Αυτό έγινε κατανοητό κατά των πρώτο παγκόσμιο πόλεμο (1914-1918) όπου η επιθετική και αμυντική τακτική καθοριζόταν με το πόσο πετρέλαιο μπορεί να διαθέσει κάθε χώρα στα οπλικά της συστήματα και κυρίως στις ναυτικές του δυνάμεις, οι οποίες έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην έκβαση του πολέμου. Το αποτέλεσμα ήταν όλες οι μεγάλες δυνάμεις να σπεύσουν να ασφαλίσουν την παροχή πετρελαίου και στη συνέχεια να εμποδίσουν τις αντίπαλες δυνάμεις να διασφαλίσουν την δικιά τους. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα μπορεί κανείς να αντιληφθεί ότι ο πετρέλαιο έγινε προϊόν το οποίο εξουσίασε τον κόσμο με τις πολεμικές κρίσεις από τότε για την απόκτηση και επάρκεια του στη ζήτηση να είναι αναρίθμητες μέχρι την σημερινή εποχή και το κόστος σε ανθρώπινες ζωές υπέρογκο. Όσο βέβαια περνούσαν τα χρόνια φτάνοντας στην σημερινή εποχή και καθώς οι μάχες συνεχίζονται για την απόκτηση των δικαιωμάτων του οι τεχνολογία προόδευε συνεχώς μέχρις ότου η ανθρώπινη κοινωνία να εξαρτηθεί πλήρως από αυτό και τα παράγωγα του με τις χρήσεις του πλέον να ποικίλουν. Το πετρέλαιο σήμερα χρησιμοποιείται, εκτός από καυσίμο κίνησης και ως οικοδομικό υλικό που ήδη γνωρίζαμε από την αρχαιότητα (άσφαλτος), για την παραγωγή του πλαστικού, για την δημιουργία απορρυπαντικών και άλλων ειδών καθαριότητας μέχρι και για την δημιουργία λιπασμάτων ώστε να αυξηθεί η παραγωγή των αγρών και των χωραφιών. Δεν υπάρχει κανένα άλλο καταναλωτικό προϊόν που να επηρεάζει με την τιμή του τόσο πολύ την οικονομία του πλανήτη και των κρατών. Αυτός είναι και ο λόγος που τα ισχυρά κράτη εμπλέκονται συνεχώς σε πολεμικές συρράξεις με σκοπό να διασφαλιστεί η οικονομική τους ευρωστία μέσα από την βιομηχανία τους και την παραγωγή αγαθών. Το πετρέλαιο πλέον, ως καύσιμο έχοντας την μεγαλύτερη εξάρτηση με τον ανθρώπινο πλυθησμό, σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα έχει αναδειχθεί στην σπουδαιότερη πηγή ενέργειας. Στην καθημερινή ζωή εκτός όλων των άλλων εφαρμογών του, τροφοδοτεί εκατομμύρια κινητήρες εσωτερικής καύσης που κινούν συνήθως τα μέσα συγκοινωνίας και μεταφοράς στην ξηρά, στον αέρα και την θάλασσα. Έτσι είναι καταφανές ότι και η βιομηχανία της ναυτιλίας είναι άρκετα συνδεδεμένη με το πετρελαίο και τα παράγωγα του καθώς περισσότερο από το 95% του παγκοσμίου στόλου χρησιμοποιεί υπολλείματα της απόσταξης αργού πετρελαίου τα οποία ονομάζονται diesel και μαζούτ [27].

6.1 Αργό πετρέλαιο (crudeoil).

Το αργό πετρέλαιο (crudeoil) είναι η υγρή μαύρη ουσία που βγαίνει από τις εξορύξεις χωρίς να έχει προλάβει να υποστεί κάποια διύλιση ή επεξεργασία. Είναι η ουσία που βγαίνει από τα έγκατα της Γης και η βάση για την παραγωγή όλων των υπόλοιπων προϊόντων (παράγωγα πετρελαίου, πλαστικό, παρασιτοκτόνα, απορρυπαντικά, λιπάσματα κ). Υπάρχουν πολλές θεωρίες και μελέτες για την προέλευση του και πως αυτό δημιουργήθηκε με την πιο γνωστή και επικρατέστερη να αναφέρει πως η δημιουργία αυτής της μαύρης ουσίας που εξουσιάζει τον σημερινό κόσμο να χρονολογείται πριν από περίπου 400 εκατομμύρια χρόνια όπου ουσίες όπως η άλγη, το πλαγκτόν και μάζες ζωικής προέλευσης κατακάθησαν στους ωκεανούς και τα υπολλείματα τους αφού αναδεύτηκαν με λάσπη, καλύφθηκαν από στρώσεις

ιζημάτων. Φυσικά, όλη αυτή η διεργασία και το αποτέλεσμα που είναι το πετρέλαιο είναι παράγωγα των εκατομμυρίων ετών που πέρασαν αφού αυτή η θεωρία αναφέρεται στα προϊστορικά χρόνια. Το αργό πετρέλαιο είναι ένα μείγμα πολλών συστατικών. Το μεγαλύτερο ποσοστό του συνηθώς (50%-97%) καλύπτεται από υδρογονάνθρακες (αλκάνια, ναφθένια και αρωματικούς). Το υπόλοιπο ποσοστό της εκάστοτε ουσίας καλύπτεται πάντα από έλαια κάτι που σημαίνει ότι η ποιότητα του πετρελαίου προσδιορίζεται με βάση το ποσοστό ελαίων που αυτό περιέχει. Τα πιο σημαντικά μη υδρογονανθρακικά συστατικά και αυτά που βρίσκονται στις μεγαλύτερες ποσότητες πάντα είναι οι ρητίνες και τα ασφαλτένια. Τα μη υδρογονανθρακικά συστατικά που βρίσκονται σε πολύ μικρότερες ποσότητες ποσοστικά είναι σύμπλοκα μετάλλου-πορφυρίνης και ιχνοστοιχεία. Παρόλ αυτά οι ενώσεις ελαίων είναι υπέθυνες για τις πρώτες ενώσεις υδρογονανθράκων, καθώς κάποιες από αυτές έχασαν δομικά συστατικά της μητρικής οργανικής τους ύλης ενώ κάποια άλλα τα διατήρησαν με αποτέλεσμα οι ένωση τους να δώσουν τους «προϊστορικούς» υδρογονάνθρακες η αλλιώς χημικά απολιθώματα. Οι τύποι αργού πετρελαίου διαφέρουν από χώρα σε χώρα όπου πραγματοποιείται η εξόρυξη του (Εικ 16). Κάθε χώρα όπου διενεργείται εξόρυξη πετρελαίου διαθέτει τα δικά της χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται και η ποιότητα του. Η ποιότητα του καθορίζεται από κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Με την εξακρίβωση αυτών των χαρακτηριστικών και τον προσδιορισμό της ποιότητας καθορίζεται και η τιμή πώλησης του. Τα χαρακτηριστικά που διέπουν την ποιότητα αφενός και αφετέρου την τιμή του αργού πετρελαίου είναι η πυκνότητα και η περιεκτικότητα αυτού σε θείο. Ο δείκτης της πυκνότητας (APIgravity) τοποθετεί το δείγμα ως ελαφρύ (light) αν έχει μικρή πυκνότητα σε θείο και ως βαρύ (heavy) αν η πυκνότητα είναι μεγάλη σε σχέση με το νερό. Αν για παράδειγμα ο δείκτης APIgravity σε ένα δείγμα πετρελαίου είναι μεγαλύτερος από 10 τότε το δείγμα είναι πιο ελαφρύ από το νερό και μένει στην επιφάνειου, αντιθέτως αν είναι μικρότερος του 10 βυθίζεται. Ο δείκτης για την περιεκτικότητα του πετρελαίου σε θείο το προσδιορίζει ως γλυκό (sweet) ή ξινό (sour). Η αναφορά του ως καθαρό ή ως βρώμικο χρησιμοποιείται πολύ συχνά ως όρος και δεν συνδέεται με το κατά πόσο ποιοτικά προσδιορίζεται. Η ποιότητα προσδιορίζεται μόνο για εμπορικούς σκοπούς. Αν παραδείγματος χάρη, το αργό πετρέλαιο μίας περιοχής προσδιορίζεται ως ελαφρύ κατά την πυκνότητα του στον δείκτη APIgravity και ταυτόχρονα γλυκό ως προς την περιεκτικότητα του σε θείο τότε διατίθεται στην αγορά σε μεγαλύτερη τιμή από ένα πετρέλαιο το οποίο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και περιεκτικότητα σε θείο. Αυτό οφείλεται, εν μέρη, στο γεγονός ότι η βενζίνη και το πετρέλαιο diesel, τα οποία δημιουργούνται κατά την διαδικασία της διύλησης του αργού πετρελαίου και είναι τα δύο περισσότερο κερδοφόρα υποπροϊόντα του, παράγονται πολύ πιο εύκολα εν αντιθέση με ένα «βαρύ» πετρέλαιο [28].

Density and sulfur content of selected crude oils
sulfur content (percentage)



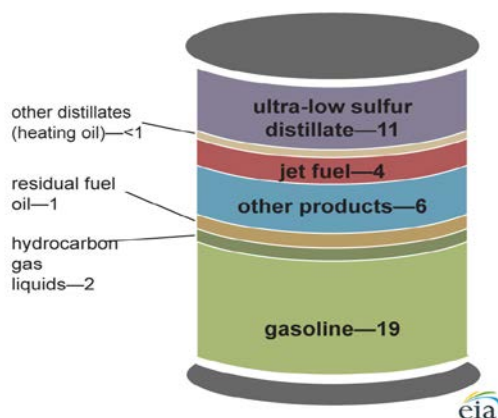
Εικόνα 16 - Κατανομή πετρελαίων ως προς την ποιότητα και τον τόπο προέλευσης.[39]

6.2 Παράγωγα αργού πετρελαίου και διύληση.

Το αργό πετρέλαιο σαν ουσία από χημική άποψη από μόνο του είναι ένα μείγμα υδρογονανθράκων στο οποίο περιέχονται και άλλες ουσίες που το καθιστούν πρακτικά άνούσιο σε ακατέργαστη μορφή. Τα παράγωγα όμως και η ευκολία με την οποία μπορούν να παραχθούν μέσα από τη διύληση του είναι αυτά που δίνουν την αξία στο αργό πετρέλαιο καθώς για να δημιουργηθούν πρέπει να υπάρξει η προμήθευσή του. Από την στιγμή που εξοριχθεί το πετρέλαιο από το έδαφος, αποστέλλεται για διύληση σε ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις, οι οποίες βρίσκονται συνήθως σε περιοχές εκτός αστικού ιστού καθώς πρόκειται για ένα πολύ εύφλεκτο υλικό και οι συνέπειες ενός ατυχήματος στις εγκαταστάσεις ενός διυλιστηρίου μπορεί να είναι ανυπολόγιστες όσον αφορά την ανθρώπινη ζωή αλλά και την μόλυνση της ατμόσφαιρας και του περιβάλλοντος με τις άμεσες, όπως ειπώθηκε, αλλά και έμμεσες συνέπειες στον πλυθισμό μιας πόλης. Πάρα πολλές μελέτες έχουν πλέον αποδείξει ότι άνθρωποι οι οποίοι κατοικούν κοντά σε εγκαταστάσεις διύλησης πετρελαίου έχουν αυξημένες πιθανότητες να εμφανίσουν κάποια στιγμή στη ζωή τους κάποια μορφή καρκίνου αλλά και άλλες ασθένειες. Αρχικά, το αργό πετρέλαιο υφίσταται το πρώτο σκέλος της διύλησης, η οποία ορίζεται ως αποθείωση ώστε να απομακρυνθούν οι διάφορες προσμίξεις θείου που περιέχει. Από αυτό το στάδιο και μετά σημαντικό ρόλο παίζει η καταγωγή του καθώς το αργό πετρέλαιο μίας περιοχής διαφέρει σημαντικά από κάποιας άλλης. Για παράδειγμα, το ρώσικο αργό πετρέλαιο διαφέρει από το αμερικάνικο από την χημική πλευρά τους. Το ρώσικο αποτελείται από κυκλικούς υδρογονάνθρακες, ενώ το αμερικάνικο από κορεσμένους. Ιδιαιτερότητα στην σύνθεση του παρουσιάζει επίσης το αργό πετρέλαιο την Ινδονησίας καθώς αποτελείται από ακόρεστους υδρογονάνθρακες αλλά κι αρωματικούς σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. Ο διαχωρισμός του πετρελαίου στα προϊόντα του επιτυγχάνεται με την εφαρμογή τριών συστηματικών διεργασιών: της ατμοσφαιρικής απόσταξης του αργού πετρελαίου, του διαχωρισμού των αερίων και των βενζινών και της εν κενώ απόσταξης του

ατμοσφαιρικού υπολείμματος. Οι τρεις αυτές διεργασίες αποτελούν τις κύριες διεργασίες διύλισης αργού πετρελαίου, οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε ένα διυλιστήριο. Τα διυλιστήρια σαν μονάδες επεξεργασίας αργού πετρελαίου έχουν και αυτά εξελιχθεί τεχνολογικά ως επακόλουθο της προόδου της τεχνολογίας και των αυτοματισμών. Το αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης είναι η επίτευξη καθαρότερης επεξεργασίας του αργού πετρελαίου αλλά και η παραγωγή περισσότερου όγκου προϊόντων. Πριν την εφαρμογή όμως όλων αυτών των τεχνολογικών επιτευξέων στη βιομηχανία του πετρελαίου, τα διυλιστήρια διαχωρίζουν το πετρέλαιο με φυσικές μεθόδους. Η πιο σημαντική από αυτές είναι η απόσταξη. Η βασική αρχή της απόσταξης βασίζεται στην διδαχή, η οποία αναφέρει πως σε ενώσεις ίδιου τύπου, όσο μεγαλύτερα είναι τα μόρια, τόσο μικρότερη η εξάτμιση τους. Η απόσταξη ως διεργασία στηρίζεται στο μέγεθος των μορίων και στην ικανότητα των συστατικών του πετρελαίου να εξατμίζονται. Για παράδειγμα η άσφαλτος χρειάζεται σχετικά υψηλή θερμοκρασία για να υγροποιηθεί και ακόμα μεγαλύτερη για να ατμοποιηθεί σε αντιθεση με την βενζίνη όπου εξατμίζεται σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία. Με τις κατάλληλες διεργασίες μπορούμε να χωρίσουμε τους υδρογονάνθρακες του πετρελαίου με παρόμοιο σημείο βρασμού. Αυτό γίνεται δυνατό με την εισαγωγή του αργού πετρελαίου στην βάση κατακόρυφων στηλών (υψικάμινι), όπου παρέχεται και η θέρμανση. Το μεγαλύτερο μέρος του εξατμίζεται και οι ατμοί ανεβαίνουν και ψύχονται. Οι πιο ελαφρείς υδρογονάνθρακες παραμένουν ατμοί και συνεχίζουν την ανοδική τους πορεία, ενώ οι πιο βαρείς υγροποιούνται. Κατά μήκος της υψικάμινου υπάρχουν έξοδοι απ' όπου μπορούμε να παίρνουμε τους ατμούς. Όσο ψηλότερα είναι η έξοδος, τόσο ελαφρότερα κλάσματα πετρελαίου θα πάρουμε. Οι σύγχρονοι αποστακτήρες των διυλιστηρίων είναι συνεχούς ροής και τα προϊόντα που βγάζουν είναι αέρια, ελαφρά αποστάγματα, μεσαία και υπόλειμμα. Τα αέρια που παράγονται είναι μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Από αυτά τα δύο πρώτα χρησιμεύουν ως καύσιμο για την διαδικασία της διύλισης. Τα ελαφρά αποστάγματα είναι κλάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα αεροπλάνων με σημείο βρασμού 70 - 120°C. Τα επόμενα κλάσματα είναι η λιγροΐνη με σημείο βρασμού 135 - 150°C, η βαριά βενζίνη (το γνωστό καύσιμο αυτοκινήτων) με σημείο βρασμού 135 - 150°C. Στη συνέχεια παίρνουμε φωτιστικό πετρέλαιο με σημείο βρασμού 150 - 300°C και ορυκτέλαια με σημείο βρασμού 300 - 360°C. Ό,τι απομένει στον αποστακτήρα, αφού καθαριστεί, μας δίνει τη βαζελίνη και την παραφίνη. Το υπόλειμμα είναι η άσφαλτος, σώμα στερεό ή ημίρρευστο με υψηλό σημείο βρασμού. Στην συνέχεια σειρά παίρνουν οι χημικές μέθοδοι διαχωρισμού κατά τις οποίες μεταβάλλεται το μέγεθος και η δομή των μορίων των υδρογοναθράκων. Οι συγκεκριμένες διεργασίες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο, καθώς μετατρέπουν την πρώτη ύλη σε άλλα προϊόντα που έχουν πολύ μεγαλύτερη ζήτηση. Συγκεκριμένα, η συνεχόμενη τεχνολογική πρόοδος και ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσης μαζί με την υιοθέτηση σκληρότερης νομοθεσίας όσον αφορά της εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα σε μεγάλους βιομηχανικούς κλάδους έγινε σαφής η ανάγκη για την παραγωγή περισσότερο ελαφρών κλασμάτων από αυτά που ήδη υπάρχουν στην αγορά. Αυτή η διαδικασία διενεργείται με ανάφλεξη μορίων τα οποία περιέχουν αρωματικούς δακτυλίους ή διακλαδισμένες αλυσίδες. Όταν υδρογονάνθρακες υποβληθούν σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, για μια χρονική περίοδο, τα μεγάλα μόρια των βαρύτερων κλασμάτων σπάνε σε μικρότερα. Μ' αυτό τον τρόπο παράγονται υδρογονάνθρακες παρεμφερείς με της βενζίνης. Οι συνθήκες που γίνεται αυτή η διεργασία είναι σε θερμοκρασία 425 - 500°C και πίεση 2 - 25 kg/cm². Με

συνεχείς βελτιώσεις της μεθόδου υπερδιπλασιάζεται η ποσότητα της βενζίνης που παίρνουμε από το πετρέλαιο. Παράλληλα η ποιότητά της, σ' ό,τι αφορά την ανάφλεξη, είναι καλύτερη από την ποιότητα της βενζίνης που παίρνουμε με απόσταξη από το πετρέλαιο. Το αργό πετρέλαιο και μέσα από την διύλιση του χωρίζεται σε επιμέρους πετρελαιικά προϊόντα, καθώς αναλογικά ένα βαρέλι πετρέλαιο δεν μπορεί να διωλιστεί ολόκληρο και να δώσει μόνο ένα προϊόν. Η ποσότητα πετρελαικών προϊόντων (Εικ 17) που παράγεται συνολικά από ένα βαρέλι αργού πετρελαίου 42 γαλλονιών, αποδίδει περίπου 45 γαλλόνια προϊόντων εξαιτίας του κέρδους από την επεξεργασία της διύλισης. Τα προϊόντα που παράγονται είναι το πετρέλαιο θέρμανσης, η βενζίνη, το πετρέλαιο diesel, η κηροζίνη και τα καύσιμα αεροθούμενων, πετροχημικές πρώτες ύλες, λιπαντικά έλαια, κεριά και άσφαλτο. Η βενζίνη καταλαμβάνει τον μεγαλύτερο όγκο παραγόμενου προϊόντος ανά βαρέλι αργού πετρελαίου και ως εκ τούτου η ζήτηση της σε συνδιασμό με την ποιότητα του πετρελαίου και το κατά πόσο εύκολα διωλίζεται διαμορφώνουν και την τιμή του αλλά και την τιμή της βενζίνης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η τιμή του πετρελαίου κατά την εξάπλωση του ιού COVID-19, όπου η ζήτηση σε βενζίνη αλλά και στα υπόλοιπα παράγωγα και ως επακόλουθο σε αργό πετρέλαιο έχει μειωθεί κατά εκατομμύρια γαλλόνια με αποτέλεσμα και η τιμή του να γνωρίζει ιστορικά χαμηλά ανά βαρέλι.



Εικόνα 17 - Ποσότητες προϊόντων που παράγονται κατά την διύλιση ενός βαρελιού αργού πετρελαίου.[40]

Τα προϊόντα με την σειρά τους χρησιμοποιούνται ανάλογα με τον σκοπό που έχουν δημιουργηθεί όπως τα καύσιμα (βενζίνη, πετρέλαιο diesel και κηροζίνη) αλλά και ως την βασική πρώτη ύλη (πετροχημικές πρώτες ύλες) με σκοπό την παραγωγή χημικών (απορρυπαντικά), πλαστικών και συνθετικών υλικών τα οποία κυριαρχούν στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου υπό την μορφή των αγαθών αλλά και των συσκευασιών τους [28, 29].

6.3 Πετρέλαιο και ναυτιλία.

Από τα πρώτα χρόνια του 18^{ου} αιώνα και έπειτα ξεκίνησε με αργούς ρυθμούς η εφαρμογή των ατμομηχανών στους βιομηχανικούς κλάδους για παραγωγή ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας δεν ήταν τίποτα άλλο από το μηχανικό έργο που παραγόταν από μία θερμική μηχανή που χρησιμοποιούσε ατμό μέσω της αύξησης της

θερμοκρασίας. Εκείνα τα χρόνια, τα οποία σημαδεύτηκαν από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση (1760-1860) ξεκίνησε να καθιερώνεται και οπαραγόμενος ατμός ως καύσιμο πρόωσης στα πλοία έχοντας προηγουμένως γίνει πολλές αποτυχημένες προσπάθειες. Οι πρώτες εφαρμογές ατμομηχανής σε πλοίο αναφέρονται στις αρχές του 1800 με τα πλοία να χρησιμοποιούντον ατμό ως καύσιμο για μικρές αποστάσεις, συνήθως μέσα σε ποτάμια. Μετά από συνεχείς προσπάθειες και με γνώμονα την εξάλειψη των πανιών ώστε να περιοριστεί ο χρόνος των ταξιδιών, το 1819 το πρώτο ατμόπλοιο διέσχισε τον Ατλαντικό. Το 1819 ήταν χρονιά ορόσημο για τις μηχανές ατμού πάνω στα πλοία. Η χρήση του ατμού ως καύσιμο πρόωσης συνεχίστηκε μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όπου και άρχισε η αντικατάσταση των ατμομηχανών με μηχανές εσωτερικής καύσης και τουρμπίνες ατμού. Με την ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσης έγινε γρήγορα αντιληπτό πως η πρόωση των πλοίων μπορεί να είναι ακόμα μεγαλύτερη, ανεβαζοντας την ταχύτητα με την οποία κινουνταν τα πλοία μέχρι εκείνα τα χρόνια σε κόμβους που δεν μπορούσε να πιάσει ένα ατμόπλοιο. Οι χρόνοι των ταξιδιών ως αποτέλεσμα της χρήσης πετρελαίου σαν καύσιμο των μηχανών εσωτερικής καύσης μειώθηκαν αισθητά, κάνοντας την μεταφορά ανθρώπων και αγαθών πολύ πιο γρήγορη αποφέροντας ακόμη μεγαλύτερα κέρδη. Το γεγονός το οποίο σημάδεψε την αλλαγή του καυσίμου πρόωσης των πλοίων ήταν ο Πρώτος Παγκόσμιος Πόλεμος καθώς εκεί έγινε ακόμα περισσότερο αντιληπτό το γεγονός ότι τα πολεμικά πλοία για να επιφέρουν καίρια πλήγματα στον εχθρό έπρεπε να είναι όσο το δυνατόν πιο γρήγορα σε ταχύτητα αλλά και να έχουν μεγαλύτερη ευκινησία σε μία τυχόν πολεμική εμπλοκή. Από εκείνα τα χρόνια και έπειτα η παγκόσμια ναυτιλία συνεχίζει να χρησιμοποιεί το πετρέλαιο ως καύσιμο, κάνοντας το εκτός από την οποιαδήποτε άλλη χρήση του, απαραίτητο αγαθό με το οποίο κινείται ο μεγαλύτερος όγκος εμπορευμάτων και ανθρώπων αυτήν την στιγμή στον κόσμο [31].

6.4 Ρύπανση από το πετρέλαιο.

Φυσικά όπως έχει ήδη αναφερθεί, το πετρέλαιο και τα παράγωγα του είναι ως επί το πλείστον, η κύρια αιτία ρύπανσης του περιβάλλοντος, άλλωτε έμμεση και σε μικρή κλίμακα και άλλωτε άμεση και σε μεγάλη, επηρεάζοντας το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Με την χρήση του ως καύσιμο πρόωσης των πλοίων που χρειάζονται για να λειτουργήσουν οι εξελιγμένες πλέον μηχανές εσωτερικής καύσης, η ρύπανση που προκαλείται στην ατμόσφαιρα αλλά και στο εκάστοτε θαλάσσιο περιβάλλον δεν είναι καταστροφική. Με την πάροδο όμως του χρόνου η συνεχής καύση είναι ικανή να προκαλέσει τεράστιες ζημιές στην δομή ενός οικοσυστήματος με κύριο αποδέκτη τον άνθρωπο και την κοινωνία η οποία επωφελείται από αυτό. Υπάρχουν όμως και οι περιπτώσεις όπου η καταστροφή που προκλήθηκε από διαρροή πετρελαίου στις δομές οικοσυστημάτων ήταν τεράστια. Τέτοιες καταστροφές είναι συνήθως τα αποτελέσματα που προκύπτουν από ατυχήματα όπου ανεξέγκτη διαρροή πετρελαίου ρέει στο θαλάσσιο περιβάλλον με αποτέλεσμα την χρόνια ρύπανση του και εν συνεχεία την καταστροφή του. Όπως είναι κατανοητό, η θαλάσσια ρύπανση από μια διαρροή πετρελαίου η οποία προέρχεται είτε από την σύγκρουση πλοίων, είτε από ένα ναυάγιο, είτε από μία πλατφόρμα άντλησης, εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι πολύ πιο δύσκολα διαχειρίσιμη από μία διαρροή, η οποία μπορεί να προκύψει σε στερεό έδαφος καθότι οι μεταβλητές αυτής της ρύπανσης δεν εξαρτώνται μόνο από

τον άνθρωπο αλλά και από την ίδια την φύση. Βέβαια, ο ανθρώπινος παράγοντας και με την βοήθεια της τεχνολογίας σήμερα, έχει αναπτύξει μηχανισμούς και σχέδια για την αποφυγή τέτοιων ανεξέλεγκτων συνθηκών. Στην σύγχρονη ιστορία της ναυτιλιακής βιομηχανίας έχουν συμβεί αρκετά ατυχήματα με αποδέκτη των συνεπειών το περιβάλλον, τους οργανισμούς που ζουν σε αυτό, την δημόσια υγεία αλλά και την ατμόσφαιρα.

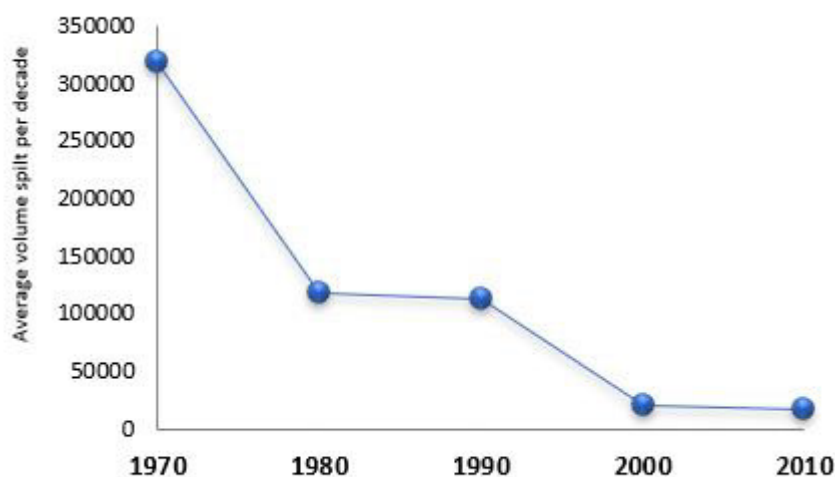
6.4.1 Μεγάλα ναυτικά ατυχήματα

Σύμφωνα με τα στατιστικά του οργανισμού ΙΤΟΡΡ, ανά τα χρόνια έχουν καταγραφεί πολλά και κατά καιρούς μεγάλα ναυτικά ατυχήματα ανά τον κόσμο με αποτέλεσμα την ρύπανση του περιβάλλοντος από πετρελαϊκά προϊόντα. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 1) αναφέρει τα σημαντικότερα ατυχήματα που έχουν απασχολήσει την ναυτιλία εξαιτίας της μεγάλης διαρροής πετρελαίου και παραγώγων του στα θαλάσσια οικοσυστήματα, την χρονολογία των ατυχημάτων καθώς και την ποσότητα πετρελαϊκών προϊόντων

Θέση	Όνομα πλοίου	Έτος	Διαρροή πετρελαίου (τόνοι)
1	ATLANTIC EMPRESS	1979	287.000
2	ABT SUMMER	1991	260.000
3	CASTILLO DE BELLVER	1983	252.000
4	AMOCO CADIZ	1978	223.000
5	HAVEN	1991	144.000
6	ADYSSEY	1988	132.000
7	TORREY CANYON	1967	119.000
8	SEA STAR	1972	115.000
9	SANCHI	2018	113.000
10	IRENES SERENADE	1980	100.000
11	URQUIOLA	1976	100.000
12	HAWAIIAN PATRIOT	1977	95.000
13	INDEPENDENTA	1979	95.000
14	JAKOB MAFRSK	1975	88.000
15	BRAER	1993	85.000
16	AEGEAN SEA	1992	74.000
17	SEA EMPRESS	1996	72.000
18	KHARK 5	1989	70.000
19	NOVA	1985	70.000
20	KATINA P	1992	67.000
21	PRESTIGE	2002	63.000
36	EXXON VALDEZ	1989	37.000
132	HEBEI SPIRIT	2007	11.000

Πίνακας 2 - Στοιχεία των σοβαρότερων διαρροών πετρελαίου από πετρελαιοφόρα

Όπως φαίνεται από τον συγκεκριμένο πίνακα (Πίνακας 1), οι ποσότητες των πετρελαϊκών προϊόντων που καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον έπειτα από ένα ναυτικό ατύχημα μειώνονται ανά τα χρόνια.



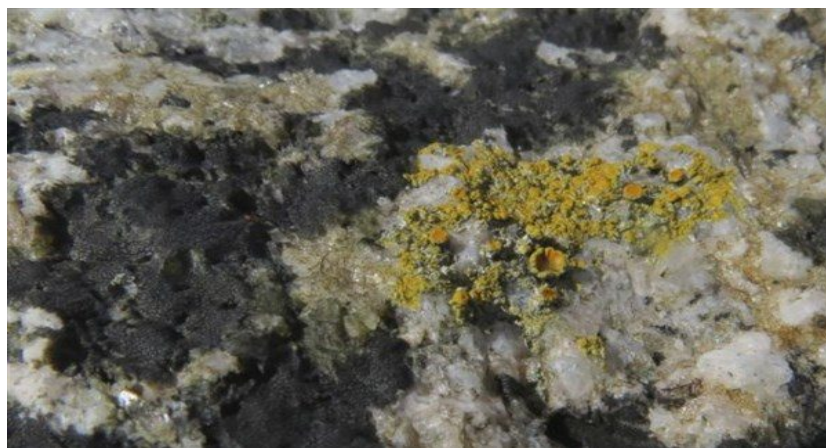
Εικόνα 18 - Διάγραμμα μείωσης ποσοτήτων πετρελαϊκών προϊόντων από ναυτικά ατυχήματα ανά δεκαετία. [83]

Η συγκεκριμένη παρατήρηση φαίνεται εκτενώς και από το διάγραμμα (Εικ 19) όπου οι ποσότητες πετρελαϊκών προϊόντων που καταλήγουν στα οικοσυστήματα μειώνονται σε πολύ μεγάλους ρυθμούς ανά δεκαετία καθώς έχουν εκλείψει τα τελευταία χρόνια ναυτικά ατυχήματα με μεγάλες συνέπειες για το περιβάλλον. Φυσικά, αυτό είναι αποτέλεσμα της τεχνογνωσίας που αποκτάει, με το πέρασμα του χρόνου και την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων, ο ανθρώπινος παράγοντας αλλά και από την εξέλιξη της τεχνολογίας με την οποία μπορούμε πλέον να περιορίσουμε τα αποτελέσματα ενός ναυτικού ατυχήματος σε πολύ μικρό χρόνο και χώρο.

6.4.2 Πετρελαιοκηλίδα του δεξαμενόπλοιου Αγία Ζώνη II.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το ναυάγιο του πετρελαιοκίβου δεξαμενόπλοιου Αγία Ζώνη II και πιο συγκεκριμένα η πετρελαιοκηλίδα που προκλήθηκε από την διαρροή 2.200 τόνων καυσίμου και 327 τόνων καυσίμων ναυτιλιακής χρήσης στο θαλάσσιο περιβάλλον προκάλεσε την μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή που έχουμε συναντήσει στον ελλαδικό χώρο. Σύμφωνα με τα στοιχεία των αρχών το ναυάγιο του δεξαμενοπλοίου δεν προκλήθηκε από κάποιο ατύχημα αλλά από συντονισμένες ενέργειες που ήταν μέσα σε ένα ενορχηστρωμένο πλαίσιο με σκοπό να αποκομιστεί οικονομικό όφελος από την βύθιση του και συγκεκριμένα από τα ευρωπαϊκά ταμεία που εξειδικεύονται στην αποκατάσταση ζημιών ρύπανσης αλλά και από την ασφαλιστική εταιρεία που ήταν δηλωμένο το πλοίο σε συνδιασμό με την μεγάλη ηλικία του, η οποία έκανε ασύμφωρη προς τον πλοιοκτήτη την λειτουργία και την συντήρηση του. Οι πολιτικοί φορείς για να ηρεμήσουν τα πλήθη και να καταλαγιάσει κάπως το θέμα και ίσως και για άλλα οφέλη δήλωναν χαρακτηριστικά ότι σε έναν με

δύο μήνες η ακτογραμμή του Σαρωνικού κόλπου(πυθμένας, ακτές) όπου ήταν ο άμεσος δέκτης των συνεπειών, θα έχουν καθαριστεί και θα μπορούν να απολαμβάνουν την θάλασσα οι λουόμενοι. Οι ειδικοί όμως γνώριζαν την κατάσταση και όπως και σε άλλα παρόμοια συμβάντα προειδοποίησαν πως η αποκατάσταση του περιβάλλοντος θα αργήσει πολύ να επέλθει εξαιτίας κυρίως της εκτεταμένης ρύπανσης που υπέστη ο πυθμένας του Σαρωνικού κόλπου (Εικ 20) και ότι το χρονικό όριο που ανέφεραν οι πολιτικές δυνάμεις της χώρας δεν συνάδει με την πραγματικότητα.



Εικόνα 19 - Η οικολογική καταστροφή του πυθμένα της ακτογραμμής της Αττικής.

Πιο συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν οι ειδικοί στον πολύτιμο χρόνο που χάθηκε από την στιγμή του ναυγίου και την διαρροή πετρελαιοειδών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Σε περίπτωση που όλοι οι φορείς είχαν ενεργήσει πιο μεθοδικά και γρήγορα, η κατάσταση δεν θα είχε ξεφύγει σε τόσο μεγάλο βαθμό από τον έλεγχο και θα μπορούσε να περιοριστεί πριν φτάσει η πετρελαιοκηλίδα στις ακτές της Αττικής. Τα αποτελέσματα εκτός των οικονομικών απωλείων των φορέων της εστίασης και του τουρισμού που είναι τα πρώτα σημάδια της καταστροφής που βλέπει ο άνθρωπος, ήταν ακόμα πιο άμεσα στα οικοσυστήματα. Οι πολύ αυξημένες συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων οδήγησαν στην θανάτωση πολλών θαλάσσιων οργανισμών των οικοσυστημάτων με αποτέλεσμα την χρόνια διατάραξη του. Υπάρχουν όμως ακόμα πιο μακροπρόθεσμες επιπτώσεις όπως στην περίπτωση που υδρογονάνθρακες σε μεγάλες συγκεντρώσεις, οι οποίοι δεν έχουν προλάβει να απομακρυνθούν από τον ανθρώπινο παράγοντα και με τεχνητά μέσα, καταλήξουν στον βυθό. Παρόλ αυτά οι φυσικές ιδιότητες καθαρισμού της θάλασσας όπως αναφέρεται θα μπορούσαν να διασπάσουν κατά 75% τους υδρογονάνθρακες με το άλλο 25% να μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά πρόβληματα στα οικοσυστήματα. Στην περίπτωση αυτή οι υδρογονάνθρακες θα μείνουν και θα προσκολληθούν στον βυθό για πάρα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα την χρόνια διατάραξη του. Αυτή η διατάραξη μπορεί να επιφέρει αλλαγές και δυσλειτουργίες ακόμα και στην τροφική αλυσίδα στην οποία τελικός αποδέκτης είναι ο άνθρωπος. Οι επιπτώσεις στην αλιεία μετά από μία τέτοια ρύπανση μπορεί να είναι πολύ μεγάλες καθώς εκτός της οικολογικής καταστροφής οι υδρογονάνθρακες μπορεί να περάσουν στην διατροφική αλυσίδα όπως ήδη αναφέρθηκε ανάλογα βέβαια με τον βαθμό επηρεασμού της μόλυνσης. Χαρακτηριστικά, η επιστημονική κοινότητα είχε αναφέρει πως η διαρροή των υδρογονανθράκων και των παραγόμενων από αυτό προϊόντων του περιέχουν ένα

ευρύ φάσμα ενώσεων που είναι τοξικές για πάρα πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς. Επίσης, ότι η αναπαραγωγή των ειδών θα είναι ακόμα πιο δύσκολη τα επόμενα χρόνια, καθώς οι τοξικές ενώσεις των υδρογονανθράκων επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα αυγά, τις προνύμφες και τους πιο νεαρούς οργανισμούς. Μεγάλο πρόβλημα θα προκύψει και στην συμπεριφορά των θαλάσσιων ειδών όπως και στους ρυθμούς αφομοίωσης της τροφής τους. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το παχύρευστο στρώμα πετραλαίου στο νερό όπως είναι η πετρελαιοκηλίδα μειώνει κατά πολύ την ανανέωση του νερού της θάλασσας με οξυγόνο με αποτέλεσμα την θανάτωση από ασφυξία πολλών οργανισμών και ειδικότερα φυτικών εξαιτίας της μείωσης ρυθμού της φωτοσύνθεσης που είναι ζωτικής σημασίας για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Και τα ψάρια όμως αν δεν απομακρυνθούν από την περιοχή μόλυνσης υπάρχει περίπτωση να θανατωθούν από μη επάρκεια οξυγόνου. Γενικότερα, η επιστημονική κοινότητα συμφωνεί ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα δεν είναι στους οργανισμούς οι οποίοι θεωρούνται ενήλικοι αλλά στην διατήρηση του οικοσυστήματος η οποία εμπεριέχει τις διαδικασίες αναπαραγωγής των οργανισμών καθώς οι νεογνοί οργανισμοί δεν έχουν την απαραίτητη αντοχή ώστε να εκκωλαφθούν και να συνεχιστεί η διατήρηση των οικοσυστημάτων.

6.4.2.1 Δικαστικές διαμάχες και οικονομικές επιπτώσεις.

Οι δικαστικές διεργασίες και διαμάχες για την ρύπανση της Αθηναϊκής Ριβιέρας από την πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε από την βύθιση του δεξαμενόπλοιου «Αγία Ζώνη II» είναι και αυτές μακροχρόνιες όπως σε άλλες παρόμοιες περιπτώσεις. Στην πλοιοκτήτρια εταιρεία επιβλήθηκε το πρόστιμο του ποσού του 1,2 εκκατομμυρίων ευρώ από τις ελληνικές αρχές για την οικολογική καταστροφή που προκάλεσε στον κόλπο του Σαρωνικού. Ωστόσο, οι αποζημιώσεις των τομέων που επλήγησαν από αυτήν την διαρροή πετρελαίου δεν δόθηκαν από την πλοιοκτήτρια εταιρεία ούτε και από την ασφάλιστική της εταιρεία καθώς το ασφαλισμένο ποσό για ζημιές προς τρίτους ανερχόταν στα 5 εκκατομύρια ευρώ. Οι βιομηχανίες της αλιείας, του τουρισμού και τις εστίασης που χτυπήθηκαν οικονομικά από αυτήν την οικολογική καταστροφή έχασαν πολλά εκκατομύρια ευρώ σε διαφύγοντα κέρδη όπως επίσης και το ελληνικό κράτος καθώς αρκετές επιχειρήσεις αυτών των κλάδων αδυνατούσαν να είναι συνεπείς ως προς τις υποχρεώσεις τους. Το ελληνικό κράτος για να διασφαλίσει ότι δεν θα απωλέσει κέρδη αλλά και για να δώσει αποζημιώσεις στους επαγγελματίες όπου επλήγησαν οικονομικά κατέφυγε στο διεθνές ταμείο IOPCFunds στο οποίο και είναι μέλος εξασφαλίζοντας αποζημιώσεις και ταυτόχρονα περιορίζοντας μια περαιτέρω οικονομική ύφεση της χώρας. Οι διαφορές και οι έντονες αντιρρήσεις υπήρχαν για την καταβολή του ποσού των 50 εκκατομμυρίων ευρώ από το διεθνές ταμείο IOPCFund στο οποίο έχει δημιουργηθεί για να καλύπτει οικονομικές ζημιές από διαρροές πετρελαίου και πετρελαιοκηλίδες όταν η ασφάλεια του υπαίτιου δεν καλύπτει το εκτιμώμενο ποσό. Συγκεκριμένα, οι δύο εταιρείες που πρωτοστάτησαν στην απορρύπανση του Σαρωνικού κόλπου ζήτησαν συνολικά το ποσό των 50 εκκατομμυρίων ευρώ από το ταμείο καθώς το ποσό από την ασφάλεια που εισπράχτηκε ήταν πολύ μικρότερο. Το διεθνές ταμείο παρόλ' αυτά κατέβαλε περίπου 11 εκατομμύρια ευρώ στις δύο εταιρείες καθώς αμφισβήτησε ότι η περιβαλλοντική καταστροφή ήταν εκτεταμένη λόγω του μικρού όγκου πετρελαϊκών

προϊόντων που χύθηκαν στην θάλασσα. Με το πρόσχημα άλλων μεγάλων οικολογικών καταστροφών που έφερε ως παράδειγμα ο πρόεδρος του ταμείου, υποβάθμισε την σοβαρότητα της κατάστασης αλλά και το κόστος των μέσων που χρησιμοποιήθηκαν για την απορρύπανση με το πρόσχημα πως ο κεντρικός άξονας λειτουργίας του διεθνούς κεφαλαίου είναι να γίνεται αναλογική χρήση μέσων απορρύπανσης, σε σχέση με τη ζημιά που έχει προκληθεί.[40, 42, 43].

6.4.3 Πετρελαιοκηλίδα του δεξαμενόπλοιου Amoco Cadiz (1978).

Στις 16 Μαρτίου του 1978 η Ευρώπη βίωσε την μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή που έχει ποτέ καταγραφεί στα χρονικά της. Το πετρελαιοφόρο τάνκερ Amoco Cadiz τάξεως VLCC (very large crude carriers) με σημαία Λιβερίας προσάραξε σε βράχια 30 χιλιόμετρα μακριά από το λιμάνι της Μπρεστ εξαιτίας των κάκιστων καιρικών συνθηκών που κλήθηκε να ταξιδέψει με τους ανέμους να φτάνουν έως και τα 10 μποφόρ. Το πλοίο έχασε το πηδάλιο του και έπλεε ακυβέρνητο εξαιτίας της κακοκαιρίας μεταφέροντας στα αμπάρια του 22,500 τόνους αργού πετρελαίου. Με την προσάραξη τα ύφαλα του πλοίου όπως και οι δεξαμενές όπου ήταν το πετρέλαιο «τραυματίστηκαν» σοβαρά με αποτέλεσμα να ξεχυθούν οι τόνοι του πετρελαίου στη θάλασσα. Από την τεράστια πετρελαιοκηλίδα που σχηματίστηκε περίπου 320 χιλιόμετρα Γαλλικών ακτών (Εικ 21) μολύνθηκαν και ρυπάνθηκαν από το αργό πετρέλαιο που προήλθε από τις δεξαμενές του Amoco Cadiz με το αποτέλεσμα για την χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής να περιγράφεται ως καταστροφικό. Επηρεάστηκαν εκατομμύρια οργανισμών του θαλάσσιου περιβάλλοντος της περιοχής και θανατώθηκαν χιλιάδες. Ενδεικτικό είναι πως οι καταγραφές αναφέρουν ότι οι επιστήμονες της περιοχής άνοιξαν την περιοχή κρίνοντας της κατάλληλη προς τέρψη του κοινού και του τουρισμού χωρίς να διατρέχει κίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου μετά από έναν χρόνο. Βεβαίως, η οικολογική καταστροφή ήταν τεράστια και η μεγαλύτερη που έχει καταγραφεί στην Ευρώπη από την ναυτιλιακή βιομηχανία με τους επιστήμονες να συμπεραίνουν πως τα οικοσυστήματα θα χρειάζονταν πολλές δεκαετίες ως ότου ανακάμψουν ήταν αυτό δυνατόν.



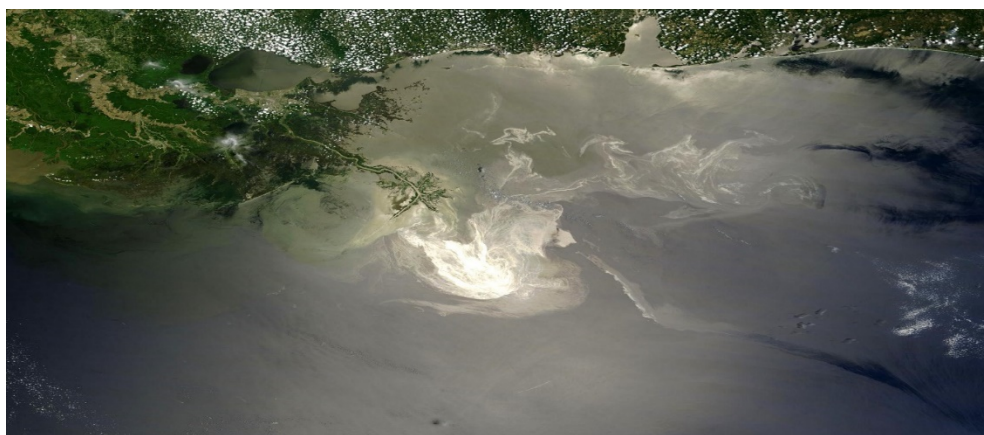
Εικόνα 20 - Μέγεθος πετρελαιοκηλίδας του Δ/Ε Amoco Cadiz.[72]

Φυσικό και επόμενο αυτής της τεράστιας οικολογικής καταστροφής ήταν εύρεση και ανάληψη ευθυνών με το Γαλλικό κράτος να μπαίνει σε έναν νομικό μαραθώνιο με την πλοιοκτήτρια εταιρεία μέσω της δικαστικής οδού ζητώντας ως

αποζημίωση τεράστια χρηματικά ποσά. Εν τέλει, οι Γαλλικές αρχές δικαιώθηκαν μετά από 14 χρόνια και η εταιρεία κλήθηκε να πληρώσει περίπου 200 εκατομμύρια ευρώ ως πρόστιμο στο γαλλικό κράτος και τις περιοχές οι οποίες επλήγησαν από την οικολογική καταστροφή [32, 33, 34]

6.4.4 Πλατφόρμα πετρελαίου DeepwaterOrizon.

Το γεγονός το οποίο ευαισθητοποίησε όλη την κοινή γνώμη σχετικά με την ρύπανση που μπορεί να επέλθει από ένα ατύχημα με πετρελαιοκλυδίδα (Εικ 22) στον κόλπο του Μεξικού όπου κατά την διάρκεια της τελικής φάσης της γεώτρησης στον κόλπο και συγκεκριμένα στο σημείο Macondo διασκορπίστηκε σε μια τεράστια θαλάσσια έκταση.



Εικόνα 21 - Η πετρελαιοκλυδίδα στον κόλπο του Μεξικού (2010). [73]

Το συγκεκριμένο ατύχημα δεν έχει τον χαρακτήρα ενός συμβάντος το οποίο σχετίζεται άμεσα με την ναυτιλιακή βιομηχανία αλλά έδειξε στον σημερινό άνθρωπο τι ακριβώς μπορεί να προκαλέσει στα οικοσυστήματα και στο περιβάλλον μια ανεξέλεγκτη διαρροή πετρελαίου. Συγκεκριμένα, τον Απρίλιο του 2010 και μετά από πιέσεις των μηχανικών της BP για αύξηση ταχύτητας της εξόρυξης είχε ως αποτέλεσμα τις σοβαρές εκπτώσεις στους κανονισμούς ασφαλείας εξόρυξης και τα διεθνή πρότυπα ασφαλείας με σκοπό την εξοικονόμηση κέρδους από την αποφυγή καθυστέρησης του προγράμματος εξόρυξης. Μαζί με την κακή επιλογή πολιτικής της εταιρείας, σημαντικό ρόλο έπαιξε κατά όπως φάνηκε και στις εκθέσεις των αναλητών και η έλλειψη τεχνογνωσίας και εμπειρίας του προσωπικού που επιχειρούσε καθώς 11 άτομα του πληρώματος από τα 126 της πλατφόρμας βρήκαν τραγικό θάνατο. Το αποτέλεσμα αυτού του εκρηκτικού όπως αποδείχτηκε μείγματος ήταν η πρόκληση της σοβαρότερης οικολογικής καταστροφής που έχουμε δει στην σύγχρονη ιστορία. Παρά τις τεράστιες δικλείδες ασφαλείας που παρέχονται πλέον από την τεχνολογική πρόοδο στις μέρες μας και υπάρχουν πάνω σε αυτού τύπου πλεούμενων κατασκευών, ακριβώς για την αποφυγή τέτοιων συμβάντων μπορεί να πει κάποιος πως τίποτα δεν λειτούργησε σωστά. Η πλατφόρμα τυλίχθηκε στις φλόγες (Εικ 23) εξαιτίας των αερίων που εκχύθηκαν στην ατμόσφαιρα κατά την εξόρυξη με το προσωπικό να μην αντιλαμβάνεται εγκαίρως τις ενδείξεις των αυξανόμενων πιέσεων όπου οι αντλίες και οι σωληνώσεις τις κατασκευής δεν άντεξαν. Το ατύχημα παρόλο την ήδη μεγάλη

έκταση του θα μπορούσε περιοριστεί εκεί αλλά η πυρκαγιά εμπόδισε την ασφαλή αποσύνδεση του πλατφόρμας με την πετρελαιοπηγή σφραγίζοντας την. Σε αντίθεση με αυτό το σενάριο η πετρελαιοπηγή δεν σφραγίστηκε και η αποσύνδεση έγινε βίαια και να πραγματοποιείται το πιο εφιαλτικό σενάριο. 5 εκατομμύρια βαρέλια αργού πετρελαίου διέρρευσαν στον κόλπο του μεξικού δημιουργώντας μία απέραντης πετρελαιοκηλίδα η οποία εφοδιαζόταν συνεχώς με αργό πετρέλαιο για 87 συνεχής μέρες έως ότου σφραγιστεί. Η πετρελαιοπηγή ανακυρήχθηκε ασφαλές σφραγισμένη τον Σεπτέμβριου του ίδιου χρόνου. Όμως, η καταστροφή του περιβάλλοντος σε μία ακτίνα πάρα πολλών χιλιομέτρων είχε ήδη αρχίσει να εμφανίζει τα αποτελέσματα της.



Εικόνα 22 - Η πλατφόρμα DeepwaterHorizon κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς.[74]

Τα 5 περίπου εκατομμύρια βαρέλια που διέρρευσαν στο θαλάσσιο περιβάλλον στον κόλπο του Μεξικού ήταν καταστροφικά για τα χιλιάδες διαδορετικά οικοσυστήματα του καθώς η πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε έφτασε σε μέγεθος τα 180 χιλιόμετρα. Αυτή η περιβαλλοντική καταστροφή όπως την χαρακτήρισε ο τότε Πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής Μπάρακ Ομπάμα είναι η χειρότερη στην ιστορία του αμερικανικού κράτους. Το μεγαλύτερο μέρος των ακτών νότια του αμερικανικού κράτους (πολιτείες: Αλαμπάμα, Φλόριντα, Λουισιάνα, Τέξας και Μισσισίπι) μολύνθηκαν από την πετρελαιοκηλίδα. Μία έκταση περίπου 230 χιλιομέτρων. Τα αποτελέσματα όπως ήδη ειπώθηκε ήταν καταστροφικά για την βιοποικιλότητα του περιβάλλοντος. Πάρα πολλά είδη οργανισμών των οικοσυστημάτων θανατώθηκαν από τις τοξίνες του πετρελαίου. Ολόκληροι πλυθησμοί θηλαστικών, πτηνών και ψαριών θανατώθηκαν εξαιτίας της υπερβολικής έκθεσης τους στις τοξίνες του πετρελαίου. Παρά το γεγονός ότι οι αμερικάνικες αρχές έκαναν ότι ήταν ανθρωπινος δυνατό για να περιοριστεί η μόλυνση με την συνδρομή βοήθειας και άλλων χωρών οι οποίες μπορούσαν να διαθέσουν ισχυρό τεχνολογικό εξοπλισμό καθαρισμού υδάτων και εδαφών τα αποτελέσματα συνέχισαν να είναι καταστροφικά στη πάροδο του χρόνου στους αριθμούς των πλυθησμών των οργανισμών, κάνοντας αντλειπτό για μία ακόμα φορά πως τα οικοσυστήματα χρειάζονται αρκετά χρόνια για να επανέλθουν στην πρότερη τους κατάσταση μετά από διαρροή πετρελαίου και πετρελαιοκινών προϊόντων του σε αυτό. Το μέγεθος την καταστροφής του περιβάλλοντος γίνεται αντιληπτό από την χρονική διάρκεια των εργασιών καθαρισμού του περιβάλλοντος της περιοχής με τεχνολογικά μέσα, η οποία διήρκησε 4 περίπου χρόνια. Ο αντίκτυπος πέρα της οικολογικής καταστροφής που προήλθε από το συγκεκριμένο ατυχήματα δεν περιορίστηκε μόνο στο προσωπικό που

σκοτώθηκε κανα την εκδήλωση των εκρήξεων και των πυρκαγιών στη πλατφόρμα αλλά ασθένειες εκδήλωθηκαν με τη πάροδο του χρόνου σε πολλούς ανθρώπους οι οποίοι πήραν μέρος στην επιχειρήσεις διάσωσης και καθαρισμού. Στα νοσοκομειακά πρακτικά γράφτηκαν πάρα πολλές περιπτώσεις οι οποίες είχαν άμμεση σχέση με την έκθεση στις χημικές ιδιαιτερότητες του πετρελαίου. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε πολλά δείγματα αιματολογικών εξετάσεων ανθρώπων που πήραν μέρος σε αυτές τις επιχειρήσεις, υπήρξαν ευρήματα χημικών πτητικών ουσιών όπου κατέδειχναν τα επίπεδα προσβολής του ανθρώπινου οργανισμού. Ερευνητές και επιστήμονες ισχυρίστηκαν πως η έκθεση του ανθρώπου σε συνδιασμό με την έκταση του συμβάντος τοπογραφικά ήταν η μεγαλύτερη έκθεση ανθρώπινων οργανισμών σε ασθένειες προερχόμενες από χημικές ουσίες που υπήρξε ποτέ στην ιστορία των ΗΠΑ. Οι οικονομικές επιπτώσεις στα νότια παράλια των ΗΠΑ ήταν τεράστιες καθώς χάθηκαν χιλιάδες θέσεις εργασίες στον πρωτογενή τομέα της χώρας όσον αφορά την αλιεία και τον τουριστικό τομέα. Φυσικά, οι αρχές της χώρας επέβαλλαν τεράστια πρόστιμα στην BP που την ανακύρηξαν ως κύριο υπαίτιο του ατυχήματος τερματίζοντας παράλληλα την συνεργασία τους μαζί της μην δίνοντας πλέον άδεια στην συγκεκριμένη εταιρεία να προχωρήσει σε περαιτέρω εξορύξεις στην αμερικάνικη επικράτεια.

6.4.4.1 Δικαστική διαμάχη και οικονομικές επιπτώσεις.

Οι οικονομικές επιπτώσεις της εταιρείας όπως έχει ήδη ειπωθεί ήταν τεράστιες. Οι δικαστικές διαμάχες ήταν σκληρές καθώς διήρκησαν πάρα πολλά χρόνια ενώ η ρύπανση που προκλήθηκε στον κόλπο του Μεξικού επηρέασε πάρα πολλούς τομείς. Ο τουρισμός και η αλιεία των περιοχών που επηρεάστηκαν από την διαρροή και μετέπειτα από την τεράστια πετρελαιοκηλίδα δέχτηκαν πολύ μεγάλα οικονομικά «χτυπήματα». Οι βιομηχανίες της αλιείας και του τουρισμού στον κόλπο συνολικά έφταναν σε κέρδη τα 8 δισεκατομύρια δολάρια ετησίως με την BP να αναγκάζεται να βγάλει από τα ταμεία της πριν αρχίσουν οι δικαστικές διαμάχες το ποσό της τάξεως των 9 δις για απορρύπανση και πρόστιμα. Η πρώτη μεγάλη βεληνεκούς ποινή που δέχτηκε η BP ως υπεύθυνη της γεώτρησης επιβλήθηκε στις 5 Σεπτεμβρίου του 2014 όπου οι αμερικανικές αρχές την θεώρησαν ως κύρια υπαίτιο της τεράστιας αυτής οικολογικής καταστροφής. Το ομοσπονδιακό δικαστήριο της επέβαλε ποινή ύψους 18 δισεκατομυρίων δολλαρίων βάσει του νόμου του αμερικανικού συντάγματος περί καθαρού νερού. Το δικαστήριο έκρινε ότι η BP με σκοπό την μεγιστοποίηση του κέρδους της έκανε πολλές και σοβαρές παραλείψεις όσον αφορά την ασφάλεια των διαδικασιών της εξόρυξης. Επιπλέον, η BP (British Petroleum) 6 χρόνια μετά το ατύχημα (2016) είχε δαπανήσει ήδη 61.6 δισεκατομύρια δολάρια σε δικαστικές αμοιβές, ποινές και σε έξοδα απορρύπανσης της περιοχής της διαρροής και των ακτογραμμών όπου προσκόλλησε η πετρελαιοκηλίδα. Τα έξοδα όμως δεν σταμάτησαν εκεί καθώς οι διεργασίες απορρύπανσης δεν είχαν ολοκληρωθεί ακόμα. Χαρακτηριστικό είναι πως για το έτος 2018, 8 χρόνια δηλαδή μετά το ατύχημα η BP (British Petroleum) ανακοίνωσε πως θα βγάλει από τα ταμεία της περίπου 1.7 δισεκατομύρια δολλάρια στις αρχές του έτους για έξοδα που σχετίζονται με την απορρύπανση του κόλπου ενώ μέχρι το τέλος του

έτους αναμενόταν το συνολικό ποσό να φτάσει στα 3 δισεκατομύρια [32, 35, 36, 37, 39].

6.5 Τρόποι αντιμετώπισης διαρροής πετρελαίου(πετρελαιοκηλίδας).

Όπως έγινε κατανοητό, η πετρελαιοκηλίδες που παρουσιάζονται έπειτα από κάποια διαρροή πετρελαίου η οποία προέρχεται είτε από κάποιο ναυτιλιακό ατύχημα ,είτε κατά την διάρκεια εξόρυξης του από ωκεάνιες κοιλάτητες στον φλοιό του πλανήτη, αποτελούν έναν πάρα πολύ μεγάλο κίνδυνο για τα θαλάσσια οικοσυστήματα και την βιοποικιλότητα τους. Αναπτύχθηκε λοιπόν μαζί με την άυξηση των ρυθμών εξόρυξης αργού πετρελαίου αλλά και την παραγωγή υποπροϊόντων του η ανάγκη έυρεσης τρόπως αντιμετώπισης τέτοιων καταστάσεων καθώς έγινε αμέσως αντιληπτό πως οι επιπτώσεις δεν περιορίστηκαν στο σημείο της διαρροής, αλλά μπορούν επίσης να επεκταθούν σε τεράστιες περιοχές και να επηρεάσουν αρνητικά τις ακτές και την χερσαία άγρια φύση χιλιάδων μέτρων μακριά από το χώρο της διαρροής.Σήμερα το πετρέλαιο είναι ένας από τους πλουσιότερους ρύπους στους ωκεανούς με περίπου 3 εκατομύρια τόνους να τους μολύνουνετησίως. Οι διαρροές πετρελαίου ποικίλλουν ανάλογα με τη σοβαρότητα και την έκταση των ζημιών που προκαλούν. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στις μεταβολές του τύπου του πετρελαίου, στη θέση της διαρροής και στις καιρικές συνθήκες που υπάρχουν. Η εξάπλωση και η συμπεριφορά του χυμένου πετρελαίου στις θάλασσες διέπεται από μια ποικιλία χημικών, φυσικών και βιολογικών διεργασιών.Δεδομένου ότι η πυκνότητα του πετρελαίου είναι μικρότερη από το νερό καθώς κατά την διάρκεια μιας διαρροής αυτό δεν εγκαθίσταται στον πυθμένα της θάλασσας αλλά ως ένα παχύ στρώμα στην επιφάνεια του νερού οι διεργασίες θεωρούνται πολύ πιο ευκολές εφόσον δεν χαθεί πολύτιμος χρόνος διασποράς και διεύρυνσης μιας πετρελαιοκηλίδας. Πλέον, και με την βοήθεια της τεχνολογικής προόδου έχουν αναπτυχθεί αρκετές μεθοδολογίες καταστολής οι οποίες και χρησιμοποιούνται συνεχώς σε περιπτώσεις διαρροής πετρελαίου. Αυτές είναι:

6.5.1 Χρησιμοποίηση βραχιόνων πετρελαίου.

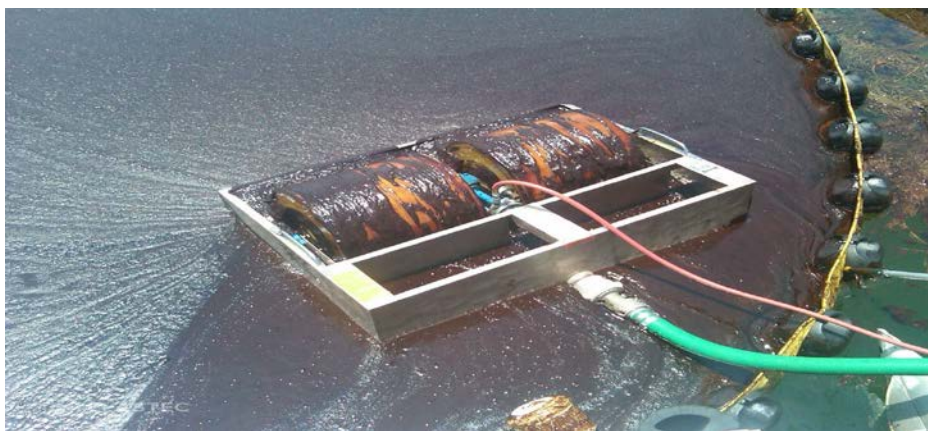
Η συγκεκριμένη μέθοδος καταστολής μιας πετρελαιοκηλίδας είναι η πιο γνωστή καθώς πρόκειται για τα πλωτά φράγματα (Εικ 24) που τοποθετούνται μέσα στη θάλασσα για τον περιορισμό διασποράς του χυμένου πετρελαίου στη περιοχή της διαρροής. Αυτοι οι βραχίονες όπως ονομάζονταιλειτουργούν σαν πλωτός φράχτης. Οι βραχίονες αποτελούνται από τρία βασικά σημεία: α)το σημείο το οποίο βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και είναι αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι και εμποδίζει την περαιτέρω εξάπλωση της πετρελαιοκηλίδας στην επιφάνεια, β)στην φούστα ο οποία βρίσκεται κάτω ακριβώς από τους βραχίονες ώστε να μην εμποδιστεί η εξάπλωση και κάτω από την επιφάνεια του νερού και γ) εξαρτήματα πρόσδεσης των βραχιόνων μεταξύ τους ώστε να αποτραπεί η εξάπλωση. Αυτή η μέθοδος είναι ιδανική όταν η διαρροή πετρελαίου έχει αναφερθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα και δεν έχει προλάβει να επεκταθεί καθώς την περιορίζει σε ένα μόνο σημείο και όταν ο καιρός στο σημείο που βρίσκεται η πετρελαιοκηλίδα είναι ήπιος.



Εικόνα 23 - Βραχίονες περιορισμού πετρελαιοκηλίδας. [75]

6.5.2 Χρησιμοποίηση skimmer.

Οι συσκευές skimmer (Εικ 25) αφαιρούν το πετρέλαιο και τις λιπαντικές ουσίες από το θαλασσινό νερό χρησιμοποιώντας μέσα αποκοπής όπως ιμάντας, σωλήνας, σχοινί, σφουγγαρίστρα ή δίσκος. Συγκεκριμένα, τα προϊόντα πετρελαίου που έχουν χυθεί στην θάλασσα προσκολλούνται στο μέσοαποκοπής. Τα skimmer είναι συσκευές κλειστού βρόγχου όπου η κίνηση των μέσων αυτών δημιουργεί ένα ρεύμα στην επιφάνεια του νερού που τραβάει το πετρέλαιο. Τα καλυμμένα με πετρέλαιο μέσα αποκοπής (ιμάντας, σωλήνας, σχοινί, σφουγγαρίστρα ή δίσκος) διέρχονται από κεραμικές ξύστρες που το αφαιρούν και καθαρίζουν τα μέσα αποκοπής. Στην συνέχεια το καθαρό πλέον μέσο αποκοπής επιστρέφει ξανά στην επιφάνεια (κλειστός βρόγχος) για να συλλέξει επιπλέον ποσότητα. Τα skimmer πετρελαίου περιλαμβάνουν και μια αντλία ώστε το πετρέλαιο και οι λιπαντικές ουσίες που έχουν καθαριστεί να οδηγούνται σε μία δεξαμενή συγκέντρωσης. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε συνδιασμό με τους βραχίονες και είναι αρκετά οικονομική. Η δράση τους όμως περιορίζεται όταν υπάρχουν στο σημείο της διαρροής συντρίμια τα οποία μπορούν να τα μπουκώσουν την συσκευή εμποδίζοντας τον διαχωρισμό και την συγκέντρωση του χυμένου πετρελαίου στις δεξαμενές.



Εικόνα 24 - Skimmer. [76]

6.5.3 Χρησιμοποίηση προσροφητικών υλικών.

Τα προσροφητικά υλικά είναι αδιάλυτα ή μείγματα υλικών που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση υγρών μέσω του μηχανισμού απορρόφησης ή προσρόφησης ή σε συνδιασμό μεταξύ τους. Τα προσροφητικά είναι υλικά που συλλέγουν και συγκρατούν το υγρό που διανέμεται σε όλη τη μοριακή του δομή, προκαλώντας τη διόγκωση του στερεού (50% ή περισσότερο). Το προσροφητικό υλικό πρέπει να είναι τουλάχιστον 70% αδιάλυτο σε περίσσεια υγρού. Τα υλικά αυτά είναι αδιάλυτα, το οποίο σημαίνει πως μπορούν να επικαλυφθούν από κάποιο υγρό συμπεριλαμβανομένων των πόρων και των τριχοειδών αγγείων που αυτό περιλαμβάνει για του μηχανισμούς απορρόφησης και προσρόφησης. Για να είναι χρήσιμα τα προσροφητικά υλικά στην καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων, πρέπει να είναι ελαιόφιλα (ελκυστικά στο λάδι) και υδρόφοβα (υδατοαπωθητικά). Επίσης, αυτά τα υλικά αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μία μοναδική μέθοδος καθαρισμού σε μικρές πετρελαιοκηλίδες, χρησιμοποιούνται πιο συχνά για την απομάκρυνση των τελικών ιχνών πετρελαίου ή σε περιοχές που δεν είναι προσβάσιμες από τα skimmer. Τα συγκεκριμένα υλικά χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: φυσικά οργανικά, φυσικά ανόργανα και συνθετικά.

- **Φυσικά οργανικά:** Τα συγκεκριμένα υλικά (Εικ 25) περιλαμβάνουν βρύα τύρφης, άχυρο, σανό, πριονίδι, αραβοσίτου, φτερά και άλλα εύκολα διαθέσιμα προϊόντα με βάση τον άνθρακα. Τα οργανικά αυτά υλικά μπορούν να προσροφήσουν μεταξύ 3 και 15 φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο αλλά υπάρχουν μειονεκτήματα στη χρήση τους. Μερικά οργανικά προσροφητικά υλικά τείνουν να προσροφούν νερό και πετρέλαιο, προκαλώντας την βύθιση τους με αποτέλεσμα την ρύπανση του βυθού. Πολλά οργανικά προσροφητικά είναι χαλαρά σωματίδια όπως το πριονίδι και είναι δύσκολο να συλλεχθούν μετά την εξάπλωσή τους στο νερό. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντισταθμιστούν με την προσθήκη συσκευών επίπλευσης, όπως κενά τύμπανα που είναι προσαρτημένα σε ροδέλες σανούγια να αποφευχθεί το πρόβλημα της βύθισης και τυλίγοντας χαλαρά σωματίδια στο πλέγμα για να γίνει ευκολότερη η διαδικασία περισυλλογής τους.



Εικόνα 25 - Φυσικό οργανικό προσροφητικό υλικό της εταιρίας KenGro.[90]

- Φυσικά ανόργανα: Τα φυσικά απορροφητικά υλικά αποτελούνται από πηλό, περλίτη, βερμικουλίτη, υαλοβάμβακα, άμμο ή ηφαιστειακή τέφρα. Τα συγκεκριμένα υλικά έχουν την δυνατότητα να απορροφήσουν από 4 έως 20 φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο. Τα ανόργανα απορροφητικά, όπως τα οργανικά προσροφητικά, είναι φθηνά και διατίθενται εύκολα σε μεγάλες ποσότητες. Αυτοί οι τύποι απορροφητικών ουσιών δεν χρησιμοποιούνται στην επιφάνεια του νερού.
- Συνθετικά: Τα συνθετικά προσροφητικά (Εικ 26) περιλαμβάνουν τεχνητά υλικά που είναι παρόμοια με τα πλαστικά, όπως η πολυουρεθάνη, το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο και έχουν σχεδιαστεί για να απορροφούν υγρά στις επιφάνειές τους. Άλλα συνθετικά προσροφητικά περιλαμβάνουν διασταυρούμενα πολυμερή και ελαστικά υλικά, τα οποία απορροφούν υγρά στη στερεή τους δομή, προκαλώντας την διόγκωση του υλικού. Τα περισσότερα συνθετικά προσροφητικά μπορούν να απορροφήσουν έως και 70 φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο.

Για την κατάλληλη επιλογή προσροφητικών υλικών πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά τόσο των προσροφητικών όσο και τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου που έχει διαρρεύσει (ελαφρύ ή βαρύ, γλυκό η ξινό).

- Ρυθμός απορρόφησης - Η απορρόφηση πετρελαίου είναι ταχύτερη με ελαφρύτερα προϊόντα πετρελαίου. Μόλις απορροφηθεί δεν μπορεί να απελευθερωθεί ξανά. Αποτελεσματικό με ελαφρούς υδρογονάνθρακες (π.χ. βενζίνη, ντίζελ, βενζόλιο).
- Ρυθμός προσρόφησης - Τα πιο «βαριά» πετρελαία προσκολλώνται πιο αποτελεσματικά στην επιφάνεια του προσροφητικού υλικού.
- Κατακράτηση λαδιού - Το βάρος του ανακτηθέντος πετρελαίου μπορεί να προκαλέσει χαλάρωση και παραμόρφωση της απορροφητικής ροής και όταν ανυψωθεί από το νερό, μπορεί να απελευθερώσει πετρέλαιο, το οποίο έχει προσροφηθεί στους πόρους του. Όταν το πετρέλαιο είναι ελαφρύ που σημαίνει ότι έχει μικρό ιξώδες, χάνεται πιο εύκολα μέσα από τους πόρους των υλικών, από αυτά με μεγαλύτερο βαθμό ιξώδους, προκαλώντας δευτερογενή μόλυνση στην περιοχή.
- Ευκολία εφαρμογής - Τα απορροφητικά υλικά μπορούν να εφαρμοστούν σε διαρροές χειροκίνητα ή μηχανικά, χρησιμοποιώντας φυσητήρες ή ανεμιστήρες. Πολλά φυσικά οργανικά απορροφητικά που υπάρχουν ως χαλαρά υλικά, όπως ο πηλός και ο βερμικουλίτης τα οποία βρίσκονται σε μορφή σκόνης, δύσκολα εφαρμόζονται σε θυελλώδεις συνθήκες και εμφανίζονται ως δυνητικά επικίνδυνα σε περίπτωση εισπνοής από τον άνθρωπο.

Τα προσροφητικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση πετρελαίου πρέπει να απορρίπτονται σύμφωνα με τους εγκεκριμένους νόμους και κανονισμούς όπως επίσης και κάθε πετρελαιοειδές παράγωγο που απομακρύνεται από το νερό και αφαιρείται από τα απορροφητικά υλικά ή να ανακυκλώνεται σύμφωνα με την νομοθεσία κάθε κράτους. [89]



Εικόνα 26 - Καθαρισμός πετρελαιοκηλίδας με απορροφητικά υλικά.[77]

6.5.4 Επιτόπια καύση.

Με αυτήν την μέθοδο στην ουσία γίνεται ανάφλεξη του πετρελαίου μιας πετρελαιοκηλίδας. Η συγκεκριμένη μέθοδος χαρακτηρίζεται από τις πλέον αποτελεσματικές καθώς μπορεί να αποσοβήσει τον κίνδυνο μιας οικολογικής καταστροφής σε πολύ μεγάλο βαθμό. Βέβαια για να επιτύχει η του πετρελαίου, θα πρέπει να πληρούνται κάποια κριτήρια όπως το πάχος του στρώματος του πετρελαίου καθώς είναι δύσκολο εκ των πραγμάτων να γίνει μια ανάφλεξη πάνω στο νερό σε μικρού παχους στρώμα πετρελαίου. Τα αρνητικά σημεία αυτής της μεθόδου είναι πως εφόσον αναπτυχθεί η καύση θα προκαλέσει ατμοσφαιρική ρύπανση εξαιτίας των καυσαερίων που θα δημιουργηθούν από την καύση του πετρελαίου ενώ θα πρέπει και σε αυτήν την περίπτωση η πετρελαιοκηλίδα να μην έχει προλάβει να εξαπλωθεί. Συνήθως αυτή η μέθοδος επιτυγχάνεται με την βοήθεια των βραχιόνων πετρελαίου (Εικ 27) που βοηθούν όπως αναφέρθηκε στον περιορισμό διασποράς της πετρελαιοκηλίδας.

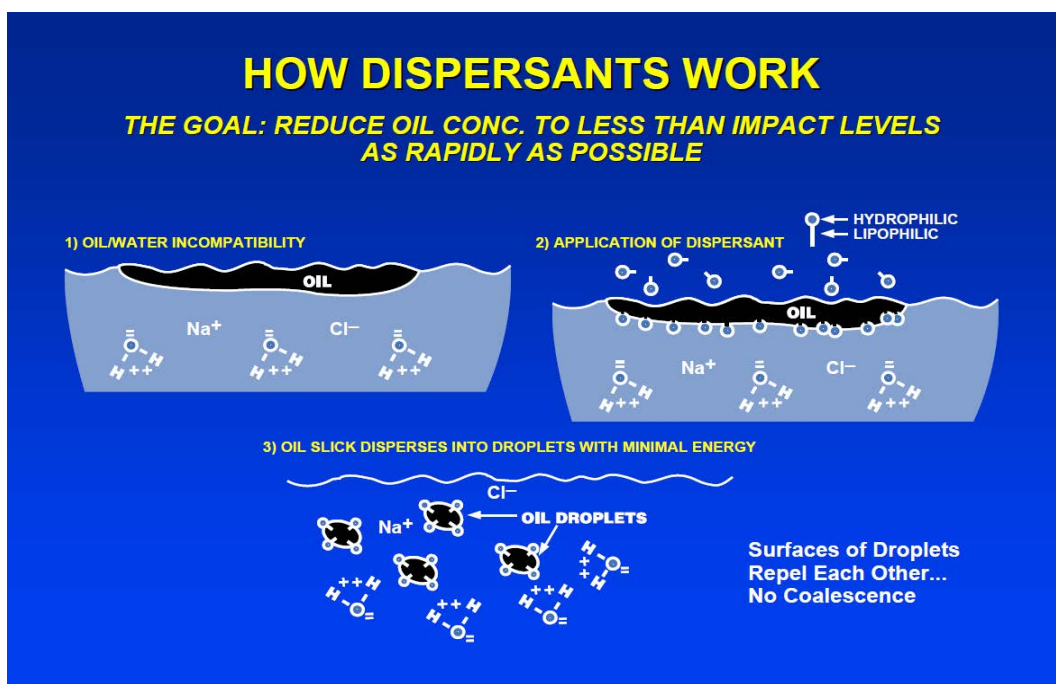


Εικόνα 27 - Επιτόπια καύση πετρελαιοκηλίδας. [78]

6.5.5 Χρησιμοποίηση χημικών διαλυτικών.

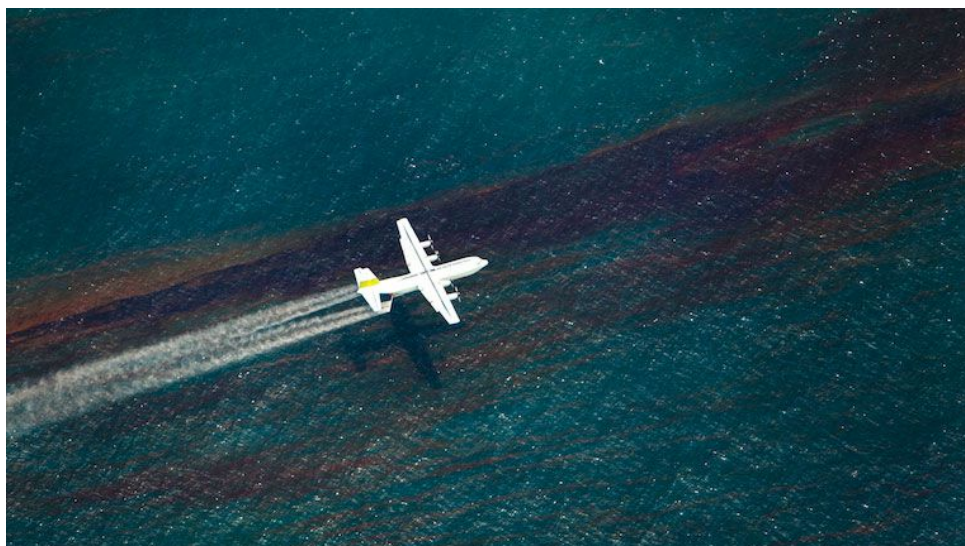
Όταν η διασπορά του χυμένου πετρελαίου είναι αρκετά μεγάλη και δεν μπορεί να περιοριστεί με τους βραχιόνες, τότε αναγκαστικά χρησιμοποιούνται ειδικά

διαλύματα χημικής προέλευσης, ώστε να επιτευχθεί διάσπαση των υδρογονανθράκων. Τέτοιες χημικές ουσίες είναι οι συνεχώς χρησιμοποιούμενες σε τέτοιες περιπτώσεις CorexitEC9500A και CorexitEC9527A, όπου ψεκάζονται με την βοήθεια αεροσκαφών (Εικ 28) καθώς και ειδικά τροποποιημένων πλοίων, πάνω από την περιοχή διασποράς της πετρελαιοκηλίδας. Συγκεκριμένα, τα χημικά διαλυτικά είναι υγρά διαλύματα απορρυπαντικού. Οι συγκεκριμένες ουσίες αποκαλούνται τασιενεργές καθώς έχουν δύο άκρα όπου το ένα έλκει τα μόρια του πετρελαίου και το άλλο τα μόρια του νερού. Χημικά, στις συμβατικές ουσίες ισχύει ότι αυτές που είναι υδρόφιλες είναι ταυτόχρονα λιπόφοβες και αντιστοίχα, οι υδρόφοβες είναι λιπόφιλες. Οι τασιενεργές αυτές ουσίες χρησιμοποιούν το θαλασσινό νερό ως διαλύτη με αποτέλεσμα να μειώνουν την λιποφοβικότητα τους, δημιουργώντας μόρια που ταυτόχρονα έχουν και υδρόφιλο και λιπόφιλο χαρακτήρα (αμφίφυλα). Με τον τρόπο αυτό ο διαλύτης που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το θαλασσινό νερό επιτρέπει στα μόρια των τασιενεργών ουσιών να διαπεράσουν την μεμβράνη πετρελαίου μιας πετρελαιοκηλίδας και να έρθουν σε διεπαφή με το νερό που βρίσκεται κάτω από την παχύρρευστη στρώση πετρελαίου. Κατά την διεπαφή τα τασιενεργά μόρια μειώνουν την επιφανειακή τάση επιτρέποντας στα μόρια του πετρελαίου να εισέλθουν στο νερό ως μικροσκοπικά σταγονίδια τα οποία αποικοδομούνται σταδιακά από τα φυσικά βακτήρια του εκάστοτε θαλάσσιου οικοσυστήματος.



Εικόνα 28 - Λειτουργία διαλυτικών απορρυπαντικών. [84]

Επίσης, υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας όγκων που επιπλέουν, οι οποίοι περιέχουν μίξεις θαλασσινού νερού με πίσσα και άμμο και συνήθως με τα ισχυρά ρεύματα της θάλασσας καταλήγουν σε ακτές. Ένας ακόμα κίνδυνος χρησιμοποίησης αυτής της μεθόδου είναι η πιθανότητα θανάτωσης πολλών οργανισμών του εκάστοτε οικοσυστήματος όπου χρησιμοποιείται, καθώς η τοξικότητα της ουσίας είναι πάρα πολύ μεγάλη.



Εικόνα 29 - Ρίψη χημικών διαλυτικών. [79]

6.5.5.1 CorexitEC9500ΑκαιCorexit EC9527A.

Οι δύο αυτές απορρυπαντικές ουσίες κατασκευάζονται από συγκεκριμένες ποσότητες άλλων χημικών ουσιών οι οποίες είναι οι εξής (Πίνακας 1).

Corexit EC9527A		Corexit EC9500A	
Χημικές ουσίες	Ποσότητα %	Χημικές ουσίες	Ποσότητα %
1,2-προπανοδιόλη	1 - 5 %	1,2-προπανοδιόλη	1 - 5 %
οργανικά άλατα σουλφωνικού οξέως με αλειφατικά οξέα ή εστέρας σορβιτάνης	10 - 30 %	οργανικά άλατα σουλφωνικού οξέως με αλειφατικά οξέα ή εστέρας σορβιτάνης	10 - 30 %
2-βουτοξυαιθανόλη	30 - 60 %	ελαφρά υδρογονοκατεργασμένα αποστάγματα πετρελαίου	10 - 30 %

Πίνακας 3 - Κατασκευή CorexitEC9527Ακαι CorexitEC9500Α.[85]

Κατά την διαρροή στον κόλπο του Μεξικού όπου καθημερινώς και μέχρι να σφραγιστεί η πετρελαιοπηγή εικάζεται πως χύνονταν στην θάλασσα γύρω στα 5.000 βαρέλια (800.000 τόνοι) αργού πετρελαίου χρησιμοποιήθηκαν τεράστιες ποσότητες από αυτές της απορρυπαντικές ουσίες. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν εξαιτίας του μεγέθους του ατυχήματος και της διασποράς της πετρελαιοκηλίδας δύο διαφορετικά είδη διαλυτικών (Corexit 9500 και Corexit EC9527A). Ο λόγος της χρησιμοποίησης δύο διαλυτικών ήταν ότι οι δεσμοί των μορίων του πετρελαίου που είχε διαρρεύσει και βρισκόταν αρκετές μέρες στη θάλασσα είχαν ισχυροποιηθεί, δημιουργώντας στην επιφάνεια της θάλασσας γαλάκτωμα. Για την αντιμετώπιση ενός τέτοιου ατυχήματος αυτής της έκτασης ήταν αναγκαία η χρησιμοποίηση ενός διαλυτικού (Corexit 9500) που θα μπορούσε να διασπάσει τους πολύ ισχυρούς δεσμούς που θα είχαν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου. Το CorexitEC9527A χρησιμοποιήθηκε στις περιοχές κοντά στην διαρροή όπου τα μόρια του πετρελαίου δεν είχαν προλάβει ακόμα να φτάσουν

στην φάση της παλαίωσης και της δημιουργίας γαλακτώματος συνέπεια την ισχυροποίηση των δεσμών του πετρελαίου. [42, 43, 84, 85]

6.5.6 Πλύσεις νερού υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης.

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε περιοχές όπου έχει εγκατασταθεί πετρελαίο και είναι μη προσβάσιμες για την χρησιμοποίηση άλλων μεθόδων, όπως είναι οι βραχίονες και τα skimmer. Πιο αναλυτικά, ειδικοί θερμαντήρες αυξάνουν την θερμοκρασία του νερού περίπου στους 170 βαθμούς Κελσίου και στη συνέχεια ψεκάζεται με ειδικές ράβδους σε πολύ μεγάλη πίεση. Το πετρελαίο το οποίο ψεκάζεται (Εικ 29) πρέπει αμέσως να απομακρυνθεί από την περιοχή ώστε να μην δοθεί η δυνατότητα για περαιτέρω μόλυνση του οικοσυστήματος στο οποίο έχει εισχωρήσει. Η αρνητική επίπτωση αυτής της μεθόδου εστιάζεται στην χρήση του νερού με μεγάλη πίεση και θερμοκρασία καθώς μπορεί να επηρεαστεί άμεσα η βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν η πετρελαιοκηλίδα έχει φτάσει στην ακτογραμμή. Εκεί δηλαδή, όπου όλες οι προηγούμενες μέθοδοι δεν μπορούν να την περιορίσουν. Σκοπός της είναι να ξεπλυθεί το πετρελαίο από τις επιφάνειες στις οποίες έχει προσκολληθεί, ώστε στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν οι μέθοδοι που έχουν αναφερθεί παραπάνω για την ολική απομάκρυνση του.



Εικόνα 30 - Καθαρισμός ακτής με χρήση νερού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας.[80]

6.5.7 Χειρωνακτική εργασία.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί χειροκίνητα εργαλεία και χειρωνακτική εργασία για να απομακρυνθούν οι πετρελαιοκίτρες από την (Εικ 30). Ομάδες καθαριστών με εργαλεία (φτυάρια, τσουγκράνες κτλ) σπεύδουν στην περιοχή όπου έχει μολυνθεί και με χειρωνακτική εργασία προσπαθούν να καθαρίσουν το επιφανειακό πετρελαίο και τα υπολείμματα του συλλέγοντας τα σε ειδικά δοχεία ώστε να απομακρυνθούν από την περιοχή. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι από τις πιο χρονοβόρες, καθώς αποφεύγεται η χρήση των μεγάλων μηχανημάτων για την μαζική απομάκρυνση του πετρελαίου ώστε να περιοριστεί όσο τον δυνατόν περισσότερο η ζημιά στο οικοσύστημα. Ταυτόχρονα όμως αποτελεί και την πιο οικονομική καθώς το [69]

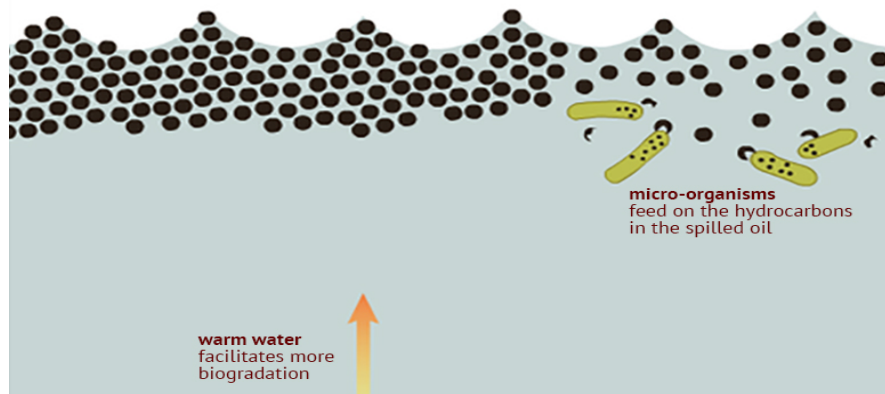
προσωπικό που θα αναλάβει τον καθαρισμό της ακτής στην οποία έχει κατακάτσει μια πετρελαιοκηλίδα δεν χρειάζεται να είναι ιδιαίτερος εκαιδευμένο στην αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων. Συνήθως, αυτές οι ομάδες καθαριστών αποτελούνται από εθελοντές.



Εικόνα 31- Καθαρισμός ακτής με χειρωνακτική εργασία. [81]

6.5.8 Βιορρευστοποίηση.

Η βιορρευστοποίηση (Εικ 31) αναφέρεται στη χρήση ορισμένων μικροοργανισμών που έχουν την δυνατότητα να υποβαθμίσουν τις ουσίες και τα προϊόντα του πετρελαίου. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες βακτηρίων, μυκήτων, αρχαίων και άλγης που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την μέθοδο με σκοπό τον μεταβολισμό και την διάσπαση των υδρογονανθράκων σε απλούστερα και μη τοξικά μόρια για το περιβάλλον. Κατά την συγκεκριμένη μέθοδο οι υδρογονάνθρακες μεταβολίζονται κυρίως σε λιπαρά οξέα και διοξείδιο του άνθρακα. Όταν επιλεγθεί αυτή η μέθοδος καταστολής ρύπανσης από πετρέλαιο σε μία περιοχή, συνήθως ακολουθείται και από την εναπόθεση αντδραστηρίων (λιπάσματα). Τα αντιδραστήρια τα οποία περιέχουν φώσφορο και άζωτο παρέχουν θρεπτικά συστατικά στα μικρόβια ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν σε σύντομο χρονικό διάστημα μειώνοντας τον χρόνο απορύπανσης της περιοχής. Η συγκεκριμένη διαδικασία δεν ακολουθείται όταν η πετρελαιοκηλίδα βρίσκεται σε ανοιχτή θάλασσα αλλά όταν αυτή έχει πλησιάσει την ακτογραμμή ενώ η εναπόθεση των μικροοργανισμών σε αυτήν γίνεται βαθμιαία. Επίσης, αυτή η μέθοδος είναι αρκετά χρονοβόρα αλλά δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν και άλλες μέθοδοι ώστε να περιοριστεί η ρύπανση εφόσον αυτό είναι αναγκαίο. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ώστε να επιτευχθεί ταχύρρυθμος πολλαπλασιασμός των μικροβίων για την διάσπαση των μορίων του πετρελαίου και των προϊόντων του μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στο οικοσύστημα καθώς δεν αποτελεί τροφή μόνο για τους συγκεκριμένους μικροοργανισμούς αλλά και για τους οργανισμούς που ήδη υπάρχουν σε αυτό όπως τα φύκη και το πλανγκτόν με αποτέλεσμα να παρατηρείται το φαινόμενο του ευτροφισμού.



Εικόνα 32 - Μέθοδος της βιορυστοποίησης. [82]

6.5.9 Χημική σταθεροποίηση του πετρελαίου από ελαστομερή.

Η επιστημονική κοινότητα αντιλήφθηκε πως έπρεπε να αναπτυχθεί μία καινοτόμα λύση για τον καθαρισμό μίας πετρελαιοκηλίδας εξαιτίας της μεγάλης τοξικότητας των διαλυτικών που αναφέρθηκαν και αναλύθηκαν. Σε πολλές περιπτώσεις και έπειτα από χημικές έρευνες, η τοξικότητα των συγκεκριμένων διαλυτικών ήταν μεγαλύτερη από την τοξικότητα του ίδιου του πετρελαίου που είχε διαρρεύσει στη θάλασσα με αποτέλεσμα να υπάρχουν σοβαρές επιπτώσεις στο εκάστοτε οικοσύστημα που χρησιμοποιήθηκαν. Έτσι λοιπόν, επιστήμονες κυρίως μικρών εταιριών που πασχίζαν να αποκτήσουν την αποδοχή της καινοτόμα τεχνολογίας από τους μεγάλους διεθνείς οργανισμούς, άρχισαν να αναπτύσσουν μεθόδους οι οποίες ξεπερνούσαν τα μειονεκτήματα της τοξικότητας και της διασποράς μίας πετρελαιοκηλίδας. Οι προσπάθειες αυτές είχαν ως πρωταρχικό στόχο να μην αραιώσουν και κατ'επέκταση διασπείρουν το πετρέλαιο με σκοπό την δημιουργία μίας λεπτότερης στρώσης στην επιφάνεια του νερού για την βελτιστοποίηση της διαδικασίας διάλυσης του στο νερό αλλά την συγκέντρωση του σε αυξάνοντας το ιξώδες και το πάχος της στρώσης ώστε να μπορεί να γίνει στην συνέχεια η ανάκτηση του χυμένου πετρελαίου με μηχανισμούς απορρόφησης και skimmer. Το αποτέλεσμα όλων αυτών των προσπαθειών ήταν η δημιουργία του Elastol, μία ουσία η οποία κατασκευάστηκε από την General Technology Applications Inc. με κύριο συστατικό μια συνθετική πλαστική ουσία, το πολυϊσοβουτυλενίου το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στην παραγωγή της τσίχλας. Για την χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου, η ουσία Elastol ψεκάζεται πάνω από την πετρελαιοκηλίδα και τραβάει το πετρέλαιο σε ένα συμπαγές στρώμα εξαιτίας και της μη διαλυτότητας του στο νερό. Ακριβώς για αυτόν τον λόγο, η ουσία αυτή δρα εντελώς διαφορετικά από την μέθοδο των διασκορπιστικών ουσιών Corexit. Όταν λοιπόν το Elastol ψεκάσει πάνω από το χυμένο πετρέλαιο, τα μόρια του πολυϊσοβουτυλενίου που αποτελούνται από μεγάλες σειρές ατόμων τυλιγμένων σφιχτά γύρω από έναν σπάγκο, ο οποίος διαλύεται στο πετρέλαιο, τα μόρια χαλαρώνουν και απλώνονται, δημιουργώντας νήματα που τείνουν να αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους, κρατώντας τη συνδυασμένη μάζα (πετρέλαιο και Elastol) μαζί. Σε αυτό το σημείο παρατηρείται και το πρώτο αρνητικό χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου καθώς η εφαρμογή Elastol σε πολύ μεγάλη ποσότητα πετρελαίου μπορεί να δημιουργήσει ένα μείγμα πάρα πολύ παχύ με το πρόβλημα να εντοπίζεται στις διαδικασίες άντλησης αυτής της μάζας. Ένα άλλο

εξίσου σημαντικό αρνητικό χαρακτηριστικό όμως είναι η αναποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου σε ανοιχτή θάλασσα εξαιτίας των κυμάτων όπου εμποδίζουν την δημιουργία αυτής της παχιάς στρώσεις στην επιφάνεια της θάλασσας. Συνήθως, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε πετρελαιοκηλίδες που έχουν δημιουργηθεί μέσα σε λιμάνια και γενικών σε οριοθετημένα νερά για την αποφυγή των θαλάσσιων ρευμάτων και κυμάτων.[87, 88]

6.5.10 Φυσική αποκατάσταση.

Είναι η απλούστερη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την επάναφορά ενός οικοσυστήματος στην αρχική του κατάσταση μετά από ρύπανση πετρελαίου και προϊόντων του. Σε αυτήν την περίπτωση τον ρόλο την απορρύπανσης παίζουν τα φυσικά στοιχεία του περιβάλλοντος όπως ο ήλιος, ο άνεμος, ο καιρός, οι παλίρροιες αλλά και οι μικροοργανισμοί οι οποίοι υπάρχουν ήδη σε αυτό. Η φυσική αποκατάσταση επιλέγεται συνήθως όταν η περιοχή η οποία έχει πληγεί από πετρέλαιο είναι πολύ δυσπρόσιτη και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τον καθαρισμό ενδεχομένως να ξεπεράσουν τα οφέλη. Τα οφέλη της φυσικής αποκατάστασης εξαρτώνται από την σταθερότητα των στοιχείων που αναφέρθηκαν, τα οποία μπορούν να αποδομήσουν με την πάροδο του χρόνου τους υδρογονάνθρακες. Είναι λοιπόν αντιληπτό πως αυτή η μέθοδος είναι πάρα πολύ οικονομική αλλά εξαιρετικά χρονοβόρα και απαιτείται η συνεχής παρακολούθηση της προόδου αποκατάστασης του εκάστοτε οικοσυστήματος και αν αυτή υπάρχει.

6.6 Σχεδιασμός πλάνου αντιμετώπισης μιας πετρελαιοκηλίδας.

Για την επιλογή των διεργασιών για τον καθαρισμό μιας πετρελαιοκηλίδας ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι η τοποθεσία στην οποία συνέβη. Οι περισσότερες πετρελαιοκηλίδες, όπου κατά πολύ μεγάλο ποσοστό συμβαίνουν από πλοία, συνήθως εντοπίζονται στην ανοιχτή θάλασσα. Όταν η πετρελαιοκηλίδα εντοπιστεί σε ανοιχτό ωκεανό προτιμάται η φυσική αποσύνθεση της. Αν με την πάροδο του χρόνου δεν έχει αποσυντεθεί σε ικανοποιητικό βαθμό και πλησιάζει σε ακτογραμμή τότε ξεκινάει η υιοθέτηση πλάνου διεργασιών με τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν και σε συνδιασμό μεταξύ τους για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν ο καλύτερος και γρηγορότερος περιορισμός της εξάπλωσης της πετρελαιοκηλίδας και εν συνεχεία ο αποτελεσματικός καθαρισμός των υδάτων. Σκοπός της δημιουργίας ενός πλάνου το οποίο θα έχει άμεσα αποτελέσματα είναι να περιοριστεί όσο το δυνατόν γρηγορότερα η πετρελαιοκηλίδα, ώστε να μην φτάσει στην ακτογραμμή, καθώς είναι αντιληπτό ότι οι βλάβες που προκαλούνται στα οικοσυστήματα είναι πολύ μεγάλων διαστάσεων με συνέπεια την προσχώρηση του προβλήματος στις ζωές των ανθρώπων, οι οποίοι κατοικούν στην περιοχή που έχει πληγεί. Οι ενέργειες που πραγματοποιούνται όταν αναφερθεί ο εντοπισμός μιας πετρελαιοκηλίδας στην θάλασσα ανα ναυτικά μίλια από την ακτογραμμή είναι οι εξής:

- 200 ναυτικά μίλια και άνω - Δεν χρησιμοποιείται κάποια μέθοδος καθαρισμού η περιορισμού, εκτός εάν η περίπτωση είναι πολύ σοβαρή.

- Μεταξύ 20 και 200 ναυτικών μιλίων – Συνήθως χρησιμοποιούνται βραχίονες και scimmers.
- Μεταξύ 20 και 10 ναυτικών μιλίων - Χρησιμοποιούνται οι ρήψεις διασκορπιστηκών ουσιών.
- Για περιοχές πολύ κοντά στην ακτή - Χρησιμοποιούνται βιολογικοί παράγοντες.

Αυτοί είναι οι γενικοί κανόνες που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία ενός πλάνου διεργασιών για τον περιορισμό και τον καθαρισμό μίας πετρελαιοκηλίδας και μπορούν να τροποποιηθούν με βάση τον τύπο πετρελαίου που έχει δημιουργηθεί η πετρελαιοκηλίδα και τις καιρικές συνθήκες. Δεν υπάρχουν δύο περιπτώσεις πετρελαιοκηλίδας που είναι οι ίδιες, επομένως κάθε μία αξιολογείται μεμονωμένα με βάση την δική της αξία [37].

6.7 ΙΤΟΡΡ (International Tanker Owners Pollution Federation Limited).

ΟΙΤΟΡΡ είναι ένας από τους σημαντικότερους μη-κερδοσκοπικούς οργανισμούς που συνεργάζονται με τον ΙΜΟ. Ο χαρακτήρας του οργανισμού είναι κυρίως συμβουλευτικός όσον αφορά την ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από δεξαμενόπλοια. Ιδρύθηκε έπειτα από εισήγηση πλοιοκτητών μετά το πρώτο συμβάν μεγάλης ρύπανσης που προήλθε από δεξαμενόπλοιο το 1969 στην νοτιοδυτική Αγγλία. Ο ρόλος του συγκεκριμένου οργανισμού όπως ειπώθηκε είναι περισσότερο συμβουλευτικός. Ο ΙΤΟΡΡ από την δημιουργία του και έπειτα είναι από τους πρώτους οργανισμούς που στέλνουν ομάδα μηχανικών και επιστημόνων σε ένα σοβαρό συμβάν ρύπανσης από την ναυτιλιακή βιομηχανία. Μετα από τόσα χρόνια στο κέντρο των επιχειρήσεων απορρύπανσης βιότοπων με δεδομένη πλέον την τεχνογνωσία του, οι εκθέσεις που δίνει ως προς την υιοθέτηση ενός πλάνου διεργασιών με χρονολογικό υπόβαθρο εκτιμώνται ιδιαίτερα από τους κρατικούς φορείς τις λιμενικές αρχές και τις πλοιοκτήτριες εταιρείες. Ο οργανισμός εκτός όμως από τον συμβουλευτικό χαρακτήρα έχει και ειδικευμένα συνεργεία που αποτελούνται από μηχανικούς περιβάλλοντος, όπου προσεγγίζουν εάν και εφόσον τους ζητηθεί την περιοχή ρύπανσης με ειδικό εξοπλισμό ώστε να συνδράμουν και αυτοί στην αντιμετώπιση μιας πετρελαιοκηλίδας. Ο ΙΤΟΡΡ έχει συμμετάσχει σε πάρα πολλές περιπτώσεις ρύπανσης του περιβάλλοντος παίζοντας σημαντικό ρόλο στη διαχείριση αυτών των καταστάσεων άλλοτε σε μικρή και άλλοτε σε μεγάλη εμβέλεια. Με την τεχνογνωσία αντιμετώπισης τέτοιων καταστροφών να θεωρείται δεδομένη, ο ΙΤΟΡΡ έχει στην κατοχή του έναν τεράστιο όγκο δεδομένων και πληροφοριών που δημιουργήθηκαν με την πάροδο του χρόνου. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που πάρα πολλοί ηγέτες κρατών αλλά και πλοιοκτήτες τον εμπιστεύονται για την διαχείριση τόσο σοβαρών καταστάσεων περιβαλλοντικής φύσεως. Η δομή και η χρηματοδότηση του συγκεκριμένου οργανισμού είναι κάπως ιδιαίτερη καθώς πρόκειται για μια μη-κυβερνητική οργάνωση η οποία χρηματοδοτείται από τα μέλη-πλοιοκτήτριες εταιρείες της. Σκοπός της δημιουργίας του οργανισμού σε πρώτο στάδιο είναι η παροχή γνώσεων καταστολής ρύπανσης του περιβάλλοντος και υλικοτεχνικών υποδομών και σε δεύτερο η περιορισμό της οικονομικής ζημιάς κατά την διαδικασία απορρύπανσης. Ως μέλη λογίζονται αυτήν την στιγμή περίπου στις 6.000 ναυτιλιακές εταιρείες και συνεργάζονται μαζί του περίπου στις 10.000 χρηματοδοτώντας τον

οργανισμό, κάνοντας τον βιώσιμο, ώστε να κατέχει καταλυτικό ρόλο σε πιθανή κρίση οικολογικής καταστροφής από κάποιο ατύχημα [40].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Σύμφωνα με όλες τις πληροφορίες αλλά και τις παραμέτρους που αναλύθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία, η ρύπανση και μετέπειτα η μόλυνση του περιβάλλοντος είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Με τα σημερινά δεδομένα και την τεχνολογική πρόοδο που έχει σημειωθεί δεν υφίσταται ναυτιλία δίχως να υπάρξουν συνέπειες προς το περιβάλλον. Η ρυπογόνος συμπεριφορά που επιδεικνύουμε ως κάτοικοι του πλανήτη μέσω των εργασιών μας και συγκεκριμένα μέσω της ναυτιλίας θα έπρεπε να αφορά όλους τους ανθρώπους και όχι μόνο εκείνους που απασχολούνται με το θαλάσσιο εμπόριο. Είναι κατανοητό πως ένα μεγάλο μέρος παγκόσμιας οικονομίας κινείται γύρω από την ναυτιλιακή βιομηχανία ωστόσο θα έπρεπε παράλληλα να φροντίζουμε και τα κακώς κείμενα τα όποια προκύπτουν από τις διεργασίες στον συγκεκριμένο επιχειρησιακό τομέα. Όπως έχουν αναφερθεί εκτενώς, πλήθος περιβαλλοντικών προβλημάτων έχουν την αφετηρία τους στην ναυτιλιακή βιομηχανία καθώς δεν είναι μόνο η θαλάσσια ρύπανση που μπορεί να προκύψει από ένα πλοίο μέσω των συστημάτων ή μέσω ενός ατυχήματος αλλά και από την πηγή λειτουργίας του η οποία αφορά την καύση ορυκτών καυσίμων επιβαρύνοντας την ατμόσφαιρα και συνδράμοντας στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Πρέπει να κατανοήσει ο ανθρώπινος παράγοντας πόσο σημαντικό είναι το γεγονός της ύπαρξης καθαρών θαλασσών αλλά και μη επιβαρυσμένης ατμόσφαιρας πρωτίστως για την εξασφάλιση της δημοσίας υγείας και μετέπειτα για την ισορροπία των διεργασιών που ρυθμίζουν την ζωή στον πλανήτη. Την σημερινή εποχή έχουν αρχίσει να γίνονται κατανοητά τα αποτελέσματα της υπέρμετρης χρήσης ορυκτών καυσίμων με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε μία εποχή η οποία αποσκοπεί στην απεξάρτηση του ανθρώπου από τους ορυκτούς πόρους και την χρησιμοποίηση περισσότερο φιλικών πηγών ενέργειας προς το περιβάλλον. Σε αυτό τον σκοπό όπως είδαμε αποσκοπούν και αρκετές σύγχρονες και μοντέρνες νομοθεσίες (sulphurcap 2020) αλλά και ο εκσυγχρονισμός του παγκόσμιου στόλου και κυρίων των μηχανισμών πρόωσης του. Πρέπει να γίνει όμως ταυτόχρονα κατανοητό ότι στην ναυτιλιακή βιομηχανία την σημερινή εποχή εν μέσω παγκοσμιοποίησης και ανοιχτών εμπορικών δρόμων η οικονομική ευμάρεια των επιχειρήσεων κατέχει τον πρωταρχικό σκοπό και στόχο και ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος μπαίνει σε δεύτερη μοίρα. Αυτό είναι ξεκάθαρο από τις ενέργειες που γίνονται με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος. Όλα τα νομοθετικά πλαίσια που δημιουργούνται έχουν ως πρωταρχικό στόχο την οικονομική ανάπτυξη και μετέπειτα τον μετριασμό της ρύπανσης. Είμαι της άποψης πως θα πρέπει οι αρμόδιοι να εφαρμόσουν μία ισορροπία στην λήψη αποφάσεων όσον αφορά την οικονομία και την ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος χωρίς να γίνονται εκπτώσεις σε κανέναν από τους δύο τομείς. Είναι μεγάλης σημασίας λοιπόν να δημιουργούνται νομοθετικά πλαίσια καθολικής αποδοχής λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες και όχι να χρησιμοποιείται η επιστημονική αβεβαιότητα ως δικαιολογία της μη τήρησης των προβλεπόμενων μέτρων, καθότι είμαστε στην αρχή ακόμα υιοθέτησης κανονισμών που αποσκοπούν στην προστασία του περιβάλλοντος στις διεργασίες της ναυτιλιακής βιομηχανίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- 1) Ινστιτούτο Ιστορίας Εμπορικής Ναυτιλίας (1993) Ιστορία της ναυτιλίας. Ινστιτούτο Ιστορίας Εμπορικής Ναυτιλίας, [Online]. Διαθέσιμο : <http://museum.yen.gr/History.htm>
- 2) Electronic Boat Association of Greece (2018) *Environmental Impact of Shipping*. Eba gr. [Online]. Διαθέσιμο. <https://www.eba.gr/en/environmental-impacts-of-shipping/>
- 3) Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2010) *Environmental and climate change issues in the shipbuilding industry. Shipbuilding report*. OECD Council Working Party on Shipbuilding (WP6) [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.oecd.org/sti/ind/46370308.pdf>
- 4) IMO *Introduction to IMO*. International Maritime Organization. London [Online]. Διαθέσιμο: <http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>
- 5) IMO (1973) *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. International Maritime Organization. London. [Online]. Διαθέσιμο : [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
- 6) . International Maritime Organization. London. [Online]. Διαθέσιμο :
- 7) IMO (2009) *Recycling of ships*. International Maritime Organization. London. [Online]. Διαθέσιμο : <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ShipRecycling/Pages/Default.aspx>
- 8) IMO (1974) *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)*. International Maritime Organization. London. [Online]. Διαθέσιμο : [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)
- 9) IMO (2019) *Counting down to Sulphur 2020: limiting air pollution from ships; protecting human health and the environment*. International Maritime Organization. London. [Online]. Διαθέσιμο : <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/13-sulphur-2020-update-.aspx>
- 10) Bergin T. (2015) *How Greek shipowners talk up their role, and why that costs Athens millions*. Reuters. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.reuters.com/investigates/special-report/eurozone-greece-shipping/>
- 11) Ε-νομοθεσία.gr(2017) *Αποδοχή του Κώδικα για την Έγκριση των Συστημάτων Διαχείρισης Έρματος της Διεθνούς Σύμβασης για τον Έλεγχο και τη Διαχείριση του Έρματος και των Ιζημάτων που προέρχονται από τα πλοία, 2004 (BWMS Code)* Κυβέρνηση της Ελλάδας. Αθήνα. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.e-nomothesia.gr/kat-naytilia-nausiploia/elegkhos-emporikon-ploion/upourgike-apophase-2263-1-14-60551-2019.html>

- 12) UK Marine SACs Project (2001) *Environmental impacts of port and harbor operations*. UK PMA. United Kingdom. [Online]. Διαθέσιμο: http://ukmpa.marinebiodiversity.org/uk_sacs/
- 13) Dinwoodie J., Tuck S, Knowles H., Benhin J., Sansom M. (2012) *Sustainable Development of Maritime Operations in Ports*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.acopne.org/sites/acopne.org/files/users/bsien/Sustainable%20Development%20of%20Maritime%20Operations%20in%20Ports.pdf>
- 14) Young Power in Social Action. *Ship Breaking in Bangladesh*. Young Power in Social Action. Bangladesh. [Online]. Διαθέσιμο: <https://shipbreakingbd.info/ypsas-works-in-ship-breaking/>
- 15) Khalid H., Shahriar A, Kudrat Ullah J. (2019) *Water pollution in Bangladesh and its impact on public health*. ScienceDirect. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019358050>
- 16) Wankhede A. (2019) *Oily Water Separator: Construction and Working*. Marine Insight [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.marineinsight.com/tech/ows/oily-water-separator-construction-and-working/>
- 17) Kaushik M. (2019) *How to Operate an Oily Water Separator (OWS) on Ship?* Marine Insight. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.marineinsight.com/tech/ows/how-to-operate-an-oily-water-separator-ows-on-ship/>
- 18) Καραγεώργου Λ. (2016) *Σε ισχύ τίθεται η σύμβαση για το θαλάσσιο έρμα*. Naftemporiki.gr [Online]. Διαθέσιμο : <https://m.naftemporiki.gr/story/1145467/se-isxu-tithetai-i-sumbasi-gia-to-thalassio-erma>
- 19) Gollasch S, David M. (2019) *Ballast water*. ScienceDirect. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/ballast-water>
- 20) Ships Business.com. *Impact of Ballast Water at Marine eco system*. Ship Business. Com (ocean going cargo ships safety & operational matters). [Online]. Διαθέσιμο : <http://shipsbusiness.com/impact-of-ballast-water.html>
- 21) Marechal J-P, Meesters H. E., Védie F and Hellio C. (2013) *Occurrence of the alien seagrass *Halophila stipulacea* in Martinique (French West Indies)*. Marine Biological Association of the United Kingdom. [Online]. Διαθέσιμο : <https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/559673/S1755267213000961a.pdf>
- 22) Patil G. J., Gunasekera M. R., Deagle E. B., Bax J. B., I. Blackburn I. B. (2005) *Development and Evaluation of a PCR Based Assay for Detection of the Toxic Dinoflagellate, *Gymnodinium catenatum* (Graham) in Ballast Water and Environmental Samples*. Biological Invasions. [Online]. Διαθέσιμο: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-004-3119-8>
- 23) Cohen J. N., Slaten D. D., Marano N., Tappero W. J., Wellman M., Albert J. R., Hill R. V, Espey D., Handzel T., Ariel Henry A. and Tauxe V. R. (2012) *Preventing Maritime Transfer of Toxigenic *Vibrio cholerae**. National Center for Biotechnology Information (NCBI). [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3471641/>
- 24) Petrolo A. (2015) *Ballast Water Management for Marine Biodiversity*. The Green Optimistic. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.greenoptimistic.com/ballast-water-management/>
- 25) Botana M. L., Louzao M. C., Vilarino N. (2015) *Climate Change and Marine and Freshwater Toxins*. DEGRUYTER. [Online]. Διαθέσιμο : <https://books.google.gr/books?id=4BxpCgAAQBAJ&pg=PA251&lpg=PA251&dq>

=lagocephalus+scleratus+ballast+water&source=bl&ots=TCywwwG6Hx&sig=A
CfU3U0JUhqYRSyGHrcztO3WjJjBrvZevw&hl=el&sa=X&ved=2ahUKEwiok6a
d6cTpAhXC6aQKHUIZDAwQ6AEwDnoECAoQAQ#v=onepage&q=lagocephalu
s%20scleratus%20ballast%20water&f=false

- 26) Satir T. (2008) *Ships' Ballast Water and Marine Pollution*. [Online]. Διαθέσιμο : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6575-0_30
- 27) Jagadale K.M, Sengottvel P., Madane P.A, Mane S.P. (2017) *The stern tube oil pollution in ocean and use of composite material to reduce it*. [Online]. Διαθέσιμο : https://www.ijarse.com/images/fullpdf/1490729502_GS366ijarse.pdf
- 28) ClearSeas (2014) *Air Pollution & Marine Shipping*. ClearSeas Centre for Responsible Marine Shipping. Vancouver.
- 29) OCEANA Protecting the World's Ocean (2001) *Shipping Pollution*, OCEANA Protecting the World's Oceans. [Online]. Διαθέσιμο: <https://eu.oceana.org/en/shipping-pollution-1>
- 30) EPA United States Environmental Protection Agency. *Ground-level Ozone Pollution*. United States Environmental Protection Agency. United States of America. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution>
- 31) Marine Insight (2019) *The Urgent Need to Reduce Nitrogen Oxide (NOx) Emissions from Ships*. Marine Insight. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.marineinsight.com/environment/the-urgent-need-to-reduce-nitrogen-oxide-nox-emissions-from-ships/>
- 32) The European Environmental Bureau, The European Federation for Transport and Environment, Seas at Risk, The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain (2004) *Air pollution from ship*. Briefing document. [Online]. Διαθέσιμο : https://www.airclim.org/sites/default/files/documents/shipbriefing_nov04.pdf
- 33) Geonews.gr (2016) *Όξινη βροχή*. Geonews.gr [Online]. Διαθέσιμο : <https://geonews.gr/%CF%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7-%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE/>
- 34) Molinari M. (2012) *EU backs clean-up of shipping air pollution*. TRANSPORT & ENVIRONMENT. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.transportenvironment.org/press/eu-backs-clean-shipping-air-pollution>
- 35) World Maritime Affairs (2019) *Ship Exhaust Scrubber system: What is all about?* World Maritime Affairs. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.worldmaritimeaffairs.com/ship-exhaust-scrubber-system-what-is-all-about/>
- 36) European Parliament (2016) *Open-loop and closed-loop sulphur scrubbers*. European Parliament. [Online]. Διαθέσιμο : https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2016-006861_EN.html
- 37) NAMEPA (2019) *How Do Wrecks Impact the Marine Environment?* NAMEPA. [Online]. Διαθέσιμο : <https://namepa.net/2019/02/19/how-do-wrecks-impact-the-marine-environment/>
- 38) BBC (2017) *How did oil come to run our world?* BBC. United Kingdom. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.bbc.co.uk/teach/how-did-oil-come-to-run-our-world/zn6gnrd>
- 39) U.S. Energy Information Administration (2012) *Crude oils have different quality characteristics*. U.S. Energy Information Administration. USA. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=7110>

- 40) U.S. Energy Information Administration (2018) *Oil: crude and petroleum products explained*. U.S. Energy Information Administration. USA. [Online] Διαθέσιμο: <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/>
- 41) U.S. Energy Information Administration (2020) *Refining crude oil*. U.S. Energy Information Administration. USA. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/refining-crude-oil.php>
- 42) Lamb R. (2016) *How Steam Technology Works*. How Stuff Works. [Online]. Διαθέσιμο : <https://science.howstuffworks.com/steam-technology.htm>
- 43) Rafferty P. J.(2017) *9 of the Biggest Oil Spills in History*. Encyclopedia Britannica. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.britannica.com/list/9-of-the-biggest-oil-spills-in-history>
- 44) ITOPF *Amoco Cadiz*. ITOPF. London.[Online]. Διαθέσιμο : <https://www.itopf.org/in-action/case-studies/case-study/amoco-cadiz-france-1978/>
- 45) ΚυρανούδηΔ. (2018)*40 χρόνια από την πετρελαιοκηλίδα του Amoco Cadiz*.DWMadeforminds. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.dw.com/el/40-%CF%87%CF%81%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B7%CE%BB%CE%AF%CE%B4%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-amoco-cadiz/a-43013555>
- 46) SchliessG,ΣυμεωνίδηςK. (2015) *DeepwaterHorizon, 5 χρόνιαμετά*. DW made for minds. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.dw.com/el/deepwater-horizon-5-%CF%87%CF%81%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%AC/a-18392531>
- 47) The Guardian (2019) *Deepwater Horizon disaster had much worse impact than believed, study finds*. The Guardian. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.theguardian.com/environment/2020/feb/13/deepwater-horizon-disaster-oil-worse-impact-study-finds>
- 48) Goss H. (2020) *Deepwater Horizon's Legacy of Science*. Eos. [Online]. Διαθέσιμο: <https://eos.org/agu-news/deepwater-horizons-legacy-of-science>
- 49) Marine Insight News Network (2020) *9 Methods for Oil Spill Cleanup at Sea*. Marine Insight. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.marineinsight.com/environment/10-methods-for-oil-spill-cleanup-at-sea/>
- 50)
- 51) Amadeo K. (2019) *BP Oil Spill Economic Impact*. The Balance. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.thebalance.com/bp-gulf-oil-spill-facts-economic-impact-3306212>
- 52) ΤέλλογλουΤ. (2019) *Ο «λογαριασμός» της απορρύπανσης για το «Αγία Ζώνη II»*. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.kathimerini.gr/1052108/article/epikairothta/ellada/o-logariasmos-ths-aporrypanshs-gia-to-agia-zwnh-ii>
- 53) ITOPF (1968) *About us*. ITOPF.London.[Online]. Διαθέσιμο : <https://www.itopf.org/about-us/>
- 54) ΜπέλλοςΗ. (2019) *Η ώρα της αλήθειας για το ναυάγιο του «Αγία Ζώνη»*. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. [Online]. Διαθέσιμο :

- <https://www.kathimerini.gr/1039667/article/epikairothta/ellada/h-wra-ths-alh8eias-gia-to-nayagio-toy-agia-zwnh>
- 55) CNNGREECE (2018) *Πόρισμα για Αγία Ζώνη II: Θα μπορούσε να αποφευχθεί η βύθιση του πλοίου*. CNNGREECE. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.cnn.gr/news/ellada/story/149401/porisma-gia-agia-zoni-ii-tha-mporoyse-na-apofeyxthei-i-vythisi-toy-ploioy>
- 56) EPA. *Particulate Matter (PM) Pollution*. United States Environmental Protection Agency. USA. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
- 57) POLARPEDIA. *Μαύρος άνθρακας (αιθάλη)*. POLARPEDIA. [Online]. Διαθέσιμο : <https://polarpedia.eu/el/%CE%BC%CE%B1%CF%8D%CF%81%CE%BF%CF%82-%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CF%81%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82-%CE%B1%CE%B9%CE%B8%CE%AC%CE%BB%CE%B7/>
- 58) ScienceDaily. *Smog*. ScienceDaily. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.sciencedaily.com/terms/smog.htm>
- 59) ResearchGate. *Signatories of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) 73-78 (2005)*. [Online]. Διαθέσιμο : https://www.researchgate.net/figure/Signatories-of-the-International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships_fig1_287215158
- 60) in.gr. *Ναυπηγεία Σκαραμαγκά : Προχωρούν οι διαγωνιστικές διαδικασίες* [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.in.gr/2019/05/02/economy/oikonomikes-eidiseis/naypigeia-skaramagka-proxoroun-oi-diagonistikες-diadikasies/>
- 61) ExxonMobil Marine. *Mobil Stern Tube Lubricant*. Finland. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.exxonmobil.com/en-FI/Marine/pds/GL-XX-Mobil-Stern-Tube-Lubricant>
- 62) Carter C (2011) *Stern Tube Lubricating Oil Discharges*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.pmcndn.net/p/xgen/community/events/2011/vancouver/presentations/swanson/swanson.pdf>
- 63) Vessel Performance Optimisation (VPO) (2019) *Oil lubricated shaft seals contributing to ocean pollution*. Vessel Performance Optimisation (VPO). [Online]. Διαθέσιμο : <https://vpoglobal.com/2019/06/24/oil-lubricated-shaft-seals-counterproductive-to-environmental-legislation-says-thordon-bearings/>
- 64) Indiamart. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.indiamart.com/proddetail/15ppm-marine-bilge-oil-water-separator-18247103362.html>
- 65) BIO-UV Group. *WHAT IS SHIP'S BALLAST? WHAT IS BALLAST WATER USED FOR?* [Online]. Διαθέσιμο : <https://en.bio-uv.com/ballast-water-treatment>
- 66) Staccato Signals of Constant Information (2012) *The Oriental Nicety*. Staccato Signals of Constant Information. [Online]. Διαθέσιμο : <https://marcowerman.wordpress.com/2012/06/06/the-oriental-nicety/>
- 67) ΜπέντσουX. (2019) *Προκλήσεις για τη ναυτιλία το 2020*. OFFLINE POST. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.offlinepost.gr/2020/01/04/%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7-%CE%BD%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF-2020/>

- 68) Radford T. (2017) *Melting Arctic worsens Beijing's pollution haze, study finds*. CLIMATE HOME NEWS. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.climatechangenews.com/2017/03/23/melting-arctic-worsens-beijings-pollution-haze-study-finds/>
- 69) Growers solution. Com [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.growerssolution.com/cherry-black-1gallon-1ea/black-cherry-tree-1-gallon-potted.html>
- 70) Wikipedia The Free Encyclopedia. *Liriodendron tulipifera*. Wikipedia The Free Encyclopedia. [Online]. Διαθέσιμο : https://en.wikipedia.org/wiki/Liriodendron_tulipifera
- 71) MEPRODUCTION EFFICIENCY THROUGH SIMPLICITY. *MEP SOx Scrubber Solutions*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://meproduction.com/front-page/marine-scrubbers/>
- 72) Ecopress Περιβάλλον Αυτοδιοίκηση Τεχνική Ενημέρωση (2017) *ΕΛΚΕΘΕ: Αρχίζουν οι μετρήσεις της οικολογικής ζημιάς από τη ρύπανση του Σαρωνικού*. Ecopress Περιβάλλον Αυτοδιοίκηση Τεχνική Ενημέρωση. [Online]. Διαθέσιμο : <https://ecopress.gr/elkethe-archizoun-i-metrisis-tis-iko/>
- 73) Wikimedia commons (2018) *File:Amoco Cadiz - zone de marée noire.svg*. Wikimedia commons. [Online]. Διαθέσιμο : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amoco_Cadiz_-_zone_de_mar%C3%A9_noire.svg
- 74) NOAA Office of Response and Restoration(2019) *How Do We Use Satellite Data During Oil Spills?* NOAA Office of Response and Restoration [Online]. Διαθέσιμο : <https://response.restoration.noaa.gov/about/media/how-do-we-use-satellite-data-during-oil-spills.html>
- 75) Πλιάτσικα Λ.(2017) *Deepwater Horizon: Η Αναζήτηση Ενέργειας Και Οι Κίνδυνοι Για Το Περιβάλλον*. PowerPolitics. [Online]. Διαθέσιμο : <https://powerpolitics.eu/deepwater-horizon-%CE%B7-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B6%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CE%B9-%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B4%CF%85/>
- 76) Indiamart. *Box Oil Booms*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.indiamart.com/proddetail/oil-booms-15856380633.html>
- 77) Elastec. *Elastec Minimax oil skimmer*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.elastec.com/products/oil-spill-skimmers/drum-oil-skimmers/minimax/>
- 78) Earthwise Sustainable Sorbent Technologies. *Oil & Chemical Sorbents For The Environmentally Conscious*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://earthwisesorbents.com/>
- 79) Ottery C. (2015) *Factcheck: How to clean up an Arctic oil spill in four steps (and why it is unlikely to work)*. Unearthed. [Online]. Διαθέσιμο : <https://unearthed.greenpeace.org/2015/04/15/factcheck-how-to-clean-up-an-arctic-oil-spill-in-four-steps-and-why-it-is-unlikely-to-work/>
- 80) King W. and Dethier N. M. (2017) *Oil dispersant effectiveness and ecological consequences in San Juan County marine waters*. Encyclopedia of PUGET SOUND. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.eopugetsound.org/articles/oil->

dispersant-effectiveness-and-ecological-consequences-san-juan-county-marine-waters

- 81) Parrott-Sheffer C. (2009) *Exxon Valdez oil spill*. Encyclopaedia Britannica [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.britannica.com/event/Exxon-Valdez-oil-spill>
- 82) Zino Integrated Network Nigeria Limited. *Using Manual Labour*. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.zinointegrated.com/>
- 83) Philpot Education. *Environmental protection*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.philpoteducation.com/mod/book/view.php?id=2994&chapterid=3060#/>
- 84) ITOPF. *Data & Statistics*. ITOPF. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/>
- 85) Clark J. (2004) *ExxonMobil Brief: Dispersants, Corexit in Oil Spill Response*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://publicintelligence.net/exxonmobil-brief-dispersants-corexit-in-oil-spill-response/>
- 86) Huppertz J., Ilgen J., Ilovaca M., Klippenstein V. (2013) *Corexit – 2- Butoxyethanol Studienprojekt DaMocles B. SPD SS 2013*. [Online]. Διαθέσιμο : https://www.chemie.tu-darmstadt.de/media/ak_fessner/damocles_pdf/2013/Corexit.pdf
- 87) Holusha J. (1991) *Technology; New Techniques to Turn an Oil Spill into a Collectible*. The New York Times. USA. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.nytimes.com/1991/04/21/business/technology-new-techniques-to-turn-an-oil-spill-into-a-collectible.html>
- 88) NCS FLUID SYSTEMS. *AQUAFLEX ENVIRONMENT CANADA NATURAL CONTAINMENT*. Canada. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.ncsfluidsystems.ca/services/aquaflex-canada-natural-containment>
- 89) EPA. *Sorbents*. United States Environmental Protection Agency. USA. [Online]. Διαθέσιμο : <https://archive.epa.gov/emergencies/content/learning/web/html/sorbents.html>
- 90) Kengro. *Biosorb Oil Absorbent*. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.kengro.com/products/biosorb>
- 91) Department for Environment Food & Rural Affairs. *Public Health: Sources and Effects of PM2.5*. Department for Environment Food & Rural Affairs. United Kingdom. [Online]. Διαθέσιμο : <https://laqm.defra.gov.uk/public-health/pm25.html>
- 92) Mosabbir P., Aziz H., Istiakur R., Abul H. (2012) *Assessment of Ship Breaking and Recycling Industries in Bangladesh - An Effective Step Towards the Achievement of Environmental Sustainability*. International Conference on Agricultural, Environment and Biological Sciences. Phuket. [Online]. Διαθέσιμο : <https://www.shipbreakingplatform.org/wp-content/uploads/2018/08/Study-on-Bangladesh-May-2012.pdf>

