

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σ.Τ.Ε.Φ.
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΛΟΙΩΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΚΤΟΠΛΟΙΑΣ ,ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Λάρδας Ιωάννης A.M. :44403
Κουσαθανάς Αθανάσιος –Παναγιώτης A.M. :44463

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια : Κονδύλη Αιμιλία



ΑΘΗΝΑ
7/4/2017

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 Περίληψη.....	σελ. 4
1.2 Λέξεις κλειδιά.....	σελ. 4
1.3 Εισαγωγή.....	σελ. 4
1.4 Σκοπός.....	σελ. 5
Κεφάλαιο 2. Η ελληνική ναυτιλία	σελ. 6
2.1 Η ελληνική ναυτιλία και η ελληνική τρέχουσα οικονομία.....	σελ.6
2.2 Η παρούσα κατάσταση της ελληνικής ναυτιλίας.....	σελ.9
2.3 Προοπτικές.....	σελ.13
Κεφάλαιο 3. Ρύπανση από την ναυτιλία.....	σελ.15
3.1 Ναυτιλία – ρύπανση.....	σελ.15
3.2 Παραγωγή Οξειδίων του θείου περιορισμοί και οικονομικά μειονεκτήματα στην ναυτιλία	σελ.16
3.3 Αποτελέσματα και περιορισμοί από την παραγωγή οξειδίων του αζώτου	σελ.16
3.4 Ο ρόλος των χλωροφθορανθράκων στο πλοίο και η μόλυνση που προκαλούν	σελ.17
3.5 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC).....	σελ. 18
3.6 Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂).....	σελ. 20
3.6.1 περιορισμοί στην παραγωγή του CO ₂ στην ναυτιλία.....	σελ. 20
3.7 Οι κατηγορίες των λυμάτων του πλοίου	σελ.21
3.8 Θαλάσσιο έρμα – ερματισμός	σελ.22
3.9 Επεξεργασία θαλάσσιου έρματος	σελ.23
3.10 Κατάλοιπα πετρελαίου.....	σελ.25
3.11 Σεντινόνερα	σελ.25
3.12 Εξανθρακώματα και η σημασία τους για την συντήρηση του πλοίου....	σελ.27
Κεφάλαιο 4. Καύσιμα πλοίων και απόδοση.....	σελ.28
4.1 Εισαγωγή - η εξέλιξη των καυσίμων	σελ.28
4.2 Καύσιμα παράγωγα των υδρογονανθράκων.....	σελ.28
4.3 Πετρέλαιο (Fuel Oil και Bunkers).....	σελ.29
4.3.1 Τι είναι το πετρέλαιο	σελ.30
4.3.2 Bunkers Fuel Oil/Αργό πετρέλαιο	σελ.31
4.3.3 Πετρέλαιο Diesel	σελ.32
4.4 Βιοκαύσιμα Υπερ και Κατά στην χρήση τους στην ναυτιλία	σελ.33
4.4.1 Βιοντιζελ FAME(Fatty Acid Methyl Ester).....	σελ.33
4.4.2 Βιοντιζελ (FAME) και μειονεκτήματα.....	σελ.34
4.4.3 Διμεθυλαιθέρας DME (Dimethyl Ether)	σελ.35
4.5 Οι ποιότητες του Μαζούτ και η χρήση του σήμερα.....	σελ.35
4.6 (LNG) Φυσικό αέριο η σύσταση του, καύσης και μεταφοράς αυτού.	σελ.38
4.6.1 CNG (συμπιεσμένο φυσικό αέριο).....	σελ.41
4.6.2 LPG (Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου)	σελ.41
4.7 Μέθοδοι μέτρησης της ποιότητας των καυσίμων	σελ.42
4.7.1 Μέθοδος ASTM(American Society for Testing and Material).....	σελ.42
4.7.2 Μηχανή CFR(Cooperative Fuel Research).....	σελ.42

Κεφάλαιο 5. Πράσινη ναυτιλία	σελ.44
5.1 Γενικά στοιχεία	σελ.44
5.2 Πράσινη ναυτιλία	σελ.46
5.3 Αειφόρος Οικονομία	σελ.47
5.4 Πρωτοβουλίες βιώσιμης ναυτιλίας	σελ.48
5.5 Συγκριτικό πλεονέκτημα	σελ.49
5.6 Ρυθμιστικό περιβάλλον	σελ.50
Κεφάλαιο 6. Μετατροπές και Τεχνοοικονομική ανάλυση	σελ.54
Κεφάλαιο 7. Νέα Νομοθεσία και προτεινόμενες λύσεις	σελ.69
7.1 Νέα οδηγία του διεθνή ναυτιλιακού οργανισμού-ΙΜΟ	σελ.69
7.2 Scrubbers	σελ.70
7.3 Scrubbers στην Ναυτιλία	σελ.73
7.3.1 Σύστημα Ανοιχτού Κύκλου (Open Loop System)	σελ.73
7.3.2 Σύστημα Κλειστού Κύκλου (Closed Loop System)	σελ.74
7.3.3 Υβριδικό Σύστημα -(hybrid system)	σελ.76
7.4 Κόστος (Scrubbers)	σελ.78
7.5 Λύσεις με Καύσιμο το LNG	σελ.79
7.6 Πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (LSMGO)	σελ.82
Κεφάλαιο 8	
Συμπεράσματα	σελ.83
Βιβλιογραφία	σελ.85
Λίστα παραπομπών	σελ.89

Κεφάλαιο 1 .Περίληψη

Στην παραπάνω εργασία θα πάρουμε γνώσεις σχετικά με το θέμα της ελληνικής ναυτιλίας και πως αυτή εξελίσσεται τα τελευταία χρόνια καθώς και το πόσο σημαντική είναι για την οικονομία της χώρας. Η ελληνική ναυτιλία αποτελεί τον πυλώνα της ελληνικής οικονομίας καθώς μπορεί κανείς να δει και να κατανοήσει πως ο εν λόγω κλάδος βοηθάει την Ελλάδα να δραστηριοποιηθεί όχι μόνο στον τομέα αυτό αλλά και να αναπτύξει συστήματα ,τεχνολογίες και άλλους τομείς πάνω στους οποίους βασίζεται σε μεγάλο βαθμό η οικονομία της χώρας μας. Είναι λογικό όμως να έρθουμε σε περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία προκαλούνται από την χρήση καυσίμων τα οποία εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα δημιουργώντας σημαντικές εστίες μόλυνσης και ρύπανσης. Επιπλέον το νομοθετικό πλαίσιο και η ανοχή που δείχνουν μέχρι τώρα οι διεθνείς οργανισμοί πάνω στο συγκεκριμένο θέμα δείχνει να λιγοστεύει και τα περιθώρια στους περιορισμούς ρύπανσης να στενεύουν όλο ένα και περισσότερο. Αυτό μας αναγκάζει να στραφούμε σε λύσεις οι οποίες από την μια θα πρέπει να είναι προσιτές οικονομικά προκειμένου όλες οι ναυτιλιακές εταιρείες να μπορούν να ανταπεξέλθουν οικονομικά αλλά και θα καλύπτουν τις ανάγκες όλων εκείνων των περιορισμών που θέτουν οι διεθνείς οργανισμοί προκειμένου να εξασφαλίζεται η είσοδος των πλοίων σε οποιοδήποτε λιμάνι. Τέλος παρουσιάζουμε μια ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη η οποία έχει να κάνει με το προϊόν εκείνο το οποίο μας καλύπτει όλες εκείνες τις ανάγκες που παρουσιάζονται από περιβαλλοντική πλευρά αλλά και κατά πόσο αυτό μας συμφέρει οικονομικά.

1.2 Λέξεις κλειδιά:

Περιβάλλον, ενεργειακή συμπεριφορά, καύσιμα, ναυτιλία, κινητήρες πλοίων, οικονομοτεχνική ανάλυση

1.3 Εισαγωγή:

Η μελέτη που ακολουθεί έχει να κάνει σχετικά με την ελληνική ναυτιλία και το πώς μπορούμε να βελτιώσουμε τις συνθήκες που είδη επικρατούν σε θέματα ενέργειας και αποδόσεις στον κλάδο της. Είναι βασικό λοιπόν να εξετάσουμε τις αναβαθμίσεις που χρειάζεται η ναυτιλία σήμερα. Κατά την εξέλιξη της παρακάτω εργασίας θα δούμε ποια είναι τα κύρια προβλήματα που εμφανίζονται στο περιβάλλον μας λόγω ρύπανσης των πλοίων που κινούνται καθημερινά στις θάλασσες του αιγαίου. Είναι σημαντικό να αναλύσουμε τα καύσιμα τα οποία βρίσκουμε στο εμπόριο σήμερα αλλά και αυτά που χρησιμοποιούνται εδώ και καιρό εξαιτίας της παλαιότητας των κινητήρων. Το πόσο μολύνουν τα συγκεκριμένα καύσιμα και αν αυτά είναι κατάλληλα για χρήση σύμφωνα πάντα με την νομοθεσία της εκάστοτε περιοχής. Ακόμα σημαντικό είναι να δούμε το πόσο αποδοτικά είναι τα εν λόγω καύσιμα σε σχέση πάντα με την αγοραστική τους αξία και να τα συγκρίνουμε με νεότερες γενιές καυσίμων . Σημαντικό είναι να πούμε ότι η ελληνική ναυτιλία διαθέτει αρκετά παλιούς κινητήρες στα πλοία της και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πολλά από αυτά να χρησιμοποιούν καύσιμα που δεν παρέχουν την απαιτούμενη

απόδοση σε σχέση με τις ανάγκες που παρουσιάζεται με την πάροδο των χρόνων ειδικά στα επιβατικά πλοία. Επομένως είναι λογικό να εξετάσουμε το ενδεχόμενο αναβάθμισης ενός κινητήρα προκειμένου να μειώσουμε την κατανάλωση αυτού και ενδεχόμενος να εξετάσουμε την περίπτωση αλλαγής καυσίμου σε κάποιο περισσότερο αποδοτικό , λιγότερο ρυπογόνο και σχετικά φθηνότερο ή ίσης αξίας με το αρχικό καύσιμο που χρησιμοποιεί ο κινητήρας μας .

1.4 Σκοπός:

Ο σκοπός της εν λόγω εργασίας είναι να μελετήσουμε την συμπεριφορά των πλοίων στην ελληνική ακτοπλοΐα. Θα εξετάσουμε την απόδοση των κινητήρων που χρησιμοποιούνται στα πλοία σήμερα αλλά και το πώς μπορούμε να επέμβουμε σε αυτούς προκειμένου να πετύχουμε ενεργειακή αναβάθμιση με όσο το δυνατόν λιγότερες συνέπειες για το περιβάλλον. Κυρίαρχο μέλημα μας στην παρακάτω εργασία είναι να αποκομίσουμε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για την κατάσταση της ελληνικής ακτοπλοΐας σήμερα τόσο όσο αναφορά τα πλοία αλλά και την νομοθεσία που εφαρμόζεται στην χώρα μας. Επιπλέον θα μελετήσουμε τα καύσιμα τα οποία χρησιμοποιεί ένα πλοίο αλλά και κατά πόσο ρυπογόνα είναι η χρήση του καθένα. Τελικά θα εξετάσουμε το ενδεχόμενο αν είναι συμφέρουσα οικονομικά η τροποποίηση στον κινητήρα ενός πλοίου προκειμένου να έχουμε μεγαλύτερες αποδόσεις αλλά λιγότερους ρύπους και περισσότερη οικονομία στο θέμα αγορά καυσίμων.

Κεφάλαιο 2. Η ελληνική ναυτιλία

2.1 Η ελληνική ναυτιλία και η ελληνική τρέχουσα οικονομία

Η παγκόσμια οικονομική ύφεση συνεχίζεται μέχρι το 2017, ενώ οι συνθήκες της αγοράς είναι εξίσου δύσκολες με αυτές που παρατηρήθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες στους περισσότερους τομείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Μια σταθερή μέση παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη σε 3,1% για το 2016 αντικατοπτρίζει αποκλίσεις: πολιτικές, οικονομικές και εμπορικές πολιτικές αβεβαιότητες στις προηγμένες οικονομίες (π.χ. το σοκ Brexit, το πρόγραμμα εμπορικής πολιτικής) και τους ποικίλους ρυθμούς ανάπτυξης μεταξύ αναδυόμενων αγορών και αναπτυσσόμενων οικονομιών σε ασιατικές οικονομίες και την Ινδία, ασθενέστερη από ό, τι αναμενόταν σε ορισμένες χώρες της Λατινικής Αμερικής σήμερα σε ύφεση, όπως η Αργεντινή και η Βραζιλία, και η απότομη επιβράδυνση στην υποσαχάρια Αφρική) (Χαραλαμπίδης, 2016, σελ. 23).

Ωστόσο, το εμπόριο παγκοσμίως εμπορευμάτων το 2016 επιβραδύνθηκε ακόμη περισσότερο τόσο σε απόλυτες τιμές όσο και σε σχέση με τη συνολική οικονομική ανάπτυξη. Ο ρυθμός αύξησης του όγκου του παγκόσμιου εμπορίου το 2016 ήταν περίπου 2,3% - χαμηλότερος από τον μέσο όρο 3% ετησίως από το 2012 και λιγότερο από το ήμισυ του μέσου ρυθμού επέκτασης κατά τις τρεις τελευταίες δεκαετίες. Μεγάλο μέρος αυτής της υποτονικής ανάπτυξης του εμπορίου οφείλεται σε υποτονικές επενδυτικές δαπάνες σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες - ορισμένες από τις οποίες εξακολουθούν να ανακάμπτουν από τις παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές και ευρωπαϊκές κρίσεις του χρέους - καθώς και οι αναδυόμενες αγορές και οι αναπτυσσόμενες οικονομίες - λόγω των αδύναμων τιμών των βασικών εμπορευμάτων, χώρες που περιορίζουν την ικανότητά τους για κεφαλαιουχικές δαπάνες. Η επανεξισορρόπηση της Κίνας από τις επενδύσεις έντασης εισαγωγής και την αύξηση της κατανάλωσης και άλλες διαρθρωτικές αλλαγές, όπως η βραδύτερη ανάπτυξη των παγκόσμιων αλυσίδων αξίας και η αύξηση των προστατευτικών μέτρων και όχι η παγκοσμιοποίηση, συμβάλλουν επίσης στην επιβράδυνση του εμπορίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι μεταξύ του 1985 και του 2007, το παγκόσμιο εμπόριο αυξήθηκε κατά μέσο όρο δύο φορές πιο γρήγορα όσο το παγκόσμιο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ), ενώ τα τελευταία τέσσερα χρόνια, το έχει σχεδόν συμβαδίσει (Σαββοπούλου, & Τζωάννος, 2010, σελ. 156).

Ο ελληνικός στόλος έχει στρατηγικό ρόλο στη μεταφορά του εμπορίου και της ενέργειας σε πολλές περιοχές του κόσμου και της ΕΕ, η οποία βασίζεται στη διεθνή ναυτιλία για το 75% του εξωτερικού εμπορίου της. Ενάντια στη συρρίκνωση της εμπορικής δραστηριότητας, η παγκόσμια αύξηση του εμπορικού ισοζυγίου στο 2016 ήταν περίπου 2,6%. Η παγκόσμια ανάπτυξη του στόλου εκτιμάται σε περίπου 3%, ο βραδύτερος ρυθμός επέκτασής του από το 2003, με την κατεδάφιση των επιχειρήσεων - ειδικά σε εμπορευματοκιβώτια με μέση ηλικία κατεδάφισης 18 ετών - αντισταθμίζοντας τους σταθερούς όγκους παράδοσης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) εμφάνισε σημαντικά χαμηλότερο ρυθμό ανάπτυξης από εκείνες των ανταγωνιστών της, για παράδειγμα, την Ασία. Τα κέρδη των πλοίων στους περισσότερους ναυτιλιακούς κλάδους ήταν υπό πίεση, με τα δύο ορόσημα του 2016 να είναι ο δείκτης Baltic Dry Index φτάνοντας σε χαμηλό όλων των εποχών τον Φεβρουάριο

και την κατάρρευση της Hanjin Shipping στον τομέα των εμπορευματοκιβωτίων, το πρώτο μεγάλο εταιρικό ατύχημα για 30 χρόνια .

Η ναυλωμένη αγορά πετρελαιοφόρων σημείωσε επίσης πτώση το 2016, από την υγιή προηγούμενη χρονιά, κυρίως λόγω της αρνητικής ανισορροπίας του στόλου και της αύξησης του εμπορίου, ενώ οι εμπορευματικές μεταφορές εξακολούθησαν να υποχωρούν από το σκοτάδι του τέλους του προηγούμενου έτους, σχετικά με την περαιτέρω εδραίωση του τομέα. Με τα κέρδη των πλοίων στο κατώτατο σημείο των επιπέδων του κύκλου για τους περισσότερους ναυτιλιακούς τομείς, η παραγγελία νέων δυνατοτήτων κατασκευής σταμάτησε. Το 2016 σημείωσε συνολική μείωση της τάξης του 71% στην παραγγελία, με την αναθέτουσα δραστηριότητα να πέφτει στο χαμηλότερο επίπεδο σε διάστημα άνω των 30 ετών, τόσο σε αριθμητικό όσο και σε ποσοτικό επίπεδο, με εξαίρεση την παραγγελία πορθμείων κρουαζιερόπλοιων και επιβατών. Αντίθετα, οι εφοπλιστές παρουσίασαν ενδιαφέρον για την πώληση και την αγορά (S & P) στον κλάδο όπως η αγορά ξηρού φορτίου, όπου παρατηρήθηκε αύξηση κατά 24% της δραστηριότητας στην αγορά S & P (Danchev & Demian, 2015, σελ.18).

Το 2016 ήταν ένα ακόμη δύσκολο έτος τόσο για την ελληνική οικονομία όσο και για την ελληνική ναυτιλία. Οι καθυστερήσεις στις αξιοσημείωτες βελτιώσεις των οικονομικών μεγεθών της Ελλάδας, σε συνδυασμό με την επικρατούσα οικονομική αβεβαιότητα, προκάλεσαν ένα ζοφερό περιβάλλον για επενδύσεις στη χώρα. Οι έλεγχοι κεφαλαίου είχαν καταστροφικές συνέπειες για το ισοζύγιο συναλλαγματικών ισοτιμιών και ειδικότερα για τα εισοδήματα από τη ναυτιλία από τον Ιούλιο του 2015, όταν αυτά επιβλήθηκαν για πρώτη φορά. Το πρώτο εξάμηνο του 2016, τα έσοδα στην Υπηρεσία Ισοζυγίου Πληρωμών που προέρχονται από τις υπηρεσίες θαλάσσιων μεταφορών ήταν 3,60 δις €, μείωση 42,42%, σε σύγκριση με την αντίστοιχη περίοδο του 2015, που ήταν 6.420.000.000 €. Η ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία, η οποία ποτέ δεν ήταν μέρος της κρίσης χρέους του ελληνικού κράτους, αντιμετώπισε σημαντικές διαταραχές στις καθημερινές της δραστηριότητες λόγω των περιορισμών στις κινήσεις κεφαλαίων. Ένας σημαντικός αριθμός ναυτιλιακών επιχειρήσεων αναγκάστηκε να ανακατευθύνει τα κέρδη των πλοίων στο εξωτερικό, προκειμένου να εκπληρώσουν άμεσα και αποτελεσματικά τις διεθνείς οικονομικές ευθύνες τους. Σε θετικό επίπεδο, την περίοδο Ιουλίου - Δεκεμβρίου 2016, η εισροή ξένου νομίσματος από τις θαλάσσιες υπηρεσίες έφθασε τα € 4,22 δις., Δηλαδή αύξηση σχεδόν 20% σε σύγκριση με την ίδια περίοδο το 2015, η οποία ήταν 3,54 δις. Ευρώ. Συνολικά, η εισροή συναλλάγματος από τη ναυτιλία το 2016 ανήλθε σε 7,81 δισεκ. Ευρώ, σημειώνοντας μείωση 22% σε σύγκριση με την ίδια περίοδο το 2015, η οποία ήταν 9,97 δισεκ. Ευρώ. Στην πραγματικότητα, η εισροή ξένου νομίσματος από τις ναυτιλιακές υπηρεσίες τα τελευταία δύο χρόνια (2015-2016) μειώθηκε κατά 29,4% σε σύγκριση με τα έτη 2013-2014 λόγω της επίδρασης των ελέγχων κεφαλαίου (Det Norske Veritas, 2015).

Ωστόσο, παρά τις αρνητικές αυτές εξελίξεις, η ναυτιλία παραμένει ένας από τους δύο βασικούς παράγοντες της ελληνικής οικονομίας, καθώς εδώ και δεκαετίες συνέβαλε σταθερά στην ελληνική οικονομία με περισσότερους από έναν τρόπους, ενώ ταυτόχρονα αύξησε την εικόνα της Ελλάδας διεθνώς. Οι εισπράξεις από το ισοζύγιο πληρωμών υπηρεσιών από τις υπηρεσίες θαλάσσιων εκτιμώνται σε περίπου 136 δις. Ευρώ για τα έτη 2007-2016. Αυτό είναι 16% περισσότερο από τον άλλο σημαντικό οικονομικό τομέα της Ελλάδας, τον τουρισμό, ο οποίος συνέβαλε

περίπου 117 δισ. Ευρώ την ίδια δεκαετία. Η βιομηχανία απασχολεί περίπου 200.000 άτομα, ενώ η Ένωση Ελλήνων Εφοπλιστών (ΕΕΕ) έχει επανειλημμένα τονίσει τις δυνατότητες της βιομηχανίας να παρέχει περαιτέρω ευκαιρίες απασχόλησης σε Έλληνες υπηκόους για μια καριέρα στη θάλασσα μέσα σε ένα διεθνώς ανταγωνιστικό πλαίσιο.

Ενόψει των προαναφερθέντων αρνητικών παγκόσμιων και εγχώριων οικονομικών συνθηκών, η ελληνική ναυτιλία επέδειξε και πάλι την ανθεκτικότητα διατηρώντας την πρώτη θέση διεθνώς. Ο στόλος ανέρχεται σε 4.585 σκάφη (πλοία άνω των 1.000 gt) των 342.750.000 νεκρού βάρους τόνους (dwt) - μια αύξηση περίπου 0,5% από το προηγούμενο έτος - που αντιπροσωπεύουν 19.19% της συνολικής παγκόσμιας dwt και 48.29% του συνολικού στόλου της ΕΕ. Το 2016, το Ελληνικό Μητρώο αντιπροσώπευαν 759 πλοία (άνω των 1.000 gt) που ανέρχονται σε 42.380.000 gt. Ο στόλος με ελληνική σημαία κατατάσσεται στην έβδομη θέση διεθνώς και δεύτερος στην ΕΕ (σε όρους dwt). Επιπλέον, οι Έλληνες ιδιοκτήτες ελέγχουν το 27,76% του παγκόσμιου στόλου δεξαμενόπλοιων αργού πετρελαίου, το 21,53% του παγκόσμιου στόλου ξηρού φορτίου χύδην φορτίου και το 15,94% του παγκόσμιου στόλου δεξαμενόπλοιων χημικών και προϊόντων. Η ναυτιλία συνέβαλε σταθερά στην ελληνική οικονομία με περισσότερους από έναν τρόπους, ενώ παράλληλα, αύξησε την εικόνα της Ελλάδας διεθνώς. Ενάντια στη συρρίκνωση στη χρηματοδότηση του πλοίου και στις αγορές εμπορευμάτων, οι παραγγελίες νεότευκτων πλοίων ελληνικών συμφερόντων ανήλθαν σε 288 πλοία (άνω των 1.000 gt), που εκπροσωπούν 29.060.000 dwt από συνολικά 2.717 παραγγελίες των 192.660.000 dwt τοποθετούνται για νέα πλοία μέχρι το τέλος του 2016. Από αυτά 187 ήταν δεξαμενόπλοια που αντιστοιχούσαν σε 25,33% της παγκόσμιας χωρητικότητας (dwt) με παραγγελία, τα οποία περιελάμβαναν 49 δεξαμενόπλοια LNG / LPG που ανέρχονταν στο 19,21% της παγκόσμιας χωρητικότητας (dwt) κατόπιν παραγγελιών, 77 δεξαμενόπλοια ξηρού φορτίου χύδην που αντιστοιχούσαν στο 9,44% της παγκόσμιας χωρητικότητας dwt) κατόπιν παραγγελίας και 22 εμπορευματοκιβώτια που αντιστοιχούν στο 5.13% της παγκόσμιας χωρητικότητας (dwt) κατόπιν παραγγελίας.

Το ηλικιακό προφίλ της ελληνικής σημαία στόλου το 2016 ήταν 13,2 έτη και των ελληνικών συμφερόντων στόλος 11,3 χρόνια, ενώ ο μέσος όρος ηλικίας του παγκόσμιου στόλου ήταν 14,6. Η Ελλάδα παραμένει στον Λευκό Κατάλογο του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΔΝΟ) της Διεθνούς Σύμβασης για τους Ναυτικούς (STCW) της Παγκόσμιας Σύμβασης για τους Ναυτικούς (STCW), ενώ η ελληνική σημαία περιλαμβάνεται στη Λευκή Λίστα Μνημονίου Συμφωνίας του Παρισιού (Paris MOU) ένα από τα ασφαλέστερα στόλους παγκοσμίως με μόνο 0,76% του στόλου (με βάση τον αριθμό των πλοίων) ή 0,16% του στόλου (με βάση τη χωρητικότητα) εμπλέκονται σε μικροατυχήματα το 2016. Παρόλο που ο δρόμος προς την πλήρη ανάκαμψη αναμένεται να είναι μακρύς και δοκιμαστικός, υπάρχουν ενδείξεις ότι κάποια βελτίωση είναι πιθανή για το 2017, κυρίως λόγω της σταδιακής μείωσης του χάσματος μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Η παγκόσμια ανάπτυξη αναμένεται να είναι 3,4% το 2017, με αναμενόμενη αύξηση της οικονομικής δραστηριότητας στις αναδυόμενες αγορές και αναπτυσσόμενες οικονομίες και επεκτάθηκε όγκους θαλάσσιου εμπορίου, ενώ υπάρχουν και θετικές εξελίξεις στα πλευρά της προσφοράς βασικά με υψηλά επίπεδα της κατεδάφισης - ενόψει και της επικείμενης κανονιστικές απαιτήσεις-αρχίζουν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο . Πράγματι, σημειώθηκαν ήδη θετικές εξελίξεις στην αγορά ναύλων με την εγγραφή

του δείκτη ξηρού δείκτη της Βαλτικής τον Μάρτιο του 2017, αύξηση κατά 29% από την αρχή του έτους, που αντιπροσωπεύει αύξηση 324% από το χαμηλό της ρεκόρ τον Φεβρουάριο του 2016. Ωστόσο, , θα παραμείνει εύθραυστη υπό την επιφύλαξη ορισμένων παραγόντων: η αστάθεια του γεωπολιτικού περιβάλλοντος, οι πιθανές διαταραχές του εμπορίου και η παρεμπόδιση εμπορικών λωρίδων λόγω της περιφερειακής εξουσίας, η αύξηση του προστατευτισμού και ο κίνδυνος επακόλουθων εμπορικών πολέμων, η αύξηση του περιφερειακού χαρακτήρα, ιδίως όσον αφορά τα περιβαλλοντικά ζητήματα ο κίνδυνος υιοθέτησης μη ρεαλιστικών και αναποτελεσματικών κανονισμών, η αναχρηματοδότηση τραπεζικών συμβολαίων και το αυξημένο κόστος δανεισμού.

Με βάση τα παραπάνω, η ελληνική ναυτιλιακή κοινότητα, η οποία αποτελείται κυρίως από μικρές και μεσαίες ιδιωτικές εταιρείες και ενσωματώνει το αληθινό πνεύμα επιχειρηματικότητας, υποστηρίζει σταθερά την ύπαρξη ελεύθερου εμπορίου και πρόσβασης στις αγορές και ένα αποτελεσματικό διεθνές καθεστώς για μια ζωτική διεθνές βιομηχανία, όπως η ναυτιλία. Αντιπροσωπεύοντας τον μεγαλύτερο διεθνή εμπορικό στόλο στον κόσμο, ο ελληνικός στόλος έχει στρατηγικό ρόλο στη μεταφορά του εμπορίου και της ενέργειας σε πολλές περιοχές του κόσμου και της ΕΕ, η οποία βασίζεται στη διεθνή ναυτιλία για το 75% του εξωτερικού εμπορίου της και της οποίας αποτελεί αναπόσπαστο μέρος.

2.2 Η παρούσα κατάσταση της ελληνικής ναυτιλίας

Η ναυτιλία ελεγχόμενη από το ελληνικό συμφέρον συνέχισε την ανάπτυξή της, με τον αριθμό των ελληνικών ελεγχόμενων σκαφών να ανέρχονται σε 4.092 (πλοία άνω των 1.000 ακαθάριστων ποσοτήτων). Η ναυτιλία είναι δεύτερη μόνο μετά τον τουρισμό στην Ελλάδα, από οικονομική άποψη, συμβάλλοντας κατά 7% στο ΑΕΠ της χώρας και απασχολώντας πάνω από 190.000 ανθρώπους. Σε αντίθεση με άλλες βιομηχανίες στην Ελλάδα, ο οικονομικός κύκλος της ναυτιλίας παραδοσιακά ακολουθεί τις παγκόσμιες τάσεις που οφείλονται στις παγκόσμιες μεταφορικές ανάγκες και παραμένει σε μεγάλο βαθμό άθικτη από την οικονομική και πολιτική αστάθεια στην Ελλάδα. Παρόλο που οι χαμηλές τιμές του αργού πετρελαίου ενισχύουν τη χρήση του διυλιστηρίου, τα πράγματα δείχνουν μια πολύ αργή και οδυνηρή ανάκαμψη λόγω των δυσμενών εμπορικών συνθηκών, των μεγάλων παραγγελιών και της πίεσης για την καθυστέρηση των παραδόσεων(Χαραλαμπίδης, 2016, σελ. 62).

Η Ελλάδα διαθέτει επί του παρόντος τον μεγαλύτερο εμπορικό στόλο στον κόσμο, ενώ ο στόλος της ελληνικής σημαίας κατατάσσεται στην πέμπτη διεθνή και πρώτη στην ΕΕ όσον αφορά την DWT. Ο Ελληνικός έλεγχος περιλαμβάνει 4.092 πλοία διαφόρων κατηγοριών, με συνολικό ποσό 320.597.574 DWT και 188.904 GT. Ο στόλος που έχει καταχωρηθεί κάτω από τη σημαία της Ελλάδας έχει ελαφρώς μειωθεί, ο οποίος σήμερα περιλαμβάνει 809 πλοία 78.948.501 DWT και 46.049.729 GT. Οι Έλληνες πλοιοκτήτες, ωστόσο, κατέχουν την πρώτη θέση τόσο ως προς τη νέα χωρητικότητα όσο και ως προς την αξία του νέου στόλου, γεγονός που φέρνει τα πλοία ηλικίας πολύ κάτω από τον διεθνή μέσο όρο. Οι Έλληνες πλοιοκτήτες μετακινούνται σε πιο εξελιγμένους μεταφορείς ΥΦΑ, LPG, ανοικτά πλοία και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Υποστηρίζεται ότι οι πλοιοκτήτες με σημαντικά μερίδια αντιμετωπίζουν τώρα δυσκολίες. Το ζήτημα της επιλογής της κατάλληλης στιγμής και της σωστής τεχνολογίας για την αναβάθμιση των στόλων για

αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον διαδικασίες γίνεται όλο και πιο σημαντικό. Τα πλοία που ανήκουν στην Ελλάδα είναι νηολογημένα υπό διάφορες σημαίες (πλοία άνω των 1000 gt) και αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.1 Περιγραφή βασικών μεγεθών χωρητικότητας όγκου και νεκρού βάρους βάση των πλοίων από το 1988 έως και το 2017

Ημερομηνία		Πλοία	DW	GT
Μάρτιος	1988	2,487	85,047,436	47,269,018
Μάρτιος	1989	2,428	81,928,296	45,554,419
Φεβρουάριος	1990	2,426	84,439,159	46,580,539
Μάρτιος	1991	2,454	87,102,785	47,906,852
Μάρτιος	1992	2,688	98,218,176	53,891,528
Μάρτιος	1993	2.749	103,958,104	56,918,268
Μάρτιος	1994	3,019	120,650,373	66,342,046
Μάρτιος	1995	3,142	126,128,352	71,666,943
Μάρτιος	1996	3.246	129,737,336	75,156,763
Μάρτιος	1997	3,204	127,782,567	74,982,110
Φεβρουάριος	1998	3.358	133,646,831	78,900,843
Μάρτιος	1999	3,424	139,255,184	83,454,890
Μάρτιος	2000	3,584	150,966,324	90,227,491
Μάρτιος	2001	3.618	168,434,370	100,220,348
Μάρτιος	2002	3,480	164,613,935	98,195,100
Ενδέχεται	2003	3,355	171, 593, 487	103,807,860
Μάρτιος	2004	3,370	180,140,898	108,929,135
Μάρτιος	2005	3.338	182,540,868	109,377,819
Μάρτιος	2006	3.397	190,058,534	113,603,803
Φεβρουάριος	2007	3.699	218,229,552	129,765,470
Φεβρουάριος	2008	4,173	260,929,221	154,599,274
Φεβρουάριος	2009	4,161	263,560,741	156,214,619
Φεβρουάριος	2010	3.996	258,121,898	152,616,046
Μάρτιος	2011	3.848	261,675,981	153,128,919
Μάρτιος	2012	3.760	264,054,167	155,904,976
Μάρτιος	2013	3,677	265,336,520	155,988,384
Μάρτιος	2014	3.901	290,847,132	170,984,684

Μάρτιος	2015	4,057	314,456,451	184,063,875
Φεβρουάριος	2016	4,092	320.597.574	188,904,194
Μάρτιος	2017	4.085	328,763,767	192,430,519

Πηγή: (52)

Οι εκτεταμένες παράκτιες οδοί της Ελλάδας και η γεωγραφική της θέση έχουν παραδοσιακά χρησιμεύσει ως πύλη προς τα κεντρικά Βαλκάνια και τη Μέση Ανατολή, καθώς και ένα πέρασμα στη Μαύρη Θάλασσα. Αυτό δημιουργεί ευκαιρίες για αμερικανικές επιχειρήσεις και ζήτηση για υπηρεσίες θαλάσσιων μεταφορών και προϊόντα και υπηρεσίες με θαλάσσια εφαρμογή. Το λιμάνι του Πειραιά, που βρίσκεται δίπλα στην Αθήνα, χρησιμεύει ως πρωτεύουσα διασταύρωση μεταξύ Ανατολής και Δύσης. Η ελληνική κυβέρνηση άρχισε τον εκσυγχρονισμό του λιμένα το 2010 και το 2013 χορήγησε στην COSCO της Κίνας τη διαχείριση των εργασιών μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για 35 χρόνια με σύμβαση ύψους 4,3 δισ. Ευρώ. Επιπλέον, η COSCO επιλέχθηκε ως ο προτιμώμενος πλειοδότης για ποσοστό 67% στο Λιμενικό Πειραιά (OLP) για ποσό 368,5 εκατ. Ευρώ και η συμφωνία παραχώρησης, η οποία υπεγράφη στις 8 Απριλίου 2016, προχωράει ομαλά (Σαββοπούλου, & Τζωάννος, 2010, σελ.16).

Η Ελλάδα έχει επίσης πουλήσει 67% των μετοχών του Λιμένος Θεσσαλονίκης, στο οποίο η Deutsche Invest Equity Partners εξαγόρασε το 47% και η Belterra Investment, που ελέγχεται από τον Ελληνορώσο επιχειρηματία Ιβάν Ιγνατιέβιτς Σαββίδη, απέκτησε το 20%. Το Ταμείο Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας στην Ελλάδα (ΤΑΙΠΕΔ) σκοπεύει να ιδιωτικοποιήσει δέκα μικρότερων λιμανιών στην Ελλάδα λειτουργούν με τη μορφή των επιχειρήσεων, δηλαδή τα λιμάνια του Βόλου, Ραφήνας, Ηγουμενίτσας, Πάτρας, Αλεξανδρούπολης, Ηρακλείου, Ελευσίνας, Λαυρίου, Κέρκυρας και Καβάλας. Το HRAF κατέχει το 100% αυτών των λιμενικών εταιρειών, οι οποίες έχουν δικαιώματα εκμετάλλευσης μέχρι το 2042. Τα εγχώρια επιχειρηματικά συμφέροντα κυριαρχούν στον τομέα αυτό. Ωστόσο, ο ξένος ανταγωνισμός δραστηριοποιείται όλο και περισσότερο σε συνεργασία με ελληνικές εταιρείες. Ενώ τα συμφέροντα των Βρετανών και των Ολλανδών είναι ισχυρά, ο αμερικανικός ναυτικός εξοπλισμός και οι πάροχοι υπηρεσιών εξακολουθούν να αντιπροσωπεύονται καλά. Οι επιχειρήσεις των ΗΠΑ γνωρίζουν ότι οι Έλληνες πλοιοκτήτες συμμετέχουν προσωπικά στις περισσότερες αποφάσεις αγοράς. Αυτό ισχύει και για τους Έλληνες πλοιοκτήτες που ζουν και λειτουργούν εκτός της χώρας, επειδή συχνά επεξεργάζονται τις αποφάσεις τους μέσω των γραφείων τους και του εμπιστευμένου προσωπικού τους στην Ελλάδα (Danchev & Demian, 2015, σελ.17).

Εικόνα 2.1 Η αξία του ελληνικού στόλου σε σχέση με άλλων χωρών



Πηγή: (60)

Παρά την αναταραχή που προκάλεσε η παγκόσμια οικονομική κρίση, πολλές ελληνικές ναυτιλιακές εταιρείες φαίνεται ότι εξακολουθούν να διαθέτουν επαρκή ρευστότητα ώστε να μπορούν να εισέλθουν ξανά στην αγορά με ακόμα πιο σύγχρονα, μεγαλύτερα και πιο αποδοτικά σκάφη. Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα ελληνικά πλοία είναι νηολογημένα κάτω από 40 εθνικές σημαίες, με το 18% των πλοίων να φέρουν την ελληνική σημαία παγκοσμίως. Η ελληνική σημαία έχασε 62 πλοία το τελευταίο έτος. Οι σημαίες που απέκτησαν ελληνικά πλοία ήταν:

1. τα νησιά Marshal - 74
2. η Λιβερία - 31
3. η Κύπρος - 13 και
4. η Μάλτα - 4

Οι Έλληνες πλοιοκτήτες είναι οι κορυφαίοι πελάτες των ναυπηγείων παγκοσμίως αγοράζοντας τα πλοία τους από την Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, τη Γερμανία και, σε μικρότερο βαθμό, από τη Γαλλία και την Ιταλία. Καθώς η ναυτιλία στην Ελλάδα είναι κατά κύριο λόγο οικογενειακή επιχείρηση για τους Έλληνες, είναι μερικές φορές δύσκολο να γνωρίζουμε ποιοι είναι ακριβώς οι μεγαλύτεροι παίκτες

της βιομηχανίας. Αυτό μπορεί να συμβεί επειδή τα περιουσιακά στοιχεία των πλοιοκτητών μπορεί να διαχωριστούν ξαφνικά ή να συγχωνευθούν, αναδιατάσσοντας την εικόνα. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι είναι τα οικογενειακά ονόματα των πλοιοκτητών που είναι συνήθως γνωστά σε όλες τις ναυτιλιακές επιχειρηματικές κοινότητες και όχι τόσο τα ονόματα των εταιρειών μέσω των οποίων διαχειρίζονται οι στόλοι. Η Ελλάδα εξακολουθεί να είναι στην κορυφή της ναυτιλίας παγκοσμίως το 2016, ενώ 13 Έλληνες πλοιοκτήτες βρίσκονται μεταξύ των 100 πιο σημαντικών στον κλάδο. Η ελληνική ναυτιλία συνεχίζει να ηγείται του κόσμου, με την Ιαπωνία να έρχεται δεύτερη και την Κίνα τρίτη. Σύμφωνα με το "Lloyd's List one hundred", υπάρχουν δεκατρείς Έλληνες μεταξύ του καταλόγου των εκατό ισχυρότερων ανθρώπων στην παγκόσμια ναυτιλία (Det Norske Veritas, 2017).

2.3 Προοπτικές

Παρά το γεγονός ότι ελληνική βιομηχανία ναυτιλία επηρεάζεται από την παγκόσμια οικονομική συγκυρία, οι διεθνείς και εθνικές πολιτικές έχουν χαμηλή επίδραση στην ανάπτυξη του κλάδου και αυτό είναι αξιοσημείωτο μάλιστα (Θεοδωρόπουλος, et al., 2016). Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τους δείκτες που έχουν παρουσιαστεί μέχρι στιγμής και με βάση τις τελευταίες 6 εκθέσεις από την Τράπεζα της Ελλάδας για τη νομισματική πολιτική, συνάγεται το συμπέρασμα ότι η ναυτιλία αντιμετώπισε μια σημαντική αύξηση σε φορτία κυκλοφορίας για την περίοδο 2004-2015. Τα χρηματοοικονομικά έσοδα του ισοζυγίου τρεχουσών συναλλαγών παρουσίασαν θεαματική αύξηση σε ένα σύνθετο ετήσιο ποσοστό αύξησης της τάξης του 15% και ανήλθαν σε 18 δισεκατομμύρια ευρώ (Τράπεζα της Ελλάδας, Ιούνιος 2016). Ωστόσο, για την επόμενη περίοδο υπήρχαν εμφανή τα σημάδια μιας διόρθωσης, δεδομένου ότι η οικονομική κρίση που παρατηρήθηκε σε παγκόσμιο επίπεδο επηρέασε τις οικονομικές αγορές σε όλο τον κόσμο και η ύφεση ήταν αναπόφευκτη (Det Norske Veritas, 2015).

Λόγω των οικονομιών των χωρών δορυφόρων ή αλλιώς BRICS χώρες, το βάθος της ύφεσης δεν ήταν πολύ έντονο και δεν προκάλεσε σημαντικές ζημιές στη βιομηχανία. Εν τω μεταξύ, δύο άλλα σημαντικά γεγονότα ήταν σταθερά θετικά και η ανάκαμψη του κλάδου επιταχύνθηκε σημαντικά. Και τα δύο αυτά σχετίζονται με τη ναυπηγική βιομηχανία: Η πρώτη αφορά τις καθυστερήσεις στις παραδόσεις νέων πλοίων σε παγκόσμιο επίπεδο και η άλλη αφορά τη μείωση της παγκόσμιας χωρητικότητας του στόλου (Τράπεζα της Ελλάδας, Ιούνιος 2016). Παρά το γεγονός ότι η οικονομική ύφεση έχει επηρεάσει πολλές χώρες στον κόσμο και αρχίζει να επηρεάζει και τις εξαγωγές της Κίνας, το διεθνές εμπόριο έχει αρχίσει να ανακάμπτει. Το ίδιο συμβαίνει και στον τομέα της ναυτιλίας ως βιομηχανία η οποία συνδέεται άμεσα με το εμπόριο. Παρά το γεγονός ότι το 2015 ήταν μια δύσκολη χρονιά, από οικονομική άποψη, υπήρξε μια ισχυρή ανάκαμψη στην αγορά εμπορευματικών μεταφορών. Εκτός από τον πρώτο καιρό, σύμφωνα με το Δείκτη Θάλασσας, οι ναύλοι σημείωσαν μικρή μείωση αγγίζοντας περίπου το 3% το τέταρτο τρίμηνο του 2015 κυρίως στον τομέα των ξηρών και στα δεξαμενόπλοια, υπήρξε μια ικανοποιητική αύξηση για να αντιστραφεί η αρνητική εικόνα που είχε σχηματιστεί από τότε (Greiner, 2016).

Σύμφωνα με τα προβλεπόμενα - τάσεις σε αυτόν τον δείκτη, μια περαιτέρω αύξηση αναμένεται στον όγκο του θαλάσσιου εμπορίου σε όλο τον κόσμο και αυτό θα είναι κοντά και μπορεί να υπερβεί το 4,2% και ποσοστά ανάκτησης θα φέρουν

πίσω την κερδοφορία των ναυτιλιακών εταιρειών σε παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, η σημαντική αύξηση των παραγγελιών νέων πλοίων (που έχει παρατηρηθεί από τα μέσα του 2013) σε συνδυασμό με την επικείμενη αύξηση της δυναμικότητας μεταφοράς θα φέρει σημαντική αύξηση της προσφοράς και κατά συνέπεια θα εξισορροπήσει την παγκόσμια ζήτηση. Μια πιθανή εκδοχή ως σενάριο είναι πιθανό να συμβεί στα μέσα του 2018, σύμφωνα με την φυσική ακολουθία των νομοθεσιών της ζήτησης (Danchev & Demian, 2015, σελ.178).

Οι προοπτικές για την ελληνική ναυτιλία θεωρείται απόλυτα θετικό λόγω των ελληνικών συμφερόντων στόλων που είτε είναι υπό ελληνική σημαία ή υπό την σημαία ευκαιρίας και των οικονομικών εσόδων από τη μεταφορά διά θαλάσσης. Λεπτομερώς, σύμφωνα με την Τράπεζα της Ελλάδα, ο ελληνικός στόλος αντιπροσωπεύει το 43% της Ευρώπης και περισσότερο από το 15% του κόσμου. Επίσης εμφανίζει μια υψηλή συγκέντρωση των ακόλουθων κατηγοριών Σαββοπούλου, & Τζωάννος, 2010, σελ.34):

- ✓ δεξαμενόπλοια: το 25% του παγκόσμιου στόλου
- ✓ πλοία ξηρού φορτίου: 18% του παγκόσμιου στόλου
- ✓ Τα πλοία LNG: 6% του παγκόσμιου στόλου και
- ✓ πλοία εμπορευματοκιβωτίων: 7% του παγκόσμιου στόλου

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μόνο το 22% των ελληνικών συμφερόντων στόλων είναι υπό ελληνική σημαία, το οποίο μειώνεται κατά 10% σε σύγκριση με το αντίστοιχο ποσοστό που ίσχυε το 2013. Τέλος, ο ελληνικός στόλος είναι ο νεότερος και ο μέσος όρος ηλικίας του είναι μόλις 7.7 έτη (Τράπεζα της Ελλάδα, Ιούνιος 2014). Περαιτέρω, είναι επιτακτική ανάγκη η χώρα να αυξήσει τα έσοδα από τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών έτσι ώστε να επωφεληθεί η ελληνική οικονομία στο μέγιστο από τη θετική πορεία της ελληνικής ναυτιλίας. Ειδικότερα, η Ελλάδα εισπράττει για κάθε dwt του στόλου της μόλις 60 ευρώ, ενώ η Γερμανία συλλέγει 178 ευρώ ανά dwt. Ο λόγος είναι ότι οι Έλληνες πλοιοκτήτες ειδικεύονται στην μεταφορά πετρελαίου και των προϊόντων του και στερεών όγκων, και έτσι προτιμούν τις βραχυπρόθεσμες συμβάσεις, που δεν φέρουν την αναμενόμενη απόδοση στην ελληνική οικονομία. Από την άλλη πλευρά, οι Γερμανοί εξειδικευμένοι σε εμπορευματοκιβώτια, προτιμούν να συνάψουν μακροχρόνιες συμβάσεις που συμβάλλουν σχεδόν τρεις φορές περισσότερο στη δική τους οικονομία (Χαραλαμπίδης, 2016, σελ. 98).

Κεφάλαιο 3. Ρύπανση από την ναυτιλία

3.1 Ναυτιλία-ρύπανση

Είναι ευρέως γνωστό ότι μεγάλο μέρος της σημερινή ελληνικής οικονομίας είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τον τουρισμό, αλλά και την εμπορική ναυτιλία. Η Ελλάδα παραδοσιακά εντάσσεται μέσα στις κυρίαρχες ναυτικές δυνάμεις του κόσμου. Αυτό οφείλεται κυρίως στη γεωπολιτική θέση της Ελλάδας, καθώς τα λιμάνια της αποτελούν πόλους έλξης, τόσο για εμπορικούς, όσο και τουριστικούς σκοπούς.

Είναι φυσικό επακόλουθο ένα κράτος με ανεπτυγμένη ναυσιπλοΐα να αντιμετωπίζει προβλήματα ρύπανσης, λόγω της παρατεταμένης κινητικότητας των πλοίων στα πελάγη του. Σε παγκόσμια κλίμακα, πέραν του τοπικού επιπέδου, οι αέριοι ρύποι συμβάλλουν στην δημιουργία πολλών προβλήματα όπως την τρύπα του όζοντος και τις κλιματικές αλλαγές, στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων σε παράκτιες περιοχές, καθώς και στα οικοσυστήματα. Η ρύπανση από την παγκόσμια ναυτιλία συνιστά αξιοσημείωτο ποσοστό της συνολικής ρύπανσης του πλανήτη. Οι εκπομπές ρύπων ανέρχονται περίπου στο 1 δισεκατομμύριο τόνους ανά χρόνο που σημαίνει ότι καταλαμβάνουν το 3% παγκόσμιας ρύπανσης και 4% των παγκόσμιων εκπομπών ρύπων στους οποίους οφείλεται, μεταξύ άλλων, και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα, κατά την διάρκεια της λειτουργίας ενός κινητήρα πλοίου που χρησιμοποιεί μαζούτ ή πετρέλαιο, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα σωματίδια (PM), οξειδία θείου (SO_x) και αζώτου (NO_x), αλλά και μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Πόρισμα που προέκυψε από έρευνα (Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης και του Ερευνητικού Κέντρο Ενεργειακής Διοίκησης (Research Centre for Energy Management στο ESCP Europe Business School)), καταδεικνύει τις ετήσιες κρατικές δαπάνες για τις επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων πλησίον των λιμανιών που είναι συχνά επισκεπτόμενα από κρουαζιερόπλοια, ανέρχεται στα 24,3 δισεκατομμύρια ευρώ.

Είναι, λοιπόν, λογικό να εφαρμόζεται διεξοδικός έλεγχος των εκπομπών που προέρχονται από ένα πλοίο. Αυτός ο έλεγχος πραγματοποιείται από οργανισμούς, όπως είναι η MARPOL. Οι συγκεκριμένοι οργανισμοί, όπως είναι φυσικό, δεν ασχολούνται με μεμονωμένα περιστατικά ρύπανσης, αλλά με το σύνολο των φαινομένων ρύπανσης, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την όξινη βροχή. Σε συγκεκριμένο παράρτημά (IV της MARPOL του 1997) γίνεται λόγος για περιορισμό των ατμοσφαιρικών ρύπων που εντοπίζονται στην ατμόσφαιρα και προέρχονται από καυσαέρια πλοίων. Με τον προαναφερθέντα κανονισμό έχουν σημειωθεί προσπάθειες ρύθμισης των οξειδίων του θείου (SO_x), του αζώτου (NO_x), καθώς και ουσιών που καταστρέφουν το όζον (ODS). Στο ίδιο πλαίσιο, ο εν λόγω κανονισμός αφορά στην ελεγχόμενη εκροή πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) κυρίως για δεξαμενόπλοια.

3.2 Παραγωγή Οξειδίων του θείου περιορισμοί και οικονομικά μειονεκτήματα στην ναυτιλία

Οξειδία θείου ονομάζουμε όλες εκείνες τις χημικές ενώσεις που περιλαμβάνουν άτομα θείο (S) και οξυγόνο(O) στο μόριο τους και δεν απαντούν ελεύθερα στην ατμόσφαιρα . Ανάλογα με τις ποσότητες ατόμων οξυγόνου σε αναλογία με αυτές του θείου, έχουν διαφορετικές ονομασίες όπως υποοξειδία του θείου (S₂O), μονοοξειδία του θείου (SO), διοξειδίο του θείου (SO₂), τριοξειδίο θείου (SO₃) και υπεροξειδία του θείου (SO₃ +x). Ο κυρίως έλεγχος που στοχεύει στις εκπομπές οξειδίων θείου που προέρχονται από ένα πλοίο, δεν αφορά μόνο στον κινητήρα του πλοίου αλλά και όλες εκείνες τις μηχανές ,εξοπλισμό και συσκευές καύσης που χρησιμοποιεί το πλοίο προκειμένου να λειτουργήσει. Στις βοηθητικές αυτές μηχανές του πλοίου περιλαμβάνονται μηχανήματα, λόγου χάρη λέβητες και γεννήτριες αερίου. Οι έλεγχοι αυτοί χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες η πρώτη ισχύει για περιοχές (ECA) ή περιοχές ελέγχου εκπομπών και άλλες που γίνονται εκτός των οριοθετημένων αυτών περιοχών. Οι έλεγχοι αυτοί πραγματοποιούνται ,σε πρώτη φάση, στα καύσιμα θέτοντας όρια στην μέγιστη ποσότητα θείου (SO_x) που πρέπει αυτά να περιλαμβάνουν πριν φορτωθούν στο καράβι, και ,σε δεύτερη φάση, αφότου τα καύσιμα έχουν ήδη αποθηκευτεί στις δεξαμενές του πλοίου . Σύμφωνα, επομένως, με τον κανονισμό αυτό το θείο στα καύσιμα έχει πάρει την τιμή 3,50% από 4,50% πριν το 2012 .Οι τιμές περιεκτικότητας θείου στα καύσιμα έχουν μειωθεί προκειμένου να φτάσουν μέχρι και 0,50% από τις αρχές του 2020 αφού πρωτίστως ολοκληρωθεί σχετική μελέτη που εκτιμάται να ολοκληρωθεί μέχρι το 2018. Σήμερα οι εκπομπές θείου στην ατμόσφαιρα στις περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs) αγγίζουν το 0,10% με το όριο να καθορίζεται στην 1 Ιανουαρίου του 2015. Οφείλουμε ,φυσικά, να αναφέρουμε ότι οι εκπομπές (SO_x) δεν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η πτώση της ποσότητας του θείου στα καύσιμα επηρεάζει αρνητικά μεγάλο μέρος του θαλάσσιου εμπορίου και αυξάνει μέρος του από την ξηρά, γεγονός που σηματοδοτεί υψηλότερη τιμή στην τελική αγορά προϊόντων.

3.3 Αποτελέσματα και περιορισμοί από την παραγωγή οξειδίων του αζώτου

Η ρύπανση που προκαλείται εξαιτίας των οξειδίων του αζώτου είναι μια από τις σημαντικότερες και πιο δραστικές. Κάνοντας λόγο για τα οξειδία του αζώτου (NO_x) εννοούμε την ένωση του μονοοξειδίου του αζώτου (NO) και διοξειδίου του αζώτου(NO₂) που συναντάται στην ατμόσφαιρα. Είναι ένας από του κύριους παράγοντες που συντείνουν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής . Η παραγωγή του οξειδίου του αζώτου από τον άνθρωπο προκαλείται κυρίως μέσω εκπομπών αέριων ρύπων από εργοστάσια, οικιακή χρήση (θέρμανση χώρου κατοικίας) και ,φυσικά, από κινητήρες οχημάτων, οι οποίοι χρησιμοποιούν σαν καύσιμη ύλη πρωτίστως ορυκτά όπως βενζίνη, πετρέλαιο και γαιάνθρακα. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο άνθρωπος κατέχει το 10% της παγκόσμιας παραγωγής του οξειδίου του αζώτου, ενώ τα υπόλοιπα προέρχονται από ηλεκτρικές εκκενώσεις ,από ηφαιστειακές εκρήξεις ,μέσω της δράσης βακτηρίων στο έδαφος, καθώς και από τις φωτοχημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε υψηλότερα ατμοσφαιρικά στρώματα. Οι βασικές επιδράσεις που έχουν τα οξειδία του αζώτου στο περιβάλλον είναι ότι συντελούν στην καταστροφή της λωρίδας του όζοντος που κρίνεται υπεύθυνη για την συγκράτηση της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου, καθώς σε αυτήν οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης οι συγκεκριμένοι

ρύποι καθίστανται υπεύθυνοι για την όξινη βροχή, εξαιτίας της οποίας έχουμε αλλαγές στο ΡΗ του εδάφους, με επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των δασών και, κατά συνέπεια, ολική απώλεια καλλιεργειών, διαταραχή στην τροφική αλυσίδα και στο σύνολο του οικοσυστήματος. Εύλογο είναι ότι οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται από τα πλοία, καταναλώνουν, στο μεγαλύτερο μέρος, ορυκτά καύσιμα πράγμα που εντείνει στην απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Είναι φυσικό επακόλουθο λοιπόν να υπάρχει έλεγχος στις εκπομπές των συγκεκριμένων σωματιδίων. Σύμφωνα με το παράρτημα VI της MARPOL , τα πλοία τα οποία έχουν κατασκευαστεί από την 1 Ιανουαρίου του 2011 και καταναλώνουν ντίζελ βαθμίδας II θα πρέπει να μειώνουν σταδιακά τους ρύπους (NOx). Τα πλοία που έχουν κατασκευαστεί από την 1 Ιανουαρίου του 2016 έχουν αυστηρότερες προϋποθέσεις, ανήκουν στην βαθμίδα III και κινούνται μέσα στις (ECAs). Ωστόσο οι μηχανές οι οποίες έχουν εγκατασταθεί μετά το 1990 και πριν το 2000 καλούνται να συμμορφωθούν σύμφωνα με τα πρότυπα της βαθμίδας I.

Εικόνα 3.1 : Όξινη βροχή



Πηγή: (61)

3.4 Ο ρόλος των χλωροφθορανθράκων στο πλοίο και η μόλυνση που προκαλούν

Οι χλωροφθοράνθρακες, γνωστοί και ως φθοροχλωράνθρακες, είναι οργανικές χημικές ενώσεις οι οποίες περιέχουν κυρίως άνθρακα ,φθόριο και χλώριο και σε μερικές περιπτώσεις, υδρογόνο και βρώμιο. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως ψυκτικά γνωστά και ως «φρέον», ως προωθητικά αέρια αερολυμάτων (αεροζόλ) και ως διαλύτες. Με την πάροδο των χρόνων οι χλωροφθοράνθρακες τείνουν να αντικατασταθούν από τους υδροφθοράνθρακες, κάποια είδη υδρογονανθράκων και διοξείδιο του άνθρακα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι χλωροφθοράνθρακες (ODS) καταστρέφουν το όζον με αποτέλεσμα να συμμετέχουν

στην δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. αποτελούνται από τους (CFC) και halons οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στα συστήματα πυρόσβεσης και ψύξης του πλοίου. Στο παρελθόν έχει σημειωθεί επί μάταιο προσπάθεια αντικατάστασης των (CFC) με (HCFC), διότι και οι δεύτεροι έχουν χαρακτηριστεί ως εξίσου επιβαρυντικές ουσίες για το περιβάλλον. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση και χρήση εξοπλισμών που περιλαμβάνουν (CFC) και halons από την 19 Μαΐου του 2005, ενώ αντίστοιχα από την 1 Ιανουαρίου του 2000 δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση και χρήση (HCFC) σε νέα πλοία.

3.5 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC)

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις ή (Volatile Organic Compounds) χαρακτηρίζονται όλες εκείνες οι οργανικές ενώσεις, που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα με την μορφή αερίων αλλά υπό κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας θα ήταν στερεά ή υγρά. Πιο συγκεκριμένα οι οργανικές ενώσεις οι οποίες έχουν τάση να ατμοποιηθούν σε θερμοκρασία (20C°) βαθμούς κελσίου και πίεση μικρότερη των (1,33×10⁻⁴MP) και μεγαλύτερη των (0,09MP). Ο παραπάνω ορισμός όμως αφήνει πολλές οργανικές ενώσεις εκτός από τις (VOC), οι οποίες βλάπτουν σημαντικά το περιβάλλον. Για το λόγο αυτό έχουμε δεχτεί ότι όλες εκείνες οι οργανικές ενώσεις οι οποίες περιέχουν άνθρακα εκτός φυσικά από τον στοιχειώδη άνθρακα (CO,CO₂) που συναντώνται στην ατμόσφαιρα, ανήκουν στις (VOC). Οι πτητικές οργανικές ενώσεις προκύπτουν κυρίως σαν ρύποι διαλυτών, είναι υλικά για επιστρώσεις όπως χρώματα, σιτάρι και μελάνι όπου πολλές φορές γίνονται αισθητά με την όσφρηση. Επίσης η εξόρυξη και η επεξεργασία του πετρελαίου για την δημιουργία απλούστερων καυσίμων είναι μια σημαντική πηγή πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC). Οι κυρίαρχες πηγές (VOC) είναι οι εξής ρύποι που προέρχονται από την καύση βενζίνης, ξυλάνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου αλλά και Διαλυτών και χρωμάτων. Οι επιπτώσεις οι οποίες παρουσιάζονται από τους συγκεκριμένους ρύπους είναι επιβλαβής άμεσα όχι μόνο για το φυσικό περιβάλλον και την ατμόσφαιρα αλλά και για την υγεία των ανθρώπων. Όσο αναφορά την ατμόσφαιρα τα προβλήματα τα οποία προέρχονται από την ρύπανση των (VOC) είναι τα εξής:

- Καταστροφή όζοντος στην ατμόσφαιρα
- Παραγωγή όζοντος μέσο φωτοχημικών ενώσεων κοντά στο φλοιό της γης
- Συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Είναι επιβλαβείς σε καλλιέργειες και φυτά
- Δημιουργία φωτοχημικού νέφους

Φυσικά όπως αναφέραμε και προηγουμένως είναι πολύ επιβλαβείς για την υγεία μας, δημιουργούν σημαντικά προβλήματα όπως καρκινοπαθείς παθήσεις εξαιτίας της τοξικότητάς τους. Είναι απολύτως λογικό λοιπόν οι παραπάνω εκπομπές να περιορίζονται σύμφωνα με συγκεκριμένους κανονισμούς και ελέγχους οι οποίοι έχουν να κάνουν με το μέγεθος των πλοίων και το φορτίο και πραγματοποιούνται κυρίως σε λιμάνια και ειδικά διαμορφωμένους τερματικούς σταθμούς. Βασικό λοιπόν είναι να γίνεται ελεγχόμενα η παραγωγή ατμών των οποίων η προέλευση γίνεται από το φορτίο το οποίο βρίσκεται στις δεξαμενές του πλοίου. Σε πλοία τα οποία μεταφέρουν αργό πετρέλαιο για εμπορικούς σκοπούς είναι απαραίτητο το σχέδιο διαχείρισης πτητικών οργανικών ενώσεων.

Εικόνα 3.2 : Φαινόμενο του θερμοκήπιου – αλλαγή της θερμοκρασίας του πλανήτη



Πηγή : (62)

3.6 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Τι είναι το διοξείδιο του άνθρακα

Διοξείδιο του άνθρακα ονομάζουμε τον ομοιοπολικό δεσμό ο οποίος συνδέει δύο άτομα οξυγόνου με ένα άτομο άνθρακα. Είναι ένα αέριο το οποίο περιέχεται στην γήινη ατμόσφαιρα, τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι άοσμο σε μικρή συγκέντρωση, άχρωμο και άγευστο. Εντάσσεται στα αέρια του θερμοκηπίου όταν αυτό βρίσκεται σε κανονικές συνθήκες όσον αφορά την πίεση και την θερμοκρασία του αερίου.

Η παραγωγή του (CO₂) γενικά γίνεται συνήθως από την καύση ορυκτών καυσίμων όπως είναι (η βενζίνη ,το πετρέλαιο ,το φυσικό αέριο ,το κάρβουνο) ακόμα και από την καύση(ξύλου, πλαστικών και οργανικών ενώσεων), από την έκρηξη ηφαιστειών αλλά και από θερμές πηγές και από την διάσπαση πετρωμάτων υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα. Μπορούμε επίσης να το συναντήσουμε με την μορφή ανθρακικού άλατος όπως είναι ο ασβεστίτης ,μαγνητίτης, δολομίτης και σιδηρίτης. Επιπλέον η παραγωγή του οφείλεται σε ένα βαθμό και στην αναπνοή ζώων και φυτών. Τα καυσαέρια κατέχουν πρωταρχικό ρόλο στην ανθρώπινη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ανήκει στα αέρια του θερμοκηπίου (GHG).

3.6.1 Περιορισμοί στην παραγωγή του CO₂ στην ναυτιλία

Ακριβέστερα το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί ένα από τους βασικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στην δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω της ποσότητας που αυτό παράγεται. Στα καυσαέρια των πλοίων οφείλεται ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου ποσοστού (CO₂) που παράγεται διεθνώς. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο έχει θεσπιστεί κανονισμός ο οποίος αναφέρει ότι στην 1/1/2018 πλοία άνω των 5.000 τόνων (μικτού βάρους) τα οποία χρησιμοποιούνται για εμπορικούς σκοπούς και έχουν πρόσβαση στα λιμάνια της ΕΕ θα πρέπει να μετρούν το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο παράγουν προκειμένου να επέλθει μείωση. Ο παραπάνω κανονισμός έχει σκοπό την μείωση του (CO₂) στην ατμόσφαιρα μέχρι και 40% από την χρονιά του 2005. Συνάμα θα δημιουργηθούν προγράμματα εμπορίας ρύπων για τα πλοία τα οποία υπερβαίνουν τα όρια παραγωγής ρύπων.

Είναι σημαντικό εδώ να αναφέρουμε κάποια μετρά τα οποία είναι σημαντικά για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Τεχνικά

Ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά μέτρα τα οποία μπορεί να μας επιφέρει σημαντική μείωση στους ρύπους είναι ο (EEID) Σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης. Ο συγκεκριμένος δείκτης διαμορφώνεται διαφορετικά ανάλογα το μέγεθος του πλοίου την δυνατότητα μεταφοράς φορτίου του και τον τύπο του εν λόγω πλοίου. Σταδιακά ο (EEID) αποκτά τεχνολογική εξέλιξη η οποία είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη όλων των τεχνολογικών παραγόντων του πλοίου μέσα στους οποίους βρίσκεται η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων αλλά και η μείωση των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Λειτουργικά

Η ενεργειακή επίδοση του πλοίου είναι μέγιστης σημασίας για το λόγο αυτό υπάρχει σχετικό πλάνο το οποίο αφορά σε αυτήν και ονομάζεται (SEEMP) Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Επίδοσης του Πλοίου. Επιπλέον προτείνεται σχετικός δείκτης σύμφωνα με τον οποίο επιτυγχάνονται σημαντικές βελτιώσεις στο κομμάτι των ενεργειακών επιδόσεων και ονομάζεται Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΕΕΟΙ). Συχνά εφαρμοζόμενη λειτουργική μέθοδος είναι η μείωση της ταχύτητας στα πλοία προκειμένου να εξασφαλίσουμε την μείωση των ρύπων χωρίς κόστος. Η συγκεκριμένη μέθοδος φυσικά είναι άμεσα εξαρτώμενη από τους ανθρώπους οι οποίοι έχουν ναυλώσει το πλοίο και τις χρονικές απαιτήσεις τις οποίες θέτουν για την παράδοση του φορτίου.

3.7 Οι κατηγορίες των λυμάτων του πλοίου

Ένα πλοίο, όπως έχει προαναφερθεί, ρυπαίνει σε μεγάλο βαθμό, εξαιτίας της καύσιμης ύλης που χρησιμοποιεί. Είναι σημαντικό όμως να υπογραμμιστεί ότι η ρύπανση που προέρχεται από ένα πλοίο, δεν οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στον κινητήρα του αλλά και σε άλλες δραστηριότητες που άλλοτε σχετίζονται λιγότερο και άλλοτε περισσότερο με αυτόν. Αυτό μας οδηγεί στο να κατηγοριοποιήσουμε τα απόβλητα ενός πλοίου όπως είναι ο καθαρισμός των δεξαμενών καυσίμου «sludge» ,σκουπίδια «garbage»,υπολείμματα καυσίμων , κατάλοιπα μηχανοστασίου «bilge sludge» ,καυσαέρια «air emissions» ,θαλάσσιο έρμα «water ballast» ,Ύφαλο χρώματα «coatings» και από κατάλοιπα πετρελαίωσης «black grey–gray water» τα τελευταία χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες

- Λύματα : υγρά αποχετεύσεων και ιατρείων του πλοίου,
- Υδάτινο φαιόχρωμα :απόβλητα χωρών εστίασης και πλυντηρίων

Τα πρώτα μετά από κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να απορριφθούν στην θάλασσα με συγκεκριμένους κανονισμούς ταχύτητας και απόστασης από την στεριά, για το υδάτινο φαιόχρωμα δεν υπάρχει κανονισμός ο οποίος να καλύπτει την ρίψη των συγκεκριμένων αποβλήτων τα οποία αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό υγρών αποβλήτων από τα κρουαζιερόπλοια.

Τα βασικότερα είδη καταλοίπων πετρελαίου χωρίζονται σε δύο διαφορετικές κατηγορίες τα βαρεία γνωστά και ως (Sludge) και τα ελαφρά κατάλοιπα (Bilge). Τα προηγούμενα προέρχονται από την καύση πετρελαίου , αποβλήτων μηχανοστασίου και από τον καθαρισμό των δεξαμενών φορτίου. Ύστερα τα λύματα αυτά δέχονται συγκεκριμένη κατεργασία στο πλοίο και έπειτα αφού θεωρηθούν κατάλληλά μπορούν να απορριφθούν. Για τα εν λόγω λύματα δεν επιτρέπεται σε καμία περίπτωση η απόρριψη τους σε περιοχές της μεσογείου (MARPOL). Ενδιαφέρων παρουσιάζουν η ποσότητες των απορριμμάτων αυτών καθώς αυτά ανέρχονται στους 49 τόνους για ένα ταξίδι μιας εβδομάδας που αυτό σημαίνει 6 τόνους ανά 100 ώρες.

3.8 Θαλάσσιο έρμα – ερματισμός

Ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο στην ναυσιπλοΐα το οποίο επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τα απόβλητα που προκαλούνται από της σημερινής τεχνολογίας πλοία, είναι το θαλάσσιο έρμα (Ballast Water). Το έρμα χωρίζεται σε δύο ειδών κατηγορίες στο σταθερό –μόνιμο το οποίο αναφέρεται σε βαρέως τύπου υλικά όπως μεταλλικά βάρη και τσιμέντο τα οποία τοποθετούνται στον πυθμένα του πλοίου και το προσωρινό το οποίο τοποθετείται στον διπύθμενα του πλοίου και αποτελείται κατά κύριο λόγο από θαλασσινό νερό. Τα πλοία προκειμένου να εξασφαλίσουν την σωστή ισορροπία και να πετύχουν τις κατάλληλες συνθήκες πλεύσεις για αυτά, ακολουθούν μια συγκεκριμένη τακτική γεμίζουν τις δεξαμενές τους με θαλασσινό νερό από την περιοχή (λιμάνι) την οποία φεύγουν και το απορρίπτουν στην περιοχή (λιμάνι) την οποία φτάνουν. Το βάρος του έρματος πρέπει να είναι περίπου ίσο με το 1/3 του βάρους του συνολικού φορτίου μεταφοράς. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε νέο ταξίδι και το νερό το οποίο απορρίπτουν τα πλοία ονομάζεται θαλάσσιο έρμα. Κάθε χρόνο υπολογίζεται ότι μεταφέρονται περίπου 3-5 δισεκατομμύρια τόνοι θαλάσσιου έρματος στο οποίο περιέχονται μεγάλες ποσότητες φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν αλλά και ποικιλία μικροοργανισμών. Είναι λοιπόν λογικό το θαλάσσιο έρμα να αποτελεί αναμφισβήτητα ένα μεγάλο οικολογικό πρόβλημα. Οι οργανισμοί αυτοί πολλές φορές δεν επιβιώνουν μέχρι και το τέλος του ταξιδιού κάποιοι άλλοι δεν καταφέρνουν να προσαρμοστούν στο νέο τους περιβάλλον. Φυσικά υπάρχουν και ισχυρότεροι μικροοργανισμοί οι οποίοι όχι μόνο επιβιώνουν αλλά ζουν σε βάρος κάποιων άλλων τοπικών μικροοργανισμών αλλάζοντας έτσι την λειτουργία του θαλάσσιου οικοσυστήματος.

Είναι λοιπόν λογικό να δημιουργηθούν κανονισμοί μέσω του Διεθνούς Οργανισμού Ναυσιπλοΐας οι οποίοι έχουν σαν σκοπό να μετριάσουν το πρόβλημα. Μέσο του Διεθνή οργανισμού ναυσιπλοΐας γίνεται προσπάθεια θέσπισης κανόνων και νόμων σε διεθνές επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα έχουν αναπτυχθεί τεχνικές και τεχνολογίες για την επεξεργασία και καταστροφή του, την απομάκρυνση των αλλόχθονων οργανισμών μέσω του «International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water & Sediment» που εκδόθηκε πρώτη φορά τον Φεβρουάριο του 2004

Εικόνα 3.3 : Θαλάσσιο έρμα



Πηγή : (63)

3.9 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ

Με βάση τα παραπάνω καθίσταται απαραίτητη η επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος προκειμένου να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις μας για την διαφύλαξη του περιβάλλοντος. Υπάρχουν δύο είδη επεξεργασίας των αποβλήτων και είναι οι εξής:

A) Είναι η επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος στο λιμάνι .

B) Η επεξεργασία του πάνω στο πλοίο.

Στην πρώτη περίπτωση γίνεται εναπόθεση του θαλάσσιου έρματος σε κατάλληλες δεξαμενές στο λιμάνι προορισμού του πλοίου με απώτερο σκοπό την αποστολή τους στο λιμάνι αναχώρησης.

Η επεξεργασία του θαλάσσιου έχει δύο υποκατηγορίες η πρώτη είναι η επεξεργασία κατά την αναχώρηση όπου στο λιμάνι αναχώρησης το θαλάσσιο έρμα φιλτράρεται μέσα από ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις οι οποίες το καθαρίζουν και γίνεται εκ νέου η εισαγωγή τους πίσω στο πλοίο όταν γίνει ο απόπλους. Δεύτερον το θαλάσσιο έρμα αποθηκευμένο σε κατάλληλα διαμορφωμένες δεξαμενές επιστρέφει στο λιμάνι αναχώρησης χωρίς να έχει γίνει εναπόθεση στο λιμάνι προορισμού.

Στην δεύτερη περίπτωση η επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος γίνεται στο πλοίο με διάφορους τρόπους όπως:

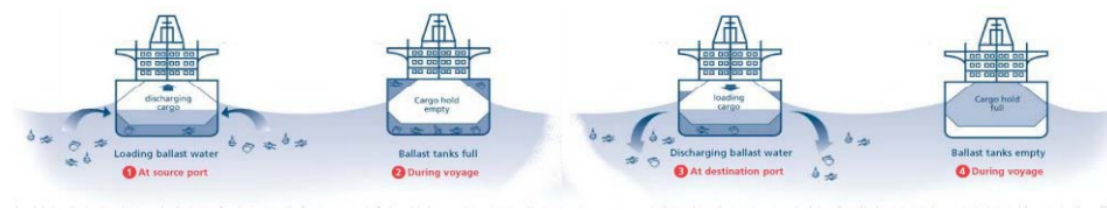
- I. **Ανταλλαγή θαλάσσιου έρματος**, με την διαδικασία της συνεχόμενης μεθόδου όπου οι δεξαμενές του πλοίου που περιέχουν το θαλάσσιο έρμα

ανατροφοδοτούνται με θαλασσινό νερό και η μέθοδος συνεχόμενης ροής όπου υπάρχει έξοδος φορτίου μέχρι ένα συγκεκριμένο σημείο και επαναφορά-επανάκτηση του χαμένου θαλασσινού νερού,

- II. **Διαχωρισμός βασικών ουσιών**, η παραπάνω τεχνική περιλαμβάνει σύστημα διήθησης και διαχωρισμό ουσιών με την βοήθεια της μηχανήματος φυγοκέντρωσης (λαβάλ) όπου γίνεται διαχωρισμός των ουσιών σύμφωνα με το βάρος τους και την πυκνότητα τους,
- III. **Κυρίως διαχωρισμός ουσιών**, η παραπάνω διαδικασία γίνεται με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους οι συνηθέστεροι είναι η θερμική επεξεργασία , μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας , από υπέρηχους, του μαγνητικού και ηλεκτρικού τόξου που ανήκουν σ' εκείνες του φυσικού διαχωρισμού .Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν εκτός από φυσικές και χημικές μέθοδοι με χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου ,διοξειδίου του χλωρίου, χλωρίου, όζοντος και biocides.

Ένας από τους βασικότερους κανόνες σύμφωνα με την MACROPOL είναι η δημιουργία διπλού διαχωριστικού τοιχώματος για τον σωστό διαχωρισμό καυσίμου και θαλάσσιου έρματος. Με αποτέλεσμα την απόσυρση παλαιών τύπων πλοίων η την βελτίωση αυτών σύμφωνα με τους κανονισμούς. Στην παρακάτω Εικόνα 2 παρατηρούμε το γέμισμα και το άδειασμα των δεξαμενών ενός πλοίου.

Εικόνα 3.4 Η διαδικασία που ακολουθεί το πλοίο για την δημιουργία θαλάσσιου έρματος



Πηγη: (64)

3.10 Κατάλοιπα πετρελαίου

Με τον όρο κατάλοιπα πετρελαίου απευθυνόμαστε σε απόβλητα που προέρχονται από την καύση όπως μίγματα λαδιού, πετρελαίου και λοιπών άλλων καταλοίπων του μηχανοστασίου και τέλος λύματα προερχόμενα από τον καθαρισμό των δεξαμενών του πλοίου. Τα παραπάνω αποτελούνται από δύο βασικές κατηγορίες βαρέα (sludge) και ελαφρά (Bilge). Τα εν λόγω κατάλοιπα επιδέχονται διάφορες τεχνικές επεξεργασίας. Σε πρώτο στάδιο γίνεται η κράτηση τους σε ειδικές δεξαμενές αποθήκευσης σε επόμενο στάδιο έχουμε τον βαρυτικό διαχωρισμό μεταξύ νερού και πετρελαίου. Ακολουθεί ο καθαρισμός των δεξαμενών που χρησιμοποιήθηκαν για ολόκληρη την διαδικασία με σύστημα καθαρισμού (Crude Oil Washing) το οποίο πλέον και υποχρεωτικά πρέπει να γίνεται τουλάχιστον ανά τέσσερις μήνες όπως αυτό θεσπίζεται από τους κανονισμούς της MACROPOL οι οποίοι αναφέρονται και στον εξοπλισμό και στην διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσουμε με κατοχή υποχρεωτική σε κάθε πλοίο. Σε τελικό στάδιο συναντάμε την αποτέφρωση των καταλοίπων αυτών όπου και μας εξασφαλίζει τον πλήρη καθαρισμό. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι σε ταξίδι μιας εβδομάδας ένα πλοίο φορηγό δημιουργεί απόβλητα 49 τόνων σε ταξίδι μιας εβδομάδας δηλαδή 6 τόνους ανά 100 περίπου ώρες. Ακόμα σύμφωνα με την MACROPOL δεν επιτρέπεται το άδειασμα των συγκεκριμένων αποβλήτων σε καμία περιοχή της MARPOL δηλαδή εντός της μεσογείου.

3.11 Σεντινόνερα

Με τον όρο σεντινόνερα αναφερόμαστε σε μίγματα καταλοίπων τα οποία αποτελούνται κατά κύριο λόγο από λιπαντικές ουσίες, καύσιμης ύλης και διαφόρων μειγμάτων νερού. Τα εν λόγω κατάλοιπα καταλήγουν συνήθως σε συλλέκτες λαδιού και διαφόρων ακαθαρσιών σε κάθε μηχανήμα. Τα σεντινόνερα συναντώνται κυρίως στην επιφάνεια της θάλασσας με την χαρακτηριστική μορφή ελαίων τα οποία φαίνονται με ποικιλομορφία χρωμάτων. Ο λόγος ο οποίος συνήθως έχουμε διαρροές σεντινόνερων είναι η πλύση των μηχανημάτων που χρησιμοποιεί ένα πλοίο για τον καθαρισμό των λαδιών και του καυσίμου που χρησιμοποιεί η κεντρική μηχανή και από τυχαίες διαρροές που συναντώνται στις βοηθητικές μηχανές του πλοίου.

Εικόνα 3.5 θαλάσσια μόλυνση από σεντινόνερα



Πηγή: (65)

3.12 Εξανθρακώματα και η σημασία τους για την συντήρηση του πλοίου.

Εξανθράκωμα ονομάζουμε το ποσοστό επί της % κατά βάρος υπόλοιπο του άνθρακα που παράγεται από την τεφρά μέσω της θέρμανσής την εξάτμισης του πλοίου ,οι οποία με την υψηλή θερμοκρασία που δημιουργείται λόγω των καυσαερίων καίγεται και απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα. Επιπλέον τα Εξανθρακώματα συμβάλουν στην ρύπανση εντός του πλοίου και των εξαρτημάτων της μηχανής δημιουργώντας προβλήματα συντήρησης. Συγκεκριμένα στο καύσιμο περιέχονται ποσότητες μετάλλων όπως είναι το βενζόλιο το οποίο πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των 200-600 ppm και μαζί με το νάτριο προκαλείται χημική και θερμική διάβρωση. Η περιεκτικότητα σε ασφαλένια μεταξύ 0,5-2% στα ελαφρά καύσιμα, 6-8% για βαρεία και 10-20% σε εκείνα τα οποία προέρχονται από πυρόλυση. Τα παραπάνω προκαλούν σημαντικές φθορές καθώς κατακάθονται στις δεξαμενές, μπλοκάρουν και φράζουν τα φίλτρα και ο τρόπος απομάκρυνσης του γίνεται μέσω της φυγοκεντρικής. Επιπλέον το ιξώδες και οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες αποτελούν την αντίσταση της ροής του ρευστού ή όπως αλλιώς λέγεται το μέγεθος- μέτρο της εσωτερικής τριβής των μορίων. Ο ρόλος που παίζει το ιξώδες στο ρευστό είναι όσο μικρότερο το ιξώδες του καυσίμου τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα του και λεπτότερο το ρευστό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:Καύσιμα πλοίων και απόδοση

4.1 Εισαγωγή -η εξέλιξη των καυσίμων

Ανά τους αιώνες έχουν χρησιμοποιηθεί πολλά διαφορετικά συστήματα τα οποία επιτρέπουν την πλεύση των πλοίων στην ανοιχτή θάλασσα. Όπως είναι λογικό καθώς οι απαιτήσεις μεγάλωναν τα πλοία έπρεπε να προσαρμόζονται στα νέα δεδομένα τα οποία τα ήθελαν όλο και πιο γρηγορά, ασφαλέστερα και χωρίς μεγάλο κόστος συντήρησης. Σήμερα ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την αύξηση της ταχύτητας ενός πλοίου είναι η καύσιμη ύλη που χρησιμοποιεί, το μέγεθος του αλλά και το σχήμα (γεωμετρία) του. Η εξέλιξη της τεχνολογίας μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε ποικίλες πηγές ενέργειας, από παλαιότερα μέχρι και σήμερα για τα πλοία όπως είναι η καύση κάρβουνου (coal), πετρελαίου(fuel oil) , φυσικού αερίου (LNG ή Liquefied Natural Gas) ακόμα και χρήση ηλιακής ενέργειας. Τα επικρατέστερα καύσιμα είναι κυρίως το πετρέλαιο και το LNG καθώς έχουν γίνει προσπάθειες για την αξιοποίηση και της ηλιακής ενέργειας. Σήμερα στα περισσότερα πλοία χρησιμοποιούν κινητήρες οι οποίοι κατά κύριο λόγο λειτουργούν με πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Επιπλέον τα νεότερα χρονολογικά πλοία συμπεριλαμβάνουν στο δυναμικό τους κινητήρες οι οποίοι είναι ικανοί για την χρήση δύο καυσίμων. Αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό να τονίσουμε ότι καύσιμα όπως είναι το LNG έχουν κάνει πολύ δυναμική την παρουσία στον χώρο της ναυτιλίας καθώς καθιστούν τα πλοία πολύ πιο ευέλικτα όσον αφορά τους περιορισμούς που υπάρχουν σήμερα ,έχουν μεγάλα ποσοστά απόδοσης σε σχέση με τα μέχρι σήμερα καύσιμα τα οποία κυκλοφορούν στην ναυτιλιακή αγορά και πλέον η διάθεση τους γίνεται όλο ένα και πιο εύκολη και σχετικά οικονομική . Γενικότερα παρακάτω θα περιγράψουμε τα είδη των καυσίμων τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς είτε χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα. Επιπλέον θα εξετάσουμε πόσο αυτά μας εξυπηρετούν σε ένα πλήθος απαιτήσεων ,που είτε προκύπτουν λόγω των δικών μας προσδοκιών είτε από περιορισμούς που τίθενται λόγω των διεθνών προτύπων και της νομοθεσίας.

4.2 Καύσιμα παράγωγα των υδρογονανθράκων

Διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες όπως αναφέρει το πρότυπο ISO 8217 ανάλογα τις φυσικές τους ιδιότητες. Πρακτικά όμως για λόγους οικονομίας και λειτουργικότητας οι εγκαταστάσεις μηχανών diesel που αφορούν την ναυσιπλοΐα κάνουν χρήση και των δύο κατηγοριών καυσίμων είτε μειγμάτων τους ανάλογα τις ανάγκες του πλοίου σε επίπεδο οικονομίας ,ασφάλειας και νομιμότητας.

Συγκεκριμένα οι δυο κυριότερες κατηγορίες καυσίμων(όπως της συναντάμε στο εμπόριο) είναι οι εξής:

1) (MGO) marine gas oil.

Το όνομα του προέκυψε από το γεγονός ότι λόγω των φυσικών του ιδιοτήτων δηλαδή του χαμηλού ιξώδους του και μεγάλου βαθμού καθαρότητας ,στον οποίο οφείλεται η καύση χωρίς πολλά κατάλοιπα .Επομένως το συγκεκριμένο καύσιμο έχει υψηλή ποιότητα, μεγάλη απόδοση και είναι ευκολότερη και περισσότερο οικονομική η συντήρηση του κινητήρα μας. Το καύσιμο αυτό είναι απόσταγμα

καθαρού πετρελαίου (distillate fuel) κατηγορίας (DMA) αποτελεί μια από τις ακριβότερες επιλογές στην καύσιμη ύλη που χρησιμοποιείται σε μηχανές καραβιών . Κατατάσσεται στα ευγενή προϊόντα και αποτελεί ένα από τα καλύτερα καύσιμα προς χρήση. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε επίσης ότι η περιεκτικότητα του σε θείο δεν ξεπερνά το (0,1%)είναι από τις μικρότερες στο σύνολο των καυσίμων. Προορίζεται κυρίως για μηχανές που χρησιμοποιούνται σε μικρά σκάφη, ταχυπλόων και ηλεκτρομηχανές σε μεγαλύτερα πλοία.

2) (RFO) residual fuel oil/Μαζούτ- πετρέλαιο υπολειμμάτων απόσταξης.

Το συγκεκριμένο καύσιμο παίρνει το όνομα του εξαιτίας της εξόρυξης του η οποία και γίνεται από το κατώτερο σημείο του πύργου απόσταξης δηλαδή την βάση του διυλιστηρίου. Ήταν το καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε για την αντικατάσταση του κάρβουνου στις ατμομηχανές των τρένων και κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνταν σαν καύσιμη ύλη σε λέβητες. Σήμερα αποτελεί ένα από τα οικονομικότερα καύσιμα που προσφέρεται στο εμπόριο καυσίμων, η ποιότητα του εν λόγω καυσίμου είναι δύσκολα προσδιορίσιμη. Κατατάσσεται στα βαρύτερα κλάσματα πετρελαίου και είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι χρειάζεται προθέρμανση στους 110 °C τόσο για την κυκλοφορία του μέσα στις δεξαμενές όσο και για την ομαλή καύση του. Είναι ένα καύσιμο το οποίο δεν χρήζει επεξεργασίας, συναντάται έως και 50% του συνολικού πετρελαίου και επομένως καθίσταται σε χαμηλότερη ποιότητα από το diesel, περιέχει όμως περισσότερες λιπαντικές ουσίες από αυτό. Επιπλέον είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το εν λόγω καύσιμο δέχεται σημαντικούς περιορισμούς στην χρήση του λόγω του ότι είναι ιδιαίτερα ρυπογόνο (διοξειδίου του θείου, άνθρακα) και αυτό σημαίνει ότι δεν είναι εύκολη η πλεύση κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Εκτός των δυο αυτών κύριων κατηγοριών καυσίμων έχουμε και υποκατηγορίες οι οποίες αποτελούνται από προσμίξεις των δυο αυτών βασικών καυσίμων:

3)IFO(Intermediate fuel oil) - (ενδιάμεσο καύσιμο πετρελαίου)

Είναι μίγμα των MGO και HFO, με κάποιες προσμίξεις MDO συγκεκριμένα περιέχει 98% μαζούτ και 2% diesel

4)MDO(Marine Diesel Oil) - (Πετρέλαιο Ντίζελ Πλοίων)

Κατά κύριο λόγο αποτελείται από diesel και κάποια κατάλοιπα μαζούτ δηλαδή αποτελούν ένα μείγμα MGO και HFO.

5)HFO (heavy fuel oil)

6)MFO (Medium fuel oil)

4.3 Πετρέλαιο (Fuel Oil και Bunkers)

Σήμερα μετά από πολλές δεκαετίες το πετρέλαιο παραμένει πρώτο σε προτίμηση για την πρόωση πλοίων. Κυρίως εξαιτίας των κινητήρων ντίζελ οι οποίοι έρχονται πρώτη σε προτίμηση λόγω του υψηλού βαθμού απόδοσης τους ,την εύκολη καύση βαρέων καυσίμων και την εύκολη περιστροφή της έλικας εξαιτίας των μικρών ταχυτήτων περιστροφής του κινητήρα. Το κόστος το οποίο δαπανάται για την

καύσιμη ύλη των κυρίως και δευτερεύον μηχανών για την σωστή λειτουργία του πλοίου κυμαίνεται μεταξύ 50%-60% των γενικών εξόδων του πλοίου. Όπως είναι φυσικό έχουν γίνει σημαντικές μελέτες για την μείωση του εν λόγω κόστους οι οποίες αφορούν είτε την γεωμετρία του πλοίου και τα υλικά κατασκευής, την μείωση της αντίστασης στην πρόωση την βέλτιστη λειτουργία κινητήρα και έλικας και φυσικά την τεχνολογική ανάπτυξη του κινητήρα για μέγιστη απόδοση με ελάχιστη κατανάλωση.

Είναι συχνό το φαινόμενο ακόμα και σήμερα για την λειτουργία του κινητήρα ενός πλοίου τα καύσιμα να προέρχονται μέσω της απόσταξης υπολειμμάτων αργού πετρελαίου. Τα εν λόγω καύσιμα τα συναντάμε σε χαμηλή τιμή λόγω της όλο ένα και μικρότερης ζήτησης τους λόγω των περιορισμών οι οποίοι έχουν να κάνουν με την παρουσία μεγάλης ποσότητας θείου στο καύσιμο, το ιξώδες και την πυκνότητα του. Σήμερα τα καύσιμα παράγονται σύμφωνα με το πρότυπο ISO 8217 μέσου του οποίου προκύπτουν συγκεκριμένες προδιαγραφές όπως η κατάλληλη ποιότητα του καυσίμου, η σειρά των καυσίμων (IFO series) και οι υπόλοιπες μορφές- παράγωγα του αργού πετρελαίου(distillate marine fuels).

4.3.1 Τι είναι το πετρέλαιο

Στην ομάδα του πετρελαίου ανήκουν τα παράγωγα του αργού πετρελαίου είτε αυτά είναι αέρια (φυσικό αέριο) είτε στερεά (πίσσα). Το πετρέλαιο δημιουργήθηκε κυρίως από νεκρούς οργανισμούς κατά κύριο λόγο θαλάσσιους οι οποίοι καλύφθηκαν από πολλές στρώσεις λάσπης πριν περίπου 500 εκατομμύρια χρόνια. Εξαιτίας των μεγάλων πιέσεων που δέχονται οι οργανισμοί οι οποίοι βρίσκονται κάτω από τις στρώσεις λάσπης σχηματίζονται χημικές διεργασίες οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία πετρελαίου και αερίων. Το πετρέλαιο είναι παχύρευστο, με καστανοκίτρινο χρώμα, χαρακτηριστική οσμή και είναι αδιάλυτο στο νερό και πιο ελαφρύ. Η τιμή της πυκνότητας του είναι 0,73 (gr/cm³) - 1,04 (gr/cm³) και έχει ικανότητα θέρμανσης 10.400 kcal/gr-11.000kcal/gr. Τα συστατικά του πετρελαίου είναι κατά κύριο λόγο υδρογονάνθρακες οι οποίοι σε συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασίας και πίεσης) μπορεί να παίρνουν την μορφή αερίων, στερεών και υγρών ανάλογα με το είδος των μορίων τους. Είναι λογικό επειδή το πετρέλαιο αποτελείται από πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς να μην υπάρχει συγκεκριμένο σημείο ζέσης και πήξης. Αποτελείται λοιπόν από τρία διαφορετικά είδη υδρογονανθράκων .

- οι κορεσμένοι απλής αλυσίδας,
- οι ναφθένες με δομή κορεσμένου κλειστού δακτυλίου,
- οι αρωματικοί ακόρεστοι υδρογονάνθρακες κλειστού δακτυλίου.

Επιπλέον όπως είδη κάναμε γνωστό μέσα στο πετρέλαιο περιέχεται θείο (ελεύθερο είτε σε οργανικές ενώσεις), άζωτο μέσα σε βάσεις, ποσότητες οξυγόνου σαν ναφθενικά οξέα και χλωριούχο νάτριο. Εξαιτίας των πολλών και διαφορετικών συστατικών του το πετρελαίου χωρίς την απαραίτητη κατεργασία είναι πρακτικά άχρηστο .Διότι στην αγορά εμπορεύονται κυρίως καύσιμα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως βενζίνη, κηροζίνη, ντίζελ, μαζούτ, λιπαντικά έλαια.

Η διαδικασία οι οποία ακολουθεί το πετρέλαιο προκειμένου να γίνει καύσιμο είναι η εξής. Ξεκινάμε με αποθείωση του αργού πετρελαίου κατά την οποία γίνεται διαχωρισμός του μείγματος από το μεγαλύτερο ποσοστό θείου που περιέχει το μείγμα. Στην συνέχεια ακολουθεί η διύλιση του πετρελαίου κατά την οποία έχουμε

την εισαγωγή του πετρελαίου σε μεγάλες δεξαμενές και έπειτα αποστέλλεται σε διυλιστήρια εργοστασίων στα οποία γίνεται και η κατάλληλη επεξεργασία προκειμένου να δώσει τελικό προϊόν. Στα εν λόγω εργοστάσια η επεξεργασία που δέχεται είναι η εξής. Απομακρύνονται οι ακαθαρσίες και γίνεται κλασματική απόσταξη βάση της οποίας προκύπτουν τα εξής καύσιμα :

- 40-70(c°) αιθέρας ή γαζολίνη.
- 70-120(c°)ελαφριά βενζίνη.
- 135-150(c°) βαριά βενζίνη.
- 150-300(c°) φωτιστικό πετρέλαιο.
- 300-350 (c°) mineral oil (ορυκτέλαιο).

Τέλος παράγεται μαζούτ σε πολύ υψηλή θερμοκρασία και η βαζελίνη, παραφίνη τις οποίες βρίσκεται στο τελικό στάδιο της απόσταξη. Όλα τα παραπάνω δημιουργούνται με τρεις βασικές διεργασίες :την ατμοσφαιρική απόσταξη της πρωταρχικής ύλης, τον διαχωρισμό αερίων και στερεών σωμάτων και το τελικό στάδιο απόσταξης όπου προκύπτει το τελικό προϊόν. Τα παραπάνω λέγονται παραγωγική μονάδα πετρελαίου ή διύλισης αργού πετρελαίου.

4.3.2 Bunkers Fuel Oil/Αργό πετρέλαιο

Με τον όρο bunkers(κάρβουνο) αναφερόμαστε πλέον σ ένα από τα πιο διαδεδομένα καύσιμα στον χώρο της ναυτιλίας το μαζούτ όπως αυτό αναφέρεται στο πρότυπο ISO 8217. Συγκεκριμένα χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες η πρώτη αποτελείται από ένα βαρύ καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα θείου και με ιξώδες 180cts , 380cts. Η δεύτερη κατηγορία καυσίμων έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με την πρώτη με την κύρια διαφορά ότι έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο προκειμένου να γίνεται καύση αυτού σε περίπτωση που το πλοίο βρίσκεται σε περιοχές περιορισμένων ρύπων . Τα εν λόγω καύσιμα μπορεί να χρησιμοποιηθούν τόσο σε δίχρονες όσο και τετράχρονες μηχανές πλοίων. Τα δυο αυτά καύσιμα αν και χρησιμοποιούνται για τον ίδιο λόγο παρουσιάζουν διαφορές τόσο στις ιδιότητες τους όσο και στον τρόπο καύσης τους. Συνηθίζεται στις περισσότερες μηχανές πλοίων το καύσιμο το οποίο χρησιμοποιείται στον κινητήρα για καύση να είναι είτε αναμειγμένο προϊόν των δυο είτε η καύση στον κινητήρα να γίνεται εναλλάξ

Φυσικά είναι λογικό να επιδιώκεται σε κάθε περίπτωση η καλύτερη καύση στον κινητήρα του πλοίου αυτό επιτυγχάνεται με συγκεκριμένες μεθόδους. Αρχικά για να έχουμε καλύτερη καύση σίγουρα θα πρέπει να υπάρχει πολύ καλή ποιότητα ανάφλεξης. Δηλαδή μια δίχρονη μηχανή καύσης πετρελαίου που χρησιμοποιείται σε πλοίο μπορεί να χρησιμοποιήσει στην καύση της ως αρχικό προϊόν το πετρέλαιο τύπου ντίζελ για προθέρμανση, έπειτα η καύσιμη ύλη να αλλάξει σε μαζούτ και λίγο πριν τερματίσουμε την λειτουργία της να περάσουμε πάλι στην καύση ντίζελ για τον καθαρισμό της εν λόγω μηχανής από κατάλοιπα αργού πετρελαίου. Με την παραπάνω διαδικασία εξασφαλίζουμε την σωστή λειτουργία της μηχανής και έχουμε υψηλές αποδόσεις .Με την πάροδο των χρόνων εστιάζεται κυρίως στην βελτίωση και χρήση καθαρών καυσίμων και κατ επέκταση στην ποιότητα ανάφλεξης. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου εστιάζουμε στην χρήση δεικτών και αριθμών κετανίων οι οποίοι γίνονται εύκολα υπολογίσιμοι με ποικίλους τρόπους προκειμένου

να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος. Το 1982 για πρώτη φορά μπήκαν όρια στα καύσιμα που χρησιμοποιεί η ναυτιλία και συγκεκριμένα δόθηκε μεγάλη σημασία στο κομμάτι που αφορούσε την ανάφλεξη του καυσίμου. Το 1983 και μετά από έρευνα που πραγματοποιήθηκε δημιουργήθηκε μαθηματικός τύπος ο οποίος συνδέει την ανάφλεξη με την οσμή του καυσίμου. Η εν λόγω σχέση ονομάστηκε δείκτης ακροαματικότητας (CCAI-Calculated Carbon Aromaticity Index).

4.3.3 Πετρέλαιο Diesel

Το όνομα το οποίο δόθηκε στο συγκεκριμένο καύσιμο είναι εξαιτίας των μηχανών ντίζελ οι οποίες κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούσαν το συγκεκριμένο καύσιμο. Το εν λόγω καύσιμο χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν τόσο συχνά εξαιτίας των ιδιαίτερων ιδιοτήτων, του όπως είναι το χαμηλό ιξώδες που ευθύνονται για την καλύτερη κατανομή του καυσίμου στο σημείο ανάφλεξης και λόγω της καθαρότητας του σαν καύσιμο και των λιγωστών καταλοίπων. Το καύσιμο αυτό αφορά κυρίως ταχύστροφες μηχανές χαμηλής ισχύος για τα δεδομένα της ναυσιπλοΐας και οι κοινή ονομασία στο εμπόριο είναι (gasoline) ή (diesel oil). Το (gasoline) προέρχεται από το (gas) καθώς είναι έλαιο το οποίο μέσω της διαδικασίας της πυρόλυσης παράγει αέριο. Πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι η ουσιαστική διαφορά του με τα υπόλοιπα καύσιμα πετρελαίου είναι ότι για την παραγωγή του γίνεται απόσταξη φυσικού πετρελαίου και αποτελεί ένα ευγενή προϊόν του. Λόγο λοιπόν της μεγάλης ποιότητας που έχει το συγκεκριμένο καύσιμο έχει και σχετικά υψηλή τιμή. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για μηχανές (Diesel) στην ναυσιπλοΐα όταν για συγκεκριμένους λόγους αποφεύγεται η χρήση βαρύτερων αλλά φθηνότερων καυσίμων που προέρχονται κυρίως από την επεξεργασία μαζούτ(αργό πετρέλαιο). Μερικοί από τους λόγους για τους οποίους προτιμάται η χρήση του είναι οι εξής:

1. Μεγάλη περιστροφική ταχύτητα.
2. Χαμηλή ιπποδύναμη.
3. Εύκολα προσαρμοζόμενο καύσιμο στις ανάγκες του φορτίου ενός πλοίου.
4. Ακριβής έλεγχος στην ισχύ της μηχανής.
5. Ευκολότερη ελιγμοί του πλοίου.

Το πετρέλαιο diesel προκύπτει από την απόσταξη του απλού πετρελαίου και δεν θέλει κάποια άλλη διεργασία προκειμένου να γίνει καύσιμο. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η θερμοκρασία ζέσεως είναι μεταξύ 200-360c°. Αποτελεί λοιπόν απαραίτητη προϋπόθεση το πετρέλαιο diesel να συμμορφώνεται και να τηρεί τις απαιτήσεις του ISO 8217 προκειμένου να ικανοποιεί τόσο περιβαλλοντικές όσο και μηχανικές ανάγκες.

4.4 Βιοκαύσιμα Υπέρ και Κατά στην χρήση τους στην ναυτιλία

Μια κατηγορία καυσίμων η οποία τείνει με τον καιρό να καταλαμβάνει όλο ένα και μεγαλύτερο μέρος στην αγορά των καυσίμων είναι τα βιοκαύσιμα. Αυτό διότι έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το ορυκτό καύσιμο. Ένα από αυτά είναι η μείωση των αέριων ρύπων στον αέρα που παράγονται από την χρήση του. Επιπλέον είναι εύκολα διαθέσιμο καθώς υπάρχουν σταθμοί εφοδιασμού του στα περισσότερα λιμάνια και σταθμούς ανεφοδιασμού καυσίμων. Η δημιουργία των βιοκαυσίμων γίνεται με ποικίλες μορφές βιομάζας αυτό μας δίνει ένα εύρος επιλογών σε τιμή και ποιότητα. Δυστυχώς η χρήση των καυσίμων αυτών επηρεάζεται από την σχετικά υψηλή τιμή του καθώς το συγκεκριμένο προϊόν δέχεται περισσότερη επεξεργασία από το ορυκτό, επομένως έχει σχετικά μεγάλο κόστος με βάση τις τιμές στην αγορά. Επιπλέον η απόδοση των βιοκαυσίμων είναι χαμηλότερη σε σχέση με αυτή των ορυκτών εξαιτίας της ενεργειακής τους πυκνότητας η οποία διαφέρει μεταξύ των τύπων των βιοκαυσίμων. Επομένως με απλούστερα λόγια χρειαζόμαστε περισσότερη ποσότητα βιοκαυσίμου από ένα συμβατικό προκειμένου να παράγουμε τα ίδια ποσά ενέργειας.

Το βιοντίζελ το οποίο χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση καυσίμων όπως τα MGO και MDO. Το βιοντίζελ είναι η πιο γνωστή μορφή βιοκαυσίμου η οποία βρίσκεται εφαρμογή σ' ένα μεγάλο εύρος χρήσης. Μπορούμε όμως εκτός από το συγκεκριμένο να βρούμε και κάθε είδους βιοκαύσιμο που ανταποκρίνεται στις ανάγκες μας. Επομένως ανάλογα με τις στροφές που έχουμε στον κινητήρα μας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και το ανάλογο καύσιμο :

1. Σε χαμηλής - μέσης ταχύτητας κινητήρα χρησιμοποιείται το Βιοντίζελ το οποίο αντικαθιστά τα MGO(Marine Gas Oil) και MDO(Marine Diesel Oil) Συναντάμε ακόμα το DME(Δυμελαιθέρας)το οποίο αντικαθιστά τα προηγούμενα δυο με την διαφορά ότι χρησιμοποιείται σε όλους τους τύπους των κινητήρων.
2. Σε κινητήρα χαμηλής ταχύτητας συναντάμε το SVO(Straight Vegetable Oil) όπου είναι ο αντικαταστάτης του Μαζούτ HFO(Heavy Fuel Oil).
3. Σε κινητήρες υψηλής ταχύτητας συναντάμε την βιοαιθανόλη.
4. Σε κινητήρες που σαν μέσο καύσης χρησιμοποιούν το LNG μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το αντίστοιχο Bio-LNG.

4.4.1 Βιοντίζελ FAME (Fatty Acid Methyl Ester)

Αποτελεί το πιο γνωστό βιοκαύσιμο και βρίσκεται πολλές εφαρμογές και εκτός από τον τομέα της ναυτιλίας, εξαιτίας της χημικής του σύστασης η οποία μπορούμε να πούμε ότι ταιριάζει σε μεγάλο βαθμό με το προϊόν διύλισης του αργού πετρελαίου (συμβατικό πετρέλαιο Diesel). Το βιοντίζελ FAME(μεθυλεστέρας λιπαρών οξέων) παράγεται από την επεξεργασία ζωικών λιπαρών, έλαια (φυτικά ή ανακυκλώσιμα), ενεργειακές καλλιέργειες και θαλάσσιους φυτικούς οργανισμούς. Η καύση του απελευθερώνει μικρό ποσοστό ρύπων στο περιβάλλον, αποτελεί ένα εξαιρετικά καθαρό καύσιμο καθώς έρχεται δεύτερο σε καθαρότητα μετά το LNG. Επιπλέον με την χρήση του μειώνουμε την επι καθίζηση άχρηστων ουσιών στο εσωτερικό του κινητήρα που μας επηρεάζουν αρνητικά στην λειτουργία του. Το παραπάνω γεγονός σε συνδυασμό με το κόστος και την απόδοση του το καθιστούν ένα από τα καλύτερα βελτιωτικά καύσης. Σύμφωνα με την IMO το βιοντίζελ (Fame) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποσοστό 20% σαν βελτιωτικό καύσης χωρίς να έχουμε επιπλέον

κόστος λόγω τροποποιήσεων στον κινητήρα για την καύση του. Το παραπάνω καύσιμο έχει αποκτήσει μεγάλο εύρος χρήσης στην ναυτιλία εξαιτίας του υψηλότερου σημείου ανάφλεξης σε σχέση με το απλό. Επομένως όταν το συμβατικό καύσιμο εμφανίζει σημείο ανάφλεξης 60°C σύμφωνα με την Διεθνή Σύμβαση δεν επιτρέπεται η αποθήκευση του κάτω από το κατάστρωμα για την αποφυγή των εργατικών ατυχημάτων και της ασφάλειας της ζωής των εργαζομένων στην θάλασσα. Το βιοκαύσιμο ντίζελ στο οποίο έχουμε μεγαλύτερο βαθμό ανάφλεξης ,όταν αναμειξουμε έως και 5% κατ' όγκο της ποσότητας του καυσίμου με ποσότητα του βιοκαυσίμου εξασφαλίζουμε υψηλότερο σημείο ανάφλεξης περίπου στους 63°C. Με τα παραπάνω στοιχεία εξασφαλίζουμε όχι μόνο την νομοθεσία περί ασφάλειας που τίθεται από πρότυπα SOLAS και IMO αλλά και μειώνουμε τον κίνδυνο ατυχήματος.

4.4.2 Βιοντίζελ (FAME) και τα σημαντικά μειονεκτήματα.

Λόγω της αυξημένης υγραποίησης του και εξαιτίας της όξινης σύστασης του εμφανίζονται σημαντικά μειονεκτήματα με την μακροχρόνια χρήση του. Σε αντίθεση με το πετρέλαιο diesel το βιοντίζελ FAME δεν αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ένα ακόμα σημαντικό σημείο στο οποίο πρέπει να σταθούμε είναι η αποθήκευση του κατά την οποία το βιοκαύσιμο αυτό χρειάζεται τακτικούς ελέγχους όταν η αποθήκευση ξεπερνά τους δυο μήνες, λόγο του ότι σχηματίζονται βακτήρια και ανεπιθύμητα σωματίδια τα οποία μπορεί μέχρι και να καταστρέψουν μια ολόκληρη παρτίδα καυσίμου, ευτυχώς η παραπάνω κατάσταση είναι σε μεγάλο βαθμό αντιμετωπίσιμη. Εξαιτίας της λιπαντικής δράσης του μεθυλεστέρα έχουμε σαν συνέπεια την επικάλυψη υπολειμματικών ουσιών στα φίλτρα. Ωστόσο αν και βιοκαύσιμο το βιοντίζελ έχει σημαντικές επιπτώσεις προς το περιβάλλον καθώς με την χρήση του παράγεται υπεροξειδίο του άνθρακα και άλλων ουσιών που διαλύονται μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Με απλουστέρα λόγια ενώ το βιοντίζελ μολύνει λιγότερο από το συμβατικό καύσιμο η μόλυνση που προκαλείται από εκείνο είναι πολύ πιο σημαντική. Επίσης το πιο ευρέως γνωστό υλικό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του βιοντίζελ είναι το φοινικέλαιο λόγω της εύκολης επεξεργασίας του και του χαμηλού κόστους, εξαιτίας αυτού του δεδομένου πολύ συχνά ερχόμαστε αντιμέτωποι με την αποξήλωση δασικών εκτάσεων.

4.4.3 Διμεθυλαιθέρας DME (Dimethyl Ether)

Ο διμελυεθαίρας αποτελεί ένα καύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αντικαταστατό του πετρελαίου diesel. Έχει υψηλή πυκνότητα και στην καύση του παράγει στην ατμόσφαιρα μηδαμινές ποσότητες οξειδίου του αζώτου (NOx), μονοξειδίου του άνθρακα (Co) και παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων αιθάλης και υδρογονάνθρακα. Η καύση του μπορεί να γίνει σε πολλούς τύπους κινητήρων (συμπύεσης, ανάφλεξης μέσω σπινθηριστή και diesel) σε αντίθεση με λιγότερο ρυπογόνα καύσιμα όπως είναι το CNG και LNG. Το DME δεν συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς τα στοιχεία που παράγονται από την καύση διαλύονται γρηγορά στην ατμόσφαιρα. Το συγκεκριμένο καύσιμο δεν βυθίζεται στο πυθμένα με αποτέλεσμα να μην συμβάλει στην μόλυνση του νερού. Ο Διμελυεθαίρας έχει πολλές ομοιότητες με το προπάνιο καθώς τον συναντάμε σε αέρια μορφή στο περιβάλλον. Γι' αυτό το λόγο ο τρόπος αποθήκευσης του μοιάζει πολύ με αυτόν του LNG καθώς χρειάζεται πίεση 5 bar προκειμένου να εξασφαλίσουμε την υγρή μορφή του. Δεν απαιτείται κρυογενή αποθήκευση όπως γίνεται στο LNG καθώς μπορούμε να το μεταφέρουμε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ο μεθυλεστέρας επιπλέον γίνεται ιδιαίτερα ανταγωνιστικός διότι δεν απαιτεί μετατροπές στο αποθηκευτικό χώρο του πλοίου για την μεταφορά και την καύση του. Ένα ακόμα σημαντικό είναι ότι συναντάμε το DME σε χαμηλό κόστος σε σχέση με το πετρέλαιο diesel στους περισσότερους σταθμούς ανεφοδιασμού καυσίμων.

4.5 Οι ποιότητες του Μαζούτ και η χρήση του σήμερα.

Το μαζούτ ή όπως αλλιώς ονομάζεται υπόλειμμα απόσταξης (residual fuel oil) αποτελεί κομμάτι του φυσικού πετρελαίου το οποίο προκύπτει μέσω απόσταξης πάνω από τους 360°C. Οι τρεις λόγοι που μας κάνουν να χαρακτηρίζουμε το μαζούτ ένα πολύτιμο καύσιμο είναι οι εξής :

- I. Το 50% του πετρελαίου που υπάρχει γύρω μας προκύπτει από επεξεργασία μαζούτ.
- II. Σε σχέση με άλλα καύσιμα είναι πολύ πιο οικονομικό καθώς κοστίζει την μισή τιμή από αυτήν που συναντάμε το πετρέλαιο (diesel).
- III. Είναι χρηστικό καύσιμο καθώς το συναντάμε πολύ συχνά σε πολλές και διαφορετικού τύπου μηχανές.
- IV.

Η μορφή του εν λόγω καυσίμου σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος φαίνεται να είναι μια μαύρη και παχύρρευστη μάζα. Προκειμένου να το διατηρούμε σε ρευστή μορφή είναι αναγκαία η προθέρμανση του στους 15 °C -45 °C για να γίνεται εύκολη η μετακίνηση του μέσα στους αγωγούς . Η χρήση του εν λόγω καυσίμου αντικατέστησε την χρήση κάρβουνου στις ατμομηχανές και χρησιμοποιούνταν κυρίως σαν καύσιμο σε λέβητες.

Εικόνα 4.1: (ποιότητες – όψης αργού πετρελαίου ανά τον κόσμο)



Πηγή: (66)

Το μαζούτ αποτελεί ένα καύσιμο το οποίο είναι ιδιαίτερα χρηστικό παρ' όλα αυτά όμως υστερεί σημαντικά τόσο σε φυσικές όσο και χημικές ιδιότητες απέναντι στο πετρέλαιο diesel. Για τον λόγο αυτό είναι φυσικό να δημιουργούνται προβλήματα σε πετρελαιοκινητήρες εναλλασσόμενης καύσης εξαιτίας των διαφορών που υπάρχουν μεταξύ των δύο καυσίμων. Στα προβλήματα αυτά έχουμε δύο επικρατέστερες λύσεις η πρώτη αφορά τον εσωτερικό καθαρισμό και την βέλτιστη δυνατή χρήση των καυσίμων λόγω της χαμηλής ποιότητάς τους και εξαιτίας της τεράστιας ιπποδύναμης και των χαμηλών στροφών. Η επόμενη λύση είναι καθαρά με βάση την βελτίωση της ποιότητας του καυσίμου και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται καθαριστές που λειτουργούν με την μέθοδο της φυγόκεντρου, την διατήρηση του ιξώδους σε επιθυμητά επίπεδα με προθέρμανση του καυσίμου και την εγκατάσταση ειδικά σχεδιασμένων φίλτρων.

Η ποιότητα ανάφλεξης είναι επίσης ένα πολύ σημαντικό κομμάτι τόσο για την απόδοση όσο και για την σωστή λειτουργία του κινητήρα. Η ποιότητα ανάφλεξης είναι άμεσα εξαρτημένη από την ταχύτητα την οποία αναφλέγεται το καύσιμο(πετρέλαιο diesel) μέσα στο θάλαμο καύσης. Επομένως αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι στην διαδικασία η ταχύτητα και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου από τον εκτοξευτήρα. Είναι λοιπόν φυσικό όσο μικρότερος είναι ο χρόνος μεταξύ της εκτόξευσης καυσίμου και ψεκασμού καύσης. Σε αντίθετη περίπτωση θα έχουμε περιττό καύσιμο συγκεντρωμένο στον κύλινδρο με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης στο εσωτερικό του κυλίνδρου και την δημιουργία μη προγραμματισμένων εκρήξεων οι οποίες γίνονται αντιληπτές σαν δυνατοί γδούποι(knocking). Λόγο των προαναφερθέντων προκαλούνται σημαντικά καταστρεπτικά προβλήματα τόσο στον κινητήρα όσο και στο περιβάλλον. Καθώς δημιουργούνται σημαντικές απώλειες στην απόδοση του κινητήρα μας, καταναλώνεται περισσότερη ποσότητα καυσίμου και έχουμε αύξηση των οξειδίων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Για να αποφευχθούν τέτοιου είδους προβλήματα δίνουμε ιδιαίτερη σημασία στον χρόνο μεταξύ ψεκασμού και έναυσης του καυσίμου ή όπως αλλιώς είναι γνωστός και ως καθυστέρηση εναύσεως(delay period). Προκειμένου να εξασφαλίσουμε τον μικρότερο δυνατό χρόνο εναύσεως λαμβάνουμε σημαντικά υπόψη τον αριθμό οκτανίων και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται η καύση στον θάλαμο του κυλίνδρου. Με αυτόν τον όρο εννοούμε την καθαρότητα-ποιότητα του καυσίμου πιο συγκεκριμένα τα ποσοστά των υδρογονανθράκων που βρίσκονται στο καύσιμο.

Οι συνθήκες οι οποίες επικρατούν στον κύλινδρο έχουν ιδιαίτερη σημασία για την σωστή διαδικασία της καύσης εξαιτίας του ότι οι πετρελαιομηχανές είναι έτσι δομημένες ώστε να μην χρειάζεται σπινθηριστής για την ανάφλεξη του καυσίμου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αυτανάφλεξη και για να την πετύχουμε χρειαζόμαστε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Η αυτανάφλεξη αποτελεί μια διαδικασία η οποία για να καταλήξει στην καύση χρειάζεται ορισμένα στάδια. Ο ψεκασμός του μείγματος γίνεται με την μορφή σταγονιδίων επομένως τα επίπεδα υγρασίας είναι αυξημένα είναι λοιπόν φυσικό να χρειάζονται οι παραπάνω διεργασίες για να φτάσουμε στην καύση.

- I. Σωστή αναλογία αέρα(οξυγόνου) και πετρελαίου στον κύλινδρο.
- II. Απομάκρυνση του αέρα από τα σταγονίδια καυσίμου (φιλτράρισμα καυσίμου).
- III. Ατμοποίηση του καυσίμου και ανάμιξη του με τον αέρα.
- IV. Προθέρμανση του καυσίμου για την καύση (προφλογική οξείδωση καυσίμου).
- V. Ανάφλεξη τοπικά και έπειτα σε όλο το μείγμα.

Κάθε καύσιμο χαρακτηρίζεται από την ποιότητα ανάφλεξης που αυτό προσφέρει για την όσο το δυνατόν καλύτερη και ποιοτική καύση και η συγκεκριμένα η εν λόγω ποσότητα μετράται μέσω των κετανίων του καυσίμου. Το εν λόγω μέγεθος μετράται σε ένα καύσιμο με συγκεκριμένες μεθόδους όπως:

- I. Μέσο πειραματικών μεθόδων σε εργαστήριο.
- II. Από εμπειρία μέσω αμεσότερων ή μηχανικών τρόπων.

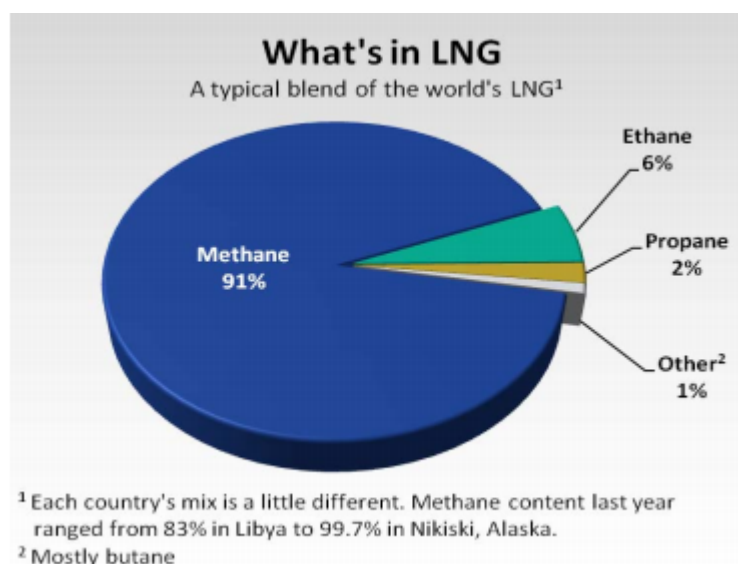
Μέθοδος καθυστέρησης ανάφλεξης

Η μέθοδος καθυστέρησης ανάφλεξης κατά την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μηχανή diesel την οποία λειτουργούμε με σταθερές την ταχύτητα και την ποσότητα του καυσίμου που ρέει μέσα στον κινητήρα (φορτίο). Με ένα ειδικά διαμορφωμένο χρονόμετρο μετράμε τον χρόνο καθυστέρησης ανάφλεξης για καύσιμα διαφορετικών ποιοτήτων. Παρακολουθώντας λοιπόν με ποιο από τα καύσιμα ο κινητήρας μας πετυχαίνει την βέλτιστη καύση (λειτουργία) ψάχνουμε τυποποιημένο καύσιμο στο εμπόριο το οποίο θα μας καλύπτει εξίσου της ανάγκες του. Δηλαδή ψάχνουμε εκείνο το καύσιμο που με δεδομένα τον αριθμό κετανίων έχει τον ίδιο χρόνο καθυστέρησης ανάφλεξης με το πειραματικό καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε.

4,6 (LNG) Φυσικό αέριο η σύσταση του, καύσης και μεταφοράς αυτού.

Το μείγμα του Φυσικού αερίου (βλέπε σχήμα 1) είναι άχρωμο, άοσμο και δεν περιέχει συνήθως τοξικές ουσίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό του συγκεκριμένου αερίου αποτελείται από μεθάνιο (CH_4) 70-90% του συνολικού όγκου . Περιέχει συχνά και κάποια είδη υδρογονανθράκων όπως είναι το αιθάνιο(C_2H_6)5-15% ,βουτάνιο(C_3H_8) και προπάνιο(C_4H_{10}) μικρότερο του 5%. Σε ιδιαίτερες περιπτώσεις σε μικρές συγκεντρώσεις έχουμε πεντάνιο και εξάνιο τα οποία έχουν υγρή μορφή και χαμηλό σημείο ζέσεως με αποτέλεσμα σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος να είναι σε υγρή κατάσταση. Όταν όμως ανεβάσουμε την θερμοκρασία τα δυο παραπάνω από υγρή παίρνουν αέρια μορφή. Φυσικά μέσα στο φυσικό αέριο περιέχονται και ανόργανες ουσίες όπως άζωτο, αργό, ήλιο, υδρόθειο και διοξείδιο του άνθρακα.

Σχήμα 4.1: η χημική σύσταση του φυσικού αερίου(LNG)



Πηγή: (77)

Το φυσικό αέριο χαρακτηρίζεται από διάφορους τύπους με βάση την σύνθεση του. Το αέριο μεγάλης θερμιδικής αξίας τύπου Η το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλή ποσότητα ενέργειας και μεγάλα ποσοστά μεθανίου. Το αμέσως επόμενο είναι τύπου L βασικό χαρακτηριστικό του είναι η χαμηλή θερμογόνος δύναμη και σε σχέση με το πρώτο έχει μικρότερα ποσοστά ενέργειας και μεθανίου αλλά μεγαλύτερες ποσότητες μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα. Τα εν λόγω αέρια έχουν σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά την καύση τους. Η καύση του φυσικού αερίου σε Μ.Ε.Κ. γίνεται σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές τύπου MDT δηλαδή να είναι καθαρό, στεγνό και ψυχρό το καύσιμο καθώς εισέρχεται στο θάλαμο καύσης. Βασική προϋπόθεση για να συμβεί αυτό είναι να απομακρυνθούν το νερό ,υδρογονάνθρακες και το λάδι.

Όπως όλοι γνωρίζουμε το φυσικό αέριο μπορεί να πάρει πολλές μορφές ανάλογα με τα συστατικά που περιέχει ή από εκείνα τα οποία δεν έχει. Επομένως συναντάμε το φυσικό αέριο σε Υγρή μορφή λόγω των συμπυκνωμένων υδρογονανθράκων του βουτανίου και του προπανίου τα οποία συμπεριλαμβάνονται σε μη επεξεργασμένο αέριο . Το βρίσκουμε σε Ξηρό Αέριο όταν σ αυτό δεν περιέχονται συμπυκνωμένοι υδρογονάνθρακες ,σε Όξινο Αέριο όταν σε αυτό περιέχεται διοξείδιο του άνθρακα μεγαλύτερο του 2% και θειούχες ενώσεις όταν αυτά υπερβαίνουν ορισμένες ποσότητες. Τέλος Γλυκό Αέριο το οποίο έχει την ίδια σύσταση με το Όξινο αέριο απλά με διαφορά ότι τα επίπεδα των θειούχων ενώσεων είναι σε πολύ μικρότερο βαθμό. Ένα βασικό χαρακτηριστικό του φυσικού αερίου είναι το ειδικό βάρος του το οποίο είναι 0,59kg/m³.

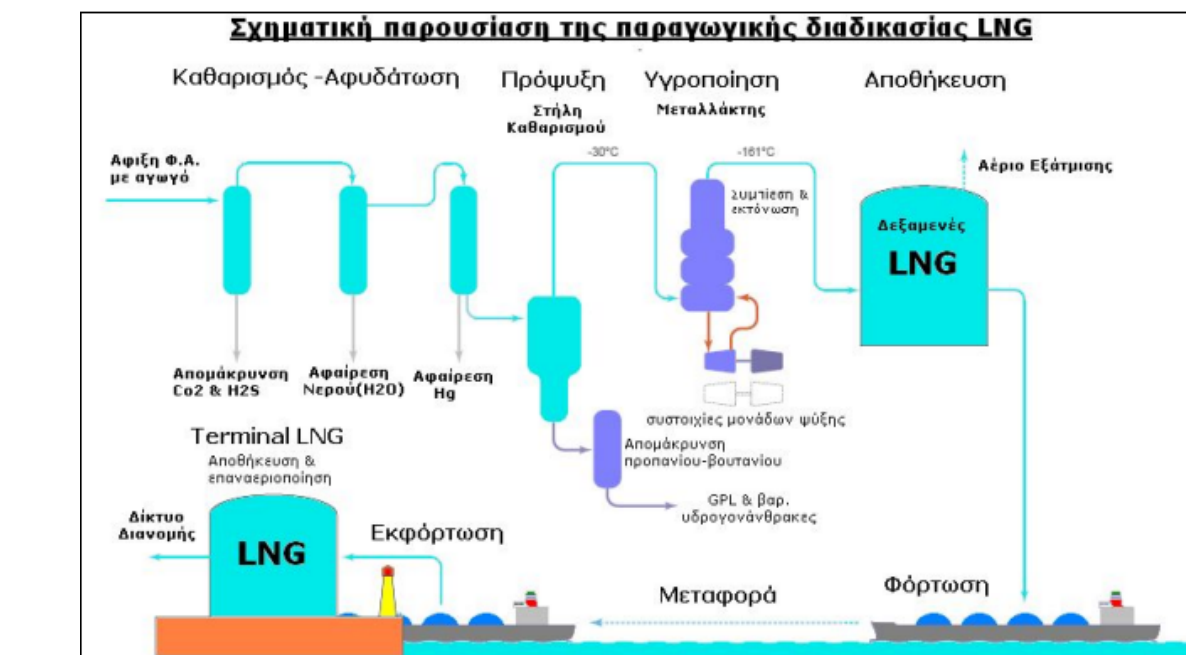
Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι όταν γίνεται καύση φυσικού αερίου οι ρύποι οι οποίοι παράγονται στο περιβάλλον είναι σαφώς πολύ λιγότεροι σε σχέση με την καύση γαιανθράκων και πετρελαίου. Δηλαδή για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργεια το φυσικό αέριο παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα σε σχέση με τα υπόλοιπα ναυτιλιακά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην ναυτιλία. Για την ευκολότερη μεταφορά και την αποθήκευση του φυσικού αερίου από ένα πλοίο είναι λογικό να χρειάζεται επεξεργασία η οποία περιλαμβάνει αρχικά την υγραποίηση του καυσίμου η οποία και γίνεται σε ατμοσφαιρική πίεση στους 161°C. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το LNG αποτελεί ένα καύσιμο υψηλής απόδοσης το οποίο παράγει μειωμένους ρύπους σε σχέση με τα υπόλοιπα καύσιμα της ίδιας κατηγορίας. Φυσικά είναι αναγκαίο να αναφέρουμε ότι υπάρχουν προοπτικές μείωσης το κόστος που παρουσιάζει σήμερα στις ναυτιλιακές αγορές καυσίμων.

Σταθμοί ανεφοδιασμού LNG

Το LNG αποτελεί ένα προϊόν το οποίο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο καθώς ο τρόπος αποθήκευσης, μεταφοράς και διάθεσης του χρειάζεται συγκεκριμένη μεταχείριση. Είναι σημαντικό εδώ να τονίσουμε ότι μια εγκατάσταση η οποία έχει αναλάβει την αποθήκευση του συγκεκριμένου προϊόντος πρέπει να πληρεί όλες τις προϋποθέσεις- προδιαγραφές εκείνες οι οποίες θα εξασφαλίζουν ασφάλεια για τυχόν ατυχήματα διαρροής του στο περιβάλλον αλλά και ανάλογα τον τρόπο αποθήκευσης του προϊόντος θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μηχανήματα τα οποία θα επιτυγχάνουν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και δεξαμενές που θα αντέχουν μεγάλες πίεσης. Όπως αντιλαμβανόμαστε η παραπάνω διαδικασία έχει πολύ μεγάλο κόστος. Στην Ελλάδα συναντάμε την πρώτη στον ελλαδικό χώρο Εγκατάσταση (ΥΦΑ) lng στην Ρεβυθούσα η οποία έχει δημιουργηθεί τα τελευταία 10 χρόνια. Πρέπει εδώ να τονίσουμε ότι η Ρεβυθούσα αποτελεί νησί το οποίο απέχει 45χλμ περίπου από την Αθηνά. Μια τέτοια εγκατάσταση μπορεί να καλύψει προς το παρόν τις ανάγκες που εμφανίζει η ελληνική ναυτιλία για τα πλοία εκείνα τα οποία χρησιμοποιούν lng. Φυσικά το lng λόγω του χαμηλότερου βαθμού αποδόσεις που έχει σε σχέση με αυτό του πετρελαίου είναι βασικό να αναφέρουμε ότι τα πλοία τα οποία είτε σχεδιάστηκαν είτε μετατράπηκαν έτσι ώστε να χρησιμοποιούν εξολοκλήρου ή κατά το ήμισυ καύσιμο lng θα πρέπει να αναλογιστούν ότι ο ανεφοδιασμός τους πλέον θα γίνεται συντομότερα σε σχέση με τα πλοία τα οποία χρησιμοποιούν ακόμα πετρέλαιο. Το γεγονός αυτό κάνει την εγκατάσταση περισσότερων σταθμών ανεφοδιασμού απαραίτητη στην Ελλάδα. Η χώρα μας λόγω της γεωγραφικής θέσης στην οποία βρίσκεται αλλά και εξαιτίας των

νησιωτικών συμπλεγμάτων της πλήρη πολύ σημαντικές προδιαγραφές προκειμένου να γίνει μια χώρα με έντονη δραστηριότητα στο εμπόριο (διάθεση) του lng σε μεγάλο μέρος της αγοράς. Αυτό από ότι φαίνεται έχει γίνει είδη σαφές και σε χώρες όπως το Qatar που κατέχουν πρωταρχικό ρόλο στην παραγωγή και εξαγωγή του φυσικού αερίου. Συγκεκριμένα η QPI κρατική εταιρεία (Qatar Petroleum International) του Κατάρ έχει εκδηλώσει ενδιαφέρον για την ίδρυση σταθμών ανεφοδιασμού και διάθεσης lng από το 2014 στο λιμάνι του Πειραιά, Πάτρα, Θεσσαλονίκη, Κέρκυρα και στην Λεμεσό. Ο ανεφοδιασμός των εγκαταστάσεων αυτών γίνεται μέσω πλοίων τα οποία μεταφέρουν το υγροποιημένο φυσικό αέριο είτε σε ανάλογες περιπτώσεις μέσω ειδικά διαμορφωμένων αγωγών μεταφοράς του. Έπειτα από τις εγκαταστάσεις αυτές το φυσικό αέριο μπορεί να διατίθεται μέσω μικρότερων πλοιαρίων τα οποία θα αναλαμβάνουν τον ανεφοδιασμό του πλοίου το οποίο χρησιμοποιεί καύσιμο lng είτε μέσω ειδικά διαμορφωμένων οχημάτων τα οποία θα έχουν σαν σκοπό να ανεφοδιάσουν μικρότερα πλοιάρια ή σκάφη τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε μαρίνες μακριά από τον βασικό σταθμό ανεφοδιασμού.

Σχήμα 4.2 Η παραγωγική διαδικασία του lng



Πηγή: (78)

πίνακας 4.1 Εκτιμώμενη ζήτηση φυσικού αερίου LNG ανά τον κόσμο

	1980	2000	2010	2020	2030	2040	2010-2040
OECD	958	1407	1575	1742	1926	2152	1.0%
Americas	659	799	827	946	1048	1178	1.1%
<i>USA</i>	581	669	674	745	782	835	0.7%
Europe	264	478	561	578	626	694	0.7%
Asia	35	130	190	221	255	280	1.3%
<i>Japan</i>	25	82	108	130	144	147	1.0%
Non-OECD	559	1135	1623	1982	2526	3087	2.1%
<i>E Eur/Eurasia</i>	438	606	617	654	762	844	1.0%
<i>Russia</i>	na	395	425	448	515	547	0.8%
Asia	36	185	394	544	782	1028	3.1%
<i>China</i>	14	28	108	221	368	496	5.1%
<i>India</i>	1	25	65	76	96	116	1.9%
Middle East	36	182	371	498	612	714	2.1%
Africa	14	62	102	119	167	249	2.9%
Latin America	36	100	139	167	207	252	1.9%
<i>Brazil</i>	1	9	26	40	57	79	3.7%
World	1517	2541	3200	3738	4446	5239	1.6%

Πηγή : (53)

4.6.1 CNG (συμπιεσμένο φυσικό αέριο)

Για το συγκεκριμένο αέριο χρησιμοποιούμε αποθηκευτικούς χώρους οι οποίοι έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό την αντοχή σε μεγάλη πίεση(20-25Μρα ή 200-250bar). Το βασικό συστατικό του αερίου αυτού είναι το μεθάνιο. Συναντώνται στοιχεία υδρογονανθράκων (αιθάνιο, προπάνιο) και άλλων αερίων όπως είναι το άζωτο ,ήλιο, διοξείδιο του άνθρακα, θείο και υδρατμούς. Επιπλέον το αέριο αυτό εμπλουτίζεται με οσμή βασισμένη στο θείο προκειμένου να γίνεται εύκολα ανιχνεύσιμο σε τυχόν διαρροές.

4.6.2LPG (Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου)

Το LPG αποτελείται κυρίως από προπάνιο, προπυλένιο, βουτάνιο και βουτιλένιο. Η παραγωγή του γίνεται μετά από την επεξεργασία του φυσικού αερίου και ως παραπροϊόν της διύλισης πετρελαίου. Τα παραπάνω συστατικά σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος τα συναντάμε σε αέρια μορφή. Το υγραέριο αποθηκεύεται σε φιάλες πίεσεως χάλυβα λόγω του ότι αν αφεθεί ελεύθερο στο περιβάλλον θα εξαμιστεί. Το υγραέριο έχει σαν βασικό χαρακτηριστικό ότι έχει μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με αυτό του αέρα και αυτό το κάνει να μπορεί να ρέει κατά μήκος των σωληνώσεων.

4.7 Μέθοδοι μέτρησης της ποιότητας των καυσίμων

Μεταξύ άλλων μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στις διαδικασίες εκείνες οι οποίες χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουμε την ποιότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούν οι μηχανές του πλοίου. Με τις παρακάτω διαδικασίες μπορούμε να βρούμε πιο είναι το αποδοτικότερο καύσιμο για τον κινητήρα του πλοίου μας. Επίσης με την βοήθεια τους κατανοούμε περισσότερο τα είδη και τα κατηγοριοποιούμε, έτσι μπορούμε να επιλέγουμε κάθε φορά εκείνα τα οποία εξυπηρετούν τις ανάγκες μας.

4.7.1 Μέθοδος ASTM(American Society for Testing and Material)

Μια σημαντική μέθοδος βάση της οποίας επιλέγονται τα καύσιμα είναι η ASTM βάση της οποίας όσο μικρότερος είναι ο βαθμός συμπίεσης που χρειάζεται για να πετύχουμε την ανάφλεξη ενός καυσίμου τόσο καλύτερης ποιότητας είναι το εν λόγω καύσιμο δηλαδή περισσοτέρων κετανίων. Για την εν λόγω μέθοδος χρειάζεται ένας κινητήρας diesel ο οποίος εύκολα να μεταβάλει τον βαθμό συμπίεσης του με αποτέλεσμα να έχουμε ανάφλεξη πάντα μετά την τροφοδότηση του καυσίμου. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στον διαφορετικό βαθμό συμπίεσης που εξασφαλίζει στο καύσιμο ανάφλεξη. Είναι λογικό ένα καύσιμο υψηλής ποιότητας να χρειάζεται μικρότερο βαθμό συμπίεσης από ένα καύσιμο χαμηλής ποιότητας. Επομένως όσο λιγότερη πίεση ασκεί ο κινητήρας έτσι ώστε να έχουμε την κατάλληλη θερμοκρασία προκειμένου να πετύχουμε ανάφλεξη του καυσίμου τόσο καλύτερη η ποιότητα του καυσίμου.

4.7.2 Μηχανή CFR (Cooperative Fuel Research)

Η παραπάνω διαδικασία περιλαμβάνει μια ειδική ηλεκτρική συσκευή μέτρησης(knock meter) την οποία χρησιμοποιούμε στην μέτρηση των χτυπημάτων του διωστήρα της πειραματικής μηχανής μας CFR. Με βάση τα χτυπήματα που πήραμε από την μηχανή μας για το καύσιμο άγνωστης ποιότητας και αυτό γνωστής ποιότητας -κετανίων μπορούμε να αντιληφθούμε την ποιότητα του καυσίμου που χρησιμοποιούμε.

Γενικά τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην ναυτιλία σήμερα πρέπει να υπακούν συγκεκριμένους κανονισμούς οι οποίοι καθορίζονται από διάφορους φορείς όπως είναι το A.S.T.M.(American Society Testing material),BSS(British Standard Specification), CIMAC H-55, ISO 8217 και φυσικά τα καύσιμα τα οποία συστήνει ο κατασκευαστής της μηχανής που χρησιμοποιεί το κάθε πλοίο. Μερικά από τα κυρίως χαρακτηριστικά που πρέπει να εμφανίζουν τα καύσιμα στους 15°C είναι τα εξής, ειδικό βάρος (0,83-1,05), σημείο ανάφλεξης (flash point) να βρίσκεται μεταξύ 70-120(°C) σύμφωνα με την διαδικασία του κλειστού ή ανοιχτού δοχείου. Το σημείο ανάφλεξης για λόγους ασφάλειας πρέπει πάντα να είναι πάνω από τους 65 °C από τους Lloyd's. Η καύση γίνεται περίπου 15-25 °C παραπάνω από την θερμοκρασία ανάφλεξης. Το σημείο καύσης είναι εκείνο το οποίο αρχίζει με την

μικρότερη θερμοκρασία όπου υπάρχει ανάφλεξη των ατμών του πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο και συνεχίζει την καύση έως και 5 δευτερόλεπτα μετρά. Σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης το σημείο ανάφλεξης συναντάται περίπου στο 350-500 °C όπου σε πίεση 30ATM μειώνεται στο 200-250 °C.

Σημείο ροής (Pour Point)

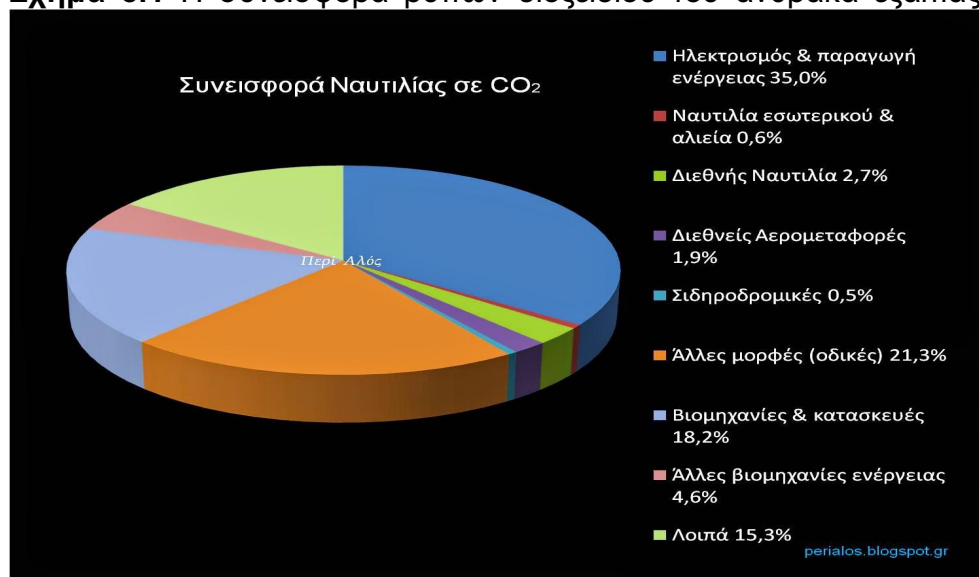
Όταν αναφερόμαστε στο σημείο ροής του πετρελαίου εννοούμε εκείνη την θερμοκρασία στην οποία το πετρέλαιο αρχίζει να ρευστοποιείται. Η γνώση του σημείου αναρρόφησης είναι απαραίτητη για την ακριβής προθέρμανση του μείγματος μέσα στις δεξαμενές προκειμένου να γίνει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η εισαγωγή του μείγματος στον κινητήρα. Η θερμότητα η οποία εκλύεται σε σχέση με την μάζα του καυσίμου που εισάγεται στον κινητήρα μας για καύση επηρεάζουν την απόδοση –ιπποδύναμη της μηχανής μας. Ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι που αφορά την καύση είναι η περιεκτικότητα του καυσίμου μας σε θειάφι καθώς μέσα στην καύση σχηματίζονται ζημιογόνες χημικές ενώσεις η οποίες προκαλούν σημαντικά προβλήματα διάβρωσης σε χιτώνια, διωστήρα και βαλβίδες εισαγωγής - στροβιλοσυμπιεστές. Επιπλέον αυξάνει τα ποσοστά διοξειδίου του θείου τα οποία εκλύονται στην ατμόσφαιρα από το πλοίο μέσω της καύσης. Το διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλει στην δημιουργία τέφρας στην ατμόσφαιρα η οποία κυμαίνεται σε 0,01-0,02% κατά βάρος.

Κεφάλαιο 5. Πράσινη ναυτιλία

5.1 Γενικά στοιχεία

Η ναυτιλία και η μεταφορά αποτελούν ένα μεγάλο και πολύπλοκο μέρος των περισσότερων αλυσίδων εφοδιασμού, και ως θέματα της, η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη. Η μεταφορά έχει την αμφίβολη τιμή της ύπαρξης της ταχύτερα αναπτυσσόμενης πηγής εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις ΗΠΑ. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και άλλα αέρια θερμοκηπίου εκπέμπονται από την καύση ορυκτών καυσίμων και είναι υπεύθυνα για μια σειρά παγκόσμιων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Από τότε που εντοπίστηκε το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής στη δεκαετία του 1990, διεθνείς κυβερνήσεις και οι μη κερδοσκοπικές οργανώσεις εργάζονται για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα. Αναμένεται ότι η ρύθμιση θα αυξηθεί σε μια προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στον αέρα. Μέχρι και το 75% του αποτυπώματος άνθρακα της εταιρείας μπορεί να προέρχεται από τη δραστηριότητα των μεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο όγκος των μεταφορών γίνεται με καύσιμο ντίζελ (Bevilacqua, Ciarrapica και Giacchetta, 2007). Τα διεθνή θαλάσσια σκάφη, ενώ είναι πολύ πιο αποδοτικά στη μετακίνηση αγαθών από τα φορτηγά, επίσης να λειτουργούν με καύσιμο ντίζελ και έχουν ετήσια εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Ενώ το καύσιμο ντίζελ έχει ρυθμιστεί ιστορικά από την EPA, αυτοί οι κανονισμοί αναφέρονται μόνο σε ένα λεπτό σωματιδιακό υλικό και άλλους ρύπους που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία και προσθέτουν στο νέφος και το οξύ της βροχής.

Σχήμα 5.1 Η συνεισφορά ρύπων διοξειδίου του άνθρακα εξαιτίας της ναυτιλίας



Πηγή : (79)

Δεν έχει μέχρι στιγμής ρυθμιστεί το θέμα στις εκπομπές GHG. Ακόμα και χωρίς τη μείωση του κόστους των εκπομπών τους, οι επιχειρήσεις έχουν περάσει χρόνο εργασίας στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου μέσω πιο αποτελεσματικών τρόπων για δρομολόγηση, καλύτερη τοποθέτηση κέντρων διανομής και νέες τεχνολογίες που βοηθούν περισσότερο και όχι εικονικά. Όλες αυτές οι λύσεις μειώνουν το κόστος ενώ μειώνουν επίσης τις εκπομπές σε άνθρακα. Αλλά είναι πιθανό ότι οι επιχειρήσεις δεν θα έχουν την πολυτέλεια να επιλέξουν αν ναι ή όχι, να μην διαχειριστούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αλυσίδας εφοδιασμού και τη ναυτιλία Εκκρεμεί επί του παρόντος η εφαρμογή των τοπικών, περιφερειακών, ομοσπονδιακών και σε διεθνές επίπεδο κανόνων. Οι περισσότεροι κανονισμοί έχουν τη μορφή μιας κεφαλαιοποίησης και εμπορικής πολιτικής, όπου οι διαφορετικές βιομηχανίες θα έχουν ένα ορισμένο ανώτατο όριο επιτρεπόμενες εκπομπές και θα πρέπει να αγοράσουν πρόσθετα δικαιώματα ανάλογα με τις ανάγκες. Δεδομένης της πιθανότητας για αυτή τη ρύθμιση, οι προορατικές επιχειρήσεις θα θέλουν να είναι έτοιμες. Οι επιχειρήσεις πρέπει να κάνουν το πρώτο βήμα κατανοώντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και αφού έχουν μετρήσει αυτό το ποσό ως αποτύπωμα άνθρακα, θα είναι καλύτερα προετοιμασμένες για να το μειώσουν. Τις τελευταίες δεκαετίες, η ιδέα του περιβάλλοντος έχει κερδίσει έλξη και πολλές είναι οι επιχειρήσεις που έχουν σημειώσει πρόοδο όσον αφορά την αύξηση της ανακύκλωσης, τα υλικά περιεχομένου, τη μείωση της ενέργειας και την εφαρμογή άλλων περιβαλλοντικών επιτόπιων ειδών σε πρωτοβουλίες. Η πράσινη ναυτιλία είναι μια αναπτυσσόμενη περιοχή σε εστίαση, ιδιαίτερα όταν οι εταιρείες συνειδητοποιούν ότι το αποτύπωμα άνθρακα και το κόστος μεταφοράς συνδέονται. Σύμφωνα με την EPA, το 2016 αποτελούσε το 5,6% των 7.075 τετραγώνων (τρισεκατομμύρια γραμμάρια) εκπεμπόμενου CO₂. Από το 2010, συνολικά ήταν από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες αιτίες των αερίων του θερμοκηπίου και η αύξηση αυτή αντιπροσωπεύει το 48% της συνολικής αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου από τότε. Η διεθνής ναυτιλίας κάνει το αποτύπωμα της μεταφοράς ακόμη μεγαλύτερο. Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου του 2015 είναι περίπου το ίδιο με το σύνολο σε χώρα όπως η Γερμανία και μια ανησυχία ότι αριθμός θα μπορούσε να τετραπλασιαστεί μέχρι το 2050 εξακολουθεί να υπάρχει. Για τις εταιρείες, αυτές οι ρυπογόνες εκπομπές έρχονται σε μια απότομη τιμή (Baile και Solomon, 2004).

5.2 Πράσινη ναυτιλία

Η πράσινη ναυτιλία ορίζεται γενικά ως εξής «οι επιχειρήσεις που προσπαθούν να περιορίζουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου των μεταφορικών τους μέσων». Η πηγή στην παραγωγή αερίων θερμοκηπίου αναφέρεται συχνά ως η παραγωγή άνθρακα εκτύπωσης, που σημαίνει ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου που χρησιμοποιεί. Το CO₂ είναι το μεγαλύτερο κοινό αέριο θερμοκηπίου. Όλοι οι τρόποι μεταφοράς, είτε πρόκειται για φορτηγό, πλοίο, σιδηρόδρομο ή αεροπλάνο, λειτουργούν κατά κάποιον τρόπο με βάση τον άνθρακα, και όλα αυτά προστίθενται σε ένα αποτύπωμα άνθρακα. Οι οργανώσεις βαρέων φορτίων έχουν μακροπρόθεσμα προσπαθήσει να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμων ως μέρος της μακροπρόθεσμης κερδοφορίας τους. Κάποιες εταιρείες όπως η United με τη χρήση εναλλακτικού καυσίμου, το έχουν επιχειρήσει ήδη ήδη από το 1995. Ωστόσο, οι ανησυχητικές και περιβαλλοντικές ανησυχίες έγιναν τρομερές και το θέμα ήρθε έντονα στο προσκήνιο. Σε μια έρευνα των εταιρειών που αναθέτουν συμβάσεις υλικοτεχνικής υποστήριξης, το 75% περιλαμβάνουν τμήματα

σχετικά με την περιβαλλοντική συμμόρφωση στην έρευνά τους και το 70% των εταιρειών ανέφεραν την περιβαλλοντική συμμόρφωση και ότι ήταν πολύ σημαντική για αυτούς (Bevilacqua, Ciarrapica και Giacchetta, 2007).

Εικόνα 5.1 Ανάλυση του ελληνόκτητου εμπορικού στόλου ανά τύπο πλοίων



Πηγή: (67)

5.3 Αειφόρος Οικονομία

Η έννοια της βιώσιμης οικονομίας αποτελεί σημαντικό πεδίο ενδιαφέροντος της κοινωνίας και της βιομηχανίας. Μια βιώσιμη οικονομία ορίζεται ως « εκείνη η οικονομία που ικανοποιεί τις ανάγκες και τις επιθυμίες της σημερινής γενιάς χωρίς να ανατρέπει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ανταποκριθούν στις ανάγκες και τις φιλοδοξίες τους» (O'Brien, 2002). Οι μελέτες σχετικά με το ρυθμό εξάντλησης των φυσικών πόρων χρονολογούνται τουλάχιστον από τη δεκαετία του '70. Μία έκθεση που ονομάζεται «Όρια στην ανάπτυξη» από τους Meadows et al. (2012) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η οικονομική ανάπτυξη θα πρέπει να περιοριστεί προσεκτικά σε περίπτωση καταστροφής όπου θα έπρεπε να αποφευχθεί. Τα τελευταία χρόνια, η έννοια της βιωσιμότητας είναι πολύ διαφορετική από αυτό που προτάθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Τα όρια στην ανάπτυξη δεν είναι πλέον αποδεκτά σε κοινωνίες και βιομηχανίες. Η πρόκληση για τη βιωσιμότητα είναι να διασφαλιστεί ότι οι βιομηχανίες είναι ικανές για να υποστηρίξουν την οικονομική ανάπτυξη ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζουν την προστασία του περιβάλλοντος. Η

ανάπτυξη και το ενδιαφέρον για βιώσιμη ανάπτυξη οδήγησε πολλές επιχειρήσεις να εξετάσουν τρόπους αντιμετώπισης σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα. Η περιβαλλοντικά βιώσιμη διαχείριση ή η αποκαλούμενη πράσινη διαχείριση, έχει αναδειχθεί ως σημαντικό διαχειριστικό θέμα για τις επιχειρήσεις να επιτύχουν κέρδη και μερίδιο αγοράς, αφενός, και να δεσμευτούν για την προστασία του περιβάλλοντος από την άλλη πλευρά (Hock και Erasmus [2000](#)).

Η πράσινη διαχείριση γίνεται ένα σημαντικό ζήτημα για πελάτες και προμηθευτές για όλο και πιο απαιτητικές ελάχιστες αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Το κόστος της προστασίας του περιβάλλοντος για τις επιχειρήσεις έχει αυξηθεί σημαντικά από τη δεκαετία του 1970 και αναμένεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο. Αυτό υπονοεί ότι οι οικονομικά αποδοτικές πράσινες πρακτικές διαχείρισης αποτελούν καθοριστικό παράγοντα ανταγωνιστικότητας και θέσης. Η έρευνα σχετικά με τα περιβαλλοντικά ζητήματα έχει επεκταθεί από μια στενή εστίαση για τον έλεγχο της ρύπανσης στο πράσινο σε πρακτικές διαχείρισης (Klassen και Whybark, [2009](#)). Η βιβλιογραφία περιβαλλοντικής διαχείρισης πρότεινε οι επιχειρήσεις να βελτιώσουν τις ανταγωνιστικές θέσεις τους και ταυτόχρονα να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους στο φυσικό περιβάλλον με την εφαρμογή της Πράσινης Ναυτιλίας. Κατά συνέπεια, οι επιχειρήσεις δεν μπορούν να παραμελούν τις οικονομικές και περιβαλλοντικές επιδόσεις. Η ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών συνιστωσών στις πρακτικές διαχείρισης έχει γίνει όλο και πιο σημαντικό για να αποκτηθεί ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ωστόσο, πολλές επιχειρήσεις εξακολουθούν να διστάζουν να υιοθετήσουν μια πιο ενεργή προσέγγιση όσον αφορά την ενσωμάτωση της λόγω της έλλειψης αποδεικτικών στοιχείων ότι τα οφέλη υπερβαίνουν το κόστος της εφαρμογής της (Shrivastava, 2015, σελ.76).

Εικόνα 5.2 Οι κλάδοι από τους οποίους αποτελείται η αειφόρος ανάπτυξη



Πηγή: (68)

5.4 Πρωτοβουλίες βιώσιμης ναυτιλίας

Το διεθνές εμπόριο έχει αυξηθεί σημαντικά μετά από ταχείες αυξήσεις στην παγκόσμια αγορά για τις δραστηριότητες προμήθειας και τις διεσπαρμένες μονάδες παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, ο άνθρακας και οι εκπομπές διοξειδίου του αζώτου από τον ναυτιλιακό κλάδο εκτιμάται ότι θα αυξηθούν σημαντικά εάν και εφόσον το διεθνές εμπόριο συνεχίζει να ευδοκιμεί και να ευημερεί. Καθώς οι ναυτιλιακές εταιρείες παίζουν ένα επιτακτικό ρόλο στη διευκόλυνση της παγκόσμιας ροής φορτίου και τη βιώσιμη ανάπτυξη της, οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις προσελκύουν όλο και μεγαλύτερη προσοχή από διάφορους ενδιαφερόμενους, συμπεριλαμβανομένων των φορτωτών, των κυβερνήσεων και του κοινού. Πολλές ναυτιλιακές εταιρείες αναζητούν τρόπους βελτίωσης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας των λειτουργιών τους. Δεδομένου ότι η θάλασσα και το ναυτικό εμπόριο έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν αυξηθεί οι ανησυχίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν οι ναυτιλιακές δραστηριότητες (Contreras, Hanaki, Aramaki και Connors, 2008).

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις ανησυχίες, ένας αυξανόμενος αριθμός ναυτιλιακών εταιρειών έχουν αρχίσει να υιοθετούν τις πράσινες πρακτικές ως μέσο για την επίτευξη περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Οι πράσινες λειτουργίες στη ναυτιλιακή βιομηχανία είναι περιβαλλοντικά βιώσιμοι τρόποι για να εκτελεστεί η ναυτιλία και οι διάφορες της δραστηριότητες. Επιπλέον, μια ναυτιλιακή εταιρεία λειτουργεί σε μια αλυσίδα μεταφοράς όπου είναι διαφορετικοί οι φορείς εκμετάλλευσης (π.χ. θαλάσσιοι μεταφορείς, φορτωτές, φορείς παροχής υπηρεσιών χερσαίων μεταφορών, χειριστές αποθηκών και χειριστές φορηγίδων) στη ναυτιλιακή κοινότητα συνδέονται στενά και οι περιβαλλοντικές επιδόσεις κάθε φορέα επηρεάζουν τη βιωσιμότητα της ναυτιλιακής αλυσίδας. Λόγω του επιτακτικού ρόλου της ναυτιλίας στη διευκόλυνση της παγκόσμιας ροής φορτίου, η διατηρήσιμη ανάπτυξη των ναυτιλιακών επιχειρήσεων έχει γίνει μια ανησυχία για διαφορετικές ομάδες ενδιαφερομένων. Μετά τον εντοπισμό βελτιώσεων στην περιβαλλοντική διαχείριση της ναυτιλιακής βιομηχανίας ως ένα από τα βασικά ζητήματα, το World Wildlife Fund (WWF) εισήγαγε έναν αριθμό βιώσιμων πρωτοβουλιών για τη ναυτιλία οι οποίες είναι καινοτόμα συστήματα που ενθαρρύνουν τις ναυτιλιακές εταιρείες να υπερβούν τα πρότυπα συμμόρφωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς και να γίνονται παραδείγματα στην προσέγγισή τους στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις και το περιβάλλον. Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη στον διεθνή τομέα και το εμπόριο και οι αυξανόμενες περιβαλλοντικές ανησυχίες των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων δείχνουν ότι οι ναυτιλιακές εταιρείες πρέπει να υιοθετήσουν τη πράσινη ναυτιλία για να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις. Το ζήτημα των επιδόσεων στη ναυτιλιακή βιομηχανία έχει αυξηθεί στους τομείς του ερευνητικού και διαχειριστικού ενδιαφέροντος. Οι δραστηριότητες προστασίας του περιβάλλοντος βρίσκονται σε εξέλιξη να συγχωνευθούν σε επιχειρηματικές δραστηριότητες (Zhu και Σαρκίς, [2014](#), σελ. 45).

Ένας από τους βασικούς παράγοντες που αναγκάζουν τις ναυτιλιακές εταιρείες να υιοθετήσουν πράσινη ναυτιλία είναι η απόδοση η οποία έχει οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες. Πιθανά κέρδη από την εφαρμογή των πράσινων ή περιβαλλοντικά βιώσιμων ενεργειών περιλαμβάνουν τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και επεξεργασίας αποβλήτων. Παραδείγματα

περιβαλλοντικών τύπων σε επιδόσεις περιλαμβάνουν τις αυξήσεις στην εξοικονόμηση ενέργειας και τα ποσοστά ανακύκλωσης πόρων. Η εφαρμογή πράσινων πράξεων ενθαρρύνει επίσης τις ναυτιλιακές εταιρείες να προωθήσουν την προσπάθεια να δεσμευτούν στο περιβάλλον, ώστε να ικανοποιηθούν οι προσδοκίες των πελατών τους προστατεύοντας και το περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να υπάρχουν περιβαλλοντικές επιδόσεις και βελτίωση μέσω της υιοθέτησης πράσινων πράξεων (Σαββοπούλου & Τζωάννος, 2010).

5.5 Συγκριτικό πλεονέκτημα

Η μελέτη της πράσινης ναυτιλίας επικεντρώνεται στον εντοπισμό των βέλτιστων πρακτικών ταυτόχρονα με τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων της επιχείρησης στο φυσικό περιβάλλον και συμβάλλουν στην καλύτερη απόδοση της επιχείρησης. Σε αντίθεση με τις κανονιστικές απαιτήσεις που προέρχονται από το εξωτερικό, συνίστανται σε λειτουργικές διαδικασίες που προκύπτουν μέσα σε μια επιχείρηση. Είναι μια συλλογή εσωτερικών προσπαθειών στον επιχειρηματικό σχεδιασμό και εκτέλεση και αποτελούνται από μια επιχειρηματική πολιτική και μια σειρά επιχειρηματικών διαδικασιών που απαιτούν από τις επιχειρήσεις να εκτιμούν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, να καθορίζουν το περιβάλλον στόχους, να εφαρμόσουν περιβαλλοντικές λειτουργίες, να παρακολουθήσουν το στόχο και να υποβληθούν σε διαχειριστικές αξιολογήσεις. Αυτό συνεπάγεται δέσμευση για τη συνεχή βελτίωση της πρόληψης της ρύπανσης και συμμόρφωση με τη σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία (Starkey, 2008, σελ. 34).

Το δεύτερο βήμα είναι η αξιολόγηση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και ο καθορισμός στόχων. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, λαμβάνονται αποφάσεις για τρόπους μετατροπής της περιβαλλοντικής πολιτικής σε δράση και τις επιχειρηματικές προτεραιότητες. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τη δημιουργία διαχειριστικής δομής και τη διασύνδεση με τους επιχειρηματικούς εταίρους για την κατανόηση στους διανοητικούς στόχους. Δεδομένου ότι η πράσινη ναυτιλία είναι ένα εργαλείο για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής διαχείρισης σε μια επιχείρηση, το τέταρτο στάδιο, δηλαδή η παρακολούθηση και η λήψη διορθωτικών ενεργειών, εάν είναι απαραίτητο, είναι ζωτικής σημασίας για τη συνεχή βελτίωση του περιβάλλοντος. Το τελικό στάδιο είναι μια διαχείριση για την παροχή κριτικών εκτιμήσεων και την παρουσίαση νέων περιβαλλοντικών και των ανάλογων συστάσεων. Κατά τα στάδια υιοθέτησης της, θα προκύψουν δαπάνες. Για παράδειγμα, απαιτούνται πόροι για την αξιολόγηση και τον καθορισμό στόχων από την πλευρά των επιχειρήσεων και εκτεταμένες εσωτερικές αξιολογήσεις, εκπαίδευση των εργαζομένων και ανάπτυξη του σχεδίου. Παρά τα έξοδα εκκίνησης, μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να εξασφαλίσουν ότι οι πρακτικές διαχείρισης τους είναι σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Η έγκριση τους μπορεί να αποτελέσει συγκριτικό πλεονέκτημα. Βοηθούν επίσης τις επιχειρήσεις στην αξιολόγηση των δικών τους πτυχών στις εσωτερικές λειτουργίες, εμπλέκουν τους υπαλλήλους σε περιβαλλοντικά ζητήματα, παρακολουθούν συνεχώς την περιβαλλοντική βελτίωση και την αύξηση της γνώσης σχετικά με τις δραστηριότητές τους. Όλες οι ενέργειες αυτές μπορούν επίσης να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τις εσωτερικές τους λειτουργίες και να επιτύχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Οι δεξιότητες που βασίζονται στη γνώση αναπτύσσονται μέσω

αυτών των δραστηριοτήτων, τις οποίες είναι δύσκολο να μιμηθούν οι ανταγωνιστές, έτσι ώστε να δημιουργούν ευκαιρίες για να κερδίσουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα (Hart,2005, σελ.234).

Η έγκριση τους ενθαρρύνει επίσης τις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν πιο εξελιγμένα είδη σε στρατηγικές που βασίζονται στις βασικές αρχές προστασίας του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις μπορούν να εφαρμόσουν ανάλυση κόστους κύκλου ζωής και να αξιολογήσουν τις δραστηριότητές τους σε κάθε στάδιο της αλυσίδας αξίας για τον προσδιορισμό των επιχειρηματικών προτεραιοτήτων και δράσεων. Αυτές οι προηγμένες περιβαλλοντικές στρατηγικές διευκολύνουν την ενσωμάτωση εξωτερικών ενδιαφερόμενων μερών σε επιχειρηματικές δραστηριότητες. Κατά αυτόν τον τρόπο, η υιοθέτηση της πράσινης ναυτιλίας μπορεί να εξαλείψει περιβαλλοντικά επικίνδυνες λειτουργικές διαδικασίες και επιτρέπει τον επανασχεδιασμό στα υπάρχοντα λειτουργικά συστήματα για τη μείωση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής. Τα προγράμματα της πράσινης ναυτιλίας προσφέρουν μια εξαιρετική ευκαιρία για τις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν όλες τις πτυχές των δραστηριοτήτων τους για να ελαχιστοποιηθεί η μετατόπιση των περιβαλλοντικών αιτιών που βλάπτει από το ένα υποσύστημα στο άλλο. Μπορεί και να επιτύχει μεγαλύτερη οργανωτική βελτίωση, ώστε οι επιχειρήσεις να μπορούν να επωφεληθούν περισσότερο από τις ευκαιρίες που θα είχαν σαν αποτέλεσμα από τα συγκριτικά πλεονεκτήματα (Shrivastava,2015, σελ.89).

5.6 Ρυθμιστικό περιβάλλον

Υπάρχουν διάφοροι οδηγοί που επηρεάζουν τις ναυτιλιακές εταιρείες για να υιοθετήσουν την πράσινη ναυτιλία. Τέτοια παραδείγματα περιλαμβάνουν κανονιστικές απαιτήσεις, κανόνες για την προστασία του περιβάλλοντος, της ζήτησης των πελατών και των κερδών της παραγωγικότητας. Η ιστορία των πράσινων πρακτικών και η βιβλιογραφία για την περιβαλλοντική διαχείριση υπογραμμίζουν τη σημασία των κανονισμών για την προστασία του περιβάλλοντος. Οι κανονισμοί χρησιμεύουν ως συστηματική κατευθυντήρια γραμμή για να κατευθύνει τις επιχειρήσεις στην εφαρμογή διαφόρων περιβαλλοντικά υπεύθυνων πρακτικών που κυμαίνονται από τη σωστή διάθεση στερεών αποβλήτων έως τη θεσμική διαδικασία. Για παράδειγμα, υπάρχουν διεθνείς νόμοι, όπως οι Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για τα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) που ενθαρρύνουν τους κατασκευαστές να συλλέγουν και να ανακυκλώνουν προϊόντα και να προβαίνουν στην καταχώρηση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τον περιορισμό των χημικών προϊόντων (REACH) γεγονός που διασφαλίζει ότι ο κλάδος συμμορφώνεται με τον προσδιορισμό των κινδύνων και την αναμετάδοση στην ενημέρωση των καταναλωτών (DiMaggio και Powell, 2013).

Σύμφωνα με αυτούς τους κανονισμούς, ο Οργανισμός Προστασίας (EPA) στις ΗΠΑ πρότεινε κανονισμούς για τη μείωση των εκπομπών από τα πλοία το 2009. Ενώ τα νομοθετικά μέτρα είναι απαραίτητα για την προστασία του περιβάλλοντος, η επιβολή αυτών των κανονισμών είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των στόχων στην προστασία του περιβάλλοντος. Από κανονιστική άποψη, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) της Διεθνούς Σύμβασης για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία δίνει τις σημαντικότερες συμβάσεις που ρυθμίζουν και

προλαμβάνουν τη θαλάσσια ρύπανση από τα πλοία. Τροποποιήθηκε από το σχετικό πρωτόκολλο του 1978 (MARPOL 73/78), το οποίο καλύπτει την ακούσια και λειτουργική ρύπανση από πετρέλαιο, καθώς και τη ρύπανση από του περιβάλλον από χημικά προϊόντα, εμπορεύματα σε συσκευασμένη μορφή και λύματα, απορρίμματα και ατμοσφαιρική ρύπανση. Ο IMO έχει επίσης αρμοδιότητες γραμματείας για τη σύμβαση σχετικά με την Πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από την απόρριψη αποβλήτων και άλλων υλικών (ΛΑΧ), 1972, γενικά γνωστό ως Σύμβαση του Λονδίνου, η οποία έχει ενημερωθεί από το Πρωτόκολλο του 1996. Διαπιστώνεται χαλαρή επιβολή της νομοθεσίας και ότι είναι ανεπαρκής στην οδήγηση των περιβαλλοντικών ενεργειών των επιχειρήσεων (Lieberthal 2007).

Αποτυγχάνοντας να εκτιμήσει τις άσχημες συνέπειες της δίωξης των βαρέων ρυπαίνοντων, οι ναυτιλιακές εταιρείες είναι λιγότερο πρόθυμες να συμμορφωθούν με τους κανονισμούς για το περιβάλλον. Εναλλακτικά, οι ναυτιλιακές εταιρείες θα το βρουν προς το συμφέρον τους να επικεντρωθούν στην προστασία του περιβάλλοντος, όταν τους έχουν ανατεθεί οι κανονισμοί σε σχετικές δράσεις. Συνήθως φαίνεται ότι οι βιομηχανίες δημιουργούν δικά τους πρότυπα πρακτικής υποστήριξης της αειφόρου ανάπτυξής τους. Πολλές βιομηχανικές ενώσεις, π.χ. Η Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC), οδηγούν συχνά την ανάπτυξη και την προώθηση ορθών πρακτικών για την προστασία του περιβάλλοντος και την παροχή (π.χ. ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών) στα μέλη τους για να καθοδηγούν το περιβάλλον τους και τις ανάλογες προσπάθειες. Αναγνωρίζοντας την επιτακτική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, η MEPC εξέτασε πρόσφατα προτάσεις για τη μείωση του άνθρακα της ναυτιλιακής βιομηχανίας με ιδιαίτερη έμφαση στην ανακύκλωση στα πλοία στο τέλος του κύκλου ζωής τους και τη μείωση των επιπέδων επιβλαβών εκπομπών. Ένα παράδειγμα που απεικονίζει μια τέτοια πράσινη πρακτική είναι ένα έργο που ξεκίνησε από τη Maersk Line για την ανάπτυξη περιβαλλοντικής διαδικασίας ανακύκλωσης πλοίων που αντικατέστησε την προηγούμενη στη διάσωση των πλοίων. Τα σκάφη της Maersk είναι επίσης σχεδιασμένα και κατασκευασμένα με υλικά με υψηλό λόγο ανακύκλωσης (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Κρουαζιέρας, 2013).

Τα πράσινα προγράμματα που ξεκίνησαν από τη βιομηχανία προσφέρουν οδηγίες και κατευθυντήριες γραμμές για τις περιβαλλοντικές ευθύνες που αναμένονται από τις ναυτιλιακές εταιρείες, απαγορεύοντας έτσι τις πρακτικές τους μέσω πίεσης από ομότιμους. Ομοίως, η καθοδήγηση του ναυτιλιακού κλάδου για Περιβαλλοντική συμμόρφωση: Ένα πλαίσιο για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τη MARPOL που εκπονήθηκε από το Διεθνές Ναυτιλιακό Επιμελητήριο (ICS) (www.ics-shipping.org) παρέχει ένα πλαίσιο για τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής συμμόρφωσης. Τα προτεινόμενα στοιχεία του πλαισίου πρόκειται να αναθεωρηθούν από τις ναυτιλιακές εταιρείες. Το πλαίσιο αυτό αποσκοπεί στη διευκόλυνση της βιώσιμης ανάπτυξης της ναυτιλίας ως βιομηχανία και την προώθηση της οικολογικής αποδοτικότητας στις θαλάσσιες μεταφορές. Η ανάπτυξη της βιομηχανικών κανόνων στον τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος, στους οποίους έχει αναγνωριστεί η νομιμότητα, η ναυτιλιακή βιομηχανία μπορεί να αυξήσει το ρυθμό υιοθέτησης και οι ναυτιλιακές εταιρείες μπορούν να επωφεληθούν από τη βοήθεια που παρέχουν οι σχετικές ενώσεις, όπως η ICS και η IMO, για να διευκολύνουν τις προσπάθειές τους στην υιοθέτηση τους (Gkiziakis, Παπαδόπουλος, & Plomaritou, 2016).

Οι ναυτιλιακές εταιρείες υποχρεούνται με όλο και μεγαλύτερη περιβαλλοντική συνείδηση για να πραγματοποιούν πιο φιλικές προς το περιβάλλον λειτουργίες. Οι εργασίες του σκάφους αναπόφευκτα δημιουργούν ρύπους όπως τα λιπαρά απόβλητα. Εάν μια ναυτιλιακή εταιρεία κατηγορείται για ρύπανση, οι πελάτες μπορούν να δώσουν την ανάθεση τους σε μια άλλη επιχείρηση για να αποφύγουν την αντίδραση για το αν είναι περιβαλλοντικά ανεύθυνοι. Για να μειωθεί η απόρριψη λιπαρών υδάτων, οι εταιρείες, όπως η Maersk Line, έχουν εγκαταστήσει φίλτρα στο πετρέλαιο-νερό στο διαχωριστή στα σκάφη τους. Αυτή η πρακτική εξασφαλίζει την επεξεργασία του ελαιούχου νερού με αποτέλεσμα τις συγκεντρώσεις εκρών κάτω από 5 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm), πράγμα που είναι καλό κάτω από τις κανονιστικές απαιτήσεις των 15 ppm. Από την άποψη της θεσμικής θεωρίας, οι ναυτιλιακές εταιρείες έχουν κίνητρο να συμμορφώνονται με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς που απαιτούνται από τους φορτωτές για νομικούς σκοπούς και με την ελπίδα να συνεχιστεί η συνεργασία μαζί τους. Για παράδειγμα, η Wal-Mart τονίζει τα 7 R της βιώσιμης συσκευασίας και απαιτεί από τους προμηθευτές της να συμμορφώνονται με αυτούς. Τα 7 R είναι:

1. απομάκρυνση,
2. μείωση,
3. επαναχρησιμοποίηση,
4. ανανέωση,
5. ανακύκλωση,
6. έσοδα και
7. αναγνώριση.

Η Wal-Mart δηλώνει στην κάρτα γεγονότων ότι όταν λέει σε έναν προμηθευτή ότι επιθυμεί μια αλλαγή στη συσκευασία, ο προμηθευτής αυτός θα αλλάξει όλη του την συσκευασία, που δείχνει πώς ένας πελάτης μπορεί να ασκήσει σημαντική πίεση στους προμηθευτές όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Οι ναυτιλιακές εταιρείες, καθώς και οι πάροχοι υπηρεσιών εφοδιαστικής, οδηγούνται από τους πελάτες να υιοθετήσουν πράσινες πρακτικές όπως βιώσιμες συσκευασίες για να διατηρήσουν τις επιχειρηματικές τους σχέσεις, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του Wal-Mart. Λαμβάνοντας υπόψη τις αυξανόμενες περιβαλλοντικές ανησυχίες στο διεθνές εμπόριο, υπάρχει η επείγουσα ανάγκη των ναυτιλιακών εταιρειών να αντιμετωπίσουν τις περιβαλλοντικές πιέσεις με τέτοιο τρόπο που δεν θέτει σε κίνδυνο την επιχειρηματική τους ανάπτυξη, παράλληλα όμως παράγει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη στην παγκόσμια ναυτιλία αλυσίδας (Lai et al., 2008).

Μαζί με τις προαναφερθείσες θεσμικές δυνάμεις αφορούν τις κανονιστικές απαιτήσεις, τα βιομηχανικά πρότυπα και τη ζήτηση των καταναλωτών για την περιβαλλοντική εστίαση στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις. Οι ναυτιλιακές εταιρείες χρειάζονται μια λύση στην οποία η πράσινη ναυτιλία μπορεί να είναι μια βιώσιμη επιλογή για την αντιμετώπιση του περιβάλλοντος και της παραγωγικότητας ως προκλήσεις. Ως καινοτομία διαχείρισης, η πράσινη ναυτιλία βοηθά τις ναυτιλιακές εταιρείες να μειώσουν τις επιπτώσεις των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων τους, ενώ παράλληλα τους επιτρέπουν να επιτύχουν κέρδη απόδοσης. Αυτή η πράσινη πρακτική προσφέρει όχι μόνο ευκαιρίες αύξησης της κερδοφορίας, αλλά και τη

δυνατότητα ενίσχυσης του τμήματος του διεθνούς εμπορίου, μέσω της τήρησης των κανονιστικών απαιτήσεων που καθορίζονται για την αντιμετώπιση σε περιβαλλοντικά ζητήματα (Baile και Solomon, 2004).

Επιπλέον, υπάρχουν σοβαρές συνέπειες της αύξησης στις ναυτιλιακές δραστηριότητες για την περιφερειακή ανάπτυξη, την παγκόσμια εφοδιαστική και τις περιβαλλοντικές πολιτικές. Αντιμετωπίζοντας τους όλο και μεγαλύτερους όγκους σε φυσικές ροές φορτίου στο διεθνές εμπόριο, είναι απαραίτητο για τη ναυτιλιακή βιομηχανία να ανταποκριθούν και να εξισορροπήσουν τόσο τους οικονομικούς όσο και τους περιβαλλοντικούς στόχους κατά την εκτέλεση στις ναυτιλιακές τους δραστηριότητες. Οι δράσεις στην πράσινη ναυτιλία είναι σημαντικές πρακτικές μεταξύ επιχειρήσεων και ενδοεταιρικών επιχειρήσεων που απαιτούν από τις ναυτιλιακές εταιρείες να λάβουν υπόψη περιβαλλοντικές ανησυχίες ως μέρος της λήψης αποφάσεων σε κάθε εισερχόμενη φάση από την παραλαβή του φορτίου έως τη φάση του εξερχόμενου σταδίου παράδοσης φορτίου, το λεγόμενο concept κλειστού βρόχου στη ναυτιλιακή διαχείριση. Πίεση από την κυβέρνηση και το κοινό, αύξηση του αριθμού των συνειδητών φορτωτών και το αυξημένο διεθνές εμπόριο έχουν οδηγήσει συλλογικά σε ένα αυξανόμενο αριθμό ναυτιλιακών εταιρειών που υιοθετούν τη πράσινη ναυτιλία, μέσω της χρήσης των ανακυκλώσιμων υλικών συσκευασίας (Danchev & Demian, 2013).

Με την έλλειψη πόρων και την πιθανότητα για πράσινα εμπόδια στο εμπόριο, οι ναυτιλιακές εταιρείες έχουν αρκετούς επαρκείς λόγους να ξεκινήσουν και να λάβουν μέτρα εταιρικής και βιομηχανικής περιβαλλοντικής διαχείρισης. Ορισμένα από τα μέτρα που προωθούνται είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην πιστοποίηση ISO 1400. Η ανάπτυξη και η έννοια όπως και η υιοθέτηση των δράσεων της πράσινης ναυτιλίας μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του περιβαλλοντικού κόστους χωρίς να επιβαρύνουν την ανάπτυξη, τη διανομή και τη διάθεση προϊόντων μέσω της ναυτιλίας, βελτιώνοντας παράλληλα την αποτελεσματικότητα και την οικονομική τους θέση. Υπάρχει επίσης η αύξηση στα στοιχεία ότι η υιοθέτηση πράσινων πρακτικών μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις. Οι οργανισμοί έχουν βρει περιβαλλοντική συνεργασία με τους προμηθευτές και τους πελάτες επόμενου σταδίου που είναι χρήσιμοι για να αποκομίσουν κέρδη απόδοσης. Αυτές οι συνεργασίες περιλαμβάνουν κοινούς περιβαλλοντικούς στόχους, κοινό περιβαλλοντικό σχεδιασμό και το να συνεργαστούν για τη μείωση της ρύπανσης ή άλλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο κωδικός ISM και τα πρότυπα ISO 1400 έχουν κερδίσει τη δημοτικότητα, και υπάρχει μια αυξανόμενη επιθυμία των ναυτικών στελεχών να επιδιώξουν συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης και πρακτικές για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων στην ναυτική βιομηχανία (Celik, 2009, σελ. 87).

Κεφάλαιο 6. Μετατροπές και Τεχνοοικονομική ανάλυση

Όπως έχουμε ήδη δει στα προηγούμενα κεφάλαια, η υιοθέτηση φιλικών στρατηγικών ως προς το περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εξέλιξη και ανάπτυξη της ελληνικής ναυτιλιακής βιομηχανίας σχετικά με την προάσπιση των συμφερόντων της. Προτού λοιπόν η ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία κινηθεί προς μια κατεύθυνση η οποία θα είναι ταυτόχρονα φιλική προς το περιβάλλον και οικονομικά συμφέρουσα θα πρέπει να εξεταστεί αν μια τέτοια εκπαίδευση είναι βιώσιμη. Φυσικά, για να είναι βιώσιμη μια τέτοια επένδυση για την ελληνική βιομηχανία θα πρέπει πρώτα να εξασφαλιστεί πως υπάρχει το απαραίτητο κεφάλαιο και υποδομές για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια κίνηση, και μάλιστα να αποδειχθεί εμπειρικά για το πως θα μπορέσει μια τέτοια επένδυση να αποφέρει κερδοφορία στην Ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία, κάτι που αποτελεί και σκοπό του συγκεκριμένου κεφαλαίου.

Για να υπάρχουν αναμενόμενα κέρδη, θα πρέπει να εξεταστεί αν είναι βιώσιμη η μετατροπή ενός πετρελαιοκίνητου καραβιού σε πλοίο που λειτουργεί μέσω κινητήρων υδρογονανθράκων σε ρευστή μορφή (LNG). Συγκεκριμένα, σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η συνολική εκπομπή ρυπογόνων ουσιών στην ατμόσφαιρα των πετρελαιοκίνητων καραβιών του ελληνικού στόλου για την τελευταία 30ετία , και καταβάλλεται μια προσπάθεια να εντοπιστούν τα σημαντικότερα κόστη που ενδεχομένως να δημιουργηθούν σε περίπτωση που σύσσωμη η ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία αποφασίσει να προβεί σε αυτές τις καινοτόμες αλλαγές.

Αξίζει να σημειωθεί πως υπάρχει τεράστιος ανταγωνισμός από τις αεροπορικές επιχειρήσεις οι οποίες έχουν προβεί ήδη σε παρόμοιες ενέργειες μετατροπής των κινητήρων των σκαφών από πετρελαιοκίνητα σε λιγότερο ρυπογόνα για την ατμόσφαιρα καύσιμα, όπως καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και LNG σε μια προσπάθεια για τον περιορισμό των ρυπογόνων ουσιών στην ατμόσφαιρα, οπότε η τεχνοοικονομική ανάλυση σχετικά με την ενδεχόμενη συμπεριφορά των ελληνικών εμπορικών πλοίων και την στροφή ως προς την πράσινη ναυτιλία χρήζει μεγάλης σημαντικότητας για την διασφάλιση των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων και την χρήση φιλικών τεχνολογιών προς το περιβάλλον, κάτι το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της πράσινης ναυτιλίας (Psaraftis, 2016).

Προτού εκτελεστεί η τεχνοοικονομική ανάλυση σχετικά με την στροφή της ελληνικής βιομηχανίας ως προς την ανάπτυξη φιλικών στρατηγικών προς το περιβάλλον, είναι χρήσιμο να αποδοθεί με ακρίβεια ο όρος τεχνοοικονομική ανάλυση (Techno-economic analysis, TEA). Μια από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες κατά τον σχεδιασμό, ανάπτυξη και υλοποίηση νέων προϊόντων και υπηρεσιών είναι η αξιολόγηση της οικονομικής τους βιωσιμότητας, και αυτή η διαδικασία είναι γνωστή σαν τεχνοοικονομική ανάλυση (TEA) (www.cbirc.iastate.edu, 2018).

Αν και η τεχνοοικονομική ανάλυση δεν αποτελεί ένα συνηθισμένο χαρακτηριστικό που παρουσιάζεται στην αρχή του σχεδιασμού νέων προϊόντων/υπηρεσιών, όσο περισσότερο οι υπηρεσίες διαφοροποιούνται ως προς το καινοτομικό στοιχείο και την στρατηγική της βιομηχανίας, είναι εξαιρετικά σημαντικό μια βιομηχανία να είναι σε θέση να αναγνωρίσει ποιες επενδύσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την συνεχόμενη ανάπτυξη, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται μέσα από το εργαλείο της τεχνοοικονομικής ανάλυσης, η οποία επίσης παρέχει και μια βαθύτερη γνώση σε περιοχές όπου πρέπει να εστιάσει η έρευνα και η ανάπτυξη προκειμένου να επιτευχθούν οι σημαντικότερες βελτιώσεις των οικονομικών (Varias, 2013).

Γενικά, η ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία δεν είναι μόνο πρωτοπόρα ως προς την συνολική δύναμη του εμπορικού στόλου αλλά διαθέτει και ένα από τα ισχυρότερα οικολογικά προφίλ σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς το ίδρυμα Green Award αποτελεί την απόδειξη για αυτό. Σήμερα, από τα συνολικά 253 πλοία που εκτελούν υπερατλαντικά ταξίδια και διαθέτουν την ανάλογη πιστοποίηση του ιδρύματος, 90 από αυτά ανήκουν σε Έλληνες πλοιοκτήτες, ενώ από τις συνολικά 39 επιχειρήσεις που συμμετέχουν 10 είναι ελληνικών συμφερόντων. Παραπάνω από 100 ανέρχονται οι αυτοαποκαλούμενοι πάροχοι κινήτρων, στους οποίους συγκαταλέγονται περίπου 50 διεθνή λιμάνια και 60 εταιρίες παροχής ναυτιλιακών υπηρεσιών, 18 από τους οποίους είναι ελληνικών συμφερόντων. Η ονομασία «πάροχοι» προέρχεται από τις διευκολύνσεις που προσφέρουν και τις αντίστοιχες εκπτώσεις, όπως για παράδειγμα στα λιμενικά τέλη, που πρέπει να πληρώσει μια επιχείρηση για να πιστοποιήσει το πλοίο της με το Green Award.

Γενικότερα, παρατηρείται μια πτώση στα κέρδη των πλοίων στο τέλος των επιπέδων του κύκλου για τους περισσότερους ναυτιλιακούς τομείς, και οι παραγγελίες νέων πλοίων έχουν ήδη μειωθεί ή και σταματήσει. Το 2016 σημειώθηκε συνολική μείωση της τάξης του 71% στην παραγγελία πλοίων, με την αναθέτουσα δραστηριότητα να πέφτει στο χαμηλότερο επίπεδο σε διάστημα άνω των 30 ετών τόσο σε αριθμητικό όσο και σε ποσοτικό επίπεδο, με εξαίρεση την παραγγελία πορθμείων κρουαζιερόπλοιων και επιβατών. Αντίθετα, οι εφοπλιστές παρουσίασαν ενδιαφέρον για την πώληση και την αγορά (S & P) στον κλάδο όπως η αγορά ξηρού φορτίου χύδην, όπου παρατηρήθηκε αύξηση της δραστηριότητας στην αγορά S & P κατά 24%, κάτι το οποίο διαπιστώνεται από το επόμενο γράφημα (Ugs.gr. 2017).

Σχήμα 6.1: Πορεία των συνολικών κερδών της ελληνικής ναυτιλίας



Πηγή: (80)

Οπότε, είναι επιτακτικό η ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία να στραφεί άμεσα στην διαμόρφωση πλοίων που είναι οικολογικά φιλικά καθώς κάτι τέτοιο εξάλλου επιδοτείται και από την ΕΕ. Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕ) και ένα παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό ίδρυμα που έχει πολύ ισχυρά ευρωπαϊκά θεμέλια, η ING, υπέγραψαν μέσα στο 2018 συμφωνία σχετικά με την υποστήριξη των επενδύσεων στην πράσινη ναυτιλία και στην μεταφορά προϊόντων τα οποία θα χαρακτηρίζονται από φιλικότητα προς το περιβάλλον, στα πλαίσια της ευρωπαϊκής ναυτιλίας με συνολική αξία που ανέρχεται στα 300.000.000€, ενώ κάθε φορέας θα συμμετέχει έκαστος σε αυτό το πρόγραμμα με 150 εκ. €.

Ωστόσο, σημαντικό είναι να αναλυθεί το κόστος μετατροπής των ελληνικών πλοίων προκειμένου να είναι περισσότερο φιλικά ως προς το περιβάλλον, με βάση την χωρητικότητά τους, εξετάζοντας βασικά τρεις εναλλακτικές επιλογές, και συγκεκριμένα την μετατροπή σε πλοία χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (low sulfur fuel) MDF ή την μετατροπή σε πλοία μεταφοράς φυσικού αερίου (LNG). Συγκεκριμένα, η τιμή των LNG στα μεγάλα εισαγωγικά λιμάνια είναι σήμερα πολύ ανταγωνιστική από άποψη κόστους, καθώς τα συγκεκριμένα πλοία είναι περισσότερο φιλικά ως προς το περιβάλλον συγκριτικά με τα πλοία που μεταφέρουν άλλα καύσιμα που παράγουν εξαιρετικά ρυπογόνες ουσίες για το περιβάλλον (Varias, 2013).

Το ενδιαφέρον για την επέκταση της υπάρχουσας υποδομής είναι έντονο, καθώς οι επενδυτικές προτάσεις για εγκαταστάσεις LNG μικρής κλίμακας αναφέρονται σχεδόν καθημερινά. Ωστόσο, προκειμένου να δημιουργηθεί μια σταθερή επιχειρησιακή περίπτωση, η τιμή του καυσίμου είναι η πιο σημαντική παράμετρος στην ανάλυση. Έχοντας ένα συμφωνημένο επίπεδο τιμών LNG σε πρώιμο στάδιο με έναν προμηθευτή φυσικού αερίου, θα εξαλείψει αυτή την αβεβαιότητα και θα αυξήσει σημαντικά την πιθανότητα επιτυχίας του έργου. Επί του παρόντος, το LNG αναπτύσσεται κυρίως για χρήση σε οδικά οχήματα (που στην συντριπτική τους πλειονότητα είναι τα βυτιοφόρα), με σημαντικά λιγότερη εγκατεστημένη ισχύ και μπορεί να αναμένεται ότι το LNG θα κυριαρχεί όλο και περισσότερο στην ναυτιλιακή αγορά (Varias, 2013; Karlsson et al, 2012).

Πίνακας 6.1 Τα περιγραφικά μέτρα σχετικά με τα πλοία που ανήκουν στην Ελλάδα είναι νηολογημένα υπό διάφορες σημαίες (πλοία άνω των 1000 gt) την τελευταία τριακονταετία, από το 1988 μέχρι και το 2018.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	ΠΛΟΙΑ	DW	GT
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	1.435	297364,56	111023,44
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1799	597536,88	46618,32
ΔΙΑΜΕΣΟΣ	4,0745	174287,63	103807,86
ΕΛΑΧΙΣΤΗ	2	81928,30	45554,42
ΜΕΓΙΣΤΗ	4085	3205975,74	192430,52

Σκοπός είναι να εξεταστεί αν με την μετατροπή των πλοίων σε LNG μπορεί να εξασφαλιστεί πως κάτι τέτοιο θα έχει σαν αποτέλεσμα την βιωσιμότητα της ελληνικής ναυτιλιακής βιομηχανίας σε κάτι πιο οικονομικά φιλικό προς το περιβάλλον. Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει το αντίστοιχο περιεχόμενο σε

άνθρακα για κάθε τύπο καυσίμου. Συγκεκριμένα, η πρώτη στήλη παρουσιάζει τον τύπο καυσίμου, η δεύτερη την αντίστοιχη περιεκτικότητα σε άνθρακα, και η τελευταία τον ανάλογο συντελεστή μετατροπής C_F , ο οποίος είναι ουσιαστικά το μέτρο υπολογισμού των εκπομπών του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αναλογικά με τον τύπο καυσίμου (Diesel duck.info. (2012)).

Με άλλα λόγια, οι συντελεστές μετατροπής βοηθάνε έτσι ώστε να υπολογιστούν οι εκπομπές άνθρακα αναλογικά με τα πλοία. Οι αντίστοιχοι συντελεστές έχουν υπολογιστεί με τον παρακάτω τύπο

$$C_F = \frac{t - CO_2}{t - fuel}$$

Οι τύποι καυσίμου περιλαμβάνουν το Diesel, το ελαφρύ λάδι καυσίμου, το βαρύ λάδι, προπάνιο, βουτάνιο και το φυσικό αέριο. Όσο μικρότερος είναι ο συγκεκριμένος συντελεστής, τόσο μικρότερο είναι και η αντίστοιχη εκπομπή άνθρακα στην ατμόσφαιρα, και το φυσικό αέριο έχει τον μικρότερο συντελεστή (2.75), οπότε και είναι το πιο φιλικό ως προς το περιβάλλον καύσιμο. (Dieselduck.info, 2012).

Πίνακας 6.2 Το περιεχόμενο σε άνθρακα με βάση το προϊόν που χρησιμοποιούμε για καύσιμη ύλη

Τύπος καυσίμου	Περιεχόμενο σε άνθρακα (mg)	CF (mg)
Diesel/Gas Oil (DGO)	0.875	3.206
Light Fuel Oil (LFO)	0.86	3.15104
Heavy Fuel Oil (HFO)	0.85	3.1144
Propane	0.819	3
Butane	0.827	3.03
Liquefied Natural Gas (LNG)	0.75	2.75

Στην συνέχεια είναι σκόπιμο να γίνει μια σύγκριση μεταξύ της διαφοράς στην εκπομπή βλαβερών στοιχείων στην ατμόσφαιρα που έχουν τα πλοία όταν μεταφέρουν Diesel και LNG αντίστοιχα, και κατά συνέπεια να υπολογιστεί η ποσότητα των ρυπογόνων ουσιών που μπορεί να μειωθεί.

Συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες εκπομπές αερίων άνθρακα αναλογικά με τα έτη και τον αριθμό των πλοίων της ελληνικής ακτοπλοΐας πολλαπλασιασμένα αντίστοιχα με τους συντελεστές μετατροπής C_F για Diesel (3.21) και LNG (2.75) αντίστοιχα, και στην συνέχεια υπολογίστηκε η αντίστοιχη διαφορά τους (σε κυβικά λίτρα), για τα έτη 1988 μέχρι και 2018 που τόσο σε νούμερα

όσο και η ποσοστιαία διαφορά η οποία αναπαριστά το όφελος που θα μπορούσε να ισχύει αν αντί για πετρελαιοκίνητα καράβια χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά κινητήρες LNG.

Δηλαδή, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω αλγεβρικοί τύποι για κάθε έτος από το 1988 μέχρι και το 2018, δηλαδή

$$TotalDWT * CF(HFO) = X_i TotalDWT * CF(LNG) = Y_i Benefit = X_i - Y_i, i = 1988, 1989, \dots, 2017$$

Πίνακας 6.3 Τα αποτελέσματα των περιγραφόμενων μεταβλητών σύμφωνα με τον νεκρό βάρος (σε εκατομμύρια λίτρα)

ΕΤΟΣ	DW	HFO{DW(It)}	LNG{DW(It)}	ΔΙΑΦΟΡΑ-ΟΦΕΛΟΣ (It)
1988	85047,00	264496,17	233879,25	30616,92
1989	81928,30	254797,00	225302,81	29494,19
1990	84439,16	262605,78	232207,69	30398,10
1991	87102,79	270889,66	239532,66	31357,00
1992	98218,18	305458,54	270100,00	35358,54
1993	103958,10	323309,70	285884,79	37424,92
1994	120650,37	375222,65	331788,52	43434,13
1995	126128,35	392259,17	346852,97	45406,21
1996	129737,34	403483,11	356777,67	46705,44
1997	127782,57	397403,78	351402,06	46001,72
1998	133646,83	415641,64	367528,79	48112,86
1999	139255,18	433083,62	382951,76	50131,87
2000	150966,32	469505,27	415157,39	54347,88
2001	168434,37	523830,89	463194,52	60636,37
2002	164613,94	511949,34	452688,32	59261,02
2003	171593,49	533655,74	471882,09	61773,66
2004	180140,90	560238,19	495387,47	64850,72
2005	182540,87	567702,10	501987,39	65714,71
2006	190058,53	591082,04	522660,97	68421,07
2007	218229,55	678693,91	600131,27	78562,64
2008	260929,22	811489,88	717555,36	93934,52
2009	263560,74	819673,90	724792,04	94881,87
2010	258121,90	802759,10	709835,22	92923,88
2011	261675,98	813812,30	719608,95	94203,35
2012	264054,17	821208,46	726148,96	95059,50
2013	265336,52	825196,58	729675,43	95521,15
2014	290847,13	904534,58	799829,61	104704,97
2015	314456,45	977959,56	864755,24	113204,32
2016	3205975,74	9970584,55	8816433,29	1154151,27
2017	328763,77	1022455,32	904100,36	118354,96

Στην τελευταία στήλη έχει υπολογιστεί το αντίστοιχο όφελος που θα μπορούσε να έχει η ναυτική βιομηχανία, το οποίο όφελος μετουσιώνεται στην μείωση της εκπομπής ρυπογόνων ουσιών. Για παράδειγμα, για το έτος 2016 αν όλα τα ελληνόκτητα πλοία χρησιμοποιούσαν diesel θα απελευθέρωσαν 9970584,55 τόνους στην ατμόσφαιρα, ενώ αν χρησιμοποιούσαν κινητήρα LNG θα απελευθέρωσαν μόλις 8816433,29, δηλαδή θα υπήρχε ένα όφελος της τάξης των $9970584,55 - 8816433,29 = 1154151,26$ τόνων ρυπογόνων ουσιών οι οποίες θα μπορούσαν να μην απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα.

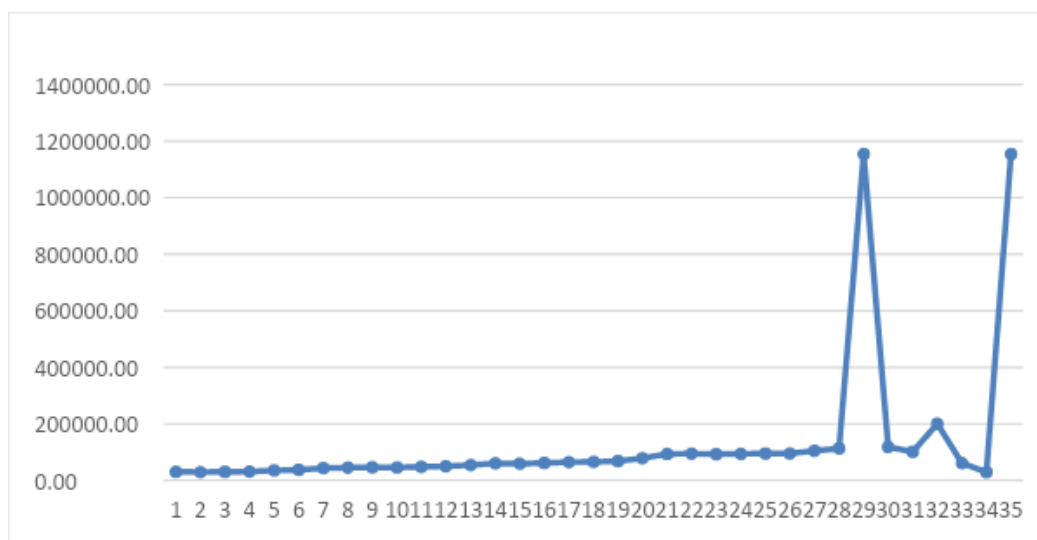
Ο πίνακας παρουσιάζει περιγραφικά μέτρα σχετικά με τις συγκεκριμένες μεταβλητές, συγκεκριμένα τον μέσο όρο, την τυπική απόκλιση, την διάμεσο, την ελάχιστη και την μέγιστη παρατήρηση. Πράγματι, παρατηρούμε πως ο μέσος όρος των τόνων ρυπογόνων ουσιών που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα για τα πλοία με πετρελαιοκινητήρες είναι 876832,75 , ενώ για τα πλοία που θα χρησιμοποιούσαν LNG είναι αντίστοιχα 775334,43, επιφέροντας ένα όφελος της τάξεως των 101498,33 τόνων.

Πίνακας 6.4 Το όφελος που θα προέκυπτε στο νεκρό βάρος του πλοίου αν χρησιμοποιούσαμε lng σε σχέση με το συμβατικό καύσιμο

	HFO(DW)	LNG(DW)	ΔΙΑΦΟΡΑ -ΟΦΕΛΟΣ
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	876832,75	775334,43	101498,33
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1733031,52 3	1532423,372	200608,15
ΔΙΑΜΕΣΟΣ	528743,317 6	467538,3034	61205,014
ΕΛΑΧΙΣΤΗ	254.797	225.303	29.494
ΜΕΓΙΣΤΗ	9970584,55 1	8816433,285	1154151,3

Το επόμενο γράφημα περιγράφει την συμπεριφορά του ενδεχόμενου οφέλους που θα μπορούσε να προκύψει σε περίπτωση που είχε γίνει μια τέτοια κίνηση (δηλαδή τα πετρελαιοκίνητα πλοία χρησιμοποιούν ως καύσιμο το LNG) τα προηγούμενα χρόνια.

Σχημα 6.2 Αναμενόμενη διαφορά στις εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα



Με βάση τα παραπάνω, η μετακίνηση πλοίων που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο το φυσικό αέριο είναι αρκετά πιο φιλική ως προς το περιβάλλον, αναλογιζόμενος κανείς πως λιγότερος όγκος βλαβερών ουσιών απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, υπάρχουν συγκεκριμένα οικονομικά κόστη για την μετατροπή ή κατασκευή ενός πετρελαιοκίνητου πλοίου σε πλοίο που καίει LNG. Συγκεκριμένα, υπάρχει το κόστος νεότευκτου πλοίου, δηλαδή η κατασκευή ενός πλοίου το οποίο χρησιμοποιεί εξ ολοκλήρου σαν καύσιμο το υγροποιημένο φυσικό αέριο, και το μοναδικό πλοίο υψηλής ταχύτητας, που χρησιμοποιεί ως καύσιμο το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) είναι το «Francisco», που κατασκευάστηκε από τα ναυπηγεία Incat στην Αυστραλία και εκτελεί δρομολόγια μεταξύ της Αργεντινής και της Ουρουγουάης. Αν και η επίσημη τιμή της κατασκευής αυτού του πλοίου δεν είναι γενικά διαθέσιμη στο κοινό, ανεπίσημες πηγές αναφέρουν πως η τιμή τελικής παράδοσης ήταν προσεγγιστικά 130.000.000 £., τιμή που είναι σημαντικά υψηλότερη από την απλή κατασκευή ενός πετρελαιοκίνητου σκάφους λαμβάνοντας κανείς υπόψη το μέγεθος και την δυναμικότητα (e-nautilia.gr, 2014).

Φυσικά, ένα τέτοιο κόστος ενός πλοίου που χρησιμοποιεί αποκλειστικά καύσιμα LNG είναι κατά πολύ υψηλότερο από ότι για άλλους τύπους πλοίων που χρησιμοποιούν συμβατικούς κινητήρες ντίζελ, οπότε η τιμή του συγκεκριμένου πλοίου ενδεχομένως να αυξήθηκε καθώς θα έπρεπε να καλυφθεί το κόστος όλων των μελετών, καθώς αποτελεί το πρώτο πλοίο αυτής της κατηγορίας το 2014. Η γενική εκτίμηση είναι πως ένα πλοίο που χρησιμοποιεί κινητήρες LNG θα είναι τουλάχιστον 10-20% ακριβότερο αναλογικά με ένα πλοίο που χρησιμοποιεί συμβατικούς κινητήρες ντίζελ, συμπεριλαμβανομένων και των υπολοίπων εξόδων (e-nautilia.gr, 2014).

Αντίστοιχα, το κόστος μετατροπής υφιστάμενου πλοίου δεν είναι καθόλου αμελητέο, καθώς εκτιμήσεις μετατροπής ενός πετρελαιοκίνητου σκάφους σε κίνηση μέσω LNG είναι περισσότερο από 30.000.000 δολάρια, από τα οποία 24,7 εκατομμύρια δολάρια δαπανώνται αποκλειστικά και μόνο για την αγορά και εγκατάσταση ειδικών τουρμπινών φυσικού αερίου, ενώ τα υπόλοιπα διατίθενται για

έξοδα μεταφοράς και λοιπά έξοδα. Εκτός από το κόστος μετατροπής, το αντίστοιχο κόστος εκπαίδευσης προσωπικού διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την σημαία νηολόγησης καθώς δεν υπάρχουν διεθνείς ρυθμίσεις σχετικά με την εκπαίδευση των πληρωμάτων. Συνεπώς, κάθε κράτος θέτει δικούς του όρους και προδιαγραφές σχετικά με το πως θα εκπαιδεύσει το προσωπικό πληρώματος αν ένα πετρελαιοκίνητο πλοίο μετατραπεί μερικώς ή ολικώς σε πλοίο καύσης LNG. Μια απλή εκτίμηση για την εκπαίδευση ενός μέλους του πληρώματος αναλογεί σε περίπου 5000 δολάρια για μέλη καταστρώματος και μηχανοστασίου, ενώ 2500 δολάρια είναι το ανάλογο κόστος για άλλα συμπληρωματικά μέλη(e-nautilia.gr, 2014)..

Τέλος, το κόστος συντήρησης των κινητήρων LNG, και κυρίως λόγω του περιορισμένου αριθμού των συγκριτικών τύπων των σκαφών σε λειτουργία, είναι δύσκολο να καθοριστεί μια σαφής εικόνα των εξόδων συντήρησης του LNG ως καύσιμο σε σκάφος υψηλής ταχύτητα σε σχέση με την χρήση πετρελαίου ως καύσιμο, κυρίως λόγω της αλλαγής των εμβολοφόρων κινητήρων με τουρμπίνες αερίου. Ωστόσο, το συμβατικό κόστος επισκευής τέτοιων κινητήρων δεν διαφοροποιείται. Προκειμένου να υλοποιηθεί και να καταστεί το κόστος για τη συντήρηση πλήρως προβλέψιμο για τον ιδιοκτήτη του πλοίου, συνιστάται να συνάψει σύμβαση παροχής υπηρεσιών με τον προμηθευτή της τουρμπίνας. Το ετήσιο κόστος για μια τέτοια συμφωνία πρέπει να καλύπτει το πλήρες πρόγραμμα συντήρησης και να περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα εργασία και υλικών. (e-nautilia.gr, 2014).

Ωστόσο, λαμβάνοντας κανείς υπόψη το γεγονός πως υπάρχει συγκεκριμένη επιδότηση (μέχρι και 300.000.000 €) από την ΕΕ και την ΙΝΓ για κάθε πλοίο που θέλει να στραφεί προς την πράσινη ναυτιλία, και συγκεκριμένα με την μετατροπή ή κατασκευή ενός πλοίου το οποίο θα κινείται μέσω LNG είναι ένα σημαντικό κίνητρο για την ελληνική βιομηχανία και θα μπορούσε να αποδειχθεί μια εξαιρετικά βιώσιμη επένδυση, καθώς περιλαμβάνει πολλά περιβαλλοντικά οφέλη και εν καιρώ, και οικονομικά.

Στην συνέχεια θα εξεταστεί αν η μετατροπή ενός πετρελαιοκίνητου πλοίου σε πλοίο που χρησιμοποιεί κινητήρες LNG συμφέρει αναλογικά μια ναυτιλιακή επιχείρηση η οποία αποσκοπεί να κινηθεί περισσότερο προς βιώσιμες και φιλικές περιβαλλοντικές λύσεις. Η τιμή των LNG στα μεγαλύτερα και σημαντικότερα τερματικά εισαγωγών (import terminals) είναι πολύ ανταγωνιστική στην καθημερινότητα, καθώς παρατηρείται ένα έντονο γενικότερο ενδιαφέρον σχετικά με την επέκταση της των υφιστάμενων υποδομών, ενώ προτάσεις για επένδυση για εγκαταστάσεις επεξεργασίας καυσίμων LNG αναφέρονται σε καθημερινή βάση. Ωστόσο, για να κατασκευαστεί μια ολοκληρωμένη βιομηχανία επεξεργασίας καυσίμων LNG, αποτελεί αδιαμφισβήτητο γεγονός πως το αντίστοιχο κόστος για αυτά τα καύσιμα είναι η πιο σημαντική παράμετρος για μια τέτοια ανάλυση. Οπότε, το πρώτο βήμα για την μετατροπή ενός πετρελαιοκίνητου σκάφους σε LNG είναι να εξασφαλιστεί μια προσυμφωνημένη και σταθερή τιμή με τον προμηθευτή πετρελαίου στα αρχικά στάδια, κάτι το οποίο θα εξαλείψει την αβεβαιότητα και θα αυξήσει σημαντικά την πιθανότητα επιτυχίας ενός τέτοιου Project.

Σε πρακτικό επίπεδο, όλα τα πλοία μπορούν να μετατραπούν έτσι ώστε να κινούνται με LNG, όσο φυσικά υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τα ντεπόζιτα LNG. Ωστόσο, οι βασικοί τύποι πλοίων που μπορούν να μετατραπούν εύκολα είναι τα ακόλουθα: RoRo/RoPax, product/chemical tankers (φορητά μεταφοράς χημικών και υλικών προϊόντων, Containers vessels with LNG Containers (πλοία που μεταφέρουν LNG Containers), και bulk carriers.

Βασικός παράγοντας για την επιτυχία της μετατροπής πετρελαιοκινητήρα σε κινητήρα καύσης LNG είναι η εύρεση επαρκούς χώρου για την αποθήκευση του αερίου στο σκάφος. Η Wärtsilä έχει αναπτύξει εργαλεία για τον υπολογισμό των απαιτούμενων διαστάσεων και βαρών προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη λύση, ενώ πιο εμπειριστατωμένες και σε βάθος μελέτες μπορούν να γίνουν βάσει ειδικών αιτημάτων των πελατών. Επίσης, η αποθήκευση LNG μπορεί να θεωρηθεί ως η πλέον ελκυστική εναλλακτική λύση λόγω της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας του LNG και συνεπώς της σχετικής συμπαγούς ικανότητας αποθήκευσης που απαιτείται. Επί του παρόντος, το LNG αναπτύσσεται βασικά για χρήση σε οδικά οχήματα, τα οποία παρουσιάζουν αισθητά λιγότερη εγκατεστημένη ισχύ, ενώ υπολογίζεται ότι οι κινητήρες που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο το LNG σύντομα θα επεκταθούν ακόμα περισσότερο για να καλύψουν μεγαλύτερο έδαφος στις θαλάσσιες μετακινήσεις (Karlson et al, 2012).

Η καθημερινή κατανάλωση φυσικού αερίου μπορεί εύκολα να υπολογιστεί αναλογικά με το υφιστάμενο πεδίο δραστηριοτήτων, και για να μην προκληθούν δυσανάλογα υψηλά κόστη κεφαλαίου, οι χώροι αποθήκευσης LNG θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότεροι, ενώ θα πρέπει να υπάρχουν αντίστοιχα συχνότερα ενδιάμεσα διαστήματα ανεφοδιασμού. Δηλαδή, σε αντίθεση με το πετρέλαιο που απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους και χρειάζεται συγκεκριμένους μεγάλους ανεφοδιασμούς σε σπάνια βάση, το LNG παρέχει την δυνατότητα εξοικονόμησης χώρου με ταυτόχρονη αύξηση των τακτικών στιγμών ανεφοδιασμού, με αποτέλεσμα το υπάρχον σύστημα αποθήκευση υγροποιημένου αερίου να μπορεί να λειτουργεί αποτελεσματικά και να παρέχει υποστήριξη όποτε είναι δυνατό. Η επιλογή της περιοχής αποθήκευσης μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε στο πλοίο, είτε οριζόντια είτε κάθετα. Όταν ο χώρος αποθήκευσης βρίσκεται πάνω από το κατάστρωμα, οι απαιτήσεις που καθορίζονται από τους νηογνώμονες είναι ελαφρώς χαμηλότερες από όταν βρίσκεται κάτω. (Karlson et al, 2012) .

Το αμέσως επόμενο βήμα είναι να εξεταστεί αν συμφέρει οικονομικά οι υπάρχοντες κινητήρες πετρελαίου να μετατραπούν σε κινητήρες καύσης LNG. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να αντικατασταθούν με καινούργιες και ειδικά εξοπλισμένες μηχανές. Σε γενικές γραμμές, η μετατροπή ενός ήδη υπάρχοντα κινητήρα προτείνεται ανεπιφύλακτα, καθώς είναι πολύ πιο οικονομική και πιο ρεαλιστική λύση από την εγκατάσταση καινούργιων κινητήρων, αναλογιζόμενος κανείς πως μια μετατροπή κινητήρα ουσιαστικά επιφέρει τα ίδια οφέλη όπως και η αγορά καινούργιου, ενώ η αγορά νέων κινητήρων ουσιαστικά συμφέρει περισσότερο όταν κατασκευάζεται εξ ολοκλήρου ένα καινούργιο σκάφος

Υποθέτοντας τώρα πως μια ναυτιλιακή επιχείρηση έχει στην διάθεση της 50.000.000 € και θέλει να μετατρέψει ένα ιδιόκτητο πετρελαιοκίνητο πλοίο (για παράδειγμα ένα bulk carrier) σε πλοίο καύσεως LNG. Σύμφωνα με τους Karlson et

al (2012), η εταιρεία θα πρέπει να κατανοήσει τους διαθέσιμους πόρους με βάση τον παρακάτω πίνακα για την μετατροπή πετρελαιοκινητήρα σε κινητήρα καύσης LNG.

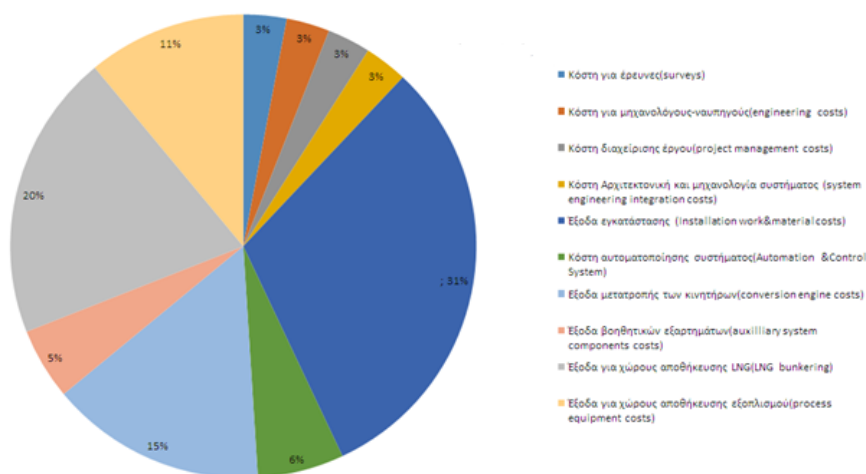
Πίνακας 6.5 Οι δαπάνες για την ολική αλλαγή ενός συμβατικού κινητήρα σε κινητήρα καύσης lng

ΕΞΟΔΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ ΚΑΥΣΗ LNG/

Κόστη για έρευνες(surveys)	1500000
Κόστη για μηχανολόγους-ναυπηγούς(engineering costs)	1500000
Κόστη διαχείρισης έργου(project management costs)	1500000
Κόστη Αρχιτεκτονική και μηχανολογία συστήματος (system engineering integration costs)	1500000
Έξοδα εγκατάστασης (Installation work material costs)	15500000
Κόστη αυτοματοποίησης συστήματος(Automation &Control System)	3000000
Έξοδα μετατροπής των κινητήρων(conversion engine costs)	7500000
Έξοδα βοηθητικών εξαρτημάτων(auxiliary system components costs)	2500000
Έξοδα για χώρους αποθήκευσης LNG(LNG bunkering)	10000000
Έξοδα για χώρους αποθήκευσης εξοπλισμού(process equipment costs)	5500000
ΣΥΝΟΛΟ	50000000

Με βάση το παρακάτω γράφημα πίτα, 31% του συνολικού ποσού θα πήγαινε για απλά έξοδα εγκατάστασης, 12% θα πήγαινε για μελέτες σχετικά με την επιλογή των μηχανών και για την αμοιβή των μηχανολόγων που θα την καθιστούσαν, 31% θα απαιτούνταν για την δημιουργία του αποθηκευτικού χώρου LNG (LNG Bunkering και διαθέσιμος εξοπλισμός), ενώ τα υπόλοιπα έξοδα θα αφορούσαν έξοδα μετατροπής της πετρελαιοκίνητης μηχανής με την εγκατάσταση συμπληρωματικών και βοηθητικών συστημάτων.

Σχημα 6.3 Αναμενόμενα κόστη εγκατάστασης μετατροπής πετρελαιοκινητήρα σε LNG.



Αν υποθέσουμε πως 20 ναυτιλιακές επιχειρήσεις έχουν στην διάθεσή τους το ίδιο ποσό, τότε θα χρειαζόντουσαν 50 εκ. *20=1 δισεκατομμύριο € προκειμένου να μετατρέψουν ένα μόνο πετρελαιοκίνητο πλοίο σε πλοίο καύσεως LNG, ενώ αν μια επιχείρηση θέλει να μετατρέψει περισσότερα πλοία, τότε ανάλογα αυξάνονται και τα κόστη. Ωστόσο, μιας και τέτοιες κινήσεις προς την πράσινη ναυτιλία και την υιοθέτηση φιλικών τακτικών και πολιτικών ως προς το περιβάλλον επιδοτείται από την ΕΤΕ, και συγκεκριμένα με 300.000.000€, θα συνέφερε μελλοντικά την ελληνική ναυτιλία να προχωρήσει σε μια τέτοια επένδυση, κάτι που θα είχε σημαντικά πλεονεκτήματα για την περαιτέρω ανάπτυξη της ελληνικής ναυτικής βιομηχανίας η οποία θα χαρακτηρίζεται από την αειφόρο ανάπτυξη και την περιβαλλοντική συνεισφορά.

Ωστόσο, αν και η πλειοψηφία των εμπειρογνώμων υποστηρίζουν πως το LNG αποτελεί το μεταβατικό καύσιμο για την μελλοντική απεξάρτηση της ναυτιλίας από τον άνθρακα, υπάρχουν και ορισμένοι (πχ, Ζαχαριάδης, 2018). που υποστηρίζουν πως το LNG είναι αρκετά επιβλαβές προς το περιβάλλον, εξαιτίας της τεράστιας περιεκτικότητας (95-98%) σε μεθάνιο, το οποίο όταν διαρρεύσει στην ατμόσφαιρα είναι ακόμα και 25 φορές πιο επιβλαβές από το διοξείδιο του άνθρακα, ενώ ακόμα πιο πρόσφατες μελέτες υποδεικνύουν πως το μεθάνιο είναι ακόμα και 86 φορές πιο επιβλαβές από το διοξείδιο του άνθρακα. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως η απελευθέρωση ενός λίτρου LNG συνεπάγεται την απελευθέρωση 86 λίτρων CO₂ έτσι όπως αυτά επιδρούν και συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, και μάλιστα το 95% της τρέχουσας παγκόσμιας παραγωγής υδρογόνου προέρχεται από το LNG (Τσαμόπουλος, 2018).

Ακόμα και η ηλεκτρόλυση του νερού απαιτεί τεράστιες πηγές ενέργειας, ανάλογες με 49 κιλά CO₂ για κάθε κιλό παραγόμενου υδρογόνου, ενώ άλλες εναλλακτικές λύσεις όπως τα καύσιμα από αμμωνία και μεθανόλη τα οποία αποτελούνται και τα δύο από υδρογόνο το οποίο είναι αρκετά καθαρό για

ανανεώσιμες ενέργειες, απαιτείται επίσης μεγάλη ενέργεια -55 kWh-κιλοβατόρες είναι η απαιτούμενη ενέργεια για να παραχθεί ένα κιλό υδρογόνου, δεν είναι ρεαλιστικά βιώσιμη λύση, ενώ και η στροφή προς τα βιοκαύσιμα δεν είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντική, με αποτέλεσμα να κυριαρχεί το συμπέρασμα πως τα σημερινά καύσιμα (Diesel και αποθειωμένο πετρέλαιο είναι πολύ πιο φιλικά προς το περιβάλλον συγκριτικά με τα LNG και τα υπόλοιπα καύσιμα (Τσαμόπουλος, 2018). Επίσης, υπάρχει αρκετά μεγάλο συγκριτικό κόστος σχετικά με την μετατροπή πετρελαιοκινητήρων σε LNG, κάτι που οι μικρότερες ναυτιλιακές επιχειρήσεις ενδεχομένως να μην μπορέσουν να ανταποκριθούν οικονομικά.

Ως εκ τούτου είναι σημαντικό να εξεταστεί αν συμφέρει μελλοντικά η μετατροπή πετρελαιοκινητήρα σε κινητήρα καύσης LNG σε βάθος χρόνου, κάτι το οποίο ελάχιστες επιχειρήσεις έχουν μέχρι σήμερα επιχειρήσει. Συγκεκριμένα, η εταιρία Omnitek έχει δημιουργήσει μια τεχνολογία μέσω της οποίας οι περισσότεροι πετρελαιοκινητήρες μπορούν να μετατραπούν σε κινητήρες LNG έναντι για ενός μικρού ποσού συγκριτικά με την εξ ολοκλήρου κατασκευή καινούργιου κινητήρα LNG, και αυτή η τεχνολογική πατέντα αποτελεί εγγύηση για χαμηλότερες εκπομπές αερίων, χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων, αρκετά μεγάλη ισχύς και αξιόπιστη λειτουργία του κινητήρα (www.omnitekcorp.com, 2018), οπότε με βάση αυτήν την τεχνολογία ξεπερνιούνται τα προβλήματα κόστους, εκπομπών, αναξιοπιστίας και ισχύος.

Εικόνα 6.1 Κινητήρας καύσης LNG



Πηγή : (69)

Αυτή η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρκετές διαφορετικές περιπτώσεις, όπως με μηχανές συμπιεσμένου φυσικού αερίου (CNG), με LNG και με βενζίνη (Biogas). Οι περισσότεροι κινητήρες ντίζελ μπορούν να μετατραπούν εύκολα σε κινητήρες καύσεων LNG και έρχονται σε πολλά μεγέθη και μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες:

1. Κινητήρες χωρίς υπερσυμπιεστή, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα απλό σύστημα μειωτήρα / αναμικτήρα (CIMS).
2. Κινητήρες με υπερσυμπιεστή, που χρησιμοποιούν ηλεκτρονική έγχυση καυσίμου (ECM).

Τα βήματα μετατροπής ενός κινητήρα Diesel σε LNG είναι τα ακόλουθα (<http://www.omnitekcorp.com>, 2018)

1. Αποσυναρμολόγηση κινητήρα
2. Έλεγχος των εξαρτημάτων και αντικατάστασή τους αν χρειαστεί
3. Τροποποίηση των πιστονιών για χρήση αερίου (χαμηλός ρυθμός συμπίεσης)
4. Τροποποίηση της κεφαλής του κυλίνδρου και των σημείων ανάφλεξης (spark plugs).
5. Εγκατάσταση camshaft sensor και χρονοδιακόπτη
6. Ανασυναρμολόγηση κινητήρα
7. Εγκατάσταση γκαζιού, σημείων ανάφλεξης, gas mixer και καύσιμα
8. Ρύθμιση μηχανής (καύσιμα και ανάφλεξη).

Μια άλλη ρύθμιση που πρέπει να εξεταστεί είναι αν συμφέρει τα πλοία να κινούνται κινητήρες διπλής καύσης με ταυτόχρονη καύση ντίζελ και LNG σε ένα κινητήρα (Dual fuel, DL). Όταν τεθεί σε λειτουργία αερίου, ο κινητήρας λειτουργεί σύμφωνα με τη διαδικασία Otto, όπου το μείγμα καθαρού αεροπορικού καυσίμου (lean airfuel mixture) τροφοδοτείται στους κυλίνδρους κατά τη διάρκεια της διαδρομής αναρρόφησης, καταγράφοντας επιδόσεις που υπερβαίνουν το 47%, ενώ όταν τεθεί σε λειτουργία Diesel, το καύσιμο ντίζελ τροφοδοτείται στους κυλίνδρους στο τέλος της διαδρομής συμπίεσης. Η βελτιστοποίηση του κινητήρα γίνεται για να λειτουργεί με αέρια καύσιμα και το καύσιμο ντίζελ να χρησιμοποιείται για την εφεδρική λειτουργία του καυσίμου (www.wartsila.com, 2018). Η συγκεκριμένη τεχνολογία DF επιτρέπει στον κινητήρα να λειτουργεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους, φυσικό αέριο, ελαφρύ μαζούτ ή HFO. Η εναλλαγή μεταξύ των καυσίμων μπορεί να γίνει χωρίς προβλήματα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, χωρίς απώλεια ισχύος ή ταχύτητας. Ο κινητήρας είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να έχει την ίδια έξοδο ανεξάρτητα από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο.

Εικόνα 6.2 Κινητήρας (DL) διπλής καύσης (Diesel-LNG)



Πηγή: (70)

Ωστόσο, κάτι τέτοιο θα έχει άλλες συνέπειες στην αποθηκευτική ικανότητα του πλοίου, καθώς σε περίπτωση που είτε τροποποιηθούν οι υπάρχοντες κινητήρες (η διαδικασία μετατροπής τους δεν διαφέρει σημαντικά από την μετατροπή σε LNG) είτε εγκατασταθούν νέοι κινητήρες DL, θα χρειαστεί περαιτέρω αποθηκευτικός χώρος στα πλοία, καθώς κάθε καύσιμο θα πρέπει να βρίσκεται στις δικές του δεξαμενές, κάτι το οποίο δεν αποτελεί πρόβλημα για πλοία μεγάλης χωρητικότητας (πάνω από 100.000 dwt), καθώς είναι και η τάση να δημιουργούνται πλοία μεγάλης χωρητικότητας για την μεγιστοποίηση της ενδεχόμενης κίνησης.

Κεφάλαιο 7 . Νέα νομοθεσία και προτεινόμενες λύσεις

7.1 Νέα οδηγία του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού- IMO

Η 1 Ιανουαρίου ορίστηκε ως ημερομηνία εφαρμογής για τη χρήση του ναυτιλιακού καυσίμου περιεκτικότητας σε θείο 0,5%, για όλων των ειδών τα πλοία από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό-IMO. Η Επιτροπή Προστασία Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO που συνεδρίασε στο Λονδίνο την Παρασκευή 28/10/2016, με βάση μελέτη που παρουσιάστηκε για την ημερομηνία που ορίστηκε θα υπάρχει επάρκεια στο συγκεκριμένο τύπο καυσίμου, ανέφερε ότι θα μπορούν να καλυφθούν πλήρως όλες οι ανάγκες.

Ο IMO έκανε λόγο για απόφαση-ορόσημο, τόσο για το περιβάλλον όσο και για την ανθρώπινη υγεία, ενώ ο γενικός γραμματέας του Οργανισμού Kitack Lim ανέφερε ότι αυτή οφείλεται στη βούληση του Οργανισμού να διασφαλίσει ότι η διεθνής ναυτιλία παραμένει φιλική προς το περιβάλλον. Επίσης οι μειώσεις των εκπομπών οξειδίων του θείου αναμένεται να έχουν σημαντικές ευεργετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα των ανθρώπων που ζουν στα λιμάνια και στις παράκτιες περιοχές, πέρα από τις ήδη υπάρχουσες περιοχές ελέγχου των εκπομπών πρόσθεσαν ότι σε ορισμένα πολύ ευαίσθητα οικοσυστήματα όπως η Βαλτική και η Βόρεια Θάλασσα συμπεριλαμβανομένης και της Μάγχης η μέγιστη περιεκτικότητα σε θείο έχει ήδη μειωθεί από το 2015 σε 0,1%

Αν λάβουμε λοιπόν υπόψη τους περιορισμούς που τίθενται σε θέματα ρύπανσης και μόλυνσης του περιβάλλοντος εξαιτίας των πλοίων που θα τεθούν σε εφαρμογή στο άμεσο μέλλον (2020). Όπως και ο καθοριστικός ρόλος της διεθνής επιτροπής της (MACROPOL) στις περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται σαν (ECA) μια αλλαγή –μετατροπή στο σύστημα του κινητήρα προκειμένου αυτός να γίνει φιλικότερος προς το περιβάλλον μοιάζει μονόδρομος. Η μη συμμόρφωση στους κανονισμούς που επιβάλλονται θα φέρουν σημαντικά πρόστιμα τα οποία πιθανόν θα ξεπερνούν κατά πολύ το κόστος της ίδιας της μετατροπής. Έπειτα και αν αυτό είναι δυνατόν η πλοιοκτήτρια εταιρεία θα καλείται να αναλάβει εκ νέου το κόστος της μετατροπής προκειμένου το πλοίο να μπορεί να ταξιδεύει ελεύθερα και τίθενται σημαντική περιορισμοί σε εκπομπές θείου και αζώτου.

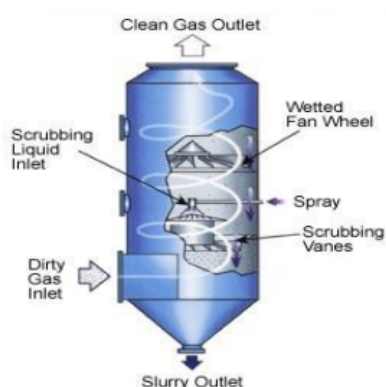
Καθώς ο περιορισμός των οξειδίων του θείου δεν είναι κάτι καινούργιο υπάρχουν ήδη αρκετά συστήματα μέσω των οποίων μπορούμε να ρίξουμε τα επίπεδα παραγωγής οξειδίων του θείου. Μερικά από αυτά είναι η χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο καθώς εφόσον μειώνεται η περιεκτικότητα των καυσίμων θα μειωθεί αντίστοιχα και η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε θείο. Συναντάμε όμως σημαντικά εμπόδια στο ότι τα καύσιμα εξαιτίας της περαιτέρω επεξεργασίας που δέχονται έχουν υπερδιπλάσιο κόστος. Επίσης είναι βασικό ότι αυτήν την στιγμή η αγορά δεν είναι σε θέση να καλύψει την ζήτηση μιας τόσο μεγάλης ποσότητας από το συγκεκριμένο καύσιμο. Ο δεύτερος και πιο κοινός τρόπος καθαρισμού των καυσαερίων από οξείδια του θείου είναι η εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων (scrubbers).

7.2 Scrubbers

Τα Συστήματα Καθαρισμού Καυσαερίων Πλοίου (Scrubber) αποτελούν συστήματα ελέγχου / αποτροπής της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, τα οποία χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν μια μεγάλη ποσότητα των σωματιδίων και των αερίων που προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος ή ακόμα και ανθρώπινες ασθένειες. Η επεξεργασία αυτή πραγματοποιείται είτε με φυσικό είτε με χημικό τρόπο. Ο διεθνής όρος που χρησιμοποιείται για τα συστήματα αυτά είναι ο όρος «Scrubber», ο οποίος προέρχεται από την αγγλική λέξη «Scrub» που σημαίνει «Τρίβω» (Κουγιουμτζόγλου, 2013).

Τα είδη των scrubbers μοιράζονται σε δύο κατηγορίες υγρού και ξηρού καθαρισμού (Wet scrubbers-Dry scrubbers). Στην πρώτη κατηγορία υπάρχει σύστημα ψεκασμού το οποίο ψεκάζει τα καυσαέρια συνήθως με υδροξείδιο του ασβεστίου είτε με άλλες παχύρρευστες ουσίες που περιέχουν ασβεστόλιθο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αντίδραση των οξειδίων του θείου και τελικά την παραγωγή θειικού και θειώδες ασβεστίου και έπειτα από περαιτέρω επεξεργασία μπορεί να αξιοποιηθούν για την παραγωγή γύψου. Τα πλεονεκτήματα αυτών είναι ότι δεν καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο, μπορούν να επεξεργαστούν μεγάλη ποικιλία καυσαερίων υψηλής πυκνότητας, θερμοκρασίας και μεγάλου οξύνου χαρακτήρα επιπλέον έχουν και μικρό σχετικά κόστος. Το σημαντικότερο βέβαια είναι ότι με αυτήν τη μέθοδο μπορούμε να φτάσουμε σε μείωση των οξειδίων του θείου μέχρι και 99%. Επίσης συγκρατούν σημαντικές ποσότητες ρύπων φθορίου, χλωρίου, υδροχλωρικού οξέος, αρσενικού, βηρυλλίου, καδμίου, μαγνησίου και υδραργύρου.

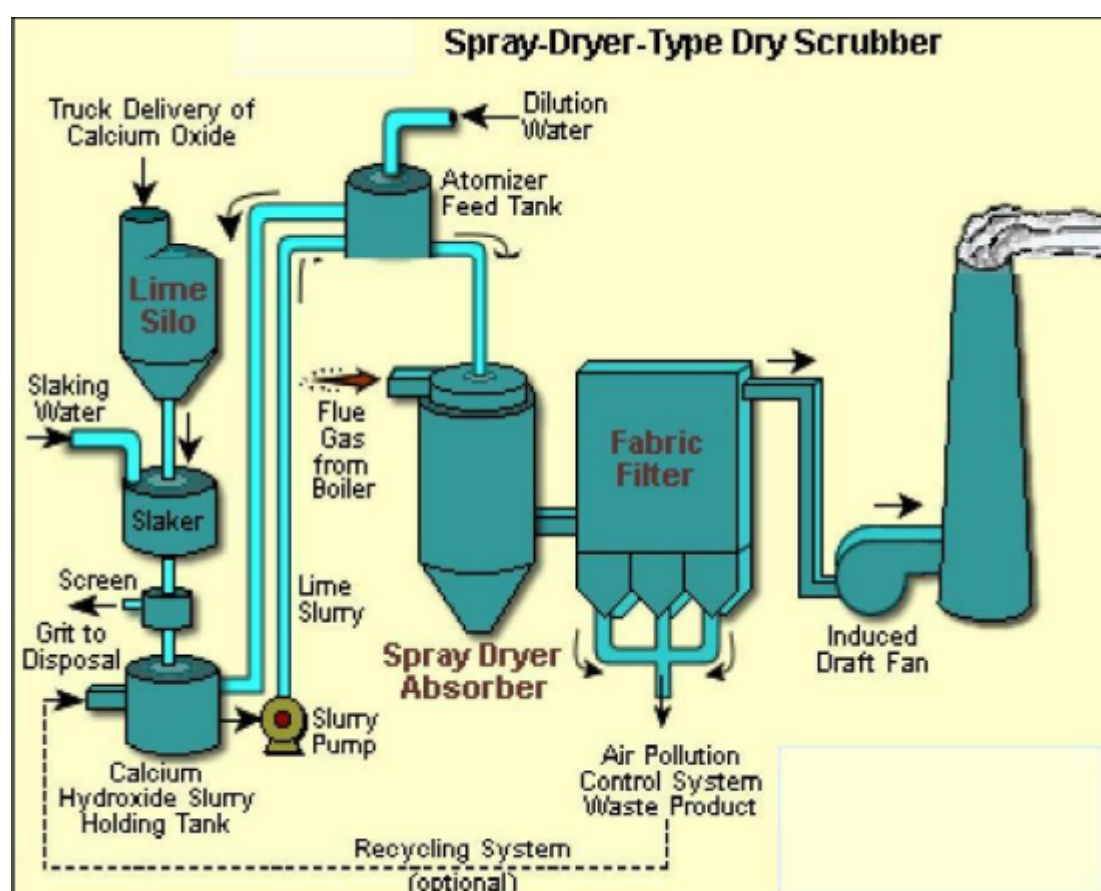
Εικόνα 7.1 : Υγρός καθαρισμός



Πηγή: (71)

Στην δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούμε ξηρά αντιδρώντα συνήθως το υδροξείδιο του ασβεστίου με την μορφή μικρών σφαιριδίων που μεταφέρονται μέσω ιμάντα σε έναν ξηρό απορροφητή όπου και αντιδρούν με τα όξινα καυσαέρια και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή γύψου και νερού. Μετά από την αποθείωση τα καυσαέρια οδηγούνται σε σύστημα αντιδραστήρα SRC έτσι ώστε να εξασφαλίσουμε και την απομάκρυνση των οξειδίων του αζώτου. Το σύστημα SRC τροφοδοτείται από τα καυσαέρια μέσω ενός φουσητήρα εξασφαλίζοντας έτσι την μείωση της αντίστασης στην έξοδο των καυσαερίων.

Εικόνα 7.2 : Ξηρός καθαρισμός



Πηγή : (72)

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου συστήματος είναι ότι δεν έχουμε παραγωγή υγρών αποβλήτων και αποφεύγεται ρίψη αυτών στην θάλασσα και φυσικά είναι ότι υπάρχει μείωση των εκπομπών οξειδίου του αζώτου. Στα αρνητικά βέβαια είναι το υψηλό κόστος λειτουργίας του εξαιτίας της ουρίας που χρησιμοποιείται σαν χημικό για την μείωση του οξειδίου του αζώτου, θείου και του υδροξειδίου του ασβεστίου. Έτσι στις προδιαγραφές του πλοίου θα πρέπει να υπάγονται και οι δεξαμενές για την αποθήκευση των ξηρών αντιδρώντων αλλά και της προμήθειες υλικών.

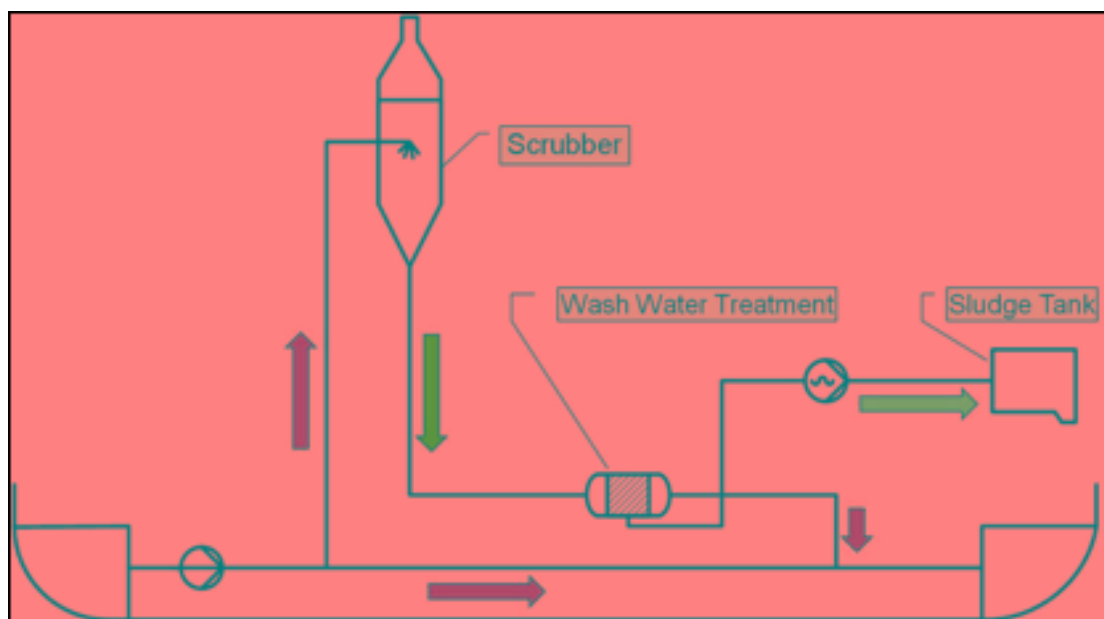
7.3 Scrubbers στη Ναυτιλία

7.3.1 Σύστημα Ανοικτού Κύκλου (Open Loop System)

Το σύστημα ανοικτού κύκλου στηρίζεται εξ' ολοκλήρου στη χρήση του θαλασσινού νερού για τον καθαρισμό των καυσαερίων. Ο όρος «ανοικτός κύκλος» χρησιμοποιείται καθώς ολο το νερό που απορροφάται από τη θάλασσα, επιστρέφει στο σύνολό του μετά το πέρασμά του από το σύστημα πάλι πίσω στην θάλασσα. Η διαδικασία στηρίζεται στη φυσική αλκαλικότητα του θαλασσινού νερού, η οποία διευκολύνει τον καθαρισμό των διοξειδίων του θείου.

Σε αυτή την περίπτωση, απορροφάται νερό κάτω από την ίσαλο γραμμή και αντλείται σε ένα scrubber τοποθετημένο στην εισαγωγή της καπνοδόχου του πλοίου. Το scrubber είναι μια παθητική μηχανή η οποία φέρνει το νερό σε άμεση επαφή με το καυσαέριο. Εσωτερικά χωρίσματα διαχωρίζουν το scrubber σε διάφορα στάδια, κάθε ένα από αυτά, προκαλεί διαφορετικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του νερού και του καυσαερίου. Θαλασσινό νερό εισάγεται κοντά στην κορυφή μέσω ειδικών ακροφυσίων και ρέει προς τον πυθμένα περνώντας διάφορα στάδια. Κατά την έξοδο του από το scrubber, το νερό πρέπει να επεξεργαστεί πριν γυρίσει πίσω στη θάλασσα. Το νερό είτε αντλείται, είτε στραγγίζεται μέσω βαρύτητας σε ένα κυκλωνικό διαχωριστή, ακόμα μια παθητική συσκευή η οποία στηρίζεται σε διαφράγματα που επιφέρουν την περιστροφή του νερού. Η περιστροφή αυτή, έχει ως αποτέλεσμα, τον κυκλωνικό διαχωρισμό του νερού από βαριά σωματίδια σε αυτό. Τα σωματίδια αυτά, κυρίως σε μορφή λάσπης από το περιβάλλον νερό, στραγγίζονται και το νερό είναι σε κατάλληλη κατάσταση για να συνεχίσει την πορεία του. Ένα δευτερεύον ρεύμα θαλασσινού νερού, το οποίο έχει παρακάμψει ολόκληρη τη διαδικασία καθαρισμού, αναμιγνύεται σε ίση ποσότητα με το νερό που εξέρχεται του κυκλωνικού διαχωριστή. Η ανάμιξη αραιώνει αποτελεσματικά το νερό, επαναφέροντας το pH σε αποδεκτά επίπεδα έτσι ώστε να μπορεί να επιστρέψει στη θάλασσα στις περισσότερες περιοχές του κόσμου.

Εικόνα 7.3: Σύστημα Ανοικτού Κύκλου



Πηγή: (73)

Πλεονεκτήματα του συστήματος ανοικτού κύκλου:

- 1 Η διαδικασία δεν απαιτεί επιβλαβή χημικά
- 2 Το σύστημα αποτελείται από λιγότερα μέρη σε σχέση με τα άλλα συστήματα

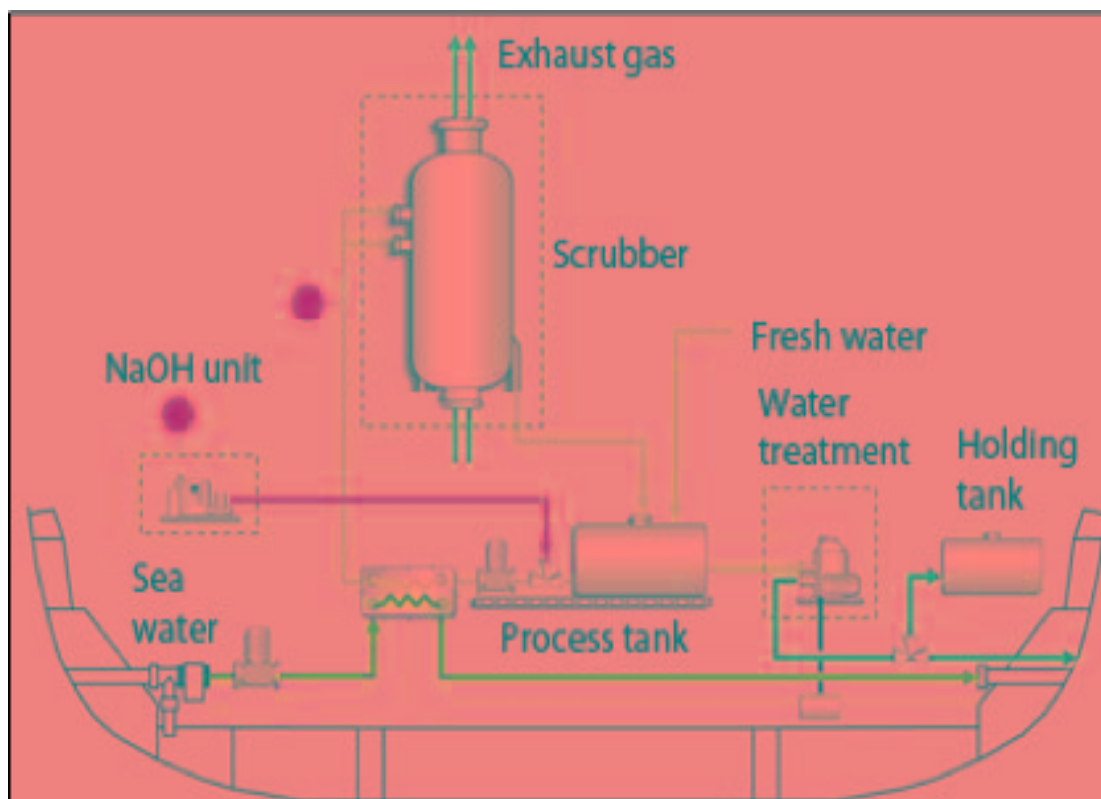
Μειονεκτήματα του συστήματος ανοικτού κύκλου:

- 1 Η λειτουργία σε γλυκό νερό, ή σε νερό υψηλής θερμοκρασίας μπορεί να αναστείλει τον καθαρισμό των οξειδίων του θείου
- 2 Η εκκένωση του λύματος με όξινο pH ενδέχεται να περιορίζεται σε κάποιες περιοχές, με αποτέλεσμα να απαιτείται αλλαγή με καύσιμο μικρής περιεκτικότητας σε θείο, ή ένα εναλλακτικό σύστημα καθαρισμού

7.3.2 Σύστημα Κλειστού Κύκλου (Closed Loop System)

Το σύστημα κλειστού κύκλου χρησιμοποιεί γλυκό νερό το οποίο επεξεργάζεται χημικά ώστε να είναι κατάλληλο για τον καθαρισμό των καυσαερίων. Ο όρος «κλειστός κύκλος» χρησιμοποιείται καθώς το μεγαλύτερο μέρος του παράγοντα καθαρισμού επανακυκλοφορεί στο σύστημα με ελάχιστη πρόσληψη νερού και αποθήκευση των λυμάτων. Η χημική δοσολογία προστίθεται σε κατάλληλη ποσότητα ώστε να εξουδετερώνονται τα οξείδια του θείου των καυσαερίων. Γλυκό νερό με την προσθήκη διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, αντλείται από μια δεξαμενή αποθήκευσης στο scrubber. Το σύστημα λειτουργεί με την ίδια φιλοσοφία με το σύστημα ανοικτού κύκλου, θέτοντας το καυσαέριο σε άμεση επαφή με το υγρό. Μετά τον καθαρισμό, το νερό επιστρέφει στη δεξαμενή. Ένας εναλλάκτης θερμότητας είτε θαλασσινού είτε γλυκού νερού, αντλεί θερμότητα από τον κλειστό κύκλο γλυκού νερού, με το θαλασσινό νερό να προμηθεύεται από μία ανεξάρτητη αντλία. Καθώς η διαδικασία επαναλαμβάνεται, η χημική αντίδραση μεταξύ του υδροξειδίου του Νατρίου και των διοξειδίων του θείου, εξαντλεί τα αποθέματα του NaOH στο διάλυμα. Μια ειδική μονάδα εισάγει το NaOH στο ρυθμό που απαιτείται ώστε να διατηρείται το pH συνεχώς στα κατάλληλα επίπεδα στη μονάδα του scrubber. Για να καθαριστούν τα επιθυμητά προϊόντα της αντίδρασης, μια μικρή ροή νερού στραγγίζεται συνεχώς από τη δεξαμενή επεξεργασίας. Παράλληλα, νερό από τις δεξαμενές γλυκού ή πόσιμου νερού του πλοίου, προστίθεται στη δεξαμενή επεξεργασίας ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να παραμένει πάντα ίδια. Το νερό που στραγγίζεται, οδηγείται σε μονάδα επεξεργασίας. Η μονάδα αυτή, είναι ένας μηχανοποιημένος φυγοκεντρικός διαχωριστής, παρόμοιος για τα συστήματα καυσίμων και λιπαντικών. Ο διαχωριστής εξάγει τα βαριά σωματίδια και καταθλίβει το νερό το οποίο οδηγείται στη θάλασσα σε πολύ μικρές ποσότητες (σε σχέση με τα συστήματα ανοικτού κύκλου) καθώς επίσης μπορεί να οδηγηθεί σε δεξαμενή αποθήκευσης ώστε να αποφευχθεί η αποβολή του σε λιμάνια.

Εικόνα 7.4: Σύστημα Κλειστού Κύκλου



Πηγή: (74)

Πλεονεκτήματα συστημάτων κλειστού κύκλου:

- 1 Έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν σε όλες τις περιοχές, ανεξάρτητα από την αλκαλικότητα του θαλασσινού νερού ή τη θερμοκρασία του
- 2 Τα απόβλητα μπορούν να αποθηκευτούν στο πλοίο για όση διάρκεια επιτρέπει η δεξαμενή αποθήκευσής τους

Μειονεκτήματα συστημάτων κλειστού κύκλου:

- 1 Αποτελείται από περισσότερα μέρη σε σχέση με το σύστημα ανοικτού κύκλου
- 2 Η διαδικασία καθαρισμού απαιτεί συνεχή εφοδιασμό διαλύματος υδροξειδίου του Νατρίου, μίας επιβλαβούς ουσίας που απαιτεί έγκριση από τους κανονισμούς, για χρήση καυστικών χημικών.

7.3.3 Υβριδικό Σύστημα-Hybrid System

Το υβριδικό σύστημα εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα των συστημάτων ανοικτού και κλειστού κύκλου. Το σύστημα αυτό μοιάζει με τον κλειστό κύκλο αλλά έχει επιπρόσθετα μέρη που μπορούν να καθιστούν την λειτουργία του και σαν του ανοικτού κύκλου. Το σχέδιο είναι να λειτουργεί σαν ανοικτού κύκλου εν πλω, χωρίς την χρήση απαραίτητων χημικών και σαν κλειστού κύκλου στο λιμάνι, για την μη αποβολή λυμάτων για να είναι αντάξιος με τους διεθνής κανονισμούς. Τα υβριδικά συστήματα περιλαμβάνουν όλα τα μέρη των συστημάτων κλειστού κύκλου με βασική διαφορά την ύπαρξη δύο συσκευών επεξεργασίας του νερού. Καθώς τα συστήματα ανοικτού κύκλου απαιτούν το 100% του νερού να υπόκειται σε φυγόκεντρο διαχωρισμό, είναι αναγκαία η ύπαρξη δεύτερης τέτοιας εγκατάστασης, η οποία θα είναι αρκετά μεγάλη ώστε να μπορεί να επεξεργαστεί όλη ή μεγαλύτερη ποσότητα του νερού.

Για να γίνει η αλλαγή από τη λειτουργία ως κλειστού κύκλου σε ανοικτού, απαιτείται η αλλαγή στη λειτουργία ορισμένων διατάξεων :

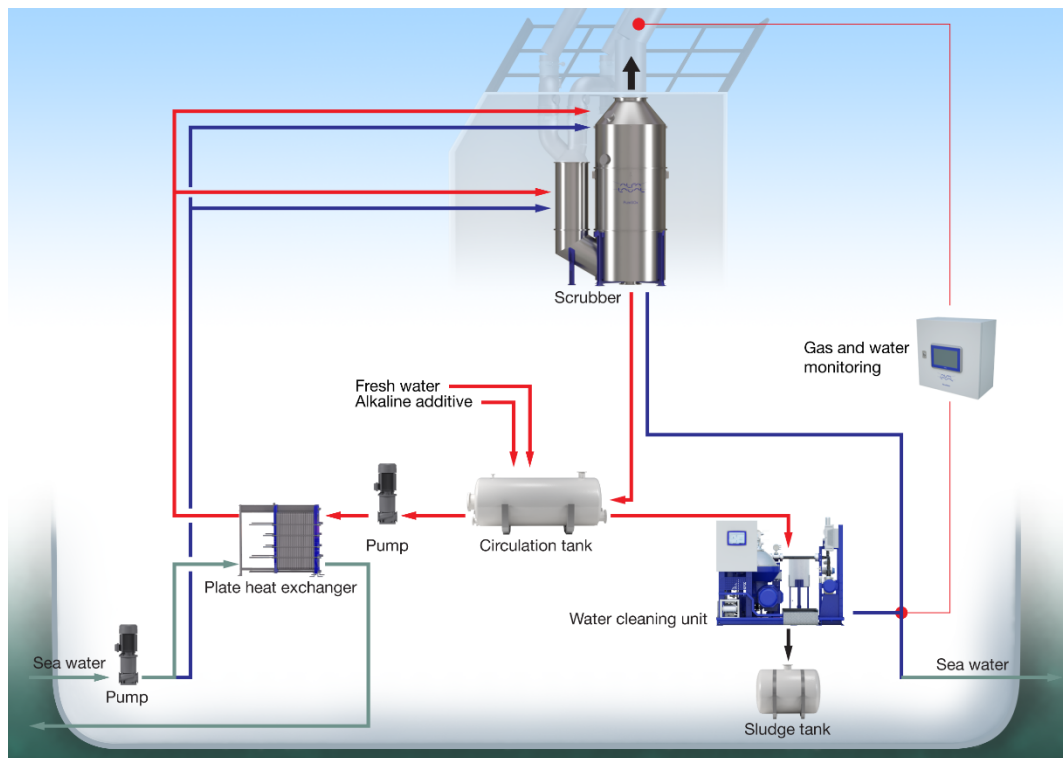
1 Η αντλία που χρησιμοποιείται στο σύστημα κλειστού κύκλου ώστε να προμηθεύεται το νερό που χρησιμοποιεί ο εναλλάκτης θερμότητας για την ψύξη, μετατρέπεται στον προμηθευτή του νερού διάλυσης στο σύστημα ανοικτού κύκλου καθώς σε αυτό το σύστημα ο εναλλάκτης προσπερνάτε.

2 Η αντλία που χρησιμοποιείται για να κυκλοφορεί το γλυκό νερό στα συστήματα κλειστού κύκλου, μετατρέπεται στην πηγή θαλασσινού νερού σε αυτό του ανοικτού κύκλου.

Η δυνατότητα εναλλαγής από σύστημα σε σύστημα, απαιτεί την αλλαγή από τον φυγόκεντρικό διαχωριστή μικρού όγκου, σε κυκλωνικό διαχωριστή μεγάλου όγκου. Κατά τα άλλα, η λειτουργία του συστήματος είναι ίδια με αυτή που περιγράφεται στα παραπάνω συστήματα.

Τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που περιγράφονται παραπάνω ισχύουν και σε αυτό το σύστημα. Το μειονέκτημα του υβριδικού συστήματος, όμως, είναι ότι απαιτεί τα περισσότερα μέρη απ' όλα τα συστήματα υγρού καθαρισμού άρα και ακόμα μεγαλύτερο κόστος .

Εικόνα 7.5: Σύστημα υβριδικού Κύκλου



Πηγή: (75)

7.4 Κόστος scrubber

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται λεπτομέρειες σχετικά με το κόστος και τις λειτουργικές επιδόσεις του scrubber. Η χωρητικότητα και το μέγεθος του βασίζονται συνηθώς στον κύριο κινητήρα. Ωστόσο οι εκπομπές από τους βοηθητικούς κινητήρες ίσως χρειαστεί να δεχθούν και αυτά την παραπάνω επεξεργασία .

Μια από τις έρευνες που υπολόγισαν το κόστος ενός scrubber και την εγκατάστασή του πραγματοποιήθηκε από την Inter. Βασίστηκαν σε έναν κινητήρα 27MW και κατέληξαν στο ότι το κόστος για την εγκατάσταση scrubber είναι περίπου 168 € / kW σε υπάρχουσα πλοία και 118 € / kW σε ένα καινούργιο πλοίο (Ritchie, Jonge, Hugi, & Cooper, 2005). Τα στοιχεία αυτά αναφέρθηκαν το 2005 και θα πρέπει να διορθωθούν σύμφωνα με τον υπάρχουσα πληθωρισμό. Με βάση τον δείκτη τιμών στη ζώνη του ευρώ, ο συντελεστής διόρθωσης για τη μετατροπή του 2005 είναι 1,1768 (Eurostat, 2013). Με αποτέλεσμα το κόστος να γίνεται € 198 / kW και € 139 / kW για το 2009 σε ανακατασκευές και εγκατάσταση σε καινούργιο πλοίο αντίστοιχα. Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης ανά έτος ενός scrubber αναμένεται να είναι περίπου το 1% για τα μεγάλα πλοία και το 3% για τα μικρότερα (Ritchie, Jonge, Hugi, & Cooper, 2005). Εκτιμάται επίσης ότι ο κύκλος ζωής ενός scrubber να είναι 15 έτη. Στη μελέτη Greenship αναφέρεται ένα κόστος μετατροπής scrubber σε πλοίο με κύριο κινητήρα 9480kW \$ 2,6 εκατ. με πρόσθετα \$ 2,4 εκατ. για τροποποιήσεις (Klimt- Møllenbach, Schack, Eefsen, & Kat, 2012). Οι δαπάνες αυτές βασίστηκαν σε πληροφορίες από ναυπηγεία στη Δανία, τη Γερμανία και την Κίνα. Τα αριθμητικά στοιχεία πρέπει να διορθωθούν με συντελεστή 1,025 για τον πληθωρισμό το 2012 βάσει της ζώνης του ευρώ (Eurostat, 2013). Η Wärtsilä, ο πιο γνωστός κατασκευαστής ναυτιλιακών μηχανών, παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το κόστος ενός scrubber. Μια εγκατάσταση scrubber κοστίζει περίπου 1,6 εκατ. Ευρώ και επιπλέον € 70 ανά kW. Αυτή η τιμή δεν περιλαμβάνει τα επιπλέον 50-75% κόστη για την εγκατάσταση scrubber (van der Klip, 2013). Μια σειρά περιπτώσεων διάφορων κινητήρων που υπολογίστηκαν από την Wärtsilä παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1: Κόστος scrubber για συγκεκριμένης ισχύος μηχανές

Αριθμός κινητήρων	Ισχύς (KW)	Κόστος scrubber (Million €)
1	3.500	1,8
2	10.000	2,3
4	20.000	3,0
1	20.000	3,0
1	40.000	4,4

7.5 Λύσεις με καύσιμο το LNG

Μια ακόμα πρόταση για την μείωση και τον περιορισμό των καυσαερίων στα πλοία είναι και η χρήση φυσικού αερίου (Lng) καθώς η τιμή του καυσίμου στην αγορά είναι σχετικά χαμηλή και με την χρήση του εν λόγω καυσίμου πετυχαίνουμε ακόμα και τους αυστηρότερους περιορισμούς οξειδίων του θείου και του αζώτου. με την πάροδο του χρόνου όλο ένα και περισσότερα κοιτάσματα φυσικού αερίου κάνουν την εμφάνιση τους με αποτέλεσμα η χρήση του να είναι πλέον γνωστή στο μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη πράγμα που κάνει την διάθεση του ευκολότερη. Η χρησιμοποίηση του εν λόγω καυσίμου από πλοία τα οποία είναι σχεδιασμένα να καταναλώνουν συμβατικό καύσιμο αποτελεί ένα σημαντικό θέμα το οποίο αξίζει να αναλύσουμε εκτενέστερα. Τα έξοδα προκειμένου να γίνουν όλες οι απαραίτητες μετατροπές σε ένα πλοίο προκειμένου να αρχίσει να χρησιμοποιεί φυσικό αέριο είναι πολύ μεγάλο και έρχεται σε αντίθεση με τον χρόνο ζωής και τα συνολικά έξοδα ενός πλοίου καθώς θα πρέπει να μείνει αδρανείς για ένα χρονικό διάστημα προκειμένου να γίνουν όλες οι απαιτούμενες εργασίες –μετατροπές. Επιπλέον το πλήρωμα το οποίο απαρτίζει το πλοίο θα πρέπει να εκπαιδευτεί κατάλληλα σε σχέση με τον καινούργιο καύσιμο και τις ανάγκες του. Είναι βασικό να πούμε ότι μια τόσο μεγάλη μετατροπή δεν είναι δυνατόν να βρίσκει εφαρμογή σε όλα τα πλοία της αγοράς επομένως τα πλοία τα οποία είναι σε θέση να δεχθούν αυτού του είδους τις αλλαγές πρέπει να πληρούν κάποιες προδιαγραφές. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα τα οποία εμφανίζεται είναι ο όγκος ο οποίος καταλαμβάνει η αποθήκευση του εν λόγω καυσίμου καθώς η θερμογόνος ικανότητα που παρουσιάζει το φυσικό αέριο είναι αρκετά μικρότερη σε σχέση με τα είδη υπάρχοντα καύσιμα στην αγορά. Επομένως πρέπει να λάβουμε υπόψιν ότι μια δεξαμενή φυσικού αερίου μπορεί να καταλαμβάνει έως και τον τριπλάσιο όγκο σε σχέση με μια δεξαμενή αποθήκευσης HFO. Το αμέσως επόμενο θέμα το οποίο προκύπτει είναι ο τρόπος με τον οποίο θα επιλέξουμε να αποθηκευτεί το συγκεκριμένο καύσιμο καθώς το φυσικό αέριο παίρνει την υγροποιημένη μορφή του στους $-166\text{ }^{\circ}\text{C}$. Με τον συγκεκριμένο τρόπο αποθήκευσης μειώνεται σημαντικά τον όγκο του καυσίμου έως και 600 φορές σε πυκνότητα $\rho=0,41-0,50\text{kg/l}$ αλλά για να επιτύχουμε μια τέτοια θερμοκρασία απαιτούνται πολύ σημαντικές αλλαγές στην δομή λειτουργίας του με πολύ σημαντικό κόστος εγκατάστασης ,λειτουργίας και συντήρησης. Ο αμέσως επόμενος τρόπος μεταφοράς του γίνεται με την αύξηση της πίεσης του στα 222 (bar) ο συγκεκριμένος τρόπος είναι οικονομικότερος σε θέμα εγκατάστασης αλλά πρέπει να λάβουμε υπόψη το πολύ μεγάλο φορτίο που εμφανίζεται λόγω της πολύ υψηλής πίεσης και αν οι τάσεις που εμφανίζονται επηρεάζουν τον σκελετό του πλοίου. Με βάση τα παραπάνω και λόγω των σημαντικών μειονεκτημάτων που παρουσιάστηκαν κατά κύριο λόγο μέσω της μεταφοράς και αποθήκευσης του φυσικού αερίου μοιάζει πιο εφικτή η δημιουργία μηχανών διπλής καύσης. Μια τέτοιας διάταξης μηχανής είναι γνωστή σε εμάς είδη από την χρονολογία του 1980 όπου και πρωτοχρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά σε πλοίο το οποίο μετέφερε φυσικό αέριο. Οι διατάξεις τις οποίες συναντάμε την καύση υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι τρεις (gas diesel engine, part ignition engine, dual fuel engine).

Στην πρώτη περίπτωση η μηχανή χρησιμοποιεί μίγμα καυσίμου το οποίο αποτελείται από ίσες αναλογίες φυσικού αερίου και πετρελαίου. Παρατηρούμε ότι ο εν λόγω κινητήρας δουλεύει με βάση τον κύκλο diesel αυτά μας παραπέμπει στο συμπέρασμα ότι μπορεί να υπάρχει καύση είτε μόνο πετρελαίου είτε καύση μίγματος ίσης αναλογίας lng και πετρελαίου. Όταν χρησιμοποιείται μίγμα καυσίμων

εξασφαλίζεται μια καύση η οποία φυσικά είναι καθαρότερη σε σχέση με μια ποσότητα μίγματος καυσίμου η οποία αποτελείται εξ ολοκλήρου από πετρέλαιο. Επομένως με την εν λόγω διάταξη περιορίζουμε σε σημαντικό βαθμό την ρύπανση που προκαλεί ο κινητήρας του πλοίου μας. Επίσης λόγο του ότι το καύσιμο κατά 50% είναι πετρέλαιο επιτυγχάνουμε καλύτερη λίπανση των κυλίνδρων μας.

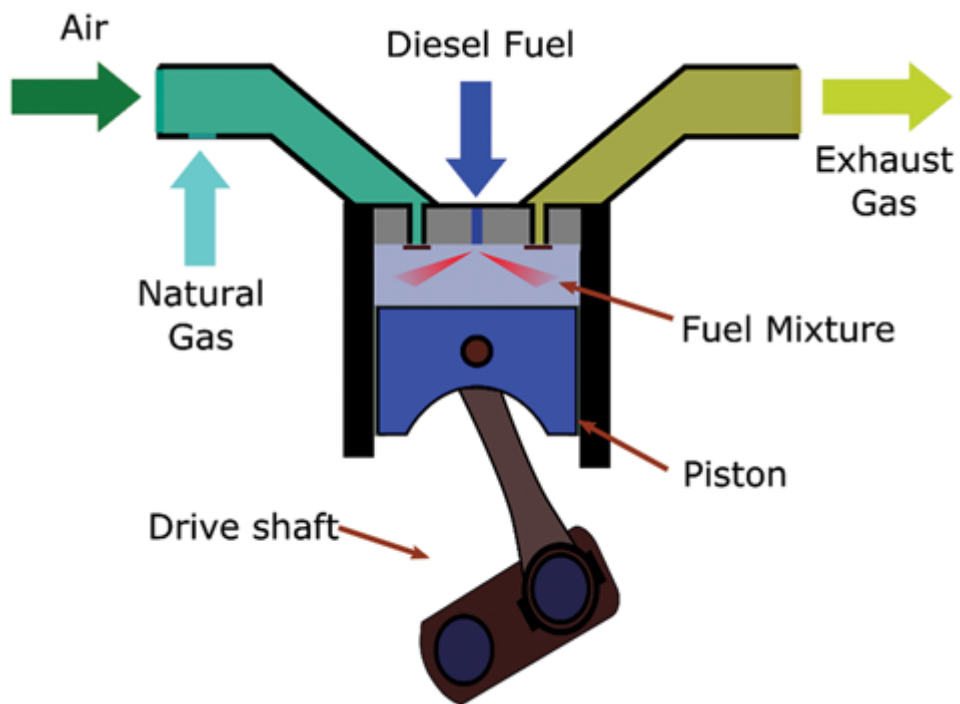
Στην δεύτερη διάταξη το καύσιμο το οποίο καταναλώνει ο κινητήρας μας αποτελείται εξ ολοκλήρου από υδροποιημένο φυσικό αέριο και φαίνεται να υπακούει στον κύκλο του Otto. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το καύσιμο εκλύεται μέσα στον θάλαμο καύσης σε πολύ υψηλή πίεση και μέσο ενός σπινθηριστή γίνεται η έναυση του μίγματος. Το βασικό πλεονέκτημα το οποίο φαίνεται να έχει ο εν λόγω κινητήρας είναι ότι καλύπτει όλες τις απαιτήσεις που έχει θέσει σαν στόχο η *macroPol*. Ένα μειονέκτημα το οποίο προκύπτει σε συγκρίσει με τον προηγούμενο είναι η υποχρεωτική χρήση του συγκεκριμένου καυσίμου και η σχετικά χαμηλή του απόδοση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες δυο.

Τελευταία περίπτωση είναι η *dual fuel engine* στην οποία γίνεται η έγχυση της απαραίτητης ποσότητας πετρελαίου 15% του συνολικού μείγματος προκειμένου να υπάρχει αυτανάφλεξη και εφόσον ζητηθεί μεγαλύτερη απόδοση πάντα σε σχέση με το φορτίο που δέχεται από φυσικό αέριο μπορεί να αυξηθεί κατά 5%. Επομένως ο κινητήρας μας χρησιμοποιεί μια πιλοτική ποσότητα έγχυσης πετρελαίου που δημιουργεί τον απαραίτητο σπινθηριστή για την καύση ολόκληρου του μίγματος το οποίο αποτελείται από φυσικό αέριο. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι η έγχυση του φυσικού αερίου πρέπει να γίνεται σε πολύ υψηλή πίεση (320bar). Για τον λόγο αυτό γίνεται προσπάθεια για να χρησιμοποιηθούν δίχρονοι κινητήρες και με την εισαγωγή του καυσίμου στην αρχή της συμπίεσης όπου η πίεση είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με το τέλος της καταφέραμε η πίεση κατά την έγχυση του καυσίμου να μειωθεί σε μεγάλο βαθμό έτσι ώστε να μην χρειάζεται πρόσθετα συστήματα αυξήσεις της πίεσης του φυσικού αερίου από τον χώρο αποθήκευσης στον χώρο καύσης.

Επομένως η τρίτη περίπτωση είναι εκείνη η οποία μας καλύπτει σε μεγάλο βαθμό όλες τις απαιτήσεις εκείνες τις οποίες έχουν να κάνουν με την απόδοση και τον περιορισμό οξειδίων του θείου, αζώτου και άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι εξαιτίας της διπλής έγχυσης καυσίμου μέσα στον κινητήρα μας όταν αναπτύσσεται μεγάλη πίεση αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργείται το φαινόμενο κρουστικής καύσης. Αυτό μπορούμε να το ελέγξουμε παρακολουθώντας την μέση ενδεικνυόμενη πίεση με την οποία λειτουργεί η μηχανή. Είναι φυσικό ακόμα ότι πρέπει να υπάρχει ποσότητα αέρα μέσα στο χώρο καύσης προκειμένου να παραχθεί φλόγα κατά την έγχυση της πιλοτικής ποσότητας πετρελαίου. Είναι βασικό εδώ να τονίσουμε ότι ο λόγος αυτός πετρελαίου αέρα εάν υπερβαίνει τα 2,4 θα μας εμφανίζει φαινόμενα κρουστικής καύσης. Εξασφαλίζοντας αυτήν την πίεση μέσα στην μηχανή μας εξασφαλίζουμε την σωστή λειτουργία της και την μέγιστη απόδοση με τους λιγότερους ρύπους που μπορούν να παραχθούν. Αποτελεί λοιπόν γεγονός ότι ένας τέτοιος κινητήρας δουλεύει με σχετικά χαμηλές πίεσης, αυτό μας δίνει ένα σημαντικό πλεονέκτημα καθώς δεν χρειάζεται η προσθήκη συστήματος το οποίο θα μας εξασφαλίζει μια πολύ μεγάλη πίεση μέσα στον θάλαμο καύσης. Ακόμα λόγο της μικρότερης πίεσης έχουμε και χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά την λειτουργία του και κατά συνέπεια λιγότερες εκπομπές οξειδίων του αζώτου στο περιβάλλον. Επίσης ένα κινητήρας διπλού καυσίμου πέρα

από την ευελιξία που δίνει μεταξύ των δύο καυσίμων είναι περισσότερο αποδοτικός από έναν συμβατικό κινητήρα καύσης πετρελαίου (diesel). Ακόμα χρησιμοποιείται λιγότερο λιπαντικό για την καύση εξαιτίας της καθαρότητας του καυσίμου που χρησιμοποιούμε

Εικόνα 7.6: Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ο τρόπος έγχυσης μίγματος σε μηχανή dual fuel engine



Πηγή : (76)

7.6 Πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (LSMGO)

Όταν μιλάμε για πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο δεν μιλάμε για τίποτα άλλο εκτός από ένα κοινό ορυκτό καύσιμο πετρελαίου που έχει υποστεί περαιτέρω επεξεργασία . Αυτό βέβαια έχει ως αποτέλεσμα το κόστος του συγκεκριμένου πετρελαίου να είναι πολύ υψηλότερο από το κοινό πετρέλαιο ναυτιλίας . Το LSMGO (low sulfur blend hybrid fuel (0.5% S)) τα δύο τελευταία χρόνια είναι ακριβότερο από το κοινό πετρέλαιο (HFO, 3,5 % S) κατά περίπου 200 δολάρια ανά τόνο . Βέβαια σύμφωνα με τις περισσότερες ναυτιλιακές εταιρίες που ακόμα δεν έχουν κάνει κινήσεις συμμορφώσεις ως προς την νέα οδηγία αναμένουν εξελίξεις στην τιμή του πετρελαίου όπως και την προσφορά νέου τύπου χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο πετρέλαιο το οποίο θα προέρχεται από προσμίξεις κοινού πετρελαίου (HFO) με προϊόντα που θα περιέχουν χαμηλή ποσότητα θείου δημιουργώντας έτσι ένα καύσιμο το οποίο θα καλύπτει την νέα οδηγία και η τιμή του θα είναι συμφέρουσα έτσι ώστε να χρησιμοποιείται τουλάχιστον σε πλοία μέσης η προχωρημένης ηλικίας . Βέβαια με την υπάρχουσα τιμή του LSMGO , το κόστος εγκατάστασης των μηχανισμών scrubbers σε ένα μεγάλο δεξαμενόπλοιο το οποίο καταναλώνει 70 τόνους καυσίμου καθημερινά επί 250 ημέρες το χρόνο , θα το έχει αποσβέσει σε δύο περίπου χρόνια και το κόστος αυτό κυμαίνεται μεταξύ 3 και 10 εκατομμυρίων δολαρίων αναλόγως το μέγεθος και το τύπο του πλοίου . Τέλος επί του παρόντος η ζήτηση κοινού ναυτιλιακού πετρελαίου (HFO) ανέρχεται σε 7,3 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως από τα οποία βάση προβλέψεων 2 εκατομμύρια βαρέλια θα μετατρέπονται μέχρι το 2020 σε πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο – LSMGO . Επιπρόσθετα και συμπεριλαμβανομένος ολα τα παραπάνω σε ένα πλοίο της ακτοπλοΐας το οποίο καταναλώνει 35 τόνους καυσίμου ημερησίως το κόστος για αλλαγή από HFO σε LSMGO ανέρχεται σε 8.700 δολάρια ημερησίως και αυτό συνεπάγεται σε 2,3 εκατομμύρια δολάρια ετησίως . Αν αναλογιστούμε ότι αυτο το πλοίο κινείται με 2 κινητήρες συνολικής ιπποδύναμης 10.000 KW το κόστος για τοποθέτηση scrubber είναι και αυτό 2,3 εκατομμύρια δολάρια βάση του πίνακα 7.1 .

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη της ναυτιλίας εξυπηρετεί την άνοδο της οικονομίας, ολόκληρης της χώρας και παραμένει ένας από τους βασικούς πυλώνες της. Η ναυτιλία εξασφαλίζει την δεύτερη θέση μετά τον τουρισμό στην Ελλάδα, από οικονομική άποψη, συμβάλλοντας σε βαθμό του 7% στο ΑΕΠ της χώρας και απασχολώντας πάνω από 190.000 ανθρώπους. Όπως φαίνεται η αστάθεια που επικρατεί τα τελευταία χρόνια στο πολιτικό και οικονομικό παρασκήνιο του ελλαδικού χώρου έχει επηρεάσει οικονομικά την ελληνική-ελληνόκτητη ναυτιλία σε πολύ μικρό επίπεδο. Όπως έχουμε ήδη δει προγενέστερα ο κλάδος της ναυτιλίας ακολουθεί τάσεις που εξυπηρετούν ανάγκες σε παγκόσμιο επίπεδο, αντίθετα με βιομηχανίες οι οποίες επηρεάζονται άμεσα από την οικονομικοπολιτική κατάσταση στην χώρα.

Ο εμπορικός στόλος της Ελλάδας κατέχει σύμφωνα με τα είδη υπάρχοντα στοιχεία την πρώτη θέση διεθνώς ,με βάση το νεκρό βάρος σε τόνους (DTW). Ο υπάρχον στόλος που φέρει ελληνική σημαία κατέχει την πέμπτη θέση παγκοσμίως και την πρώτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η αξία του στόλου που ανήκει σε Έλληνες πλοιοκτήτες είναι τεράστια ,σε αυτό συμβάλλει η ηλικία του στόλου. Καθώς αποτελείται από πλοία με χαμηλό μέσο όρο ηλικίας σε σχέση με τον διεθνή στόλο και η χωρητικότητα που διαθέτουν τα πλοία είναι πολύ υψηλή σε σχέση με τα είδη υπάρχοντα. Οι Έλληνες πλοιοκτήτες καινοτομούν εξελίσσοντας της μεταφορές τους σε ΥΦΑ, LPG, ανοικτά πλοία και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται ως μια από τις χώρες που παραμένουν σταθερά ως κυρίαρχες δυνάμεις σε ολόκληρο τον κόσμο . Ο κύριος λόγος για τον οποίο η Ελλάδα κατέχει παραδοσιακά την πρωτιά είναι η γεωπολιτική θέση της, καθώς τα λιμάνια της αποτελούν πόλους έλξης ,τόσο για εμπορικούς ,όσο και τουριστικούς σκοπούς.Τα προβλήματα ρύπανσης είναι φυσικό επακόλουθο για ένα κράτος με ανεπτυγμένη την ναυσιπλοΐα, εξαιτίας της παρατεταμένης κινητικότητας των πλοίων στα πελάγη του. Σε παγκόσμια κλίμακα, πέραν του τοπικού επιπέδου ,οι αέριοι ρύποι συμβάλλουν στην δημιουργία πολλών περιβαλλοντικών καταστροφών όπως την τρύπα του όζοντος και τις κλιματικές αλλαγές ,στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων σε παράκτιες περιοχές, καθώς και στα οικοσυστήματα. Η ρύπανση από την παγκόσμια ναυτιλία καταλαμβάνει αξιοσημείωτο ποσοστό της συνολικής ρύπανσης του πλανήτη. Οι εκπομπές από αέριους ρύπους προκύπτουν περίπου στο 1 δισεκατομμύριο τόνους ανά χρόνο που σημαίνει ότι καταλαμβάνουν το 3% παγκόσμιας ρύπανσης και 4% της εκπομπής ρύπων παγκοσμίως.Αν λάβουμε λοιπόν υπόψη τα παραπάνω που τίθενται σε θέματα ρύπανσης και μόλυνσης του περιβάλλοντος μια αλλαγή –μετατροπή στο σύστημα του κινητήρα προκειμένου αυτός να γίνει φιλικότερος προς το περιβάλλον μοιάζει μονόδρομος.Η μη συμμόρφωση στους κανονισμούς που προβλέπονται θα φέρουν σημαντικά πρόστιμα τα οποία πιθανόν θα ξεπερνούν κατά πολύ το κόστος της ίδιας της μετατροπής .

Με βάση την έρευνα την οποία πραγματοποιήσαμε οι πιθανές λύσεις που προέκυψαν είναι η μετατροπή του συμβατικού κινητήρα κατανάλωσης αργού πετρελαίου σε καύσης φυσικού αερίου με το κόστος αυτής της μετατροπής αναλόγως το μέγεθος του πλοίου να αγγίζει ακόμα και τα 50 εκατομμύρια δολάρια βάση του πίνακα (6,5) .Στα ίδια επίπεδα κυμαίνεται και η μετατροπή του συμβατικού κινητήρα σε κινητήρα διπλής καύσης αλλά λόγω της τοποθέτησης ξεχωριστών δεξαμενών τόσο του φυσικού αερίου όσο και του πετρελαίου αυτή η λύση μπορεί να γίνει εφικτή μόνο σε πλοία μεγαλύτερα από 100.000 dwt.Επιπρόσθετα άλλη μια λύση είναι η τοποθέτηση συστημάτων scrubber με το κόστος εγκαταστάσεις να ανέρχεται αναλόγως το μέγεθος του πλοίου από 3 έως 10 εκατομμύρια δολάρια . Συναντάμε επίσης ως επιλογή την αντικατάσταση του υψηλής περιεκτικότητας σε θείο πετρελαίου με τον νέου τύπου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο που έχει ως οικονομική επιβάρυνση με τα υπάρχοντα δεδομένα 200 δολάρια ανά τόνο καυσίμου σε σύγκριση με το συμβατικό πετρέλαιο , αυτό συνεπάγεται ότι η διαφορά του κόστους ετησίως αγγίζει το κόστος εγκατάστασης scrubber.

Αναλογιζόμενοι όλα τα παραπάνω καταλήγουμε ότι βασικό ρόλο στην επιλογή της καλύτερης λύσης θα παίξει η ηλικία του πλοίου . Βέβαια εκτός από την ηλικία του πλοίου καταλαμβάνουν σημαντικό ρόλο και άλλες παραμέτρους όπως το μέγεθος του , το είδος του αλλά και το μέγεθος της εταιρείας στην οποία ανήκει το εκάστοτε πλοίο . Έτσι σύμφωνα με την ερευνά που κάναμε αλλά και βάση της νέας οδηγίας –IMO 2020 και με την προϋπόθεση ότι αυτή παραμένει σταθερή για το άμεσο μέλλον (5 έτη) η πιο συμφέρουσα λύση για ήδη νηολογημένα πλοία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες έτσι καταλήγουμε στο ότι για πλοία προχωρημένης ηλικίας (>15 ετών) η οικονομικά συμφέρουσα λύση που μας καλύπτει εξίσου και βάση της νέας οδηγίας είναι η αλλαγή κατανάλωσης σε πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (0.5 % S) έναντι του υψηλής περιεκτικότητας σε θείο (HFO 3.5 % S). Στην περίπτωση που το πλοίο βρίσκεται σε νεότερη ηλικία (<15 ετών) τότε η πιο συμφέρουσα λύση τουλάχιστον μακροπρόθεσμα είναι η εγκατάσταση μηχανισμών επεξεργασίας των καυσαερίων – scrubber .Αυτή η λύση καλύπτει την πλοιοκτήτρια εταιρεία τόσο σε επίπεδο νέων περιβαλλοντικών περιορισμών και εξασφαλίζει μια μακροπρόθεσμη αλλά σίγουρη απόσβεση της επένδυσής της. Όσον αφορά τα νεότευκτα πλοία η επιλογή του φυσικού αερίου (LNG) φαίνεται να αποτελεί μονόδρομος . Βέβαια με την προϋπόθεση ότι θα αυξηθεί η διαθεσιμότητα του και θα δημιουργηθούν νέοι σταθμοί τροφοδοσίας ανά τον κόσμο για τον ευκολότερο ανεφοδιασμό όλων των ειδών των πλοίων .

Βιβλιογραφία

- 1) Bailey D, Solomon G (2004) Pollution prevention at ports: clearing the air. *Environ Impact Assess Rev* 24(7–8):749–774.
- 2) Bevilacqua M, Ciarapica FE, Giacchetta G (2007) Development of a sustainable product lifecycle in manufacturing firms: a case study. *Int J Prod Res* 45(18–19):4073–4098.
- 3) Celik M (2009) A hybrid design methodology for structuring an integrated environmental management system (IEMS) for shipping business. *J Environ Manage* 90(3):1469–1475.
- 4) Christmann P (2000) Effects of ‘best practice’ of environmental management on cost advantage: the role of complementary assets. *Acad Manage J* 43(4):663–680.
- 5) Contreras F, Hanaki K, Aramaki T, Connors S (2008) Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston,
- 6) USA. *Resour Conserv Recycl* 52(7):979–991
- 7) DiMaggio PJ, Powell WW (2013) The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *Am Sociol Rev* 48(2):147
- 8) Σαββοπούλου, Α & Τζωάννος, Κ., (2010). *Η κοινή αποστολή πολιτική της ΕΚ*. Νέα Υόρκη: Βόρεια Ολλανδία Εκδόσεις.
- 9) Χριστοφάκης, Ε, Λιάπης, Κ, Τασόπουλος, Α & Μούκας, V., (2009). *Δραστηριότητα μεταφοράς σε μεγάλες ελληνικά λιμάνια ,με τη χρήση μεθόδων ανάλυσης διασποράς: Η διερεύνηση των πιθανών επιπτώσεων της οικονομικής κρίσης (Στα ελληνικά)*, Αθήνα: Πάντειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- 10) Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, (2011) *Λευκή Βίβλος: Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το 2010. Ωρα να αποφασίσει*, Βρυξέλλες: Commission των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.
- 11) Danchev, Σ & Demian, Ε, (2013). *Η συμβολή της Ποντοπόρου Ναυτιλίας στην Ελληνική Οικονομία (στα Ελληνικά)*, Αθήνα: Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών.
- 12) Det Norske Veritas, (2015). *Κάνοντας μια ευρύτερη άποψη - Ετήσια Έκθεση*, Hovic Νορβηγία: Det Norske Veritas.
- 13) Durand, J.-F., 2014. *Wikipedia*. [Online]
- 14) Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Κρουαζιέρας, (2013). *Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Κρουαζιέρας: 2012/2013 Έκθεση*, Λονδίνο: Ashroft & Συνεργάτες

- <http://www.isalos.net/vivliothiki/knowledge/technologia-ploion/technologia-naftikon-kinitiron/>
- 15) <http://www.kathimerini.gr/853644/article/oikonomia/ellhnikh-oikonomia/apoyh-h-prasinh-naytilia-kai-o-rol-os-ths-elladas>
 - 16) <http://www.ecomasyn.gr/>
 - 17) <http://nee.gr/downloads/94EEE%20pollution%20prevention%20brochure.pdf>
 - 18) <http://www.geoteepk.gr/Synderio%20Ieseptian/Tsoilaki%20et%20al%20ballast%20water.greek.pdf>
 - 19) <http://blogs.sch.gr/sachinidi/files/2010/10/VOCs.pdf>
<http://marine.mn.eu/>
 - 20) <http://www.aegeanoil.com/documentinfo/marine-fuels-bramp-lubricants-53.htm?lang=el>
 - 21) <http://web.archive.org/web/20060927030020/http://www.dieselforum.org/policy-insider/fuel-efficiency/neste/4/>
 - 22) <https://eteka.com.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1/%CE%BD%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1/>
http://www.gcsl.gr/index.asp?a_id=612&txt=y&show_sub=1
 - 23) <https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/liquefied-natural-gas-lng.html>
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=292>
 - 24) <http://www.air-quality.gr/so2.php>
 - 25) <http://www.seos-project.eu/modules/marinepollution/marinepollution-c01-s01-p02.gr.html>
 - 26) 2007. *Εγχειρίδιο αναφοράς για εσωτερικών πλωτών οδών Στατιστικές Μεταφορών*, Βρυξέλλες: Eurostat.
 - 27) Eurostat, (2016). *Εσωτερικών πλωτών οδών Εμπορευματικές Μεταφορές - τριμηνιαία και ετήσια στοιχεία*. [Online] Διατίθεται σε: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Inland_water_ways_freight_transport_-_quarterly_and_annual_data
 - 28) Γαβρόγλου, Δ, Καμινιώτη, Ο. & Παϊδούση, Γ., (2013). *Εργασία και Απασχόληση στην Ελλάδα (στα ελληνικά)*, Αθήνα :Εθνικό Ινστιτούτο Εργασίας και Ανθρώπινου Δυναμικού.
 - 29) Gkiziakis, Κ, Παπαδόπουλος, Α & Plomaritou, Ε, (2006). *Chartering (Στα ελληνικά)*. 2η έκδ. Αθήνα: Σταμούλης Εκδόσεις ΑΕ.
 - 30) Γράτσου, Γ., (2013). *Εθνικής Ανάπτυξης Ναυτικής Στρατηγικής (Στα ελληνικά)*, Αθήνα: Ελληνικό Επιμελητήριο Αποστολή.
 - 31) Greiner, R., Δεκέμβριος (2013). *κόστος λειτουργίας των πλοίων: Οι τρέχουσες και μελλοντικές τάσεις*, Αθήνα: Moore Stephens LLP.
 - 32) Χαραλαμπίδης, ΗΕ, (2016). *Οι οικονομικές επιπτώσεις της ναυτιλίας στην εθνική οικονομία*. Βανκούβερ, Καναδά, International Association of Maritime

- 33) Lai KH, Lun YHV, Wong CWY, Cheng TCE (2011) Green practices in the shipping industry: conceptualization, adoption, and implications. *Resour Conserv Recycl* 55(6):631–638.
- 34) Lun YHV (2011) Green management practices and firm performance: A case of container terminal operations. *Resour Conserv Recycl* 55(6):559–566.
- 35) Meadows DH, Meadows DL, Randers J, Behrens WW (1972) *The limits to growth: a report for the club Rome's project on the predicament of mankind.* Earth Island, London.
- 36) Montabon F, Sroufe R, Narasimhan R (2007) An examination of corporate reporting, environmental management practice and firm performance. *J Oper Manage* 25(5):998–1014.
- 37) Netherwood A (1998) *Environmental management systems.* Corporate environment management.
- 38) O'Brien C (2002) Global manufacturing and the sustainable economy. *Int J Prod Res* 40 (15):3867–3877
- 39) Petek J, Glavič P (2000) Improving the sustainability of regional cleaner production programs. *Resour Conserv Recycl* 29(1–2):19–31
- 40) Shrivastava P (1995) Environmental technologies and competitive advantage. *Strateg Manage* 16:183–200.
- 41) Starkey R (1998) The standardization of environmental management systems. In: *Corporate environmental management*, 61–89.
- 42) Vachon S, Klassen RD (2008) Environmental management and manufacturing performance: the role of collaboration in the supply chain. *Int J Prod Econ* 111(2):299–315.
- 43) Wong CWY, Lai KH, Teo TSH (2009) Institutional pressures and mindful IT management: the case of a container terminal in China. *Inf Manage* 46(8):434–441.
- 44) Yang J, Wong CWY, Lai KH, Ntoko AN (2009) The antecedents of dyadic quality performance and its effect on buyer–supplier relationship improvement. *Int J Prod Econ* 120(1):243–51.
- 45) Zhang B et al (2008) Why do firms engage in environmental management? An empirical study in China. *J Clean Prod* 16(10):1036–1045
- a. Carbontrust.com. (2019). *Conversion Factors | Resources & Guides | Carbon Trust.* [OnLine] Available at:
- <https://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/conversion-factors/> [Accessed 11 Jan. 2019].
- 46) Cbirc.iastate.edu.(2018). [OnLine] Available at:

- 47) <https://www.cbirc.iastate.edu/research/life-cycle-assessment-support-area/> [Accessed 15 Jan. 2019].
- 48) Dieselduck.info. (2012). *Calculating and Comparing CO2 Emissions from the Global Maritime Fleet*. [OnLine] Available at:
- 49) <http://www.dieselduck.info/library/05%20environmental/2012%20Calculating%20and%20Comparing%20CO2%20Emissions%20from%20Ships.pdf> [Accessed 11 Jan. 2019].
- a. e-Nautilia. (2014). *Μελέτη για τη χρήση φυσικού αερίου στην ακτοπλοΐα*. [OnLine] Available at: <http://www.e-nautilia.gr/meleti-gia-ti-xrisi-fisikou-aeriu-stin-aktoploia/> [Accessed 11 Jan. 2019].
 - b. Karlson, S., Janson, M., Norrgard, J. and Haggblom, J. (2012). *LNG Conversions for Marine Installations*. [ONLINE] Wartsila.com. Available at: <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/lng-conversions-for-marine-installations> [Accessed 15 Jan. 2019].
 - c. Omnitekcorp.com. (2018). *Omnitek Diesel To Natural Gas Engine Conversion New Natural Gas Engines and Natural Gas Trucks and Buses Erdgas Umruestung*. [OnLine] Available at: <http://www.omnitekcorp.com/altfuel.htm> [Accessed 24 Jan. 2019].
 - d. Psaraftis, H. (2016). Green Maritime Logistics: The Quest for Win-win Solutions. *Transportation Research Procedia*, 14, pp.133-142.
 - e. Ugs.gr. (2017). *Union of Greek Shipowners: Greek Shipping and economy 2017*. [Online] Available at: <https://www.ugs.gr/en/greek-shipping-and-economy/greek-shipping-and-economy-2017/> [Accessed 15 Jan. 2019].
 - f. Varias, C. (2013). *A Techno-economic comparison between Eco-design and Eco-converted ships*. MSc. Erasmus University Rotterdam.
 - g. Wartsila.com. (2018). *DUAL- FUEL ENGINES FROM WÄRTSILÄ*. [OnLine] Available at: <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/dual--fuel-engines-from-w%C3%A4rtsil%C3%A4> [Accessed 24 Jan. 2019].
 - h. Τσαμόπουλος, Μ. (2018). *Πάνος Ζαχαριάδης: «Το LNG είναι χειρότερα από τα συμβατικά καύσιμα»*. [OnLine] B2green.gr. Available at: <https://www.b2green.gr/el/post/57850/panos-zachariadis-to-lng-einai-cheirotera-apo-ta-symvatika-kaysima> [Accessed 15 Jan. 2019].
- 50) <https://www.naftemporiki.gr/finance/printStory/1174106>
- 51) <https://energypress.gr/news/katar-diktyo-stathmon-efodiasmoy-ploion-me-lng-me-afetiria-ton-peiraia>)

Λίστα Παραπομπών

Πίνακες

- 52) Πίνακας 2.1. Ελληνική επιτροπή ναυτιλιακής συνεργασίας με βάση τα στοιχεία του μητρώου Lloyd's.....σελ. 10
- 53) Πίνακας 4.1 US Energy Information Administration.....σελ. 38
- 54) Πίνακας 6.1.....σελ. 57
- 55) Πίνακας 6.2σελ. 58
- 56) Πίνακας 6.3.....σελ. 59
- 57) Πίνακας 6.4.....σελ. 60
- 58) Πίνακας 6.5.....σελ. 64
- 59) Πίνακας 7.1.....σελ. 78

Εικόνες

- 60) Εικόνα 2.1 Εφημερίδα καθημερινήσελ. 12
- 61) Εικόνα 3.1 https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7_%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE.....σελ.17
- 62) Εικόνα 3.2 <https://www.efsyn.gr/epistimi/mihanes-toy-noy/193769-iyperthermans-i-toy-planiti-oxynei-tis-oikonomikes-anisotites>.....σελ.19
- 63) Εικόνα 3.3http://opag1gydr.blogspot.com/2014/02/blog-post_4705.html..σελ.23
- 64) Εικόνα 3.4.http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/BWM/Pages/default.aspx?fbclid=IwAR3uvlQwsjrvctvFH0MtS5xZK9New9dH6ObkM6aW0LW_hRxq1Ccsh33.....σελ.24
- 65) Εικόνα 3.5 https://www.google.com/search?q=%CF%83%CE%B5%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi27KKmgqLiAhXrxcQBHaJkCoIQ_AUIDigB&biw=1366&bih=625#imgrc=AUsUDNj9wVkn4M:.....σελ.26
- 66) Εικόνα 4.1. <https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi8u67zhKLiAhVC46QKHTprBh8Qjhx6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fidee-sekpaidefsis.weebly.com%2F12tauomicronpiepsilontaurhoepsilonlambdaalphiotaomicron.html&psig=AOvVaw10FPVFWktrCN9Xa7EJcpu5&ust=1558164408497029>.....σελ. 36
- 67) Εικόνα 5.1 https://www.google.com/search?q=%CE%91%CE%BD%CE%AC%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CF%8C%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%BF%CF%85++%CE%B5%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D+%CF%83%CF%84%CF%8C%CE%BB%CE%BF%CF%85++%CE%B1%CE%BD%CE%B1+%CF%84%CF%8D%CF%80%CE%BF+%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CF%89%CE%BD&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiUxMKOKqLiAhWFYqYKHRM8Bf4Q_AUIDygc&biw=1366&bih=576#imgrc=gn8iNPYjDavXM:.....σελ. 46

- 68) Εικόνα 5.2 [http://korabley.net/news/dvigateli_i_ehnergeticheskie_ustanovki/1-023](https://www.google.com/search?biw=1366&bih=576&tbm=isch&sa=1&ei=OXHeXJqylcHggwevvZu4Dw&q=%CE%B1%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%82+%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7&ogq=%CE%B1%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%82+%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7&gs_l=img.3...1511.12727..13082...0.0..2.184.3873.0j27.....2....1..gswizimg.....0..0j0i24j35i39j0i10i24.NarNnRJEf8#imgrc=HF2MEV_jbJGiPM:.....σελ.47</p>
<p>69) Εικόνα 6.1 :www.omnitekcorp.com.....σελ. 66</p>
<p>70) Εικόνα 6.2 :<a href=).....σελ. 68
- 71) Εικόνα 7.1 UStudy.in2014.....σελ. 70
- 72) Εικόνα 7.2 :E&J Trending CO LTD, 2009.....σελ. 71
- 73) Εικόνα 7.3 The Motorship, 2011, ίδια επεξεργασία.....σελ.73
- 74) Εικόνα 7.4 Maritime Propulsion, 2012, ίδια επεξεργασία.....σελ.75
- 75) Εικόνα 7.5 Alfa Laval Alborg, 2012, ίδια επεξεργασία.....σελ.77
- 76) Εικόνα 7.6 Drilling Contractor.....σελ. 81

Σχήματα

- 77) Σχήμα 4.1 https://www.google.com/imgres?imgurl=https://docplayer.gr/docs-images/79/79241207/images/14-0.jpg&imgrefurl=https://docplayer.gr/79241207-Analysi-tis-agoras-ton-Ing-ploion-vamvakinoyeleni.html&h=621&w=750&tbnid=7nd-b54IJgUpOM&tbnh=204&tbnw=247&usq=K_y6yQwN8Hw_7NW9OxUbCXnfEmQ8A=&hl=el&docid=cFGaldy8rLWbe.....σελ.38
- 78) Σχήμα 4.2
- 80) Σχήμα 6.1. :<https://www.ugs.gr/en/greek-shipping-and-economy/greek-shipping-and-economy-2017/>σελ. 56
- 81) Σχήμα 6.2.....σελ. 61
- 82) Σχήμα 6.3.....σελ. 65