

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΩΣ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΤΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ ΣΤΗ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΗΣ
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ



Ονοματεπώνυμο Σπουδαστών

- Λιακούτσης Παντελεήμων ΑΓΜ 3924

- Αφράτης Γεώργιος ΑΓΜ 3871

Επιβλέπων Καθηγητής

- Λάμπουρα Στεφανία

Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΛΑΜΠΟΥΡΑ ΣΤΕΦΑΝΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΠΩΣ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΤΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ ΣΤΗ
ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ
ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ**

ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΛΙΑΚΟΥΤΣΗΣ ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ

Α.Γ.Μ:3924

ΑΦΡΑΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΓΜ 3871

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ – ΚΙΝΗΣΗ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	9
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	9
1.2 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΛΟΙΩΝ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΠΟΝΤΑΙ ΑΠ ΤΑ ΠΛΟΙΑ.....	14
2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	14
2.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.....	14
2.3 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	15
2.4 ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ Ph ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ, ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ, ΟΖΟΝ.....	17
2.5 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	19
2.6 Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΓΕΝΙΚΑ.....	23
3.1 ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 150 ΧΡΟΝΙΑ.....	23
3.2 ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	24

3.3	ΟΙ ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ.....	26
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	28
4.1.	ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ (ΙΜΟ)	28
4.2	ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	35
4.3	ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ-ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ (Ε.Ε.).....	37
	4.4 Ο ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΕΕΔΙ).....	38
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΡΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	51
5.1.	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ.....	51
	5.2 ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ (Ship Energy Efficiency Management Plan).....	52
5.3.	ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	56
	5.3.1. ΠΡΩΩΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ.....	56
	5.3.2 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	59
	5.3.3. ΦΥΛΑΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ.....	61
	5.3.4. ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ.....	62
	5.3.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	63
5.4.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	64
	5.4.1. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	64
	5.4.2.ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ).....	66

5.5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΙΑΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	67
5.5.1. ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΕΥΣΗΣ.....	67
5.5.2. ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΠΡΩΡΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΥΜΝΑΙΟΥ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ.....	68
5.5.3. ΧΑΡΑΞΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ.....	69
5.6. ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΠΕΡΙΟΧΕΣ SECA.....	75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2:ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ..	75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ.....	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΣΤΟΛΟΥ.....	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ).....	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84

Περίληψη

Στόχος της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι να αναλύσει τη συμβολή των θαλάσσιων μεταφορών στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Λόγω της περιεκτικότητας των ναυτικών καυσίμων σε άζωτο και θείο η εκπομπή αυτών των ουσιών στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στη ρύπανση της, καθώς είναι οι κύριοι ρύποι που συντελούν στην επιτάχυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Για την μείωση των ρύπων από τα καύσιμα των πλοίων, των οποίων η συμμετοχή στην ατμοσφαιρική ρύπανση αναμένεται να αυξηθεί, λόγω της άνθισης του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου έχουν δημιουργηθεί συγκεκριμένες διατάξεις τόσο σε διεθνές επίπεδο (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός) (International Maritime Organization) (IMO) όσο σε κοινοτικό (ΕΕ) και εσωτερικό (Ελληνική Νομοθεσία). Σκοπός των διατάξεων αυτών είναι η μείωση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο, το οποίο θεωρείται ως η κύρια αιτία ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Η ανάλυση αυτή θα επιτευχθεί μέσω μίας ιστορικής αναδρομής του 19ου, 20ου και 21ου αιώνα μέχρι και σήμερα. Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, οι ναυτιλιακές εταιρίες μπορούν να πάρουν μία σειρά από τεχνικά και λειτουργικά μέτρα, ενώ η χρήση εναλλακτικών καυσίμων αναμένεται να συντελέσει δυναμικά στη μείωση των ρύπων που προκαλούν την ατμοσφαιρική ρύπανση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Δεδομένου ότι περίπου το 95% του παγκοσμίου εμπορίου διακινείται με πλοία, η συμβολή των θαλάσσιων μεταφορών στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πολύ σημαντική, αν μάλιστα συνυπολογιστεί και ο αριθμός των μεταφορών επιβατών των εμπορικών πλοίων σε ετήσια βάση (United Nations, 2013). Σύμφωνα με έρευνα της Vermeire (2007) για λογαριασμό της Chevron Global Marine Products, τα καύσιμα των πλοίων εμπεριέχουν πολλές από τις ουσίες εκείνες που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική ρύπανση, όπως ουσίες για τη σύσταση του όζοντος και της αεροζόλης, καθώς και αέρια που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένου του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Όπως είναι αυτονόητο, η αυξημένη κίνηση των πλοίων οδηγεί και σε αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΔΝΟ) (International Maritime Organization) (IMO) αποτελεί το κύριο όργανο θέσπισης των κανόνων λειτουργίας των πλοίων και των ναυτιλιακών εταιριών σε παγκόσμιο επίπεδο. Στα πλαίσια του οργανισμού αυτού, η προστασία του περιβάλλοντος από τη μόλυνση που προκαλούν τα πλοία διέπεται από τη συνθήκη MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) (IMO, 2014). Εκτός από το ΔΝΟ, η μόλυνση της ατμόσφαιρας από τα πλοία για την περίπτωση της Ελλάδας ελέγχεται και σε κοινωνικό επίπεδο (Ευρωπαϊκή Ένωση-Ε.Ε.), τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε.), αλλά και σε εθνικό επίπεδο, με οδηγίες και ρυθμίσεις των

αρμόδιων κρατικών φορέων της Ελλάδας. Οι προσπάθειες των παραπάνω φορέων και οργανισμών επικεντρώνονται στη χρήση βιοκαυσίμων και στη χρήση καυσίμων με χαμηλότερα ποσοστά σε διοξείδιο του θείου, καθώς και στην εξεύρεση τεχνικών λύσεων για τη χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας από τα πλοία, σε συνεργασία με τους πλοιοκτήτες και τις ναυτιλιακές εταιρίες ανά τον πλανήτη (United Nations, 2013).

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

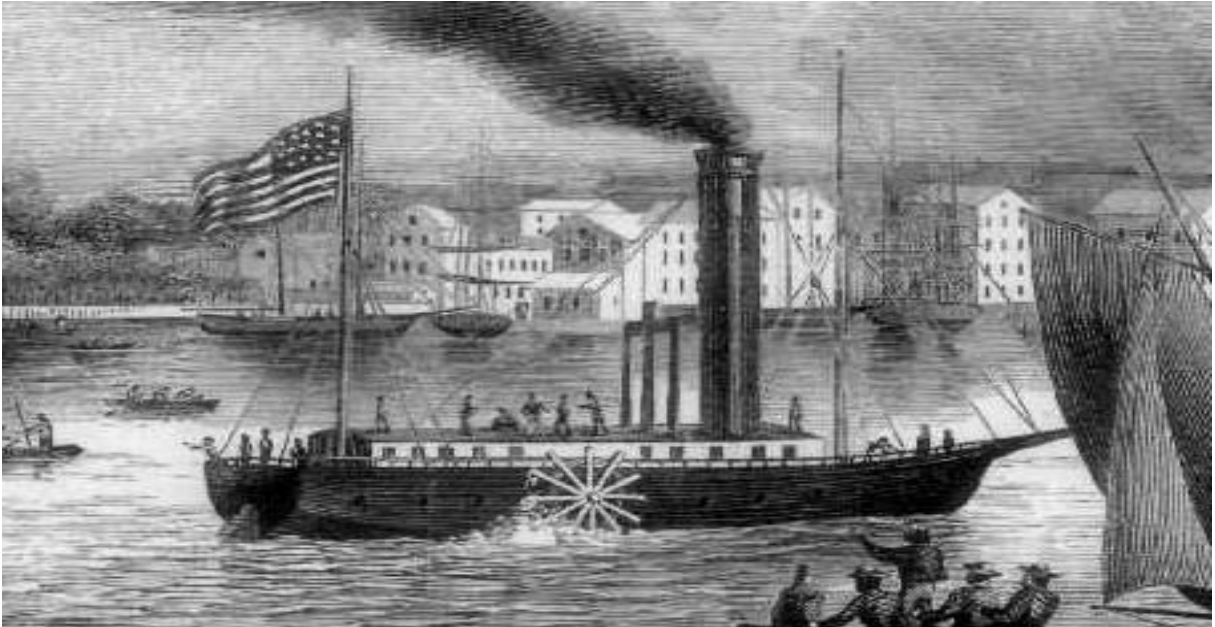
Το Κεφάλαιο 1 παραθέτει μια ιστορική αναδρομή αναφορικά με τις θαλάσσιες μεταφορές και την κίνηση των πλοίων, καθώς και την ιστορική εξέλιξη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από τα πλοία. **Το Κεφάλαιο 2** αναφέρεται στις γενικές επιπτώσεις της δραστηριότητας των θαλάσσιων μεταφορών στην ατμοσφαιρική ρύπανση, με την ανάλυση να επικεντρώνεται στις επιπτώσεις των αερίων ρύπων που εκπέμπονται από τα πλοία. **Το Κεφάλαιο 3** αναφέρεται στις γενικές επιπτώσεις των θαλασσίων μεταφορών στην ατμόσφαιρα. **Το Κεφάλαιο 4** παραθέτει το θεσμικό πλαίσιο που διέπει τη μόλυνση της ατμόσφαιρας από τα πλοία, κάνοντας αναφορά τόσο στις διατάξεις και συνθήκες του ΔΝΟ (ΙΜΟ), όσο και σε αυτές του Ο.Η.Ε., της Ε.Ε., αλλά και της Ελλάδας σε εσωτερικό-εθνικό επίπεδο. **Το Κεφάλαιο 5** προτείνει τρόπους και τεχνικές που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην καταπολέμηση του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ή τουλάχιστον στη μείωσή της σε ότι αφορά το ποσοστό που προκαλείται από τις μεταφορές των πλοίων. Τέλος, **το Κεφάλαιο 6** συνοψίζει τα ευρήματα της έρευνας, παραθέτει τις απαιτήσεις που προκύπτουν για τους φορείς της ναυτιλίας και τις διοικήσεις των ναυτιλιακών εταιριών και προβάλλει κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

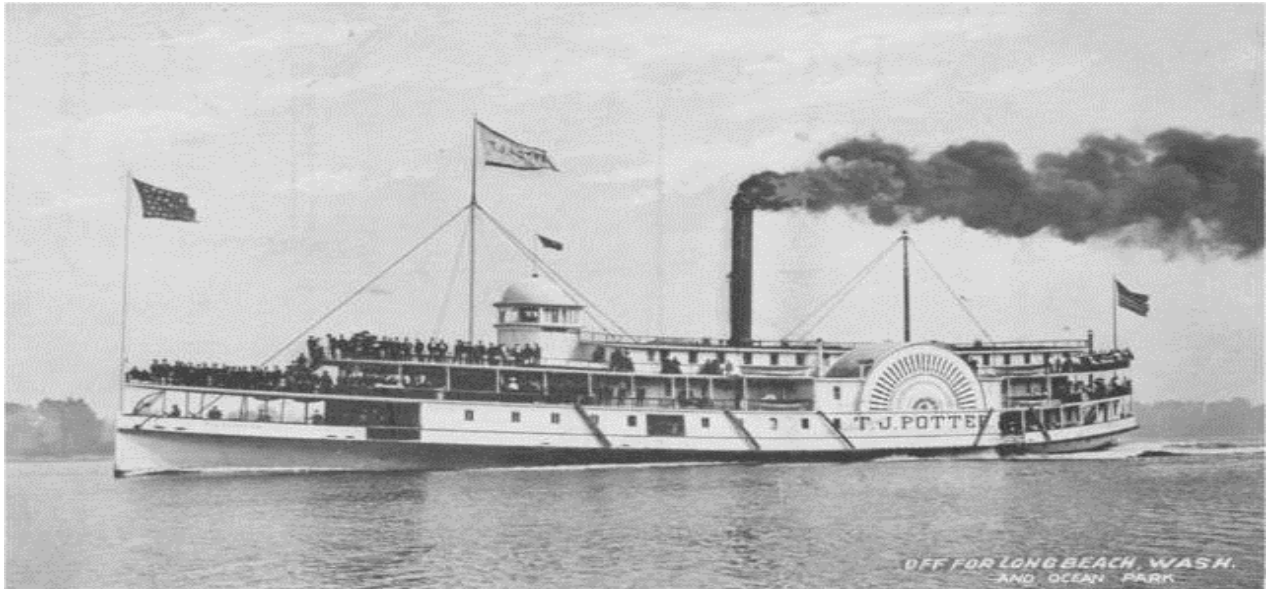
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ – ΚΙΝΗΣΗ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

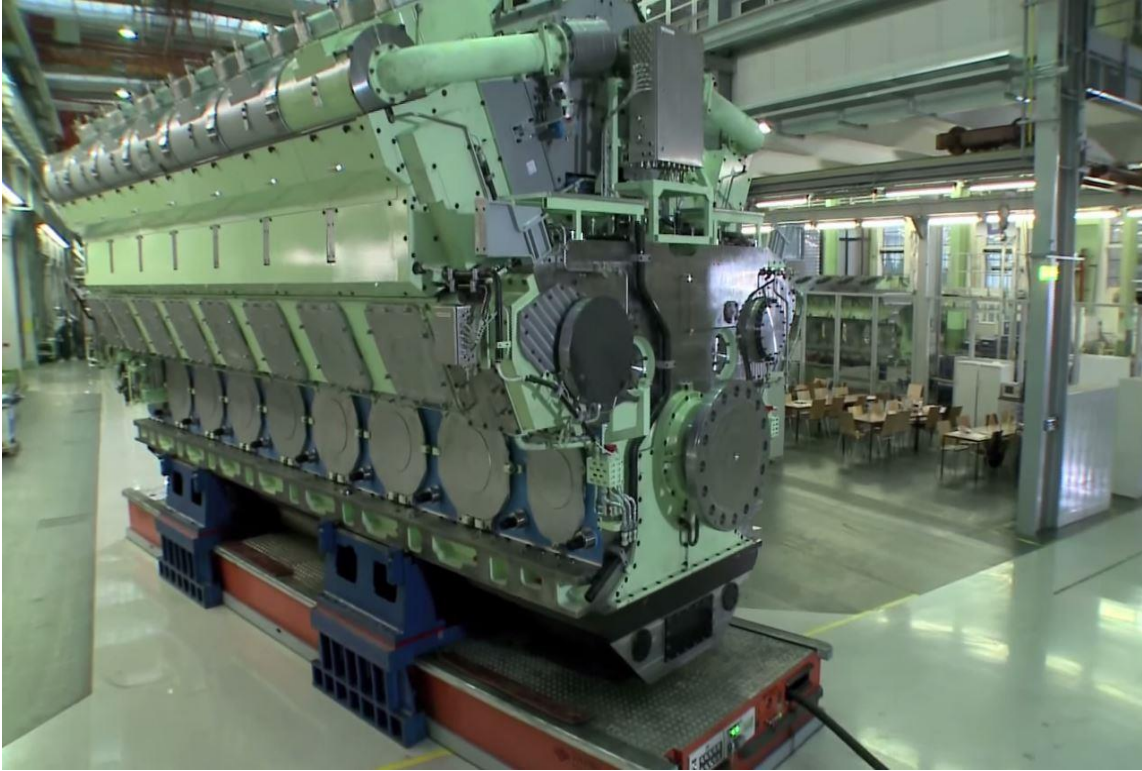
Το 19ο αιώνα πρωτοεμφανίστηκαν τα ατμόπλοια, τα οποία αντικατέστησαν τα σκάφη που κινούνταν με ιστία, τα ιστιοφόρα. Το πρώτο πλοίο που κατασκευάστηκε να κινείται με ατμομηχανή ήταν το τροχήλατο πλοίο «Κλερμόντ» το 1807, κατασκευαστής του οποίου ήταν ο Ροβέρτος Φούλτον. Το 1820 η χρήση του ατμού στα πλοία άρχισε να γενικεύεται. Το ατμόπλοιο προκάλεσε μια επανάσταση στην παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία και, μαζί τη διεύρυνση του όγκου και των κατευθύνσεων του παγκόσμιου εμπορίου, επέβαλε την ανάγκη για λιμενική επέκταση και βελτίωση σε μια τεράστια κλίμακα. Βασικότερο πλεονέκτημα της ατμομηχανής αποτελεί το γεγονός ότι μπορούσε να λειτουργήσει ανεξάρτητα από τους ανέμους και τα ρεύματα. Ο εκτοπισμός των ιστιοφόρων αφενός αλλά και αυτών των ατμοκίνητων τροχήλατων αφετέρου διαγράφονταν πλέον ως δεδομένος. Οι πρώτες ατμοτουρμπίνες (ατμοστρόβιλοι) που τοποθετήθηκαν σε πλοίο ήταν το 1907, στο αγγλικό υπερωκεάνειο «Μαυριτάνια». Από ναυπηγικής πλευράς η εμφάνιση των ατμόπλοιων οδήγησε στο διαχωρισμό ναυπήγησης φορτηγών πλοίων και

επιβατηγών πλοίων που αποτέλεσαν έκτοτε τους δύο βασικούς κλάδους στη ναυτιλία.





Η κυριαρχία των πετρελαιοκίνητων πλοίων ξεκίνησε από το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα όπου και αντικατέστησαν τα προαναφερθέντα ατμοκίνητα πλοία. Κύρια εφεύρεση για τη μετάβαση αυτή αποτέλεσε η δημιουργία του κινητήρα Diesel. Η ιστορία του κινητήρα Diesel ξεκίνησε το 1892 με το Rudolf Diesel και είκοσι χρόνια αργότερα, ο πρώτος τετράχρονος κινητήρας Diesel πλοίου ήταν σε εφαρμογή. Τους κινητήρες αυτούς διαδέχθηκαν δίχρονοι κινητήρες πετρελαίου, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Οι κινητήρες αυτοί βοήθησαν τα πλοία να γίνουν ταχύτερα, ενώ η μηχανική υποβοήθηση των κινητήρων αποτέλεσε τη κύρια διέγερση για τη μεταφορά μεγαλύτερων ακόμη πλοίων.



Τα μηχανοκίνητα πλοία εδραίωσαν την κυριαρχία τους κατά τον Πρώτο και Δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο. Πιο αναλυτικά βοήθησαν στην τροφοδοσία στρατευμάτων, στην ιατρική περίθαλψή τους (πλωτά νοσοκομεία) αλλά και στη μεταφορά των ιδίων. Συνεπώς και το ποσοστό τους επί του συνολικού στόλου υπερωκεάνιων διαδρομών αυξήθηκε κατά 25%. Κατά την ίδια χρονική περίοδο μια σειρά από καινοτομίες διαδραματίστηκαν στην κατασκευή κινητήρων, οι οποίες οδήγησαν στη χρήση HFO (heavy fuel oil). Το πρώτο πλοίο στην ιστορία που έκανε χρήση αυτού του είδους καυσίμων ήταν το M/V “The Princess of Vancouver”. Οι πετρελαιοκινητήρες έχουν λιγότερο βλαπτικές ουσίες από αυτούς της βενζίνης, όμως οι έρευνες δείχνουν ακριβώς το αντίστροφο. Κύριος λόγος φαίνονται να είναι τα οξείδια του αζώτου όπου είναι αρκετά βλαπτικά προς την ατμόσφαιρα και τους ζωντανούς οργανισμούς με τον ετήσιο θάνατο των τριών εκατομμυρίων ανθρώπων παγκοσμίως να προέρχονται

κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην ένωση αυτή. Το εντυπωσιακό είναι πως αυτά τα μέτρα πρόκειται να παρθούν για αρχή στα επιβατικά οχήματα με την σταδιακή κατάργηση των κινητήρων μικρού κυβισμού και την αποκλειστική κατασκευή τους μόνο σε μεγάλα οχήματα . Κατά τη δεκαετία του 1950, εφευρέθηκαν και τα πρώτα λιπαντικά για τη λίπανση των κινητήρων, για τα οποία δόθηκε έμφαση στην υψηλή αλκαλικότητά τους, η οποία ήταν απαραίτητη για τη εξουδετέρωση των οξέων που προκαλούνταν από τα τότε καύσιμα, των οποίων η περιεκτικότητα σε θείο ήταν αρκετά υψηλή. Τα πλοία που χρησιμοποιούσαν κατάλοιπα πετρελαίου (residual fuel oil) είχαν γίνει τόσο διαδεδομένα κατά το δεύτερο μισό του 1960, ώστε τα μηχανοκίνητα πλοία ξεπέρασαν κατά πολύ τα ατμόπλοια, όχι μόνο σε αριθμό, αλλά και στη χωρητικότητά τους σε επιβάτες και εμπορεύματα. Στις αρχές του 21ου αιώνα, τα μηχανοκίνητα πλοία είχαν φτάσει πλέον το συντριπτικό ποσοστό του 98% του παγκόσμιου στόλου.

1.2 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας, δηλαδή η προσθήκη ουσιών (ρύπων) στην ατμόσφαιρα που υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχαν. Στη σύγχρονη εποχή, συχνά η ρύπανση είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πιθανό να φτάσει σε επίπεδα που δημιουργούν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Για την περιγραφή της κατάστασης αυτής έχει επικρατήσει ο όρος νέφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΠΛΟΙΩΝ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΠΟΝΤΑΙ ΑΠ ΤΑ ΠΛΟΙΑ.

2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.

Οι εκπομπές από την ναυτιλία συμβάλουν σημαντικά στις συγκεντρώσεις επιβλαβών νεφών ατμοσφαιρικών ρύπων. Στις ατμοσφαιρικές εκπομπές των ποντοπόρων πλοίων περιέχονται εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων, αερίων του θερμοκηπίου και ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος. Οι ανωτέρω ρύποι δεν διασκορπίζονται αβλαβώς στο θαλάσσιο χώρο, ούτε σταματούν σε εθνικά σύνορα. Οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων των πλοίων, συγκεκριμένα σε παράκτιες περιοχές και σε λιμάνια, διασκορπίζονται στην ξηρά, έχοντας ως αποτέλεσμα τη δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων που επηρεάζουν την υγεία του ανθρώπου και το φυσικό περιβάλλον. Οπουδήποτε λαμβάνουν χώρα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από πλοία συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή ενώ οι εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος μειώνουν ακόμη περισσότερο το όζον.

2.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

Οι αέριες εκπομπές από τη διεθνή ναυτιλία προκαλούν το θάνατο σε περίπου 60.000 ανθρώπους το χρόνο με το ετήσιο κόστος για την κοινωνία να ανέρχεται πάνω από τα 200 δισεκατομμύρια Ευρώ, σύμφωνα με πρόσφατη επιστημονική μελέτη. Υπεύθυνα για τον θάνατο χιλιάδων ανθρώπων κάθε χρόνο είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x) τα οποία μετατρέπονται σε λεπτά σωματίδια, θειικά και νιτρικά αερολύματα. Τα μικροσκοπικά αιωρούμενα σωματίδια συνδέονται με πρόωρο θάνατο. Τα σωματίδια μπαίνουν στους πνεύμονες και είναι

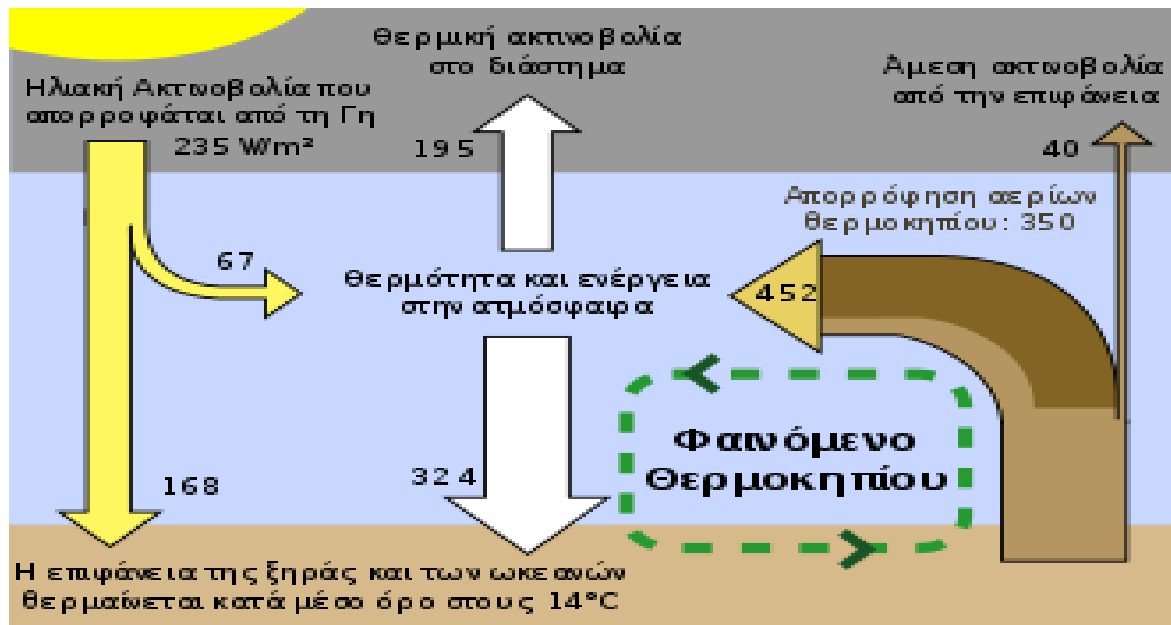
αρκετά μικρά για να εισχωρήσουν μέσα από τους ιστούς και να εισέλθουν στο αίμα. Μπορούν στη συνέχεια να προκαλέσουν φλεγμονές που προκαλούν τελικά την καρδιακή και πνευμονική ανεπάρκεια. Οι εκπομπές των πλοίων μπορεί επίσης να περιέχουν καρκινογόνα μικροσωματίδια. Περισσότερα από τα δύο τρίτα των εκπομπών των πλοίων συμβαίνουν σε απόσταση 400 χιλιάμετρα από την πλησιέστερη γη.

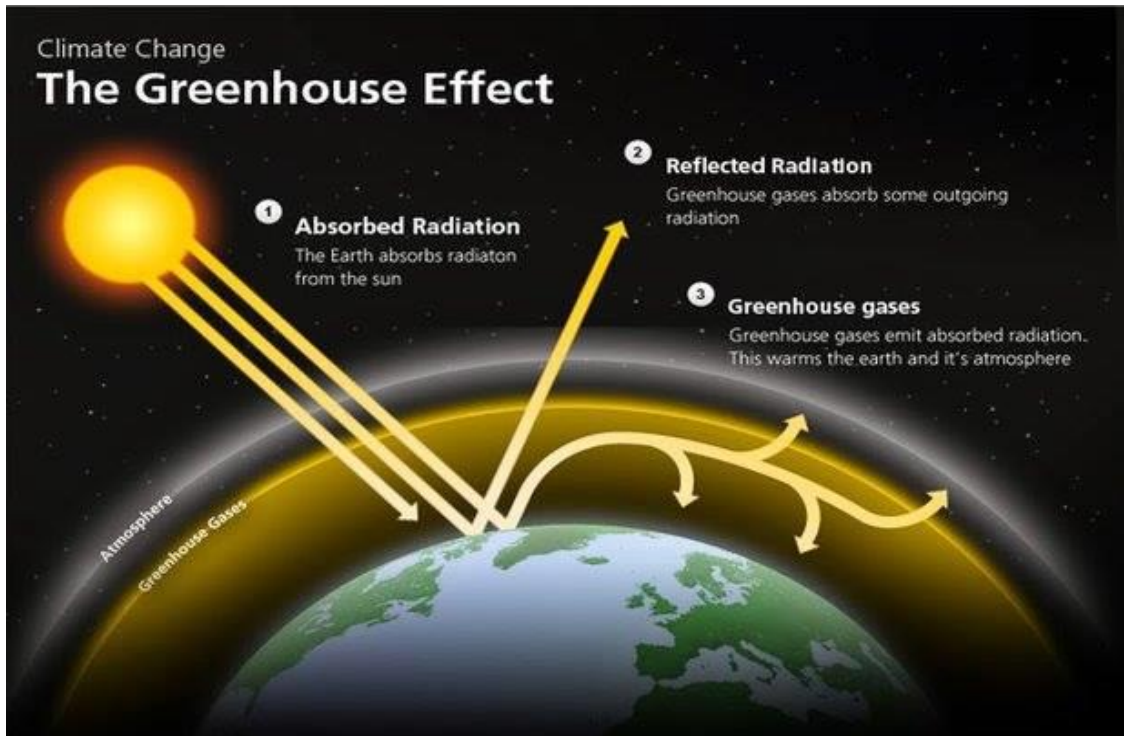
2.3 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του. Τα τελευταία χρόνια, ο όρος συνδέεται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης (παγκόσμια θέρμανση), ενώ θεωρείται πως το φαινόμενο έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και συνεπώς τα εμπορικά πλοία. Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, ένας πλανήτης συγκρατεί μεγάλα ποσοστά θερμότητας που προέρχεται από τον ήλιο, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία της επιφάνειάς του.

Στην περίπτωση της Γης, η ακτινοβολία του ήλιου απορροφάται κατά 50% από τη επιφάνειά της και τους ωκεανούς. Η Γη εκπέμπει και αυτή ακτινοβολία, η οποία είναι μεγαλύτερου μήκους κύματος από εκείνη που εκπέμπει ο ήλιος, η οποία απορροφάται σε ποσοστό περίπου 70% από την ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα με τη σειρά της επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία στη Γη μέσω των αερίων συστατικών της, τα οποία συμβάλλουν στο φαινόμενο, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται η Γη ακόμη περισσότερο (Vaclav, 2003). Τα αέρια της ατμόσφαιρας που συντελούν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι γνωστά ως αέρια

θερμοκηπίου. Αυτά που παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά συγκέντρωσης από τα μέσα του 18^{ου} αιώνα μέχρι και σήμερα είναι τα αέρια του νερού (H₂O) το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το Υποξείδιο του Αζώτου (N₂O).





Η ανθρώπινη δραστηριότητα θεωρείται ως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που οδηγούν στη δημιουργία και την αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, κυρίως λόγω των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τις βιομηχανίες και τα πετρελαιοκίνητα ή βενζινοκίνητα οχήματα.

2.4 ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ Ph ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ, ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ, ΟΖΟΝ

Από τη στιγμή που προκαλούν όξινη του εδάφους και του νερού, οι εκπομπές SO₂ και NO_x συνεχίζουν να είναι ένα σοβαρό πρόβλημα σε πολλές περιοχές της Ευρώπης. Τα NO_x συμβάλλουν επίσης στον σχηματισμό του όζοντος σε επίπεδο εδάφους, το οποίο καταστρέφει τη βλάστηση, καθώς και την υγεία του ανθρώπου και συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Επιπλέον, το NO_x μπορεί να οδηγήσει σε ευτροφισμό, ο οποίος επηρεάζει αρνητικά τη βιοποικιλότητα τόσο στην ξηρά όσο και στα παράκτια ύδατα.

•Οξίνιση: Το 2000, οι εναποθέσεις θείου και αζώτου υπερέβησαν τα κρίσιμα φορτία για τις ουσίες οξίνισης πάνω από 260.000 τετραγωνικών

χιλιομέτρων (20%) των ευαίσθητων οικοσυστημάτων των δασών στην ΕΕ.

- Ευτροφισμός: Το 2000, οι εναποθέσεις αζώτου στην ΕΕ υπερέβησαν τα κρίσιμα φορτία ευτροφισμού σε πάνω από 1 εκατομμύριο τετραγωνικά χιλιόμετρα (70%) των ευαίσθητων χερσαίων οικοσυστημάτων.
- Όζον: Το 2000, περίπου 800.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων (60%) των δασικών εκτάσεων της ΕΕ εκτέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος που υπερβαίνει το κρίσιμο επίπεδο.

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτονται παραδείγματα χωρών όπου η αναλογία της εναπόθεσης ρύπων του θείου και των οξειδίων του αζώτου από τη ναυτιλία είναι πιο εμφανής βάση των δεδομένων για το 2005.

	Θείο (2005)	Οξείδια του αζώτου (2005)	Θείο (2007)	Οξείδια του αζώτου (2007)
Δανία	45%	27%	39%	28%
Σουηδία	23%	22%	25%	25%
Ολλανδία	21%	18%	31%	21%
Ην. Βασίλειο	19%	19%	18%	20%
Ιρλανδία	18%	20%	-	-
Γαλλία	12%	14%	18%	15%
Φιλανδία	12%	14%	12%	17%
Βέλγιο	12%	13%	13%	16%
Ιταλία	11%	17%	15%	15%
Γερμανία	10%	10%	10%	10%

2.5 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Εκτιμάται ότι οι συνολικές εκπομπές CO₂ από τη ναυτιλία το 2007 παγκοσμίως έφτασαν τους 1.046 εκ. τόνους, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 3,3% των παγκόσμιων εκπομπών (σχήμα 6.2). Από την ποσότητα αυτή, 870 εκ. (ή ποσοστό 2,7%) αποδίδονται στη διεθνή ναυτιλία και το υπόλοιπο ποσό στην εγχώρια ναυτιλία. Το CO₂ είναι το σημαντικότερο αέριο του

θερμοκηπίου που εκπέμπεται από τη ναυτιλία σε όρους ποσοτήτων αλλά και σε όρους συνεισφοράς στην παγκόσμια θέρμανση. Η συνεισφορά των υπόλοιπων αερίων (μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου και χλωροφθοράνθρακες) είναι μικρότερη. Μεσοπρόθεσμα σενάρια δείχνουν ότι κατά το 2050, απουσία πολιτικών μείωσης, οι εκπομπές από τα πλοία μπορεί να έχουν αυξηθεί κατά 150-250% (συγκριτικά με το 2007), ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης της ναυτιλίας (IMO, 2009). Από την άλλη πλευρά, η ναυτιλία αποτελεί έναν περιβαλλοντικά φιλικό μέσο μεταφοράς αγαθών ως προς τις επιπτώσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς οι εκπομπές CO₂ ανά μονάδα μεταφορικού έργου είναι σχετικά χαμηλές και μπορεί να συγκριθούν μόνο με τις αντίστοιχες εκπομπές των σιδηροδρομικών μεταφορών. Εκτός από το CO₂, εκτιμάται ότι το 2007 η ναυτιλία εξέπεμψε περίπου 25 εκ. τόνους NO_x, 15 εκ. τόνους SO_x και 1,8 εκ. τόνους αιωρούμενων σωματιδίων (πίνακας 6.2). Αναφορικά με τη συνεισφορά των υπόλοιπων ρύπων της ναυτιλίας στην παγκόσμια θέρμανση ισχύουν τα ακόλουθα: Τα ίδια τα NO_x δεν απορροφούν ούτε ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία, είναι δηλαδή κλιματικά ουδέτερα. Όμως συμμετέχουν σε χημικές αντιδράσεις στην κατώτερη ατμόσφαιρα (φωτοχημικό νέφος) που έχουν ως συνέπεια την παραγωγή όζοντος (O₃), το οποίο αποτελεί αέριο του θερμοκηπίου. Από την άλλη πλευρά, τα NO_x συμμετέχουν σε χημικές αντιδράσεις διάσπασης του μεθανίου (CH₄), το οποίο αποτελεί ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου. Οι δύο αυτές δράσεις είναι παραπλήσιου μεγέθους και αλληλοεξουδετερώνονται. Συνεπώς, η καθαρή έμμεση επίδραση των NO_x στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αμελητέα. Τα οξείδια του θείου στην ατμόσφαιρα σχηματίζουν σωματίδια θειικών, τα οποία έχουν την ιδιότητα να σκεδάζουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, περιορίζοντας το ποσοστό που φτάνει στην επιφάνεια της γης (Voiland, 2010). Συνεπώς μειώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ψύχοντας την ατμόσφαιρα. Επιπλέον, έχουν και μια έμμεση επίδραση, που και αυτή προκαλεί ψύξη στην ατμόσφαιρα (Voiland, 2010): Αιωρούμενα σωματίδια στην ατμόσφαιρα μιας ρυπασμένης περιοχής γίνονται πυρήνες συμπύκνωσης των υδρατμών και συμβάλλουν στη δημιουργία νεφών. Στα νέφη αυτά, οι σταγόνες της υγρασίας έχουν μικρότερο διάμετρο σε σχέση

με μια μη ρυπασμένη περιοχή. Κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία που ανακλάται από τα σύννεφα, δηλαδή αυξάνεται η αντανάκλαστικότητα των σύννεφων. Η έμμεση αυτή επίδραση των SOx δεν έχει ποσοτικοποιηθεί με ακρίβεια, όμως υπάρχουν εκτιμήσεις ότι είναι σημαντική.



Παγκόσμιες εκπομπές CO₂ από διαφορετικούς οικονομικούς τομείς. (Πηγή: IMO, 2009).

2.6 Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

Η τρύπα του όζοντος αποτελεί ένα ακόμη φαινόμενο που προκαλείται λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Κατά το φαινόμενο αυτό, στο στρώμα

του όζοντος που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα και συγκεκριμένα στη στρατόσφαιρα έχει εμφανιστεί μια «τρύπα» πάνω από την Ανταρκτική, λόγω της μείωσης του πάχους του (Farman et al., 1985). Η επικινδυνότητα του φαινομένου έγκειται στο ότι το στρώμα του όζοντος απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου, η οποία και έχει επιβλαβείς συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει και στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και το λιώσιμο των πάγων (Chasek et al., 2013) Ως κύρια αιτία για τη δημιουργία της τρύπας του όζοντος θεωρείται η αυξημένη χρήση χλωροφθορανθράκων (CFC), οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε κλιματιστικά και ψυκτικές συσκευές, ενώ τα καυσαέρια των οχημάτων και η βιομηχανική διαδικασία αυξάνουν την ένταση του φαινομένου. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, οι χλωροφθοράνθρακες έχουν δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη κατά περίπου 15.000 φορές περισσότερο σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα (Andersen & Sarma, 2002). Η τρύπα του όζοντος αποτελεί τη βασικότερη αιτία πρόκλησης μελανώματος, της πιο επικίνδυνης μορφής καρκίνου του δέρματος, από την οποία κινδυνεύουν άνδρες και γυναίκες επί το πλείστον στην Αυστραλία, αλλά και την Ευρώπη. Εκτός αυτού, η τρύπα του όζοντος προκαλεί και την εμφάνιση καταρράκτη, ενώ πολύ σημαντική είναι η συμβολή στη μετάλλαξη του ανθρώπινου DNA, με τους επιστήμονες να χρησιμοποιούν την υπεριώδη ακτινοβολία UV-C (που είναι και η πιο επικίνδυνη) για τέτοιου είδους επεμβάσεις, πάντα βέβαια σε ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες (Downie, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΓΕΝΙΚΑ

3.1 ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 150 ΧΡΟΝΙΑ

Στο διάστημα των τελευταίων 150 ετών οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επηρεάσει έντονα την σύσταση της ατμόσφαιρας. Η καύση των ορυκτών καυσίμων (κυρίως άνθρακα και πετρελαίου) , η αποξήλωση των δασικών περιοχών και σε μικρότερη έκταση ο έντονος ρυθμός ανάπτυξης της κτηνοτροφίας αλλά και η χρήση των ανθεκτικών λιπασμάτων αύξησαν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου καταλήγοντας σε μία πολύ ξεκάθαρη συνέπεια, αυτή της υπερθέρμανσης. Οι κλιματικές μεταβλητές όπως η θερμοκρασία, έχουν μεταβληθεί σε σημαντικό βαθμό τα τελευταία 50 χρόνια σε συνδυασμό με την αύξηση του επιπέδου της θάλασσας αλλά και της μείωσης των παγετώνων. Οι έρευνες του IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) καταλήγουν μέσα από το fourth assessment report (IPCC 2007) ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες από το 1750 έχουν επενεργήσει στην θέρμανση του πλανήτη. Η παραπάνω έρευνα υποστηρίζει ότι η πρόσφατη άνοδο της θερμοκρασίας πυροδοτήθηκε από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα από την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

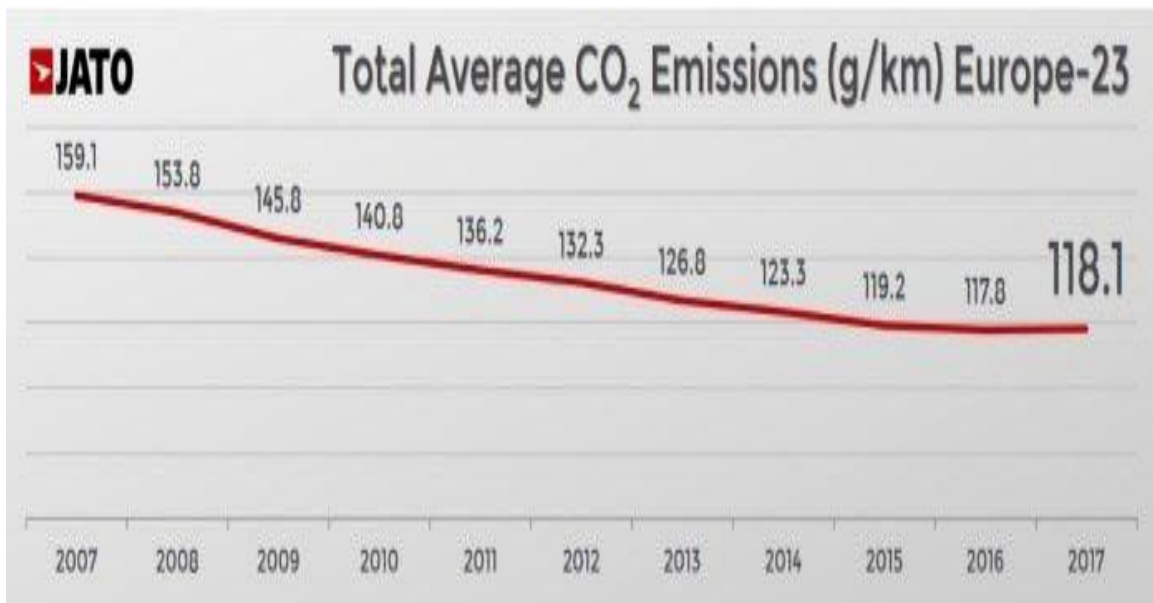
Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, σήμερα έχει φτάσει το επίπεδο των 387 ppm, επίπεδο ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με τα τελευταία 300 χρόνια όπου ο μέσος όρος ήταν περίπου 280 ppm. Η μέση θερμοκρασία μπορεί στο παρελθόν να είχε κάποιες διακυμάνσεις αλλά σύμφωνα με τις αυξήσεις που καταγράφει τα τελευταία χρόνια με τις προβλέψεις για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το τέλος του αιώνα ωθούν τον πλανήτη αλλά και την ανθρωπότητα σε άγνωστα μονοπάτια.

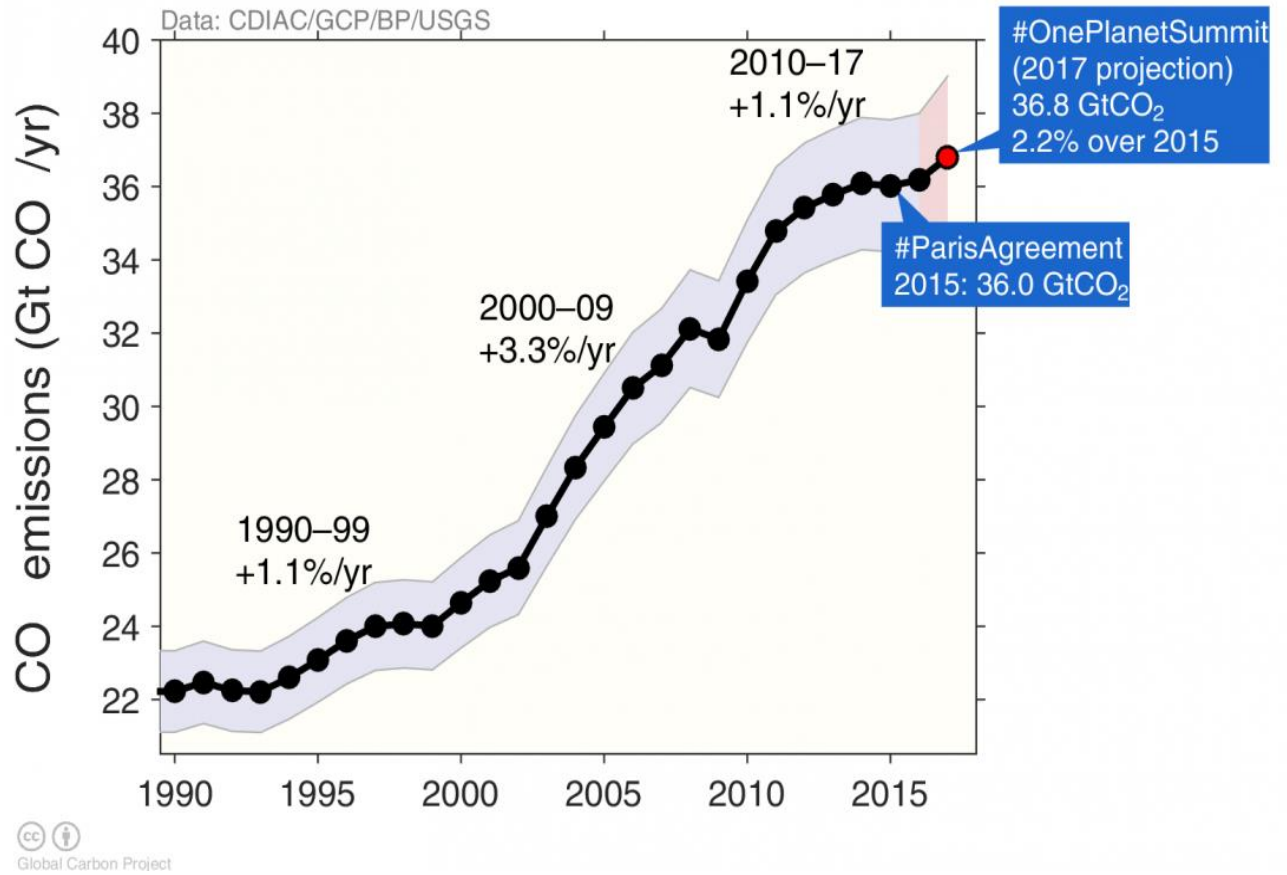
3.2 ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Όπως προκύπτει και από την ανάλυση του πρώτου κεφαλαίου της διπλωματικής αυτής εργασίας, καμία άλλη βιομηχανία δεν είναι τόσο παγκόσμια όσο η ναυτιλία. Την ίδια στιγμή, κανένα άλλο περιβαλλοντικό πρόβλημα δεν έχει τόσο παγκόσμια φύση όσο η κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Δεδομένης της παγκόσμιας φύσης της ναυτιλίας, όπου τα προϊόντα που ανήκουν στην εταιρία μιας χώρας μπορεί να μεταφερθούν μεταξύ δύο άλλων χωρών, με πλοία που φέρουν τη σημαία μιας τέταρτης χώρας, οι ευθύνες για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονται στη ναυτιλία είναι δύσκολο να βαρύνουν μια συγκεκριμένη χώρα (Knowles et al., 2009). Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως «διεθνείς εκπομπές». Αυτή η δυσκολία καταχώρησης των εκπομπών έχει οδηγήσει και στη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι διεθνείς οργανισμοί προστασίας του περιβάλλοντος στο να αναπτύξουν πολιτικές και ρυθμίσεις αναφορικά με τη μείωση των εκπομπών που οφείλονται στις θαλάσσιες μεταφορές (DeSombre, 2006). Η προσφορά των αέριων εκπομπών από τα πλοία στην ατμοσφαιρική ρύπανση προσέελκυσε την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, και η βιβλιογραφία για παρεμφερή θέματα αυξήθηκε ραγδαία στις αρχές του 21ου αι.

Όπως προκύπτει και από την ανάλυση του Κεφαλαίου 1, ο ρόλος της ναυτιλίας στην επιδείνωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δρομολογείται από τα μέσα του 19ου αιώνα, οπότε, μαζί με τη αντικατάσταση των ιστιοφόρων πλοίων με μηχανοκίνητα υιοθετήθηκε και η χρήση ορυκτών καυσίμων (στην αρχή καύσιμα γαιάνθρακα και στη συνέχεια καυσιμέλαιο) ως κύρια καύσιμα για την προώθησή τους. Παράλληλα, και πέρα από την πρόωσή τους, τα πλοία χρησιμοποιούν καυσιμέλαιο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το γεγονός ότι ο σχεδιασμός των μηχανών έχει

αλλάξει και έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό, η καύση υδρογονανθράκων θα προκαλέσει την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Σήμερα, το είδος καυσίμου που χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερη έκταση είναι το υπόλοιπο της διαδικασίας διύλισης του πετρελαίου, το οποίο είναι γνωστό ως βαρύ καυσιμέλαιο (Heavy Fuel Oil) (HFO). Σύμφωνα με τους Eyring et al. (2009), η κατανάλωση των πλοίων σε καυσιμέλαιο ανήλθε στους 150 εκατομμύρια τόνους το 2000, ενώ σύμφωνα με τους Buhaug et al. (2009) το 2007 η κατανάλωση έφτασε τους 333 εκατομμύρια. Παρόλο που σχετική μελέτη του IMO αναδεικνύει πως οι θαλάσσιες μεταφορές ευθύνονταν για μόνο το 3% περίπου των συνολικών εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα, η διαρκής άνθιση του παγκοσμίου εμπορίου μεταφερόμενου από τη θάλασσα αναμένεται να αυξήσει σε μεγάλο βαθμό το παραπάνω ποσοστό (IMO GHG Study, 2014). Το γράφημα που ακολουθεί δίνει μια ένδειξη της αυξημένης ευαισθητοποίησης που σημειώθηκε, δείχνοντας την αύξηση του αριθμού των δημοσιευμένων άρθρων στη βάση δεδομένων της επιστημονικής βιβλιογραφίας 'ISI Web of Knowledge'.



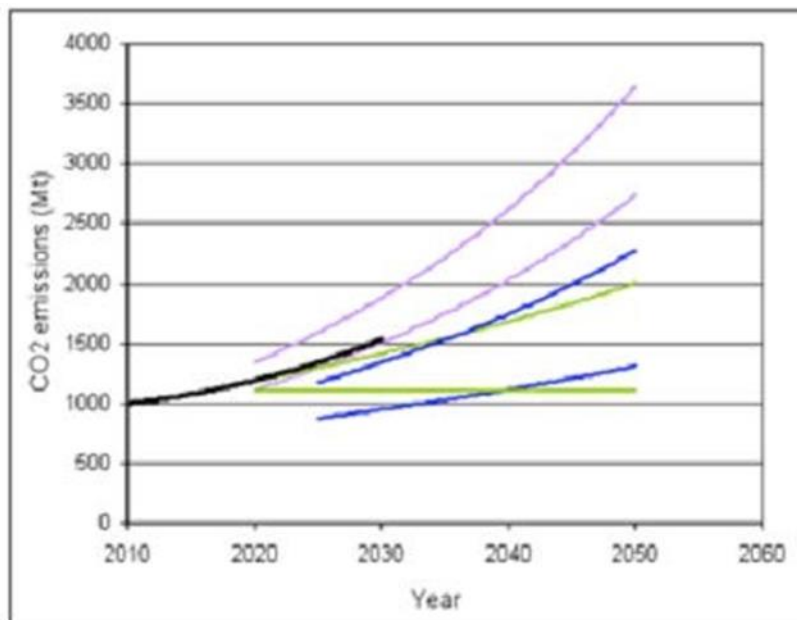


3.3 ΟΙ ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας (World Energy Council)

(2013), οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από τα πλοία αγγίζουν το ποσοστό του 2,7%, την ώρα που οι αντίστοιχες εκπομπές που προέρχονται από τις αεροπορικές μεταφορές ανέρχονται στο 2,2% των συνολικών εκπομπών σε παγκόσμιο επίπεδο (870 εκατομμύρια τόνοι), ενώ οι οδικές μεταφορές ευθύνονται για το 14% των συνολικών εκπομπών. Το στοιχείο εκείνο που προκαλεί ανησυχία είναι ότι, σύμφωνα με το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας, εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου από τα πλοία, οι οποίες σήμερα αντιπροσωπεύουν περίπου το 15% των συνολικών εκπομπών, ενδέχεται έως το 2050 να ξεπεράσουν αυτές των οδικών μεταφορών.

Γραφημα : Σενάριο αύξησης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα



Το κόστος των καυσίμων των πλοίων ξεπερνά το 50% του λειτουργικού τους κόστους. Μέσα στα πλαίσια αυτά, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, οι ναυτιλιακές εταιρίες χρησιμοποιούν το λεγόμενο καυσιμέλαιο (HFO), το οποίο είναι ευρέως διαθέσιμο, προκειμένου να

ελέγξουν το λειτουργικό κόστος τους. Η καύση του ΗFO παράγει μεγάλες ποσότητες μαύρου καπνού, οξείδια του αζώτου, άκαυτους υδρογονάνθρακες, οξείδια του θείου, καθώς και μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, κατά τη διαδικασία της καύσης στους πετρελαιοκινητήρες τους, τους λέβητες και τους αποτεφρωτήρες-κλιβάνους. Όπως αναλύθηκε διεξοδικά στο Κεφάλαιο 2, οι παραπάνω ρύποι έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα, καθώς συμβάλουν στη μείωση του πάχους του στρώματος όζοντος στη στρατόσφαιρα, επιταχύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ συντελούν και στη δημιουργία όξινης βροχής, με τα όποια αρνητικά αποτελέσματα και επιπτώσεις έχουν αυτά για τη χλωρίδα, την πανίδα και την ανθρώπινη υγεία (Endresen et al., 2003). Το βασικό μέρος του διοξειδίου του θείου που εκπέμπεται από τα πλοία οξειδώνεται στην ατμόσφαιρα και αναπτύσει θεϊκές ενώσεις, ενώ οι ενώσεις του αζώτου δημιουργούν νιτρικό οξύ και νιτρικό άλας, προκαλώντας έτσι το φαινόμενο της οξίνισης (Psaraftis & Kontovas, 2009). Τα θειικά αερολύματα, μαζί με αυτά του αζώτου και με πρωτογενείς ρύπους όπως ο οργανικός και ο μαύρος άνθρακας, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

4.1. ΔΙΕΘΝΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ (ΙΜΟ)

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΔΝΟ) (ΙΜΟ) αποτελεί τον επίσημο παγκόσμιο οργανισμό που διέπει τη διεθνή ναυτιλία*. Στα πλαίσια της προσπάθειας αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης υπεγράφη η συνθήκη MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) από την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος

(Marine Environment Protection Committee) (MEPC) (IMO, 2014). Η εν λόγω συνθήκη αποτελείται από 6 παραρτήματα. Τα πέντε πρώτα, τα οποία θεσπίστηκαν το 1973 και ανανεώθηκαν το 1978, αφορούν διατάξεις προς αποφυγή της μόλυνσης από πετρέλαιο ή άλλες επιβλαβείς υγρές ουσίες, οι οποίες μπορεί να εμπεριέχονται στα φορτία των πλοίων. Επίσης, τα παραρτήματα αυτά περιλαμβάνουν διατάξεις αποφυγής της θαλάσσιας μόλυνσης που προκαλείται από τα απόβλητα των πλοίων. Το Παράρτημα 6, το οποίο προστέθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005, είναι εκείνο που περιλαμβάνει διατάξεις αναφορικά με την αποφυγή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (IMO, 2014). Οι σημαντικότερες διατάξεις του Παραρτήματος αυτού είναι οι ακόλουθες:

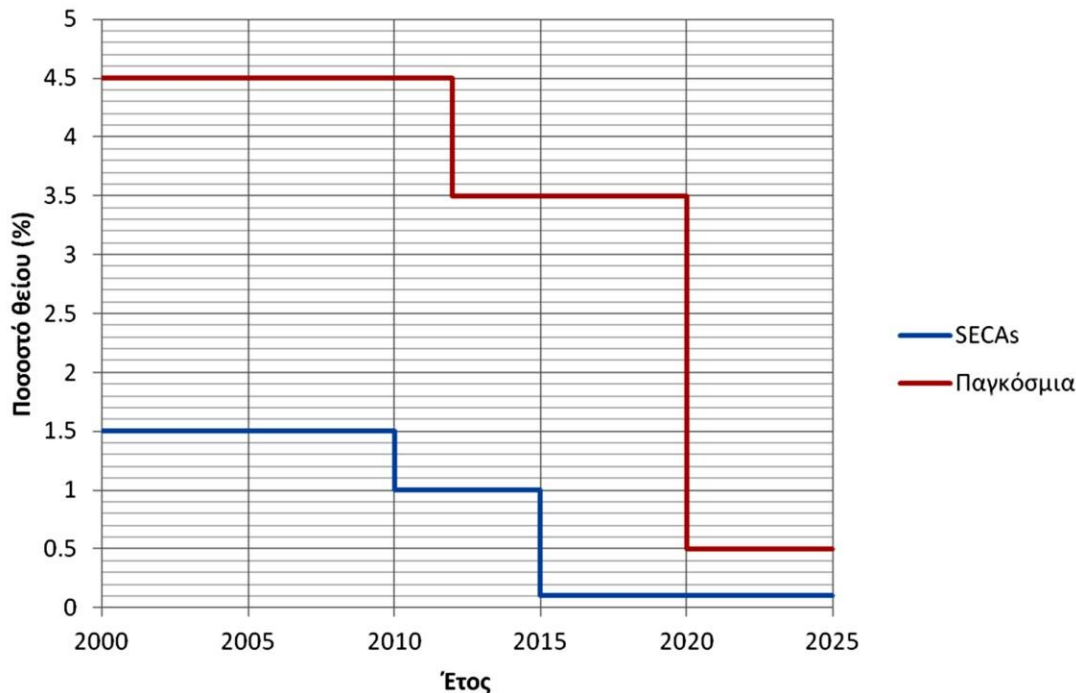
Κανονισμός 5 (Regulation 5): Σύμφωνα με τον κανονισμό αυτό, όλα τα πλοία θα πρέπει να υπόκεινται σε τακτικούς ελέγχους, ώστε να διαπιστωθεί εάν οι εκπομπές τους σε ρύπους δεν ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια, αλλά και ότι η λειτουργία τους είναι και αποδοτική και δεν επιφέρει κάποιο κίνδυνο για την ατμόσφαιρα. Οι έλεγχοι αυτοί θα γίνονται πριν τεθεί ένα πλοίο σε λειτουργία, πριν λάβει

* Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΔΝΟ) (IMO) έχει την έδρα του στο Λονδίνο. Ιδρύθηκε το 1948 και ανέλαβε δράση 11 χρόνια μετά, με την πρώτη του συνεδρίαση το 1959. Στόχος του είναι η δημιουργία ενός ενιαίου θεσμικού πλαισίου για τη ναυτιλία σε παγκόσμιο επίπεδο, το οποίο περιλαμβάνει διατάξεις για την ασφάλεια των πλοίων, των πληρωμάτων και των φορτίων τους, την ασφάλεια του περιβάλλοντος, νομικά θέματα, καθώς και την αποδοτική λειτουργία της ναυτιλίας γενικότερα. Σήμερα, αποτελείται από 170 κράτη-μέλη. International Maritime Organization (IMO) (2014). "About IMO". Διαθέσιμο στο <<http://www.imo.org/About/Pages/Default.aspx>>.

Κανονισμός 6 (Regulation 6): Κάθε πλοίο μικτού βάρους άνω των 400 τόνων θα πρέπει να έχει Διεθνές Πιστοποιητικό Πρόληψης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (International Air Pollution Prevention Certificate), το οποίο θα πρέπει να του έχει χορηγηθεί κατά τα πρώτα τρία χρόνια λειτουργίας του και να συνοδεύεται από μετάφραση στα Αγγλικά, Γαλλικά ή Ισπανικά

(IMO, 1997).

Κανονισμός 13 (Regulation 13): Ο κανονισμός 13 του πρωτοκόλλου του 1997 προβλέπει ότι οι εκπομπές νιτρικού οξειδίου και διοξειδίου του αζώτου (NO_x) οποιουδήποτε πετρελαιοκινητήρα με ισχύ άνω των 130W, ο οποίος είναι τοποθετημένος σε πλοία που κατασκευάστηκαν μετά την 01/01/2000, δεν μπορούν να υπερβαίνουν τα κάτωθι όρια: 17 g/kW-hr, όταν το n είναι μικρότερο από 130 rpm $45.0 \cdot n^{(-0.2)}$ g/kW-hr, όταν το n είναι 130 ή μεγαλύτερο, αλλά μικρότερο από 2,000 rpm 9.8 g/kW-hr, όταν το n είναι 2,000 rpm ή μεγαλύτερο (IMO, 1997). Ο Κανονισμός 13 καθορίζει τις ποσότητες των NO_x τις οποίες επιτρέπεται ένα πλοίο να εκπέμπει ανά kWh. Οι ποσότητες εξαρτώνται από την ονομαστική ταχύτητα του κινητήρα. Υπάρχουν τρία επίπεδα εκπομπών, τα Tier I-III. Όσο νεότερο είναι ένα πλοίο τόσο αυστηρότερα είναι τα όρια. Οι προβλέψεις του Επιπέδου I (Tier I) (πίνακας 6.5) αφορούν μηχανές εγκατεστημένες σε πλοία που κατασκευάστηκαν κατά ή μετά την 1/1/2000, ενώ τα όρια εκπομπών του Επιπέδου II (Tier II) αφορούν μηχανές εγκατεστημένες σε πλοία που κατασκευάστηκαν κατά ή μετά την 1/1/2011. Τα όρια του Επιπέδου III (Tier III) είναι τα αυστηρότερα και θα ισχύσουν μόνο στις Ειδικές Περιοχές για τα NO_x (NO_x Emission Control Areas – NECAs), για μηχανές σε πλοία που κατασκευάστηκαν κατά ή μετά την 1/1/2016. Συγκεκριμένα, τα όρια Tier III είναι κατά 80% αυστηρότερα σε σύγκριση με τα όρια Tier I. Οι NECAs αυτή τη στιγμή είναι θαλάσσιες περιοχές στη Β. Αμερική και την Καραϊβική ενδέχεται όμως στο μέλλον να οριστούν και άλλες περιοχές ως NECA, π.χ. η Βόρεια θάλασσα.



Σχήμα Όρια στην περιεκτικότητα των ναυτιλιακών καυσίμων σε θείο βάσει του Παραρτήματος VI της MARPOL.

Κανονισμός 14 (Regulation 14): Σύμφωνα με τον κανονισμό αυτόν, η περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο που χρησιμοποιούν τα πλοία δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4.5% m/m. Για τις Περιοχές Ελέγχου των Εκπομπών Οξειδίων του Θείου SO_x (SO_x Emission Control Areas) (SECAs)**, το όριο αυτό είναι ακόμη χαμηλότερο στο 1.5% m/m (βλ. Παράρτημα 4). Τα παραπάνω όρια θα πρέπει να αναφέρονται στο δελτίο παράδοσης καυσίμων (bunker delivery note) του εκάστοτε προμηθευτή των ναυτιλιακών εταιριών. Σε περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, τα πλοία θα πρέπει να έχουν εγκαταστημένο σύστημα καθαρισμού των καυσαερίων τους, ενώ το βάρος των συνολικών εκπομπών σε θείο δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 6.0 g SO_x/kWh (IMO, 1997).

** Ως περιοχές SECA με γνώμονα τη χρήση καυσίμων αναγνωρίζονται σήμερα οι εξής: Μεσόγειος, Βαλτική, Μαύρη Θάλασσα, Ερυθρά Θάλασσα, Κόλπος του Άντεν, Ανταρκτική,

Βορειοδυτικές ευρωπαϊκές θάλασσες, η περιοχή της Αραβικής Θάλασσας γύρω από το Ομάν, το νότιο τμήμα της θάλασσας της Νότιας Αφρικής. IMO (2014), Special Areas under MARPOL, available, at

<<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx>>

Κανονισμός 15 (Regulation 15): Οι τερματικοί σταθμοί θα πρέπει να έχουν κλειστά συστήματα φόρτωσης και ανάκτησης υδρογονανθράκων (IMO, 1997).

- Αμέσως μετά την εφαρμογή του Παραρτήματος VI της MARPOL το 2005, η MEPC (Marine Environmental Protection Committee) αποφάσισε να το αναθεωρήσει, με σκοπό να ενισχύσει τα όρια εκπομπών βάσει των νεότερων τεχνολογικών εξελίξεων. Το αναθεωρημένο Παράρτημα και ο Τεχνικός Κώδικας για τα NOx υιοθετήθηκαν το 2008 και τέθηκαν σε ισχύ το 2010. Οι κυριότερες αλλαγές αφορούσαν την προοδευτική μείωση των εκπομπών SOx, NOx (και έμμεσα των PM) και την εισαγωγή Περιοχών Ελέγχου Εκπομπών (Emission Control Areas – ECAs), στις οποίες οι εκπομπές έπρεπε να είναι ακόμη μικρότερες. Το Παράρτημα VI όριζε αρχικά ένα άνω όριο 4,5% κ.β. στο περιεχόμενο σε θείο του καυσίμου πετρελαίου που χρησιμοποιείται από τα πλοία. Το όριο αυτό μειώθηκε στο 3,5% (2012) και προβλέπεται να μειωθεί περαιτέρω στο 0,5% έως το 2020 (πίνακας 6.3, σχήμα 6.4). Το Παράρτημα VI περιέχει πρόβλεψη για ειδικές περιοχές όπου τα όρια εκπομπών SO₂ θα είναι αυστηρότερα (SOx Emission Control Areas – SECAs) και συγκεκριμένα στις περιοχές αυτές το περιεχόμενο σε θείο των καυσίμων αρχικά δεν έπρεπε να ξεπερνάει το 1,5% κ.β. Το όριο αυτό μειώθηκε στο 1% το 2010 και έγινε 0,1% από το 2015. Εναλλακτική λύση αποτελεί το να χρησιμοποιούν τα πλοία καύσιμο υψηλής περιεκτικότητας σε θείο και παράλληλα να εφαρμόζουν ένα σύστημα καθαρισμού των καυσαερίων ή να χρησιμοποιήσουν οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία θα μειώνει τις εκπομπές SO₂ στα επίπεδα των εκπομπών των καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Το Παράρτημα VI της MARPOL τροποποιήθηκε σε αρκετά σημεία του το 2008.

Η πιο σημαντική τροποποίηση αφορά τη βαθμιαία μείωση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο στα 0,50% από την 01/01/2020. Εκτός αυτού, ήδη από την 01/03/2010 το όριο για τις περιοχές (SECAs) έχει μειωθεί στο 1% (IMO, 1997).

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το διεθνές πλαίσιο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθορίζεται από τη Σύμβαση-Πλαίσιο του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή, που άνοιξε προς υπογραφή το 1992 στη Διάσκεψη του Ρίο και τέθηκε σε ισχύ το 1994. Για την υλοποίηση της Σύμβασης Πλαίσιο, υιοθετήθηκε το 1997 το Πρωτόκολλο του Κιότο, με το οποίο ορίστηκαν δεσμευτικές διαδικασίες και χρονοδιαγράμματα για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Βάσει αυτών, οι αναπτυγμένες χώρες αποδέχτηκαν να θέσουν μειώσεις στις εκπεμπόμενες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου της τάξης (κατά μέσο όρο) του 5,2% κατά την περίοδο 2008-2012 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Επιπλέον, οι χώρες αυτές ήταν υποχρεωμένες να υποβάλουν εθνικές ετήσιες απογραφές που να αποτυπώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η διεθνής ναυτιλία και οι αεροπορικές μεταφορές, λόγω του διεθνούς τους χαρακτήρα, δεν συμπεριελήφθησαν στα συνολικά εθνικά στοιχεία των απογραφών. Συγκεκριμένα, υπήρχε πρόβλημα σχετικά με την κατανομή των εκπομπών από τις δύο αυτές πηγές. Προτάθηκε να αποδοθούν στη χώρα πώλησης των καυσίμων ανάλογα με τις ποσότητες, στην χώρα αναχώρησης/προορισμού, στη χώρα του διαχειριστή, στη χώρα σημαίας (για τα πλοία) ή στη χώρα στη θαλάσσια επικράτεια της οποίας πραγματικά συμβαίνουν. Όλες αυτές οι λύσεις εμφάνιζαν προβλήματα. Τελικά, στο Άρθρο 2.2 του Πρωτοκόλλου του Κιότο αναφέρεται ότι οι αναπτυγμένες χώρες θα πρέπει να επιζητήσουν μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη ναυτιλία και τις αεροπορικές μεταφορές συνεργαζόμενες με τον IMO και τον ICAO (International Civil Aviation Organization), τους δύο οργανισμούς του ΟΗΕ για τη ναυτιλία και τις αερομεταφορές, αντίστοιχα. Οι σχετικές διεργασίες στον IMO ξεκίνησαν το

2000 με την παρουσίαση της πρώτης μελέτης για τα αέρια του θερμοκηπίου, οπότε και αποφασίστηκε να σχηματιστεί μια ομάδα εργασίας σχετικά με το θέμα. Το 2003 η ολομέλεια του IMO κάλεσε τη MEPC να αναπτύξει ένα πλαίσιο μείωσης των εκπομπών CO₂, αναγνωρίζοντάς το ως το κύριο θερμοκηπιακό αέριο από τη ναυτιλία. Στο πλαίσιο αυτό συμπεριλαμβάνεται ένας δείκτης εκπομπών CO₂ και η σχετική γραμμή αναφοράς. Το 2005 η MEPC 53 ενέκρινε τις προσωρινές οδηγίες για την εφαρμογή ενός εθελοντικού δείκτη εκπομπών CO₂ και κάλεσε τις χώρες να τον δοκιμάσουν και να υποβάλουν σχετικές εκθέσεις. Το 2006 η MEPC 55 υιοθέτησε ένα πρόγραμμα εργασιών που θα κατέληγε το 2009 με στόχους τη βελτίωση του δείκτη εκπομπών, την καθιέρωση των γραμμών αναφοράς και την μελέτη τεχνικών, λειτουργικών και αγοροκεντρικών μηχανισμών για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Στη MEPC 57 του Απριλίου 2008 αποφασίστηκε με συντριπτική πλειοψηφία η υιοθέτηση εννέα αρχών που θα διέπουν την συζήτηση για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ανάμεσα σε αυτές περιλαμβάνονταν οποιοδήποτε μέτρο το οποίο θα έπρεπε να είναι αποτελεσματικό στη μείωση των εκπομπών, αλλά και οικονομικά αποδοτικό, να μην «τιμωρεί» το παγκόσμιο εμπόριο και την ανάπτυξη, και να περιορίζει ή και να ελαχιστοποιεί στρεβλώσεις του ανταγωνισμού. Στο σημείο αυτό προτάθηκαν αγοροκεντρικά εργαλεία και συγκεκριμένα η Νορβηγία, η Γερμανία και η Γαλλία έκαναν προτάσεις για εμπόριο ρύπων στη ναυτιλία, ενώ η Δανία πρότεινε έναν παγκόσμιο φόρο στα ναυτιλιακά καύσιμα. Επίσης προτάθηκε τα νέα μέτρα να αποτελέσουν ξεχωριστή σύμβαση του IMO και όχι να ενσωματωθούν στη MARPOL. Στη MEPC 58 του Οκτωβρίου 2008 αποκαλύφθηκε μεγάλη διαίρεση των κρατών πάνω στα ανωτέρω θέματα. Επιπροσθέτως, τέθηκε το θέμα της ανάγκης ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των αναπτυσσόμενων κρατών σε σχέση με τα αναπτυγμένα. Επόμενες συνεδριάσεις της MEPC ασχολήθηκαν με τη διερεύνηση θεμάτων για κατηγορίες πλοίων που δεν συμπεριλήφθηκαν στην αρχική ανάλυση του EEDI, όπως τα οχηματαγωγά και επιβατικά οχηματαγωγά πλοία. Τελικά, ο EEDI και λοιπές προβλέψεις εγκρίθηκαν στην 62η Σύνοδο της MEPC, με την απόφαση MEPC.203(62). Την 1η

Ιανουαρίου 2013 τέθηκαν σε ισχύ οι προβλέψεις του νέου Κεφαλαίου 4 του Παραρτήματος VI της MARPOL, το οποίο εισάγει μέτρα που έχουν στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας της ναυτιλίας, ώστε να περιοριστεί η κατανάλωση καυσίμων και οι εκπομπές CO₂. Στον Κανονισμό 21 του Κεφαλαίου 4 εισάγεται ο Δείκτης Αποδοτικού Ενεργειακού Σχεδιασμού (Energy Efficiency Design Index – EEDI), ο οποίος αφορά κυρίως τεχνικά μέτρα και είναι υποχρεωτικός για τα νέα πλοία, ενώ στον Κανονισμό 22 εισάγεται και ένα υποχρεωτικό εργαλείο διαχείρισης (Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP), το οποίο αφορά λειτουργικά κυρίως μέτρα, για όλα τα πλοία (νέα και υπάρχοντα). Για να μπορέσει ένα πλοίο να αποκτήσει το Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Αποδοτικότητας (International Energy Efficiency Certificate – IEEC), θα πρέπει να τηρεί τις απαιτήσεις για τον EEDI και το SEEMP.

4.2 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όσον αφορά το εσωτερικό θεσμικό πλαίσιο της Ελλάδας περί της ποιότητας των καυσίμων των πλοίων, αυτό αντιπροσωπεύεται από το Νόμο 284/200 (ΦΕΚ 1736/Β/30.08.2007). Οι κύριες διατάξεις του νόμου αυτού, ο οποίος έχει ως στόχο την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας περί πλοίων με την κοινοτική οδηγία 1999/32/ΕΚ, είναι οι ακόλουθες:

- Άρθρο 1: Οι περιορισμοί αναφορικά με την ποιότητα καυσίμων δεν αφορούν πολεμικά πλοία και άλλα πλοία, τα οποία εκτελούν στρατιωτικές υπηρεσίες, καύσιμα απαραίτητα για τη διάσωση της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα, ή καύσιμα απαραίτητα για τη διόρθωση βλάβης, η οποία είναι απαραίτητη για την ασφάλεια του πλοίου ή των επιβατών του.

- Άρθρο 5, §1: Από την 11/08/2006, δεν επιτρέπεται η διέλευση από τα ελληνικά χωρικά ύδατα επιβατηγών πλοίων από και προς κοινοτικούς

προορισμούς, των οποίων τα καύσιμα έχουν περιεκτικότητα σε θείο μεγαλύτερη από 1,5%. Η διάταξη αυτή αναφέρεται όχι μόνο σε πλοία που φέρουν την ελληνική σημαία, αλλά και σε πλοία που φέρουν τη σημαία οποιασδήποτε χώρας, εφόσον κινείται σε χωρικά ύδατα για τα οποία αρμόδιες είναι οι ελληνικές αρχές. Άρθρο 5, §4: Από την 11/08/2006, απαγορεύεται στην Ελλάδα η διακίνηση πετρελαιοειδών καυσίμων περιεκτικότητας σε θείο μεγαλύτερης από 1,5 %.

•Άρθρο 6: Τα σκάφη που είναι ελλιμενισμένα δεν μπορούν από 1/1/2010 να έχουν καύσιμα περιεκτικότητας σε θείο άνω του 0,1% κατά μάζα, έχοντας βέβαια ένα εύλογο χρονικό διάστημα προσαρμογής στη διάταξη αυτή.

•Άρθρο 7: Κάτω από προϋποθέσεις και σε συνεργασία με άλλα κράτη της ευρωπαϊκής ένωσης, επιτρέπονται οι δοκιμές καυσίμων και τεχνολογιών, όταν αυτές αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών οξειδίων του θείου. Κατά τις δοκιμές αυτές, οι οποίες δεν μπορούν να ξεπερνούν τους 18 μήνες και πραγματοποιούνται μόνο κατόπιν ειδικής άδειας, είναι δυνατόν να επιτραπεί η χρήση καυσίμων που δεν είναι συμβατά με τις διατάξεις της MARPOL.

•Άρθρα 9 και 10: Οι Ελεγκτές και Επιθεωρητές Πλοίων πρέπει να έχουν έγκριση και άδεια άσκησης επαγγέλματος από το Υπουργείο Ναυτιλίας. Έχουν το νόμιμο δικαίωμα να εισέλθουν σε ένα πλοίο χωρίς άδεια και να διενεργήσουν οποιοδήποτε έλεγχο κρίνουν απαραίτητο, με εξοπλισμό που φέρουν οι ίδιοι, όπως και να ζητήσουν δείγματα πετρελαιοειδών, τα οποία έχουν παραληφθεί σύμφωνα τους κανόνες του Παραρτήματος VI της MARPOL. Τα άρθρα προβλέπουν ποινικές διώξεις και διοικητικά πρόστιμα για τις ναυτιλιακές εκείνες εταιρίες που θα αρνηθούν την πρόσβαση των ελεγκτών στα πλοία τους για οποιοδήποτε έλεγχο τους ζητηθεί. (Γενικό

Χημείο του Κράτους, 2014)

4.3 ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ-ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ (Ε.Ε.)

Η βασική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που διέπει την ποιότητα των καυσίμων των πλοίων είναι η οδηγία 1999/32/EC. Σύμφωνα με τη οδηγία αυτή, όλα τα πλοία ήταν υποχρεωμένα από την 1/1/2000 να χρησιμοποιούν εντός των θαλάσσιων περιοχών της Ε.Ε. καύσιμα περιεκτικότητας σε θείο όχι μεγαλύτερη από 0,2% κατά βάρος, ενώ το ποσοστό αυτό θα μειωνόταν ακόμη περισσότερο σε 0,1% από 1/1/2008. Η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε το 2005 από την οδηγία 2005/33/EC, σύμφωνα με την οποία ως Περιοχές Ελέγχου των Εκπομπών οξειδίων του Θείου SOx (περιοχές SECA) ορίστηκαν η Βαλτική Θάλασσα, η Βόρεια Θάλασσα και το Αγγλικό Κανάλι (Θάλασσα της Μάγχης). Στις θαλάσσιες αυτές περιοχές το ανώτατο όριο περιεκτικότητας των ναυτικών καυσίμων σε θείο ορίστηκε στο 1,5%, το οποίο εφαρμόστηκε και για τα επιβατηγά πλοία που εκτελούν δρομολόγια σε σταθερή βάση ακόμη και εκτός των περιοχών SECA (European Commission, 2014). Η τροποποίηση αυτή έγινε με σκοπό η κοινοτική οδηγία 1999/32/EC να εναρμονιστεί με τις διατάξεις του παραρτήματος VI της MARPOL. Έπειτα από πιέσεις από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα προς τον IMO για επιπλέον μείωση της περιεκτικότητας των ναυτιλιακών καυσίμων σε θείο, το 2008 πραγματοποιήθηκε νέα τροποποίηση του παραρτήματος VI της εν λόγω συνθήκης, η οποία μείωσε ακόμη περισσότερο την περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο για τα πλοία που κινούνται εντός και εκτός περιοχών SECA. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ζήτησε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να επιβάλει την εφαρμογή της τροποποίησης, ζητώντας παράλληλα την κατάθεση πρότασης για νέα τροποποίηση της οδηγίας 1999/32/EC. Λαμβάνοντας υπόψη και την τροποποίηση της MARPOL του 2008, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή κατέθεσε πρόταση τροποποίησης, η οποία κατέληξε στην τροποποίηση Directive 2012/33/EU (European Commission, 2014). Σύμφωνα με την τροποποίηση αυτή, η περιεκτικότητα των ναυτιλιακών

καυσίμων σε θείο θα μειωθεί προοδευτικά σε 0,1% στη Βόρεια Θάλασσα και το Αγγλικό Κανάλι ως το 2015, και σε 0,5% για στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές θάλασσες προοδευτικά έως το 2020. Παράλληλα, η τροποποίηση αυτή χαρακτηρίζει τη Βαλτική Θάλασσα, τη Βόρεια Θάλασσα και το Αγγλικό Κανάλι ως «πολύ εύθραυστα οικοσυστήματα» (EUR-Lex, 2014).

4.4 Ο Δείκτης Αποδοτικού Ενεργειακού Σχεδιασμού (EEDI)

Ο δείκτης EEDI είναι υποχρεωτικός για όλα τα νέα πλοία από 400 GT και πάνω. Εννοιολογικά, ο EEDI είναι ένας συντελεστής που εκφράζει τον λόγο του κόστους για το περιβάλλον προς την ωφέλεια για την κοινωνία που προκύπτει από τις μεταφορές από ένα πλοίο (εξίσωση 6.1). Πιο συγκεκριμένα, στην προκειμένη περίπτωση, το κόστος οφείλεται στις εκπομπές CO₂ από ένα πλοίο, οι οποίες συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ η ωφέλεια είναι το μεταφορικό έργο που ένα πλοίο προσφέρει.

$$EEDI = \frac{\text{Κόστος για το περιβάλλον}}{\text{Όφελος για την κοινωνία}} = \frac{\text{Εκπομπές CO}_2}{\text{Μεταφορικό έργο}}$$

Πιο αναλυτικά, ο EEDI μπορεί να εκφραστεί από την εξίσωση. Οι όροι της εξίσωσης ορίζονται αμέσως παρακάτω.

$$EEDI = \frac{P \times SFC \times C_F}{Capacity \times v_{ref}}$$

Η πληρέστερη και αναλυτικότερη μορφή του EEDI [σε g/(tonnes.nm)]

αποδίδεται από τη σύνθετη εξίσωση (MEPC 2014):

$$EEDI = \frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} C_{FME(i)} SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE})}{f_i f_c f_l Capacity v_{ref} f_w}$$

$$\frac{\left\{ \left(\prod_{j=1}^M f_j \sum_{i=1}^{n_{PTI}} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} SFC_{AE} \right\} - \left(\sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} P_{eff(i)} C_{FME} SFC_{ME} \right)}{f_i f_c f_l Capacity v_{ref} f_w} \quad (6.3)$$

Στην εξίσωση αυτή υπάρχουν οι εξής παράμετροι που αφορούν τις μηχανές του πλοίου:

- P είναι η ισχύς των κύριων (ME) και βοηθητικών (AE) μηχανών του πλοίου (σε kW). P_{ME(i)} είναι η ισχύς των κύριων μηχανών στο 75% του MCR (Maximum Continuous Rating). Ο Κανονισμός προδιαγράφει ότι πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίδραση του αξονικού κινητήρα (shaft motor) στην ενίσχυση της προωστήριας ισχύος (Power Take In – PTI) και της αξονικής γεννήτριας (shaft generator) στην απώλεια της προωστήριας ισχύος (Power Take Off – PTO). P_{AE(i)} είναι η ισχύς των βοηθητικών μηχανών.
- P_{PTI(i)} είναι το 75% της ισχύος κάθε εγκατεστημένου αξονικού κινητήρα.
- P_{eff(i)} είναι το 75% της μείωσης μηχανικής ισχύος (kW) που οφείλεται σε καινοτόμες μηχανικές τεχνολογίες ενεργειακής αποδοτικότητας.
- P_{AEeff(i)} είναι το ποσό μείωσης της ηλεκτρικής ισχύος (kW) από την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών ηλεκτρικής ενεργειακής εξοικονόμησης.

Επίσης, υπάρχουν σχεδιαστικές παράμετροι του πλοίου:

- V_{ref} είναι η ταχύτητα (εκ του σχεδιασμού του πλοίου) σε ναυτικά μίλια ανά ώρα (κόμβους – knots) στη μέγιστη κατάσταση φόρτωσης, θεωρώντας βαθιά νερά, ήρεμη θάλασσα και απουσία ανέμου.
- Capacity (χωρητικότητα) ορίζεται ως: 1. το DWT για πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, δεξαμενόπλοια, υγραεριοφόρα και LNG, οχηματαγωγά, πλοία γενικού φορτίου, κατεψυγμένου φορτίου και συνδυασμένων μεταφορών, 2. το 70% του DWT, για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, 3. η ολική χωρητικότητα (Gross Tonnage) για τα επιβατικά και τα κρουαζιερόπλοια.

Υπάρχουν και παράμετροι που αφορούν τις εκπομπές CO₂:

- CF είναι ένας αδιάστατος συντελεστής εκπομπής που βασίζεται στο περιεχόμενο του καυσίμου σε άνθρακα (πίνακας 6.6) και αποδίδει την ποσότητα (σε g) CO₂ που εκπέμπεται από την καύση μιας ποσότητας καυσίμου (επίσης σε g).
- SFC (Specific Fuel Consumption) (σε g/kWh) είναι η Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου, δηλαδή η ποσότητα καυσίμου που καταναλώνει η μηχανή ανά μονάδα ενέργειας που αποδίδει.

Τέλος, υπάρχουν παράγοντες διόρθωσης ή προσαρμογής:

- f_j είναι αδιάστατος συντελεστής που αφορά σχεδιαστικές ιδιαιτερότητες των πλοίων οι οποίες τα οδηγούν να εμφανίζουν

διαφοροποιήσεις στην εγκατεστημένη ισχύ πρόωσης (π.χ. πλοία ice-classed ή δεξαμενόπλοια shuttle).

- f_w είναι αδιάστατος συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τη μείωση της ταχύτητας σε χαρακτηριστικές καταστάσεις θάλασσας, με συγκεκριμένο ύψος κύματος, συχνότητα κυματισμού και ταχύτητα ανέμου.

- $f_{eff(i)}$ είναι παράγοντας διαθεσιμότητας της κάθε καινοτόμου τεχνολογίας εξοικονόμησης ενέργειας, που εξαρτάται από το ποσοστό του χρόνου όπου η τεχνολογία είναι διαθέσιμη κατά τη διάρκεια της πλεύσης.

- f_i είναι παράγοντας χωρητικότητας για να ληφθούν υπόψη οι περιορισμοί στη χωρητικότητα ενός σκάφους που προέρχονται από κανονισμούς και τεχνικές ιδιαιτερότητες (π.χ. πλοία ice-classed).

- f_c είναι ένας παράγοντας διόρθωσης για την χωρητικότητα σε κυβικά πόδια ή κυβικά μέτρα (cubic capacity).

- f_l είναι ένα παράγοντας για τα πλοία γενικού φορτίου που διαθέτουν γερανούς και άλλα μηχανήματα φορτοεκφόρτωσης, ο οποίος αποδίδει την απώλεια DWT του πλοίου.

Το περιεχόμενο διαφόρων τύπων καυσίμων σε άνθρακα και ο συντελεστής εκπομπής CF δίνονται στον πίνακα 6.6. Προφανώς είναι επιθυμητή η ελαχιστοποίηση του κόστους και η μεγιστοποίηση του οφέλους από ένα πλοίο. Συνεπώς οι τιμές του EEDI θα πρέπει σταδιακά να μειώνονται. Για να μπορέσει να τεθεί ένα πλαίσιο μείωσης, είναι απαραίτητο να καθοριστούν:

- Οι αρχικές τιμές του EEDI, τις οποίες επιτύγχαναν τα πλοία με τον σχεδιασμό που είχαν πριν τεθούν σε ισχύ οι προβλέψεις του Παραρτήματος VI της MARPOL για τις εκπομπές CO₂ (δηλαδή πριν την 1/1/2013). Συγκεκριμένα, είναι απαραίτητο να καθοριστούν με χρήση στατιστικών μεθόδων οι «μέσες τιμές» που λάμβανε ο EEDI για τα

υπάρχοντα πλοία, για κάθε κατηγορία πλοίων. Για τον σκοπό αυτό, το 2012 ο IMO υιοθέτησε την οδηγία MEPC 215(63) «Guidelines for Calculation of Reference Lines for use with the Energy Efficiency Design Index (EEDI)», στην οποία περιγράφεται ο τρόπος υπολογισμού των γραμμών αναφοράς.

- Τα ζητούμενα ποσοστά μείωσης σε σχέση με αυτές τις αρχικές τιμές ή τιμές αναφοράς και πώς αυτά θα μεταβάλλονται σταδιακά με τον χρόνο.

Πίνακα Περιεχόμενο σε άνθρακα και συντελεστής εκπομπής για διάφορα ναυτιλιακά καύσιμα.

Τύπος καυσίμου	Αναφορά	Περιεχόμενο σε άνθρακα	C _F (tones-CO ₂ /tonnesκαυσίμου)
Ντίζελ/GasOil	ISO 8217 Grades DMX έως DMC	0,8744	3,206
Ελαφρύ Καύσιμο Πετρέλαιο (LFO)	ISO 8217 Grades RMA έως RMD	0,8594	3,151
Βαρύ Καύσιμο Πετρέλαιο (HFO)	ISO 8217 Grades RME έως RMK	0,8493	3,114
Υγροποιημένα Αέρια Πετρελαίου (LPG)	Προπάνιο	0,8182	3,000
	Βουτάνιο	0,8264	3,030
Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (LNG)	I.	0,75	2,750

Πηγή: MEPC (2014).

Μεθοδολογία εκτίμησης των γραμμών αναφοράς

Η μεθοδολογία εκτίμησης των γραμμών αναφοράς καθορίστηκε το 2012 στη MEPC.215(63). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή, ο υπολογισθείς EEDI (ή επιτευχθείς EEDI) ενός νέου πλοίου με βάση τα σχεδιαστικά του χαρακτηριστικά και θαλάσσιες δοκιμές θα πρέπει να λαμβάνει χαμηλότερη τιμή από μια τιμή αναφοράς (τον απαιτούμενο EEDI), που προκύπτει με εφαρμογή στατιστικών μεθόδων (ανάλυση παλινδρόμησης) σε τιμές EEDI υπαρχόντων πλοίων που χτίστηκαν μεταξύ 1999 και 2009 (γραμμή αναφοράς) και κάποιου ποσοστού μείωσης. Για την εύρεση της γραμμής αναφοράς για τον EEDI για ορισμένη κατηγορία πλοίων χρησιμοποιήθηκε επισήμως η βάση δεδομένων Lloyd's Register Fairplay για πλοία που

παραδόθηκαν μεταξύ 1/1/1999 και 1/1/2009 και ήταν 400 GT και πάνω. Οι γραμμές αναφοράς απεικονίζουν τη σχέση ανάμεσα σε εκτιμώμενες τιμές EEDI και το DWT (στις περισσότερες περιπτώσεις) για κάθε κατηγορία πλοίων. Γενικά, η σχέση αυτή έχει την μορφή Τιμή Γραμμής Αναφοράς = $a(\text{DWT})-c$. Για την εκτίμηση του EEDI για κάθε πλοίο έγιναν ορισμένες παραδοχές:

- Οι συντελεστές εκπομπής CFME και CFAE, για τις κύριες και βοηθητικές μηχανές, θεωρούνται σταθεροί και ίσοι με 3,1144 g CO₂/g καυσίμου. Δηλαδή το καύσιμο που καίει το πλοίο θεωρείται ότι είναι Βαρύ Καύσιμο Πετρέλαιο (HFO) (πίνακας 6.6).
- Η ειδική κατανάλωση καυσίμου για όλους τους τύπους πλοίων είναι σταθερή και ίση με SFCME = 190 g/kWh για τις κύριες μηχανές και ίση με SFCAE = 215 g/kWh για τις βοηθητικές μηχανές.
 - Η ισχύς της κύριας μηχανής PME ισούται προς το 75% της συνολικά εγκατεστημένης ισχύος (MCRME). Η ισχύς των βοηθητικών μηχανών PAE υπολογίζεται σε συνάρτηση με την ισχύ της κύριας μηχανής.
- Η χωρητικότητα (Capacity) λαμβάνεται ίση με το 100% του DWT. Στις περιπτώσεις των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, ως χωρητικότητα λαμβάνεται το 70% του DWT.
- Η ταχύτητα υπηρεσίας v_{ref} αναφέρεται σε κατάσταση πλήρους φόρτωσης, σε ήρεμη θάλασσα και στο 75% της μέγιστης ισχύος της μηχανής.
- Καμία εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών ενεργειακής εξοικονόμησης δεν λαμβάνεται υπόψη στη διαμόρφωση των γραμμών αναφοράς, συνεπώς τα P_{eff} , PAE_{eff} , και f_{eff} παίρνουν μηδενικές τιμές. Ομοίως $PPTI = 0$.
- Κανένας διορθωτικός παράγοντας δεν χρησιμοποιείται, συνεπώς οι f_i , f_j , f_c , f_l και f_w λαμβάνουν την τιμή 1.

$$\text{Εκτιμώμενος EEDI} = 3,1144 \frac{190 \sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} + 215 P_{AE}}{\text{Capacity} \cdot v_{ref}}$$

Αρχικά, υπολογίζονται οι εκτιμώμενες τιμές EEDI μέσω της εξίσωσης χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της βάσης δεδομένων Lloyd's Register Fairplay (για την ισχύ κύριων και βοηθητικών μηχανών, τη χωρητικότητα και την ταχύτητα υπηρεσίας) για τα πλοία που κατασκευάστηκαν μεταξύ 1/1/1999 και 1/1/2009. Κατόπιν, με ανάλυση παλινδρόμησης εκτιμώνται οι παράμετροι a και c και ο συντελεστής προσδιορισμού R² για τη σχέση Τιμή Γραμμής Αναφοράς = a(DWT)-c. Ακραίες τιμές (πάνω από 2 τυπικές αποκλίσεις) απομακρύνονται από το σύνολο δεδομένων και η γραμμική παλινδρόμηση επαναλαμβάνεται.

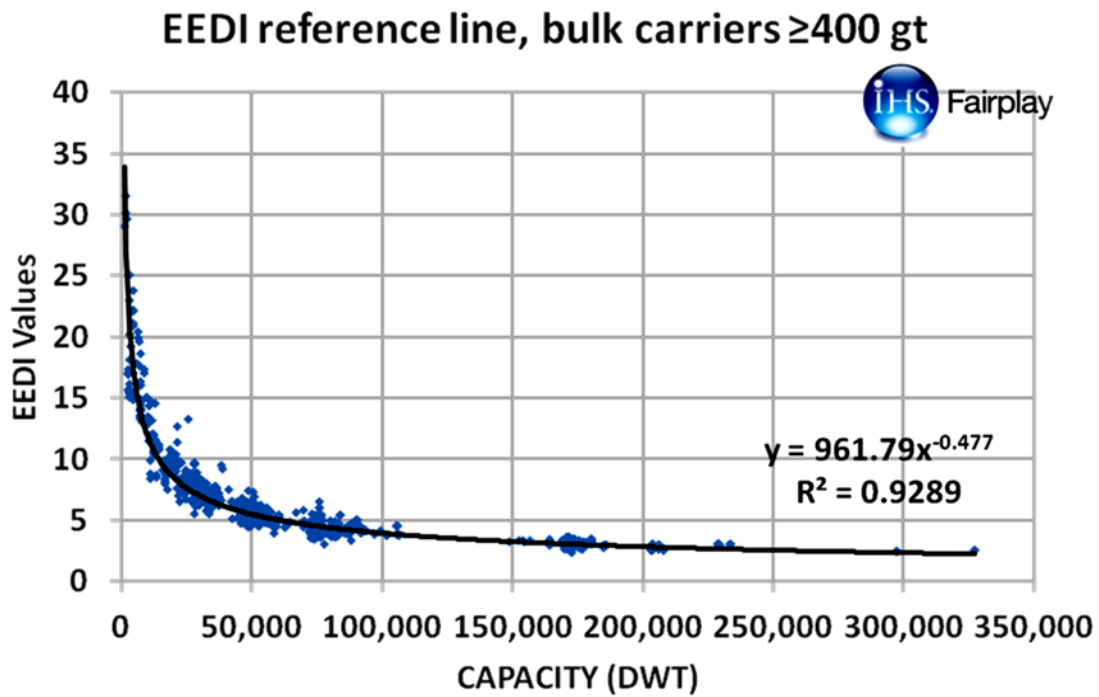
Πίνακας Παράμετροι των γραμμών αναφοράς που υπολογίστηκαν για πλοία ≥ 400 GT.

Τύπος πλοίου	a	c	R ²	Πληθυσμός	Εξαιρέθηκαν
Μεταφοράς χύδην φορτίου	961,79	0,477	0,9289	2.512	16
Μεταφοράς αερίου	1120,00	0,456	0,9446	354	0
Δεξαμενόπλοιο	1218,80	0,488	0,9574	3.655	14
Μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	186,52	0,200	0,6191	2.406	32
Γενικού φορτίου	107,48	0,216	0,3344	2.086	47
Μεταφοράς κατεψυγμένου φορτίου	227,01	0,244	0,5130	61	1

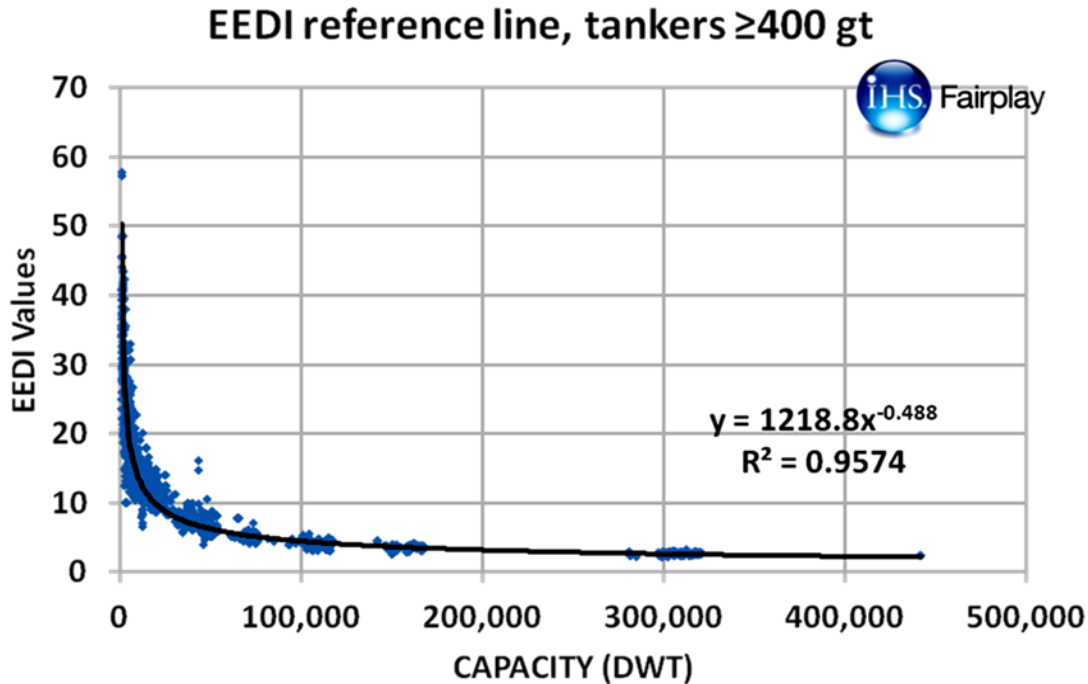
Σταδιακή μείωση των τιμών του EEDI σε σχέση με την γραμμή αναφοράς

Μια σταδιακή μείωση των τιμών του δείκτη EEDI από τον IMO θα παρακινεί συνεχώς την ανάπτυξη τεχνολογιών για τη βελτίωση της

ενεργειακής αποδοτικότητας των νέων πλοίων ως προς την γραμμή αναφοράς. Η απαιτούμενη αυτή μείωση είναι, για την πλειοψηφία των πλοίων, 10% κάθε 5 χρόνια, ξεκινώντας την 1/1/2015. Έτσι, η μείωση του EEDI θα φτάσει το 30% (σε σχέση με τις αρχικές τιμές των γραμμών αναφοράς) για τα πλοία που θα ναυπηγούνται από το 2025 και μετά (πίνακας 6.8). Το ζητούμενο είναι η απαιτούμενη μείωση του EEDI να ωθεί τα νέα πλοία σε τεχνικά επιτεύξιμες ενεργειακές προσαρμογές που παράλληλα θα προστατεύουν το περιβάλλον, χωρίς να είναι ούτε υπερβολικά επιεικής ούτε υπερβολικά αυστηρή και ενδεχομένως ανέφικτη.



Σχήμα Γραμμή αναφοράς EEDI για πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου



Σχήμα . Γραμμή αναφοράς EEDI για δεξαμενόπλοια. (Πηγή: IMO, 2011)

Για κάθε νέο πλοίο θα πρέπει να υπολογίζεται ο επιτευχθείς (attained) EEDI, ο οποίος θα πρέπει να είναι μικρότερος ή ίσος από τον απαιτούμενο (required) EEDI για την περίοδο της ναυπήγησής του. Ο επιτευχθείς EEDI υπολογίζεται και επαληθεύεται για κάθε πλοίο σύμφωνα με την εξίσωση 6.3 και μια διαδικασία που περιγράφεται από τον IMO. Ο απαιτούμενος EEDI είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη για ένα πλοίο με συγκεκριμένο μέγεθος και κατηγορία και υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη γραμμή αναφοράς από τη σχέση:

$$\text{Απαιτούμενος EEDI} = (1 - X/100) \cdot (\text{Τιμή Γραμμής Αναφοράς}) \quad (6.5)$$

Στη σχέση αυτή, η τιμή της γραμμής αναφοράς για ένα πλοίο συγκεκριμένης κατηγορίας και χωρητικότητας υπολογίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 6.7. Το X είναι η μείωση του EEDI σε σχέση με τον EEDI των γραμμών αναφοράς και παρουσιάζεται στον πίνακα 6.8 για κάθε

κατηγορία πλοίου και κλάση μεγέθους, ανάλογα με την ημερομηνία ναυπήγησής του.

Ο Επιτευχθείς EEDI θα πρέπει να ικανοποιεί την παρακάτω συνθήκη:

$$\text{Επιτευχθείς EEDI} \leq \text{Απαιτούμενος EEDI} \quad (6.6)$$

Για παράδειγμα, για ένα πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου με DWT = 55.000 tonnes, το οποίο ναυπηγήθηκε την περίοδο από 1/1/2013-31/12/2014, ο απαιτούμενος EEDI είναι:

$$\text{Απαιτούμενος EEDI} = (1 - X/100) \cdot (\text{Τιμή Γραμμής Αναφοράς})$$

Ο παράγοντας μείωσης για τη Φάση 0 είναι 0. Επομένως,

$$\text{Απαιτούμενος EEDI} = \text{Τιμή Γραμμής Αναφοράς}$$

Η τιμή της γραμμής αναφοράς ισούται με $a \cdot b - c$, όπου $a = 961,79$, $b = \text{DWT} = 5.500 \text{ tonnes}$ και $c = 0,477$. Συνεπώς ο απαιτούμενος EEDI για το πλοίο αυτό που ναυπηγήθηκε την περίοδο από 1/1/2013 έως 31/12/2014 ήταν 5,27 g/tonnes.nm.

Για ένα πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου με DWT = 55.000 tonnes, που θα ναυπηγηθεί την περίοδο 1/1/2015-31/12/2019 (φάση 1), $X = 10\%$. Άρα:

$$\text{Απαιτούμενος EEDI} = (1-10/100) \cdot (\text{Τιμή Γραμμής Αναφοράς}) = 0,9 \cdot (\text{Τιμής Γραμμής Αναφοράς}) = 4,74 \text{ g/tonnes.nm.}$$

Συντελεστής μείωσης (%) του EEDI σε σχέση με τον EEDI των γραμμών αναφοράς

Τύπος πλοίου	Μέγεθος	Φάση 0 (1/1/201331/12/2014)	Φάση 1 (1/1/201531/12/2019)	Φάση 2 (1/1/202031/12/2024)	Φάση 3 (1/1/2025 και μετά)
Μεταφοράς χύδην φορτίου	20.000 DWT και άνω	0	10	20	30
	10.000 – 20.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-20**	0-30**
Μεταφοράς αερίου	10.000 DWT και άνω	0	10	20	30
	2.000-10.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-20**	0-30**
Δεξαμενόπλοιο	20.000 DWT και άνω	0	10	20	30
	4.000-20.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-20**	0-30**
Εμπορευματοκιβωτίων	15.000 DWT και άνω	0	10	20	30
	10.000-15.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-20**	0-30**
Γενικού φορτίου	15.000 DWT και άνω	0	10	15	30
	3.000-15.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-15**	0-30**
Μεταφοράς κατεψυγμένου φορτίου	5.000 DWT και άνω	0	10	15	30
	3.000-5.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-15**	0-30**
Συνδυασμένου φορτίου	20.000 DWT και άνω	0	10	20	30
	4.000-20.000 DWT	ΔΕ*	0-10**	0-20**	0-30**

Κατά τη ΜΕΡC (2010) υπάρχουν τρεις απλές προσεγγίσεις για τη βελτίωση της τιμής του EEDI:

- Αύξηση του DWT (εξίσωση 6.3). Η αύξηση του DWT απαιτεί παράλληλα και μεγαλύτερη ισχύ των μηχανών του πλοίου. Γενικά, καθώς αυξάνεται το DWT, η αναγκαία αύξηση της ισχύος δεν είναι αναλογική, αλλά υψωμένη στη 2/3. Συνεπώς, η αύξηση στον παρονομαστή υπερβαίνει την αύξηση στον αριθμητή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ η αύξηση του DWT βελτιώνει την

αποτελεσματικότητα και μειώνει τον Επιτευχθέντα EEDI, παράλληλα είναι πιθανόν το πλοίο να υπόκειται σε μικρότερο απαιτούμενο EEDI, λόγω αύξησης της χωρητικότητας (βλ. γραμμές αναφοράς, σχήματα 6.5, 6.6).

- Μείωση της ταχύτητας (εξίσωση 6.3). Η αναγκαία ισχύς της κύριας μηχανής είναι ανάλογη της ταχύτητας του πλοίου υψωμένης στην τρίτη δύναμη ($P_{ME} = a \cdot v^3$). Συνεπώς, η μείωση της ταχύτητας θα μειώσει την απαιτούμενη ισχύ σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό, άρα θα μειώσει και την επιτευχθείσα τιμή του EEDI. Η μείωση της ταχύτητας του πλοίου θεωρείται πολύ αποτελεσματικό μέσο για τη βελτίωση της ενεργειακής του αποτελεσματικότητας.
- Εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Αφορά τεχνικά εφικτές τεχνολογίες που έχουν εφαρμογή σε κάποιον τύπο πλοίου και έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζουν ή δεν θέτουν περιορισμούς σε λειτουργικές ή σχεδιαστικές του παραμέτρους, όπως η ταχύτητα και το DWT.

Σχολιασμός του EEDI

Ο EEDI αξιολογείται θετικά και αρνητικά σε μια έντονη συζήτηση που λαμβάνει χώρα αυτή την περίοδο. Πρόκειται για έναν δείκτη που μετράει την ενεργειακή απόδοση των πλοίων και δεν δεσμεύει για τις κατασκευαστικές βελτιώσεις και τεχνολογίες με τις οποίες θα επιτευχθεί η απαιτούμενη ενεργειακή αποδοτικότητα. Αυτό σημαίνει ότι κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή των πλοίων θα μπορούν να χρησιμοποιούνται κάθε φορά οι πιο σύγχρονοι και αποδοτικοί τρόποι συμμόρφωσης με τους κανονισμούς. Θεωρείται ότι είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, διότι για πρώτη φορά είναι διαθέσιμος σε παγκόσμιο επίπεδο ένας δείκτης που εστιάζει στις εκπομπές CO₂ από κάποιο μέσο μεταφοράς, ώστε να βοηθήσει στην αύξηση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας του μέσου αυτού.

Από την άλλη πλευρά, αναφέρονται διάφορα προβλήματα τόσο για τον Επιτευχθέντα EEDI όσο και για τις γραμμές αναφοράς. Κατ' αρχάς γίνονται συζητήσεις σχετικά με την εγκυρότητα της (επισήμως συμφωνημένης στον IMO) βάσης δεδομένων IHS Fairplay, η οποία

χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των γραμμών αναφοράς του EEDI. Καθώς δεν είναι υποχρεωτικό για τους πλοιοκτήτες να παρέχουν δεδομένα για τα πλοία τους στη βάση αυτή, η ακρίβεια των δεδομένων αμφισβητείται και έχουν αποδειχθεί αποκλίσεις σε σύγκριση με διασταυρωμένα δεδομένα πλοίων (Deltamarin, 2011). Υπάρχει ανοιχτό το ερώτημα για τη δημιουργία μιας νέας βάσης ειδικά για τον σκοπό αυτό, με διασταυρωμένα δεδομένα με τους πλοιοκτήτες, τις χώρες σημαίας, τους νηογνώμονες και τα ναυπηγεία.

Επιπλέον, σε συζητήσεις στο πλαίσιο της MEPC αναδείχτηκε ότι ενώ το πλαίσιο υπολογισμού του EEDI είναι ξεκάθαρο, η εφαρμογή του στα πλοία είναι μάλλον πολύπλοκη, λόγω της τεράστιας ποικιλίας σχεδιασμών και λειτουργικότητων των πλοίων. Οι ιδιαιτερότητες εμφανίζονται σε ορισμένες κατηγορίες πλοίων, όπως τα πλοία γενικού φορτίου και κατεψυγμένου φορτίου (μικρός συντελεστής προσαρμογής R^2 για τις γραμμές αναφοράς, πινάκας 6.7), τα μικρά πλοία, τα δεξαμενόπλοια χημικών, τα επιβατικά πλοία, τα οχηματαγωγά (Ro-Ro Cargo) και τα επιβατικά-οχηματαγωγά (Ro-Ro Passenger) πλοία. Μάλιστα, τα οχηματαγωγά πλοία (Ro-Ro Cargo) και τα επιβατικά-οχηματαγωγά (Ro-Ro Passenger) πλοία αρχικά εξαιρέθηκαν από την εφαρμογή του EEDI κατά την 63η MEPC το 2012. Πέρα από τις δυσκολίες εφαρμογής της μεθοδολογίας, υπάρχουν απόψεις ότι ο EEDI δεν θα περιορίσει τόσο πολύ τις πραγματικές εκπομπές CO₂ από τα πλοία, αφού η αρχική τιμή του δείκτη (Φάση 0) θεωρείται ότι δεν είναι ιδιαίτερα φιλόδοξη σε σχέση με τις επιδόσεις του υπάρχοντος στόλου. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι τα περισσότερα πλοία που λειτουργούν στη Βόρεια Θάλασσα πληρούν ήδη τις απαιτήσεις, άρα τα νέα πλοία δεν χρειάζονται ιδιαίτερες τροποποιήσεις. Εάν θεωρηθεί ότι ο κύκλος ζωής ενός πλοίου ολοκληρώνεται σε 25 χρόνια, τα πλοία της Φάσης 0 θα λειτουργούν έως και το 2038, εκπέμποντας ίδιες ποσότητες CO₂. Συνεπώς, η επίδραση του EEDI θα χρειαστεί τουλάχιστον μία έως δύο δεκαετίες για να γίνει αισθητή (CNSS, 2014).

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί η στάση ορισμένων αναπτυσσόμενων χωρών απέναντι στον δείκτη αυτόν. Συγκεκριμένα, οι κυριότερες, και με επιρροή, αναπτυσσόμενες χώρες (με επικεφαλής την

Κίνα, τη Βραζιλία, την Ινδία, τη Νότια Αφρική και τη Σαουδική Αραβία) διατύπωσαν κατά τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων την άποψη ότι η καθολική εφαρμογή του EEDI έρχεται σε σύγκρουση με την αρχή της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης (Common but Differentiated Responsibility), η οποία εκφράζεται και στη UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), σύμφωνα με την οποία μόνο οι αναπτυγμένες χώρες υπόκεινται στους δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του πρωτοκόλλου του Κιότο. Η αρχή αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι ιστορικά οι αναπτυγμένες χώρες είναι υπεύθυνες για το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών CO₂. Πρακτικά, το αίτημα των αναπτυσσόμενων χωρών ήταν να μη συμπεριληφθούν στο αναπτυσσόμενο πλαίσιο του EEDI ή να συμπεριληφθούν υπό ευνοϊκότερους όρους. Από την άλλη πλευρά, ο IMO προτιμά να ισχύουν τα ίδια μέτρα, χωρίς διαφοροποιήσεις, σε παγκόσμιο επίπεδο, ώστε να μη στρεβλώνεται ο ανταγωνισμός και αυτό αποτελεί μια θεμελιώδη αρχή που διέπει όλο του το έργο. Γενικά, μια στρατηγική μειώσεων με διαφορετικά κριτήρια ανά χώρα είναι αναποτελεσματική για τη ναυτιλία, καθώς τα πλοία μπορούν εύκολα να αλλάξουν σημαία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΡΩΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

5.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ

Τα διαθέσιμα μέτρα για τη μείωση των ρύπων που εκπέμπουν τα πλοία θα μπορούσαν να χωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα τεχνικά μέτρα. Τα μέτρα αυτά σκοπεύουν είτε στη μείωση της απαίτησης των μηχανών σε ενέργεια, είτε να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των καυσίμων. Τα τεχνικά μέτρα συνήθως απαιτούν μεγάλες επενδύσεις, ενώ πολλά από αυτά περιορίζονται στην εφαρμογή

τους σε νέα πλοία, λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασής τους στα παλιά. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων, όπως είναι τα βιοκαύσιμα ή το φυσικό αέριο (LNG), καθώς και χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, όπως π.χ. η αιολική ή η ηλιακή. Και τα μέτρα της κατηγορίας αυτής απαιτούν μεγάλες επενδύσεις, τόσο πάνω στο πλοίο, όσο και σε επίπεδο εξωτερικών εγκαταστάσεων. Η τρίτη κατηγορία αναφέρεται σε λειτουργικά μέτρα, τα οποία σκοπεύουν στη βελτίωση των τρόπων με τους οποίους ελέγχεται και λειτουργεί ένα πλοίο, ενώ δεν χρειάζονται γενναίες επενδύσεις. Αντίθετα, είναι δυνατόν να απαιτούν αλλαγές στη διοίκηση και τα εκπαιδευτικά προγράμματα των ναυτιλιακών εταιριών και εφαρμόζονται για λόγους οικονομικής αποδοτικότητας κυρίως. Η τέταρτη και τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει δομικά μέτρα, τα οποία είναι ιδανικά όταν η μείωση της εκπομπής ρύπων αφορά την αλληλεπίδραση δύο ή περισσότερων μερών που ασχολούνται με τη ναυτιλία. Στην περίπτωση αυτή, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στηρίζεται στην αλλαγή της δομής της αλληλεπίδρασης των εμπλεκόμενων μερών (DNV, 2010). Ο επόμενες ενότητες περιγράφουν αναλυτικά τα επιμέρους μέτρα που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν για τη μείωση των εκπομπών αερίων που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα μέσα στα πλαίσια των τεσσάρων κατηγοριών που αναφέρθηκαν παραπάνω, αναφέροντας τόσο τα πλεονεκτήματα, όσο και τα μειονεκτήματά τους.

5.2 Το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Αποδοτικότητας Πλοίου

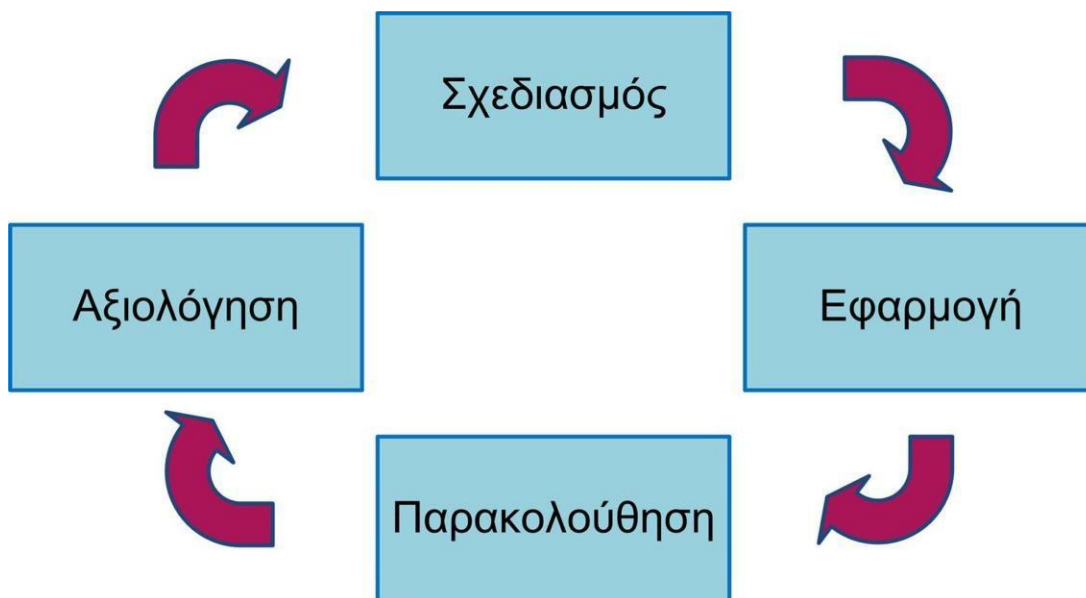
(Ship Energy Efficiency Management Plan)

Το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Αποδοτικότητας Πλοίου είναι ένα υποχρεωτικό λειτουργικό μέτρο το οποίο καθιερώνει έναν μηχανισμό βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Το SEEMP έγινε υποχρεωτικό από τον IMO για όλα τα πλοία πάνω από 400 GT σε διεθνείς πλόες από την 1/1/2013 και απαιτείται για την έκδοση του Διεθνούς Πιστοποιητικού Ενεργειακής Αποδοτικότητας (International Energy Efficiency Certificate – IEEC).

Κάθε πλοίο θα πρέπει να διαθέτει ένα SEEMP επί του σκάφους, που θα έχει εκπονηθεί λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Το SEEMP δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια ακόμη γραφειοκρατική διαδικασία, αλλά ως ιδανική ευκαιρία για τον διαχειριστή του πλοίου να μειώσει το κόστος του καυσίμου, βελτιώνοντας την ενεργειακή αποτελεσματικότητα του πλοίου.

Η ανάπτυξη και εφαρμογή του SEEMP είναι μια κυκλική διαδικασία που περιλαμβάνει τέσσερα κύρια στάδια (σχήμα 5.1):

- σχεδιασμός,
- εφαρμογή,
- παρακολούθηση,
- αυτό αξιολόγηση και βελτίωση.



Σχήμα 5.1. Τα στάδια ανάπτυξης και εφαρμογής του SEEMP.

Οι κύριες (και περισσότερο χρονοβόρες) διαδικασίες κατά το στάδιο του σχεδιασμού είναι η εκτίμηση της τρέχουσας ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου και του στόλου και η αξιολόγηση/επιλογή των

νέων μέτρων που θα εφαρμοστούν. Συγκεκριμένα, οι εργασίες σχεδιασμού περιλαμβάνουν:

- εκτίμηση της τρέχουσας ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου και του στόλου,
- καθορισμό των μελλοντικών στόχων ενεργειακής αποδοτικότητας για το πλοίο, τον στόλο και την εταιρεία συνολικά,
- αξιολόγηση και επιλογή μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης για την επίτευξη των στόχων,
- σχεδιασμό των απαιτούμενων αλλαγών σε διαδικασίες και εξοπλισμό για το πλοίο και τον στόλο,
- προσδιορισμό ή ανάπτυξη των εργαλείων μέτρησης και παρακολούθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας,
- σύνταξη του SEEMP.

Επιπροσθέτως, ακολουθεί το στάδιο της εφαρμογής του SEEMP. Το στάδιο αυτό απαιτεί συγκεκριμένα σχέδια ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αλλαγές στα σκάφη, τις λειτουργίες τους και τη διαχείρισή τους. Συμπεριλαμβάνεται η ανάθεση αρμοδιοτήτων για κάθε στοιχείο του SEEMP. Συγκεκριμένα, απαιτούνται τα ακόλουθα:

- δημοσίευση του SEEMP,
- υλοποίηση των αλλαγών στις διαδικασίες και τον εξοπλισμό του πλοίου,
- ανάθεση αρμοδιοτήτων,
- παροχή εκπαίδευσης στο πλήρωμα του πλοίου και στο προσωπικό ξηράς.

Ένα ουσιώδες μέρος της εφαρμογής του SEEMP είναι η αύξηση της ευαισθητοποίησης του προσωπικού, σε όλες τις θέσεις, για τα ενεργειακά θέματα, έτσι ώστε να εφαρμόζεται σωστά το SEEMP. Αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο για το πλήρωμα, που είναι υπεύθυνο για την καθημερινή λειτουργία του πλοίου.

Παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου σημαίνει τη συνεχή συλλογή των κατάλληλων δεδομένων σε όλες τις φάσεις της λειτουργίας του πλοίου. Θα πρέπει να γίνεται με έναν συνδυασμό αυτόματης καταγραφής και χειροκίνητης τεκμηρίωσης, ώστε να ελαχιστοποιείται κατά το δυνατόν ο χρόνος απασχόλησης του προσωπικού. Η εταιρεία θα πρέπει να εφαρμόζει ένα σύστημα παρακολούθησης που θα περιλαμβάνει ανάλυση των δεδομένων και υποβολή εκθέσεων. Ένα εργαλείο παρακολούθησης αποτελεί ο Δείκτης Αποδοτικής Ενεργειακά Λειτουργίας του πλοίου (βλ. ενότητα 6.4.1.5).

Το στάδιο της αυτοαξιολόγησης θα πρέπει να λαμβάνει χώρα σε τακτά χρονικά διαστήματα, που προσδιορίζονται στο SEEMP. Πρέπει να περιλαμβάνει:

- αξιολόγηση των ενεργειακών επιδόσεων του πλοίου και ολόκληρου του στόλου (με χρήση των δεδομένων παρακολούθησης) σε σχέση με προκαθορισμένους δείκτες,
- αναγνώριση των αιτιών για την παρατηρούμενη ενεργειακή απόδοση και προτάσεις για τη βελτίωση της,
- επανεξέταση της αποτελεσματικότητας του SEEMP και προτάσεις βελτίωσής του,
- εφαρμογή αλλαγών και συνέχιση παρακολούθησης.

Ενώ το SEEMP είναι ένα υποχρεωτικό λειτουργικό μέτρο για όλα τα πλοία, μπορεί παράλληλα να θεωρηθεί μη δεσμευτικός κανονισμός (soft regulation), υπό την έννοια ότι δεν υπάρχει μηχανισμός που να επιβάλλει ή να δίνει κίνητρα στους διαχειριστές του πλοίου να εφαρμόσουν το SEEMP που έχει εκπονηθεί για κάθε πλοίο τους. Η επιβολή του κανονισμού περιορίζεται στην εξακρίβωση (για παράδειγμα κατά τον έλεγχο του πλοίου από το κράτος λιμένα) ότι το SEEMP υπάρχει επί του πλοίου ως μέρος των επίσημων εγγράφων του και ότι έχει εκπονηθεί βάσει των οδηγιών.

5.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

5.3.1. ΠΡΩΨΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Μια άλλη ήδη υπάρχουσα λύση για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Αυτό στην περίπτωση των πλοίων θα μπορούσε να γίνει με τη χρήση άκαμπτων ή μαλακών πανιών, αετών, ή στροφείων Flettner, ώστε να μετατραπεί η αιολική ενέργεια σε ισχυρή δύναμη πρόωσης. Μέχρι στιγμής, η πιο ανεπτυγμένη τεχνολογία εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την πρόωση των πλοίων είναι αυτή της χρήσης αετών, η οποία υποκινήθηκε κυρίως από τις υψηλές και αυξανόμενες τιμές των καυσίμων, σε μια προσπάθεια των πλοιοκτητών να μειώσουν το λειτουργικό κόστος των πλοίων τους (DNV, 2010). Για την εγκατάσταση τέτοιου συστήματος, θα πρέπει να γίνουν αναπροσαρμογές τόσο στο σχεδιασμό, όσο και στο λειτουργικό σύστημα των πλοίων. Βέβαια, το γεγονός ότι το σύστημα αυτό εξαρτάται άμεσα από τη φορά και την ένταση του αέρα, η αποδοτικότητα της χρήσης αετών είναι αμφισβητούμενη σε κάποιο βαθμό. Εκτός από αυτό, οι ενδιαρμοί για την εγκατάσταση αετών ή στροφείων Flettner αφορούν και τον όγκο φορτίου που μπορούν να μεταφέρουν τα πλοία, αλλά και τη δυνατότητα να προσεγγίσουν ορισμένα λιμάνια (Eidea et al., 2009).

Εικόνα : Χρήση αετών σε πλοίο



Εικόνα : Στροφέιο Flettner

Wind power – Flettner rotor

< 30%





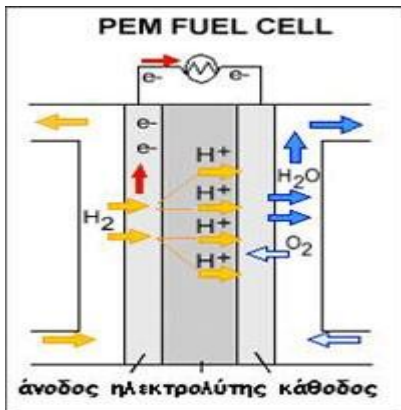
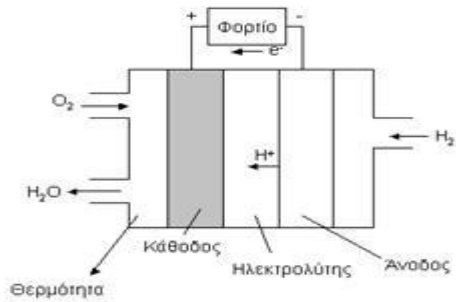
5.3.2 Κυψέλες καυσίμων

Μέσα από ηλεκτροχημικές αντιδράσεις, οι κυψέλες καυσίμων μετατρέπουν τη χημική ενέργεια των καυσίμων απευθείας σε ηλεκτρική. Για τη χρήση τέτοιων κυψελών, είναι απαραίτητη η προμήθεια εναλλακτικών καυσίμων, όπως LNG, βιοκαύσιμα, ή υδρογόνου, καθώς και μιας οξειδωτικής ουσίας, όπως είναι ο αέρας (οξυγόνο). Πέρα από το ότι οι εκπομπές CO₂ από τις κυψέλες είναι αισθητά χαμηλότερες από αυτές του πετρελαίου, δεν υπάρχουν χάρη στην τεχνολογία αυτή εκπομπές οξειδίων του θείου και του αζώτου (SO_x και NO_x αντίστοιχα) (Δαγκίνης & Νικητάκος, 2014). Για την ώρα, βέβαια, υπάρχουν τεχνικά εμπόδια, τα οποία πρέπει να ξεπεραστούν. Συγκεκριμένα, οι κυψέλες καυσίμων που έχουν κατασκευαστεί έως σήμερα μπορούν να λειτουργούν με σταθερή φόρτιση, καθώς αυξομειώσεις στη φόρτωση ενδέχεται να οδηγήσουν σε υπερθέρμανση και έκρηξη των κυψελών. Παράλληλα, το κόστος εγκατάστασης των κυψελών είναι 2 με 3 φορές μεγαλύτερο αυτού της εγκατάστασης ενός κινητήρα diesel, ενώ υψηλό είναι και το κόστος συντήρησής τους (Winebrake et al., 2009).

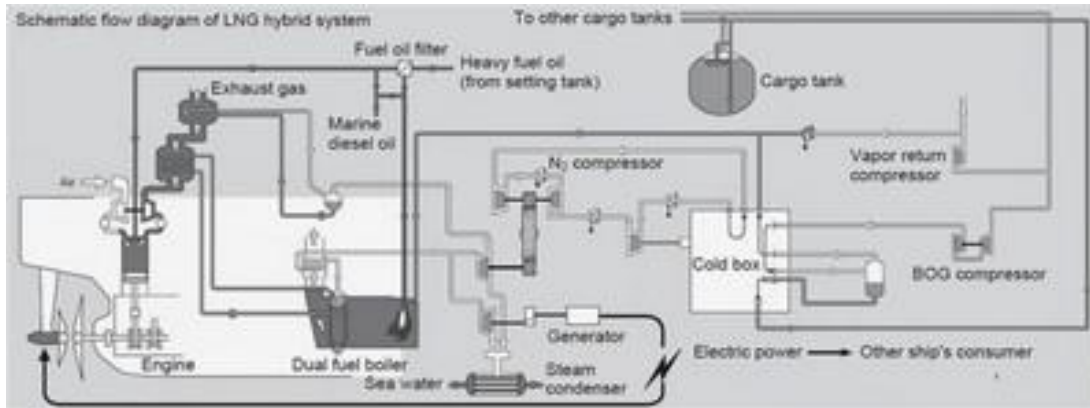
Εικόνα : Εγκατάσταση κυψελών καυσίμων



Εικόνα : Πως λειτουργεί μια κυψέλη



Εικόνα : Υβριδικό σύστημα πρόωσης με κυψέλες καυσίμου



Εικόνα : Πλοίο με κυψέλες καυσίμων



5.3.3. ΦΥΛΑΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

Η φύλαξη και αποθήκευση άνθρακα (Carbon Capture and Storage) (CCS) αφορά τη διαδικασία κατά την οποία το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) συγκεντρώνεται από μεγάλα σημεία, όπως για παράδειγμα από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας με καυσίμελαιο και αποθηκεύεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μη διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα. Παρόλο που υπάρχουν πιλοτικά έργα προς αυτήν την κατεύθυνση, σε κανένα μέρος του πλανήτη δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί τέτοιου είδους τεχνολογίες σε τελική μορφή, καθώς υπάρχουν ενδιαρμοί του κατά πόσο οι εκπομπές

λόγω της διαρροής του αποθηκευμένου άνθρακα θα καταστήσουν τα συστήματα CCS ως μια αξιόπιστη λύση αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Επίσης, παρόλο που η τεχνολογία αυτή αναπτύσσεται κυρίως για μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής της σε μικρότερου μεγέθους μονάδες εκπομπής ρύπων, όπως είναι τα πλοία (DNV, 2010).

5.3.4. ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ

Παρόλο που τις προηγούμενες δεκαετίες το ενδιαφέρον για το σχεδιασμό των πλοίων ήταν σχετικά μικρό, το διαρκώς αυξανόμενο κόστος των καυσίμων και η διαρκής έμφαση της παγκόσμιας ναυτιλίας στην προστασία του περιβάλλοντος και την ανάγκη μεγαλύτερης λειτουργικής ευελιξίας των πλοίων έχουν καταστήσει το πρωτοποριακό σχεδιασμό των πλοίων ως ιδιαίτερα ελκυστικό. Νέες τεχνολογίες μείωσης της θαλάσσιας αντίστασης (αεροδυναμικός σχεδιασμός), αποδοτικότερης πρόωσης, αλλά και νέα υλικά έχουν κάνει την εμφάνισή τους, τα οποία ευνοούν τον πρωτοποριακό σχεδιασμό των πλοίων (Longva et al., 2010). Τα ναυπηγία σε πολλά μέρη του πλανήτη να έχουν στραφεί προς αυτήν την κατεύθυνση, αντικαθιστώντας το συμβατικό σχεδιασμό των πλοίων και αναπτύσσοντας υβριδικά συστήματα ενέργειας. Βέβαια, για να εφαρμοστεί επιτυχώς ένα τέτοιο μέτρο είναι απαραίτητη η συμβολή του θεσμικού πλαισίου, το οποίο θέτει και τους περιορισμούς στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των πλοίων (Dalsøren et al., 2010).

Εικόνα : Πλοίο του μέλλοντος



5.3.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Ακόμη και στην περίπτωση που οι ναυτιλιακές εταιρίες δεν δύνανται να προβούν σε επενδύσεις για καινοτομικές τεχνικές λύσεις, έχουν τουλάχιστον τη δυνατότητα καλύτερης επεξεργασίας των καυσίμων τους, ώστε να συμβάλλουν έτσι στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης λόγω των ρύπων που εκπέμπουν. Έτσι, για να μειώσουν την πιθανότητα ατυχήματος και να διατηρούν τα καύσιμά τους όσο πιο καθαρά γίνεται, θα πρέπει η θερμοκρασία του καυσίμου (HFO) να μην είναι χαμηλότερη από 98°C στην είσοδο του διαχωριστή, καθώς ακόμη και μια μικρή μείωση της θερμοκρασίας είναι δυνατόν να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα διαχωρισμού του καυσίμου από τα καταλυτικά στοιχεία που εμπεριέχει, όπως τα οξείδια θείου και αζώτου. Παράλληλα, η συντήρηση των διαχωριστών καυσίμου είναι επίσης άκρως σημαντική για τη μέγιστη καθαρότητα του καυσίμου. Όσο πιο καθαρό είναι το καύσιμο, τόσο λιγότερους ρύπους εκπέμπει η καύση του στην ατμόσφαιρα (Gard, 2011).

Εικόνα : Σύστημα διαχείρισης καυσίμου στα πλοία



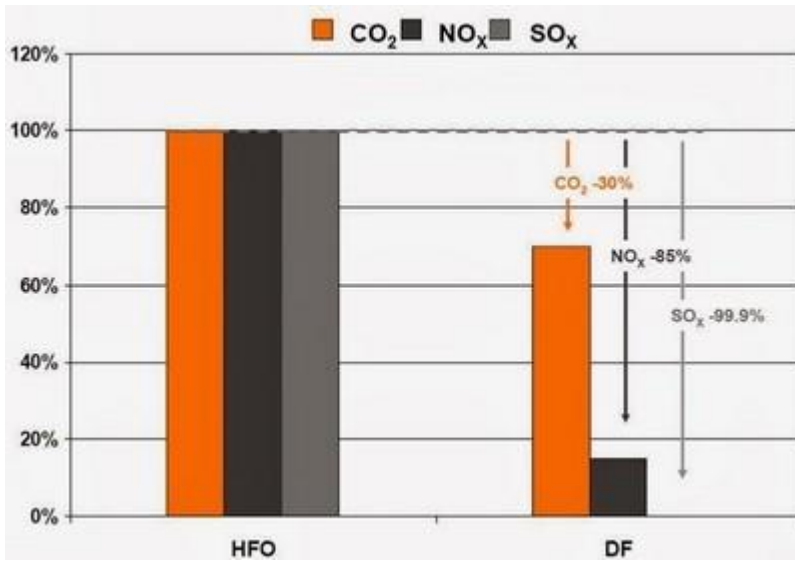
(Gard, 2011)

5.4. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

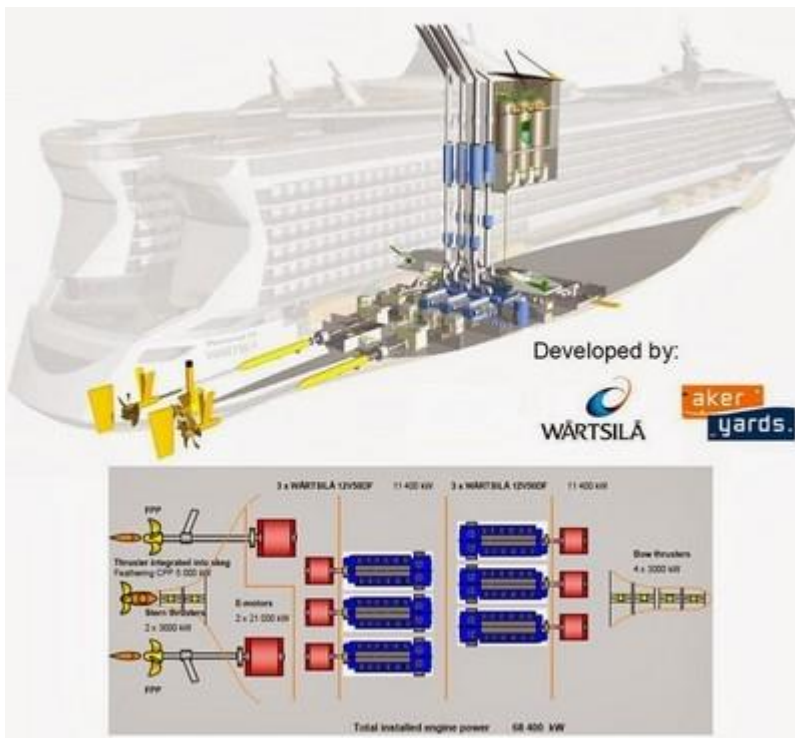
5.4.1. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Μια προτεινόμενη λύση για τη μείωση των εκπομπών ρύπων των πλοίων είναι η χρήση φυσικού αερίου σε υγρή μορφή (Liquified Natural Gas-LNG) ως βασικού καυσίμου πρόωσης. Το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH₄) και είναι φυσικά διαθέσιμο σε άφθονες ποσότητες, λόγω των πλούσιων αποθεμάτων σε ολόκληρο τον κόσμο. Σε σύγκριση με το παραδοσιακό καυσίμελαιο που χρησιμοποιείται σήμερα, το φυσικό αέριο παράγει περισσότερη ενέργεια ανά εκπεμπόμενη μονάδα διοξειδίου του άνθρακα. Κάτι τέτοιο σημαίνει ότι η χρήση φυσικού αερίου ως κύριο καύσιμο για τα πλοία μπορεί να προσφέρει μείωση της εκπομπής CO₂ από μηχανή καύσης περίπου 20% (Lauer et al., 2009). Το ποσοστό της μείωσης αυτής, βέβαια, μειώνεται εξαιτίας των εκπομπών του μεθανίου που δεν καίγεται, με αποτέλεσμα να χρειάζεται ένας ακόμη πιο καινοτομικός σχεδιασμός μηχανών πλοίων. Σε κάθε περίπτωση, όμως, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂, αλλά και αυτές των οξειδίων του θείου και του αζώτου (SO_x και NO_x αντίστοιχα) μειώνονται σημαντικά λόγω της χρήσης φυσικού αερίου (Endresen et al., 2005). Το πιο σημαντικό μειονέκτημα της χρήσης φυσικού αερίου είναι το υψηλό κόστος του συστήματος, το οποίο είναι 10-20% πιο υψηλό από αυτού ενός κλασικού κινητήρα diesel. Σε αυτό θα πρέπει να προστεθεί και ο προβληματισμός αναφορικά με την ανάπτυξη εγκαταστάσεων για την τροφοδότηση των πλοίων, κάτι για το οποίο δεν υπάρχει ακόμη ισχυρό κίνητρο, λόγω της χαμηλής ζήτησης του φυσικού αερίου. Όμως, το χαμηλό κόστος του φυσικού αερίου έναντι του πετρελαίου αναμένεται να αυξήσει τη ζήτησή του, καθώς πέρα από τον εναρμονισμό τους με το θεσμικό πλαίσιο κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, οι πλοιοκτήτες θα επιτύχουν και δραστική μείωση του λειτουργικού τους κόστους (DNV, 2010).

Γράφημα : Συγκριτικός πίνακας εκπομπών ρύπων HFO & LNG-DF



Εικόνα : Εγκατάσταση μηχανών Duel Fuel για τη χρήση LNG



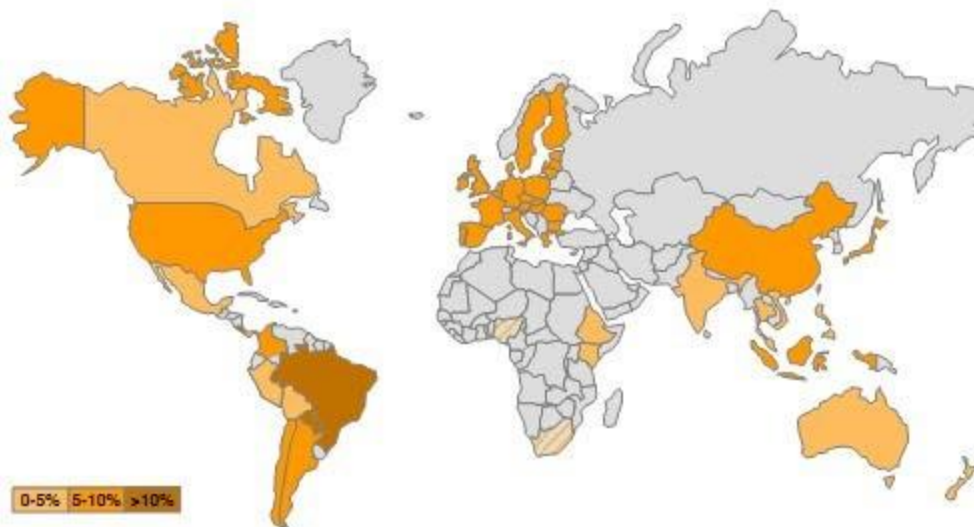
5.4.2.ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ)

Σύμφωνα με τους Florentinus et al. (2012) και την έκθεσή τους “ECOFYS” για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Προστασίας της Ναυτιλίας (European Maritime Safety Agency) (EMSA), τα βιοκαύσιμα θα μπορούσαν να προσφέρουν σημαντικά στη μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην

ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας παράλληλα και στη μείωση της αρνητικής επίδρασής του στην ποιότητα του αέρα. Σήμερα, τα βιοκαύσιμα είναι διαθέσιμα σε παγκόσμιο επίπεδο και μπορούν να παραχθούν από πληθώρα ειδών και πηγών βιομάζας. Τα πιο συνήθη είδη βιοκαυσίμων είναι το βιολογικό πετρέλαιο (biodiesel) και η βιολογική αιθανόλη (bio-ethanol) (Florentinus et al., 2012). Στην ιδιαίτερη περίπτωση της ναυτιλίας, τα βιολογικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής

- Βιο-πετρέλαιο προς αντικατάσταση του Marine Diesel Oil (MDO) και του Marine Gas Oil (MGO), για μηχανές πλοίων μικρής ή μέσης ταχύτητας
- Dimethyl ether (DME) προς αντικατάσταση του Marine Diesel Oil (MDO) και του Marine Gas Oil (MGO), που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές όλων των τύπων
- Καθαρό φυτικό έλαιο (StraightVegetableOil)(SVO)προς αντικατάσταση του Intermediate Fuel Oil (IFO) ή του Heavy Fuel Oil (HF) σε μηχανές χαμηλής ταχύτητας για όλα τα είδη πλοίων
- Βιολογικό φυσικό αέριο (Bio-LNG) ή βιολογική αιθανόλη (Bio-ethanol) σε κύριες ή βοηθητικές μηχανές υψηλών ταχυτήτων

(Florentinus et al., 2012)



Εικόνα : Αποθέματα βιοκαυσίμων

Σε γενικές γραμμές, τα βιολογικά καύσιμα έχουν μικρότερη πυκνότητα από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα στη ναυτιλία. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζονται πολύ καλής ποιότητας βιοκάυσιμα για να προσφέρουν την ίδια απόδοση στη λειτουργία των πλοίων με τα συμβατικά πετρελαιοειδή καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα. Αυτό έχει και ως συνέπεια την αύξηση του λειτουργικού κόστους των πλοίων, κάτι που ενισχύεται και από την επένδυση στην εγκατάσταση μηχανών και συναφών συστημάτων υποστήριξης της χρήσης βιοκαυσίμων. Το σημαντικό, ωστόσο, είναι πως όλα τα είδη βιοκαυσίμων δεν περιέχουν καθόλου θείο, με αποτέλεσμα να συμβάλουν δραστικά στη μείωση των ρύπων όχι μόνο λόγω της ναυτιλίας, αλλά και των υπόλοιπων μέσων μεταφοράς (Βλ. Παράρτημα 6)

5.5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΙΑΚΑ ΜΕΤΡΑ

5.5.1. ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΕΥΣΗΣ

Ένα αυτονόητο μέτρο για την εξοικονόμηση ενέργειας στα πλοία, η οποία με τη σειρά της συμβάλει στην μείωση των εκπομπών ρύπων και άρα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η μείωση της ταχύτητα πλεύσης. Το μέτρο

αυτό έχει χρησιμοποιηθεί αυξημένα τα τελευταία κυρίως από τα πλοία που μεταφέρουν containers, σε μια προσπάθεια μείωσης του λειτουργικού τους κόστους. Το στοιχείο εκείνο που καθιστά τη μείωση της ταχύτητας ως ενδιαφέρουσα είναι ότι η αντίσταση του σκαριού των πλοίων αυξάνεται, όσο αυξάνεται και η ταχύτητα. Συνεπώς, έστω και μια μικρή μείωση της ταχύτητας οδηγεί σε μείωση της αντίστασης του πλοίου, με αποτέλεσμα να απαιτείται λιγότερη ενέργεια για την πρόωσή του. Αυτό με τη σειρά του μεταφράζεται σε χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, άρα και μικρότερης εκπομπής ρύπων στην ατμόσφαιρα (Corbett et al., 2009). Το σημαντικό μειονέκτημα που προκύπτει, βέβαια, από τη μείωση της ταχύτητας είναι ότι μειώνεται και ο αριθμός των δρομολογίων σε ετήσια βάση, με αποτέλεσμα να αυξάνεται τελικά το κόστος των μεταφερόμενων εμπορευμάτων, σε περίπτωση που ο ετήσιος όγκος τους παραμένει σταθερός. Αν όμως η μείωση αυτή της ταχύτητας συνδυαστεί με πιο αποδοτική διαχείριση στη φόρτωση και εκφόρτωση των φορτίων στους τερματικούς σταθμούς, τότε είναι δυνατόν να αντισταθμιστεί η αύξηση του λειτουργικού κόστους που περιγράφηκε παραπάνω (Shine et al., 2005). Σε κάθε περίπτωση, η μείωση της ταχύτητας των πλοίων επιφέρει αύξηση του χρόνου διάρκειας των θαλάσσιων μεταφορών, κάτι που για τους ιδιοκτήτες των φορτίων περιλαμβάνει και τα ανάλογα πρόσθετα κόστη. Για το λόγο αυτό, στην παγκόσμια αγορά θαλάσσιων μεταφορών προσφέρονται για αρκετές διαδρομές δύο διαφορετικές υπηρεσίες, μια πιο αργή και μια πιο γρήγορη, και είναι στην κρίση του πελάτη να επιλέξει εάν διατίθεται να ξοδέψει παραπάνω χρήματα (για να παραμείνει σταθερή η κερδοφορία των πλοίων), προκειμένου να στείλει ή να παραλάβει το φορτίου του σε λιγότερο χρόνο (DNV, 2010).

5.5.2. ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΠΡΩΡΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΥΜΝΑΙΟΥ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ

Το πρωραίο και πρυμναίο βύθισμα των πλοίων επηρεάζει την αντίσταση του σκαριού, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται και η κατανάλωση των καυσίμων. Συνήθως, ένα πλοίο δεν είναι ζυγοσταθμισμένο κατά τη διάρκεια φόρτωσης, με αποτέλεσμα η ισορροπία πρωραίου και πρυμναίου

βυθίσματος του πλοίου βάση του σχεδιασμού τους να μην επιτυγχάνεται. Επιτυγχάνοντας την ισορροπία αυτή μέσω του σωστού προγραμματισμού και πλάνου φόρτωσης δίνει τη δυνατότητα στα πλοία να μειώνουν την αντίστασή τους στο νερό, με αποτέλεσμα να εξοικονομούν καύσιμα και άρα να μειώνουν τις εκπομπές ρύπων τους στην ατμόσφαιρα. Η ζυγοστάθμιση που επιτυγχάνεται με την ορθή φόρτωση ενός πλοίου εκτιμάται ότι μειώνει την κατανάλωση καυσίμων κατά 0,5%-2% στους περισσότερους τύπους πλοίων. Στην περίπτωση των πλοίων που ταξιδεύουν βάση τμηματικής φόρτωσης, όπως συμβαίνει με τα επιβατηγά πλοία ή αυτά που μεταφέρουν containers, η μείωση της κατανάλωσης μπορεί να φτάσει και το 5%. Στην περίπτωση όμως πλοίων ενιαίας φόρτωσης, όπως είναι τα τάνκερ και τα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην, η μείωση της κατανάλωσης θα είναι μικρότερη, καθώς η αντίσταση από την παχύρρευστη τριβή είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση λόγω των θαλάσσιων κυμάτων, ενώ το ίδιο μειωμένο θα είναι και το αποτέλεσμα για πλοία που δεν έχουν μεγάλη ευελιξία σταθεροποίησης, όπως είναι τα κρουαζιερόπλοια. Προκειμένου να επιτευχθεί η σωστή ισορροπία πρωραίου και πρυμναίου βυθίσματος είναι απαραίτητη η εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού στα πλοία, όπως και πρόσθετης μόρφωσης του προσωπικού, το κόστος των οποίων, όμως, είναι εξαιρετικά χαμηλό, συγκριτικά με το οικονομικό όφελος που προκύπτει από την πιο αποδοτική λειτουργία του πλοίου (DNV, 2010).

5.5.3. ΧΑΡΑΞΗ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

Ο αέρας, τα θαλάσσια κύματα και τα ρεύματα των ωκεανών επηρεάζουν σημαντικά την απαίτηση ενέργειας της μηχανής ενός πλοίου σε μια δεδομένη ταχύτητα. Συνεπώς, οι παραπάνω παράγοντες θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη, όταν σχεδιάζεται ένα ναυτικό ταξίδι. Σε γενικές γραμμές, όσο πιο μακρινό είναι ένα ταξίδι, τόσο περισσότερες εναλλακτικές διαδρομές υπάρχουν, ώστε να αποφευχθούν καιρικά φαινόμενα που επηρεάζουν αρνητικά (αυξητικά) την απαίτηση των πλοίων σε ενέργεια. Όλα τα πλοία, ανεξάρτητα από τον τύπο ή το μέγεθός τους, έχουν τη δυνατότητα εγκατάστασης συστήματος πλοήγησης, κάτι που

υφίσταται ήδη στα περισσότερα πλοία, καθώς έχει προβλεφθεί στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού τους, όπως άλλωστε προτάζεται και από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) (Fuglestedt et al., 2009). Ανάλογα με το μέγεθος και το είδος του караβιού, υπολογίζεται ότι η μείωση κατανάλωσης καυσίμων που προκύπτει από την αποδοτική χάραξη των ναυτικών διαδρομών που ακολουθεί ένα πλοίο κυμαίνεται από 0% έως 5%. Το κόστος εγκατάστασης συστήματος πλοήγησης είναι μικρό, οπότε και αποτελεί ένα πολύ ελκυστικό μέτρο, το οποίο μπορεί να συνδυάσει το οικονομικό όφελος των πλοιοκτητών με τη συνεισφορά των πλοίων τους στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (DNV, 2010).

5.6. ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Τα δομικά μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από τους ρύπους των πλοίων αφορούν κατά βάση την εφαρμογή του υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 4 της διπλωματικής αυτής εργασίας. Σύμφωνα με την ανάλυση του εν λόγω κεφαλαίου, έχουν ψηφιστεί ήδη διατάξεις σε παγκόσμιο (IMO, O.H.E.), κοινοτικό (E.E.) και εθνικό επίπεδο, η εφαρμογή των οποίων θα συντελέσει στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, καθώς και στη μείωση των ρύπων λόγω της μείωσης της περιεκτικότητας των καυσίμων σε ουσίες, η καύση των οποίων προκαλεί τη συγκέντρωση βλαβερών αερίων στην ατμόσφαιρα. Η δημιουργία όμως τέτοιων μέτρων και η εφαρμογή τέτοιων διατάξεων συναντούν δύο ειδών δυσκολίες. Το πρώτο αναφέρεται στις ελλείψεις ακόμη τεχνολογικές υποδομές και γνώσεις για την εφαρμογή τους, ενώ το δεύτερο αναφέρεται στο υψηλό κόστος εγκατάστασης συστημάτων και μηχανισμών που να επιτρέπουν τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων ή τη μείωση της κατανάλωσης των υπαρχόντων καυσίμων, ενώ και η εφαρμογή μη τεχνικών μέτρων επιφέρει μείωσης της κερδοφορίας των πλοιοκτητών. Με βάση, λοιπόν, τα παραπάνω, οι δομικές αλλαγές στη ναυτιλία θα πρέπει να εστιάσουν στην αύξηση των εθνικών και κοινοτικών κονδυλίων στην έρευνα και την ανάπτυξη, καθώς και στη δημιουργία ενός τέτοιου θεσμικού πλαισίου που θα προωθεί τη χρήση νέων τεχνολογιών και τεχνικών λύσεων, χωρίς το κόστος τους να

είναι απαγορευτικό. Μια λύση, λοιπόν, όπως διατυπώθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, θα ήταν η νομοθέτηση περί μείωσης της ταχύτητας όλων των πλοίων. Μια άλλη λύση θα ήταν η ενίσχυση της χρηματοδότησης με ευνοϊκότερους όρους δανεισμού για τις ναυτιλιακές εταιρίες που προτίθενται να προβούν σε τέτοιου είδους επενδύσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας, οι θαλάσσιες μεταφορές έχουν πολύ σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και συγκεκριμένα συντελούν σε μεγάλο βαθμό στην ατμοσφαιρική ρύπανση, λόγω των ουσιών που εμπεριέχονται στα καύσιμά τους, αλλά και λόγω της αυξημένης ζήτησης θαλάσσιων μεταφορών, στα πλαίσια τόσο της εμπορικής, όσο και της τουριστικής δραστηριότητας. Σε περιοχές μάλιστα με πιο συχνή κυκλοφορία πλοίων, η συμβολή των πλοίων στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι μεγαλύτερη. Επίσης, η εργασία ανέδειξε πως τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε κοινοτικό και εθνικό επίπεδο, το θεσμικό πλαίσιο που περιβάλλει την ατμοσφαιρική ρύπανση από τις θαλάσσιες μεταφορές είναι αρκετά επαρκές, τουλάχιστον σε ό,τι αφορά το κομμάτι των καυσίμων που χρησιμοποιούν τα πλοία για τις μετακινήσεις τους. Βάση του ότι το ποσοστό συμμετοχής της ναυτιλίας είναι αρκετά σημαντικό και μεγάλο, η εργασία πρότεινε μια σειρά από τρόπους, με τους οποίους θα μπορούσε να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως π.χ. η χρήση βιοκαυσίμων, εναλλακτικών καυσίμων και καυσίμων με χαμηλότερα ποσοστά διοξειδίου του θείου, η επένδυση σε μηχανισμούς καλύτερης και πιο αποδοτικής καύσης των καυσίμων, πρόωσης, και μείωσης εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων.

Είναι γεγονός πως οι επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι άκρως σημαντικές, όχι μόνο για το περιβάλλον, τη χλωρίδα, την πανίδα και τις καλλιέργειες, αλλά κυρίως για την ανθρώπινη ζωή. Όντως, φαινόμενα όπως αυτό του θερμοκηπίου, καθώς και αυτό της τρύπας του όζοντος, αλλά και γενικότερα οι συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθιστούν αναγκαία τη εξεύρεση και εφαρμογή λύσεων, τόσο σε επίπεδο θεσμικό

πλαisiού, όσο και σε επίπεδο τεχνολογικών καινοτομιών (Corbett et al., 2009). Δόθηκε έμφαση στην περίπτωση της ναυτιλίας και των θαλάσσιων μεταφορών. Και αυτό γιατί ένας συνεχώς αυξανόμενος στόλος με ολοένα και μεγαλύτερους κινητήρες θα απαιτούσε χωρίς ιδιαίτερες τεχνολογικές αλλαγές περισσότερο καύσιμο και θα προκαλούσε μεγαλύτερη ρύπανση. Μέσα στα πλαίσια αυτά, τα ρυθμιστικά μέτρα που έχουν ληφθεί, αλλά και αυτά που προτείνονται στην εργασία, αποτελούν κίνητρα για τη χρήση των υφιστάμενων τεχνολογιών μετριάζοντας έτσι τις αέριες εκπομπές και καταπολεμώντας την αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του ολοένα αυξανόμενου στόλου.

Σε γενικές γραμμές, η εργασία αυτή ανέδειξε τις ευθύνες και το πολύ σημαντικό ρόλο που έχουν οι αρχές που διέπουν τη ναυτιλία και κυρίως ο ΔΝΟ (IMO), όπως επίσης ο Ο.Η.Ε., η Ε.Ε., αλλά και τα Υπουργεία Ναυτιλίας των εκάστοτε χωρών και συγκεκριμένα της Ελλάδας. Η ευθύνη και ο ρόλος των παραπάνω φορέων και οργάνων δεν θα πρέπει να περιορίζεται μόνο στη νομοθέτηση αναφορικά με τη λειτουργία των πλοίων, αλλά κυρίως με την εποπτεία και τον έλεγχο για το αν οι διατάξεις και οι νόμοι που προκύπτουν από τις διεθνείς συνθήκες και την εκάστοτε κοινοτική και εθνική νομοθεσία εφαρμόζονται από τις ναυτιλιακές εταιρίες. Μέσα στα πλαίσια αυτά, οι τεχνικοί έλεγχοι των πλοίων θα πρέπει να γίνονται με ακόμη μεγαλύτερη ένταση, ενώ οι κυρώσεις σε περίπτωση μη συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι τόσο αυστηρές, που να μην επιτρέπουν το παραμικρό περιθώριο στις ναυτιλιακές εταιρίες να συμμορφωθούν με τους διεθνείς, κοινοτικούς και εθνικούς κανόνες ναυτιλίας. Την ίδια στιγμή, η συνεργασία των παραπάνω φορέων είναι δυνατόν να επιφέρει πολύ σημαντικά αποτελέσματα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία, κάτι που άλλωστε περιλαμβάνεται στα δομικά μέτρα που προτάθηκαν στην εργασία, όπως παρουσιάζονται και περιγράφονται και από τη DNV (2010).

Βέβαια, είναι γεγονός πως η συμμόρφωση των ναυτιλιακών εταιριών με τους διεθνείς κανόνες περιβαλλοντολογικής και ατμοσφαιρικής προστασίας είναι εξαιρετικά δαπανηρή. Αρκεί να αναφερθεί μόνο ότι, σύμφωνα με την UNESCO (2013), η διάταξη που προβλέπει τη χρήση καυσίμου με μειωμένη περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου σημαίνει

αύξηση του κόστους των ναυτιλιακών εταιριών κατά περίπου 20%, δεδομένης της υψηλότερης τιμής των καυσίμων αυτών, αλλά και του κόστους επένδυσης ανάλογων εγκαταστάσεων στα πλοία. Από την άλλη πλευρά, όμως, η κατανάλωση τέτοιων καυσίμων και η πιο αποδοτική καύση τους θα επιφέρει και μεγαλύτερη αποδοτικότητα, άρα και μειωμένο λειτουργικό κόστος, για τις ναυτιλιακές εταιρίες. Συνεπώς, οι διοικήσεις των ναυτιλιακών εταιριών θα πρέπει να θεωρήσουν το αυξημένο αυτό κόστος ως επένδυση για ένα πιο αποδοτικό και τελικά κερδοφόρο μέλλον για τα πλοία τους, συμβάλλοντας παράλληλα στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της φήμης που προκύπτει από αυτήν. Το συμπέρασμα αυτό αφορά και τη εφαρμογή και των υπόλοιπων λύσεων που προτάθηκαν στην εργασία. Όντως, πέρα από τη χρήση καυσίμων με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε οξείδια του θείου, μπορούν να ληφθούν και τεχνικά και λειτουργικά μέτρα, τα οποία μπορεί να έχουν υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης, αλλά η συμβολή τους στη μείωση του λειτουργικού κόστους των πλοίων και παράλληλα στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και άρα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι πολύ σημαντική (Eyring et al., 2005).

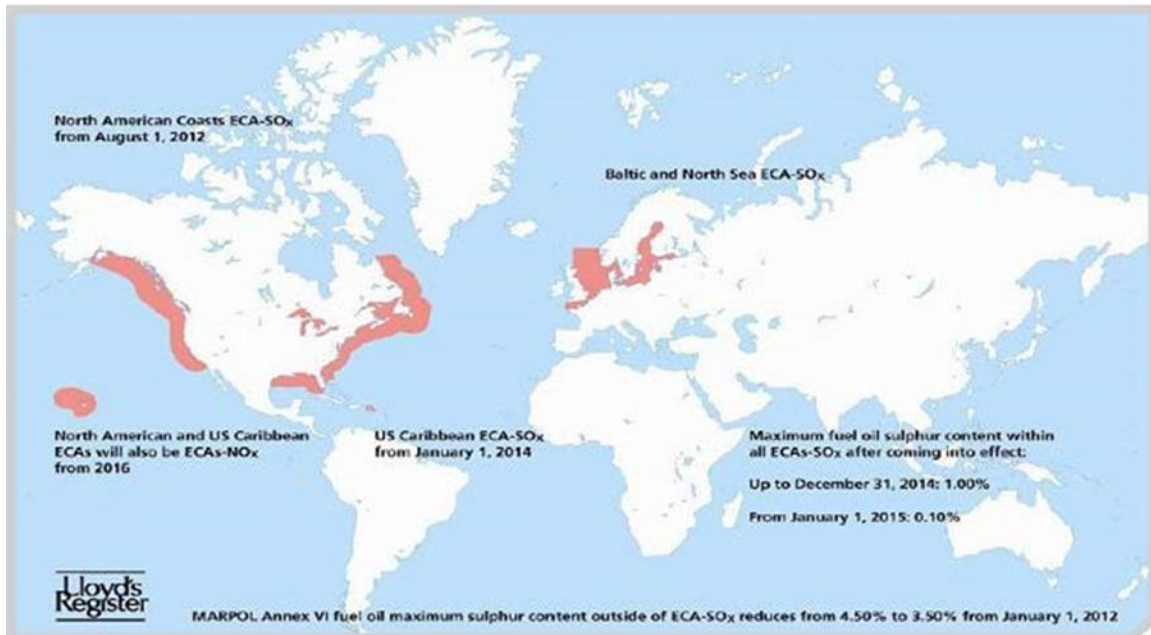
Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως μειώνοντας τις εκπομπές των κινητήρων των πλοίων σε καμία περίπτωση δεν λύνει το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο σύνολό του. Άλλωστε, όπως αναφέρουν και οι Sandler & Pezzullo (2007) το 35% μόνο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στις μεταφορές και το ποσοστό περιλαμβάνει και τις οδικές και αεροπορικές μεταφορές, όπου οι καταναλώσεις και οι εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα είναι σαφώς μεγαλύτερες. Παρόλα αυτά, όμως, δεδομένου ότι οι θαλάσσιες μεταφορές έχουν και θα συνεχίσουν να έχουν αυξημένη ζήτηση, η συμβολή τους στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης θα είναι πολύ σημαντική σε κάθε περίπτωση. Παράλληλα, μελλοντικές έρευνες θα μπορούν να ασχοληθούν με την ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από τις άλλες μορφές μεταφορών, τη βιομηχανία, ακόμη και τα νοικοκυριά, ώστε να υπάρχει μια πιο σαφής και ολοκληρωμένη εικόνα για το τι πρέπει να γίνει για να σωθεί ο πλανήτης. Επίσης, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να συμπεριλάβουν και άλλες

τεχνικές λύσεις για την περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, οι οποίες μέχρι σήμερα δεν έχουν ανακαλυφθεί.

Τέλος, όπως συμβαίνει με κάθε είδους έρευνα, έτσι και στην έρευνα της εργασίας υπήρχαν κάποιες αντικειμενικές δυσκολίες και αδυναμίες. Έτσι, μια δυσκολία ήταν αυτή της ανεύρεσης εντελώς επίκαιρων πηγών άντλησης πληροφοριών, κάτι που πηγάζει από το γεγονός ότι η έρευνα ήταν δευτερογενής. Πέρα από αυτό, ήταν αρκετά δύσκολο να συμπυκνωθεί όλο το υλικό που συγκεντρώθηκε σε μια εργασία συγκεκριμένης έκτασης,. Επιπρόσθετα, και όσον αφορά το εθνικό θεσμικό πλαίσιο που αναλύθηκε, αυτό ήταν μόνο της Ελλάδας. Η ανάλυση των εθνικών πλαισίων και άλλων χωρών θα προσέφερε πιο χρήσιμα και συγκρίσιμα αποτελέσματα αναφορικά με τη μέριμνα των ελληνικών αρχών και των πολιτικών, νομικών και ναυτιλιακών δυνάμεων αναφορικά με την καταπολέμηση της αρνητικής επίδρασης της ναυτιλίας στην ατμόσφαιρα. Τέλος, η έρευνα αυτής της εργασίας ήταν δευτερογενής. Μια πρωτογενής έρευνα σε στελέχη της ελληνικής ναυτιλίας, αλλά και της Διεύθυνσης Θαλασσίων Συγκοινωνιών του Υπουργείου Ναυτιλίας και Αιγαίου θα πρόσφερε επίκαιρες πληροφορίες, αλλά και πιο έγκυρα συμπεράσματα αναφορικά με το ερευνητικό θέμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΠΕΡΙΟΧΕΣ SECA

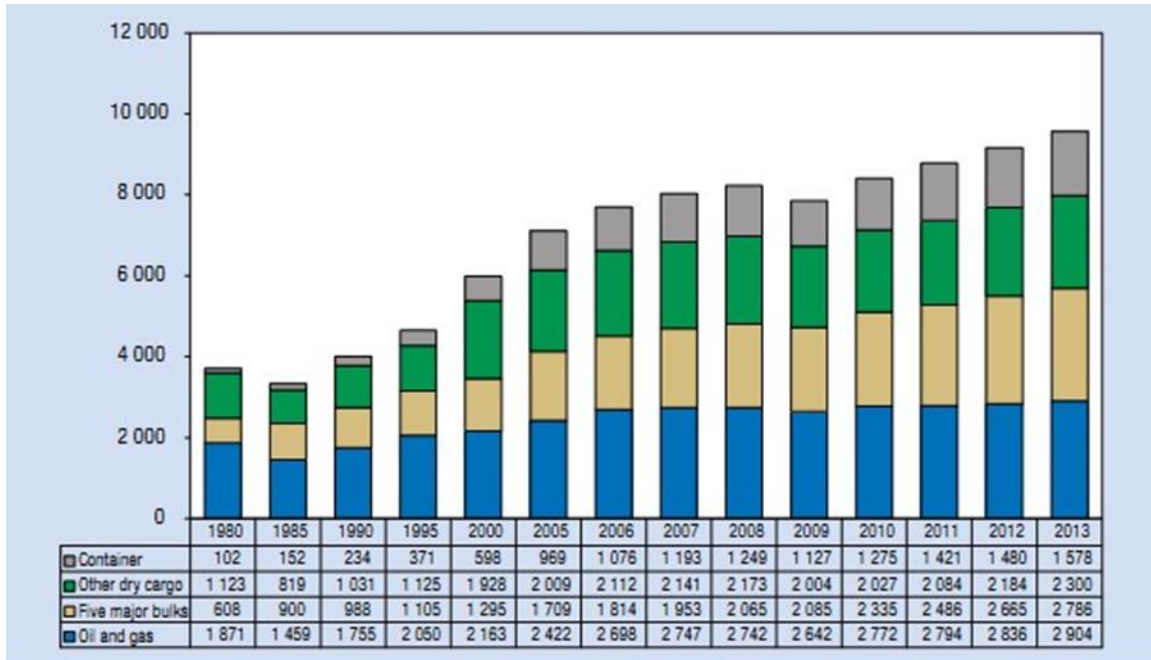


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ

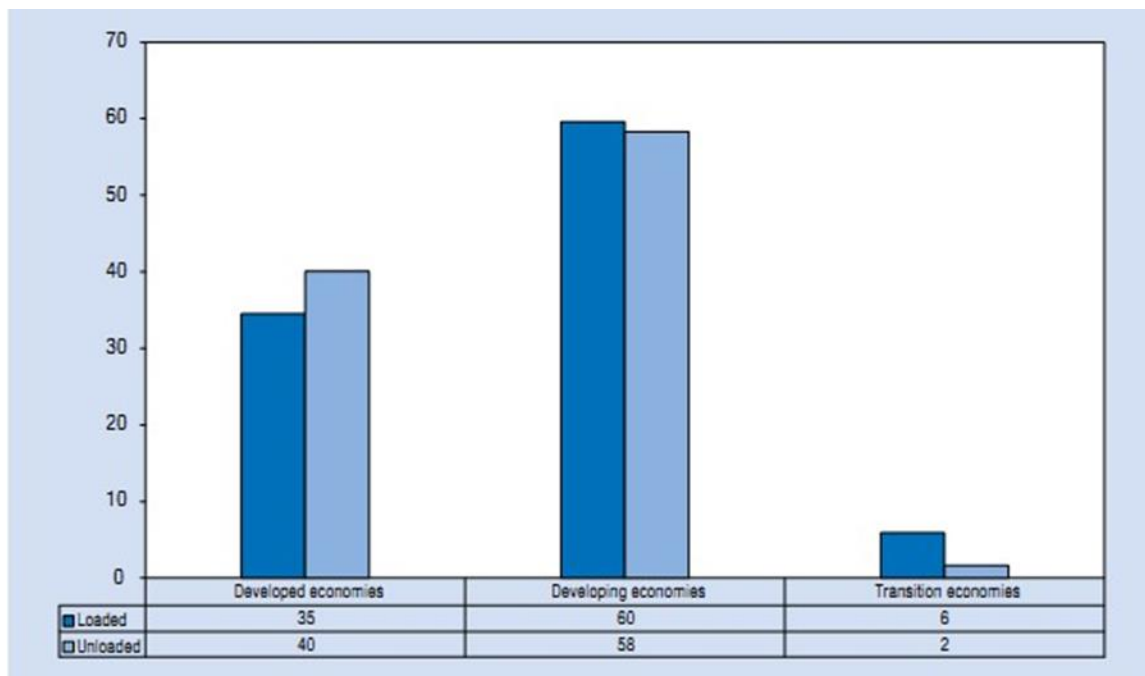
	City	City population	Particulate matter	Sulfur dioxide	Nitrogen dioxide
		thousands 2008	micrograms per cubic meter 2004	micrograms per cubic meter 1998-2001*	micrograms per cubic meter 1998-2001*
Argentina	Córdoba	1,423	58	..	97
	Melbourne	3,626	12	..	30
	Perth	1,474	12	5	19
	Sydney	4,331	20	28	81
Austria	Vienna	2,260	41	14	42
Belgium	Brussels	1,012	28	20	48
Brazil	Rio de Janeiro	11,469	35	129	..
	São Paulo	16,333	40	43	83
Bulgaria	Sofia	1,093	61	39	122
Canada	Montréal	3,640	19	10	42
	Toronto	5,312	22	17	43
	Vancouver	2,188	13	14	37
Chile	Santiago	5,683	61	29	81
China	Anshan	1,611	82	115	88
	Beijing	10,717	89	90	122
	Changchun	3,046	74	21	64
	Chengdu	4,065	86	77	74
	Chongqing	6,363	123	340	70
	Dalian	3,073	50	61	100
	Guangzhou	8,425	63	57	136
	Guiyang	3,447	70	424	53
	Harbin	3,695	77	23	30
	Jinan	2,743	94	132	45
	Kunming	2,837	70	19	33
	Lanzhou	2,411	91	102	104
	Liupanshui	1,149	59	102	..
	Nanchang	2,188	78	69	29
	Pingxiang	905	67	75	..
	Qingdao	2,817	68	190	64
	Shanghai	14,503	73	53	73
	Shenyang	4,720	101	99	73
	Taiyuan	2,794	88	211	55
	Tianjin	7,040	125	82	50
Wulumqi	2,025	57	60	70	
Wuhan	7,093	79	40	43	
Zhengzhou	2,590	97	63	95	
Zibo	2,982	74	198	43	
Colombia	Bogotá	7,747	31	..	..
Croatia	Zagreb	908 ^p	33	31	..
Cuba	Havana	2,189	21	1	5
Czech Republic	Prague	1,171	23	14	33
Denmark	Copenhagen	1,088	21	7	54
Ecuador	Guayaquil	2,387	23	15	..
	Quito	1,514	30	22	..
Egypt, Arab Rep.	Cairo	11,128	169	69	..
Finland	Helsinki	1,091	21	4	35
France	Paris	9,820	11	14	57
Germany	Berlin	3,389	22	18	26
	Frankfurt	668 ^p	19	11	45
	Munich	1,263	20	8	53
Ghana	Accra	1,981	33	..	..
Greece	Athens	3,230	43	34	64
Hungary	Budapest	1,693	19	39	51
Iceland	Reykjavik	164 ^p	18	5	42
India	Ahmadabad	5,120	83	30	21
	Bangalore	6,462	45	..	..

	City	City population	Particulate matter	Sulfur dioxide	Nitrogen dioxide
		thousands 2005	micrograms per cubic meter 2004	micrograms per cubic meter 1995-2001 ^a	micrograms per cubic meter 1995-2001 ^a
India	Kolkata	14,277	128	49	34
	Madras	6,916	37	15	17
	Delhi	15,048	150	24	41
	Hyderabad	6,115	41	12	17
	Kanpur	3,018	109	15	14
	Lucknow	2,566	109	26	25
	Mumbai	18,196	63	33	39
	Nagpur	2,350	56	6	13
	Pune	4,409	47	..	..
Indonesia	Jakarta	13,215	104	..	..
Iran, Islamic Rep.	Tehran	7,314	58	209	..
Ireland	Dublin	1,037	19	20	..
Italy	Milan	2,953	30	31	248
	Rome	3,348	29	..	..
	Turin	1,660	44	..	..
Japan	Osaka-Kobe	11,268	35	19	63
	Tokyo	35,197	40	18	68
	Yokohama	3,366 ^b	31	100	13
Kenya	Nairobi	2,773	43	..	..
Korea, Rep	Pusan	3,554	44	60	51
	Seoul	9,645	41	44	60
	Taegu	2,511	50	81	62
Malaysia	Kuala Lumpur	1,405	29	24	..
Mexico	Mexico City	19,411	51	74	130
Netherlands	Amsterdam	1,147	34	10	58
New Zealand	Auckland	1,148	14	3	20
Norway	Oslo	802	14	8	43
Philippines	Manila	10,686	39	33	..
Poland	Katowice	2,914 ^b	39	83	79
	Lódz	776	39	21	43
	Warsaw	1,680	43	16	32
Portugal	Lisbon	2,761	23	8	52
Romania	Bucharest	1,934	18	10	71
Russian Federation	Moscow	10,654	21	109	..
	Omsk	1,132	22	20	34
Singapore	Singapore	4,326	44	20	30
Slovak Republic	Bratislava	456 ^b	15	21	27
South Africa	Cape Town	3,083	16	21	72
	Durban	2,631	32	31	..
	Johannesburg	3,254	33	19	31
Spain	Barcelona	4,795	35	11	43
	Madrid	5,608	30	24	66
Sweden	Stockholm	1,708	11	3	20
Switzerland	Zurich	1,144	23	11	39
Thailand	Bangkok	6,593	79	11	23
Turkey	Ankara	3,573	46	55	46
	Istanbul	9,712	55	120	..
Ukraine	Kiev	2,672	35	14	51
United Kingdom	Birmingham	2,280	25	9	45
	London	8,505	21	25	77
	Manchester	2,228	15	26	49
United States	Chicago	8,814	25	14	57
	Los Angeles	12,298	34	9	74
	New York-Newark	18,718	21	26	79
Venezuela, RB	Caracas	2,913	10	33	57

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ
ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ**



Country group	Year	Goods loaded				Goods unloaded			
		Total	Crude	Petroleum products and gas	Dry cargo	Total	Crude	Petroleum products and gas	Dry cargo
	2009	6.4	8.3	4.8	6.1	1.2	0.2	0.5	1.7
	2010	6.1	8.4	4.7	5.7	1.4	0.2	0.5	2.1
	2011	5.7	7.5	4.1	5.5	1.8	0.2	0.4	2.5
	2012	5.9	7.7	3.9	5.8	1.6	0.2	0.4	2.3
Developing economies	2006	62.7	85.6	58.7	55.3	46.2	33.3	39.7	52.3
	2007	62.5	85.7	56.9	55.5	50.0	37.2	41.6	56.4
	2008	61.8	85.0	53.8	55.6	50.6	35.3	43.6	57.3
	2009	61.1	85.0	54.0	54.5	55.7	39.8	42.0	64.2
	2010	59.8	84.0	52.4	53.4	55.9	39.5	46.2	63.3
	2011	60.3	85.8	52.2	54.2	56.9	42.5	43.6	64.0
	2012	59.6	85.5	53.5	53.3	58.3	42.9	45.2	65.3
Africa	2006	9.4	19.8	9.4	5.6	4.4	2.1	4.4	5.3
	2007	9.1	20.0	8.8	5.4	4.7	2.3	4.9	5.5
	2008	9.3	21.2	8.7	5.5	4.5	2.3	4.7	5.3
	2009	9.0	20.7	8.9	5.2	4.9	2.4	4.3	6.0
	2010	9.0	19.6	9.4	5.5	4.9	2.2	4.1	6.0
	2011	8.2	19.2	6.6	5.3	4.3	2.0	4.5	5.0
	2012	8.6	20.7	6.9	5.4	4.4	1.9	4.9	5.2
America	2006	13.4	14.1	10.3	13.7	4.7	2.6	6.7	5.2
	2007	13.3	13.9	9.7	13.7	5.1	3.8	7.1	5.3
	2008	13.5	13.1	9.7	14.2	5.3	3.8	7.5	5.4
	2009	13.1	13.2	7.9	14.0	4.7	3.4	8.0	4.6
	2010	13.9	13.5	8.7	15.0	5.3	3.6	7.6	5.5
	2011	14.1	14.4	8.1	15.1	5.8	3.7	7.1	6.2
	2012	14.0	14.0	8.7	14.9	5.9	4.0	7.5	6.2
Asia	2006	39.9	51.7	39.0	35.9	36.9	28.6	27.8	41.7
	2007	40.0	51.7	38.4	36.3	40.1	31.1	28.9	45.5
	2008	38.9	50.6	35.4	35.8	40.6	29.1	30.7	46.4
	2009	38.9	51.0	37.1	35.2	45.9	34.0	29.3	53.3
	2010	36.8	50.8	34.4	32.8	45.5	33.7	34.0	51.6
	2011	37.9	52.1	37.5	33.8	46.7	36.8	31.6	52.6
	2012	36.8	50.7	37.8	32.8	47.9	37.0	32.4	53.9
Oceania	2006	0.0	0.1	0.01	0.0	0.2	-	0.7	0.1
	2007	0.1	0.1	0.01	0.0	0.2	-	0.8	0.1
	2008	0.1	0.1	0.01	0.0	0.2	-	0.8	0.1
	2009	0.1	0.1	0.02	0.1	0.2	-	0.4	0.2
	2010	0.1	0.1	0.02	0.1	0.2	-	0.4	0.2
	2011	0.1	0.1	0.02	0.1	0.2	-	0.4	0.2
	2012	0.1	0.1	0.08	0.1	0.1	-	0.4	0.1

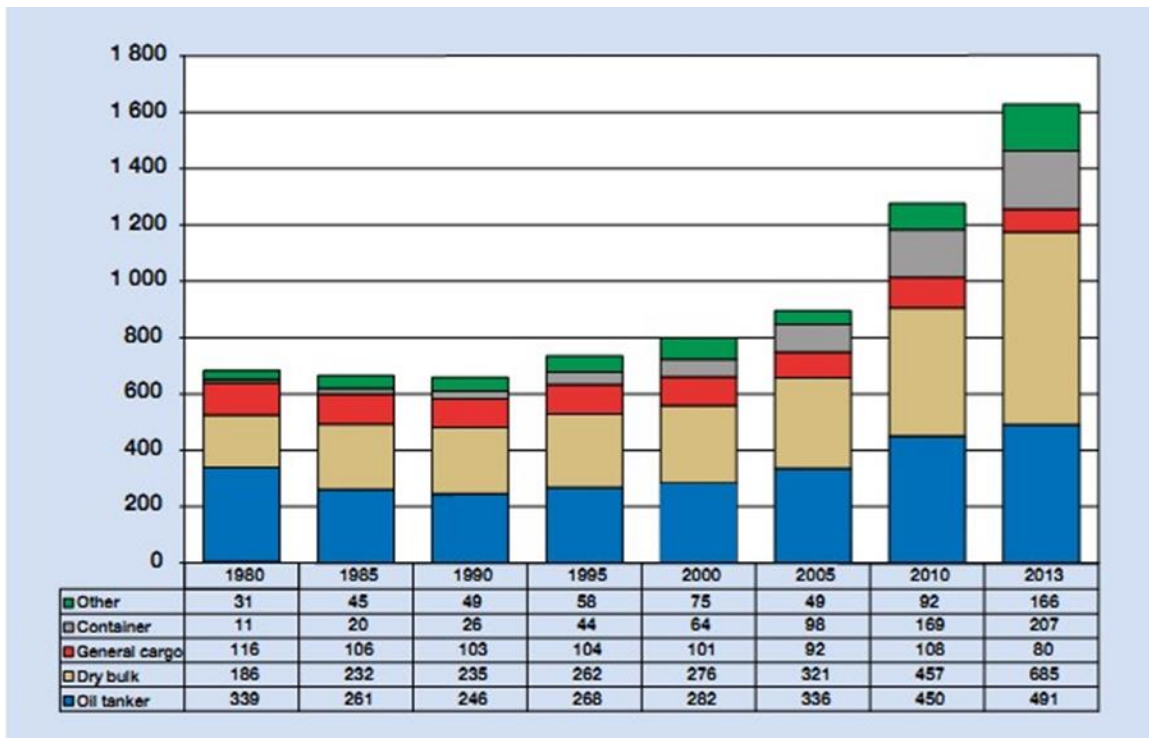


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΣΤΟΛΟΥ

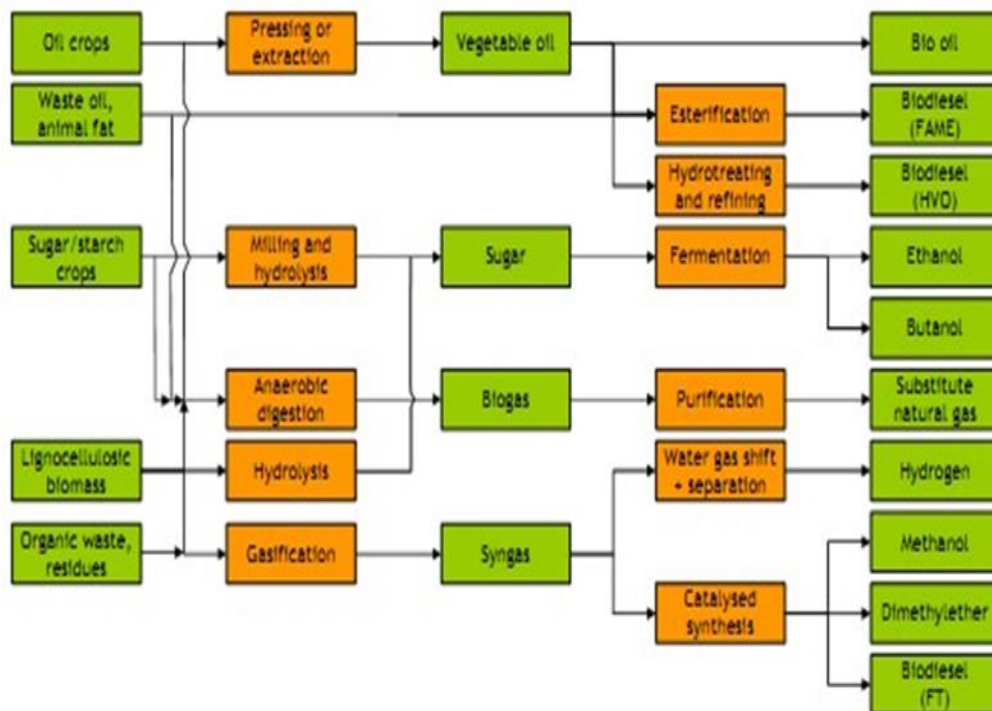
Οι 20 χώρες με το μεγαλύτερο σε χωρητικότητα στόλο στον κόσμο

A/A	Χώρα	Αριθμός πλοίων	DWT	GT
1.	Ελλάδα	4.894	291.735.318	168.922.455
2.	Ιαπωνία	8.537	242.640.509	159.401.728
3.	Κίνα	6.427	190.601.765	116.675.336
4.	Γερμανία	4.197	126.355.373	95.052.148
5.	Νότια Κορέα	2.651	83.534.652	52.870.979
6.	ΗΠΑ	4.900	60.029.569	51.121.849
7.	Νορβηγία	2.787	61.600.086	48.073.649
8.	Σιγκαπούρη	3.673	57.335.355	39.143.770
9.	Ιταλία	1.875	41.887.656	33.695.809
10.	Δανία	1.544	42.439.296	32.054.679
11.	Ταϊβάν	1.096	49.143.677	31.911.327
12.	Χονγκ Κονγκ	1.131	35.362.841	22.117.114
13.	Ηνωμένο Βασίλειο	1.282	25.003.441	19.403.180
14.	Καναδάς	1.028	25.390.410	18.376.466
15.	Τουρκία	2.202	29.248.550	18.212.681
16.	Ρωσία	2.854	23.621.608	16.364.926
17.	Ινδία	1.610	24.644.574	14.584.209
18.	Ινδονησία	6.803	16.959.173	12.508.640
19.	Ολλανδία	1.791	16.482.850	11.774.032
20.	Μαλαισία	1.670	16.882.817	11.572.398
	ΣΥΝΟΛΟ	62.952	1.460.899.520	973.837.375

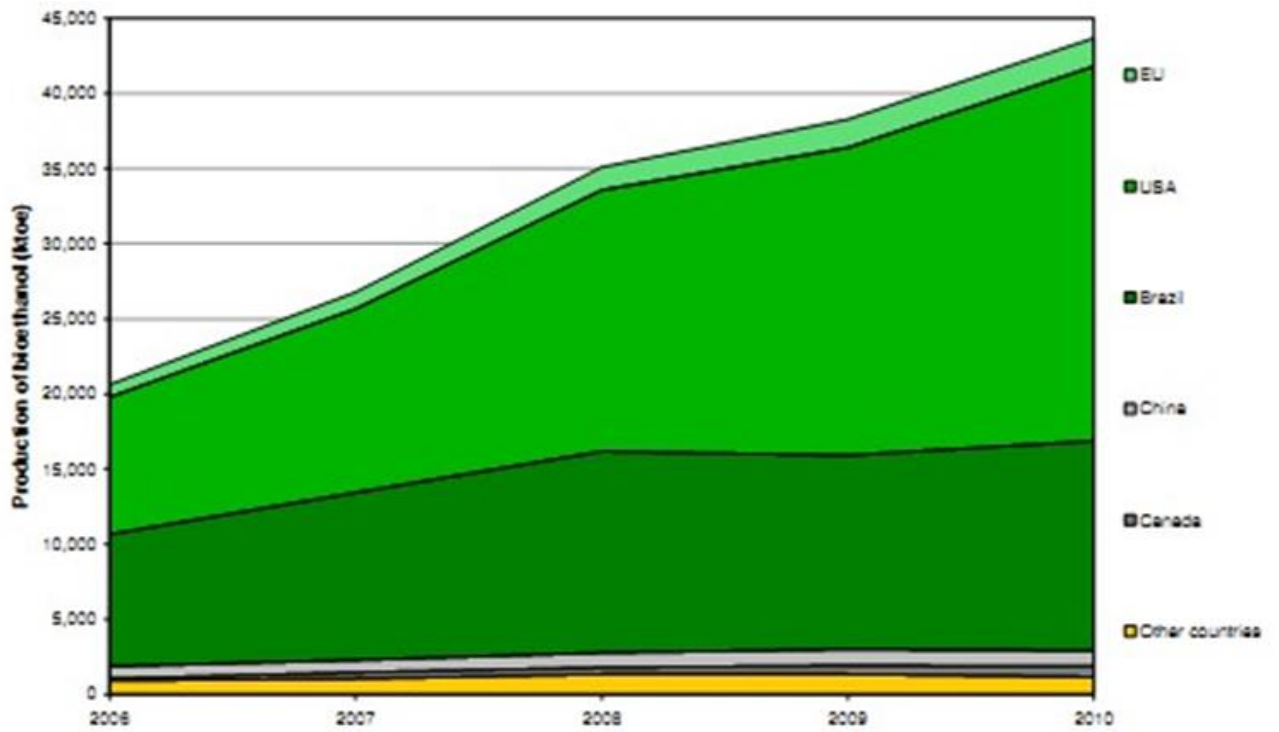
ΠΗΓΗ: Clarksons



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ (ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ)



Παγκόσμια παραγωγή βιοκαυσίμων



Παραγωγικές μονάδες biodiesel & bio-ethanol



Τεχνικά χαρακτηριστικά βασικών συμβατικών και βιολογικών ναυτιλιακών καυσίμων

Fuels	Cetane number	Higher Heating value (MJ/kg)	Kinematic viscosity (mm ² /s at 40 °C)	Cloud point (°C)	Pour point (°C)	Flash point (°C)	Density at 15 °C (kg/m ³)
IFO 380 (ISO8217-RMG)	not specified	not specified (~ 42,8) ⁴¹	<380	not specified	<30 (~ 6-18) ⁴¹	>60 (~90) ⁴¹	< 991 (~963) ⁴¹
Straight Vegetable Oil	37 - 42	39.5 -39.7	32 - 37	-4 - +7	-32 - -12	246 - 274	900
Raw pyrolysis bio-oil	10	22.7	~4.5	-21	-33 - -12	40-100	1100-1250
HDO pyrolysis bio-oil	"high"	45.2	2.8	unknown	unknown	35-39 ⁴²	900
MDO (ISO8217 DMB)	> 35	not specified (~45,3 ⁴³)	2 - 11	not specified	0 - +6	> 60	< 900
MGO (ISO8217 DMA)	> 40	not specified (~45,3 ⁴⁴)	2 - 6	not specified	-6 - +0	> 60	< 890
Biodiesel	49 - 58	37.3 -39.8	4.2 - 4.3	-1 - +8	-4 - +6	110 - 195	880-920
Di-methyl ether (DME)	55 - 60	29.8	0.2 - 0.25 ⁴¹	unknown	unknown	-41	665 (5 bar)
Bio-methane	0 ⁴⁵	55	n/a	n/a	n/a	-188	0.66
Bio-ethanol	8	29.8	- - 1.2	n/a	n/a	12	791

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Diesel Rudolf Wikipedia.**
- **Bill McKibben: EAARTH.**
- **Andersen S.O & Sarmal , K.M (2002) , Protecting the ozone Layer : the United Nations History , London , Earthscanpress.**
- **IMO London , “ Third IMO Greenhouse , gas study , 2014.**
- **Frances Harris: GLOBAL ENVIRONMENTAL ISSUES (2004).**
- **United Nations , Department of Economic and social Affairs , Statistics Division , Carbon Dioxide Emissions , Thousands of Metric Tons.**
- **Chasek P.Dowie D & Brown . J . W (2013) , Global Environmental Politics , 6th Edition.**
- **DNV (2010) “ Assessment of measures to reduce future CO2 Emissions from shipping.**
- **IPCC (2007) Climate change.**
- **Eyring et al: Transport impacts on atmosphere and climate: shipping (2009).**
- **Buhaug et al , IMO GHG Study (2009) , IMO.**
- **ENDERSEN et al: Emission from international sea transportation and environmental impact (2003).**
- **Psaraftis and Kontoras: CO2 Emissions , world fleet (2009).**
- **International Maritime Organisation (IMO) (2014) “International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)”.**
- **Raets Marine Insurance (2013) “ Emissions Control Areas Developments” .**
- **Vallero , D.A (2007) , Fundamentals of Air Pollution , Elsevier Academic Press.**