

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΩΝ στην

ΝΑΥΤΙΑ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ
ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ:
ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ (EEDI) ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΟ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (SEEMP)**

Βασιλική Γιαννακού

Διπλωματική εργασία

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

Πειραιάς

Νοέμβριος 2017

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

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

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Βασιλική Γιαννακού

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

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

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Ερνέστος Τζαννάτος (Επιβλέπων)
- Αναστάσιος Τσελεπίδης
- Διονύσιος Πολέμης

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

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ως απόφοιτος του τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών και τώρα με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού διπλώματος νιώθω ιδιαίτερα την ανάγκη να ευχαριστήσω όλο το επιστημονικό προσωπικό του τμήματος για τη γνώση και την επάρκεια που προσφέρουν ώστε να μπορούμε να υπηρετούμε με συνέπεια τον κλάδο της ναυτιλίας. Ιδιαίτερος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Ερνέστο Τζαννάτο για τη στήριξη, την καθοδήγηση και την υπομονή του στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας καθώς και τους κ.Αναστάσιο Τσελεπίδη και κ.Διονύσιο Πολέμη οι οποίοι μέσα από το δικό τους αντικείμενο ο καθένας συμβάλλουν στην απόκτηση μιας ολοκληρωμένης γνώσης για το πλαίσιο στο οποίο λειτουργεί η ναυτιλία σήμερα.

Σε αυτήν την προσπάθεια δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω ειλικρινά τον μέχρι πρότεινος Διευθυντή μου στο Τμήμα Ασφάλειας, Ποιότητας και Περιβάλλοντος της εταιρείας Danaos Shipping Co. Ltd., όπου εργάζομαι, και το διάδοχό του, για την αμέριστη στήριξη, συμπαράσταση αλλά και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν σε όλη αυτήν την πορεία. Ευχαριστώ, ακόμη, όλους τους συναδέλφους για τις εποικοδομητικές συζητήσεις μας στο αντικείμενο.

Τέλος, ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στη μητέρα μου και τους ανθρώπους που με στήριξαν και στάθηκαν δίπλα μου κάθε στιγμή, οι οποίοι ήταν πρόθυμοι να μοιραστούν μαζί μου τους προβληματισμούς και τις αγωνίες όλης αυτής της προσπάθειας και πίστεψαν στην ολοκλήρωσή της. Η συμβολή τους ήταν ουσιαστική.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	12
1.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΟ ΚΛΙΜΑ	12
1.2 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	13
1.3 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	14
1.4 ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	15
1.4.1 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO_2)	16
1.4.2 ΜΕΘΑΝΙΟ (CH_4)	17
1.4.3 ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (N_2O)	18
1.4.4 ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΟΖΟΝ (O_3)	19
1.4.5 ΦΘΟΡΙΟΥΧΑ ΑΕΡΙΑ ($HFCS$, $PFCS$, NF_3 , SF_6)	20
1.5 ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	21
1.6 ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	23
1.7 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΦΕΡΕΙ Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	27
1.8 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	31
1.9 ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	31
1.9.1 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΙΣΙΩΝ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥΣ	37
2.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	37
2.2 ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΤΗΣ ΠΟΝΤΟΠΟΡΟΥ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ	46
2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX – EEDI)	48
2.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ EEDI ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	49
2.4.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗΣ ΤΟΥ EEDI	55

2.5 ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ (<i>SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN- SEEMP</i>).....	56
2.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ (<i>ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR - EEOI</i>).....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΕΝΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ Ε/Κ (<i>ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ</i> <i>ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ SEEMP</i>).....	61
3.1 ΔΟΜΗ SEEMP	61
3.2. ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ENERGY EFFICIENCY MEASURES)	62
3.3 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ (Monitoring).....	86
3.4 ΣΤΟΧΟΙ (Goals)	87
3.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (Evaluation).....	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ EEDI.....	89
4.1 Ο ΔΕΙΚΤΗΣ EEDI ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	89
4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ EEDI ΓΙΑ ΣΤΟΛΟ ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	89
4.2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ	90
4.2.2 ΕΠΙΤΕΥΧΘΕΙΣ ΕΝΑΝΤΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ EEDI	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	99
5.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	99
5.2 ΑΥΞΑΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	100
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία το 2007	41
Πίνακας 2: Εκπομπές CO ₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου (σε CO ₂ e) από τη ναυτιλία σε σχέση με το σύνολο των παγκόσμιων εκπομπών.....	43
Πίνακας 3: Παράμετροι για τον προσδιορισμό των τιμών αναφοράς για διαφορετικούς τύπους πλοίων.....	54
Πίνακας 4: Συντελεστής μείωσης (%) του EEDI σε σχέση με τον EEDI των γραμμών αναφοράς.....	55
Πίνακας 5: Οικονομίες που επιτυγχάνονται με την εφαρμογή λειτουργικών μέτρων	103

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	15
Διάγραμμα 2: Ποσοστιαία συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου στις παγκόσμιες εκπομπές	16
Διάγραμμα 3: Συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 0-2005 μ.Χ.....	22
Διάγραμμα 4: Συγκεντρώσεις του Διοξειδίου του Άνθρακα σε παγκόσμια κλίμακα .	23
Διάγραμμα 5: Καταγραφή της παρατηρούμενης παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας (ξηράς και ωκεανών).....	24
Διάγραμμα 6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά οικονομικό τομέα	37
Διάγραμμα 7: Συνεισφορά της ναυτιλίας στις παγκόσμιες εκπομπές CO ₂	42
Διάγραμμα 8: Εκπομπές CO ₂ από τη διεθνή ναυτιλία κατά τύπο πλοίου, 2012.....	44
Διάγραμμα 9: Συγκεντρωτικά στοιχεία για την ετήσια κατανάλωση καυσίμου κατά τύπο πλοίου και μηχανημάτων (κύρια μηχανή, βοηθητικές και λέβητας), 2012	44
Διάγραμμα 10: Σενάρια πρόβλεψης για τις μελλοντικές εκπομπές από τη ναυτιλία ..	46
Διάγραμμα 11: Πρότυπες καμπύλες IMO με χρονικές περιόδους εφαρμογής.....	49
Διάγραμμα 12: Η διαδικασία επαλήθευσης του επιτευχθέντα EEDI για ένα νεότευκτο πλοίο	56
Διάγραμμα 13: Σενάριο για τις εκπομπές CO ₂ με και χωρίς EEDI.....	102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου).....	14
Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας μιας δίχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ)	40

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ναυτιλία μέσα από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό, που αποτελεί τον παγκόσμιο ρυθμιστή του κανονιστικού πλαισίου στο οποίο λειτουργεί, αναλαμβάνει να εφαρμόσει εκείνα τα μέτρα που θα της επιτρέψουν να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα πλοία και με αυτόν τον τρόπο να συμβάλλει στη δέσμευση που έχει συμφωνηθεί σε διεθνικό επίπεδο και αφορά τη συγκράτηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και την αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Εδώ παρουσιάζονται τα δύο βασικά μέτρα που έχουν ληφθεί μέχρι τώρα και αφορούν τη σχεδίαση και λειτουργία του πλοίου: ο σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης και το σχέδιο διαχείρισης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ακόμη, εξετάζεται η εφαρμογή τους σε ένα πολύ ζωτικό τμήμα των ναυτιλιακών μεταφορών μείζονος σημασίας για το παγκόσμιο εμπόριο: τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων. Τελικά, η προσπάθεια επίτευξης της βέλτιστης χρήσης των ενεργειακών πόρων μέσα από τη διαχείριση της ενέργειας και την αύξηση της αποδοτικότητας αποτελεί μια συνεχή διαδικασία μέσα από την οποία εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα του κλάδου ενώ παράλληλα συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος.

Διοξείδιο του άνθρακα, εκπομπές, ενεργειακή αποδοτικότητα

ABSTRACT

The shipping sector through the International Maritime Organization, as the global instrument of the regulatory framework in which it operates, undertakes to implement those measures that will enable ships to reduce carbon dioxide emissions and thereby contribute to the commitment that has been agreed at international level on the containment of global warming and tackling the phenomenon of climate change. In this dissertation the two main measures which have been implemented so far concerning the design and operation of the ship are presented: the Energy Efficiency Design Index and the Ship Energy Efficiency Management Plan. Furthermore, their implementation is reviewed in a very vital part of maritime transport which is of major importance for world trade: container ships. Ultimately, the effort to achieve optimal use of energy resources through energy management and

efficiency improvement is a continuous process that ensures the sustainability of the industry while contributing to environmental protection.

CO₂ emissions, SEEMP, EEDI, energy efficiency

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τη σημασία που αποκτά η έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας στην επιχειρησιακή λειτουργία του πλοίου και τα μέσα που υπάρχουν για την παρακολούθηση, την καταγραφή και τη βελτίωσή της. Η αποδοτική χρήση της ενέργειας πάνω στο πλοίο αποκτά πρωτεύοντα ρόλο εφόσον με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται δύο κρίσιμοι στόχοι για τη ναυτιλία σήμερα: α) η εξοικονόμηση καυσίμου κι επομένως η συμπίεση του λειτουργικού κόστους δεδομένων των μεταβαλλόμενων τιμών των καυσίμων στα υψηλά επίπεδα των τελευταίων ετών, β) η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που επιβάλλουν οι τελευταίοι υποχρεωτικοί κανονισμοί του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού στα πλαίσια της στρατηγικής που έχει χαράξει για τη συμμετοχή της ναυτιλίας στην παγκόσμια προσπάθεια να κρατηθεί η θερμοκρασία του πλανήτη κάτω από 2 βαθμούς Κελσίου συγκριτικά με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός έχοντας ερευνήσει τα μεγέθη των εκπομπών της ναυτιλίας προέβει στην υιοθέτηση δύο σημαντικών μέτρων: α) του σχεδιαστικού δείκτη ενεργειακής απόδοσης για τα νέα πλοία και β) της συστηματικής διαχείρισης της ενεργειακής αποδοτικότητας για όλα τα πλοία. Οι απαιτήσεις αυτές αποτελούν την τεχνικο-λειτουργική παρέμβαση για τη μείωση των εκπομπών, ενώ οι συζητήσεις για τα αγοροκεντρικά μέτρα που θα πρέπει να υιοθετηθούν είναι σε εξέλιξη. Εδώ γίνεται μια προσπάθεια να εξεταστεί η εφαρμογή των μέτρων αυτών στα πλοία εμπορευματοκιβωτίων και να εξαχθούν συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητά τους. Συγκεκριμένα:

Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, ώστε να γίνει αντιληπτό το πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνονται τα υποχρεωτικά μέτρα για τη ναυτιλία αλλά και να τονιστεί η μεγάλη σημασία της ανάληψης δράσης από όλους τους φορείς για τον περιορισμό του φαινομένου.

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται ο ρόλος της ναυτιλίας πιο συγκεκριμένα και περιγράφεται η θεωρητική προσέγγιση των κανονισμών.

Στο Κεφάλαιο 3 αναλύεται ένα πραγματικό υπόδειγμα εγχειριδίου διαχείρισης της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός πλοίου εμπορευματοκιβωτίων ώστε να γίνει κατανοητό ποιες λειτουργίες του πλοίου επηρεάζονται, πως γίνεται η διαχείριση πάνω στο πλοίο, ποια μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόζονται και γιατί.

Στο Κεφάλαιο 4 εφαρμόζουμε τον τύπο του σχεδιαστικού δείκτη ενεργειακής απόδοσης σε δείγμα πλοίων εμπορευματοκιβωτίων και συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μεταξύ πλοίων διαφορετικού μεγέθους και ηλικίας.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 5 αποτυπώνονται τα συμπεράσματα της συνολικής έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΟ ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα γενικότερα ορίζεται ως ο μέσος καιρός. Ενώ με τον όρο *καιρός* εννοούμε την κατάσταση της ατμόσφαιρας κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, το κλίμα ορίζεται από το σύνολο των στατιστικών πληροφοριών οι οποίες περιγράφουν τις μεταβολές του καιρού σε μια περιοχή για κάποιο μεγάλο χρονικό διάστημα. Μία τυπική κλιματική περίοδος που χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί το κλίμα μιας περιοχής εκτείνεται σε τριάντα χρόνια (Μελάς κ.ά, 2000) (IPCC, 2007). Ο καιρός που επικρατεί σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα –από λίγα λεπτά έως κάποιες ώρες ή και ημέρες- ορίζεται από τη μέτρηση ορισμένων κύριων μετεωρολογικών στοιχείων όπως είναι η ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία του αέρα, η υγρασία του αέρα, η κίνηση του αέρα (άνεμος) καθώς και κάποιων δευτερευόντων όπως είναι η νέφωση, ο υετός (βροχή, χιόνι, χαλάζι) και η ορατότητα. Η συγκέντρωση αυτών των στοιχείων σε μακροπρόθεσμη βάση και η στατιστική ανάλυση αυτών προσδιορίζουν το κλίμα που επικρατεί σε μια περιοχή.

Το κλιματικό σύστημα χαρακτηρίζεται ως ένα περίπλοκο, διαδραστικό σύστημα που αποτελείται από την ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα που περιλαμβάνει τους ωκεανούς και άλλους υδάτινους πόρους (ποτάμια, λίμνες, υπόγεια νερά, υδροφόρα στρώματα), την κρυόσφαιρα δηλαδή τους παγετώνες και τις χιονοσκεπείς περιοχές, την επιφάνεια του εδάφους και τη βιόσφαιρα. Το κάθε υποσύστημα επηρεάζει τα άλλα υποσυστήματα, συμμετέχει στην απορρόφηση και αναδιανομή της ηλιακής ακτινοβολίας και τελικά καθορίζει την εσωτερική δυναμική του συστήματος που συντελεί μαζί με τους εξωτερικούς παράγοντες στην εξέλιξη του κλίματος στο χρόνο.

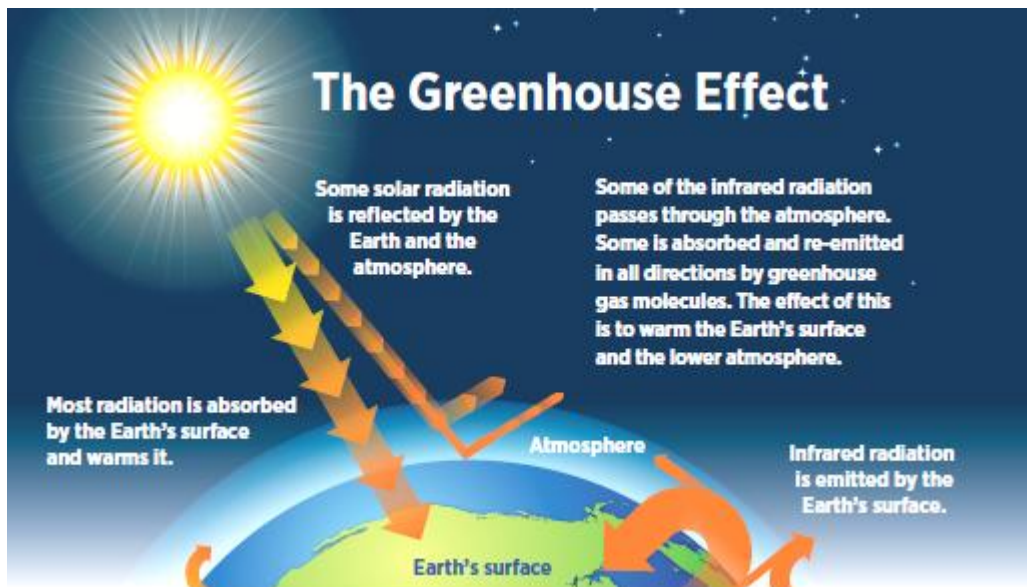
Η ηλιακή ακτινοβολία τροφοδοτεί με ενέργεια το κλιματικό σύστημα. Περίπου το ένα τρίτο της ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται πίσω στο διάστημα ενώ το υπόλοιπο απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, την ξηρά και τις διάφορες μορφές ζωής. Εκτός από την ανακλώμενη μικρού μήκους ηλιακή ακτινοβολία η γη εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία προς το διάστημα. Η ισορροπία

μεταξύ της εισερχόμενης και εξερχόμενης ακτινοβολίας προσδιορίζει το παγκόσμιο κλίμα (Μελάς κ.ά., 2000) . Οποιαδήποτε αλλαγή στους παράγοντες που επηρεάζουν το ενεργειακό αυτό ισοζύγιο οδηγεί σε αλλαγή του κλίματος.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ενεργειακό ισοζύγιο είναι τόσο τα φυσικά φαινόμενα όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας όσο και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που επιφέρουν αλλαγές στην ατμοσφαιρική σύνθεση. Τα αιωρούμενα σωματίδια που εκτοξεύονται κατά τη διάρκεια των ηφαιστειακών εκρήξεων αντανακλούν ή και δεσμεύουν ηλιακή ακτινοβολία οδηγώντας σε μια ψύξη της κατώτερης ατμόσφαιρας ιδιαίτερα αισθητή στο ημισφαίριο που έγινε η έκρηξη (Μελάς κ.ά., 2000). Οι μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας από την άλλη οφείλονται είτε στην ηλιακή δραστηριότητα, κυρίως στον ενδεκαετή κύκλο των κηλίδων, είτε στην αλλαγή της τροχιάς της γης ή στο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται λόγω αλλαγών στον τύπο και την ποσότητα των νεφών, στα ατμοσφαιρικά σωματίδια και τη βλάστηση ή τέλος στην αλλαγή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος από τη γη στο διάστημα λόγω μεταβολών στις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου (IPCC, 2007).

1.2 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Greenhouse effect) είναι ένα φυσικό φαινόμενο. Κατά βάση είναι ο μηχανισμός κατά τον οποίο διάφορα ίχνη αερίων απορροφούν υπέρυθρη ακτινοβολία (θερμότητα) που εκπέμπεται από τη γήινη επιφάνεια και στη συνέχεια την εκπέμπουν εκ νέου προς τη Γη, αυξάνοντας τη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης. Στην πραγματικότητα, αυτά τα αέρια παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα όπως το γυάλινο κάλυμμα ενός θερμοκηπίου (Bodansky, 1993). Πρόκειται για ένα γεωφυσικό φαινόμενο που συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή και θερμική ισορροπία του πλανήτη (Φωτιάδη, 2014) και κατ' επέκταση είναι απαραίτητο για την ύπαρξη, διατήρηση και εξέλιξη της ζωής πάνω στη γη. Χωρίς αυτόν το μηχανισμό η μέση θερμοκρασία της γης θα ήταν περίπου κατά 35°C χαμηλότερη, δηλαδή περίπου -20°C αντί για +15°C που είναι σήμερα (Μελάς κ.ά., 2000) και ως εκ τούτου ο πλανήτης θα ήταν μη βιώσιμος για τους ανθρώπους.

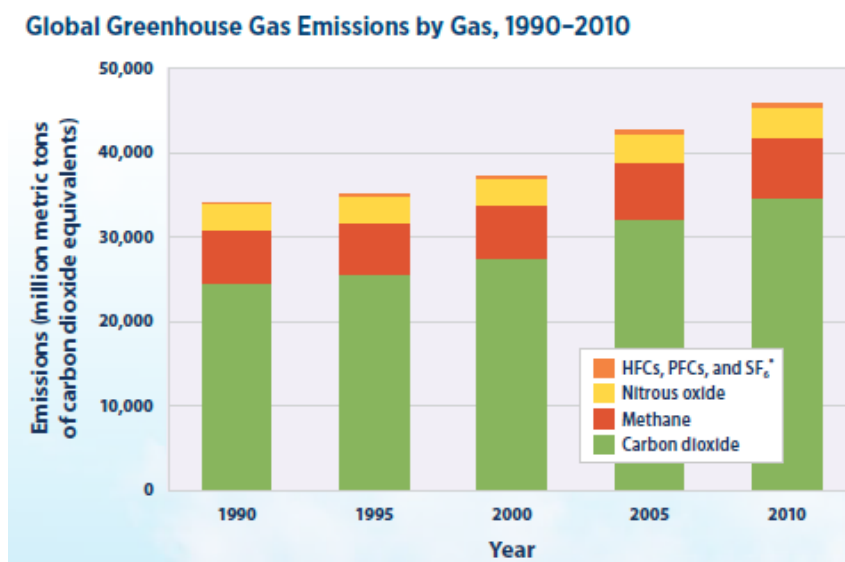


Εικόνα 1: Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου (U.S. EPA, 2016)

1.3 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η μεγάλη επέκταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που απορρέουν από τη βιομηχανοποίηση και την αύξηση του πληθυσμού έχει οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των εκπομπών, και, τελικά, σε υψηλότερες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των διαφόρων αερίων του θερμοκηπίου. Αυτή η αύξηση των εκπομπών έχει διαταράξει την ισορροπία μεταξύ των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από φυσικές πηγές από τη μία πλευρά και την απομάκρυνση αυτών από τις λεγόμενες «καταβόθρες» από την άλλη, που είχαν κρατήσει την ατμοσφαιρική συγκέντρωση σταθερή στην προ-βιομηχανική εποχή (Bodansky, 1993). Τελικά, οι ανθρωπογενείς εκπομπές των θερμοκηπικών αερίων συμβάλλουν στην αύξηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου με συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Στο φαινόμενο αυτό συμβάλλει σημαντικά και η εκτεταμένη καταστροφή των δασών και ιδιαίτερα των τροπικών δασών τα οποία όχι μόνο απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης και παράγουν οξυγόνο αλλά και αποτελούν ρυθμιστές των υδρατμών στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να επηρεάζουν την ισορροπία των θερμοκηπικών αερίων. Επιπλέον, η οικονομική δραστηριότητα γενικότερα, ο τρόπος ζωής, η κατανάλωση ενέργειας, τα πρότυπα χρήσης γης, η τεχνολογία και η πολιτική για το κλίμα αποτελούν παράγοντες που αυξάνουν τις εκπομπές.



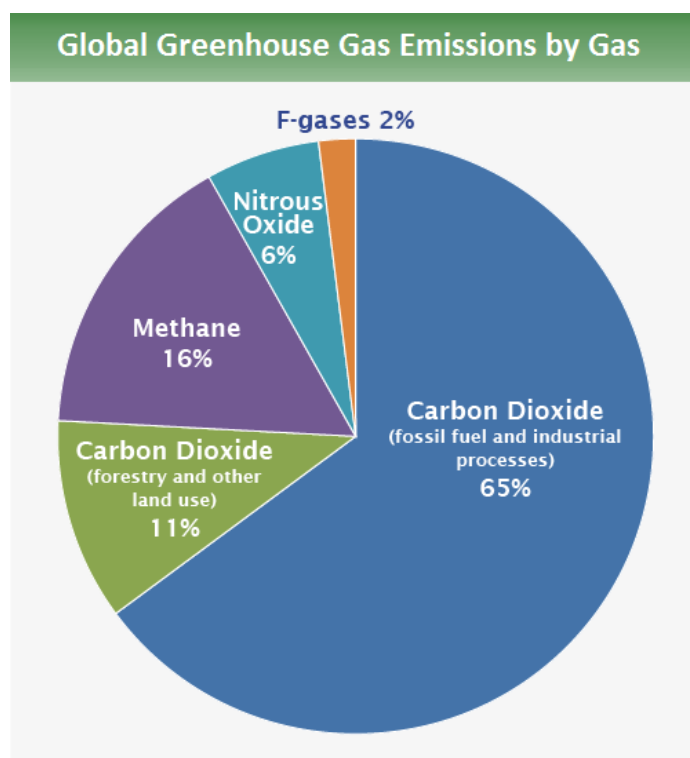
Διάγραμμα 1: Αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ((U.S. EPA, 2016)

1.4 ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Μέχρι στιγμής το πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H₂O) συμβάλλοντας στο φαινόμενο σε ποσοστό 66% ή 85-95% αν συνυπολογιστούν και τα νέφη που αποτελούνται από διάφορες μορφές του νερού (Φωτιάδη, 2014). Πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα δεν είναι σταθερή, ωστόσο δεν επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα (Δούση, 2017). Για το λόγο αυτό, η ανάλυση θα περιοριστεί στα αέρια οι συγκεντρώσεις των οποίων αυξάνονται λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Άλλα αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το όζον (O₃) και φθοριούχα αέρια. Κάποια από τα αέρια αυτά προέρχονται μόνο από ανθρώπινες δραστηριότητες ενώ άλλα προέρχονται και από φυσικές πηγές. Η συμβολή τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά τους και από το βαθμό συγκέντρωσης των αερίων αυτών στην ατμόσφαιρα.

Ο βαθμός που τα αέρια αυτά επιδρούν στο κλίμα της γης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες οι σημαντικότεροι των οποίων είναι ο χρόνος ζωής του αερίου στην ατμόσφαιρα και η ικανότητα του κάθε αερίου να απορροφά ενέργεια. Λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες αυτούς οι επιστήμονες υπολογίζουν το δυναμικό συμβολής ενός αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Global Warming

Potential – GWP) που μετρά πόσο μια δεδομένη μάζα ενός αερίου θερμοκηπίου εκτιμάται ότι θα συνεισφέρει στην παγκόσμια θέρμανση για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 100 χρόνια) μετά την εκπομπή του. Για λόγους σύγκρισης, οι τιμές δυναμικού θέρμανσης του πλανήτη υπολογίζονται σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο διαθέτει ένα δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη ίσο με 1 (U.S. EPA, 2016).



Διάγραμμα 2: Ποσοστιαία συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου στις παγκόσμιες εκπομπές (Πηγή: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>)

1.4.1 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα εκτιμάται ότι καταλαμβάνει συνολικά ένα ποσοστό 76% (με ένα ποσοστό 65% να προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα και τις βιομηχανικές διεργασίες και ένα 11% από τη δασοκομία και άλλες χρήσεις γης) των παγκόσμιων εκπομπών σύμφωνα με στοιχεία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (2014) το οποίο καθιστά καταλυτική τη συνεισφορά του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εκλύεται τόσο από φυσικές πηγές όπως είναι η αναπνοή φυτών και ζώων, η αποσύνθεση οργανικών ουσιών, τα ηφαίστεια και η διάλυση ανθρακικών

πετρωμάτων όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο), στερεών αποβλήτων και δασοκομικών προϊόντων που εκπέμπουν άμεσα διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αλλά και έμμεσες πρακτικές όπως είναι η εκχέρσωση δασικών εκτάσεων, οι μεταβαλλόμενες γεωργικές τεχνικές και η αποψίλωση των δασών λόγω πυρκαγιών.

Στους απορροφητές του CO₂ εντάσσονται οι ανταλλαγές μεταξύ ξηράς και ατμόσφαιρας όπως και αυτές μεταξύ ωκεανού και ατμόσφαιρας οι οποίες αποφέρουν μια μικρή καθαρή απορρόφηση αντισταθμίζοντας μερικώς τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του CO₂ θα είχαν αυξηθεί ακόμα περισσότερο εάν δεν υπήρχαν αυτές οι φυσικές καταβόθρες. Το αέριο δεν καταστρέφεται με την πάροδο του χρόνου, αλλά μετακινείται μεταξύ διαφορετικών τμημάτων του συστήματος χερσαίας ατμόσφαιρας. Για το λόγο αυτό ο χρόνος ζωής του δεν μπορεί να εκπροσωπηθεί με μια μόνο τιμή. Μερικές από τις υπερβάλλουσες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα απορροφώνται γρήγορα (για παράδειγμα, από την επιφάνεια του ωκεανού), ενώ άλλες θα παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια, λόγω εν μέρει της πολύ αργής διαδικασίας με την οποία ο άνθρακας μεταφέρεται σε ιζήματα ωκεανού.

1.4.2 ΜΕΘΑΝΙΟ (CH₄)

Το μεθάνιο είναι το δεύτερο σημαντικότερο αέριο από άποψη συμβολής στο φαινόμενο του θερμοκηπίου σε ποσοστό 16% αμέσως μετά το CO₂. Αποτελεί το κυριότερο συστατικό του φυσικού αερίου και το ίδιο χρησιμοποιείται ως καύσιμο εφόσον είναι εύφλεκτο και παρουσιάζει μεγάλη ενεργειακή απόδοση. Το μεθάνιο σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα απορροφά 23 με 27 φορές περισσότερη ακτινοβολία, βρίσκεται όμως στην ατμόσφαιρα σε μικρότερες συγκεντρώσεις και έχει μικρότερο χρόνο ζωής (Φωτιάδη, 2014). Προέρχεται τόσο από φυσικές πηγές, όπως είναι οι υδροβιότοποι (έλη, λίμνες) οι οποίοι αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή, όσο και από ανθρωπογενείς.

Το μεθάνιο στη φύση παράγεται κυρίως κατά τη βακτηριακή αποσύνθεση της οργανικής ύλης (αναερόβια σήψη) αλλά και μέσα από βιολογικές διεργασίες όπως συμβαίνει με το πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων. Άλλες φυσικές πηγές

είναι οι ωκεανοί, οι τερμίτες και γεωλογικές πηγές (υδρίτες, γεωθερμικό μεθάνιο, ηφαίστεια). Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες αποτελούν το 60% των εκπομπών μεθανίου σε παγκόσμια κλίμακα (U.S. EPA) και περιλαμβάνουν την εξόρυξη και καύση ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, πετρέλαιο, κάρβουνο), τις καλλιέργειες ρυζιού, την κτηνοτροφία και διαχείριση ζωικών λιπασμάτων (κοπριά), την καύση βιομάζας και την διάθεση απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Μετά την έκλυση στην ατμόσφαιρα το μεθάνιο παραμένει για περίπου 8,4 έτη πριν απορροφηθεί κυρίως μέσω χημικής οξειδωσης στην τροπόσφαιρα ή ακόμη και μέσω πρόσληψης από το έδαφος όπου συντελείται βιολογική οξειδωση ή τελικά καταστροφής του στη στρατόσφαιρα (IPCC, 2007).

1.4.3 ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (N₂O)

Το υποξείδιο του αζώτου συμβάλλει κατά ποσοστό 6% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και επηρεάζει τη φυσικο-χημεία της ατμόσφαιρας καθώς είναι αέριο του θερμοκηπίου αλλά και ρύπος (Φωτιάδη, 2014). Έχει την ικανότητα να απορροφά την υπέρυθη ακτινοβολία περίπου 270 φορές εντονότερα απ' όσο το διοξείδιο του άνθρακα, υπάρχει όμως στην ατμόσφαιρα σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Το υποξείδιο του αζώτου εμφανίζεται στην ατμόσφαιρα μέσα από φυσικές πηγές που σχετίζονται με τον κύκλο του αζώτου, που είναι η φυσική κυκλοφορία του αζώτου μεταξύ της ατμόσφαιρας, των φυτών, των ζώων και των μικροοργανισμών που ζουν στο έδαφος και στο νερό. Παράγεται κυρίως όταν τα βακτήρια στο νερό και το χώμα και τους ωκεανούς διασπούν τις ενώσεις που περιέχουν άζωτο, με τη μεγαλύτερη πηγή να αποτελεί το έδαφος και ιδιαίτερα στα τροπικά γεωγραφικά πλάτη βόρεια του ισημερινού (Φωτιάδη, 2014).

Το υποξείδιο του αζώτου -ως παράγωγο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων- δημιουργείται από τα αζωτούχα λιπάσματα στο χώμα, την κοπριά των ζώων, την επεξεργασία των αποβλήτων και λυμάτων, τις καύσεις βιομάζας και ορυκτών καυσίμων, καθώς και ορισμένες βιομηχανικές διαδικασίες που εμπλέκουν το άζωτο συμπεριλαμβανομένης της παρασκευής πλαστικού (nylon). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι υπεύθυνες για το ένα τρίτο περίπου των συνολικών εκπομπών υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα με κυριότερη τις καλλιέργειες. Από τη στιγμή που εκπέμπονται τα υποξείδια του αζώτου παραμένουν στην ατμόσφαιρα για

περίπου 114 έτη πριν την απομάκρυνση τους (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015), κυρίως λόγω της διάλυσής τους στη στρατόσφαιρα, όπου το μεγαλύτερο μέρος τους διασπάται από την ηλιακή ακτινοβολία σε αβλαβή μόρια αζώτου και οξυγόνου.

1.4.4 ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΟΖΟΝ (O_3)

Το όζον είναι ένα αέριο στοιχείο που παράγεται στη στρατόσφαιρα μέσω φυσικών διεργασιών και όπου βρίσκεται περίπου το 90% του ολικού όζοντος της ατμόσφαιρας της γης. Το στρατοσφαιρικό όζον είναι θεμελιώδους σημασίας για τη ζωή στον πλανήτη γιατί λειτουργεί ως φίλτρο προς την επιβλαβή υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζοντάς τη να φτάσει στη γη. Το υπόλοιπο 10% του όζοντος βρίσκεται στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας, στην τροπόσφαιρα και θεωρείται ατμοσφαιρικός ρύπος που συνδέεται με επεισόδια φωτοχημικού νέφους στα αστικά κέντρα και γύρω από αυτά με επιβλαβείς συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον όταν ξεπεραστούν κάποιες οριακές τιμές. Επιπλέον, το τροποσφαιρικό όζον συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου άμεσα ως αέριο του θερμοκηπίου αλλά και έμμεσα επηρεάζοντας άλλα αέρια του θερμοκηπίου.

Ως δευτερογενής ρύπος στην τροπόσφαιρα το όζον παράγεται με διάφορες χημικές αντιδράσεις μεταξύ του οξυγόνου, πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs), και οξειδίων του αζώτου (NO_x) με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής πρόδρομων ουσιών του όζοντος (VOCs και NO_x) είναι τα οχήματα, τα χημικά εργοστάσια, τα χημικά διαλυτικά και τα βενζινάδικα. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου το τροποσφαιρικό όζον παρουσιάζει χρόνο ζωής από μερικές ημέρες έως εβδομάδες και οι συγκεντρώσεις του εμφανίζουν έντονη μεταβλητότητα σε σχέση με την παρουσία των πρόδρομων ενώσεων, των υδρατμών και της ηλιακής ακτινοβολίας (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015). Μια πρόσθετη επιβλαβή επίπτωση που προκαλεί το τροποσφαιρικό όζον είναι στη φυσιολογία της βλάστησης και την ικανότητα πρόσληψης διοξειδίου του άνθρακα από τα φυτά. Η ελάττωση της λειτουργίας αυτής έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται ακόμη περισσότερο το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κι επομένως να μεταβάλλεται το ισοζύγιο ακτινοβολίας και με την έμμεση αυτή επίδραση του όζοντος, όχι μόνο από τις απευθείας εκπομπές (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015).

1.4.5 ΦΘΟΡΙΟΥΧΑ ΑΕΡΙΑ (HFCS, PFCS, NF₃, SF₆)

Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου τα φθοριούχα αέρια προέρχονται αποκλειστικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Εκλύονται στην ατμόσφαιρα μέσα από πολυάριθμες βιομηχανικές διεργασίες όπως είναι η κατασκευή ημιαγωγών και αλουμινίου. Επιπλέον, η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας, το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα, είχε ως αποτέλεσμα να πολλαπλασιαστούν τα χημικά παρασκευασμένα αέρια που εμπεριέχουν αλογόνο και τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία.

Οι τέσσερις κυριότερες κατηγορίες περιλαμβάνουν τους υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs), το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) και το τριφθοριούχο άζωτο (NF₃). Άλλοι κύριοι αλογονάνθρακες περιλαμβάνουν τους χλωροφθοράνθρακες (π.χ. CFC-11 και CFC-12), που χρησιμοποιούνταν εκτεταμένα ως ψυκτικές ουσίες στα ψυγεία και τα συστήματα κλιματισμού, στα διάφορα σπρέι ως προωθητικά αέρια καθώς και σε άλλες βιομηχανικές χρήσεις, πριν αποδειχθεί ότι η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα προκαλεί αραίωση της στρωβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος και απαγορευθεί η χρήση τους.

Πολλά από τα αέρια αυτά έχουν πολύ υψηλό δυναμικό θέρμανσης (Global Warming Potential –GWP) σε σχέση με τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου, επομένως ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να έχουν μεγάλη επίδραση στη θερμοκρασία του πλανήτη. Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι η μακρόβια παραμονή τους στην ατμόσφαιρα που μπορεί να μετρήσει έως και χιλιάδες χρόνια όπως στην περίπτωση των υπερφθορανθράκων (PFCs). Χαρακτηριστικά, το εύρος του χρόνου ζωής τους στην ατμόσφαιρα κυμαίνεται από 45 έως 100 έτη για τους χλωροφθοράνθρακες (CFCs), από 1 έως 18 έτη για τους υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs) και από 1 έως 270 έτη για τους υδροφθοράνθρακες (HFCs) (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015).

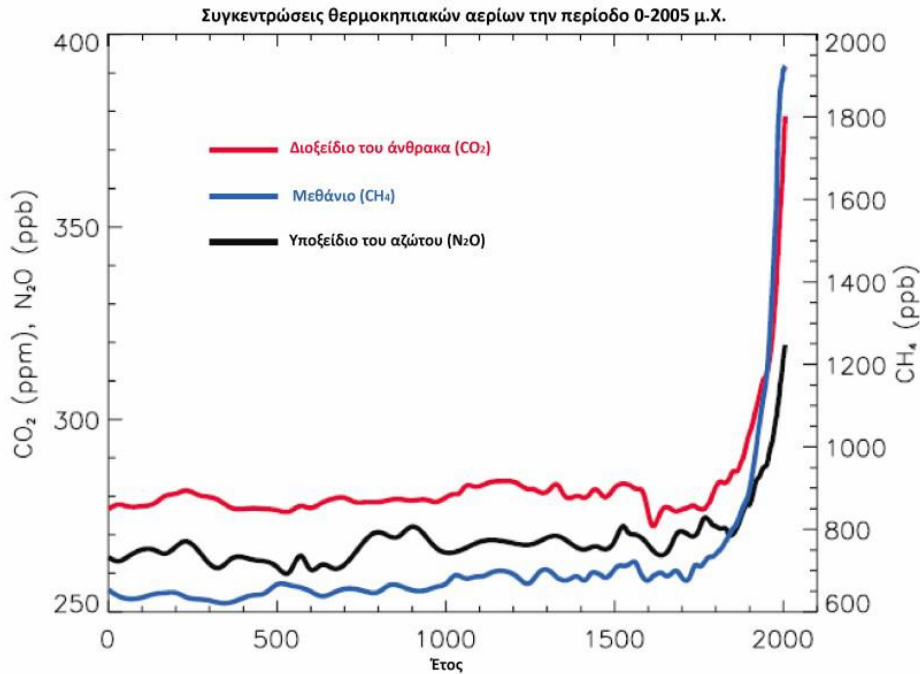
Η συμμετοχή των αερίων αυτών εκτιμάται σε ποσοστό 2% κυρίως ως αποτέλεσμα των πολιτικών που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ 1987 επί των ουσιών που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος. Οι συγκεντρώσεις των υδροχλωροφθορανθράκων (HCFCs) αναμένεται να μειωθούν σταδιακά μέχρι το 2030. Πρόσφατες ενώσεις που εντάχθηκαν στο Πρωτόκολλο του

Κιότο, όπως οι υδροφθοράνθρακες (HFCs) και οι υπερφθοράνθρακες (PFCs), συνεχίζουν να αυξάνουν τη συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα κυρίως λόγω της χρήσης αυτών των ουσιών ως υποκατάστατα των CFCs και HCFCs.

1.5 ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Μέσα από τις εκθέσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), που αποτελεί τον αναγνωρισμένο εκείνο οργανισμό για την παρακολούθηση και τη διάγνωση των αλλαγών του κλιματικού συστήματος, αποτυπώνεται η συνεχής αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα από το έτος 1750 και μετά. Χαρακτηριστικά, στην τελευταία έκθεση αναφέρεται ότι το 2011 οι συγκεντρώσεις έφταναν για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) τα 391 ppm, του μεθανίου (CH₄) 1803 ppb και του υποξειδίου του αζώτου (N₂O) τα 324 ppb, αριθμοί που ξεπερνούν τα προ-βιομηχανικά επίπεδα κατά 40%, 150%, and 20% αντιστοίχως (IPCC, 2013)¹. Ομοίως, το τροποσφαιρικό όζον σημειώνει μια αύξηση κατά μέσο όρο 38% από την περίοδο προ της βιομηχανικής επανάστασης, η οποία οφείλεται στις ατμοσφαιρικές αντιδράσεις των ανθρωπογενών αερίων ρύπων. Όλες αυτές οι αυξήσεις προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

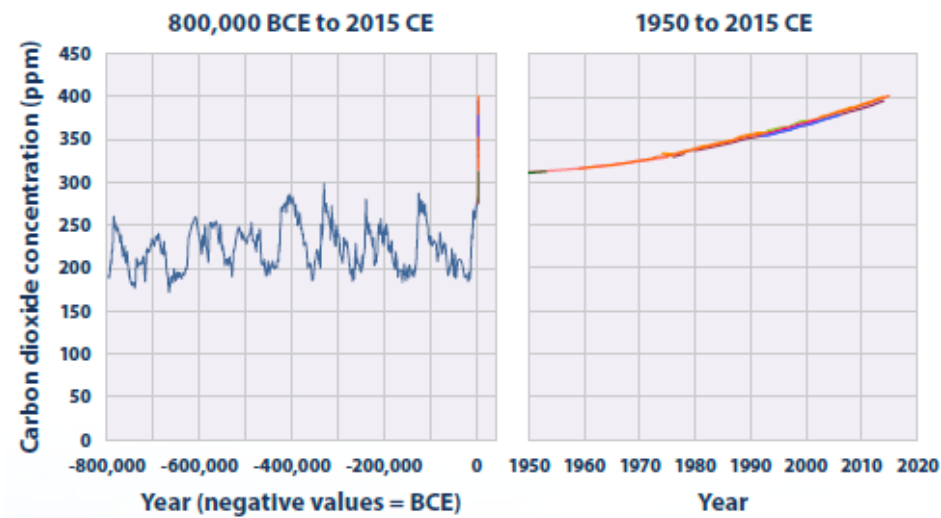
¹ Οι μονάδες μέτρησης της περιεκτικότητας του CO₂ -αλλά και άλλων αερίων- στην ατμόσφαιρα είναι τα μέρη στο εκατομμύριο (parts per million, ppm) ή μέρη στο δισεκατομμύριο (parts per billion, ppb) και ισοδυναμούν με τον αριθμό των μορίων του αερίου σε ένα εκατομμύριο (ή δισεκατομμύριο) -συνολικά- μόρια αερίων.



Διάγραμμα 3: Συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 0-2005 μ.Χ. (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015)

Μεταξύ των ετών 1750 και 2011 από το σύνολο των αερίων αυτών που εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα και τα οποία σχετίζονται με ανθρώπινες ενέργειες, περίπου οι μισές εκπομπές πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία 40 χρόνια. Ένα ποσοστό 55% από μια ποσότητα περίπου 350 δις τόνων άνθρακα που έχουν απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα από το 1959, έχει απορροφηθεί από την ξηρά (φυτά και έδαφος) και τους ωκεανούς ενώ το υπόλοιπο παραμένει στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015). Αξιοσημείωτο είναι ότι οι συγκεντρώσεις CO₂, CH₄ και N₂O υπερβαίνουν σήμερα τις υψηλότερες συγκεντρώσεις που έχουν καταγραφεί στους πυρήνες πάγου τα τελευταία 800.000 χρόνια. Η έκθεση του IPCC ακόμη αναφέρει ότι οι μέσοι ρυθμοί αύξησης των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων που έχουν παρατηρηθεί τον τελευταίο αιώνα είναι πρωτοφανείς για τα τελευταία 22.000 χρόνια, καθώς οι αυξήσεις της συγκέντρωσης του CO₂ ποτέ δεν υπερέβησαν τα 30 ppm ανά 1000 έτη, ενώ τώρα το CO₂ έχει αυξηθεί κατά 30 ppm τα τελευταία 17 έτη.

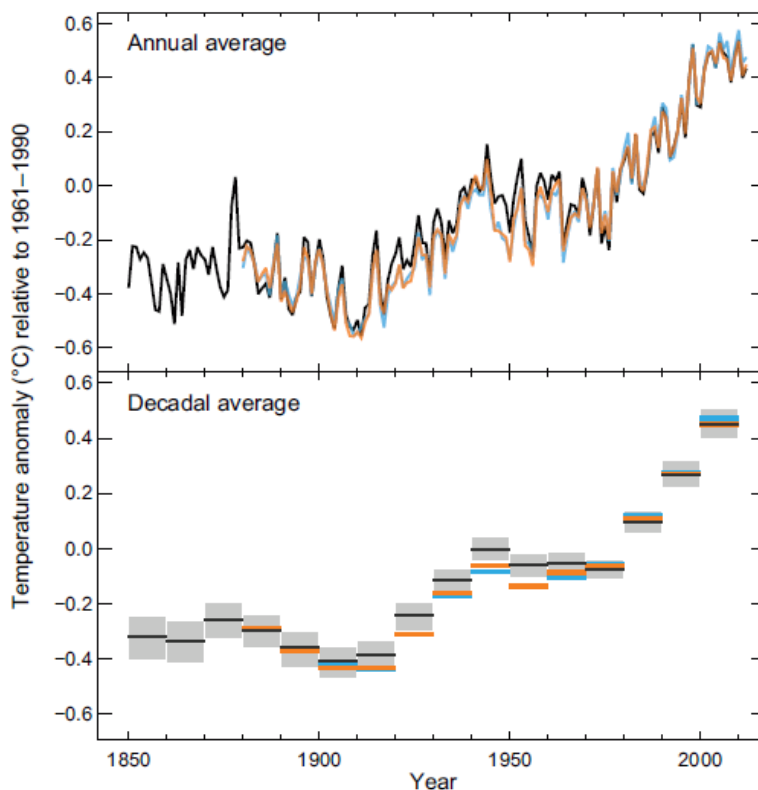
Global Atmospheric Concentrations of Carbon Dioxide Over Time



Διάγραμμα 4: Συγκεντρώσεις του Διοξειδίου του Άνθρακα σε παγκόσμια κλίμακα (U.S. EPA, 2016)

1.6 ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Οι ενδείξεις που υπάρχουν τα τελευταία χρόνια για την αλλαγή του κλίματος έχουν οδηγήσει τη συντριπτική πλειοψηφία των επιστημόνων να συναινούν ότι το κλίμα της γης έχει ήδη αρχίσει να αλλάζει εξαιτίας των υψηλών επιπέδων συγκέντρωσης των θερμοκηπικών αερίων τα οποία όπως, έχει αναφερθεί πολλαπλώς, οφείλονται στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες κατά τη βιομηχανική εποχή.



Διάγραμμα 5: Καταγραφή της παρατηρούμενης παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας (ξηράς και ωκεανών) (IPCC, 2013)

- *Αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας:* η μέση επιφανειακή θερμοκρασία του πλανήτη έχει ανέλθει περίπου 1.1°C (NASA, 2017) σε σχέση με το 19^ο αιώνα από όταν υπάρχει συστηματική καταγραφή δεδομένων². Η αύξηση αυτή δε μπορεί να εξηγηθεί από τη φυσική μεταβλητότητα του κλίματος. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν καταγραφεί τα τελευταία 35 χρόνια με τα 16 από τα 17 πιο ζεστά έτη να είναι μετά το 2001. Ειδικά το έτος 2016 έχει καταγραφεί ως το θερμότερο όλων των εποχών μέχρι τώρα. Η αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας παρακινεί τις αλλαγές που καταγράφονται στις υπόλοιπες συνιστώσες του συστήματος.
- *Η υπερθέρμανση των ωκεανών:* η παγκόσμια μέση θερμοκρασία των ωκεανών σε βάθη κοντά στην επιφάνεια έχει αυξηθεί από το 1971 έως το 2012. Στα πρώτα 75m των ωκεανών η τάση θέρμανσης είναι $0.11[0.09 - 0.13]^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία. Η τάση αυτή μειώνεται από την επιφάνεια προς τα μέσα βάθη, αφού στα 200m φτάνει τους 0.04°C ανά δεκαετία και λιγότερο από 0.02°C ανά

² Παλαιότερες αναφορές σχετικά με τις αλλαγές της θερμοκρασίας έκαναν αναφορά για αύξηση της τάξεως $0.3 - 0.6^{\circ}\text{C}$.

δεκαετία στα 500m (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015). Γενικά, οι ωκεανοί έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα σε σχέση με την ατμόσφαιρα που τους επιτρέπει να αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας σε μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας. Από το 1955 οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει πάνω από το 90% της περίσσειας θερμότητας που εκπέμπει η Γη και της αποθηκευμένης θερμότητας από την ατμόσφαιρα, τη θάλασσα και το λιωμένο πάγο. Η θερμοκρασία του νερού αντανακλά την ποσότητα θερμότητας στο νερό σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή και θέση και παίζει σημαντικό ρόλο στο κλιματικό σύστημα της Γης, επειδή η θερμότητα από τα θαλάσσια επιφανειακά ύδατα παρέχει την ενέργεια για καταιγίδες, επηρεάζει τις καιρικές συνθήκες και μπορεί να αλλάξει τα ωκεάνια ρεύματα. Επειδή το νερό διαστέλλεται ελαφρώς καθώς θερμαίνεται, η αύξηση της θερμικής περιεκτικότητας των ωκεανών αυξάνει επίσης τον όγκο του νερού στον ωκεανό, γεγονός που αποτελεί μία από τις αιτίες της παρατηρούμενης αύξησης της στάθμης της θάλασσας.

- *Αύξηση της στάθμης της θάλασσας:* η μέση τιμή που παρουσιάζει ο ρυθμός μεταβολής της μέσης παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας είναι 1.7 ± 0.2 mm yr⁻¹ για το σύνολο του 20ου αιώνα, ενώ από το 1993 κυμαίνεται από 2.8 έως και 3.6 mm yr⁻¹ (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015) (NASA, 2017)³. Τα καταγεγραμμένα επιστημονικά στοιχεία δείχνουν εμφανώς αύξηση της θαλάσσιας στάθμης που σχετίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και οφείλεται αφενός στο λιώσιμο των στρωμάτων πάγου και των παγετώνων που διοχετεύουν πρόσθετες ποσότητες νερού στις θαλάσσιες λεκάνες και αφετέρου στη διαστολή του θαλάσσιου νερού εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας του όπως αναφέρθηκε παραπάνω, επίδραση η οποία είναι σωρευτική σε όλο το βάθος των ωκεανών.
- *Οξίνιση των ωκεανών:* Το φαινόμενο αυτό δημιουργείται όταν μειώνεται το pH (αδιάστατο μέτρο της οξύτητας) για ένα παρατεταμένο χρονικό διάστημα, δεκαετιών ή περισσότερο, και οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην απορρόφηση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα από το θαλασσινό νερό. Όσο περισσότερο CO₂ εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα τόσο αυξάνει και η απορρόφησή του από τους ωκεανούς. Μέχρι σήμερα, οι ωκεανοί έχουν

³ Τα στοιχεία του 2017 κάνουν λόγο για 3 έως 3.8 mm yr⁻¹.

απορροφήσει περίπου το ένα τέταρτο της συνολικής ποσότητας ανθρωπογενούς CO₂ που εκπέμπεται συνεχώς από την προβιομηχανική εποχή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη φυσική διαδικασία της απορρόφησης έχει μειώσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα και έχει ελαχιστοποιήσει ορισμένες από τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Ωστόσο, η απορρόφηση του CO₂ σε αυξανόμενες ποσότητες από τους ωκεανούς έχει μια σημαντική επίδραση στη χημεία του θαλασσινού νερού. Το μέσο pH της επιφάνειας των ωκεάνιων υδάτων έχει ήδη μειωθεί κατά περίπου 0.1 μονάδες, από περίπου 8.2 σε 8.1 από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης (Κατσαφάδος & Μαυροματιδής, 2015). Η αύξηση της οξύτητας μεταβάλλει την ισορροπία των ορυκτών στο νερό και καθιστά πιο δύσκολη για τα κοράλλια και το πλαγκτόν να παράγουν το ανόργανο ανθρακικό ασβέστιο, το οποίο είναι το κύριο συστατικό των σκληρών σκελετών και των κοχυλιών τους. Οι προκύπτουσες μειώσεις στους πληθυσμούς των κοραλλιών και του πλαγκτού μπορούν να αλλάξουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα και τελικά να επηρεάσουν τους πληθυσμούς των ψαριών και τους ανθρώπους που εξαρτώνται από αυτά (U.S. EPA, 2016).

- *Μείωση της χιονοκάλυψης και της έκτασης των μόνιμων παγετώνων*: οι παρατηρήσεις από τους δορυφόρους αποκαλύπτουν ότι η ποσότητα της χιονοκάλυψης στο Βόρειο ημισφαίριο συνεχίζει μειούμενη τις τελευταίες πέντε δεκαετίες και το χιόνι λιώνει νωρίτερα (NASA, 2017). Σε πολλές ορεινές περιοχές όπως στον Αρκτικό Καναδά, στα Βραχώδη Όρη, στις Άνδεις, στην Παταγονία, στις Ευρωπαϊκές Άλπεις, στην Tien Shan (Κεντρική Ασία), στα τροπικά βουνά της Νότιας Αμερικής, στην Αφρική και στην Ασία έχει παρατηρηθεί ότι οι παγετώνες εξαφανίζονται, ως συνέπεια της αύξησης της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας τις τελευταίες δεκαετίες. Περισσότεροι από 600 παγετώνες έχουν εξαφανιστεί ενώ πολλοί περισσότεροι προβλέπεται να εξαφανιστούν στο μέλλον ακόμα και αν δεν υπάρξει περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας. Η υποχώρηση των στρωμάτων χιονιού και πάγου μειώνει την ανακλαστικότητα της επιφάνειας της γης με αποτέλεσμα να απορροφά μεγαλύτερη ενέργεια από τον ήλιο και να θερμαίνεται ακόμη περισσότερο.
- *Τήξη του θαλάσσιου πάγου στις πολικές περιοχές*: η κάλυψη των θαλάσσιων πάγων στον Αρκτικό Ωκεανό και στο Νότιο Ωκεανό γύρω από την

Ανταρκτική παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και μεταβολές με την πάροδο του χρόνου. Στην Αρκτική, τα τελευταία 34 έτη (1979-2012), υπήρξε μια πτωτική τάση (3.8%) ανά δεκαετία στη μέση ετήσια έκταση του θαλάσσιου πάγου. Επιπλέον, η μάζα του θαλάσσιου πάγου στον Αρκτικό Ωκεανό καταγράφει μείωση καθώς από το 1978 έως το 2008 το πάχος του πάγου μειώθηκε κατά 1.8m. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Γροιλανδίας που μετράει συνεχή αύξηση του ρυθμού απώλειας πάγου μετά το 1992. Στην Ανταρκτική, από την άλλη, τα τελευταία 34 χρόνια παρουσιάζεται μικρή αύξηση του θαλάσσιου πάγου, σε ποσοστό 1,5% ανά δεκαετία, με μεγάλες όμως αποκλίσεις μεταξύ των περιοχών (Κατσαφάδος & Μαυροματίδης, 2015).

- *Ακραία φαινόμενα:* από τα μέσα περίπου του 20^{ου} αιώνα έχουν παρατηρηθεί αλλαγές των ακραίων τιμών της θερμοκρασίας και συγκεκριμένα μείωση των κρύων ημερών και νυχτών και των ημερών παγετού ενώ αντίθετα οι θερμές ημέρες και νύχτες όπως και τα επεισόδια καύσωνα έχουν αυξηθεί. Άλλα ακραία κλιματικά φαινόμενα που έχουν παρατηρηθεί είναι οι ψυχρές εισβολές, η ξηρασία και οι έντονες βροχοπτώσεις ακόμη και σε περιοχές όπου η μέση βροχόπτωση δεν παρουσιάζει αυξητική τάση. Οι τροπικές καταιγίδες, οι τυφώνες και οι κυκλώνες επίσης, είναι φαινόμενα που παρουσιάζουν μια αύξηση σε διάρκεια και ένταση και ήδη από το 1970 καταγράφεται αύξηση της εμφάνισης τροπικών τυφώνων κλίμακας 4 και 5 στο Βόρειο Ατλαντικό.

1.7 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΦΕΡΕΙ Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Κάθε αλλαγή που καταγράφεται στο κλιματικό σύστημα δεν έχει μόνο περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά συνδέεται άμεσα με το κοινωνικό και οικονομικό οικοδόμημα εφόσον ο άνθρωπος είναι εξαρτώμενο μέρος αυτού του συστήματος και αναπτύσσεται μέσα σε αυτό. Οι άμεσες συνέπειες είναι αυτές οι οποίες είναι ορατές και αφορούν αρχικά το φυσικό περιβάλλον γύρω μας. Οι συνακόλουθες συνέπειες αφορούν όλες εκείνες τις αλλαγές που επωμίζεται η παραγωγική δραστηριότητα σε ένα πιο βραχυπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο ορίζοντα και μακροπρόθεσμο η ανάγκη που δημιουργείται ο άνθρωπος να προσαρμοστεί τελικά στα νέα δεδομένα αλλά και

να αντιμετωπίσει όλα εκείνα τα φαινόμενα που διακόπτουν την κανονική ροή της καθημερινότητας όπως τη γνωρίζουμε.

Όλες εκείνες οι αλλαγές επομένως που έχουν καταγραφεί τα τελευταία χρόνια στο παγκόσμιο κλίμα προβλέπεται να συνεχιστούν τον 21^ο αιώνα και μετά. Το μέγεθος των αλλαγών εξαρτάται από την ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται παγκοσμίως και τα οποία παγιδεύουν θερμότητα και το πόσο ευαίσθητο είναι το κλίμα στην αύξηση της συγκέντρωσης αυτών των αερίων στην ατμόσφαιρα. Ήδη φαινόμενα όπως η αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης και της θάλασσας, η αύξηση των βροχοπτώσεων τόσο σε ένταση όσο και σε συχνότητα, ενώ παράλληλα σε άλλες γεωγραφικές περιοχές σημειώνεται επιμήκυνση των περιόδων ξηρασίας και αύξηση των κυμάτων καύσωνα επηρεάζουν όχι μόνο τα οικοσυστήματα αλλά και καίριους τομείς της οικονομίας όπως είναι η αγροτο-κτηνοτροφία, η ενέργεια, οι μεταφορές αλλά και σε κοινωνικό επίπεδο δημιουργούν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια. Σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες εκθέσεις οργανισμών όπως η αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (US-EPA) και το IPCC οι επιπτώσεις αφορούν ένα ευρύ φάσμα τομέων, όπως:

1. *Γεωργία:* Οι ακραίες μεταβολές στις καιρικές συνθήκες επηρεάζουν την γεωργική παραγωγή πράγμα το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη τροφίμων και αλλοίωση της ποιότητάς τους, η παρουσία δε ακραίων καιρικών φαινομένων που δυσκολεύουν τη διάθεσή τους στις αγορές επηρεάζουν τις παγκόσμιες τιμές τροφίμων αλλά και τις τιμές στις εγχώριες αγορές.
2. *Παράκτιες περιοχές:* οι παράκτιες περιοχές επιβαρύνονται ήδη από την ανθρώπινη δραστηριότητα, τη ρύπανση, τους ξένους μικροοργανισμούς που εισβάλλουν στα τοπικά οικοσυστήματα και τις καταιγίδες. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να διαβρώσει και να εξαφανίσει τους παράκτιους υγροβιότοπους. Η αύξηση της θερμοκρασίας και η οξίνιση των ωκεανών επίσης διαταράσσουν την ισορροπία των φυσικών συστημάτων τα οποία δυσκολεύονται να προσαρμοστούν στις νέες αλλαγές εξαιτίας και της εκτεταμένης οικιστικής ανάπτυξης στις περιοχές αυτές. Οι πλημμύρες, η υποβάθμιση των πόσιμων υδάτων, η εξάλειψη ορισμένων φυσικών ειδών επηρεάζουν σημαντικές δραστηριότητες που αποφέρουν εισόδημα σε μια οικονομία όπως τις ιχθυοκαλλιέργειες, τις θαλάσσιες μεταφορές και τον τουρισμό.

3. *Οικοσυστήματα:* Η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει τα οικοσυστήματα με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, η θέρμανση μπορεί να αναγκάσει τα είδη να μεταναστεύσουν σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη ή υψόμετρα όπου οι θερμοκρασίες είναι πιο ευνοϊκές για την επιβίωσή τους. Ομοίως, καθώς η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται, η εισβολή αλμυρού νερού σε ένα σύστημα γλυκού νερού μπορεί να αναγκάσει μερικά βασικά είδη να μετακινηθούν ή να πεθάνουν, διαταράσσοντας έτσι την τροφική αλυσίδα.
4. *Ενέργεια:* Η ποσότητα ενέργειας που παράγεται, παραδίδεται και καταναλώνεται επηρεάζεται από τις κλιματικές μεταβολές. Η παραγωγή και χρήση ενέργειας συνδέεται με πολλές πτυχές της σύγχρονης ζωής, όπως η κατανάλωση νερού, η θέρμανση, το μαγείρεμα, ο φωτισμός, η ψύξη, η χρήση αγαθών και υπηρεσιών, η μεταφορά, η οικονομική ανάπτυξη, η χρήση γης και η αύξηση του πληθυσμού. Από την άλλη είναι ένας τομέας που συμβάλλει επίσης στην αλλαγή του κλίματος εφόσον το μεγαλύτερο μερίδιο της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, η ζήτηση για ενέργεια για ψύξη το καλοκαίρι θα αυξηθεί και νέες επενδύσεις υποδομής θα απαιτηθούν για την κάλυψη στις περιόδους αιχμής. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και οι συχνότερες έντονες καταιγίδες διαταράσσουν την παραγωγή και τη διάθεση ενέργειας αφού πολλές φορές οδηγούν σε καταστροφή της υποδομής ηλεκτρικής ενέργειας, της παροχής καυσίμων, των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής ή των εγκαταστάσεων αποθήκευσης.
5. *Δασικές εκτάσεις:* Οι κλιματικές αλλαγές μεταβάλλουν τη συχνότητα και την ένταση των δασικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένων των πυρκαγιών, των καταιγίδων, των επιδημιών των εντόμων και της εμφάνισης ξενικών ειδών. Επιπλέον, επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των δασών μέσω αλλαγών στη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και της ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα που επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών. Συνεπώς, η κλιματική αλλαγή λειτουργεί ως επιβαρυντικός παράγων στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν ήδη τα δάση από την οικιστική ανάπτυξη και την ατμοσφαιρική ρύπανση.
6. *Ανθρώπινη υγεία:* Ένα θερμότερο κλίμα αναμένεται να αυξήσει τον κίνδυνο ασθενειών και θανάτου από υπερβολική θερμότητα και κακή ποιότητα του αέρα. Ακόμη ασθένειες που μεταδίδονται μέσω εντόμων τα οποία ευδοκιμούν στις παρατεταμένες θερμές και υγρές περιόδους ή ασθένειες που σχετίζονται με την

αναπνοή μπορεί να αποκτήσουν επιδημικό χαρακτήρα μεταξύ των πληθυσμών. Τα ίδια ακραία καιρικά φαινόμενα απειλούν την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια.

7. *Μεταφορές:* Ομοίως, η αύξηση της έντασης και της διάρκειας των φαινομένων αυτών προκαλεί ζημιές στις υποδομές των μεταφορικών συστημάτων με αποτέλεσμα να διακόπτεται η ροή των αγαθών από τον τόπο προέλευσης στον τόπο προορισμού αλλά και να δυσχεραίνονται οι μετακινήσεις των πολιτών γενικότερα με ό,τι συνεπάγεται αυτό για την οικονομία αλλά και την ανάγκη επενδύσεων στο μέλλον στον τομέα αυτό.
8. *Υδάτινοι πόροι:* Οι υδάτινοι πόροι είναι σημαντικοί τόσο για την κοινωνία όσο και για τα οικοσυστήματα. Μια αξιόπιστη και καθαρή παροχή πόσιμου νερού συμβάλλει στη διατήρηση της υγείας μας. Χρειαζόμαστε επίσης νερό για τη γεωργία, την παραγωγή ενέργειας, την πλοήγηση, την αναψυχή και τη βιομηχανική παραγωγή. Σε πολλούς τομείς, η αλλαγή του κλίματος είναι πιθανό να αυξήσει τη ζήτηση νερού, ενώ συρρικνώνονται τα αποθέματα νερού. Αυτή η μεταβαλλόμενη ισορροπία θα αναγκάσει τους διαχειριστές των υδάτων να ανταποκριθούν ταυτόχρονα στις ανάγκες των αναπτυσσόμενων κοινοτήτων, των ευαίσθητων οικοσυστημάτων, των αγροτών, των κτηνοτρόφων, των παραγωγών ενέργειας και των κατασκευαστών. Σε ορισμένες περιοχές, η έλλειψη νερού είναι λιγότερο πρόβλημα από τις αυξήσεις της απορροής, των πλημμυρών ή της αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Τα φαινόμενα αυτά όμως μπορούν να αλλοιώσουν την ποιότητα του νερού και να βλάψουν την υποδομή που χρησιμοποιούμε για τη μεταφορά και την παροχή του.
9. *Κοινωνία:* Τα ανθρώπινα συστήματα παρουσιάζονται ιδιαίτερα ευάλωτα στις ακραίες μεταβολές των κλιματολογικών συνθηκών. Οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν την κοινωνία μας γενικότερα, ορισμένες ομάδες ανθρώπων όμως πιθανότατα θα αντιμετωπίσουν μεγαλύτερες προκλήσεις από άλλες και ιδιαίτερα εκείνοι που ζουν σε παράκτιες περιοχές που είναι ευάλωτες στις θύελλες, στην ξηρασία και στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας ή άτομα που ζουν σε συνθήκες φτώχειας, οι ηλικιωμένοι και οι κοινότητες μεταναστών. Ομοίως, ορισμένα είδη επαγγελματιών και βιομηχανίες που συνδέονται στενά με τον καιρό και το κλίμα, όπως ο υπαίθριος τουρισμός, το εμπόριο και η γεωργία, θα κληθούν να αντιμετωπίσουν σημαντικές προκλήσεις.

1.8 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η τελευταία έκθεση της ομάδας «διαΝΕΟσις» (Καρτάλης κ.α., 2017) κατέδειξε πιθανές συνέπειες που επηρεάζουν και την Ελλάδα για το διάστημα 2046-2065. Σύμφωνα με τη μελέτη ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού που ζουν στις μεγαλύτερες πόλεις της χώρας θα αντιμετωπίσει επιβαρυνμένες θερμικές συνθήκες λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Ακόμη η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας προβλέπεται να επηρεάσει την υγεία μεγάλου μέρους του πληθυσμού ιδιαίτερα τις ηλικίες άνω των 65 ετών, να οδηγήσει στην επιμήκυνση της τουριστικής περιόδου και σε αυξημένη δαπάνη ψύξης στους καλοκαιρινούς τουριστικούς προορισμούς ενώ αντίστοιχα η δαπάνη θέρμανσης αναμένεται να μειωθεί στους χειμερινούς τουριστικούς προορισμούς. Ορισμένα χιονοδρομικά κέντρα σε πιο χαμηλό υψόμετρο θα παρουσιάσουν μείωση της ποσότητας του χιονιού. Όσον αφορά τις αμπελοκαλλιέργειες, οι επιπτώσεις θα είναι θετικές για τις βόρειες περιοχές της χώρας προσωρινά και αρνητικές για τις νότιες. Η μειωμένη αγροτική παραγωγή στη Θεσσαλία και την κεντρική Μακεδονία καταγράφεται επίσης μεταξύ των αρνητικών επιπτώσεων.

Το άλλο κομμάτι που θα επηρεάσει τη χώρα μας σχετίζεται με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας από την οποία κινδυνεύει να χαθεί το 3.5% της έκτασης της χώρας. Δημοφιλείς παραλίες κινδυνεύουν να εξαφανιστούν ή να υποχωρήσουν αρκετά με το νερό να κατακλύζει δρόμους και κτίρια. Τα δέλτα μεγάλων ποταμών εκτιμάται ότι θα μετατραπούν σε θαλάσσιους κόλπους και εκτεταμένες εργασίες αναβάθμισης και θωράκισης θα απαιτηθούν σε λιμένες και μαρίνες.

1.9 ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η δεκαετία του '70 θεωρείται ως η κατεξοχήν περίοδος κατά την οποία το θέμα του περιβάλλοντος τέθηκε με ένταση, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο (Κοτρίκλα, 2015). Νωρίτερα είχε ξεκινήσει ήδη μια σειρά διεθνών πρωτοβουλιών που αντιμετώπιζαν επιμέρους περιβαλλοντικά θέματα, πολλές από τις οποίες απέκτησαν και δεσμευτικό χαρακτήρα, πάντα όμως με μια περιπτώσιολογική προσέγγιση για την αντιμετώπιση της διαφαινόμενης περιβαλλοντικής κρίσης.

Ωστόσο η υποβάθμιση του περιβάλλοντος είχε αρχίσει να γίνεται σημαντικό πολιτικό θέμα σε πολλές βιομηχανικές χώρες και τα περιβαλλοντικά προβλήματα άρχισαν να εμφανίζονται στις επίσημες πολιτικές ατζέντες. Έναυσμα για αυτό στάθηκαν και κάποιες περιβαλλοντικές καταστροφές που έλαβαν μεγάλη δημοσιότητα όπως η προσάραξη του πετρελαιοφόρου Torrey Canyon το 1967 και μια δεκαετία μετά, το 1978, του πετρελαιοφόρου Amoco Cadiz.

Περνώντας στη δεκαετία του '80, η επιστημονική κοινότητα έχει πλέον διαμορφώσει μια σαφή εικόνα για τα προβλήματα του περιβάλλοντος σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο και παράλληλα η κοινή γνώμη έχει ευαισθητοποιηθεί για τα θέματα αυτά. Στη δεκαετία αυτή βλέπουμε λοιπόν να αναδεικνύονται προβλήματα όπως (Κοτρίκλα, 2015): α) το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που προκαλείται από τις εκπομπές CO₂ λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων, β) η καταστροφή των τροπικών δασών για την εκμετάλλευση ξυλείας και για την ανάπτυξη της γεωργίας (τα τροπικά δάση, ως απορροφητές του CO₂ κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη μείωση του CO₂ της ατμόσφαιρας), γ) η ρύπανση και η υπερεκμετάλλευση των πόσιμων υδάτων, υπόγειων και επιφανειακών, δ) η υπερεκμετάλλευση των αλιευμάτων, ε) η μείωση και η απειλή εξαφάνισης ορισμένων ειδών, στ) η καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος. Σχηματίζεται επομένως η κοινή αντίληψη ότι τα θέματα του περιβάλλοντος απαιτούν μια συνολική προσέγγιση σε περιφερειακή ή παγκόσμια κλίμακα με στόχο την ορθή χρήση των φυσικών πόρων οι οποίοι δεν είναι ανεξάντλητοι –όπως θεωρούνταν μέχρι τότε- και με έμφαση στην πρόληψη της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και όχι στην καταστολή.

Το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας συγκλήθηκε από τον ΟΗΕ η Παγκόσμια Διάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη με τη συμμετοχή εκπροσώπων της πολιτικής εξουσίας, μη κυβερνητικών οργανώσεων και επιστημονικών φορέων με αισθητή τη μετακίνηση του ενδιαφέροντος στο περιβάλλον σε συνδυασμό με την ανάπτυξη. Δύο έτη νωρίτερα –το 1990- είχε προηγηθεί η πρώτη επίσημη έκθεση αξιολόγησης από τη νεοσύστατη τότε Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) η οποία εξέφραζε τα συμπεράσματα 400 επιστημόνων που συμφωνούσαν ότι η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας είναι πραγματική και πρέπει να ληφθούν μέτρα γι' αυτό. Αποτέλεσμα της διάσκεψης αυτής ήταν η σύσταση δύο συμβάσεων υποχρεωτικού

χαρακτήρα: η Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα και η Σύμβαση-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή. Οι δύο αυτές συμβάσεις αποτέλεσαν το ρυθμιστικό πλαίσιο για δύο από τα σοβαρότερα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα πλανητικής κλίμακας, την απώλεια της βιοποικιλότητας και το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Κοτρίκλα, 2015).

Η Σύμβαση-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) τέθηκε σε ισχύ το 1994 και σήμερα αριθμεί 197 μέρη πράγμα που την καθιστά ως την πιο ευρέως αποδεκτή περιβαλλοντική συμφωνία. Στόχος της σύμβασης αποτελεί η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδο που να αποτρέπει την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρεμβολή στο κλιματικό σύστημα. Επιπλέον, το κείμενο της σύμβασης δηλώνει ότι το επίπεδο αυτό θα πρέπει να επιτευχθεί σε ένα επαρκές χρονικό πλαίσιο που θα επιτρέψει στα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν φυσικά στην κλιματική αλλαγή, να διασφαλιστεί ότι δεν απειλείται η παραγωγή τροφής και η οικονομική ανάπτυξη να καταστεί ικανή να προχωρήσει με βιώσιμο τρόπο (UNFCCC).

Η Σύμβαση καθόρισε ένα γενικό πλαίσιο αναγνωρίζοντας τις αρχές εκείνες πάνω στις οποίες επρόκειτο τα κράτη να λάβουν μετέπειτα αποφάσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής όπως την αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης, την αρχή της πρόληψης, την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», και την αρχή της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης (Κοτρίκλα, 2015). Επίσης, δημιουργήθηκε το θεσμικό όργανο που θα παρακολουθούσε την εφαρμογή της σε τακτά διαστήματα, η Σύνοδος των Συμβαλλομένων μερών (Conference of the Parties – the COP) η οποία συγκεντρώνει τους εκπροσώπους όλων των κρατών που έχουν αποδεχθεί τη συμφωνία. Ωστόσο, η ίδια η Σύμβαση αποτέλεσε περισσότερο μια γενική συμφωνία μεταξύ των μερών παρά ένα συγκεκριμένο σχέδιο δράσης με στόχους μείωσης και χρονικές δεσμεύσεις με αποτέλεσμα να συνεχιστούν οι διεθνείς διαπραγματεύσεις και το Δεκέμβριο του 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας να υπογραφεί το ομώνυμο Πρωτόκολλο που πλέον αποκτούσε δεσμευτικό χαρακτήρα.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο βασιζόμενο στο πλαίσιο της UNFCCC έθεσε ποσοτικούς στόχους μείωσης ή σταθεροποίησης των εκπομπών για τις αναπτυγμένες χώρες και ορισμένες χώρες του πρώην ανατολικού συνασπισμού στη βάση της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης, γιατί αναγνωρίζει ότι οι χώρες αυτές ευθύνονται

ιστορικά για τα αυξημένα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αλλά και γιατί οι χώρες αυτές μπορούν να διαθέσουν τα μέσα που απαιτούνται για τη μείωση τους. Οι στόχοι αυτοί προέβλεπαν μείωση των συνολικών εκπομπών έξι αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) σε ποσοστό 5.2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, το οποίο επιμερίστηκε μεταξύ των χωρών που ανέλαβαν τις ανάλογες δεσμεύσεις, και με ορίζοντα εφαρμογής τη χρονική περίοδο 2008-2012. Εκτός αυτού η τήρηση αυτών των δεσμεύσεων αποτελεί πλέον νομική υποχρέωση και οι χώρες θα έπρεπε να αναπτύξουν πολιτικές και μέτρα μείωσης των εκπομπών καθώς και να υποβάλλουν σχετικές εκθέσεις.

Ύστερα από πολυάριθμες διαπραγματεύσεις και ένα αριθμό συνδιασκέψεων για τη ρύθμιση τεχνικών ζητημάτων αλλά και γύρω από ζητήματα όπως τη συμμόρφωση, τη χρηματοδότηση των μέτρων και τους ευέλικτους μηχανισμούς που προέβλεπε, το Πρωτόκολλο του Κιότο ήρθε τελικά σε εφαρμογή το Φεβρουάριο του 2005. Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί ότι εκτός από τα αέρια του θερμοκηπίου στο Παράρτημα Α' του Πρωτοκόλλου αναφέρονται και οι πηγές/τομείς που ρυθμίζονται. Οι πηγές περιλαμβάνουν τον τομέα της ενέργειας (συμπεριλαμβανόμενων και των μεταφορών), τη βιομηχανία, τη γεωργία, τα απόβλητα και τους διαλύτες (Κοτρίκλα, 2015).

Ιδιαίτερος για τις αεροπορικές και ναυτιλιακές μεταφορές λόγω του διεθνούς χαρακτήρα των τομέων αυτών το Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνει διατάξεις που τις εξαιρεί από τα συνολικά εθνικά στοιχεία των απογραφών. Επίσης, αναφέρεται ότι οι αναπτυγμένες χώρες θα πρέπει να επιδιώξουν μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία και τις αεροπορικές μεταφορές συνεργαζόμενες με τον IMO (International Maritime Organization) και τον ICAO (International Civil Aviation Organization), τους δύο οργανισμούς του ΟΗΕ για τη ναυτιλία και τις αερομεταφορές, αντίστοιχα.

1.9.1 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΙΣΙΩΝ

Οι διαπραγματεύσεις προς την επίτευξη μιας παγκόσμιας δεσμευτικής συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή συνεχίστηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της πρώτης δεκαετίας του 21^{ου} αιώνα εφόσον η πρώτη περίοδος εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κιότο θα έληγε χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένο σχέδιο για τη μετέπειτα πορεία που θα ακολουθούσαν τα κράτη στο θέμα αυτό. Σημαντική ήταν η εξέλιξη στη

Σύνοδο της Κοπεγχάγης το 2009, όπου για πρώτη φορά οι χώρες που συγκέντρωναν το μεγαλύτερο ποσοστό (80%) των παγκόσμιων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου αναγνώρισαν ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα έπρεπε να μειωθούν ώστε να συγκρατηθεί η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης στους 2 βαθμούς Κελσίου μέχρι το 2050 (Δούση, 2017). Παρόλα αυτά για άλλη μια φορά δεν τέθηκαν συγκεκριμένοι στόχοι μείωσης ή κάποιος μηχανισμός επιτήρησης των συμφωνηθέντων και οι συζητήσεις συνεχίστηκαν τα επόμενα χρόνια με σκοπό τη σύναψη μιας νέας παγκόσμιας συμφωνίας για το κλίμα που θα καλύπτει όλες τις χώρες.

Κατά την 21^η Σύνοδο των Συμβαλλομένων μερών στο Παρίσι στις 12 Δεκεμβρίου 2015 τα μέρη της UNFCCC πέτυχαν συμφωνία ορόσημο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αφού για πρώτη φορά όλα τα έθνη (τόσο τα ανεπτυγμένα όσο και τα αναπτυσσόμενα) προσανατολίζονται σε ένα κοινό στόχο: την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την προσαρμογή στις επιπτώσεις που αυτή φέρει, ενισχύοντας παράλληλα τις αναπτυσσόμενες χώρες προς αυτή την κατεύθυνση. Κύριος στόχος της συμφωνίας είναι ο περιορισμός της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της Γης σε λιγότερο από 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα καθώς και η συνέχιση των προσπαθειών να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας περαιτέρω στον 1.5 βαθμό Κελσίου. Ο τρόπος που θα ακολουθήσουν τα συμβαλλόμενα κράτη για να το πετύχουν είναι αρχικά να κορυφώσουν τις εκπομπές τους το συντομότερο δυνατό και στη συνέχεια να τις μειώσουν γρήγορα.

Η συμφωνία προβλέπει ότι οι στόχοι και οι στρατηγικές μείωσης των εκπομπών θα καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο. Πριν και κατά τη διάσκεψη του Παρισιού οι χώρες υπέβαλαν ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια δράσης για το κλίμα με στόχο τη μείωση των εκπομπών τους τα οποία αναμένεται να αποτελέσουν τον «οδικό χάρτη» για τη συλλογική προσπάθεια (Δούση, 2017). Επιπλέον, όλα τα κράτη οφείλουν να αναφέρουν σε τακτά χρονικά διαστήματα στοιχεία σχετικά με τις εκπομπές τους, τις προσπάθειες για την εφαρμογή των σχεδίων μείωσης καθώς και να αναθεωρούν τους στόχους τους. Όλες αυτές οι πληροφορίες θα καταγράφονται και θα δημοσιοποιούνται σε διεθνές επίπεδο. Επιπλέον, θα υπάρχει έλεγχος της προόδου της συλλογικής προσπάθειας κάθε πέντε χρόνια. Η Συμφωνία των Παρισίων ήλθε σε εφαρμογή στις 4 Νοεμβρίου 2016 μετά την επικύρωση από 55 χώρες που κατέχουν το

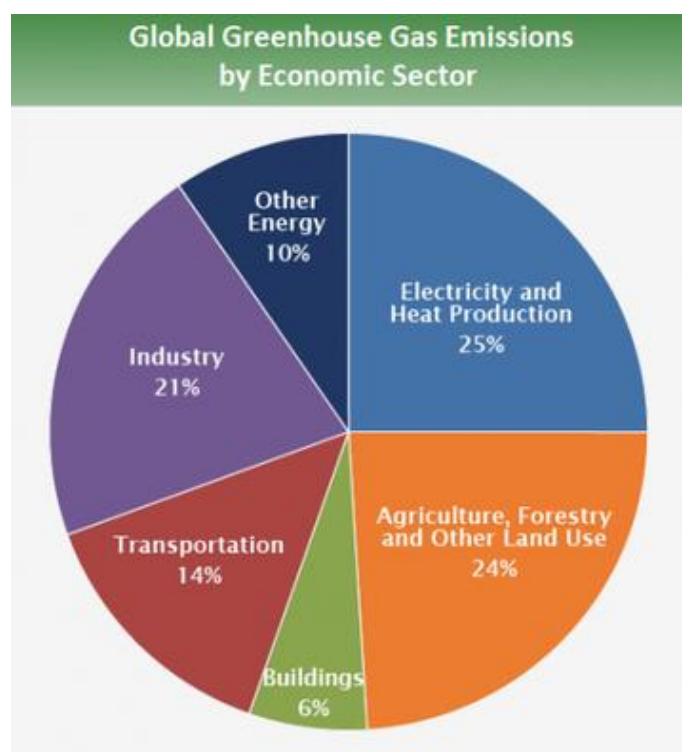
55% των παγκόσμιων εκπομπών, 11 μήνες μετά την υπογραφή της, όταν για το Πρωτόκολλο του Κιότο χρειάστηκαν 7 έτη, γεγονός που καταδεικνύει την αλλαγή στάσης της διεθνούς κοινότητας. Στις αρχές του 2017 ένα σύνολο 125 χωρών είχαν επικυρώσει τη συμφωνία.

Το τελικό κείμενο ωστόσο δεν έκανε καμία αναφορά στην ναυτιλία ή την αεροπορία, με ανακοίνωση του όμως το Διεθνές Ναυτιλιακό Επιμελητήριο (International Chamber of Shipping-ICS) τόνισε ότι η διεθνής ναυτιλία θα συνεχίσει μέσω του IMO (International Maritime Organization) να λαμβάνει μέτρα για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα όπως είχε οριστεί αρχικά από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥΣ

2.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, οι ανθρωπογενείς εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου παράγονται κυρίως από την καύση των ορυκτών καυσίμων αλλά και από άλλες παράλληλες δραστηριότητες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα παραγωγικών διαδικασιών της παγκόσμιας οικονομίας. Το παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνει τα μερίδια των επιμέρους τομέων της οικονομίας στις συνολικές εκπομπές:



Διάγραμμα 6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά οικονομικό τομέα (Πηγή: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Sector>)

Συγκεκριμένα:

Α. Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμικής ενέργειας: Η καύση του άνθρακα, του φυσικού αερίου και του πετρελαίου για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας αποτελεί την πρώτη κατηγορία με ποσοστό συνεισφοράς 25% στις εκπομπές.

Β. Γεωργία, δασοκομία και άλλες χρήσεις γης: Η καλλιέργεια της γης, η κτηνοτροφία αλλά και οι αποψιλώσεις των δασικών εκτάσεων αποτελούν τη δεύτερη κατηγορία με ποσοστό 24%.

Γ. Βιομηχανία: ο τομέας της βιομηχανίας συμμετέχει με ποσοστό 21% και περιλαμβάνει την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας στις εγκαταστάσεις καθώς και εκπομπές από χημικές και μεταλλουργικές διεργασίες.

Δ. Μεταφορές: οι συνολικές εκπομπές αυτού του τομέα ανέρχονται σε ποσοστό 14% και αφορούν πρωτίστως ορυκτά καύσιμα που καίγονται για οδικές, σιδηροδρομικές, εναέριες και θαλάσσιες μεταφορές. Το σύνολο σχεδόν (95%) της ενέργειας που χρησιμοποιείται στις μεταφορές προέρχεται από καύσιμα με βάση το πετρέλαιο, κυρίως βενζίνη και ντίζελ.

Ε. Κτήρια: οι εκπομπές που σχετίζονται με αυτόν τον τομέα ανέρχονται στο 6% και αφορούν κυρίως στην καύση ορυκτών για την παραγωγή θερμότητας και μαγειρέματος.

ΣΤ. Άλλο: στην κατηγορία αυτή εντάσσονται όλες οι εκπομπές από τον τομέα της ενέργειας που δε συνδέονται άμεσα με την παραγωγή ηλεκτρισμού ή θερμότητας όπως η εξόρυξη καυσίμων, η διύλιση, η επεξεργασία και η μεταφορά.

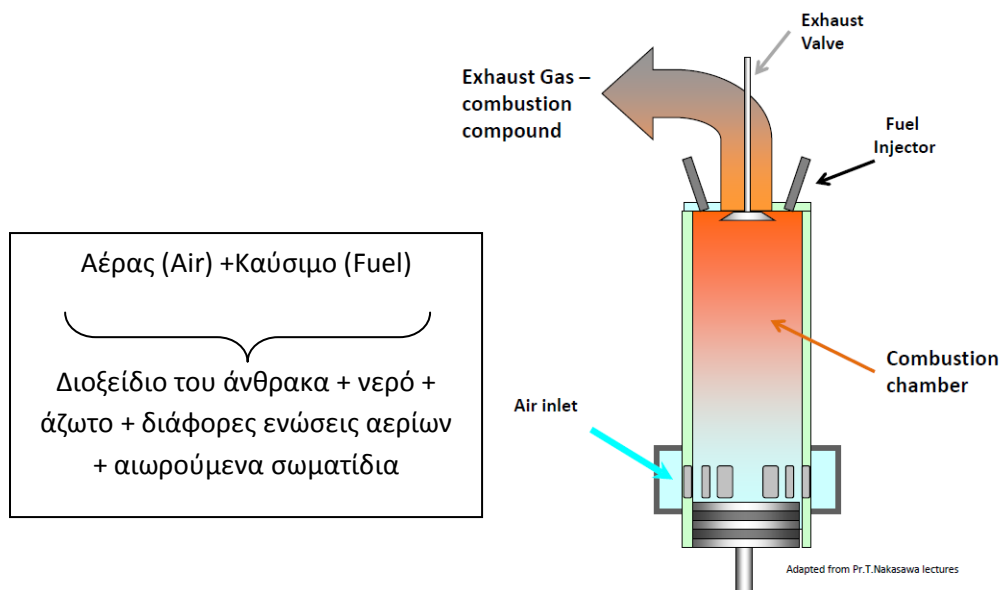
Εξετάζοντας ειδικότερα τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών όσον αφορά τη συμβολή του στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, αυτή προέρχεται κυρίως από την κατανάλωση ναυτιλιακών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την κίνηση των πλοίων. Σε μια ναυτική μηχανή η πρόσμιξη οξυγόνου και καυσίμου προκαλεί την καύση η οποία μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια που δίνει την απαιτούμενη πρόωση στο πλοίο. Μέσα από τη διαδικασία αυτή αποβάλλεται θερμική ενέργεια και παράγονται καυσαέρια.

Τα καυσαέρια μιας ναυτικής μηχανής περιέχουν κατά κύριο λόγο άζωτο (N_2), οξυγόνο (O_2), υδρατμούς (H_2O) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Σε πολύ μικρότερο ποσοστό περιέχουν οξειδία του αζώτου (NO_x), οξειδία του θείου (SO_x), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστους υδρογονάνθρακες και αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter – PM) (Κοτρίκλα, 2015). Η σχέση μεταξύ κατανάλωσης καυσίμου και μάζας CO_2 προέρχεται από τη χημική σύνθεση του καυσίμου το οποίο κατά κύριο λόγο περιέχει υδρογονάνθρακες. Αυτό αποδίδει άνθρακα με κλάσμα μάζας μεταξύ

85% και 87.5% (Acomi et al, 2014) ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται –εάν είναι αποσταγματικό (MDO, MGO) ή υπολειμματικό (HFO). Η ναυτιλιακή βιομηχανία χρησιμοποιεί κυρίως τα ακόλουθα καύσιμα: πετρέλαιο ντίζελ πλοίων / πετρέλαιο εσωτερικής καύσης, ελαφρύ μαζούτ και βαρύ μαζούτ.

Οι εκπομπές οξειδίων του θείου (SOx) οφείλονται στις υψηλές περιεκτικότητες σε θείο των ναυτιλιακών καυσίμων. Το άζωτο (N₂), ενώ υπό κανονικές θερμοκρασίες είναι χημικά αδρανές και δεν αντιδρά με το οξυγόνο (O₂) του αέρα, μέσα στις μηχανές εσωτερικής καύσης, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν, αντιδρά με το οξυγόνο και οξειδώνεται σε οξείδια του αζώτου, γνωστά ως NOx – μονοξείδιο του αζώτου (NO) και διοξείδιο του αζώτου (NO₂). Τα NOx μπορεί επίσης να σχηματιστούν (σε μικρότερο ποσοστό) από την καύση συστατικών των καυσίμων που περιέχουν άζωτο. Επομένως, και σε αντίθεση με τα SOx, ο έλεγχος των NOx δεν μπορεί να γίνει με βελτιώσεις στη σύσταση των καυσίμων, αλλά με βελτιώσεις στη διαδικασία της καύσης. Από τη διαδικασία της καύσης προκύπτουν και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM). Μπορεί να προέρχονται από τη συσσώρευση πολύ μικρών σωματιδίων που δεν κάηκαν ή κάηκαν ατελώς, από άκαυστο λιπαντικό έλαιο, στάχτη πετρελαίου καυσίμου ή θεικού άλατος και νερού. Ειδικά στις εξατμίσεις των πλοίων, παράγονται κυρίως σωματίδια θεικών και καπνιάς (Κοτρίκλα, 2015).

Internal combustion engine - two stroke diesel engine



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας μιας δίχρονης μηχανής εσωτερικής καύσης (MEK) (IMO)

Η διεθνής ναυτιλία αποτελεί το πιο φιλικό μέσο μεταφοράς προς το περιβάλλον και ταυτόχρονα το πιο αποδοτικό σε όρους συνολικού μεταφορικού έργου και συνεισφοράς στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αν λάβει κανείς υπόψη ότι το 90% του παγκόσμιου εμπορίου κατά όγκο μετακινείται δια θαλάσσης. Υπάρχουν αρκετά στοιχεία που αποδεικνύουν τα παραπάνω με πιο αντιπροσωπευτική την τρίτη έκθεση του IMO (2014) όπου αναφέρεται ότι η διεθνής ναυτιλία συμμετείχε με ένα ποσοστό 2.2% στις παγκόσμιες εκπομπές το οποίο βαίνει μειούμενο συγκριτικά με τα αποτελέσματα της προηγούμενης έκθεσης του 2009 και το 2.7% που αντιστοιχούσε στη ναυτιλία. Ωστόσο αναγνωρίζεται ότι ακόμη και αυτές οι εκπομπές της ναυτιλιακής βιομηχανίας στο σύνολό τους (2.2%) δεν είναι αμελητέες αφού μπορούν να συγκριθούν σε μέγεθος με εκείνες μιας μεγάλης εθνικής οικονομίας.

Ήδη από το 1997 όταν ο IMO αναγνωρίστηκε από το Πρωτόκολλο του Κιότο ως ο υπεύθυνος οργανισμός για τον περιορισμό και τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τη διεθνή ναυτιλία αυτό οδήγησε στην εκπόνηση της πρώτης μελέτης που ολοκληρώθηκε το 2000. Η πρώτη αυτή μελέτη του IMO καταδείκνυε βασισμένη σε στοιχεία του 1996 ότι τα πλοία εξέπεμπαν περίπου 420 εκατομμύρια τόνους CO₂ ετησίως και συνεπώς συνέβαλαν κατά 1.8% στις συνολικές

παγκόσμιες ανθρωπογενείς εκπομπές για τη χρονιά εκείνη. Επίσης, κατέληγε σε ορισμένα πολύ βασικά συμπεράσματα όπως ότι η ναυτιλία πράγματι αποτελεί το πιο ενεργειακά αποδοτικό μέσο μεταφοράς σε σχέση με τα άλλα μέσα (χερσαία, αέρια) αλλά και τη δυσκολία που υπάρχει να εκτιμηθεί με ακρίβεια ο συνολικός αντίκτυπος της ναυτιλίας εξαιτίας της απόκλισης των στοιχείων που αφορούν τα καύσιμα και των αβεβαιοτήτων που υπάρχουν στα μοντέλα κατανάλωσης καυσίμου. Ακόμη, σημείωνε ότι, ενώ σημαντική μείωση των εκπομπών μπορεί να επιτευχθεί μέσα από λειτουργικά και τεχνικά μέτρα, η αύξηση της ζήτησης για ναυτιλιακές υπηρεσίες μπορεί να αναχαιτίσει την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται.

Παρά τη σπουδαιότητα της μελέτης αυτής, δεν υπήρξε κάποια άμεση ρύθμιση μετά την παρουσίασή της αλλά οι συνεχιζόμενες διαβουλεύσεις για τη συμμετοχή του IMO και την προσέγγιση του στο θέμα της κλιματικής αλλαγής δημιούργησαν την ανάγκη για μια νέα αναθεωρημένη μελέτη, η οποία ξεκίνησε το 2007 και ολοκληρώθηκε το 2009. Η δεύτερη αυτή μελέτη επικαιροποίησε τα αριθμητικά στοιχεία για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία και παρουσίασε μια εκτίμηση για τις δυνατότητες που υπάρχουν αυτές να μειωθούν σε ένα ποσοστό 25%-75% σε σχέση με τα επίπεδα που είχαν καταγραφεί, εφαρμόζοντας διαφορετικές τεχνολογίες και ενεργειακά αποδοτικά λειτουργικά μέτρα λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τη σχέση κόστους-αποδοτικότητας. Τα επίπεδα εκπομπών της διεθνούς

	International shipping (million tonnes)	Total shipping	
		million tonnes	CO ₂ equivalent
CO ₂	870	1050	1050
CH ₄	Not determined*	0.24	6
N ₂ O	0.02	0.03	9
HFC	Not determined*	0.0004	≤6

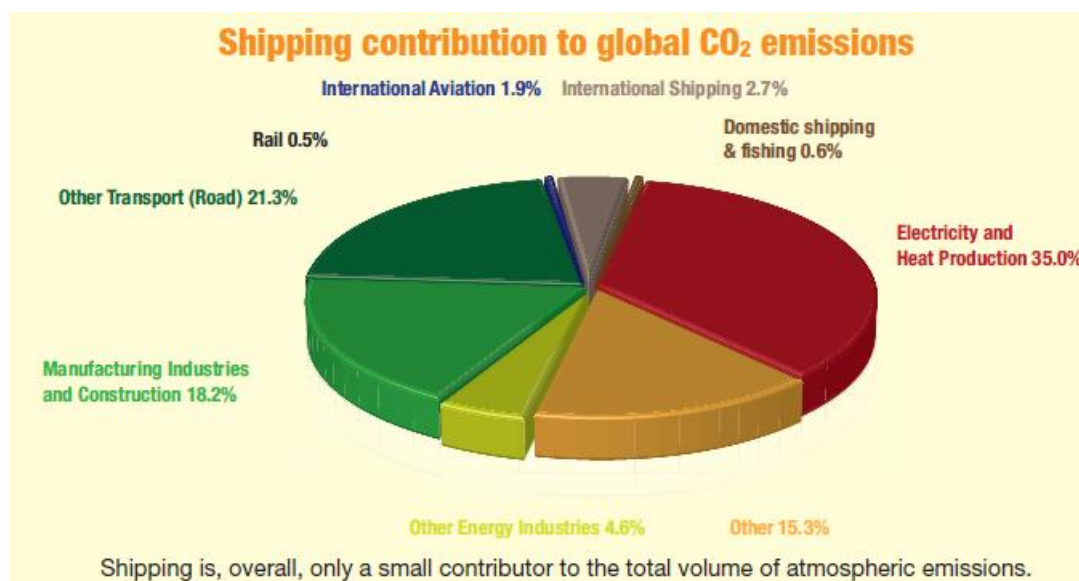
* A split into domestic and international emissions is not possible.

Πίνακας 1: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία το 2007 (2nd IMO GHG Study 2009)

ναυτιλίας όπως στοιχειοθετήθηκαν κατέδειξαν ότι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι το κυρίαρχο αέριο -σε όρους ποσότητας αλλά και δυναμικού θέρμανσης- για το οποίο θα έπρεπε να ληφθούν μέτρα μέσα σε ένα κανονιστικό πλαίσιο.

Από το παρακάτω διάγραμμα που δημοσιεύτηκε στη μελέτη του 2009 μπορούμε να δούμε το μερίδιο της διεθνούς ναυτιλίας στις εκπομπές CO₂ σε σχέση με τα άλλα μέσα μεταφοράς αλλά και τους άλλους παραγωγικούς τομείς το οποίο

ανέρχεται στο 2.7% για τα πλοία που εκτελούν διεθνείς πλόες και 3,3% συνολικά για τη ναυτιλία και το οποίο μεταφράζεται σε 870 εκατομμύρια τόνους και 1046 εκατ. τόνους αντίστοιχα για την περίοδο αυτή.



Διάγραμμα 7: Συνεισφορά της ναυτιλίας στις παγκόσμιες εκπομπές CO₂ (IMO)

Αξίζει να σημειωθεί ότι το χρόνο που έλαβε χώρα η μελέτη, παρότι σημειωνόταν παγκόσμια ύφεση, τα μεγέθη της ναυτιλίας είχαν αυξηθεί σε σχέση με την προηγούμενη έκθεση αφενός και αφετέρου τα σενάρια που εξετάζονταν μελλοντικά προέβλεπαν περαιτέρω ανάπτυξη των ναυτιλιακών εκπομπών σε επίπεδα που να αυξάνουν το ποσοστό της ναυτιλίας μεταξύ 12% και 18% έως το 2050 κυρίως λόγω αύξησης της ζήτησης για ναυτιλιακές μεταφορές. Τελικά, στο σύνολό της η μελέτη αυτή παρείχε δεδομένα βασισμένα στην έρευνα ώστε να αποτελέσει το επιστημονικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο ο IMO θα ανέπτυξε αργότερα την πολιτική και τα ρυθμιστικά εκείνα μέτρα μείωσης των εκπομπών από τη ναυτιλία.

Το 2014 δημοσιεύτηκε η τρίτη μελέτη του IMO που στόχο είχε την επικαιροποίηση των δεδομένων της προηγούμενης μελέτης του 2009 και εστίαζε στην καταγραφή των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων από τη ναυτιλία για το διάστημα 2007-2012 και στην ανάπτυξη σεναρίων για την πρόβλεψη μελλοντικών εκπομπών την περίοδο 2012-2050. Τα νέα στοιχεία καταδεικνύουν μείωση της εκπεμπόμενης ποσότητας CO₂, όταν το 2012 καταγράφεται για το σύνολο της ναυτιλίας ποσότητα 938 εκατ. τόνοι και για τη διεθνή ναυτιλία 796 εκατ. τόνοι που αντιπροσωπεύουν το 2.6% και 2.2% των παγκόσμιων εκπομπών αντίστοιχα. Ακόμη, καταγράφονται στοιχεία και για άλλα αέρια του θερμοκηπίου όπως το μεθάνιο (CH₄)

και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), για τα οποία η διεθνής ναυτιλία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή (συμπεριλαμβανομένου του διοξειδίου του άνθρακα) 816 εκατ. τόνων ισοδύναμου CO₂ (CO₂e) που αντιστοιχεί σε ποσοστό 2.1% των παγκόσμιων εκπομπών. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα μεγέθη των εκπομπών ανά έτος αλλά και κατά μέσο όρο για όλα τα έτη της μελέτης, διαχωρίζοντας τη διεθνή ναυτιλία από το σύνολο των πλοίων που δραστηριοποιούνται παγκοσμίως και σε εγχώρια ύδατα ή την αλιεία.

Third IMO GHG Study 2014 CO₂

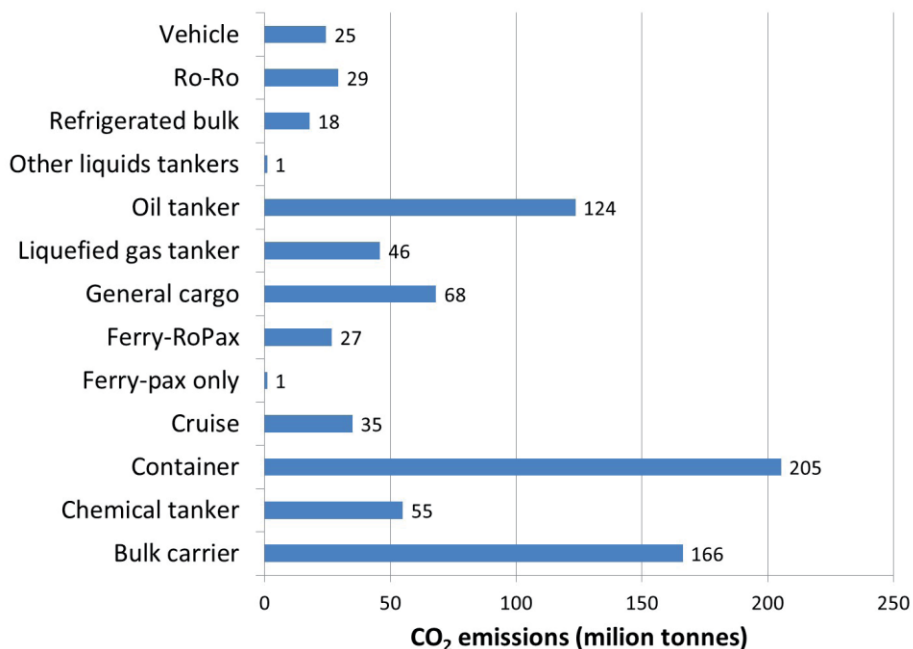
Year	Global CO ₂ ¹	Total shipping	% of global	International shipping	% of global
2007	31,409	1,100	3.5%	885	2.8%
2008	32,204	1,135	3.5%	921	2.9%
2009	32,047	978	3.1%	855	2.7%
2010	33,612	915	2.7%	771	2.3%
2011	34,723	1,022	2.9%	850	2.4%
2012	35,640	938	2.6%	796	2.2%
Average	33,273	1,015	3.1%	846	2.6%

Third IMO GHG Study 2014 CO₂e

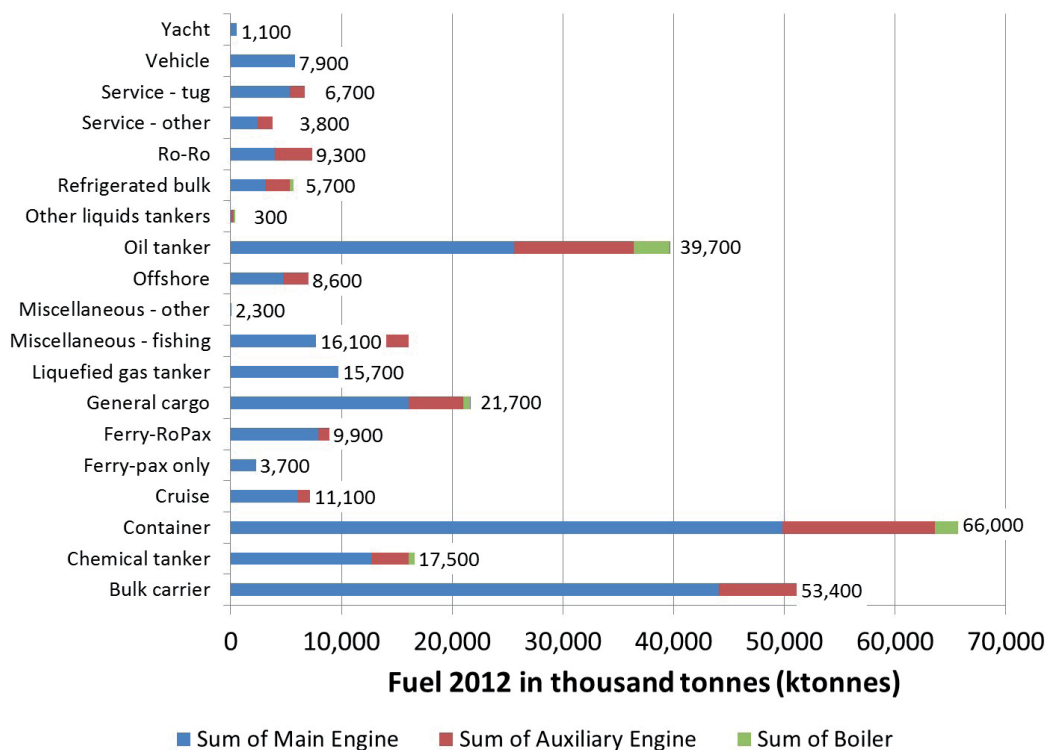
Year	Global CO ₂ e ²	Total shipping	% of global	International shipping	% of global
2007	34,881	1,121	3.2%	903	2.6%
2008	35,677	1,157	3.2%	940	2.6%
2009	35,519	998	2.8%	873	2.5%
2010	37,085	935	2.5%	790	2.1%
2011	38,196	1,045	2.7%	871	2.3%
2012	39,113	961	2.5%	816	2.1%
Average	36,745	1,036	2.8%	866	2.4%

Πίνακας 2: Εκπομπές CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου (σε CO₂e) από τη ναυτιλία σε σχέση με το σύνολο των παγκόσμιων εκπομπών) (Third IMO GHG Study 2014)

Η κατανάλωση καυσίμων για πρόωση από την κύρια μηχανή (main engine) των πλοίων είναι η πρωταρχική πηγή που παράγει τις ποσότητες των εκπομπών όπως κατανέμονται παραπάνω. Ακολουθούν οι βοηθητικές μηχανές (auxiliary engines) που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι λέβητες (boilers) για την παραγωγή ατμού. Επιπλέον, τρεις τύποι πλοίων δηλαδή τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου, τα φορτηγά πλοία χύδην φορτίου και τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μερίδιο των εκπομπών όπως απεικονίζονται στα παρακάτω διαγράμματα:



Διάγραμμα 8: Εκπομπές CO₂ από τη διεθνή ναυτιλία κατά τύπο πλοίου, 2012 (Third IMO GHG Study 2014)



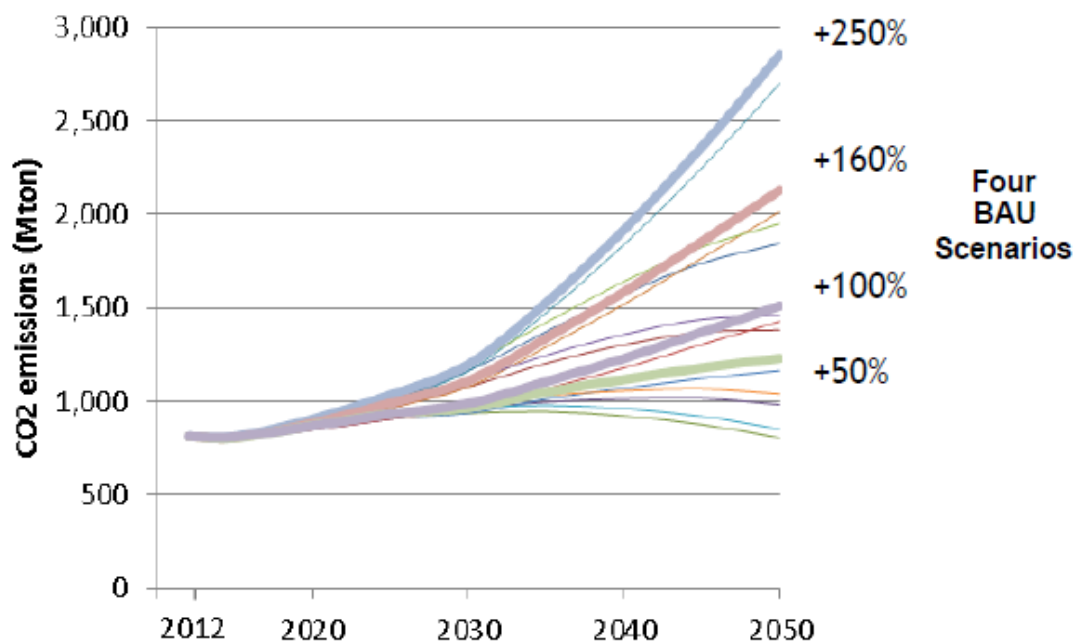
Διάγραμμα 9: Συγκεντρωτικά στοιχεία για την ετήσια κατανάλωση καυσίμου κατά τύπο πλοίου και μηχανημάτων (κύρια μηχανή, βοηθητικές και λέβητας), 2012 (Third IMO GHG Study 2014)

Οι τρεις αυτοί τομείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας παρουσιάζουν διαφορετικές τάσεις την περίοδο της έρευνας (2007-2012) σε σχέση με τις εκπομπές CO₂. Η ιστορικά χαμηλή δραστηριότητα και παραγωγικότητα σε συνδυασμό με την εφαρμογή μείωσης της ταχύτητας (slow steaming) διαμόρφωσαν ένα επίπεδο εκπομπών το οποίο θα διαφοροποιούνταν σημαντικά προς τα πάνω εάν οι συνθήκες της αγοράς κινούνταν στα πρότερα δεδομένα. Ειδικά, η ευρεία εφαρμογή της ελάττωσης ταχύτητας (slow steaming) είχε ως αποτέλεσμα η μέση μείωση της ταχύτητας εν πλω να φτάσει το 12% σε σχέση με τη σχεδιαστική ταχύτητα και η εξοικονόμηση καυσίμου το 27%. Ορισμένες κατηγορίες πλοίων όπως τα δεξαμενόπλοια και τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων πέτυχαν μειώσεις που έφτασαν το 50% και 70% αντίστοιχα στη χρήση της ενέργειας. Βέβαια, οι μειώσεις αυτές δεν αντιστοιχούν σε αυξημένη αποδοτικότητα εφόσον περισσότερα πλοία σε αριθμό (ή περισσότερες ημέρες ταξιδιού) απαιτούνται για να εξυπηρετήσουν την ίδια ποσότητα μεταφορικού έργου (Third IMO GHG Study 2014).

Εκτός από την καταγραφή των ήδη εκπεμπόμενων ποσοτήτων (για το διάστημα 2007-2012) αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία, η τρίτη αυτή μελέτη του IMO ανέπτυξε διάφορα σενάρια και για την πρόβλεψη των μελλοντικών εκπομπών. Ένας μεγάλος αριθμός σεναρίων (στο σύνολό τους 16) διαμορφώθηκαν με βάση τις ακόλουθες παραδοχές: α) ευρεία και περιορισμένη χρήση του φυσικού αερίου ως ναυτιλιακό καύσιμο, β) τις υπάρχουσες περιοχές ελέγχου των εκπομπών και τον χαρακτηρισμό νέων μελλοντικά, γ) υψηλή και χαμηλή μεταφορική αποδοτικότητα καθώς και δ) τη χρήση μεθόδων που εφαρμόζονται στην επιστήμη της κλιματικής αλλαγής για την πρόβλεψη της ζήτησης για ναυτιλιακές μεταφορές με βάση τη ζήτηση αγαθών αλλά και τη μελλοντική οικονομική ανάπτυξη.

Σύμφωνα λοιπόν με τα σενάρια αυτά και με βάση τις μελλοντικές εξελίξεις στην οικονομία και την ενέργεια οι ναυτιλιακές εκπομπές προβλέπεται να αυξηθούν σε ένα εύρος από 50% έως 250% την περίοδο μέχρι το 2050, παρά το γεγονός ότι ο στόλος επιτυγχάνει βελτιώσεις στην αποδοτικότητα κατά 40% (και σε μερικές περιπτώσεις έχει υπολογιστεί ακόμη και ένα 60%). Οι εκπομπές CO₂ συνεπώς δε θα μειωθούν το 2050 σε σχέση με το 2012 και θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για τη μείωση ή τη σταθεροποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 2012. Τα σενάρια επίσης δείχνουν ότι σε σύγκριση με τα ρυθμιστικά ή αγοροκεντρικά μέτρα που βελτιώνουν την αποδοτικότητα, η χρήση άλλων καυσίμων

έχει περιορισμένο αντίκτυπο στις εκπομπές υποδηλώνοντας ότι τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας πάνω στο πλοίο.



Διάγραμμα 10: Σενάρια πρόβλεψης για τις μελλοντικές εκπομπές από τη ναυτιλία (Third IMO GHG Study 2014)

2.2 ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΤΗΣ ΠΟΝΤΟΠΟΡΟΥ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization-IMO) ως μια εξειδικευμένη οργάνωση στα ναυτιλιακά ζητήματα στο πλαίσιο του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε.) αποτελεί τον φορέα εκείνο που θεσμοθετεί ενιαίους κανονισμούς και πρότυπα για τη ναυτιλία σε παγκόσμιο επίπεδο. Μέσα από την πορεία εξέλιξης του ο IMO έχει δημιουργήσει το κανονιστικό εκείνο πλαίσιο που εξασφαλίζει ασφαλείς θαλάσσιες μεταφορές συμπεριλαμβάνοντας παράλληλα κατάλληλα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος με στόχο να προάγει μια βιώσιμη ναυτιλιακή ανάπτυξη. Ένας ικανοποιητικός αριθμός διεθνών συμβάσεων, πρωτοκόλλων, κωδίκων και συστάσεων έχουν θεσπιστεί για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

Η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα πλοία (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*) γνωστή και ως σύμβαση MARPOL υιοθετήθηκε το 1973, τροποποιήθηκε με τα Πρωτόκολλα του 1978 και 1997 και ενημερώνεται έκτοτε με σχετικές τροποποιήσεις. Η σύμβαση MARPOL, η οποία έχει εφαρμογή στο 99% της χωρητικότητας της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας (IMO), περιέχει κανονισμούς για την πρόληψη και ελαχιστοποίηση της ρύπανσης από τα πλοία είτε αυτή προέρχεται από ατύχημα είτε από τις λειτουργίες ρουτίνας. Περιλαμβάνει έξι Παραρτήματα (Annexes) που καλύπτουν τις εξής περιοχές: i) ρύπανση από πετρέλαιο, ii) από υγρές επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται χύδην, iii) από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται δια θαλάσσης σε συσκευασίες, εμπορευματοκιβώτια, φορητές δεξαμενές ή βυτιοφόρα οχήματα, iv) από λύματα, v) από απορρίμματα και τέλος vi) την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία.

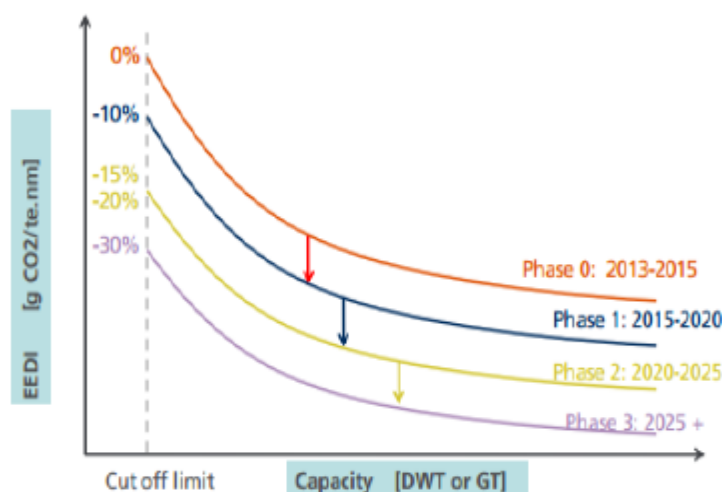
Το τελευταίο παράρτημα της MARPOL (Annex VI) προστέθηκε το 1997 και περιλαμβάνει κανονισμούς για την ελαχιστοποίηση των αέριων ρύπων που περιέχονται στα καυσαέρια των πλοίων και συμβάλλουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση σε περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο. Οι κανονισμοί αυτοί τέθηκαν σε εφαρμογή στις 19 Μαΐου 2005 και μεταξύ άλλων προέβλεπαν όρια εκπομπών για τα οξειδία αζώτου (NO_x) και θείου (SO_x), ενώ ένα αναθεωρημένο Παράρτημα VI με σημαντικά αυστηρότερα όρια εκπομπών υιοθετήθηκε τον Οκτώβριο του 2008 και ήρθε σε εφαρμογή την 1^η Ιουλίου 2010.

Το 2011 ο IMO υιοθέτησε υποχρεωτικά τεχνικά και λειτουργικά μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας με στόχο τη σημαντική μείωση της εκπεμπόμενης ποσότητας CO₂ από τη διεθνή ναυτιλία. Τα μέτρα αυτά που περιλαμβάνουν την καθιέρωση του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης (*Energy Efficiency Design Index – EEDI*) για τα νεότευκτα πλοία και την υλοποίηση του Σχεδίου Διαχείρισης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (*Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP*) για τα υφιστάμενα αλλά και τα νέα πλοία ήρθαν σε εφαρμογή την 1^η Ιανουαρίου 2013.

2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX – EEDI)

Στο πλαίσιο των συζητήσεων που διεξήχθησαν στον IMO ως προς τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία προτάθηκε η υιοθέτηση ενός σχεδιαστικού δείκτη που θα είχε εφαρμογή στα νεότευκτα πλοία και θα υπολογίζει πόσο CO₂ εκπέμπει το συγκεκριμένο πλοίο ανά μονάδα μεταφορικού έργου (τονο-μίλι). Ο δείκτης αυτός (ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως με το αγγλικό ακρωνύμιο EEDI) αποτελεί αναμφίβολα το πιο σημαντικό τεχνικό μέτρο που έχει ληφθεί σε μια βιομηχανία για τη μείωση των εκπομπών και στοχεύει στη χρήση πιο ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και μηχανών, τα οποία ταυτόχρονα θα είναι και λιγότερο ρυπογόνα για το περιβάλλον. Ο δείκτης απαιτεί ένα ελάχιστο επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας για διαφορετικούς τύπους και μεγέθη νεότευκτων πλοίων το οποίο κάθε πέντε χρόνια θα αυξάνεται ώστε να ενσωματώνει καινοτόμες τεχνολογίες που θα βελτιώνουν την αποδοτικότητα του καυσίμου ήδη από τη φάση σχεδιασμού ενός πλοίου.

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, ο κανονισμός για το EEDI εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στα πλοία που παραγγέλθηκαν την 1^η Ιανουαρίου 2013 και έπειτα και αφορά πλοία με μέγεθος 400GT και άνω. Η πρώτη περίοδος των δύο ετών μετά από αυτή την ημερομηνία ορίζεται ως φάση μηδέν και τα πλοία που έχουν ναυπηγηθεί το διάστημα 1/1/2013-31/12/2014 θα πρέπει να επιτύχουν EEDI χαμηλότερο ή ίσο με την τιμή γραμμής αναφοράς που αντιστοιχεί στον τύπο του πλοίου και έχει οριστεί και υπολογιστεί σύμφωνα με τις οδηγίες του IMO όπως προβλέπεται στο σχετικό κανονισμό (Resolution MEPC.203(62)) και αναλύεται παρακάτω. Η επόμενη φάση που ξεκινά από την 1^η/1/2015 και μέχρι 31/12/2019 θέτει νέο στόχο μείωσης 10% για τα επίπεδα CO₂ σε σχέση με την προηγούμενη τιμή αναφοράς και αντίστοιχα ακολουθούν ποσοστά μείωσης για την επόμενη πενταετία έως το 2025 και μετά, όταν θα έχει επιβληθεί μείωση 30% για τα πλοία που υπόκεινται στον κανονισμό συγκριτικά με την αρχική γραμμή αναφοράς που αντιπροσωπεύει τη μέση απόδοση των πλοίων που κτίστηκαν μεταξύ 1999 και 2000 (IMO). Στόχος αποτελεί η επίτευξη ολοένα και πιο ενεργειακά αποδοτικών προσαρμογών για τα νέα πλοία, τεχνικά εφικτών και παράλληλα φιλικών προς το περιβάλλον.



Διάγραμμα 11: Πρότυπες καμπύλες IMO με χρονικές περιόδους εφαρμογής (IMO)

Η καθιέρωση του EEDI καλύπτει το μεγαλύτερο και πιο ενεργοβόρο τμήμα του παγκόσμιου εμπορικού στόλου και περιλαμβάνει τις εκπομπές από τους ακόλουθους τύπους πλοίων: δεξαμενόπλοια, υγραεριοφόρα, φορηγά πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, πλοία γενικού φορτίου, πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, φορηγά πλοία-ψυγεία και πλοία μεταφοράς χύδην με εναλλακτικές ξηρού/υγρού φορτίου. Το 2014, η Επιτροπή του IMO για την Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) ενέκρινε τροποποιήσεις των κανονισμών του EEDI ώστε να επεκτείνει το πεδίο εφαρμογής του στους εξής τύπους πλοίων: φορηγά πλοίων μεταφοράς υδροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), φορηγά πλοία Ro-Ro (και Ro-Ro μεταφορείς οχημάτων), επιβατηγά-οχηματαγωγά πλοία και κρουαζιερόπλοια με μη-συμβατική πρόωση. Οι τροποποιήσεις αυτές σημαίνουν ότι οι τύποι των πλοίων που ευθύνονται για το 85% περίπου των εκπομπών CO₂ από τη διεθνή ναυτιλία ενσωματώνονται στο διεθνές ρυθμιστικό καθεστώς (IMO).

2.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ EEDI ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Το EEDI του κάθε πλοίου είναι ένας αριθμός που αντιπροσωπεύει γραμμάρια CO₂ ανά τονο-μίλι (g/t-nm) και υπολογίζεται από έναν τύπο που βασίζεται στις τεχνικές και σχεδιαστικές παραμέτρους του πλοίου. Στην απλοποιημένη του μορφή η έννοια του EEDI συνοψίζεται στην παρακάτω εξίσωση (International Maritime Organisation, 2011):

$$EEDI = \frac{CO_2 \text{ emission}}{\text{transport work}}$$

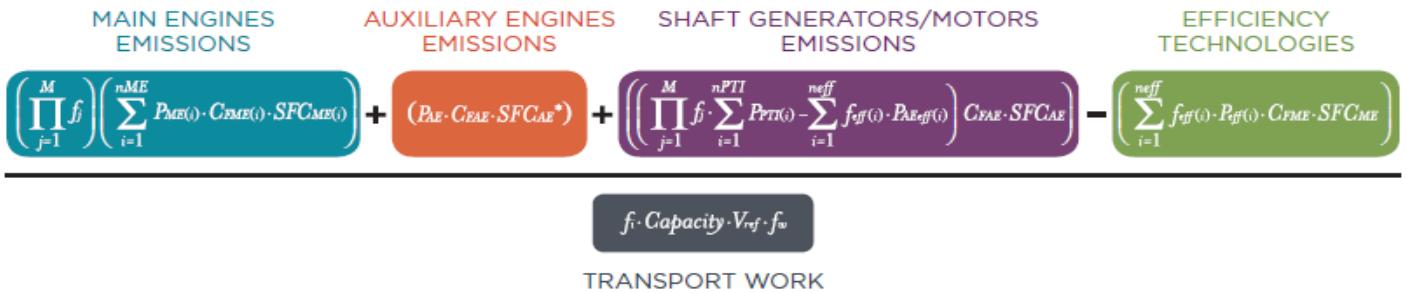
Ο EEDI, επομένως, είναι ένας συντελεστής που αποτυπώνει το λόγο του κόστους για το περιβάλλον που οφείλεται στις εκπομπές CO₂ από ένα πλοίο και κατ'επέκταση τη συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου προς την ωφέλεια που αποκομίζει η κοινωνία από τις μεταφορές των αγαθών μέσω των πλοίων (Κοτρίκλα, 2015) (IMO).

$$EEDI = \frac{\text{Impact to environment}}{\text{Benefit to society (transportation work)}} = \frac{\text{Power} \times \text{fuel consumption} \times CO_2 \text{ emission factor}}{\text{Capacity} \times \text{ship speed}}$$

Η πλήρης και αναλυτική μορφή του δείκτη αποδίδεται από τη σύνθετη εξίσωση (MEPC, 2017):

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^n f_j \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^*) + \left(\prod_{j=1}^n f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME}^{**} \right)}{f_i \cdot f_c \cdot f_l \cdot \text{Capacity} \cdot f_w \cdot V_{ref}}$$

Ή σε μια πιο παραστατική μορφή (Hon & Wang, 2011):



Στον παραπάνω τύπο οι παράμετροι που αφορούν τις μηχανές του πλοίου είναι οι εξής (Κοτρίκλα, 2015):

- 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). Σύμφωνα με τον κανονισμό 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.
- $P_{AEff(i)}$ είναι το ποσό μείωσης της ηλεκτρικής ισχύος (kW) από την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών ηλεκτρικής ενεργειακής εξοικονόμησης.

Επίσης, υπάρχουν και οι σχεδιαστικές παράμετροι του πλοίου όπως:

- 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:

- C_F είναι ένας αδιάστατος συντελεστής εκπομπής που βασίζεται στο περιεχόμενο του καυσίμου σε άνθρακα 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.
- $f_{\text{eff}(i)}$ 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.

Οι τιμές που εξάγονται με βάση τον παραπάνω τύπο θα πρέπει να αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα επίπεδα αναφοράς που έχουν τεθεί από τον IMO μέσα από μια διαδικασία αρχικά εύρεσης των μέσων τιμών που λάμβαναν τα πλοία με το σχεδιασμό που είχαν πριν τεθεί σε εφαρμογή ο κανονισμός (1/1/2013) και κατόπιν ορισμού των ποσοστών μείωσης σε σχέση με αυτές τις αρχικές τιμές και πως αυτά μεταβάλλονται σταδιακά στο χρόνο. Η βάση δεδομένων IHS Fairplay (πρώην Lloyds Register Fairplay) για υπάρχοντα πλοία που κατασκευάστηκαν μεταξύ 1999 και 2009, 400 GT και άνω χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση των τιμών αναφοράς (ανακτήθηκαν στοιχεία για την ισχύ κύριων και βοηθητικών μηχανών, τη χωρητικότητα και την ταχύτητα υπηρεσίας). Έπειτα, με τη χρήση στατιστικών μεθόδων (ανάλυση παλινδρόμησης) ορίστηκε μια γραμμή αναφοράς για κάθε τύπο πλοίου που εκφράζεται από τη σχέση $Reference\ line\ value = a (100\% \text{ deadweight})^{-c}$ (Res. MEPC. 231(65)).

Για την εύρεση της γραμμής αναφοράς υπολογίστηκε μια εκτιμώμενη τιμή δείκτη για κάθε πλοίο που ανήκε σε ορισμένες κατηγορίες πλοίων χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες παραδοχές:

- Οι συντελεστές εκπομπής C_{FME} και C_{FAE} , για τις κύριες και βοηθητικές μηχανές αντίστοιχα, θεωρούνται σταθεροί και ίσοι με $3.1144 \text{ g CO}_2/\text{g}$ καυσίμου. (Θεωρείται ότι το καύσιμο που καίει το πλοίο είναι Heavy Fuel Oil (HFO) – Βαρύ Καύσιμο Πετρέλαιο (μαζούτ))
- Η ειδική κατανάλωση καυσίμου για όλους τους τύπους πλοίων είναι σταθερή και ίση με $SFC_{ME} = 190 \text{ g/kWh}$ για τις κύριες μηχανές και ίση με $SFC_{AE} = 215 \text{ g/kWh}$ για τις βοηθητικές μηχανές.
- Η ισχύς της κύριας μηχανής P_{ME} ισούται προς το 75% της συνολικά εγκατεστημένης ισχύος (MCR_{ME}). Η ισχύς των βοηθητικών μηχανών P_{AE} 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} , P_{AEff} , και f_{eff} παίρνουν μηδενικές τιμές. Ομοίως $P_{PTI} = 0$.
- Κανένας διορθωτικός παράγοντας δεν χρησιμοποιείται, συνεπώς οι f_i , f_j , f_c , f_l και f_w λαμβάνουν την τιμή 1.

Συνεπώς, η εξίσωση για τον υπολογισμό της εκτιμώμενης τιμής του δείκτη EEDI (Estimated Index Value – EIV) παίρνει τη μορφή:

$$Estimated\ Index\ Value = 3.1144 \cdot \frac{190 \cdot \sum_{i=1}^{NME} P_{MEi} + 215 \cdot P_{AE}}{Capacity \cdot V_{ref}}$$

Ειδικότερα για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων λαμβάνεται το 70% της συνολικής χωρητικότητας, και ο τύπος διαμορφώνεται ως εξής:

$$Estimated\ Index\ Value = 3.1144 \cdot \frac{190 \cdot \sum_{i=1}^{NME} P_{MEi} + 215 \cdot P_{AE}}{70\%DWT \cdot V_{ref}}$$

Πρόσθετες προσαρμογές στον παραπάνω τύπο που αντιστοιχούν σε άλλους τύπους πλοίων (όπως φορτηγά πλοία Ro-Ro, επιβατηγά-οχηματαγωγά και πλοία LNG) έχουν γίνει αναλόγως (Res. MEPC. 231(65)).

Στην παραπάνω σχέση για τον υπολογισμό της Τιμής Γραμμής Αναφοράς (Reference line value) οι παράμετροι a και c προσδιορίζονται από μια ανάλυση παλινδρόμησης που πραγματοποιείται με γραφική απεικόνιση των εκτιμώμενων τιμών του δείκτη EEDI έναντι του 100% νεκρού βάρους ((DWT) των πλοίων.

Ship type defined in regulation 2	a	b	c
2.25 Bulk carrier	961.79	DWT of the ship	0.477
2.26 Gas carrier	1120.00	DWT of the ship	0.456
2.27 Tanker	1218.80	DWT of the ship	0.488
2.28 Container ship	174.22	DWT of the ship	0.201
2.29 General cargo ship	107.48	DWT of the ship	0.216
2.30 Refrigerated cargo carrier	227.01	DWT of the ship	0.244
2.31 Combination carrier	1219.00	DWT of the ship	0.488

Πίνακας 3: Παράμετροι για τον προσδιορισμό των τιμών αναφοράς για διαφορετικούς τύπους πλοίων (IMO, MEPC.203(62))

Τελικά, για κάθε νέο πλοίο ο επιτευχθείς (attained) EEDI που θα υπολογίζεται θα πρέπει να είναι μικρότερος ή ίσος με τον απαιτούμενο (required) EEDI για την περίοδο που έχει ναυπηγηθεί. Ο επιτευχθείς EEDI είναι ο πραγματικός δείκτης του πλοίου όπως υπολογίζεται από το ναυπηγείο με βάση τον αναλυτικό τύπο υπολογισμού και επαληθεύεται από έναν αναγνωρισμένο οργανισμό (κράτος σημαίας, νηογνώμονας) σύμφωνα με τη διαδικασία που ορίζεται από τον IMO. Ο απαιτούμενος EEDI εξάγεται έχοντας υπολογίσει την τιμή αναφοράς που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο τύπο πλοίου μέσα από τη σχέση **Reference EEDI (Τιμή Γραμμής Αναφοράς) = a*b(=DWT)^c** και το συντελεστή μείωσης (X) που αντιστοιχεί στο πλοίο αυτό, ο οποίος εξαρτάται από το έτος ναυπήγησής του και το ποσοστό του ορίζεται στον κανονισμό της MARPOL. Συνεπώς, η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που μπορεί να λάβει το πραγματικό EEDI του πλοίου καθορίζεται από τη σχέση:

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

$$[\text{Attained EEDI} \leq \text{Required EEDI} = (1 - X/100) * (\text{Reference line value})]$$

Ship Type	Size	Phase 0 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 – 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 – 31 Dec 2024	Phase 3 1 Jan 2025 and onwards
Bulk carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Gas carrier	10,000 DWT and above	0	10	20	30
	2,000 – 10,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Tanker	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Container ship	15,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
General Cargo ships	15,000 DWT and above	0	10	15	30
	3,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Refrigerated cargo carrier	5,000 DWT and above	0	10	15	30
	3,000 – 5,000 DWT	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Combination carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*

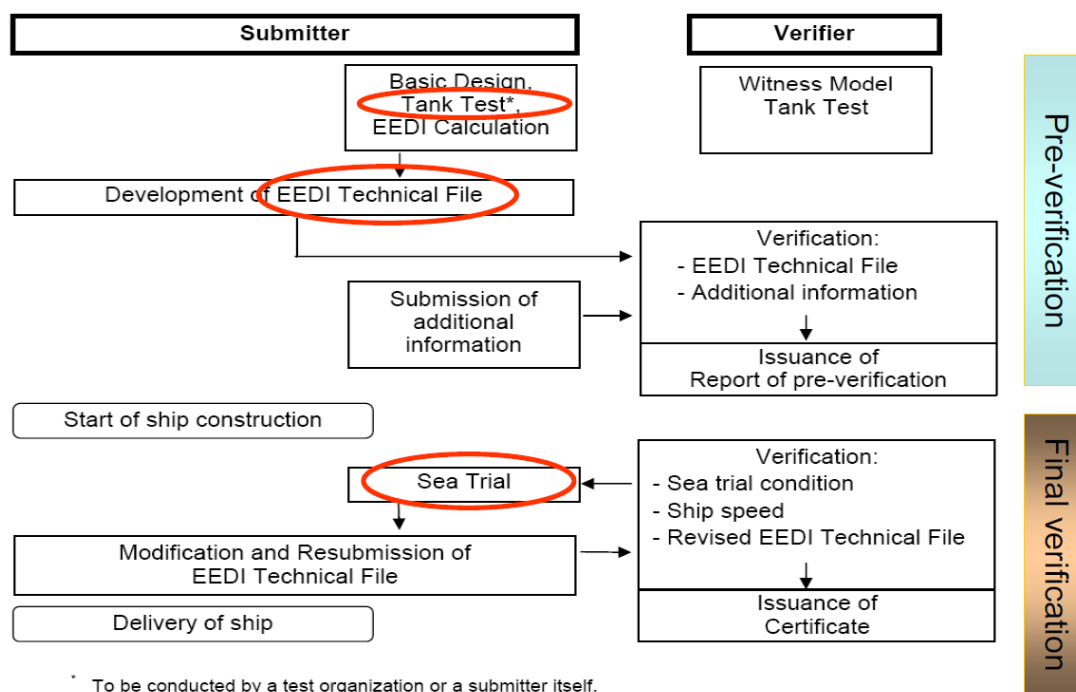
n/a: ο EEDI δεν εφαρμόζεται για αυτά τα μεγέθη

Πίνακας 4: Συντελεστής μείωσης (%) του EEDI σε σχέση με τον EEDI των γραμμών αναφοράς (IMO)

2.4.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗΣ ΤΟΥ EEDI

Ο κανονισμός της MARPOL προβλέπει μια διαδικασία επαλήθευσης για τον αποκτηθέντα EEDI που πραγματοποιείται σε δύο στάδια: α) κατά τη φάση σχεδιασμού του πλοίου και β) μετά την ναυπήγησή του ως μέρος των θαλάσσιων δοκιμών. Τα σχέδια του πλοίου, τα αποτελέσματα των δοκιμών του μοντέλου στη δεξαμενή και των δοκιμών της πραγματικής ταχύτητας ελέγχονται διεξοδικά και επιβεβαιώνονται από το νηογνώμονα του πλοίου ή την αρχή της Σημαίας. Στο πλαίσιο της διαδικασίας επαλήθευσης η καμπύλη ισχύος-ταχύτητας του πλοίου πρέπει να αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας τα πραγματικά αποτελέσματα των δοκιμών,

τα δεδομένα των δοκιμών δεξαμενής, τα δεδομένα της δοκιμής ταχύτητας και τη χρήση του προτύπου ISO 15016 για τη διόρθωση των δεδομένων. Όλοι οι υπολογισμοί πρέπει να τεκμηριώνονται σε ένα Τεχνικό φάκελο EEDI και να υποβάλλονται ως μέρος των εγγράφων επαλήθευσης. Ο ελεγκτής απαιτείται να παρακολουθήσει τόσο τις δοκιμές στη δεξαμενή όσο και τις δοκιμές στη θάλασσα.



Διάγραμμα 12: Η διαδικασία επαλήθευσης του επιτευχθέντα EEDI για ένα νεότευκτο πλοίο (IMO)

2.5 ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ (SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN- SEEMP)

Οι μακρόχρονες συζητήσεις στις επιτροπές του IMO για τα μέτρα που θα έπρεπε να ληφθούν για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τα πλοία ανέδειξαν, εκτός από τις αλλαγές που μπορούν να γίνουν στο σχεδιασμό ενός νέου πλοίου για τη βελτίωση της αποδοτικότητάς του, τη σύνταξη και την εφαρμογή πάνω στο πλοίο ενός σχεδίου διαχείρισης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας ή τη βελτιστοποίηση της χρήσης καυσίμου που επίσης θα συνεισφέρει στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών. Το σχέδιο αυτό –αποκαλούμενο στο εξής με το αγγλικό ακρωνύμιο SEEMP- απαιτείται πλέον να υπάρχει σε όλα τα πλοία (υπάρχοντα και νέα) μεγέθους

400GT και άνω που εκτελούν διεθνείς πλόες, για τα οποία εκδίδεται το Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Αποδοτικότητας (International Energy Efficiency Certificate – IEEC)⁴.

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του IMO το SEEMP θα πρέπει να αποτελεί το μηχανισμό εκείνο για τις ναυτιλιακές εταιρείες που θα βελτιώνει την ενεργειακή αποδοτικότητα των επιχειρήσεών τους, θα ενισχύει την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης του κάθε πλοίου και θα προτρέπει για την αναθεώρηση λειτουργικών πρακτικών ή την υιοθέτηση τεχνολογικών αναβαθμίσεων οι οποίες συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ακόμη, το SEEMP προορίζεται να αποτελεί ένα εργαλείο διαχείρισης για την εταιρεία που θα συμβάλλει στη συνεχή παρακολούθηση της περιβαλλοντικής επίδοσης των πλοίων κι επομένως θα πρέπει να υπάρχουν εκείνες οι διαδικασίες που ελαχιστοποιούν οποιαδήποτε γραφειοκρατική επιβάρυνση για το προσωπικό του πλοίου.

Κάθε εγχειρίδιο ενεργειακής αποδοτικότητας καταρτίζεται για κάθε πλοίο ξεχωριστά βάσει των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του και ακολουθεί τα εξής στάδια: 1) Σχεδιασμός, 2) Εφαρμογή, 3) Παρακολούθηση, 4) Αυτο-αξιολόγηση και βελτίωση. Τα στάδια αυτά προσομοιάζουν με κάθε άλλο σύστημα διαχείρισης και ακολουθούν την αρχή της διαρκούς βελτίωσης. Σε κάθε επανάληψη της κυκλικής αυτής διαδικασίας κάποια στοιχεία του SEEMP απαραίτητως θα αλλάζουν ενώ άλλα μπορεί να παραμείνουν το ίδιο.

Το αρχικό στάδιο του σχεδιασμού αποτελεί και το πιο κρίσιμο στην όλη διαδικασία γιατί σε αυτή τη φάση θα πρέπει να προσδιοριστούν η τρέχουσα κατάσταση της χρήσης της ενέργειας επί του πλοίου και οι βελτιώσεις που μπορούν να επιτευχθούν. Δεδομένου ότι υπάρχει ένα εύρος επιλογών όσον αφορά τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας με διαφορετική αποτελεσματικότητα για κάθε πλοίο λόγω διαφορετικών τύπων, φορτίων, διαδρομών και άλλων παραγόντων, ύστερα από αξιολόγηση θα πρέπει να επιλεγούν τα μέτρα εκείνα που είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο πλοίο και να καθοριστούν στο πρώτο αυτό στάδιο. Εκτός από την αναγνώριση των μέτρων εξοικονόμησης θα πρέπει να καθοριστούν επίσης ο τρόπος εφαρμογής, παρακολούθησης αλλά και αξιολόγησης τους.

⁴ Το εν λόγω πιστοποιητικό εκδίδεται ύστερα από την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τον κανονισμό του EEDI για τα νέα πλοία και τη βεβαίωση ύπαρξης εγχειριδίου SEEMP πάνω στο πλοίο για όλα τα πλοία.

Η επίτευξη της αύξησης της αποδοτικότητας δεν εξαρτάται μόνο από το ίδιο το πλοίο αλλά από το συντονισμό μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών, όπως για παράδειγμα είναι οι διαχειρίστριες εταιρείες, οι πλοιοκτήτες, οι πράκτορες, οι ναυλωτές, οι ιδιοκτήτες φορτίων, οι λιμένες, οι υπηρεσίες διαχείρισης θαλάσσιας κυκλοφορίας, τα ναυπηγεία επισκευών. Κάθε ένας από τους εμπλεκόμενους παράγοντες συμβάλλει από τη δική του σκοπιά είτε στις καθυστερήσεις που μπορεί να υφίσταται ένα πλοίο, είτε στα δρομολόγια που καλείται να εκπληρώσει και το είδος των φορτίων που μεταφέρει, είτε στις επενδύσεις που γίνονται για τεχνικές βελτιώσεις που επηρεάζουν τη λειτουργική του αποδοτικότητα. Η εταιρεία καλείται να αναλάβει αυτό το συντονισμό στα πλαίσια ενός σχεδίου διαχείρισης της ενέργειας (Energy Management Plan) από την πλευρά του γραφείου.

Ένα άλλο στοιχείο του σχεδιασμού που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το ανθρώπινο δυναμικό τόσο επί του πλοίου όσο και στη στεριά, το οποίο θα πρέπει να ενημερώνεται και να εκπαιδεύεται στα θέματα διαχείρισης της ενέργειας ώστε να μπορεί να υλοποιεί όλα εκείνα τα μέτρα που σκοπό έχουν τη βελτίωση της αποδοτικότητας με τον πιο κατάλληλο τρόπο. Τέλος, ο καθορισμός στόχων ενώ δεν είναι υποχρεωτικός εντούτοις κρίνεται ότι συμβάλλει στην ορθή εφαρμογή του σχεδίου και αυξάνει τη δέσμευση προς επίτευξη των απαιτούμενων βελτιώσεων.

Μετά το σχεδιασμό ακολουθεί το στάδιο της εφαρμογής στο οποίο συμπεριλαμβάνεται η ανάθεση αρμοδιοτήτων για κάθε στοιχείο του SEEMP. Το εγχειρίδιο θα πρέπει να περιγράφει τον τρόπο και την περίοδο εφαρμογής για κάθε μέτρο που ακολουθείται, τα καθήκοντα και τα άτομα που είναι υπεύθυνα για αυτά. Η τήρηση αρχείων για την εφαρμογή κάθε μέτρου εξοικονόμησης βοηθάει όχι μόνο την παρακολούθηση αλλά αποδεικνύεται ωφέλιμη και για την αυτοαξιολόγηση.

Ειδικά για τη φάση της παρακολούθησης η ανάπτυξη ενός συστήματος συνεχούς συλλογής δεδομένων κρίνεται απαραίτητη. Αυτό βέβαια αποτελεί μέρος του σχεδιασμού οπότε θα πρέπει να καθορίζεται σε πρότερο στάδιο. Ωστόσο οι διαδικασίες συλλογής πληροφοριών θα πρέπει να καθοριστούν με τρόπο ώστε να μην επιβαρύνεται το πλήρωμα του πλοίου, είτε χρησιμοποιώντας τα ημερολόγια καταγραφής που τηρούνται πάνω στο πλοίο, είτε μέσω συστημάτων δεδομένων με αυτόματο τρόπο κάτω από την επιμέλεια του προσωπικού του γραφείου. Έπειτα, τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να αναλύονται και να υποβάλλονται οι σχετικές εκθέσεις. Το σύστημα παρακολούθησης εν γένει θα πρέπει να παράγει ποσοτικές μετρήσεις της

ενεργειακής αποδοτικότητας ενός πλοίου. Ένα εργαλείο παρακολούθησης προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί και ο Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης του πλοίου (Energy Efficiency Operational Indicator- EEOI) που έχει οριστεί από τον IMO και αναλύεται παρακάτω.

Το τελικό στάδιο της όλης διαδικασίας αποτελεί η αυτοαξιολόγηση η οποία θα πρέπει να λαμβάνει χώρα σε τακτά χρονικά διαστήματα που προσδιορίζονται στο SEEMP. Αντιστοίχως με τα προηγούμενα στάδια και εδώ θα πρέπει να αναπτυχθούν οι ανάλογες διαδικασίες που θα αξιολογούν τις ενεργειακές επιδόσεις του πλοίου (αλλά και ολόκληρου του στόλου) με τη χρήση των δεδομένων παρακολούθησης και σε σχέση με προκαθορισμένους δείκτες. Στη συνέχεια, θα πρέπει να εντοπίζονται οι αιτίες για την παρατηρούμενη ενεργειακή απόδοση, να προτείνονται μέτρα για τη βελτίωση της και τελικά να επανεξετάζεται η αποτελεσματικότητα του SEEMP. Τέλος, εφαρμόζονται οι προτεινόμενες αλλαγές και συνεχίζεται η παρακολούθηση για τον επόμενο κύκλο διαχείρισης.

2.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ (ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR - EEOI)

Ο Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης του πλοίου (Energy Efficiency Operational Indicator – EEOI) εντάσσεται στο θεσμικό πλαίσιο του IMO που περιλαμβάνει όλα εκείνα τα μέτρα που βελτιώνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων με απώτερο σκοπό τη μείωση των εκπομπών. Ο EEOI ωστόσο είναι ένας εθελοντικός δείκτης ο οποίος προορίζεται να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο παρακολούθησης του SEEMP. Στόχος του αποτελεί μέσα από τη μέτρηση της απόδοσης καυσίμου αλλά και των επιπτώσεων που έχουν διάφορες αλλαγές στη λειτουργία του πλοίου όπως για παράδειγμα ο καλύτερος σχεδιασμός ταξιδιού ή συχνότεροι καθαρισμοί του έλικα να συμβάλει στην αξιολόγηση της λειτουργικής απόδοσης του πλοίου συνολικά, είτε αφορά σε ένα ταξίδι ή μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Ο EEOI όπως και ο EEDI εκφράζει το λόγο της εκπεμπόμενης ποσότητας CO₂ ανά μονάδα μεταφορικού έργου (τονο-μίλι). Σε αντίθεση όμως με τον EEDI που αποτελεί ένα καθαρά σχεδιαστικό δείκτη και εκφράζει μια «τέλεια», θεωρητική τιμή, ο EEOI αντιπροσωπεύει την πραγματική τιμή που επηρεάζεται από τις συνθήκες.

Επομένως, ο ΕΕΟΙ λαμβάνει υπόψη τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του πλοίου δηλ. τις πραγματικές εκπομπές από τις καύσεις όλων των τύπων καυσίμων που χρησιμοποιούνται πάνω στο πλοίο και πραγματικό (παραγόμενο) μεταφορικό έργο κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Ως προς το πρώτο (δηλ. τον αριθμητή) πολλαπλασιάζεται η συνολική κατανάλωση για κάθε τύπο με τον αντίστοιχο συντελεστή καυσίμου. Αντίστοιχα το μεταφορικό έργο υπολογίζεται με βάση την πραγματική μεταφερόμενη μάζα φορτίου (σε τόνους ή TEUs ή αριθμό αυτοκινήτων ή επιβατών) και την απόσταση που διανύθηκε σε ναυτικά μίλια.

Ο ΕΕΟΙ υπολογίζεται βάσει της εξίσωσης (Κοτρίκλα, 2015) (IMO):

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{cargo} \times D}$$

Όπου:

- j είναι ο τύπος καυσίμου,
- FC_j είναι η μάζα του καυσίμου που καταναλώθηκε στο ταξίδι (σε tonnes),
- C_{Fj} είναι ο συντελεστής εκπομπής που αποδίδει τη μάζα CO_2 που εκπέμπεται από την καύση μιας ορισμένης μάζας καυσίμου (αδιάστατο μέγεθος, σε tons CO_2 /tons καυσίμου),
- m_{cargo} είναι το φορτίο που μεταφέρθηκε στο ταξίδι (σε tons ή TEU) για τα φορτηγά πλοία και επιβατών ή GT για τα επιβατηγά πλοία,
- D είναι η απόσταση μεταφοράς σε ναυτικά μίλια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΕΝΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ Ε/Κ (ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ SEEMP)

3.1 ΔΟΜΗ SEEMP

Μια τυπική δομή ενός εγχειριδίου SEEMP ακολουθεί τις κατευθυντήριες οδηγίες της σχετικής εγκυκλίου του IMO και αποτελείται κατ'ελάχιστο από:

- Περιγραφή των χαρακτηριστικών του πλοίου για το οποίο έχει καταρτισθεί
- Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, πως πρέπει να εφαρμόζονται, τα υπεύθυνα πρόσωπα και χρονοδιάγραμμα
- Μεθόδους παρακολούθησης
- Στοχοθεσία
- Τρόποι αξιολόγησης

Το υπόδειγμα σχεδίου διαχείρισης ενεργειακής αποδοτικότητας που παρουσιάζεται παρακάτω έχει καταρτισθεί για πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, έτους κατασκευής 2012, 13,082 TEUs. Αρχικά, το εγχειρίδιο ξεκινά με τη δήλωση των υπευθύνων προσώπων που έχουν οριστεί να εφαρμόσουν το σχέδιο (Πλοίαρχος και Α΄ Μηχανικός) ότι έχουν λάβει γνώση του περιεχομένου, έχουν κατανοήσει πλήρως το σκοπό του και τις αρμοδιότητές τους και ότι έχουν δώσει τις απαραίτητες οδηγίες στους υφισταμένους τους, όπου κρίνεται απαραίτητο, ώστε να φέρουν εις πέρας τις ενέργειες που χρειάζεται να ακολουθηθούν. Κατόπιν, ακολουθεί ο πίνακας καταγραφής των αλλαγών του εγχειριδίου. Κάθε αλλαγή στα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και η ετήσια αναθεώρηση των στόχων καταγράφεται λεπτομερώς και ενσωματώνεται σε νέα έκδοση που στέλνεται στο πλοίο ύστερα από την έγκριση του αρμόδιου τμήματος του γραφείου.

Στη συνέχεια του εγχειριδίου επισημαίνεται ο κρίσιμος ρόλος της εκπαίδευσης του πληρώματος για την ευαισθητοποίηση τους στα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και πως αυτή συμβάλλει στην επιτυχή εφαρμογή του σχεδίου διαχείρισης. Ακόμη, ορίζονται οι υπεύθυνοι για την εκπαίδευση τόσο των ανώτερων αξιωματικών όσο και των υπολοίπων μελών του πληρώματος στο γραφείο και προβλέπεται εκπαίδευση επί του πλοίου σε περίπτωση που κάποιος ναυτικός δε λάβει γνώση των θεμάτων αυτών

πριν την επιβίβασή του σε αυτό. Επίσης, γίνεται μια σύντομη αναφορά στη φιλοσοφία και το σκοπό του SEEMP καθώς και περιγραφή των σταδίων που ακολουθούνται με βάση τις οδηγίες του IMO, προσαρμοσμένα όμως στο σύστημα της εταιρείας και το συγκεκριμένο πλοίο.

3.2. ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ENERGY EFFICIENCY MEASURES)

Ύστερα από το εισαγωγικό μέρος αποτυπώνονται τα μέτρα που απαιτείται να εφαρμόζονται για την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας πάνω στο πλοίο όπως παρατίθενται παρακάτω:

	Περιγραφή	Υπεύθυνος	Συχνότητα
1	Βελτιστοποίηση Ταξιδιού (Voyage Optimization)		
1.1	<p>Πρόγνωση Καιρού (Weather forecast):</p> <p>Παρέχεται υπηρεσία πρόβλεψης καιρού μέσω συγκεκριμένης εφαρμογής επιπρόσθετα της τηλεομοιοτυπικής συσκευής του πλοίου που λαμβάνει δελτία καιρού, η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τον Πλοίαρχο κατά τη σχεδίαση και την εκτέλεση του ταξιδιού.</p>	Πλοίαρχος	Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό
	<p>Η πρόγνωση του καιρού είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για όλους τους τύπους πλοίων, το οποίο επιτρέπει να αποφεύγονται δυσμενείς καιρικές συνθήκες και να επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση σε ταχύτητα και κατανάλωση. Ο πάροχος του συστήματος πρόγνωσης καιρού προωθεί τις ημερήσιες προγνώσεις καιρού στο πλοίο μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Αυτά τα δεδομένα βοηθούν τον πλοίαρχο να προβάλλει εύκολα και να ερμηνεύσει εκ των προτέρων πιθανές προβληματικές περιοχές ώστε να επιλέξει μια βελτιστοποιημένη διαδρομή.</p>		
1.2	<p>Έγκαιρη άφιξη (Just In Time Arrival):</p> <p>Ο Πλοίαρχος θα πρέπει να διατηρεί τακτική επικοινωνία με τον πράκτορα του λιμένος για τον εκτιμώμενο χρόνο άφιξης και τις προοπτικές</p>	Πλοίαρχος	Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό

	<p>πρόσδεσης. Σε περίπτωση αλλαγής στη διαθεσιμότητα της θέσης πρόσδεσης ο Πλοίαρχος θα πρέπει να επικοινωνήσει με τους Ναυλωτές και αν χρειαστεί, να ρυθμίσει την ταχύτητα του πλοίου έτσι ώστε να αποφευχθεί ο χρόνος αναμονής στο λιμένα, όποτε αυτό είναι εφικτό.</p>		
<p>Ο στόχος της ιδέας του Just In Time Arrival είναι η διαχείριση της ταχύτητας του πλοίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, προκειμένου να αποφευχθούν οι συμφορήσεις στο λιμένα και τον τερματικό σταθμό (χρόνος αναμονής στο λιμάνι). Αυτό γενικά θα έχει ως αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου το οποίο δε θα συνέβαινε εάν το πλοίο κατευθυνόταν με τη μέγιστη ταχύτητα στο λιμένα και περίμενε στο αγκυροβόλιο για διαθέσιμο φορτίο ή θέση πρόσδεσης.</p> <p>Για τη βελτιστοποίηση του δρομολογίου του πλοίου ώστε να αποφευχθεί ο χρόνος αναμονής στο αγκυροβόλιο, πολλά εμπλεκόμενα μέρη πρέπει να συνεργαστούν αποτελεσματικά: ναυλωτές, πλοίαρχος, αρχές λιμένα / τερματικού σταθμού και πράκτορες. Ο ναυλωτής είναι υπεύθυνος για τον καθορισμό του δρομολογίου και της ταχύτητας πλεύσης, ενώ ο πλοίαρχος θα πρέπει να χειρίζεται το πλοίο με βάση τις οδηγίες του ναυλωτή και να διασφαλίζει ότι η ημερομηνία και ο χρόνος άφιξης στο λιμένα πληρούνται. Οι αρχές του τερματικού σταθμού μέσω των λειτουργιών τους επηρεάζουν επίσης τον προγραμματισμό, ενώ οι πράκτορες θα πρέπει να ενημερώνουν τον Πλοίαρχο σχετικά με το χρονοδιάγραμμα αφίξεων/πλαγιοδετήσεων βάσει της επικοινωνίας τους με τις αρχές των λιμένων και των τερματικών σταθμών.</p>			
1.3	<p>Σχεδιασμός ταξιδιού (Voyage planning):</p> <p>Για υπερωκεάνια ταξίδια, η χάραξη της προβλεπόμενης διαδρομής να γίνεται με τη χρήση Ορθοδρομίας (Great Circle route) λαμβάνοντας υπόψη τις προγνώσεις καιρού και τα επικρατούντα ρεύματα ή χρησιμοποιώντας το λογισμικό πορείας δρομολόγησης (weather routing) ώστε να επιτευχθούν οι ευνοϊκότερες συνθήκες ταξιδιού. Ο σχεδιασμός ταξιδιού πραγματοποιείται πριν από</p>	Πλοίαρχος	Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό

	κάθε ταξίδι για να διασφαλίσει την ασφάλεια του πλοίου και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.		
	Οποτεδήποτε είναι εφικτό, η δρομολόγηση, η ταχύτητα και η απόσταση σχεδιάζεται με τρόπο που βελτιώνει τη χρήση των καυσίμων κι επομένως συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών CO ₂ λαμβάνοντας πάντα υπόψη τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Οι διαδικασίες της εταιρείας για το σχεδιασμό ταξιδιού θα πρέπει να ακολουθούνται σε συνδυασμό με τις κατευθυντήριες οδηγίες του IMO (Resolution A.893(21) (25/11/99).		
1.4	<p>Βελτιστοποίηση Διαγωγής Πλοίου (Trim Optimization):</p> <p>Ο Πλοίαρχος θα πρέπει να διατηρεί στενή επικοινωνία με τον υπεύθυνο σχεδιασμού στοιβασίας φορτίου ώστε να ρυθμίζεται η διαγωγή του πλοίου κατά τη φόρτωση. Ακριβέστερη ρύθμιση μπορεί να γίνει με την εσωτερική κυκλοφορία του έρματος λαμβάνοντας υπόψη τα όρια των ροπών κάμψης (bending moments) και των διατμητικών δυνάμεων (shear forces) καθώς και της ευστάθειας του πλοίου. Η βελτιστοποίηση εξαρτάται από την ταχύτητα, το βύθισμα του πλοίου (πρώρα-πρύμα) και τις καιρικές και θαλάσσιες συνθήκες και θα πρέπει να βασίζεται στις οδηγίες που δίνονται από το Τμήμα Επιχειρήσεων σύμφωνα με τις δοκιμές του μοντέλου βελτιστοποίησης διαγωγής.</p>	<p>Πλοίαρχος</p> <p>Τμήμα Επιχειρήσεων</p> <p>Τεχνικό Τμήμα</p>	<p>Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό</p>

1.5	<p>Ερματισμός (Ballasting):</p> <p>Η μείωση της λειτουργίας της αντλίας έρματος κατά λίγες ώρες μπορεί να επιφέρει επιπλέον εξοικονόμηση. Η βαρύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί όποτε αυτό είναι δυνατόν για να πληρωθούν οι δεξαμενές διπυθμένων (double-bottom tanks) ή άλλες κενές πλευρικές δεξαμενές.</p> <p>Γενικά η ποσότητα του έρματος θα πρέπει να ελαχιστοποιείται εκτός από τις περιπτώσεις που το πρωαίο βύθισμα του πλοίου βρίσκεται σε κρίσιμη περιοχή σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δοκιμών βελτιστοποίησης διαγωγής. Ακόμη, θα πρέπει να ρυθμίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις για την επίτευξη συνδυαστικά των βέλτιστων συνθηκών φόρτωσης, διαγωγής και ερματισμού μέσα στα όρια που θέτει το σχέδιο διαχείρισης έρματος του πλοίου.</p>	<p>Πλοίαρχος</p> <p>Τμήμα Επιχειρήσεων</p> <p>Τεχνικό Τμήμα</p>	<p>Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό</p>
<p>Η διαγωγή έχει πολύ σημαντική επίδραση στην αντίσταση του πλοίου και σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου μπορεί να επιτευχθεί όταν αυτή βελτιστοποιηθεί για δεδομένους συνδυασμούς ταχύτητας-βυθίσματος. Η εταιρεία πραγματοποίησε έναν αριθμό δοκιμών πάνω σε μοντέλα βελτιστοποίησης για τα πλοία της και κατέληξε στις βέλτιστες ρυθμίσεις διαγωγής για κάθε συγκεκριμένο πλοίο βάσει του βυθίσματος, της ταχύτητας και των καιρικών συνθηκών που μπορούν να φτάσουν σε εξοικονόμηση έως και 5%. Οι πλοίαρχοι καλούνται να ακολουθούν τις οδηγίες του τεχνικού τμήματος προκειμένου να διασφαλιστεί η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση καυσίμου ιδιαίτερα σε ταξίδια μεγάλων αποστάσεων. Όλες οι προσπάθειες για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης του πλοίου ρυθμίζοντας τα βυθίσματα και τη διαγωγή θα πρέπει να πραγματοποιούνται με βάση τα κριτήρια ευστάθειας και αντοχής καθώς και την εκπλήρωση της ελάχιστης τιμής που είναι κρίσιμη για το πρυμναίο βύθισμα ενώ πάντα θα πρέπει να διατηρείται ένα όριο ασφαλείας από τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές. Η καλύτερη προσέγγιση είναι η πλεύση σε ισοβύθιστη κατάσταση.</p>			

1.6	<p>Μείωση της ταχύτητας πλεύσης (Slow Steaming or Super Slow Steaming):</p> <p>Σε κάθε αίτημα του ναυλωτή για μείωση της ταχύτητας σε χαμηλά επίπεδα ο Πλοίαρχος θα πρέπει να έρθει σε επικοινωνία με τα Τμήματα Τεχνικού και Επιχειρήσεων ώστε να λάβει τις απαραίτητες τεχνικές οδηγίες για την ασφαλή λειτουργία της κύριας μηχανής.</p>	<p>Πλοίαρχος</p> <p>Α΄ Μηχανικός</p> <p>Τμήμα Επιχειρήσεων</p>	<p>Τεχνικό Τμήμα</p> <p>Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό</p>
<p>Η αναγκαία ισχύς της κύριας μηχανής είναι ανάλογη της ταχύτητας του πλοίου υψωμένης στην τρίτη δύναμη ($P_{ME} = a \cdot v^3$). Η σχέση δεν είναι γραμμική και αυτό εξηγεί γιατί χρειάζεται περισσότερη ισχύς για να αυξήσει την ταχύτητά του το πλοίο όταν ταξιδεύει σε υψηλές ταχύτητες κι επομένως αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων. Για το λόγο αυτό η τρέχουσα τάση είναι το πλοίο να κινείται μεταξύ 10% και 40% της μέγιστης ονομαστικής συνεχούς ισχύος (MCR) της κύριας μηχανής.</p>			
1.7	<p>Αυτόματος πιλότος (Auto pilot):</p> <p>Η λειτουργία ανοιχτής θαλάσσης θα πρέπει να επιλέγεται σε ήρεμες θαλάσσιες συνθήκες, ενώ ο περιορισμένος τρόπος λειτουργίας θα πρέπει να επιλέγεται σε συνθήκες όπου επικρατούν φαινόμενα καταιγίδων, κτλ. Ο καλύτερος έλεγχος της πορείας μέσω λιγότερο συχνών και μικρότερων διορθώσεων θα ελαχιστοποιήσει τις απώλειες που οφείλονται στην αντίσταση του πηδαλίου. Κατά τη διάρκεια προσεγγίσεων σε λιμένες και πλοϊκούς σταθμούς, ο αυτόματος πιλότος δεν μπορεί πάντοτε να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά καθώς το πηδάλιο πρέπει να ανταποκρίνεται γρήγορα σε συγκεκριμένες εντολές. Οι οδηγίες που αναφέρονται στο εγχειρίδιο ασφαλούς διαχείρισης της εταιρείας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.</p>	<p>Πλοίαρχος</p>	<p>Σε κάθε ταξίδι εάν είναι εφικτό</p>

	<p>Η οικονομική και βέλτιστη χρήση του αυτόματου πιλότου και των συστημάτων ελέγχου πορείας μπορεί να επιφέρει βελτίωση της αποδοτικότητας στη λειτουργία ανοιχτής θαλάσσης εφόσον αποκτάται καλύτερος έλεγχος και μειώνονται οι αντιστάσεις του πηδαλίου.</p>		
	Περιγραφή	Υπεύθυνος	Συχνότητα
2	Βελτιστοποίηση Πλοίου (Ship Optimization)		
2.1	<p>Καθαρισμός γάστρας (Hull Cleaning):</p> <p>Ο καθαρισμός του υποθαλάσσιου τμήματος της γάστρας του πλοίου θα πρέπει να γίνεται όταν κρίνεται απαραίτητο από τους ναυλωτές και κατόπιν πραγματοποίησης υποβρύχιας επιθεώρησης όπου αποκτάται σαφής εικόνα για την κατάσταση του. Θα πρέπει να παρακολουθείται η ολίσθηση της προπέλας και η συνολική απόδοση του πλοίου (λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές συνθήκες, τα ρεύματα, την κατεύθυνση των κυμάτων, τη διαγωγή, κτλ) για να αναζητηθούν πιθανές ενδείξεις ρύπανσης της γάστρας και να προγραμματιστεί καθαρισμός ώστε να μειωθεί η αντίσταση και να βελτιωθεί η κατανάλωση καυσίμου.</p>	<p>Τμήμα Επιχειρήσεων Τεχνικό Τμήμα</p>	<p>Όποτε είναι απαραίτητο</p>
	<p>Ο καθαρισμός της γάστρας του πλοίου είτε γίνεται υποθαλάσσια ή στη δεξαμενή μειώνει τις απώλειες που υφίσταται το σύστημα πρόωσης λόγω επικάθησης θαλάσσιων οργανισμών στα ύφαλα του πλοίου και κατ' επέκταση αυξημένης τριβής. Μια προφανή επιδείνωση του ποσοστού ολίσθησης σε καλές καιρικές συνθήκες υποδηλώνει την ύπαρξη βιορύπανσης στη γάστρα και την προπέλα του πλοίου, η οποία επιταχύνεται όταν το πλοίο παραμένει αγκυροβολημένο για μεγάλο χρονικό διάστημα.</p>		
2.2	<p>Καθαρισμός έλικα (Propeller Polishing):</p> <p>Αντιστοίχως ο καθαρισμός της προπέλας του πλοίου θα πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά</p>	<p>Τμήμα Επιχειρήσεων Τεχνικό Τμήμα</p>	<p>Όποτε είναι απαραίτητο</p>

	<p>διαστήματα ή όταν κρίνεται απαραίτητο από τους ναυλωτές και κατόπιν πραγματοποίησης υποβρύχιας επιθεώρησης όπου αποκτάται σαφής εικόνα για την κατάστασή της. Θα πρέπει να παρακολουθείται η ολίσθηση της προπέλας και η συνολική απόδοση του πλοίου (λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές συνθήκες, τα ρεύματα, την κατεύθυνση των κυμάτων, τη διαγωγή, κτλ) για να αναζητηθούν πιθανές ενδείξεις βιορύπανσης της προπέλας και να προγραμματιστεί καθαρισμός ώστε να μειωθεί η τραχύτητα και να αυξηθεί η απόδοση.</p>		
	<p>Υφαλοχρώματα (Paints):</p> <p>Το πλοίο εφαρμόζει υψηλής ποιότητας αντιρρυπαντική επικάλυψη η οποία μειώνει την αντίσταση τριβής και διατηρεί κατά το δυνατόν λεία την επιφάνεια της γάστρας.</p>	Τεχνικό Τμήμα	Σε κάθε δεξαμενισμό
2.3	<p>Τα πλοία ταξιδεύουν ταχύτερα και καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα όταν τα ύφαλα είναι καθαρά και απαλλαγμένα από θαλάσσιους μικροοργανισμούς, όπως είναι οι πεταλίδες, τα φύκη ή τα μαλάκια. Τα υφαλοχρώματα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ταχύτητας και της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, εμποδίζοντας την ανάπτυξη των προαναφερθέντων οργανισμών που αυξάνουν την αντίσταση τριβής του πλοίου στην επιφάνεια της βρεχόμενης γάστρας. Μόνο μια μικρή ποσότητα βιορύπανσης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου, καθώς η αντίσταση τριβής θα αυξηθεί. Όλα τα υφαλοχρώματα πρέπει να συμμορφώνονται με τη Διεθνή Σύμβαση για τον Έλεγχο των Επιβλαβών Αντιρρυπαντικών Συστημάτων επί των πλοίων (Anti-Fouling Systems Convention) η οποία περιορίζει τη χρήση βιοκτόνων οργανοκασσιτερικών ενώσεων σε αντιρρυπαντικές βαφές που χρησιμοποιούνται στα πλοία.</p> <p>Το πλοίο διαθέτει σύστημα προστασίας έναντι της βιορύπανσης από συμπολυμερές χωρίς</p>		

	<p>οργανοκασσιτερίνη που παρέχει έλεγχο απόπλυσης. Η ταχύτητα έκπλυσης αυτών των χρωμάτων ελέγχεται επειδή το βιοκτόνο απελευθερώνεται όταν το θαλασσινό νερό αντιδρά με το επιφανειακό στρώμα της βαφής. Όταν το επιφανειακό στρώμα φθαρεί, η αντίδραση για την απελευθέρωση του βιοκτόνου αρχίζει και πάλι με την επόμενη στρώση. Με αυτόν τον τρόπο, ο ρυθμός απόπλυσης είναι ο ίδιος καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του χρώματος - και κατέστη δυνατό για τα πλοία να φτάσουν μέχρι και 60 μήνες χωρίς να βαφτούν.</p> <p>Εκτός από τα παραπάνω, η εταιρεία επενδύει στην εκπαίδευση αρκετών μηχανικών που είναι πιστοποιημένοι επιθεωρητές βαφής και οι οποίοι κατά το δεξαμενισμό επιβλέπουν την εφαρμογή των υφαλοχρωμάτων και παίρνουν τις ανάλογες μετρήσεις τραχύτητας της γάστρας πριν και μετά την ανανέωση του συστήματος προστασίας από τη βιορύπανση.</p>		
	Περιγραφή	Υπεύθυνος	Συχνότητα
3	Διαχείριση Καυσίμου (Fuel Management)		
3.1	<p>Μέτρηση καυσίμου πετρελαίου και αναφορά (Fuel oil measurement and reporting):</p> <p>Ο Α΄ Μηχανικός είναι υπεύθυνος για τη διαδικασία της πετρέλευσης όπως ορίζεται στο εγχειρίδιο ασφαλούς διαχείρισης της εταιρείας. Η σχετική φόρμα του συστήματος της εταιρείας για την πετρέλευση πρέπει να κρατείται ενήμερη. Οι εναπομείναντες ποσότητες αναφέρονται καθημερινά μέσα από τα τηλεγραφήματα όπως και οι ενδείξεις των μετρητών ροής και κάθε μήνα γίνεται σύγκριση προκειμένου να ελέγχεται η ακρίβεια και η σωστή λειτουργία των ροόμετρων. Τα αποτελέσματα αξιολογούνται και λαμβάνονται διορθωτικά μέτρα αν χρειαστεί. Κάθε μήνα ο Α΄ Μηχανικός σε συνεργασία με το Β΄ Μηχανικό είναι υπεύθυνος να μετρήσει όλες τις δεξαμενές καυσίμων και να αποστείλει συμπληρωμένη τη μηνιαία φόρμα επιθεώρησης στο γραφείο μέσω</p>	Α΄ Μηχανικός	Σε κάθε πετρέλευση

	ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για να υπάρξει συμφωνία των υπολοίπων ποσοτήτων πετρελαίου που παραμένουν στο πλοίο.		
	<p>Προτού γίνει η παραγγελία καυσίμων, το πλοίο θα πρέπει να υπολογίσει την αναμενόμενη κατανάλωση καυσίμων και να επαληθεύσει το ποσό με το Τμήμα Επιχειρήσεων. Το πλοίο θα πρέπει να διαθέτει επαρκή ποσότητα καυσίμων για να ολοκληρώσει το τρέχον ταξίδι, διατηρώντας επίσης ένα απόθεμα ασφαλείας. Ο υπεύθυνος αξιωματικός για τον ανεφοδιασμό και τη μεταφορά καυσίμων συμμορφώνεται με τις διεθνείς, τοπικές και εταιρικές απαιτήσεις καθώς και με τις συναφείς απαιτήσεις της MARPOL (Annex I & VI). Στην περίπτωση που ο Α΄ Μηχανικός δεν είναι διαθέσιμος για οποιοδήποτε λόγο, η ευθύνη μεταφοράς καυσίμων μπορεί να μεταβιβαστεί στο Β΄ Μηχανικό υπό την προϋπόθεση ότι έχει τις κατάλληλες πιστοποιήσεις. Η διαδικασία ανεφοδιασμού καυσίμων περιγράφεται στο εγχειρίδιο του συστήματος ασφαλούς διαχείρισης της εταιρείας.</p> <p>Πριν ολοκληρωθεί η διαδικασία της πετρέλευσης, θα πρέπει να επανελεγχθούν οι μετρήσεις των δεξαμενών προκειμένου να διαπιστωθεί αν παραλήφθηκε λιγότερη ποσότητα. Σε περίπτωση υπερβολικής ύπαρξης αέρα ή άλλης ύποπτης πρακτικής θα πρέπει να εκδοθεί επιστολή διαμαρτυρίας.</p>		
3.2	<p>Ανάλυση Καυσίμου (Fuel Analysis):</p> <p>Το καύσιμο που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO8217 και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή της μηχανής. Η ανάλυση του δείγματος που λαμβάνεται κατά την πετρέλευση είναι υποχρεωτική για την καλύτερη μεταχείριση του καυσίμου. Τα δείγματα αποστέλλονται σε ανεξάρτητα εργαστήρια ανάλυσης καυσίμων. Στις περιπτώσεις που τα δείγματα έχουν σταλεί για ποιοτικό έλεγχο, τα καύσιμα δε θα χρησιμοποιούνται μέχρις ότου ληφθούν τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων και</p>	Τεχνικό Τμήμα Α΄ Μηχανικός	Σε κάθε πετρέλευση

	<p>εφόσον δεν υπάρξει κάποια παρατήρηση που θα μπορούσε να επηρεάσει τη λειτουργία του πλοίου. Το τεχνικό τμήμα ελέγχει τα αποτελέσματα των αναλύσεων, τις τιμές που παίρνουν οι δείκτες LCV, AI-Si, CCAI, την περιεκτικότητα σε νερό και ανάλογες οδηγίες αποστέλλονται στο πλοίο όπου κρίνεται απαραίτητο.</p>		
	<p>Στην αγορά διατίθενται καύσιμα πολλών βαθμίδων και ποιοτήτων. Η συστηματική παρακολούθηση της θερμογόνου αξίας του καυσίμου που παραλήφθηκε και της ποιότητας του καυσίμου που καταναλώθηκε μπορεί να εξάγει πληροφορίες για το που μπορεί να αναμένονται βελτιώσεις. Όταν τα εργαστηριακά αποτελέσματα της ανάλυσης πετρελαίου δείξουν ότι οι προδιαγραφές του καυσίμου είναι κοντά στα όρια ή στις περιπτώσεις που πρέπει να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα και η καλή λειτουργία του καθαριστήρα πετρελαίου, τότε λαμβάνονται δείγματα από την τροφοδοσία της κύριας μηχανής για ανάλυση. Οι καθαριστήρες πρέπει να λειτουργούν στο ελάχιστο επίπεδο διεκπεραιωτικότητας σύμφωνα με τις καταναλώσεις. Αυτό θα αυξήσει το χρόνο παραμονής στη φυγόκεντρο αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της φυγοκέντρωσης.</p>		
3.3	<p>Χρήση πρόσθετων καυσίμου πετρελαίου (Use of Fuel oil additives):</p> <p>Ανάλογα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων και των οδηγιών που έχουν σταλεί από το γραφείο ο Α΄ Μηχανικός θα πρέπει να προχωρήσει με την προσθήκη των κατάλληλων χημικών στο καύσιμο. Εκείνος είναι υπεύθυνος να διασφαλίσει ότι η αποθήκευση, ο χειρισμός, η θέρμανση, η διήθηση και η χημική επεξεργασία (όπου είναι απαραίτητο) γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα καύσιμα που καταναλώνονται να έχουν τις φυσικές ιδιότητες που απαιτούν οι κατασκευαστές του μηχανικού εξοπλισμού. Η φόρμα απογραφής των χημικών της</p>	Τεχνικό Τμήμα Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι απαραίτητο

	εταιρείας πρέπει να ενημερώνεται αναλόγως.		
	Ποικίλα πρόσθετα καυσίμου πετρελαίου διατίθενται στην αγορά. Έχει παρατηρηθεί ότι υπό ορισμένες συνθήκες η χρήση πρόσθετων μπορεί να βελτιώσει την καύση και τη συνολική απόδοση του κινητήρα. Αυτό βέβαια υπό την προϋπόθεση ότι τα χημικά πρόσθετα δεν είναι επιβλαβή για το πλήρωμα, δε θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του πλοίου και δεν αυξάνουν τις εκπομπές σύμφωνα με τον κανονισμό της MARPOL.		
	Παρακολούθηση καταλοίπων καυσίμου (Sludge Monitoring): Τα κατάλοιπα πετρελαίου που παράγονται σε ετήσια βάση θα πρέπει να παρακολουθούνται από το Τεχνικό Τμήμα και τον Α΄ Μηχανικό. Η απόδοση των καθαριστήρων πρέπει να αξιολογείται.	Τεχνικό Τμήμα Α΄ Μηχανικός	≤1% του HFO
3.4	Είναι απαίτηση της εταιρείας το πλοίο να κρατά σωστά ενημερωμένο -σύμφωνα με το πρότυπο των οδηγιών του IMO- το βιβλίο πετρελαίου όπου καταγράφονται όλες οι μεταφορές καυσίμων και η διάθεση πετρελαιοειδών υπολειμμάτων και άλλων καταλοίπων. Η παραγωγή καταλοίπων καυσίμου και σεντινόνερων παρακολουθείται από το Τεχνικό Τμήμα με βάση τις εγγραφές στο βιβλίο πετρελαίου και τις αποδείξεις παράδοσης καταλοίπων σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις λιμένων. Η εταιρεία έχει μεριμνήσει απευθείας ή μέσω των αντίστοιχων ναυλωτών τη διάθεση αυτών των συσσωρευμένων ποσοτήτων καταλοίπων και απορριμμάτων σε καθορισμένους σταθμούς που βρίσκονται ανά την υφήλιο. Υπολογίζεται ότι η συλλογή καταλοίπων από την κύρια μηχανή αντιστοιχεί στο 1% της ημερήσιας κατανάλωσης μέσω των διαχωριστήρων και περίπου 100 λίτρα προέρχονται από τα δίκτυα αποστράγγισης. Οι ποσότητες αυτές καταγράφονται στο βιβλίο πετρελαίου σύμφωνα με τις σχετικές οδηγίες. Το Τεχνικό Τμήμα μπορεί να αξιολογήσει την ποιότητα του καυσίμου πετρελαίου και την ορθή λειτουργία των διαχωριστήρων από τις αναφερόμενες ποσότητες καταλοίπων.		
	Περιγραφή	Υπεύθυνος	Συχνότητα
4	Βελτιστοποίηση Μηχανικού Εξοπλισμού (Machinery Optimization)		

	<p>Απόδοση Κύριας Μηχανής (Main Engine Efficiency/ Super Slow Steaming instructions)</p> <p>Σε κάθε αίτημα του ναυλωτή για μείωση της ταχύτητας σε χαμηλά επίπεδα ο Πλοίαρχος θα πρέπει να έρθει σε επικοινωνία με τα Τμήματα Τεχνικού και Επιχειρήσεων ώστε να λάβει τις απαραίτητες τεχνικές οδηγίες για την ασφαλή λειτουργία της κύριας μηχανής.</p>	<p>Πλοίαρχος Α΄ Μηχανικός Τμήμα Επιχειρήσεων Τεχνικό Τμήμα</p>	<p>Όταν εφαρμόζεται πλεύση με μειωμένη ταχύτητα (Slow Steaming)</p>
<p>4.1</p>	<p>Η μείωση της ταχύτητας είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος μείωσης της κατανάλωσης. Καθώς η καμπύλη κατανάλωσης καυσίμου είναι εκθετική, η μείωση της ταχύτητας δίνει σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου. Για παράδειγμα, για μια μείωση της ταχύτητας από 23 σε 17 κόμβους (23%), η αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου είναι 42% για ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων 6500 TEU και 47% για ένα πλοίο 13100 TEU. Πραγματοποιήθηκε λεπτομερής τεχνική διερεύνηση για να προσδιοριστούν οι τροποποιήσεις που απαιτούνται για κάθε πλοίο ώστε να είναι σε θέση να λειτουργεί με πολύ χαμηλά φορτία κινητήρα με βάση τις προδιαγραφές της μηχανής, των υπερσυμπιεστών (turbochargers) και του λέβητα.</p> <p>Το πλοίο διαθέτει ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μηχανή που εξασφαλίζει: α) Χαμηλότερες καταναλώσεις καυσίμων (SFOC– Specific fuel oil consumption) και καλύτερες επιδόσεις χάρη στο μεταβλητό ηλεκτρονικά ελεγχόμενο χρονισμό της έγχυσης καυσίμου και των βαλβίδων εξαγωγής σε οποιαδήποτε ταχύτητα και σε οποιοδήποτε εύρος λειτουργίας της μηχανής, β) Βελτιωμένες επιδόσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με λειτουργία που παράγει πολύ λιγότερα καυσαέρια.</p> <p>Ακόμη η αποκοπή του ενός υπερσυμπιεστή (turbocharger) από την κύρια μηχανή εφαρμόστηκε ώστε να βελτιωθεί η λειτουργία του κινητήρα σε χαμηλά φορτία.</p> <p>Γραπτές οδηγίες έχουν αποσταλεί στο πλοίο ώστε να εξασφαλιστεί η ασφαλής λειτουργία σε χαμηλά φορτία.</p>		
<p>4.2</p>	<p>Συντήρηση του συστήματος πρόωσης (Propulsion system maintenance):</p> <p>Η συντήρηση γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, οι οποίες ενσωματώνονται στο Σύστημα Προγραμματισμένης Συντήρησης</p>	<p>Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα</p>	<p>Πάντοτε</p>

	<p>(Planned Maintenance System) της εταιρείας. Ύστερα από την εκτέλεση κάθε προγραμματισμένης εργασίας συμπληρώνεται η κάρτα εργασίας (Job Card) και το σύστημα ενημερώνεται αυτόματα.</p>		
	<p>Το Σύστημα Προγραμματισμένης Συντήρησης (Planned Maintenance System – PMS) της εταιρείας καλύπτει τις επιθεωρήσεις που προβλέπονται από το Νηογνώμονα του πλοίου και το κράτος Σημαίας. Η παρακολούθηση των επιθεωρήσεων και των εργασιών που σχετίζονται με θέματα ασφαλείας και ελλείψεις αποτελούν βασικές παραμέτρους της πολιτικής προγραμματισμένης συντήρησης της εταιρείας. Όλες οι εργασίες συντήρησης χαρακτηρίζονται με βάση την περιοδικότητα, την κατάσταση και βάσει συστάσεων. Η συντήρηση της κύριας μηχανής γίνεται σύμφωνα με το PMS ενώ οι μηνιαίες ώρες λειτουργίας του κινητήρα (Main Engine Running Hours) παρακολουθούνται μέσα από συγκεκριμένη φόρμα αναφοράς της εταιρείας όπως και η απόδοση της μηχανής (Main Engine Performance).</p> <p>Η διαδικασία συντήρησης και παρακολούθησης της κύριας μηχανής έχει επιτακτική σημασία για την διασφάλιση της σωστής, ασφαλούς και αποδοτικής λειτουργία της.</p> <p>Επιπλέον των ανωτέρω, εκπονήθηκε λεπτομερής μελέτη σχετικά με την ικανότητα των βοηθητικών μηχανημάτων, όπως είναι οι κυκλοφορητές και οι αντλίες τροφοδοσίας που είναι κρίσιμοι για τη λειτουργία της κύριας μηχανής, να λειτουργούν με χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο καθαρό καύσιμο (LS MGO) και σχετικές δοκιμές έχουν διεξαχθεί για την επιβεβαίωση της καταλληλότητας.</p>		
4.3	<p>Παρακολούθηση της απόδοσης της κύριας μηχανής (M/E Performance Monitoring):</p> <p>Η συνεχής παρακολούθηση της απόδοσης της κύριας μηχανής μέσω των εκθέσεων επιδόσεων ταξιδιού και τα μηνιαία έντυπα αναφοράς αποσκοπούν στο να προσδιορίσουν την πραγματική απόδοση του πλοίου και των πιθανών αιτιών υποβάθμισης, ώστε να ληφθούν διορθωτικά μέτρα. Επιπρόσθετα, οι επιδόσεις της κύριας μηχανής λαμβάνονται από τους αρχι-μηχανικούς του</p>	Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Πάντοτε

	<p>γραφείου κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων επιθεωρήσεων επί του πλοίου, οι οποίες πραγματοποιούνται κατ' ελάχιστο δύο φορές το χρόνο.</p>		
	<p>Οι πληροφορίες που συλλέγονται για την απόδοση της μηχανής συνδυαστικά μέσα από τα μεσημβρινά τηλεγραφήματα του πλοίου στο γραφείο (Noon reports), τις μηνιαίες φόρμες αναφοράς και τις εκθέσεις των εσωτερικών επιθεωρήσεων χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της πραγματικής κατάστασης του πλοίου και συγκρίνονται με την κατάσταση αναφοράς που βασίζεται στα αποτελέσματα των θαλάσσιων δοκιμών, λαμβάνοντας ασφαλώς υπόψη και άλλες παραμέτρους όπως οι καιρικές συνθήκες, η διαγωγή του πλοίου, τα έτη που πέρασαν από τον τελευταίο δεξαμενισμό, κτλ.</p> <p>Επιπλέον, υπολογίζεται η πραγματική απαίτηση ισχύος για τη συγκεκριμένη ταχύτητα καθώς και η ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFOC) του κινητήρα. Η απόδοση της κύριας μηχανής λαμβάνεται είτε με τη βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού που παρέχει αυτοματοποιημένες μετρήσεις ή χειροκίνητα. Η απαίτηση ισχύος για δεδομένη κατάσταση ταχύτητας-βυθίσματος συγκρίνεται με τις καμπύλες θαλάσσιων δοκιμών (για το συγκεκριμένο βύθισμα) και εξάγονται συναφή συμπεράσματα σχετικά με την κατάσταση της γάστρας του πλοίου λαμβάνοντας βέβαια υπόψη τη διαγωγή, τις καιρικές συνθήκες, την τραχύτητα του χρώματος κλπ. Ως δεύτερο βήμα, η ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFOC) για το συγκεκριμένο φορτίο του κινητήρα συγκρίνεται με τα δεδομένα των δοκιμών και συναφή αποτελέσματα εξάγονται σχετικά με την απόδοση της κύριας μηχανής, την κατάσταση της γάστρας και του έλικα.</p>		
4.4	<p>Αποκοπή υπερσυμπιεστή (Turbocharger Cut-out):</p> <p>Το πλοίο διαθέτει 4 υπερσυμπιεστές από τους οποίους ο ένας έχει απομονωθεί προκειμένου να βελτιωθεί η καύση και να μειωθεί η ειδική κατανάλωση καυσίμου σε χαμηλά φορτία.</p>	Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Πάντοτε
	<p>Μετά την αποκοπή του υπερσυμπιεστή, η πίεση του συμπιεστή και η μέγιστη πίεση στον κύλινδρο αυξάνονται (για την ίδια κατάσταση φορτίου) δίνοντας καλύτερη SFOC. Η καύση βελτιώνεται και η απόδοση του κινητήρα σε χαμηλά φορτία. Η εξοικονόμηση</p>		

	καυσίμου που επιτυγχάνεται σύμφωνα με τον κατασκευαστή κυμαίνεται μεταξύ 2-4%.		
4.5	<p>Αξιοποίηση και Αποδοτικότητα Βοηθητικών Μηχανών (Auxiliary Engines Efficiency & Utilization):</p> <p>Είτε εν πλω ή στο λιμάνι ο αριθμός των εναλλακτάρων ή των γεννητριών που συνδέονται με τον ηλεκτρικό πίνακα θα πρέπει να είναι ο ελάχιστος που απαιτείται για να μεταφερθούν τα φορτία βάσης και αιχμής. Θα πρέπει να παρακολουθείται η πραγματική ηλεκτρική ζήτηση και να διατηρείται πάντοτε σε λειτουργία ο ελάχιστος αριθμός γεννητριών. Οι γεννήτριες προτού επιχειρήσουν να μοιραστούν φορτίο με μια άλλη μηχανή θα πρέπει να φτάσουν μέχρι το 40-70% του φορτίου τους. Διατηρήστε τις ρυθμίσεις της κατανομής φόρτωσης και των συσκευών ασφαλείας για να επιτρέψετε αυτήν την κατάσταση.</p>	Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Πάντοτε
	<p>Η λειτουργία των ηλεκτρογεννητριών σε χαμηλά φορτία (κάτω από 40%) οδηγεί σε αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης και επιταχύνει τη φθορά των μηχανών. Στόχος αποτελεί η αποδοτική διαχείριση των βοηθητικών μηχανών ελαχιστοποιώντας τον αριθμό των ηλεκτρογεννητριών που λειτουργούν πάνω στο πλοίο. Στην αναφορά απόδοσης των βοηθητικών μηχανών ενσωματώνεται γράφημα με τα κατώτερα και ανώτερα όρια του φορτίου των ηλεκτρογεννητριών για την εύκολη παρακολούθηση της επίδοσης τους. Μέσα από τα μεσημβρινά τηλεγραφήματα αναφέρονται σε καθημερινή βάση ο αριθμός των ηλεκτρογεννητριών που βρίσκονται σε λειτουργία, το φορτίο και ο αριθμός των ψυγείων που μεταφέρονται. Όλα αυτά τα στοιχεία αξιολογούνται καθημερινά από τους αρχι-μηχανικούς του στόλου.</p>		
4.6	<p>Απόδοση Βοηθητικών Μηχανών (Auxiliary Engines Performance):</p> <p>Οι μετρήσεις της απόδοσης κάθε μηχανήματος θα πρέπει να γίνεται στα χρονικά διαστήματα που ορίζονται στο Planned Maintenance System (PMS).</p>	Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Πάντοτε

	<p>Οι ώρες λειτουργίας κάθε μηχανής και η απόδοσή της πρέπει να καταγράφονται στις μηνιαίες φόρμες αναφοράς που αποστέλλονται στο γραφείο. Οι πληροφορίες αυτές σε συνδυασμό με τα μεσημβρινά τηλεγραφήματα ελέγχονται και αξιολογούνται από το Τεχνικό Τμήμα το οποίο προβαίνει σε διορθωτικές ενέργειες όπου χρειάζεται. Είναι σημαντικό κατά τη λήψη δεδομένων απόδοσης της μηχανής, το φορτίο να προσεγγίζει κατά το δυνατόν το 75% του MCR. Τα αμοιβά των ηλεκτρογεννητριών που χαρακτηρίζονται ως κρίσιμα θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμα πάνω στο πλοίο και να παρακολουθούνται μέσα από τη μηνιαία φόρμα αναφοράς. Όλες οι συσκευές ασφαλείας των βοηθητικών μηχανών καθώς και οι συναγερμοί θα πρέπει να ελέγχονται κάθε τρεις μήνες.</p>		
4.7	<p>Λέβητας Καυσαερίων (Exhaust gas boiler): Η θερμοκρασία εισαγωγής θα πρέπει να διατηρείται λιγότερο από 350°C και σε κάθε περίπτωση πάνω από 200°C. Επιπλέον η θερμοκρασία εξαγωγής πρέπει να διατηρείται πάνω από 180°C ώστε να αποφεύγονται οι φθορές λόγω χαμηλής θερμοκρασίας. Οι θερμοκρασίες αυτές θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά. Το τμήμα καυσαερίων θα πρέπει να επιθεωρείται μια φορά το μήνα για να ελέγχεται ο βαθμός ρύπανσης, δηλαδή η εναπόθεση καταλοίπων αιθάλης. Το διάστημα επιθεώρησης μπορεί να επεκταθεί εάν αναφερθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα από τον Α΄ Μηχανικό. Η διαφορική πίεση εισαγωγής και εξαγωγής θα πρέπει να καταγράφεται στο</p>	Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Πάντοτε

	<p>ημερολόγιο μηχανής. Για το ίδιο φορτίο της κύριας μηχανής σταδιακή αύξηση της διαφορικής πίεσεως υποδηλώνει αυξημένο σχηματισμό ρύπανσης. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να γίνεται καθαρισμός της αιθάλης- παραπομπή γίνεται στις τεχνικές οδηγίες για πλεύση σε χαμηλές ταχύτητες της εταιρείας.</p>		
4.8	<p>Βοηθητικός Λέβητας (Auxiliary Boiler): Μη θέτετε σε λειτουργία τον βοηθητικό λέβητα πολύ πριν από την προβλεπόμενη χρήση. Ο λέβητας πρέπει να βρίσκεται σε κατάσταση αυτόματης λειτουργίας. Όταν η κύρια μηχανή λειτουργεί με φορτίο κάτω από 40%, ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος και ιδιαίτερα όταν το πλοίο ταξιδεύει κατά τη διάρκεια της χειμερινής ζώνης, μπορεί να απαιτείται συνεχής λειτουργία του βοηθητικού λέβητα. Προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ατμού, οι καταναλωτές ατμού πρέπει να μειωθούν στο ελάχιστο απαιτούμενο (ημερήσιες δεξαμενές, θερμαντήρες κ.λπ.) λαμβάνοντας υπόψη την εξισορρόπηση του ατμού. Πιο συγκεκριμένα: 1- Ρυθμίστε την πίεση του βοηθητικού λέβητα στην ελάχιστη απόλυτη τιμή ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί τις ανάγκες του πλοίου και να αποφεύγεται η υπερκατανάλωση. 2- Μόνο ένας διαχωριστήρας πετρελαίου να είναι σε λειτουργία όπου αυτό είναι εφικτό. 3- Οι σπείρες θέρμανσης να λειτουργούν μόνο στις δεξαμενές που χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση. 4- Η θερμοκρασία στις δεξαμενές διαχωρισμού να ρυθμίζεται στους 70°C. 5- Κατά τη μεταφορά καυσίμου από τις δεξαμενές αποθήκευσης,</p>	Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Πάντοτε

<p>διατηρείστε τη θερμοκρασία της δεξαμενής στους 40-45°C. Η προγραμματισμένη συντήρηση του λέβητα θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το PMS. Τα αμοιβά που χαρακτηρίζονται ως κρίσιμα θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμα πάνω στο πλοίο και να παρακολουθούνται μέσα από τη μηνιαία φόρμα αναφοράς. Επιπλέον, η ποιότητα του νερού του λέβητα θα πρέπει να παρακολουθείται καθημερινά μέσα από την αντίστοιχη φόρμα αναφοράς της εταιρείας.</p>		
<p>Αν και το πλοίο διαθέτει φλογαυλωτό λέβητα που είναι λιγότερο ευαίσθητος σε σύγκριση με ένα υδραυλωτό λέβητα στην περίπτωση πλεύσης σε χαμηλές ταχύτητες, σύμφωνα με τον κατασκευαστή απαιτείται η ελάχιστη ταχύτητα των καυσαερίων να είναι 20m/sec ώστε να αποφεύγονται εναποθέσεις αιθάλης στους σωλήνες. Αυτό μπορεί να προκαλέσει μειωμένη παραγωγή ατμού καθώς θα μειώνει τη θερμική αγωγιμότητα των σωλήνων. Επίσης η ποιότητα του αποσταγμένου νερού του λέβητα επηρεάζει τη συσσώρευση αποθέσεων που μπορεί να μειώνουν την αποδοτικότητα του λέβητα και τελικά να οδηγούν σε διάβρωση των σωλήνων. Η κατανάλωση αποσταγμένου νερού και οι ιδιότητες του νερού παρακολουθούνται και καταγράφονται στη σχετική φόρμα αναφοράς της εταιρείας, η οποία αποστέλλεται στο γραφείο κάθε μήνα. Βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης όπως καταγράφονται στο έντυπο, το Τεχνικό Τμήμα στέλνει οδηγίες στο πλοίο σχετικά με το ποιο χημικό πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Το φυλλάδιο οδηγιών χρήσης χημικών ουσιών βρίσκεται επί του πλοίου. Το πλοίο είναι εφοδιασμένο με το απαραίτητο σετ για τις δοκιμές των ιδιοτήτων του νερού και με χημικά για τη βελτίωση της ποιότητάς του. Οι ποσότητες των χημικών που παραμένουν στο πλοίο παρακολουθούνται μέσα από τη μηνιαία φόρμα αναφοράς.</p> <p>Σε σχέση με το βοηθητικό λέβητα, συχνοί έλεγχοι θα πρέπει να πραγματοποιούνται για το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα της φλόγας του καυστήρα και την εμφάνιση του καυσαερίου γιατί αποτελούν ενδείξεις μη αποδοτικής λειτουργίας. Προκειμένου να εξασφαλιστεί σωστή καύση και αποδοτική λειτουργία του λέβητα, ο λόγος αέρα / καυσίμου πρέπει να είναι ο κατάλληλος με βάση τη ζητούμενη ποσότητα, γι 'αυτό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη ρύθμιση των φρακτών του αέρα.</p>		

4.9	<p>Αποδοτικότητα της εγκατάστασης ατμού (Steam Plant Efficiency):</p> <p>Η θερμομόνωση των σωλήνων και των βαλβίδων θα πρέπει να διατηρούνται σε καλή κατάσταση ώστε να μειώνονται οι απώλειες θερμότητας. Το ίδιο και οι ατμοπαγίδες. Η προθέρμανση των δεξαμενών να γίνεται διατηρώντας τον ελάχιστο αριθμό καταναλωτών σύμφωνα με την ανάλυση ηλεκτρικού φορτίου: α) όταν πρόκειται για το βοηθητικό λέβητα να διατηρείται η θερμοκρασία μόνο στη μικρότερη δεξαμενή εάν αυτό είναι δυνατό, β) η μόνωση των σωληνώσεων επιστροφής ατμού και των συμπυκνωμάτων πρέπει να επιθεωρείται τακτικά για να αποφεύγονται οι απώλειες ατμού.</p>	Α΄ Μηχανικός	Πάντοτε
<p>Σημαντική διατήρηση καυσίμου μπορεί να επιτευχθεί με την ελαχιστοποίηση της συνολικής κατανάλωσης ατμού στο πλοίο. Η απόδοση της εγκατάστασης ατμού έχει υπολογιστεί από το ναυπηγείο λαμβάνοντας υπόψη το χειρότερο σενάριο σε χειμερινές συνθήκες για να επιτυγχάνεται ισορροπία ατμού στο δίκτυο. Η μόνωση των σωληνώσεων θα πρέπει να επαναφέρεται στην αρχική κατάσταση μετά από τις όποιες επισκευές χρειάζεται να γίνουν. Η επιθεώρηση των συστημάτων γίνεται σύμφωνα με το PMS.</p>			
4.10	<p>Αποτεφρωτήρας (Incinerator):</p> <p>Η χρήση της μονάδας αποτέφρωσης για καύση καταλοίπων καυσίμου πετρελαίου θα αυξήσει τις αέριες εκπομπές. Αντ'αυτού τα κατάλοιπα να παραδίδονται στους σταθμούς υποδοχής των λιμένων που προσεγγίζει το πλοίο σύμφωνα με την πολιτική της εταιρείας και τις οδηγίες του Τμήματος Επιχειρήσεων.</p>	Α΄ Μηχανικός	Πάντοτε

	<p>Η αποτέφρωση των αποβλήτων συνεπάγεται τη δημιουργία εκπομπών αερίων που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και πρόκειται κυρίως για εκπομπές CO₂, καθώς και για N₂O, NO_x, NH₃ και οργανικό άνθρακα. Γενικά, συνίσταται να ελαχιστοποιείται η χρήση του αποτεφρωτήρα.</p>		
4.11	<p>Σύστημα Ψύξης Προμηθειών και Συμπιεστές (Provision Refrigeration, System and Compressors):</p> <p>Προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση της παροχής ψύξης και να μειωθεί η λειτουργία του αεροσυμπιεστή τα ακόλουθα μέτρα θα πρέπει να ακολουθούνται από το πλήρωμα: Α) Ελάχιστη και αποτελεσματική είσοδος στον ψυχρό θάλαμο. Η πόρτα να κρατείται κλειστή. Β) Η μόνωση να διατηρείται σε καλό επίπεδο. Γ) Η εγκατάσταση ψύξης να ρυθμίζεται αναλόγως: ρύθμιση της βαλβίδας πίεσης, διαρροές αερίου, υιοθέτηση αποτελεσματικού κύκλου απόψυξης (ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, την υγρασία, κ.λπ.)</p>	Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό
4.12	<p>Έλεγχος Συστήματος Κλιματισμού (Air-Conditioning and Control):</p> <p>Ο κλιματισμός είναι ένας από τους σημαντικότερους καταναλωτές ενέργειας. Τα παράθυρα αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 50% της θερμότητας ή της απώλειας θερμότητας (ανάλογα με την εποχή), το οποίο με τη σειρά του αυξάνει κατά 50% το φόρτο λειτουργίας στο σύστημα κλιματισμού ή στο σύστημα θέρμανσης. Το πλήρωμα μπορεί να περιορίσει την κατανάλωση διατηρώντας τα σκιάδια κλειστά όταν το ηλιακό φως δεν είναι απαραίτητο ή όταν ο χώρος δε</p>	Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό

	<p>χρησιμοποιείται. Επιπλέον, θα πρέπει να τηρούνται τα ακόλουθα: Α) Οι εξωτερικές πόρτες και τα παράθυρα να είναι πάντα κλειστά. Β) Το ίδιο και οι εσωτερικές πόρτες στο μηχανοστάσιο.</p>		
	<p>Τα επιχειρησιακά μέτρα που περιγράφονται παραπάνω είναι σημαντικά για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού καθώς ελαχιστοποιούν τις απώλειες ενέργειας και μπορούν εύκολα να υιοθετηθούν από το πλήρωμα. Η σωστή εφαρμογή του PMS (συμπεριλαμβανομένου του καθαρισμού των φίλτρων, έλεγχος / ρύθμιση των κινητήριων ζωνών των ανεμιστήρων, ο έλεγχος των συμπιεστών κλπ.) και η παρακολούθηση της κατανάλωσης ψυκτικού μέσου και των διαρροών στο πλοίο διασφαλίζουν την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος. Κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού θα πρέπει να διατηρείται στο σύστημα για σωστή λειτουργία. Οι εκπομπές HCFC σχετίζονται με διαρροές κατά τη λειτουργία και τη συντήρηση των ψυκτικών εγκαταστάσεων. Η ανεπαρκής ποσότητα ψυκτικού μέσου θα οδηγήσει σε ανεπαρκή ικανότητα ψύξης και υψηλό φορτίο συμπιεστή, επομένως σε χαμηλό συντελεστή απόδοσης. Οι ποσότητες ψυκτικού μέσου και ο ρυθμός διαρροής παρακολουθούνται μέσα από τη φόρμα αναφοράς της εταιρείας σε εξαμηνιαία βάση. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται στο πλοίο συμμορφώνεται με τους κανονισμούς της ΕΕ για το όζον καθώς δεν περιέχει HCFC.</p>		
4.13	<p>Αντλίες ψύξης με νερό θαλάσσης (Cooling Sea Water Pumps):</p> <p>Θα πρέπει να λειτουργεί μόνο ο αριθμός των μονάδων που απαιτούνται για την κάλυψη της πραγματικής ζήτησης λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοκρασία του θαλασσινού νερού και το φορτίο του κινητήρα χωρίς να θυσιάζεται η ασφάλεια.</p>	Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό
	<p>Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του θαλασσινού νερού οι απαιτήσεις του συστήματος για ψύξη μπορούν να εξυπηρετηθούν μόνο με μία αντλία σε λειτουργία, εξοικονομώντας κατά αυτόν τον τρόπο την ενέργεια που θα καταναλώνε μια δεύτερη αντλία.</p>		
4.14	<p>Πηδάλιο (Steering Gear):</p> <p>Κατά την παραμονή του πλοίου στο λιμένα η αντλία του συστήματος διεύθυνσης να παύει σύμφωνα με τη συνήθη πρακτική. Εντούτοις, μονή</p>	Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό

	λειτουργία μπορεί να ενδείκνυται ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο λιμένα.		
4.15	Συσκευές κουζίνας πλοίου (Galley Appliances): Εξοικονόμηση καυσίμου μπορεί να επιτευχθεί με τη σωστή χρήση των μαγειρικών εστιών, την κατάλληλη επιλογή μεγέθους εστίας και σκεύους, τη μείωση των ωρών που μένουν σε λειτουργία οι συσκευές χωρίς να γίνεται χρήση.	Μάγειρας	Όποτε είναι εφικτό
4.16	Φωτισμός (Lighting): Τα φώτα να απενεργοποιούνται στις καμπίνες του πληρώματος, στους κοινόχρηστους χώρους, στην κουζίνα όταν οι χώροι αυτοί δεν είναι κατειλημένοι. Επιπλέον, να απενεργοποιείται ο φωτισμός στους χώρους φόρτωσης, στις αποθήκες, το εργαστήριο όταν τελειώνουν οι εργασίες και τα φώτα καταστρώματος να σβήνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Εξάιρεση αποτελούν τα φώτα έκτακτης ανάγκης που παραμένουν πάντοτε αναμμένα.	Πλήρωμα	Όποτε είναι εφικτό
4.17	Ανεμιστήρες (Fans): Κατά τη διάρκεια μακράς παραμονής στο λιμάνι, θα πρέπει να είναι δυνατή η διακοπή της λειτουργίας των ανεμιστήρων που σχετίζονται με την κύρια μηχανή υπό ήπιες καιρικές συνθήκες. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στους ανεμιστήρες που παρέχουν αέρα στις βοηθητικές μηχανές, τους λέβητες και τους συμπιεστές οι οποίοι πρέπει να παραμένουν σε λειτουργία.	Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό
4.18	Αντλίες λίπανσης (Lube oil pumps): Κατά τη διάρκεια μακράς παραμονής στο λιμάνι, να διακόπτεται η λειτουργία των αντλιών λίπανσης που σχετίζονται με την κύρια μηχανή και να διατηρείται η ελάχιστη απαιτούμενη κατάσταση ψύξης.	Α΄ Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό

4.19	Θέρμανση κύριας μηχανής (M/E warming): Κατά την παραμονή στο λιμάνι η θερμοκρασία εξόδου του νερού ψύξης του χιτωνίου να διατηρείται στους 70°C.	A' Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό
4.20	Διαχωριστήρες πετρελαίου (Fuel Oil Purifiers): Κατά τη διάρκεια μακράς παραμονής στο λιμάνι, προγραμματισμένης 24 ώρες ή και παραπάνω, να διακόπτεται η λειτουργία των καθαριστήρων πετρελαίου καυσίμου υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει επαρκής ποσότητα επεξεργασμένου καυσίμου για να ξεκινήσει η μηχανή.	A' Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό
4.21	Προωστήρες πλώρης (Bowthrusters): Να μειώνεται ή να διακόπτεται η λειτουργία του μοτέρ σε μεγάλες αποστάσεις. Να ενεργοποιείται μόνο σε πραγματικές καταστάσεις ελιγμών.	A' Μηχανικός	Όποτε είναι εφικτό
4.22	Θερμαντήρας στεγνωτηρίου (Drying room heater): Να ελαχιστοποιείται η λειτουργία του θερμαντήρα και να απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει πλυντήριο.	A' Μηχανικός	Πάντοτε
4.23	Διαχείριση γενικής παροχής αέρα (General service air management): Όταν δε χρησιμοποιείται η βαλβίδα παροχής αέρα καταστρώματος να κλείνει.	A' Μηχανικός	Πάντοτε
4.24	Διαχείριση εξοπλισμού ναυσιπλοΐας/επικοινωνιών (Navigation/Communication equipment management): Όταν το πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι το ραντάρ, ο αυτόματος πιλότος και το βαθύμετρο να μένουν εκτός λειτουργίας κατά τη συνήθη πρακτική, για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.	Πλοίαρχος	Πάντοτε
5	Εκπαίδευση (Training)		

	<p>Ευαισθητοποίηση & Κατάρτιση (Awareness & Training):</p> <p>Τα μέλη του πληρώματος θα πρέπει να ενημερώνονται για το πώς συνδέεται η εξοικονόμηση καυσίμου με την προστασία του περιβάλλοντος. Επίσης, για το πώς προσωπικά μπορούν να συμμετέχουν σε δραστηριότητες που σχετίζονται με το περιβάλλον.</p>	<p>Πλοίαρχος</p> <p>Α΄ Μηχανικός</p> <p>Τμήμα Ανθρώπινου Δυναμικού</p>	<p>Κατά τη διάρκεια ενημέρωσης στο γραφείο και την περίοδο εξοικείωσης στο πλοίο</p>
5.1	<p>Το πλήρωμα διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ως μέρος της αρχικής εξοικείωσης με το πλοίο, κάθε μέλος θα πρέπει να έχει κατανοήσει πλήρως τις συγκεκριμένες λειτουργίες του πλοίου και πώς οι αλληλεπιδράσεις του πληρώματος με αυτό το συγκεκριμένο εξοπλισμό έχουν τη δυνατότητα να σπαταλούν ή να εξοικονομούν ενέργεια. Πολύ απλές καλές συνήθειες εξοικονομούν σημαντική ποσότητα ηλεκτρισμού. Η κατάρτιση σχετικά με τα θεμελιώδη στοιχεία του Σχεδίου Διαχείρισης θα εξασφαλίσει την επιτυχή εφαρμογή των μέτρων αποδοτικότητας που έχουν συμφωνηθεί από την εταιρεία. Η εκπαίδευση αυτή διεξάγεται από το τμήμα Ανθρώπινου Δυναμικού, ενώ τα τμήματα Τεχνικού, Επιχειρήσεων και Ασφάλειας & Ποιότητας παρέχουν οδηγίες για την υλοποίηση του SEEMP κατά τη διάρκεια της ενημέρωσης στο γραφείο. Στόχος είναι να ενσωματωθεί η διαχείριση της εξοικονόμησης ενέργειας στη γενική διαχείριση του πλοίου και να διασφαλιστεί ότι όλες οι σχετικές πληροφορίες χρησιμοποιούνται και κατανοούνται από το πλήρωμα.</p>		
5.2	<p>Έλεγχος (πλοίου-γραφείου) (Audits (on board and ashore):</p> <p>Το Τμήμα Ασφάλειας, Ποιότητας & Περιβάλλοντος διενεργεί ετήσιο έλεγχο πάνω στο πλοίο κατά τον οποίο, μεταξύ άλλων, εξακριβώνεται ο βαθμός εξοικείωσης του πληρώματος με το SEEMP και η τήρηση των διαδικασιών και των μέτρων που προβλέπονται για τη βελτίωση της αποδοτικότητας. Όσον αφορά τις υπευθυνότητες του προσωπικού ξηράς που σχετίζονται με το SEEMP, αυτές αξιολογούνται</p>	<p>Πλοίαρχος</p> <p>Τμήμα Ασφάλειας, Ποιότητας & Περιβάλλοντος</p>	<p>Κατά τη διάρκεια του περιβαλλοντικού ελέγχου και του ετήσιου ελέγχου.</p>

κατά τον καθιερωμένο ετήσιο έλεγχο από το ίδιο τμήμα.		
---	--	--

3.3 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ (Monitoring)

Η αποτελεσματικότητα των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και όλου του σχεδίου διαχείρισης βασίζεται στην ποσοτική αξιολόγηση που γίνεται με τη χρήση εργαλείων παρακολούθησης. Ο δείκτης ΕΕΟΙ όπως ορίζεται στη σχετική εγκύκλιο του ΙΜΟ αποτελεί ένα τέτοιο εργαλείο το οποίο απολαμβάνει ευρείας αναγνώρισης διεθνώς. Εκτός αυτού όμως οι εταιρείες μπορούν να υιοθετούν και άλλα ποσοτικά μέσα που θεωρούνται κατάλληλα για τις επιχειρήσεις τους. Μέσα από ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης και αναφοράς όπου ενσωματώνει όλες τις μορφές πληροφόρησης (ημερήσια τηλεγραφήματα πλοίου, μηνιαίες αναφορές, ημερολόγια καταγραφής, χρήση ηλεκτρονικής πλατφόρμας για αυτόματη μεταφορά και συγχρονισμό δεδομένων, αναφορές επιθεωρήσεων, κτλ) η εταιρεία λαμβάνει τα στοιχεία εκείνα για την παρακολούθηση των παρακάτω δεικτών που μετρούν την αποδοτικότητα:

	Περιγραφή	Υπεύθυνος	Συχνότητα
1	<p>ΕΕΟΙ :</p> <p>Το πλήρωμα αναφέρει για κάθε ταξίδι τη συνολική κατανάλωση καυσίμου πετρελαίου, την απόσταση που έχει διανυθεί και το μεταφερόμενο φορτίο. Ο ΕΕΟΙ υπολογίζεται βάσει αυτών των δεδομένων. Η εταιρεία έχει εγγράψει τα πλοία της σε σχετικό πρόγραμμα της κλάσης και πιστοποιητικά ΕΕΟΙ χορηγούνται ετησίως στο στόλο.</p>	Τμήμα Έρευνας & Ανάπτυξης	Ετησίως
2	<p>Αποδοτικότητα πρόωσης (Propulsion Efficiency):</p> <p>Το πλήρωμα αναφέρει καθημερινά κατανάλωση καυσίμου κύριας μηχανής, διανυόμενη απόσταση,</p>	Αρχιμηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Ημερησίως

	<p>μέση ισχύ κύριας μηχανής και στροφές ανά λεπτό, παραμέτρους κύριας μηχανής και καιρικές συνθήκες. Με βάση αυτά τα δεδομένα το Τεχνικό Τμήμα αξιολογεί την κατάσταση της γάστρας και της κύριας μηχανής συγκριτικά με τα σχεδιαστικά μεγέθη κι επομένως την απόδοση του συστήματος πρόωσης.</p>		
3	<p>Ολίσθηση (Slip):</p> <p>Το πλήρωμα αναφέρει καθημερινά τη θεωρητική ταχύτητα βάσει του βήματος της προπέλας καθώς και την πραγματική ταχύτητα σύμφωνα με το GPS. Ο φαινομενικός λόγος ολίσθησης υπολογίζεται από την αναφορά αυτή και με βάση τα παραπάνω εξετάζοντας επίσης την τρέχουσα κατεύθυνση και τις καιρικές συνθήκες, εκτιμάται η κατάσταση της γάστρας του πλοίου.</p>	Αρχιμηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Ημερησίως
4	<p>Δοκιμή Απόδοσης (Performance Trial):</p> <p>Μία φορά το μήνα τουλάχιστον πραγματοποιείται δοκιμή απόδοσης της κύριας μηχανής και τα αποτελέσματα στέλνονται στο γραφείο για την αξιολόγησή τους. Επιπλέον, κατά τις επιθεωρήσεις των αρχιμηχανικών πάνω στο πλοίο λαμβάνονται μετρήσεις απόδοσης οι οποίες αναλύονται και εκτιμούνται αναλόγως.</p>	Αρχιμηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Μία φορά το μήνα

3.4 ΣΤΟΧΟΙ (Goals)

Ο καθορισμός στόχων αποσκοπεί στο να δημιουργήσει το κίνητρο σε όλους τους εμπλεκομένους για την ορθή εφαρμογή του σχεδίου και τελικά να εξασφαλίσει τη δέσμευση για τη συνεχή βελτίωση της αποδοτικότητας του πλοίου. Οι στόχοι που έχουν επιλεγεί στο συγκεκριμένο υπόδειγμα είναι οι εξής:

	Περιγραφή	Υπεύθυνος	Συχνότητα
1	Βελτίωση του ΕΕΟΙ (EEOI improvement): Όπου είναι εφικτό και κατόπιν των οδηγιών των ναυλωτών.	Πλοίαρχος Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Ετησίως
2	Βελτίωση της κατανάλωσης καυσίμου (Fuel Consumption improvement): Όπου είναι εφικτό και κατόπιν των οδηγιών των ναυλωτών.	Πλοίαρχος Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Ετησίως
3	Διαχείριση Ισχύος (Power Management): Η μέση απόδοση της ισχύος να διατηρείται πάνω από 5% εξαιρουμένων των ψυγείων κοντέινερ	Πλοίαρχος Α΄ Μηχανικός Τεχνικό Τμήμα	Ετησίως

3.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (Evaluation)

Σκοπός της αξιολόγησης είναι να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των προγραμματισμένων μέτρων και της εφαρμογής τους, κατά πόσον οι στόχοι έχουν επιτευχθεί ή όχι (και σε αυτήν την περίπτωση να αναζητηθούν οι αιτίες), προκειμένου να γίνουν περισσότερο κατανοητά τα ειδικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του πλοίου, τα είδη των μέτρων που μπορούν ή δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά ώστε να υπάρξει η κατάλληλη αναθεώρηση του SEEMP.

Στο υπόδειγμα που παρουσιάσαμε η αξιολόγηση πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των ετήσιων εσωτερικών ελέγχων από το τμήμα Ασφάλειας, Ποιότητας & Περιβάλλοντος και περιλαμβάνει τον προσδιορισμό και την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων βελτίωσης. Η αξιολόγηση της επίτευξης των στόχων πραγματοποιείται από το Τμήμα Έρευνας & Ανάπτυξης της εταιρείας. Τέλος, η ετήσια αξιολόγηση του SEEMP και ο καθορισμός νέων στόχων ολοκληρώνονται μέχρι τα τέλη του πρώτου τριμήνου κάθε έτους και το αντίστοιχο αναθεωρημένο εγχειρίδιο διαβιβάζεται στο πλοίο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ EEDI

4.1 Ο ΔΕΙΚΤΗΣ EEDI ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Αν και η εφαρμογή του δείκτη EEDI είναι υποχρεωτική για τα νεότερα πλοία από την 1/1/2013 και έπειτα, ο τύπος χρησιμοποιείται εθελοντικά και για τα υπάρχοντα πλοία από πολλές ναυτιλιακές εταιρείες που επιθυμούν να γνωρίζουν το προφίλ ως προς τη σχεδιαστική αποδοτικότητα του στόλου τους. Αν και τα πλοία που έχουν κτιστεί πριν από αυτή την ημερομηνία δεν υποχρεούνται σε κάποιου είδους πιστοποίηση όσον αφορά το EEDI, ωστόσο οι εταιρείες μπορούν να απευθύνονται σε αναγνωρισμένους οργανισμούς, όπως οι νηογνώμονες, που μπορούν να τους παρέχουν ακριβή υπολογισμό του EEDI σύμφωνα με τους κανονισμούς και μια δήλωση συμμόρφωσης που θα επαληθεύει την μεταφορική αποδοτικότητα του πλοίου ως προς τις εκπομπές CO₂ που παράγει. Ακόμη, η τυποποιημένη μορφή του δείκτη επιτρέπει να αποτελεί ένα διεθνές αποδεκτό πρότυπο και να λειτουργεί ως ένας βασικός δείκτης απόδοσης (Key Performance Indicator- KPI) για την κατάταξη των πλοίων που δραστηριοποιούνται σε μια συγκεκριμένη αγορά ή εντός του ίδιου στόλου.

Η δυνατότητα αυτή που παρέχει ο δείκτης αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τα υπάρχοντα πλοία που φαίνεται να υπόκεινται σε έντονο ανταγωνισμό από τα νεότερα πλοία τα οποία κτίζονται διασφαλίζοντας υπό μια έννοια τη σχεδιαστική αποδοτικότητά τους και ένα φιλικό περιβαλλοντικό προφίλ εφόσον διαθέτουν ένα ανώτατο όριο εκπομπών CO₂ από κατασκευής τους. Μια άλλη εξίσου σημαντική εξέλιξη που προκαλεί η εφαρμογή του EEDI είναι η αναζήτηση από τους πλοιοκτήτες τρόπων βελτίωσης του σχεδιασμού των υπάρχοντων πλοίων με διάφορες κατασκευαστικές μετατροπές στο κύτος του πλοίου ή στο σύστημα πρόωσης αλλά και η εφαρμογή βέλτιστων λειτουργικών πρακτικών που αυξάνουν την αποδοτικότητα της κατανάλωσης καυσίμου και περιορίζουν τις εκπομπές.

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ EEDI ΓΙΑ ΣΤΟΛΟ ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ

Η μελέτη περίπτωσης που εξετάζεται εδώ αφορά πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Containerships) διαφόρων ηλικιών, μεγεθών και μεταφορικής

ικανότητας που έχουν κτιστεί πριν την 1/1/2013. Σημειώνεται ακόμη ότι δεν υπάρχει γεωγραφικός περιορισμός εφόσον τα πλοία δραστηριοποιούνται σε γραμμές που καλύπτουν σχεδόν το σύνολο των κύριων εμπορικών ροών ανά την υφήλιο. Το νεώτερο πλοίο είναι κτισμένο το 2012 και απαριθμεί ήδη 5 έτη λειτουργίας ενώ το παλαιότερο είναι κτισμένο το 1997 συμπληρώνοντας 20 έτη.

4.2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των πλοίων για τα οποία υπολογίστηκε η τιμή του EEDI. Αξίζει να σημειωθεί ότι από το σύνολο των 57 πλοίων το δείγμα μας περιορίστηκε στα 25 πλοία λόγω των σχεδιαστικών ομοιοτήτων που παρουσιάζουν ομάδες πλοίων που χαρακτηρίζονται ως «αδελφά». Εδώ ο διαχωρισμός γίνεται με βάση την ηλικία:

ΗΛΙΚΙΑ > 15 έτη

ΠΛΟΙΟ	SHIP_1	SHIP_2	SHIP_3	SHIP_4	SHIP_5	SHIP_6	SHIP_7
ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Year Built)	1997	1998	1998	2001	2001	2001	2001
ΤΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Place Built)	N.KOPEA	N.KOPEA	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	N.KOPEA	N.KOPEA	N.KOPEA
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (LOA)	182.12	182.12	199.85M	208.36	210M	243.128	299.882
ΠΛΑΤΟΣ (Breadth)	30.2	30.2	29.8M	29.8	30.10 M	32.2	40.00
ΒΥΘΙΣΜΑ (Draft Summer)	10.50	10.50	10.10M	11.4	11.50M	11.5	14.00
ΝΕΚΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ (DWT)	24776	24773	34324	33715	34622	40018	78243
ΙΣΧΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ (KW) (MCR)	19940	19940	16000	19810	24815	28762	62635

TEUs	2200	2200	2452	2524	2602	3430	6160
ΤΑΧΥΤΗΤΑ (κόμβοι-knots) (Speed)	21,5	21,5	20,0	21,0	20,8	23,0	25,0

15 ≥ ΗΛΙΚΙΑ >10 έτη

ΠΛΟΙΟ	SHIP_8	SHIP_9	SHIP_10	SHIP_11	SHIP_12	SHIP_13	SHIP_14	SHIP_15	SHIP_16
ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Year Built)	2002	2002	2002	2002	2004	2004	2004	2004	2006
ΤΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Place Built)	ΙΑΠΩΝΙΑ	N.KΟΡΕΑ	ΙΑΠΩΝΙΑ	N.KΟΡΕΑ	N.KΟΡΕΑ	N.KΟΡΕΑ	N.KΟΡΕΑ	N.KΟΡΕΑ	N.KΟΡΕΑ
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (LOA)	278.94m	284.71 m	293.87	299.882	221,4	221,4	260.049M	333.993 m	336.668M
ΠΛΑΤΟΣ (Breadth)	40.00 m	40.00 m	40	40.00	32.2 m	32.2 m	32.25M	42.80 m	45.60M
ΒΥΘΙΣΜΑ (Draft Summer)	14.021 m	14.022 m	14.042	14.00	12.75 m	12.75 m	12.60	14.531 m	15.00
ΝΕΚΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ (DWT)	67197	71359	74453	78243	38637	38694	50829	101789	111792
ΙΣΧΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ (KW) (MCR)	57200	58840	60390	62635	37046	37046	37046	69440	69440
TEUs	5544	5610	6402	6160	3314	3300	4253	8468	9580
ΤΑΧΥΤΗΤΑ (κόμβοι) (Speed- knots)	23.0	25.0	24.5	25.0	23.0	20.0	24.5	23.0	24.7

ΗΛΙΚΙΑ ≥ 5 έτη

ΠΛΟΙΟ	SHIP_17	SHIP_18	SHIP_19	SHIP_20	SHIP_21	SHIP_22	SHIP_23	SHIP_24	SHIP_25
ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Year Built)	2007	2008	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012
ΤΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Place Built)	N.KOPEA	N.KOPEA	N.KOPEA	N.KOPEA	N.KOPEA	N.KOPEA	KINA	N.KOPEA	N.KOPEA
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (LOA)	260.049M	260.049M	260.049M	299.97M	222.5	299.97M	335	349	366.53 m
ΠΛΑΤΟΣ (Breadth)	32.25M	32.25M	32.25M	40M	32.2	40M	42.8m	45.6	48.20 m
ΒΥΘΙΣΜΑ (Draft Summer)	12.626M	12.626M	12.626M	14.5M	12.02	14.5M	14.65m	15.5	15.50 m
ΝΕΚΡΟ ΒΑΡΟΣ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ (DWT)	50500	50829	50829	83294	44060	83265	101474	122962	141384
ΙΣΧΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ (KW) (MCR)	37046	37046	37046	57100	31640	57100	68520	72240	72240
TEUs	4253	4253	4253	6500	3400	6500	8530	10100	13100
ΤΑΧΥΤΗΤΑ (κόμβοι-knots) (Speed)	24.5	24.5	24.5	25.6	23.0	25.6	25.8	25.0	24.7

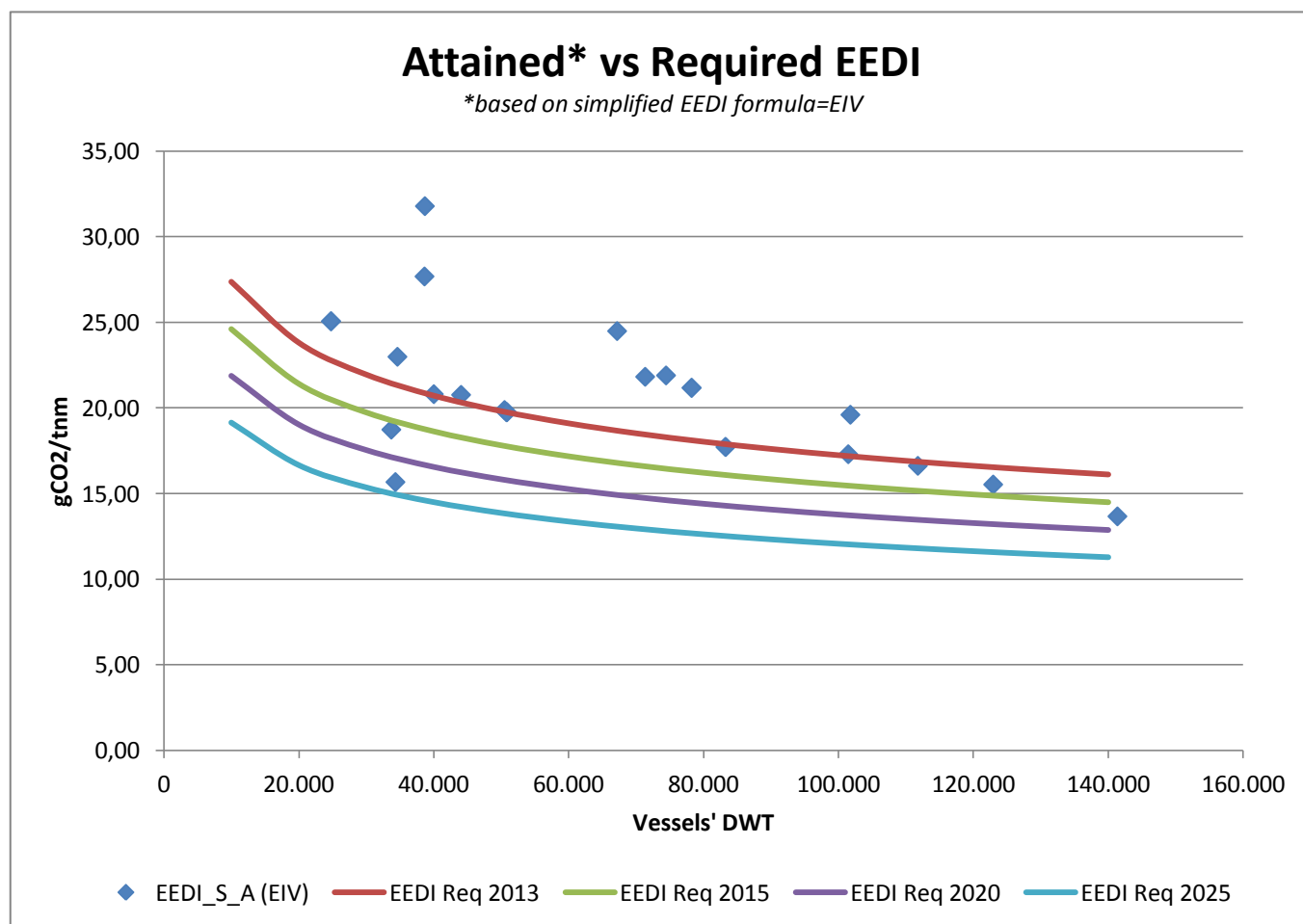
4.2.2 ΕΠΙΤΕΥΧΘΕΙΣ ΕΝΑΝΤΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ EEDI

Στην πρώτη περίπτωση για τον υπολογισμό του δείκτη στο συγκεκριμένο δείγμα χρησιμοποιήθηκαν οι παραδοχές που οδηγούν στον απλοποιημένο τύπο, βάσει του οποίου εξήχθησαν οι γραμμές αναφοράς που καθορίζουν τις τιμές του EEDI για τα πλοία που υποχρεούνται να συμμορφώνονται μετά την 1/1/2013. Αυτό γιατί πρόκειται για υπάρχοντα πλοία τα οποία δεν υπέστησαν τις τεχνολογικές ή σχεδιαστικές καινοτομίες που φιλοδοξεί να προκαλέσει η εφαρμογή του EEDI.

Υποθέσεις:

A- Το καύσιμο που χρησιμοποιείται σε όλες τις μηχανές του πλοίου (κύρια και βοηθητικές) είναι HFO (Heavy Fuel Oil) με ένα συντελεστή εκπομπής σταθερό και ίσο με $3.1144 \text{ g CO}_2/\text{g καυσίμου}$

B- Η ειδική κατανάλωση καυσίμου (Specific Fuel Oil Consumption) θεωρείται σταθερή για όλες τις μηχανές και ίση με $\text{SFC}_{\text{ME}} = 190 \text{ g/kWh}$ για τις κύριες μηχανές και ίση με $\text{SFC}_{\text{AE}} = 215 \text{ g/kWh}$ για τις βοηθητικές μηχανές



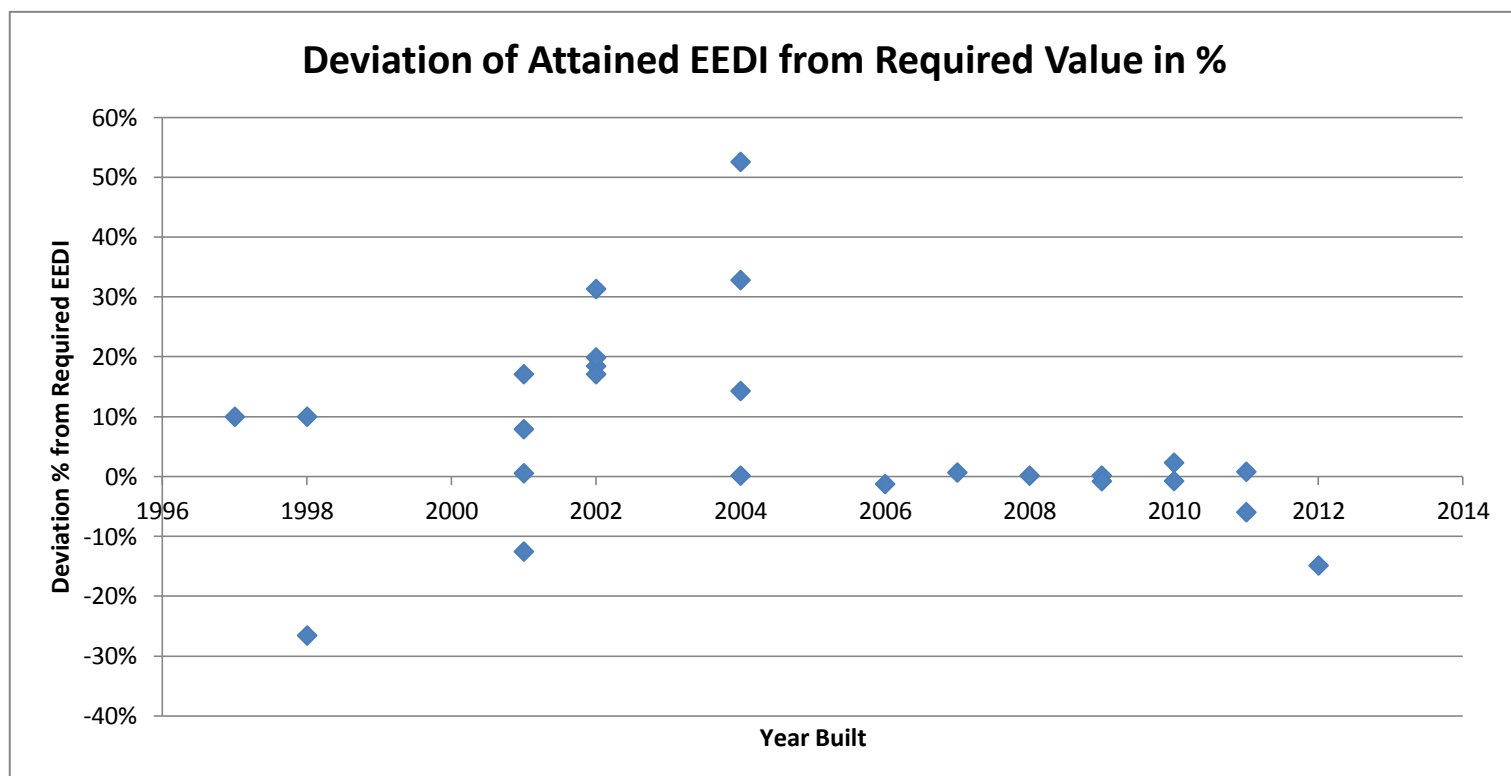
Στο παραπάνω διάγραμμα οι γραμμές αναφοράς εκπροσωπούν τις απαιτήσεις για τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων (E/K) όπως καθορίζονται στον κανονισμό του IMO και έχουν εξαχθεί με βάση την εξίσωση:

Required EEDI= $(1-X/100) * a * 100\%DWT^c$, όπου $a=174.22$, $c=0.201$ και X ο συντελεστής μείωσης (σε ποσοστό) σύμφωνα με τον κανονισμό 21 του Παραρτήματος VI, της MARPOL.

Παρατηρούμε τα εξής:

- Από το σύνολο των εικοσιπέντε (25) πλοίων, οκτώ (8) πλοία παρουσιάζουν τιμή ίση με τον απαιτούμενο EEDI σύμφωνα με τις τιμές της γραμμής βάσης για το έτος 2013 ή μικρότερη αυτής κι επομένως πληρούν τον κανονισμό. Η πλειοψηφία των πλοίων αυτών (5 από τα 8) έχουν κτιστεί το διάστημα μεταξύ 2009 και 2012. Επίσης τα πλοία αυτά είναι της τάξης μεγέθους πάνω από 80,000 DWT. Το ένα πλοίο (1 από τα 8) έχει κτιστεί το 2006 αλλά πληροί το κριτήριο μεγέθους (111,792 DWT). Αξιοσημείωτο είναι ότι δύο παλαιότερα πλοία που είναι χτισμένα το 1998 και 2001 αντίστοιχα και είναι άλλης κλάσης μεγέθους ($\approx 35,000$ DWT) παρουσιάζουν επίσης χαμηλό EEDI (<από την απαιτούμενη τιμή για την κατηγορία τους). Κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τα πλοία αυτά από το υπόλοιπο δείγμα είναι: α) ότι διαθέτουν εξοπλισμό φορτοεκφόρτωσης E/K (γερανούς) και επομένως η τιμή του EEDI εφαρμόζοντας τον πλήρη τύπο θα υπόκειντο σε διόρθωση, β) το ένα πλοίο διαθέτει αξονικό κινητήρα που διορθώνει πάλι την τιμή, γ) έχουν ναυπηγηθεί στην Ευρώπη, αλλά αυτό είναι ένα στοιχείο που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.
- Από το σύνολο των εικοσιπέντε (25) πλοίων, έξι (6) πλοία παρουσιάζουν τιμή οριακά μεγαλύτερη από την απαιτούμενη τιμή του EEDI. Η πλειοψηφία των πλοίων αυτών (4 από τα 6) έχουν κτιστεί το διάστημα μεταξύ 2007 και 2010. Επίσης τα πλοία αυτά είναι της τάξης μεγέθους μεταξύ 40,000 και 50,000DWT. Τα υπόλοιπα δύο πλοία (2 από 6) έχουν κτιστεί το 2001 και 2004 αντιστοίχως.
- Τέλος, τα έντεκα (11) πλοία που παρουσιάζουν τιμές μεγαλύτερες του απαιτούμενου EEDI είναι αυτά που είναι κτισμένα μεταξύ 1997 και 2004 και η πλειοψηφία αυτών (6 από 11) σαν τάξη μεγέθους κατηγοριοποιούνται στα

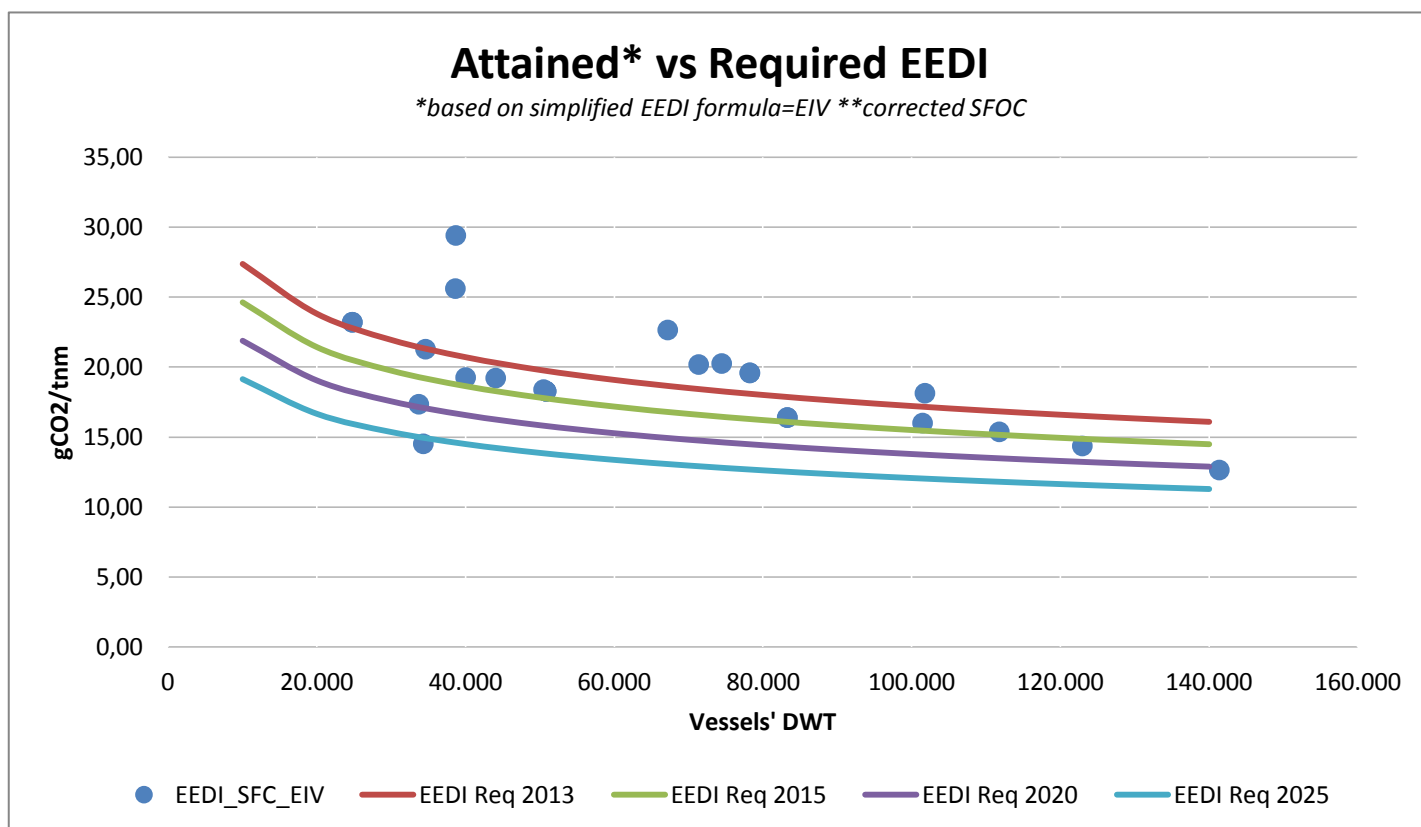
μέχρι πρότεινος χαρακτηριζόμενα Post-Panamax (πριν την πρόσφατη διεύρυνση του καναλιού του Παναμά).



Στο παραπάνω διάγραμμα αποτυπώνεται ο συσχετισμός του έτους κατασκευής και η ποσοστιαία απόκλιση της τιμής μεταξύ του επιτευχθέντος EEDI και του απαιτούμενου. Παρατηρείται μια τάση τα νεότερα πλοία (από το 2006 και μετά) να προσεγγίζουν τις απαιτούμενες τιμές ενώ για τα παλαιότερα πλοία έχουμε περιπτώσεις εξαιρέσεων. Είναι χαρακτηριστικό ότι για το έτος 2004 σημειώνονται οι μεγαλύτερες αποκλίσεις. Αν εξετάσουμε περισσότερο τις περιπτώσεις αυτές, οι δύο μεγαλύτερες αποκλίσεις αφορούν πλοία που υπέστησαν μετασκευή μίκρυνσης (shortening) με αποτέλεσμα να μειωθεί το DWT ενώ διατήρησαν την ίδια κύρια μηχανή.

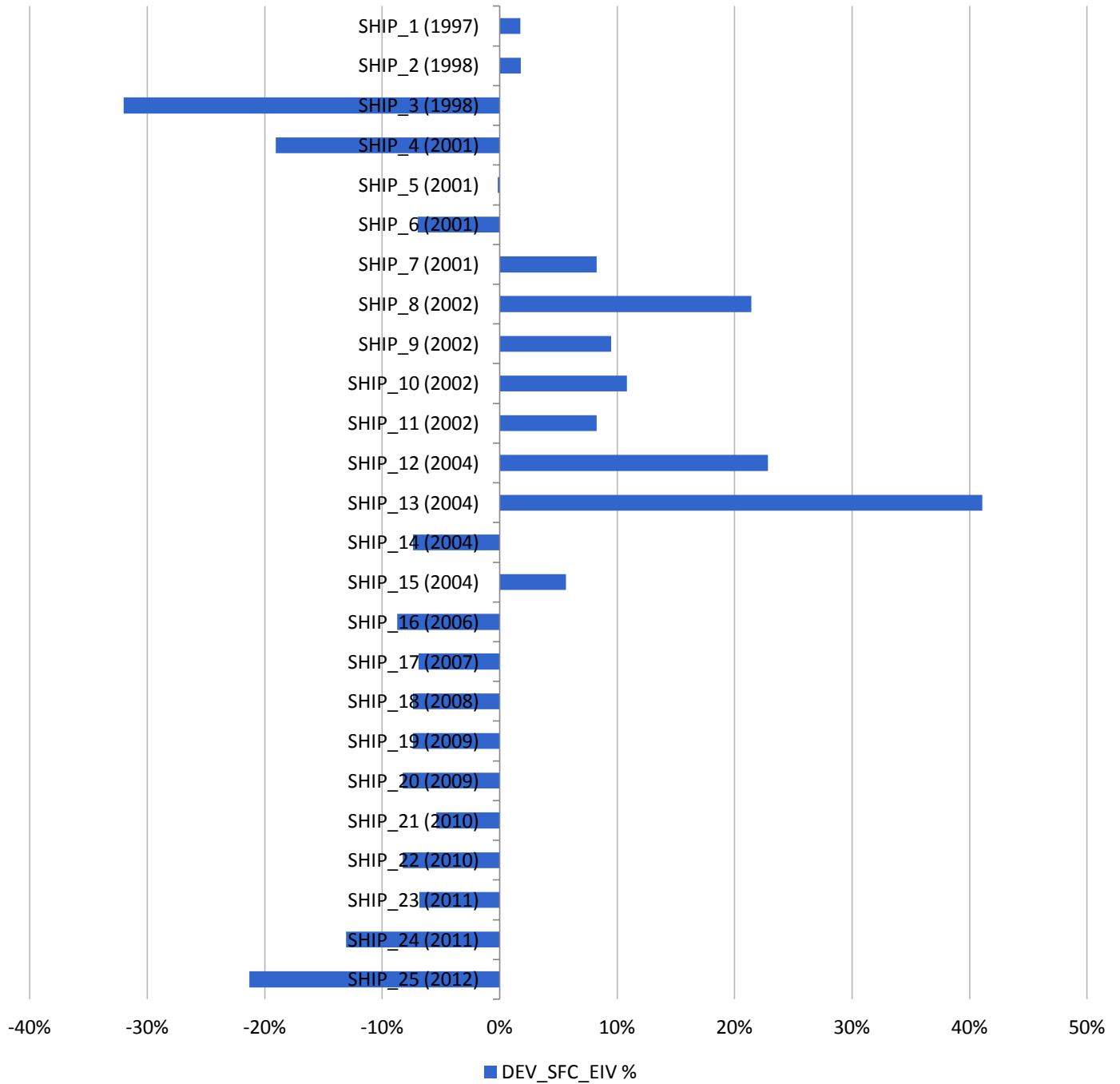
Οι μεγάλες αποκλίσεις που μας δίνει η εφαρμογή του απλοποιημένου τύπου (που υπολογίζει την εκτιμώμενη τιμή δείκτη) προτρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω οι υπολογισμοί για το συγκεκριμένο δείγμα. Η εταιρεία έχει υπολογίσει επακριβώς το EEDI του στόλου λαμβάνοντας υπόψη τα συγκεκριμένα πραγματικά (και όχι κατά

προσέγγιση) χαρακτηριστικά του κάθε πλοίου. Συγκρίνοντας τα στοιχεία αυτά φαίνεται ότι η πραγματική ειδική κατανάλωση καυσίμου για κάθε πλοίο διαφοροποιεί σημαντικά τις τιμές του EEDI. Συνεπώς, και με βάση τις παρατηρήσεις της τρίτης έκθεσης του IMO (Third IMO GHG Study 2014, σελ.280) ενώ στον απλοποιημένο τύπο λαμβάνουμε σταθερή EKK 190 g/kWh, πρόσφατες μελέτες αποδεικνύουν ότι η μέση ειδική κατανάλωση των σύγχρονων μηχανών είναι περίπου 175 g/kWh. Με βάση αυτό το δεδομένο υπολογίζουμε ξανά το EEDI και στη δεύτερη αυτή περίπτωση εξάγουμε τα εξής αποτελέσματα:

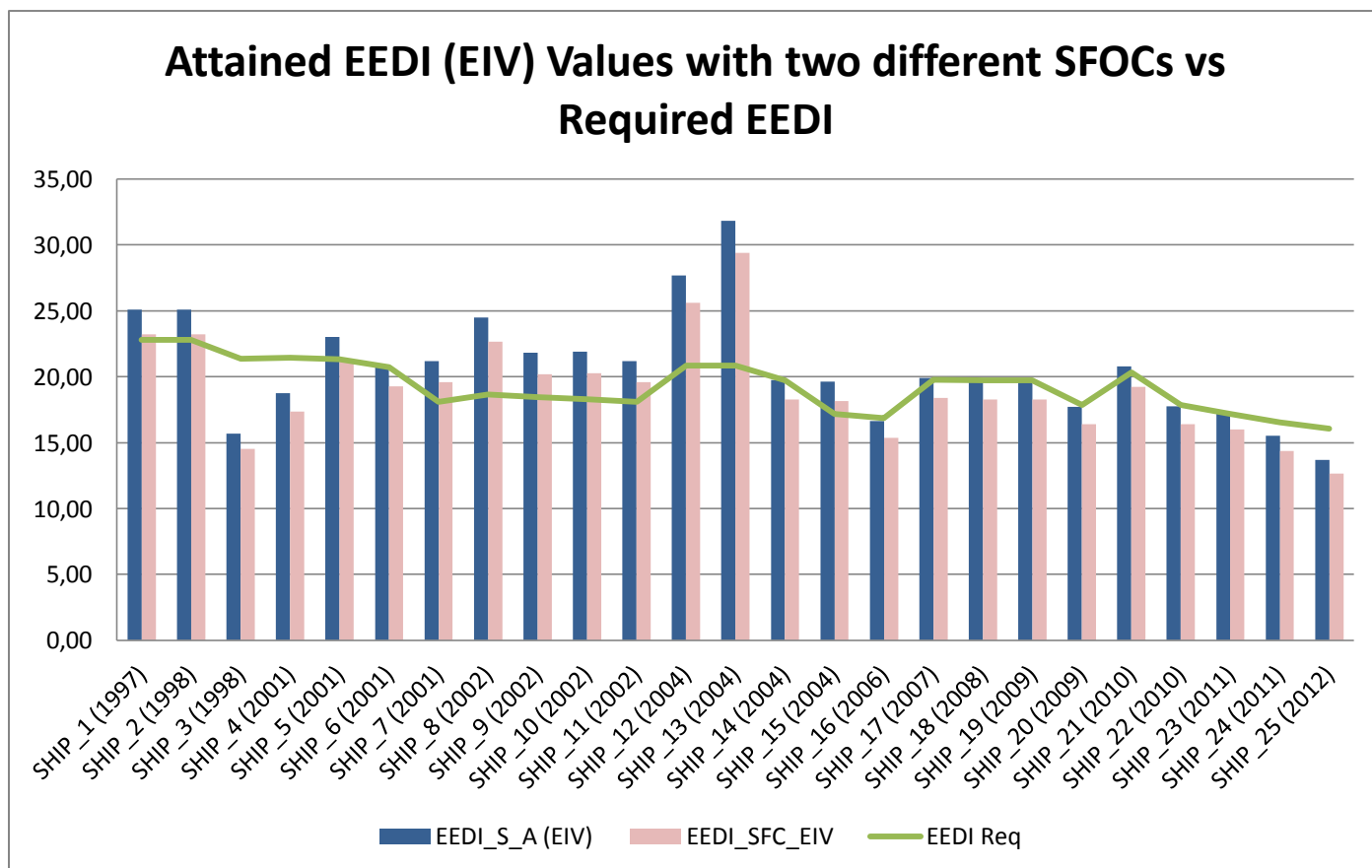


Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι οι τιμές του δείκτη έχουν βελτιωθεί σημαντικά και τα πλοία τα οποία υπερέβαιναν οριακά την απαιτούμενη τιμή του δείκτη τώρα φαίνεται ότι συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις. Αυτό αποτυπώνεται καλύτερα στο επόμενο διάγραμμα με τις ποσοστιαίες αποκλίσεις. Η αρνητική απόκλιση υποδηλώνει συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του EEDI για το έτος 2013 όταν εφαρμόστηκε αρχικά για τα νέα πλοία:

DEV_SFC_EIV %



Στο παρακάτω διάγραμμα συγκρίνονται οι δύο τιμές του εκτιμώμενου δείκτη λαμβάνοντας υπόψη τις δύο διαφορετικές ειδικές καταναλώσεις καυσίμου (190 g/kWh έναντι 175 g/kWh) σε σχέση με την απαιτούμενη τιμή για την πρώτη φάση εφαρμογής (1/1/2013 έως 1/1/2014):



Παρατηρούμε ότι τα νεότερα και μεγαλύτερα πλοία παρουσιάζουν καλύτερο ενεργειακό σχεδιασμό σύμφωνα με τις σχεδιαστικές τους προδιαγραφές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Οι ενδείξεις που υπάρχουν για τη συνεχή άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη, οι παρατηρούμενες αλλαγές στο κλιματικό σύστημα καθώς και ο ρόλος των αερίων του θερμοκηπίου στα φαινόμενα αυτά οδηγούν την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα στο συμπέρασμα ότι οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν και η θερμοκρασία να μην ξεπεράσει τους 1.5°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Οι πολιτικές και τα μέτρα που πρέπει να συμφωνηθούν προς αυτή την κατεύθυνση δεν είναι υπόθεση ορισμένων μόνο κρατών ή περιφερειακών συνασπισμών αλλά αφορούν το σύνολο του πλανήτη (τις αναπτυγμένες αλλά και τις αναπτυσσόμενες χώρες) εφόσον το ίδιο το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής δε μπορεί να περιοριστεί σε μια ορισμένη γεωγραφική περιοχή. Για το λόγο αυτό η συναίνεση και η επικύρωση της Παγκόσμιας Συμφωνίας για το Κλίμα και της τελευταίας Συμφωνίας του Παρισιού αποκτά σημαίνοντα ρόλο για τη βιωσιμότητα των φυσικών πόρων, τη διασφάλιση του κοινωνικο-οικονομικού οικοδομήματος και την αποτροπή μελλοντικών κρίσεων.

Σε εθνικό και διεθνές επίπεδο η ανάληψη δράσης πραγματοποιείται μέσα από την υιοθέτηση κανονισμών και τη νομοθεσία που καθορίζουν συγκεκριμένες πολιτικές με στόχο τη μείωση των εκπομπών. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις – στο πλαίσιο ευαισθητοποίησης των κοινωνιών για τα περιβαλλοντικά ζητήματα – παρατηρούμε να υπάρχουν πρωτοβουλίες από τις ίδιες τις επιχειρήσεις να μειώσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα χωρίς να υπάρχει απαραίτητα υποχρεωτικός κανονισμός που το επιβάλλει. Έτσι βλέπουμε να αναπτύσσονται συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης τα οποία υποβάλλονται σε πιστοποιήσεις κάτω από διεθνή πρότυπα ώστε να υπάρχει έλεγχος και επαλήθευση των διαδικασιών που ακολουθούνται. Ακόμη κι αν οι ενέργειες αυτές έχουν ένα εθελοντικό χαρακτήρα διαφαίνεται ότι αποτελούν μονόδρομο για τις επιχειρήσεις που θέλουν να εξασφαλίσουν βιωσιμότητα μεταξύ των ανταγωνιστών τους λόγω της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης που καταγράφεται για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και το κλίμα αλλά και της καλύτερης αξιοποίησης των πόρων και της εξοικονόμησης ενέργειας που επιφέρει η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης.

Η χρήση περιβαλλοντικών προτύπων μπορεί να διατρέχει όλο το φάσμα της παραγωγικής διαδικασίας και των σταδίων μεταφοράς μέχρι την τελική ολοκλήρωση του προϊόντος και της διάθεσής του στην αγορά. Στο παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον των ολοκληρωμένων μεταφορών, η ναυτιλία αποτελεί μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας και συνεπώς καλείται πολλές φορές να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των φορτωτών ή/ και των ναυλωτών ως προς τις υπηρεσίες μεταφοράς που προσφέρει. Ειδικά οι μεγάλες εταιρείες με ισχυρά εμπορικά σήματα αναλαμβάνουν ηγετικό ρόλο στην ανάληψη πρωτοβουλιών για το περιβάλλον -μεταξύ άλλων- στο πλαίσιο της εταιρικής κοινωνικής τους ευθύνης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Clean Cargo Working Group (CCWG) στο οποίο συμμετέχουν μεγάλες επιχειρήσεις, φορτωτές, διαμεταφορείς και το οποίο έχει αναπτύξει ένα βιομηχανικό πρότυπο για τη μέτρηση και την αναφορά της περιβαλλοντικής επίδοσης των θαλάσσιων μεταφορέων ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Ιδιαίτερα όμως ο τομέας της ναυτιλίας ανέλαβε διάφορες δράσεις για τον περιορισμό των εκπομπών μέσα από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) που αποτελεί το παγκόσμιο ρυθμιστή για τους κανονισμούς που διέπουν τη λειτουργία των πλοίων. Αυτό σύμφωνα και με την αναγνώριση των διεθνούς χαρακτήρα του κλάδου όπως αναφέρεται στο Πρωτόκολλο του Κιότο αλλά και του ίδιου του οργανισμού ως τον πιο κατάλληλο φορέα θεσμοθέτησης μέτρων υποχρεωτικού χαρακτήρα. Η ύπαρξη ενός παγκόσμιου ρυθμιστικού πλαισίου για τη διεθνή ναυτιλία θεωρείται παράγοντας αποτελεσματικότητας και ομαλής ροής του θαλάσσιου εμπορίου εφόσον τα πλοία κινούνται μεταξύ διαφορετικών ηπείρων και χωρών με διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης και λειτουργίας. Οι φορείς της ναυτιλίας στηρίζουν σθεναρά τη θέση αυτή απέναντι σε περιφερειακές πολιτικές που αναπτύσσονται όπως πρόσφατα στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την παρακολούθηση, την υποβολή εκθέσεων και την επαλήθευση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τα υπόχρεα πλοία που προσεγγίζουν Ευρωπαϊκά λιμάνια (MRV Regulation (Regulation (EU) 2015/757)).

5.2 ΑΥΞΑΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι μελέτες του IMO για τις εκπομπές της ναυτιλίας ανέδειξαν την αποτελεσματικότητα του κλάδου σε όρους εκπομπών και μεταφερόμενου φορτίου σε

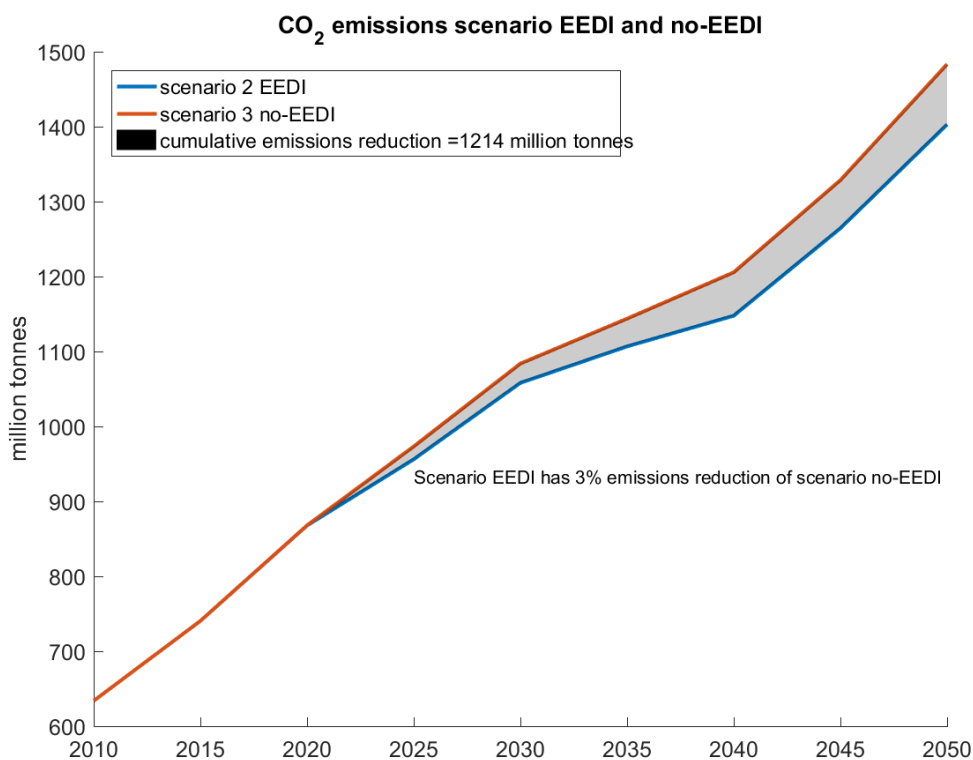
σχέση με τα άλλα μέσα μεταφοράς αλλά παράλληλα αναγνώρισαν ότι υπήρχε το περιθώριο για βελτίωση υιοθετώντας τόσο τεχνικά όσο και λειτουργικά μέτρα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η κύρια πηγή εκπομπών CO₂ για τη ναυτιλία είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) το ζητούμενο εδώ είναι η εξοικονόμηση καυσίμου με στόχο τη μείωση των εκπομπών. Ας σημειωθεί ακόμη ότι οι τιμές των καυσίμων ως ένα σημαντικό τμήμα του λειτουργικού κόστους του πλοίου αποτελούσαν πάντα το κίνητρο για βελτιωμένη απόδοση και μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Η εφαρμογή του EEDI θα αποτελέσει ένα δεύτερο κίνητρο προς την κατεύθυνση αυτή εφόσον ο δείκτης ενσωματωθεί στους μηχανισμούς της αγοράς και μελλοντικά αγοροκεντρικά μέτρα⁵.

Η υιοθέτηση του κανονισμού του EEDI αποσκοπεί στη βελτίωση της σχεδιαστικής απόδοσης ενός νεότευκτου πλοίου παρεμβαίνοντας με διάφορες βελτιώσεις στο σχήμα της γάστρας, μειώνοντας την αντίσταση τριβής, με βελτιώσεις στον υδροδυναμικό σχεδιασμό του έλικα ή επιτυγχάνοντας αύξηση της απόδοσης της μηχανής του πλοίου και γενικότερα εφαρμόζοντας καινοτόμες τεχνολογίες που συμβάλλουν έτσι ώστε το πλοίο να επιτυγχάνει την τιμή που απαιτείται ανάλογα με το έτος κατασκευής του. Ήδη όμως από όταν εισήχθη ο EEDI υπήρξαν ορισμένες επικρίσεις όσον αφορά την αποτελεσματικότητά του για τη μείωση των εκπομπών εφόσον οι στόχοι μείωσης θεωρήθηκαν αρκετά χαμηλοί. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία οι σημερινοί στόχοι του EEDI προβλέπεται να επιτύχουν μια μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου της τάξης του 3% μέχρι το 2050 συγκριτικά με την απουσία του κανονισμού (Smith, et al., 2016), ποσοστό που είναι αρκετά μικρότερο από τον αρχικό στόχο.

Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα πλοία τα οποία είχαν παραδοθεί πριν το 2013 θα συνεχίσουν να λειτουργούν αν λάβουμε υπόψη ότι η οικονομική ζωή ενός πλοίου φτάνει τα 25 έτη. Επιπλέον η τιμή του EEDI προσδιορίζεται για μια συγκεκριμένη συνθήκη: στο 75% του φορτίου της μηχανής. Οι πραγματικές συνθήκες μπορεί να απαιτούν άλλα επίπεδα λειτουργίας και σε πολλές περιπτώσεις οι τεχνολογίες που είχαν προσαρμοστεί να συμμορφώνονται με τον EEDI να λειτουργούν υπό συνθήκες που τελικά δεν επιτυγχάνουν τις

⁵ Ας σημειωθεί ότι ήδη ο νέος κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την παρακολούθηση των εκπομπών από τις θαλάσσιες μεταφορές (EU MRV Regulation) περιλαμβάνει την τεχνολογική απόδοση του πλοίου (τιμή EEDI ή EIV για τα πλοία που έχουν κτιστεί πριν τις 1/1/2013) στα στοιχεία που πρέπει να κατατεθούν.

αναμενόμενες οικονομίες. Στο σενάριο όπου απουσιάζει ο EEDI το κίνητρο για αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα δημιουργείται από τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά και τις τιμές των καυσίμων.




Διάγραμμα 13: Σενάριο για τις εκπομπές CO₂ με και χωρίς EEDI (Smith, et al., 2016)

Από την ανάλυση του δείγματός μας -της δεύτερης περίπτωσης που προσεγγίζει τις πραγματικές τιμές EEDI του στόλου- μπορούμε να δούμε ότι τα δεκαπέντε (15) από τα εικοσιπέντε (25) πλοία συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του κανονισμού για τη φάση μηδέν (0) δηλαδή το 2013 όταν για πρώτη φορά εφαρμόζεται ο κανονισμός. Μάλιστα υπάρχουν ορισμένα πλοία που συμμορφώνονται ήδη με τις απαιτήσεις των επόμενων φάσεων ακόμη της τρίτης φάσης. Ανάλογοι προβληματισμοί διατυπώθηκαν στην τελευταία σύνοδο της επιτροπής του IMO (Ιούλιος 2017) με αποτέλεσμα να αποφασιστεί η μετακίνηση της ημερομηνίας εφαρμογής της τρίτης φάσης το 2022 (από το 2025 που είναι σήμερα) και την εισαγωγή μιας τέταρτης φάσης με αυστηρότερα κριτήρια. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μάλλον οι εξελίξεις της αγοράς και η ανάπτυξη της τεχνολογίας από

την πλευρά των ναυπηγείων θέτουν τις προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοση ενός πλοίου και όχι ο κανονισμός. Επιπλέον, τίθεται το ερώτημα εάν τελικά είναι απαραίτητη η αναπροσαρμογή των τιμών του EEDI με αυστηρότερα κριτήρια και πόσο εφικτό είναι αυτό λαμβάνοντας πάντα υπόψη την ασφάλεια του πλοίου.

Δεν πρέπει όμως να παραλείψουμε να επισημάνουμε ότι οι ποσότητες CO₂ που εκπέμπονται από ένα πλοίο δεν καθορίζονται μόνο από τα τεχνικά και σχεδιαστικά του χαρακτηριστικά αλλά και από τη λειτουργία του. Εδώ εισέρχεται η σπουδαιότητα που αποκτά η τήρηση του SEEMP και η έννοια της καλής λειτουργικής διαχείρισης. Μέτρα όπως η πλεύση σε χαμηλές ταχύτητες, η μείωση της αντίστασης του πλοίου με τη σωστή συντήρηση και τακτικούς καθαρισμούς των υφάλων και του έλικα, η στενή παρακολούθηση της απόδοσης της κύριας μηχανής και των βοηθητικών, και γενικά μέτρα βελτιστοποίησης ταξιδιού – όπως η βελτιστοποίηση της διαγωγής, της φόρτωσης - μπορούν να έχουν σημαντικά ποσοστά εξοικονόμησης καυσίμου.



Energy efficiency measure cluster	Typical saving potential (%)		
	Container	Bulker	Tanker
Ship operation*	7-11.5%	7-13.5%	5.5-12%
Ship condition*	2-5%	5-10%	5-10%
Machinery*	1.5-5%	1.5-5%	2.5-6.5%
Fuel management*	1-2%	1-2%	1-2%
Consumer & cargo*	0.3-2%	0.2-1.5%	2.2-6.5%

* Savings cannot be added

Πίνακας 5: Οικονομίες που επιτυγχάνονται με την εφαρμογή λειτουργικών μέτρων (DNV GL, 2017)

Παράλληλα όμως με τη λειτουργική διαχείριση τα πλοία μπορούν να προβούν σε μετασκευές –όπως της βολβοειδούς πλώρης, του έλικα- σχεδιασμένες να μειώσουν

την αντίσταση του πλοίου κι επομένως να βελτιώσουν την απόδοσή του. Ιδιαίτερα για τα υπάρχοντα πλοία που λειτουργούν σε συνθήκες που δεν είχαν σχεδιαστεί να είναι οι βέλτιστες για τα πλοία αυτά ανάλογες αναβαθμίσεις παρατείνουν την επιχειρησιακή ζωή του πλοίου και ενισχύουν την ανταγωνιστικότητά του. Το κόστος των μετατροπών αντισταθμίζεται από τις οικονομίες καυσίμου που επιτυγχάνονται. Εάν προσθέσουμε σε αυτά, τη χρήση λογισμικών προγραμμάτων που παρέχουν συνεχείς πληροφορίες για την κατανάλωση, την κατάσταση φόρτωσης, τη θέση του πλοίου κτλ. μπορούμε να πούμε τελικά ότι η συνολική διαχείριση ενός πλοίου ή ενός στόλου με γνώμονα την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας πάνω στο πλοίο και η επιδίωξη του συντονισμού όλων των μερών που συμβάλλουν σε αυτό το σκοπό μπορεί να αποτελέσει το βασικό συντελεστή μείωσης των εκπομπών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γιάνναρου, Μ. (2016) «Παγκόσμιες Συμβάσεις για το περιβάλλον», <https://www.ecoweather.gr>, τελευταία επίσκεψη: 31/08/2017
- Δούση, Ε. (2017). *Κλιματική Αλλαγή*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαδόπουλος.
- Καρτάλης, Κ., Κοκκώσης, Χ., Οικονόμου, Δ., Σανταμούρης, Μ., Αγαθαγγελίδης, Η., Πολύδωρος, Α., και συν. (2017). *Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ανάπτυξη*. ΔΙΑΝΕΟΣΙΣ.
- Κατσαφάδος, Π., & Μαυροματίδης, Η. (2015). *Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή. [ηλεκτρ. βιβλ.]*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Κοτρίκλα, Α.-Μ. (2015). *Ναυτιλία και Περιβάλλον. [ηλεκτρ.βιβλ.]*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Μανουιλίδης, Χ. (n.d.). «Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας», <http://lap.physics.auth.gr/>, τελευταία επίσκεψη: 02/04/2017
- Μελάς, Δ., Ασωνίτης, Γ., & Αμοιρίδης, Β. (2000). *Κλιματική Αλλαγή*. Αθήνα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.
- Τζαννάτος, Ε. «Σημειώσεις μαθήματος Τεχνολογία Πλοίου», Πειραιάς: εκδ. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, <https://eclass.unipi.gr/modules/auth/opencourses>, τελευταία επίσκεψη 29/10/2017
- Φωτιάδη, Α. (2014) «Φαινόμενο του θερμοκηπίου και κλιματικές μεταβολές. 2η ενότητα», <https://eclass.upatras.gr/courses/ENV119/>, τελευταία επίσκεψη: 09/04/2017
- Acomi, N., & Acomi, O. C. (2014). The influence of different types of marine fuel over the energy efficiency operational index. *Energy Procedia* .
- Bodansky, D. (1993). "The United Nations Framework Convention on Climate Change: A Commentary." *Yale Journal of International Law*, 18 (2), σ. 456.
- Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W., Yoshida, K. (2009), *Second IMO GHG Study 2009*, International Maritime Organization (IMO), London, UK
- Faber Jasper, Hoen Maarten 't, Koopman Marnix, Nelissen Dagmar, Ahdour Saliha (2015), *Estimated Index Values of New Ships- Analysis of EIVs of Ships That Have Entered The Fleet Since 2009*, Delft, CE Delft
- Hon, G., & Wang, H. (2011). "The Energy Efficiency Design Index (EEDI) for New Ships", <http://www.theicct.org>, τελευταία επίσκεψη: 09/07/2017

IMO (2011), "Main events in IMO's work on limitation and reduction of greenhouse gas emissions from international shipping",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Default.aspx>, τελευταία επίσκεψη: 09/07/2017

IMO (2016), "Train the Trainer (TTT) Course on Energy Efficient Ship Operation",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx>, τελευταία επίσκεψη: 30/09/2017

IMO (2016), "Study on the optimization of energy consumption as part of implementation of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx>, τελευταία επίσκεψη: 30/09/2017

IMO (2017), " Air Pollution, Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions",
<http://www.imo.org>, τελευταία επίσκεψη: 09/07/2017

IPCC (2007), "Publications and Data, Reports, FAQs", <https://www.ipcc.ch>,
τελευταία επίσκεψη: 02/04/2017

IPCC (2007), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2013), Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

MEPC (2013), "Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency Design Index (EEDI)",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution>,
τελευταία επίσκεψη: 20/09/2017

MEPC (2014), "Guidelines on the method of calculation of the attained energy efficiency design index (eedi) for new ships",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution>,
τελευταία επίσκεψη: 20/09/2017

MEPC (2014), "Guidelines on survey and certification of the Energy Efficiency Design Index (EEDI)",

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution>,
τελευταία επίσκεψη: 20/09/2017

MEPC (2014), "Guidelines on the method of calculation of the attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new ships",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution>,
τελευταία επίσκεψη: 20/09/2017

MEPC (2016), "Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP)",
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution>,
τελευταία επίσκεψη: 20/09/2017

NASA (2017), <https://climate.nasa.gov/evidence/>, τελευταία επίσκεψη: 20/09/2017

Smith, T. W. P.; Jalkanen, J. P.; Anderson, B. A.; Corbett, J. J.; Faber, J.; Hanayama, S.; O'Keeffe, E.; Parker, S.; Johansson, L.; Aldous, L.; Raucci, C.; Traut, M.; Ettinger, S.; Nelissen, D.; Lee, D. S.; Ng, S.; Agrawal, A.; Winebrake, J. J.; Hoen, M.; Chesworth, S.; Pandey, A.. (2015). *Third IMO GHG Study 2014*. London: International Maritime Organization (IMO).

Smith, T., Raucci, C., Haji Hosseinloo, S., Rojon, I., Calleya, J., Suárez de la Fuente, S., και συν. (2016). *CO₂ emissions from international shipping. Possible reduction targets and their associated pathways*. London.

Stein Hans Merten (2017), "How to achieve energy efficiency excellence",
<https://www.dnvgl.com/article/how-to-achieve-energy-efficiency-excellence-102139>,
τελευταία επίσκεψη: 14/11/2017

Tzannatos Ernestos & Stournaras Lefteris (2015), "EEDI analysis of Ro-Pax and passenger ships in Greece", *Maritime Policy & Management*, 42:4, 305-316

U.S. EPA (2016). "Greenhouse Gas Emissions",
<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#main-content>,
τελευταία επίσκεψη: 01/05/2017

U.S. EPA (2016). "Climate change indicators in the United States",
www.epa.gov/climate-indicators", τελευταία επίσκεψη: 28/08/2017

UNFCCC (2017), "UN Climate Change Newsroom", <http://bigpicture.unfccc.int/>,
τελευταία επίσκεψη: 28/08/2017