

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**



**ΘΕΜΑ : ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ ΦΕΛΙΞ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΓΚΟΤΖΑΜΑΝΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2014**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ  
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ ΦΕΛΙΞ**

**ΑΜ : 4585**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστώ τον καθηγητή κ. Γκοτζαμάνη Γιώργο για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής και για τις πολύτιμες οδηγίες, που μου παρείχε για την εκπόνηση αυτής.

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τον σχεδιαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Design Index EEDI). Ο εν λόγω δείκτης εντάσσεται στα σχεδιαστικά μέτρα που έχει αναλάβει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization, IMO) για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου και αποτελεί το πρώτο διεθνές μέτρο που θεσπίστηκε, για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία.

Η εργασία προσδιορίζει την ιστορική εξέλιξη του EEDI, από την αρχική σύλληψη της ιδέας του μέχρι σήμερα, εντός της Επιτροπής Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO.

Στη συνέχεια καταγράφονται αναλυτικά οι παράγοντες που συνιστούν τον δείκτη EEDI και αναλύεται η επίδραση εκάστου εξ' αυτών στον τύπο του δείκτη EEDI.

Η εργασία αναφέρει αριθμό υφιστάμενων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και τον τρόπο που αυτές επιδρούν στον EEDI.

Η εργασία προσδιορίζει τυχόν αδυναμίες του δείκτη και τις αρνητικές επιπτώσεις αυτών στη ναυτιλία.

Τέλος καταγράφονται εκκρεμή ζητήματα, η επίλυση των οποίων θα βελτιώσει περισσότερο τον δείκτη EEDI, προκειμένου να περιοριστούν οι αρνητικές του επιπτώσεις και να διευρυνθεί η εφαρμογή του στο σύνολο του παγκόσμιου στόλου.

## **Abstract**

This thesis discusses the Energy Efficiency Design Index (EEDI). This index is part of the design measures undertaken by the International Maritime Organization (IMO) for limiting Greenhouse Gas Emissions (GHG) and is the first international measure adopted for reducing Greenhouse Gas Emissions from shipping.

This paper identifies the historical development of EEDI, from initial conception to date, within the Marine Environment Protection Committee (MEPC) of IMO. Then, the factors that constituting the index EEDI are recorded in detail and is also analyzed the effect of each one into the formula of index EEDI.

The work indicates number of existing energy-saving technologies and how they affect the EEDI.

The work identifies any weaknesses of the EEDI and their negative impact in shipping.

Finally outstanding issues are being recorded, the resolution of which would further raise the index EEDI, to mitigate the negative impacts and to enhance the implementation of the entire world fleet.

## Εισαγωγή

Τον Ιούλιο του 2011, η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee, MEPC) του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (International Maritime Organization, IMO) υιοθέτησε υποχρεωτικά μέτρα για την μείωση των αερίων θερμοκηπίου (GreenhouseGas, GHG) από τη διεθνή ναυτιλία, μέσω της τροποποίησης των κανονισμών του παραρτήματος (Annex) VI της MARPOL. Η τροποποίηση αυτή περιλαμβάνει την εφαρμογή του σχεδιαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Design Index, EEDI) για τα νεότευκτα πλοία, ο οποίος απαιτεί για αυτά την τήρηση ενός ελαχίστου επιπέδου ενεργειακής αποδοτικότητας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τον σχεδιαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Design Index EEDI). Σκοπός της εργασίας είναι η καταγραφή των απαιτήσεων που εισάγει ο δείκτης EEDI, η ανάλυση των επιμέρους παραγόντων που συνιστούν αυτόν καθώς και η καταγραφή τυχόν μειονεκτημάτων και αρνητικών επιπτώσεων που αυτός θα επιφέρει από την εφαρμογή του στη Ναυτιλία.

Η εργασία είναι δομημένη σε δέκα κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η συμβολή της παγκόσμιας ναυτιλίας σε αυτό και οι διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπισή του. Στο πλαίσιο των προσπαθειών αυτών αναλήφθηκαν ενέργειες από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό, για τον περιορισμό των αερίων θερμοκηπίου, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται η καθιέρωση του EEDI.

Στο δεύτερο κεφάλαιο καταγράφεται η ιστορική εξέλιξη του EEDI, από την σύλληψη της ιδέας του μέχρι σήμερα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται ο τύπος υπολογισμού του EEDI και οι παράγοντες που συνιστούν αυτόν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφεται ο τρόπος υπολογισμού των γραμμών αναφοράς και παρατίθενται οι υφιστάμενες, μέχρι σήμερα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναπτύσσεται ο τρόπος εφαρμογής της απαίτησης του EEDI, όπως αυτή ενσωματώθηκε στο παράρτημα IV της MARPOL.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύεται η μεταβολή της τιμής του EEDI σε συνάρτηση με τους παράγοντες που απαρτίζουν τον τύπο του υπολογισμού του.

Στο έβδομο κεφάλαιο καταγράφονται καινοτόμες τεχνολογίες, η εφαρμογή των οποίων δύνανται να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τα πλοία και να μειώσει την τιμή του δείκτη EEDI για αυτά.

Στο όγδοο αναλύονται πιθανά προβλήματα, που δύνανται να ανακύψουν από την εφαρμογή του EEDI και προτείνονται τρόποι άμβλυνσης αυτών.

Στο ένατο κεφάλαιο καταγράφονται τα εκκρεμή θέματα, η διευθέτηση των οποίων θα καταστήσει την εφαρμογή του EEDI ευρύτερη και αποτελεσματικότερη.

Τέλος στο δέκατο κεφάλαιο εκτελείται ανασκόπηση όλων των αναγραφόμενων και καταγράφονται εκτιμήσεις για την αποτελεσματικότητα του EEDI.

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ :

## ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ Η ΝΑΥΤΙΛΙΑ

### 1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Το χρειαζόμαστε για να διατηρούμε τη Γη μας ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η Γη θα ήταν κρύα, περίπου σε θερμοκρασία  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή σε αυτή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , χάρις στο φαινόμενο αυτό.

Τα αέρια του θερμοκηπίου (που περιλαμβάνουν κυρίως το  $\text{CO}_2$  και τους υδρατμούς) σχηματίζουν ένα 'στρώμα' πάνω από το έδαφος της Γης σε ένα ορισμένο ύψος, ώστε αφού επιτρέψουν να εισέλθει η υπέρυθη ακτινοβολία του ήλιου, αυτή απορροφάται κατά ένα μέρος από τη γη και την ατμόσφαιρα.

Η Γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1966 βατ ανά τετραγωνικό μέτρο, στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα γη- ατμόσφαιρα, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα.

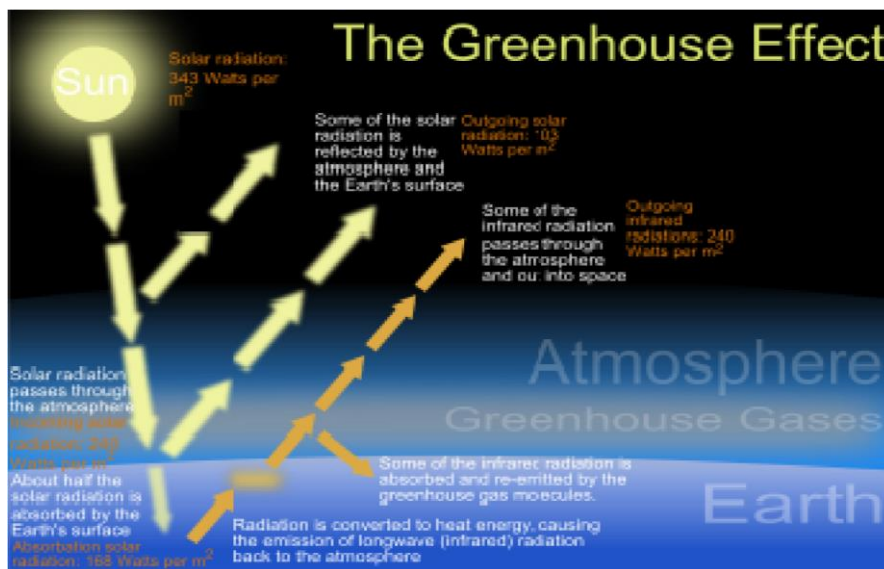
Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης.

Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς. Ένα μέρος λοιπόν της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την είσοδο της, περνά αναλλοίωτη στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται προς τα πάνω με μεγαλύτερο μήκος κύματος.

Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αποτελεί λοιπόν μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια σταθερή θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους  $15^{\circ}\text{C}$ .





Εικόνα 1: Απλοποιημένο Διάγραμμα του Φαινομένου του Θερμοκηπίου (πηγή: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Τα τελευταία χρόνια λέγοντας Φαινόμενο Θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

## 1.2 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου

Τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου και η αντίστοιχη συμβολή τους στο φαινόμενο είναι: οι υδρατμοί (36-70%), το διοξείδιο του άνθρακα (9-26%), το μεθάνιο (4-9%) και το όζον (3-7%). Άλλα αέρια του θερμοκηπίου με μικρότερη επιρροή στο φαινόμενο είναι το υποξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ ), οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs) οι υπερφθοράνθρακες (PFCs), οι υδροφθοράνθρακες (HFCs) και το εξαφθοριούχο θείο ( $SF_6$ ).

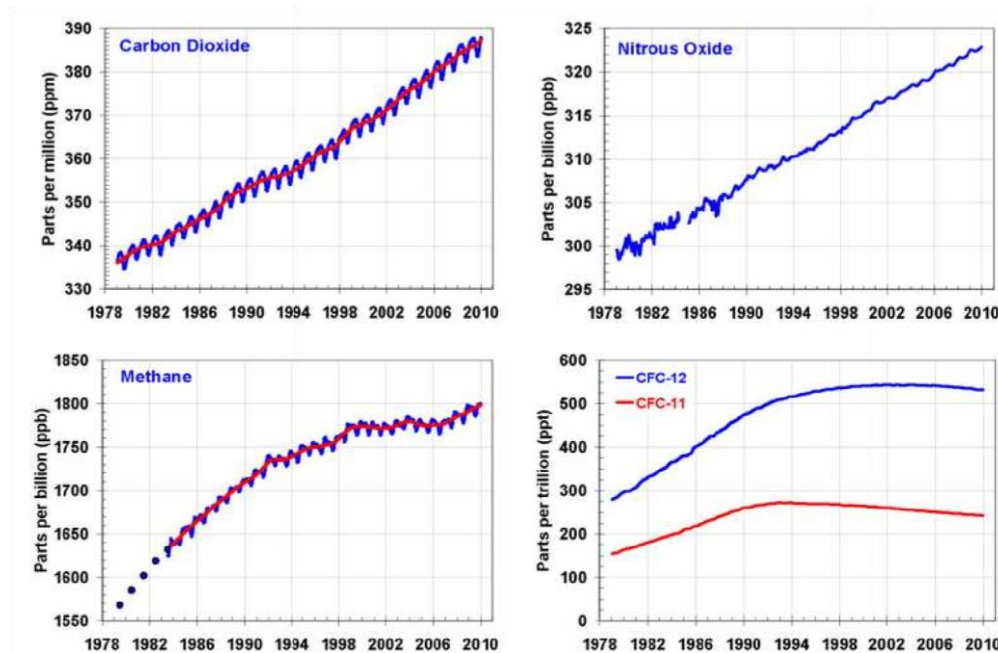
Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης [1].

Ενώ η ορολογία "μείωση αερίου θερμοκηπίου" χρησιμοποιείται συχνά, πολλές, αν όχι όλες, οι υπάρχουσες προσπάθειες εστιάζουν πρώτιστα στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ). Αυτό γίνεται επειδή οι εκπομπές  $CO_2$  έχουν εμφανίσει το γρηγορότερο ποσοστό αύξησης από όλα τα αέρια θερμοκηπίου. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης από το 1750 έως το 1998.

**Πίνακας 1:** Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης  
(Πηγή: Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC))

Αέριο	Επίπεδα 1998	Αύξηση από το 1750
Διοξείδιο του άνθρακα	365 ppm	87 ppm
Μεθάνιο	1,745 ppb	1,045 ppb
Οξείδιο του Αζώτου	314 ppb	44 ppb

Στην εικόνα 2 φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των κυριότερων αερίων του θερμοκηπίου.



Εικόνα 2: Η αυξητική τάση στη συγκέντρωση των αερίων θερμοκηπίου [1]

Υπολογίζεται ότι η σφαιρική συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα πρέπει να κρατιέται σε περίπου 550 μέρη ανά εκατομμύριο (partspermillion)

για να αποφευχθεί η επιβλαβής αλλαγή του κλίματος. Με βάση τα τρέχοντα στοιχεία, αυτό δημιουργεί την ανάγκη να μειωθούν τα τρέχοντα επίπεδα εκπομπών κατά τουλάχιστον 80%.

### 1.3 Διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών

Οι πρώτοι που άρχισαν να κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για την κλιματική μεταβολή που οφείλεται σε ανθρωπογενείς αιτίες ήταν οι επιστήμονες. Στοιχεία από τις δεκαετίες του 1960 και 1970 έδειχναν ότι οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα αυξάνονταν σημαντικά, γεγονός που οδήγησε τους κλιματολόγους αρχικά και στη συνέχεια και άλλους επιστήμονες να πιέσουν για δράση. Δυστυχώς, πήρε πολλά χρόνια στη διεθνή κοινότητα, για να ανταποκριθεί στο αίτημα αυτό.

Το 1988, δημιουργήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) μία Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC). Αυτή η ομάδα παρουσίασε μια πρώτη έκθεση αξιολόγησης το 1990, η οποία απεικόνιζε τις απόψεις 400 επιστημόνων. Σύμφωνα με την αναφορά αυτή, το πρόβλημα της αύξησης της θερμοκρασίας ήταν υπαρκτό και όφειλε να αντιμετωπιστεί άμεσα. Τα συμπεράσματα της Διακυβερνητικής Επιτροπής ώθησαν τις κυβερνήσεις να δημιουργήσουν τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Η διαπραγμάτευση της Σύμβασης ήταν έτοιμη προς υπογραφή στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (γνωστότερη ως συνάντηση κορυφής για την προστασία της Γης) το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο.

Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος, καθώς και το πρωτόκολλο του Κιότο που ακολούθησε, αποτελούν το μόνο διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο, που εγκρίθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας το 1997, αποτελεί διεθνή συμφωνία που συνδέεται με τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Το κύριο χαρακτηριστικό του πρωτοκόλλου του Κιότο είναι ότι θέτει δεσμευτικούς στόχους για 37 βιομηχανικές χώρες και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα, για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Οι αναλυτικοί κανόνες για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου εγκρίθηκαν κατά την 7<sup>η</sup> Συνεδρίαση των μελών της UNFCCC (7th Conference of the Parties, COP 7) στο Μαρακές το 2001, και καλούνται "Συμφωνίες του Μαρακές". Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005.

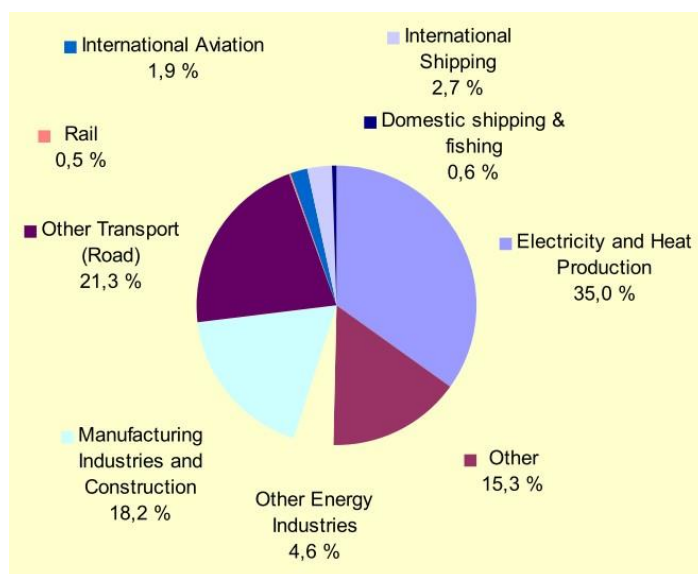
Το πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνει διατάξεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις θαλάσσιες μεταφορές και αντιμετωπίζει αυτές με διαφορετικό τρόπο από τις άλλες πηγές, εξαιτίας του παγκόσμιου χαρακτήρα αυτών, προτρέποντας κατάλληλα το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO). Στο πλαίσιο αυτό, ο IMO υποβάλλει τακτικές εκθέσεις προόδου για τις εργασίες του στην UNFCCC.

## **1.4 Έκλυση Αερίων Θερμοκηπίου Στις Θαλάσσιες Μεταφορές**

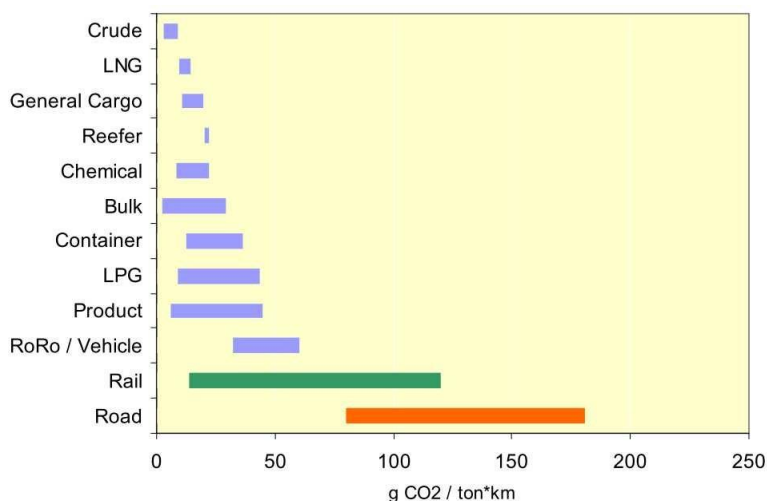
Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου, που εκπέμπεται από τα πλοία, μέσω των καυσαερίων των μηχανών εσωτερικής καύσης αυτών. Οι άλλες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι λιγότερο σημαντικές, τόσο από την άποψη της ποσότητας όσο και της δυνατότητας θέρμανσης του πλανήτη.

Οι διεθνείς μεταφορές μέσω θαλάσσης έχει αποδειχθεί εν γένει, ότι είναι ο πιο ενεργειακά αποδοτικός τρόπος μαζικής μεταφοράς και συνεισφέρουν ελαφρώς στο σύνολο των εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως, ενώ μεταφέρουν το 90% του παγκόσμιου εμπορίου.

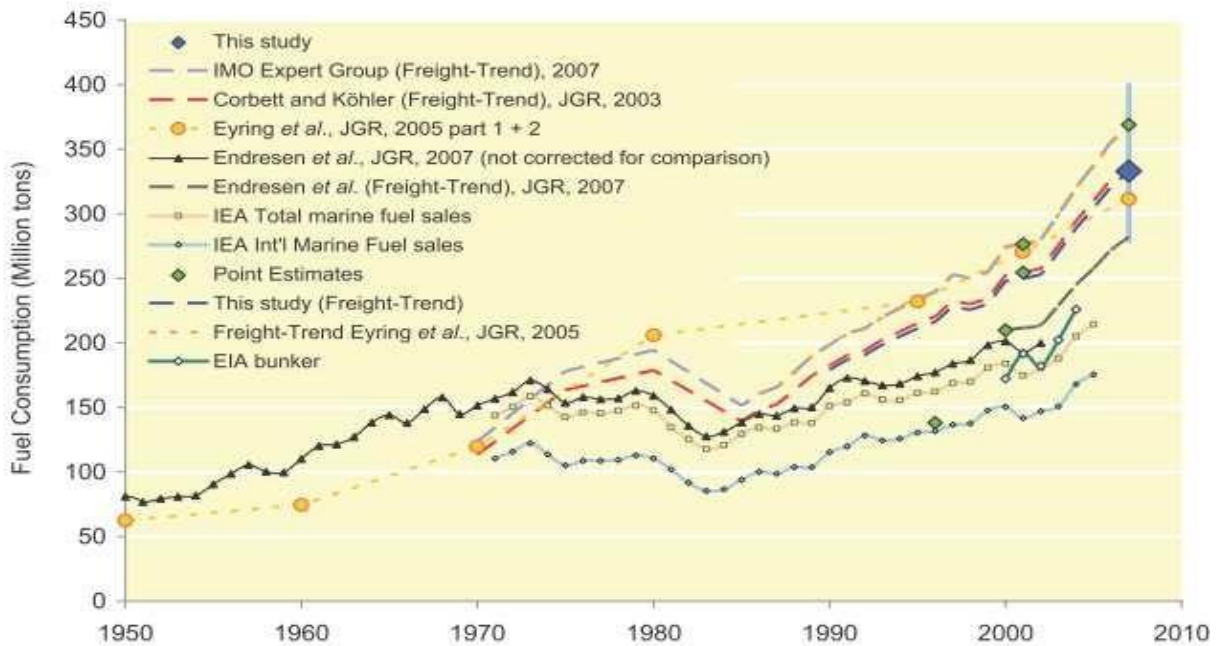
Η πρώτη μελέτη του IMO, για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, η οποία δόθηκε στη δημοσιότητα το 2000, εκτιμούσε ότι τα πλοία που χρησιμοποιούνταν στο διεθνές εμπόριο το 1996, συνεισέφεραν περίπου 1,8% του παγκόσμιου συνόλου των ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub>. Η δεύτερη παρόμοια μελέτη του IMO, που εκδόθηκε το 2009, εκτίμησε ότι η διεθνής ναυτιλία εξέπεμψε 870 εκατομμύρια τόνους, ήτοι περίπου 2,7% του παγκόσμιου εκπομπών CO<sub>2</sub>, το 2007.



Εικόνα 3: Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα πλοία σε σύγκριση με το σύνολο των παγκόσμιων εκπομπών (πηγή: *Second GHG IMO Study 2009*)



Εικόνα 4: Τυπικό εύρος της αποτελεσματικότητας CO<sub>2</sub> των πλοίων σε σχέση με τις σιδηροδρομικές και οδικές μεταφορές (πηγή: *SecondGHGIMOSStudy 2009*)



Εικόνα 5: Κατανάλωση του παγκόσμιου στόλου (πλην των πολεμικών σκαφών) από διαφορετικές δραστηριότητες που βασίζονται σε εκτιμήσεις και στατιστικές (πηγή: *Second GHGIMO Study 2009*)

Οι θαλάσσιες μεταφορές προβλέπεται να συνεχίσουν να αυξάνονται σημαντικά σύμφωνα με το παγκόσμιο εμπόριο. Οι μελλοντικές εκπομπές από τη διεθνή ναυτιλία, έχουν εκτιμηθεί βάσει των παγκόσμιων εξελίξεων, που περιγράφηκαν από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC). Υποθέτοντας ότι δεν υφίστανται κανονισμοί, σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα πλοία, οι εκπομπές αυτές προβλέπεται, με κανονικές οικονομικές συνθήκες, να αυξηθούν κατά ένα συντελεστή 2.4 – 3.0 έως το 2050. Για το 2020, με κανονικές οικονομικές συνθήκες, προβλέπονται αυξήσεις που κυμαίνονται από 1.1 έως 1.3, λαμβάνοντας υπόψη τις σημαντικές βελτιώσεις της αποτελεσματικότητας, ως αποτέλεσμα της αναμενόμενης μακροπρόθεσμης αύξηση των τιμών της ενέργειας.

Η δεύτερη μελέτη του IMO, για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία (2<sup>nd</sup>GHGIMOSTudy 2009) έχει προσδιορίσει ένα ευρύ φάσμα επιλογών για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, αλλάζοντας τη σχεδίαση και τη λειτουργία του πλοίου. Μια συνολική αξιολόγηση των δυνατοτήτων αυτών για μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> παρουσιάζεται στον πίνακα 2. Δεδομένου ότι το πρωταρχικό μέσο για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι η αυξημένη ενεργειακή απόδοση, αυτές οι δυνατότητες μείωσης γενικά εφαρμόζονται σε όλες τις εκπομπές των καυσαερίων από τα πλοία.

Πίνακας 2: Δυνατότητες μείωσης του CO<sub>2</sub> χρησιμοποιώντας την υφιστάμενη τεχνολογία και τις υφιστάμενες πρακτικές (πηγή 2<sup>nd</sup> GHGIMO Study 2009)

Σχεδίαση (νέαπλοία)	Εξοικονόμηση CO <sub>2</sub> / τόνο- μίλι	Συνδυασμός	Συνδυασμός
Ιδέα, ταχύτητα και ικανότητα	2 έως 50% <sup>†</sup>	10 έως 50% <sup>†</sup>	25 έως 75% <sup>†</sup>
Γάστρα και υπερκατασκευή	2 έως 20%		
Ισχύς και συστήματα πρόωσης	5 έως 15%		
Καύσιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα	5 έως 15%*		
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	1 έως 10%		
Μείωση Καυσαερίων CO <sub>2</sub>	0 %		
Λειτουργία (όλαταπλοία)		10 έως 50% <sup>†</sup>	
Διαχείριση στόλου, logistics και κίνητρα	5 έως 50% <sup>†</sup>		
Βελτιστοποίηση δρομολογίου	1 έως 10%		
Διαχείριση της ενέργειας	1 έως 10%		

\* Ισοδύναμου CO<sub>2</sub>, που βασίζονται στη χρήση του υγροποιημένου φυσικού αερίου.

† Οι μειώσεις σε αυτό το επίπεδο θα απαιτούσαν μειώσεις των επιχειρησιακών ταχύτητων.

## 1.5 Εργασίες του ΙΜΟ για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου/ Πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία

Ο Διεθνής Θαλάσσιος Οργανισμός (ΙΜΟ) άρχισε να εργάζεται για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τον έλεγχο του αερίου θερμοκηπίου (GHG) από τα πλοία προς το τέλος της δεκαετίας του '80. Τα πρώτα κανονιστικά βήματα στόχευαν στην μείωση των αερίων μείωσης του όζοντος, όπως τα αέρια των ψυκτικών μονάδων και των συστημάτων πυρόσβεσης. Αργότερα η πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με τη μορφή των ατμών του μεταφερόμενου πετρελαίου και των καυσαερίων στόχευσε, μεταξύ άλλων, στην υιοθέτηση ορίων για τα οξείδια του αζώτου και τα οξείδια του θείου από τα καυσαέρια των πλοίων. Τα τελευταία χρόνια οι προσπάθειες έχουν εστιαστεί στον έλεγχο των εκπομπών GHG από τα πλοία που συμμετέχουν στο διεθνές εμπόριο.

Τον Σεπτέμβριο του 1997 έλαβε χώρα μια διεθνής διάσκεψη των μερών της σύμβασης MARPOL, η οποία υιοθέτησε το Πρωτόκολλο του 1997 για την τροποποίηση της Σύμβασης MARPOL (παράρτημα VI της MARPOL) και ενέκρινε το ψήφισμα 8 σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα πλοία. Το ψήφισμα κάλεσε την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee, MEPC) του ΙΜΟ να εξετάσει ποιες στρατηγικές μπορεί να είναι εφικτές για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, υπό το πρίσμα της σχέσης μεταξύ των εκπομπών CO<sub>2</sub> και άλλων ατμοσφαιρικών και θαλάσσιων ρύπων. Το ψήφισμα κάλεσε επίσης την επιτροπή, σε συνεργασία με την UNFCCC, να εκπονήσει μια μελέτη για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα πλοία, προκειμένου καθοριστεί το ποσό και το σχετικό ποσοστό των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τα πλοία, στο πλαίσιο της παγκόσμιας απογραφής των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Ο ΙΜΟ, στο ψήφισμα A.963 (23) της Συνέλευσης του, που υιοθετήθηκε το Νοέμβριο του 2003, σχετικά με πολιτικές και πρακτικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τα πλοία, καλούσε την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) να προσδιορίσει και να αναπτύξει τους αναγκαίους μηχανισμούς, που απαιτούνται για να επιτύχει τον περιορισμό ή τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία, δίνοντας προτεραιότητα στα εξής:

- Στην δημιουργία μιας γραμμής αναφοράς για τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου.
- Στην ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας, για να περιγράψει την αποδοτικότητα των αερίων θερμοκηπίου των πλοίων, με όρους δείκτη αερίων θερμοκηπίου. Στο έργο αυτό η MEPC έπρεπε να αναγνωρίσει ότι το CO<sub>2</sub> είναι το κύριο αέριο θερμοκηπίου, που εκπέμπεται από τα πλοία.



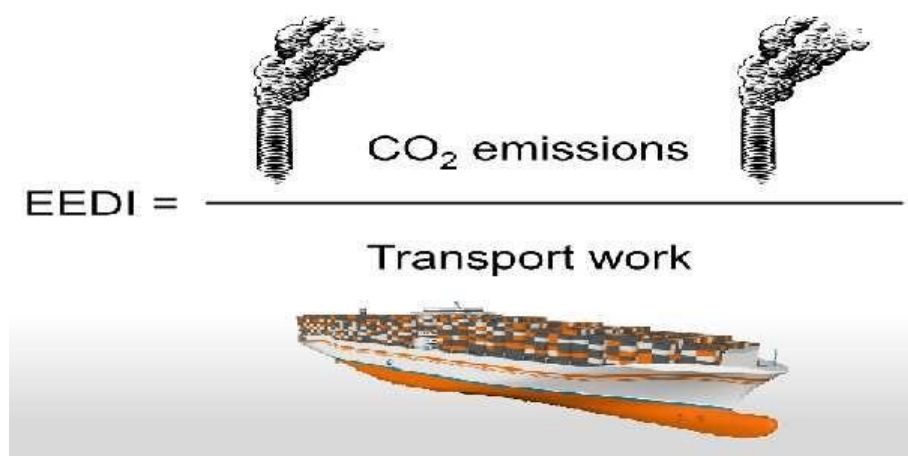
- Στην ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών για την εφαρμογή του συστήματος του δείκτη στη πράξη και την επαλήθευση αυτού.
- Στην αξιολόγηση των τεχνικών, λειτουργικών και βασιζόμενων στην αγορά λύσεων.

Η συνέλευση ζήτησε επίσης η MEPC να αναπτύξει ένα σχέδιο εργασίας για τα αέρια του θερμοκηπίου με χρονοδιάγραμμα, για τον εντοπισμό και την ανάπτυξη των αναγκαίων μηχανισμών περιορισμού τους.

Τα τελευταία χρόνια ο IMO έδωσε μεγάλη βαρύτητα στο θέμα και εργάστηκε σύμφωνα με ένα φιλόδοξο πρόγραμμα, που κατέληξε με την έγκριση του πρώτου δεσμευτικού μέτρου για τον έλεγχο των εκπομπών αέριων θερμοκηπίου (GHG) από τη διεθνή ναυτιλία, τον Ιούλιο του 2011, πριν από την πρώτη περίοδο δεσμεύσεων, βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η οποία εκπνέει στο τέλος του 2011.

## 1.6 Ιδέα/ Σκοπός του EEDI

Στο πλαίσιο των ανωτέρω κατευθυντήριων οδηγιών, η MEPC, μετά από αριθμό συνεδριάσεων ανέπτυξε τον σχεδιαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Design Index, EEDI). Ο EEDI αποτελεί ένα μαθηματικό τύπο, ο οποίος εκφράζει την αναλογία μεταξύ του κόστους (δηλ. εκπομπή CO<sub>2</sub>) και του κέρδους που παράγεται, το οποίο εκφράζεται ως ικανότητα μεταφοράς αγαθών, από τη λειτουργία του πλοίου.

$$EEDI = \frac{\text{CO}_2 \text{ emissions}}{\text{Transport work}}$$


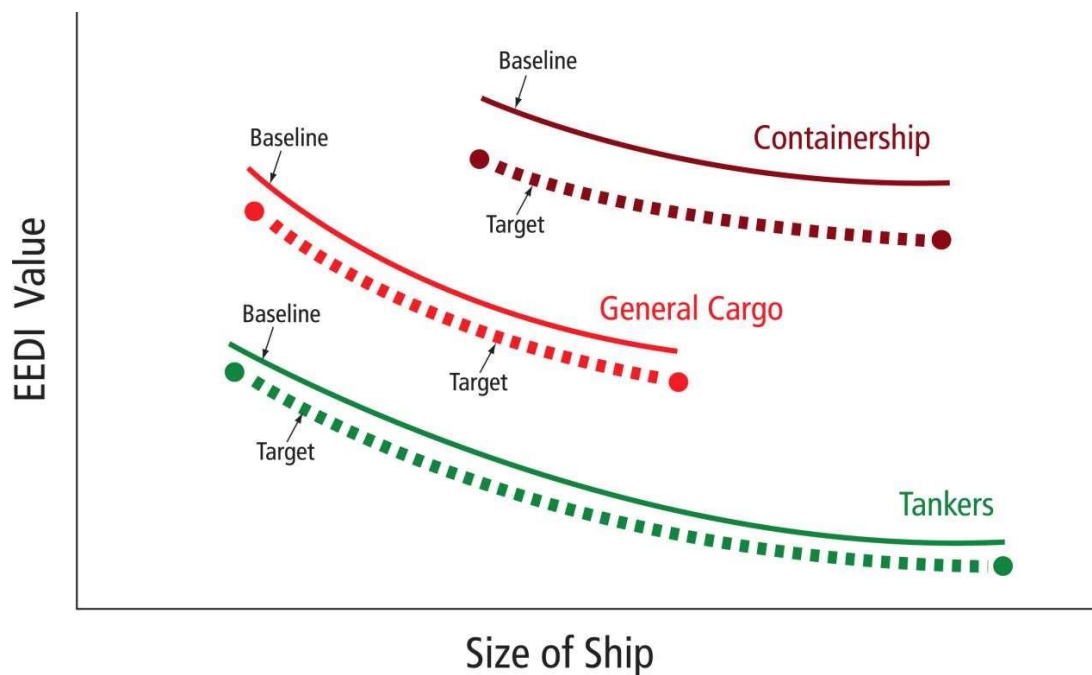
Εικόνα 6: Σχηματική παράσταση της θεμελιώδους αρχής του EEDI

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θεωρείται ότι προέρχονται από τις κύριες μηχανές και από τις βοηθητικές μηχανές, μετά την αφαίρεση των εκπομπών που αναλογούν στην ισχύ που προσφέρεται από τη χρήση αντίστοιχων καινοτόμων τεχνολογιών. Το κέρδος που παράγεται θεωρείται ότι αποτελείται από το μεταφερόμενο φορτίο επί την ταχύτητα του πλοίου.



Το EEDI εκφράζει τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> από ένα πλοίο κάτω από ειδικές συνθήκες (π.χ., φορτίο μηχανών, έλξη, αέρας, κύματα, κ.λπ.) σε σχέση με ένα ονομαστικό ποσοστό μεταφοράς. Η μονάδα του EEDI είναι "γραμμάρια CO<sub>2</sub> ανά χωρητικότητα-μίλι", όπου "χωρητικότητα" είναι μια έκφραση της ικανότητας μεταφοράς του φορτίου, για το οποίο το πλοίο έχει σχεδιαστεί να μεταφέρει. Για τα περισσότερα σκάφη, η "χωρητικότητα" εκφράζεται ως πρόσθετο βάρος (deadweight).

Ο πρωταρχικός σκοπός του EEDI είναι να μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τη ναυτιλία, βελτιώνοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των νέων κατασκευών. Για το σκοπό αυτό ο EEDI υπολογίζεται για τα νέα πλοία, τα οποία είναι εξαναγκασμένα να έχουν EEDI μικρότερο, κατά ένα ποσοστό μείωσης, από μια γραμμή αναφοράς (baseline), η οποία αντιπροσωπεύει την μέση αποδοτικότητα για πλοία χτισμένα μεταξύ 1999 και 2009. Η βασική ιδέα είναι ότι η τιμή του EEDI ενός νέου πλοίου πρέπει να είναι ίση ή μικρότερη από την απαιτούμενη τιμή (τιμή στόχο) του EEDI. Με βάση τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου, η ενεργειακή απόδοση του πλοίου θα μετράται με το ποσοστό μείωσης που μπορεί να επιτευχθεί από την γραμμή αναφοράς.



Εικόνα 7: Σύγκριση της απαιτούμενης τιμής (τιμή στόχος) EEDI με την αντίστοιχη γραμμή αναφοράς (πηγή: *Activities, ABS December 2010*).

Ο IMO έχει θέσει ποσοστά μείωσης του EEDI, ανά τύπο πλοίων, από την αντίστοιχη γραμμή αναφοράς μέχρι την περίοδο 2025 έως 2030, όπου μια μείωση κατά 30% απαιτείται για τους περισσότερους τύπους πλοίων. Το επίπεδο μείωσης στην πρώτη φάση έχει τεθεί στο 10% και θα ρυθμίζεται κάθε πέντε χρόνια για να διατηρήσει τον ρυθμό με τις τεχνολογικές προόδους των νέων μέτρων αποδοτικότητας και μείωσης.

Ο EEDI σκοπεύει ειδικότερα στις παρακάτω ενέργειες:

- Να απαιτήσει ένα ελάχιστο επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας από τα πλοία, εξαρτώμενο από τον τύπο και το μέγεθος αυτών.
- Να αυξήσει την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων σταδιακά για τις επόμενες δεκαετίες.
- Να παρακινήσει για συνεχόμενη τεχνολογική ανάπτυξη σε όλους τους παράγοντες, που επηρεάζουν την αποδοτικότητα καυσίμου ενός πλοίου.
- Να διαχωρίσει τα τεχνικά και τα σχεδιαστικά μέτρα από τα επιχειρησιακά και εμπορικά μέτρα.
- Να κάνει δυνατή μια σύγκριση της ενεργειακής αποδοτικότητας μεταξύ μεμονωμένων πλοίων του ίδιου μεγέθους, τα οποία μπορούν να μεταφέρουν το ίδιο φορτίο.

Ο EEDI είναι ένας μη καθοδηγητικός μηχανισμός, βασισμένος στην επίδοση, ο οποίος αφήνει την επιλογή των τεχνολογιών που θα χρησιμοποιηθούν στο σχεδιαστή ή στο ναυπηγείο. Καθώς το απαιτούμενο επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας επιτυγχάνεται, οι σχεδιαστές και οι κατασκευαστές είναι ελεύθεροι να χρησιμοποιήσουν τις πιο αποδοτικές από άποψη κόστους μεθόδους, προκειμένου το πλοίο να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς.

## **2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ:**

### **ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΕΔΙ**

Μετά το ψήφισμα Α.963 (23) της Συνέλευσης του ΙΜΟ, η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (ΜΕΡC), εργάστηκε για την καθιέρωση ενός δείκτη εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τα πλοία. Τα κυριότερα αποτελέσματα των συνόδων της επιτροπής παρατίθενται στις επόμενες παραγράφους του παρόντος κεφαλαίου.

#### **2.1 53<sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡC: 18- 23 Ιουλίου 2005**

Η σύνοδος εξέδωσε προσωρινές κατευθυντήριες γραμμές για τον Εθελοντικό Δείκτη Εκπομπών CO<sub>2</sub>, για να χρησιμοποιηθούν σε δοκιμές για τους σκοπούς της ανάπτυξης ενός απλού συστήματος. Το εν λόγω σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εθελοντικά από τους φορείς εκμετάλλευσης των πλοίων κατά τη διάρκεια μιας δοκιμαστικής περιόδου.

#### **2.2 55<sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡC: 9- 13 Οκτωβρίου 2006**

Η σύνοδος συμφώνησε σε ένα σχέδιο εργασίας, με χρονοδιάγραμμα, για να προσδιορίσει και να αναπτύξει τους μηχανισμούς που χρειάζονται για να επιτευχθεί ο περιορισμός ή η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τα πλοία, σημειώνοντας ότι η αλλαγή κλίματος, που προκαλείται λόγω των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την καύση του ορυκτού καυσίμου, είναι μια σταθερά αυξανόμενη ανησυχία για τις περισσότερες χώρες.

Το σχέδιο εργασίας προέβλεπε την περαιτέρω ανάπτυξη του σχεδίου του Δείκτη Εκπομπής του CO<sub>2</sub>, καλώντας τα κράτη μέλη και τη βιομηχανία να συνεχίσουν να πραγματοποιούν δοκιμές, σύμφωνα με τις εκδοθείσες προσωρινές οδηγίες για τον εθελοντικό υπολογισμό του Δείκτη Εκπομπής CO<sub>2</sub> στις δοκιμές (ΜΕΡC/Circ.471, που εκδόθηκε το 2005) και να αξιολογούν τη μεθοδολογία για τη βασική γραμμή εκπομπής του CO<sub>2</sub>.

#### **2.3 56<sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡC: 9- 13 Ιουλίου 2007**

Η ΜΕΡC, επιβεβαίωσε την ανάγκη να επικαιροποιηθεί, η από το 2000, Μελέτη του ΙΜΟ για τα αέρια του θερμοκηπίου (2000 ΙΜΟ GHG Study) και για το σκοπό αυτό συμφώνησαν σε ένα χρονοδιάγραμμα καθώς και στην έκταση και τις αρμοδιότητες των εμπλεκομένων. Συμφωνήθηκε ότι η μελέτη θα πρέπει να καλύπτει:

- Τις τρέχουσες παγκόσμιες απογραφές των αερίων του θερμοκηπίου και των αντίστοιχων ουσιών που εκπέμπονται από τα πλοία που εκτελούν διεθνείς μεταφορές, τυχόν μεθοδολογικά θέματα και μελλοντικά σενάρια εκπομπών.

- Τον εντοπισμό της μέχρι τότε πρόοδου στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ουσιών.
- Τον εντοπισμό πιθανών μελλοντικών μέτρων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και να προβαίνει σε ανάλυση του κόστους- οφέλους αυτών, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, των επιλογών για τις τρέχουσες και τις μελλοντικές μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων συναφών ουσιών από τη διεθνή ναυτιλία.
- Τον προσδιορισμό των επιπτώσεων των εκπομπών από τη ναυτιλία, για την κλιματική αλλαγή.
- Ο στόχος ήταν να υποβληθεί η επικαιροποιημένη μελέτη στην 59<sup>η</sup> σύνοδο της MEPC.

## **2.4 57<sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 31 Μαρτίου – 4 Απριλίου 2008**

Η σύνοδο υιοθέτησε οδηγίες για τη μείωση των εκπομπών GHG στη ναυτιλία. Από αυτή τη συνεδρίαση προέκυψε ένα σύνολο οδηγιών για τον υπολογισμό του Δείκτη Εκπομπής του CO<sub>2</sub> για τη χρήση στις δοκιμές, βασισμένες σε σχεδιαστικές παραμέτρους του πλοίου και μια μεθοδολογία για τον προσδιορισμό μιας γραμμής αναφοράς CO<sub>2</sub>, με στόχο να επιτευχθεί συμφωνία στη MEPC 58.

Η MEPC συμφώνησε ότι ένα συνολικό και συνεκτικό μελλοντικό κανονιστικό πλαίσιο του IMO για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από τα πλοία, πρέπει να:

- Είναι αποτελεσματικό στη συμβολή του στη μείωση των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Είναι δεσμευτικό και εξίσου εφαρμόσιμο σε όλες τις σημαίες των κρατών.
- Είναι οικονομικά αποδοτικό.
- Είναι ικανό να περιορίσει την αποτελεσματική στρέβλωση του ανταγωνισμού.
- Είναι βασισμένο στην αειφόρο περιβαλλοντική ανάπτυξη χωρίς να τιμωρεί το παγκόσμιο εμπόριο και την ανάπτυξη.
- Είναι βασισμένο στην προσέγγιση ενός στόχου και να μην επιβάλλει συγκεκριμένες μεθόδους.
- Υποστηρίζει την προώθηση και τη διεύρυνση τεχνολογικών καινοτομιών και την έρευνα και ανάπτυξη σε ολόκληρο το ναυτιλιακό τομέα.

- Φιλοξενεί τεχνολογίες αιχμής στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης.
- Είναι πρακτικό, διαφανές, ελεύθερο από απάτες και εύκολο στη διαχείρισή του.

Στο πλαίσιο των ανωτέρω η Ομάδα Εργασίας Αερίων Θερμοκηπίου του IMO, (Working Group on GHG Emissions from Ships) έλαβε εντολή για μια ενδιάμεση συνεδρίαση, για την περαιτέρω εξέταση λειτουργικών και τεχνικών μέτρων, που προσδιορίζονταν από τη MEPC 57 και σχετιζόνταν με θέματα, μεταξύ των οποίων:

- Η ανάπτυξη ενός σχεδιαστικού δείκτη CO<sub>2</sub> για νέα πλοία, με σκοπό να επιτευχθεί συμφωνία στη MEPC 58.
- Η αναθεώρηση των υφιστάμενων κατευθυντήριων γραμμών υπολογισμού του Δείκτη CO<sub>2</sub> (MEPC/Circ.471), με σκοπό την οριστική έγκρισή τους στη MEPC 58 και ειδικότερα η ανάπτυξη μια μεθοδολογίας για τη γραμμή αναφοράς του CO<sub>2</sub>, με όρους αποδοτικότητας.

Η αρχική μορφή του τύπου υπολογισμού του Δείκτη Εκπομπής του CO<sub>2</sub> είχε την παρακάτω μορφή, όπως προτάθηκε από την αντιπροσωπεία της Ιαπωνίας:

$$Index = \frac{Fuel\ Consumption \times Output\ of\ M.engine \times (1 + k_2) \times CO_2\ conversion}{DWT \times MaximumSpeed \times k_1}$$

## 2.5 Πρώτη μεταξύ συνόδων συνεδρίαση της ομάδας Εργασίας Αερίων Θερμοκηπίου του IMO: 23-27 Ιουνίου 2008

Η Ομάδα Εργασίας Αερίων Θερμοκηπίου του IMO, (Working Group on GHG Emissions from Ships) συνήρθε για να αναθεωρήσει και να επεκτείνει τις οδηγίες από τη 57<sup>η</sup> MEPC. Στη συνάντηση μετείχαν πάνω από 210 σύνεδροι, εμπειρογνώμονες από όλο τον κόσμο.

Η συνάντηση, αφού εξέτασε όλες τις προτάσεις και παρατηρήσεις των συμμετεχόντων, ανέπτυξε περαιτέρω έναν μαθηματικό τύπο για τον προτεινόμενο υποχρεωτικό σχεδιαστικό δείκτη CO<sub>2</sub> καθώς και τη μεθοδολογία υπολογισμού του. Επίσης ανέπτυξε ένα σχέδιο κειμένου για το σχετικό κανονιστικό πλαίσιο.

Θεώρησε ότι ο σχεδιαστικός δείκτης θα περιλαμβάνει ένα ελάχιστο επίπεδο αποδοτικότητας καυσίμου, σε σχέση με μια γραμμή αναφοράς, η οποία θα καθοριστεί με βάση την αποδοτικότητα (efficiency) του καυσίμου, για τα πλοία που παραδόθηκαν από το 1995 έως το 2005. Το πραγματικό ελάχιστο επίπεδο, καθώς και η συχνότητα με την οποία τα όρια θα γίνονται αυστηρότερα, ήταν μεταξύ των θεμάτων που θα εξέταζε η επόμενη MEPC τον Οκτώβριο 2008 (MEPC 58).

Η συνάντηση ενθάρρυνε τα κράτη μέλη και τις οργανώσεις παρατηρητές να δοκιμάσουν την αξιοπιστία του συμφωνηθέντος τύπου, με τη διενέργεια προσομοιώσεων και την υποβολή των αποτελεσμάτων στη MEPC 58. Με αυτά τα αποτελέσματα, η MEPC 58 θα έπρεπε να ήταν σε θέση να εγκρίνει τον σχεδιαστικό δείκτη CO<sub>2</sub> για τα νέα πλοία και να συμφωνηθούν οι τελευταίες λεπτομέρειες.

Ο τύπος υπολογισμού του Δείκτη Εκπομπής του CO<sub>2</sub> πήρε την παρακάτω μορφή, όπως προτάθηκε από την αντιπροσωπεία της Δανίας:

$$\text{Attained design CO}_2 \text{ Index} = \frac{\prod_{j=1}^M f_j \sum_{i=1}^{nME} C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot P_{ME(i)} + \prod_{k=1}^L f_k \cdot \sum_{i=1}^{NAE} C_{FAEi} \cdot SFC_{AEi} \cdot P_{AEi}}{\text{Capacity} \cdot V_{ref}}$$

## 2.6 58<sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 6 – 10 Οκτωβρίου 2008

Η MEPC συζήτησε επιπλέον κατά πόσον τα μέτρα για τη μείωση ή τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, θα πρέπει να είναι υποχρεωτικά ή προαιρετικά για όλα τα κράτη μέλη.

Πολλές αντιπροσωπείες μίλησαν υπέρ της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης (Common But Differentiated Responsibility, CBDR), κατ' αρχήν στο πλαίσιο της UNFCCC. Κατά την άποψή τους, κάθε υποχρεωτικό καθεστώς με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία θα πρέπει να εφαρμοστεί μόνο για τις χώρες που απαριθμούνται στο παράρτημα I της UNFCCC.

Ωστόσο, αρκετές άλλες αντιπροσωπείες εξέφρασαν την άποψη ότι, λαμβάνοντας υπόψη την παγκόσμια εντολή του IMO, όσον αφορά την ασφάλεια των πλοίων και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τις εκπομπές των πλοίων, το κανονιστικό πλαίσιο του IMO για το θέμα των αερίων θερμοκηπίου, θα πρέπει να ισχύσει για όλα τα πλοία, ανεξαρτήτως της σημαίας που φέρουν. Τονίστηκε ότι, καθώς τα τρία τέταρτα του παγκόσμιου εμπορικού στόλου πλέον υπό σημαία των χωρών που δεν απαριθμούνται στο παράρτημα I της UNFCCC, οποιοδήποτε ρυθμιστικό καθεστώς για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία θα είναι αναποτελεσματικό για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, αν ισχύσει μόνο για τις χώρες του παραρτήματος I.

Ειδικότερα η επιτροπή μετονόμασε τον δείκτη μέτρησης της ενεργειακής αποδοτικότητας των νέων πλοίων από «σχεδιαστικό δείκτη CO<sub>2</sub>» (Design CO<sub>2</sub> Index) σε «σχεδιαστικό δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας» (Energy Efficiency Design Index, EEDI).

Παράλληλα ενέκρινε τη χρήση ενός σχεδίου προσωρινών κατευθυντήριων γραμμών, σχετικά με την μέθοδο υπολογισμού του σχεδιαστικού δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEDI) των νέων πλοίων για πειραματική εφαρμογή, με στόχο την περαιτέρω διαμόρφωση και βελτίωση του.

Επιπλέον αποφάσισε να συνεχιστούν περαιτέρω οι σχετικές εργασίες σε μια ενδιάμεση συνάντηση στις αρχές του 2009, τα αποτελέσματα της οποίας θα υποβληθούν στη MEPC 59 τον Ιούλιο του ίδιου έτους.

Ο τύπος υπολογισμού του σχεδιαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας, μετά από αριθμό προσθηκών και τροποποιήσεων πήρε την παρακάτω μορφή:

$$\frac{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^* + \left( \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTIi} - \sum_{i=1}^{nWHR} P_{WHRi} \right) C_{FAE} SFC_{AE} - \left( \sum_{i=1}^{nEff} f_{eff} P_{eff} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)}{f_j \cdot \text{Capacity } V_{ref} \cdot f_w}$$

## 2.7 Δεύτερη μεταξύ συνόδων συνεδρίαση της ομάδας Εργασίας Αερίων Θερμοκηπίου του IMO: 9 έως 13 Μαρτίου

Στη δεύτερη, μεταξύ συνόδων, συνεδρίαση της ομάδας εργασίας του IMO για τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου σημειώθηκε μεγάλη πρόοδος στην ανάπτυξη μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στη διεθνή ναυτιλία και κατ' επέκταση στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η ομάδα εργασίας εξέτασε ένα μεγάλο αριθμό εγγράφων από τις κυβερνήσεις μέλη και τις οργανώσεις παρατηρητές, σχετικά με το πώς θα αυξηθεί η αποδοτικότητα των καυσίμων στον παγκόσμιο στόλο.

Ο κύριος στόχος ήταν η περαιτέρω βελτίωση του EEDI για τα νέα πλοία, με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε μέσω δοκιμαστικής εφαρμογής του, κατά τους τελευταίους έξι μήνες.

Η συνάντηση υπέβαλλε έκθεση με τα αποτελέσματα των εργασιών στην 59<sup>η</sup> σύνοδο της επιτροπή MEPC του IMO.

## 2.8 59<sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡС: 13- 17 Ιουλίου 2009

Η ΜΕΡС βοηθήθηκε τους εργασίες τους από τα συμπεράσματα τους Δεύτερης Μελέτης του ΙΜΟ για τους εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία (Second IМОGHG Study on greenhouse gas emissions from ships, 2009).

Η επιτροπή συμφώνησε να κυκλοφορήσει ένα πακέτο ενδιάμεσων εθελοντικών τεχνικών και λειτουργικών μέτρων για τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου (GHG) από τη διεθνή ναυτιλία.

Αναφορικά με τον Δείκτη Σχεδίαση Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEDI), τα μέτρα περιλάμβαναν ενδιάμεσες κατευθυντήριες γραμμές για:

- Τη μέθοδο υπολογισμού του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας για νέα πλοία (Interim Guidelines on the method of calculation of the Energy Efficiency Design Index for new ships) (MEPC.1/Circ.681).
- Την εθελοντική επαλήθευση του σχεδιαστικού δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας για νέα πλοία (Interim guidelines for voluntary verification of the EEDI) (MEPC.1/Circ.682).

Τα συμφωνηθέντα μέτρα, προορίζονταν να χρησιμοποιηθούν για δοκιμαστικούς σκοπούς μέχρι την εξηκοστή σύνοδο της επιτροπής (MEPC 60) το Μάρτιο του 2010, όπου θα υποβάλλονταν τα αποτελέσματα από την εφαρμογή τους για περαιτέρω κατάλληλη επεξεργασία, με σκοπό τη διευκόλυνση των αποφάσεων, σχετικά με το πεδίο εφαρμογής τους και την ψήφιση αυτών.

Ο τύπος υπολογισμού του σχεδιαστικού δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας, πήρε την παρακάτω μορφή, η οποία αποτελεί και την σημερινή του μορφή:

$$\frac{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{n_{ME}} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^* + \left( \sum_{i=1}^{n_{PTI}} P_{PTIi} - \sum_{i=1}^{n_{WHR}} P_{WHRi} \right) C_{FAE} SFC_{AE} - \left( \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{effi} P_{effi} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)}{f_i \cdot \text{Capacity} V_{ref} \cdot f_w}$$



## **2.9 60<sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡС: 22-26 Μαρτίου 2010**

Η επιτροπή αποφάσισε τα ακόλουθα, αναφορικά με τον EEDI:

- Εξέδωσε οδηγίες για τον υπολογισμό των σχετικών γραμμών αναφοράς, με βάση τα δεδομένα των υφισταμένων πλοίων από την βάση δεδομένων του LoydsRegister (LRFP database).
- Συμφώνησε, παρά την διαφωνία αρκετών αντιπροσωπειών, να γίνει ο δείκτης EEDI υποχρεωτικός και να ενταχθεί στο Παράρτημα VI της MARPOL. Στο πλαίσιο αυτό συνέταξε ένα αρχικό σχέδιο τροπολογίας στο Παράρτημα VI της MARPOL, αναφορικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας των πλοίων.
- Αναγνώρισε ότι είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν οδηγίες για να υποστηρίξουν το ρυθμιστικό πλαίσιο για επαλήθευση του EEDI, λαμβάνοντας υπόψη την εγκύκλιο ΜΕΡС.1/Circ.682.
- Αναγνώρισε ότι υφίστανται εκκρεμή ζητήματα αναφορικά με το μέγεθος των πλοίων, τις προβλεπόμενες ημερομηνίες και τα ποσοστά μείωσης σε σχέση με τις απαιτήσεις του EEDI.

## **2.10 61<sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡС: 27 Σεπτεμβρίου- 01 Οκτωβρίου 2010**

Η σύνοδος, μετά από εξαντλητική συζήτηση, προετοίμασε τελικά ένα σύνολο κανονισμών για να κατασταθεί ο EEDI υποχρεωτικός, το οποίο υποστηρίχθηκε από την πλειοψηφία των απόψεων που εκφράστηκαν κατά τη διάρκεια της.

Η σύνοδος δεν πήρε καμία απόφαση αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο θα συνεχίσει περαιτέρω με το κείμενο αυτό, εξ αιτίας των διαφορών των απόψεων, παρά της πολυάριθμης προσπάθειας να επιτευχθεί συναίνεση. Εντούτοις, το συμφωνηθέν κείμενο κυκλοφόρησε τον Νοέμβριο, κατά απαίτηση αριθμού μελών, με σκοπό την επίσημη υιοθέτηση του από την επόμενη σύνοδο (ΜΕΡС 62) τον Ιούλιο του 2011, σύμφωνα με το άρθρο 16.2 (α) της Συνθήκης Marpol 73/78.

Επιπλέον εκδόθηκαν οι παρακάτω οδηγίες:

- Υπολογισμού των γραμμών αναφοράς, για τη χρήση της με τον EEDI, με βάση τον μέσο όρο του EEDI των υπαρχόντων πλοίων.
- Επιθεώρησης και πιστοποίησης του EEDI, οι οποίες αντικατέστησαν τις οδηγίες της εγκυκλίου ΜΕΡС.1/ Circ. 682.

- Υπολογισμού του EEDI.

## 2.11 62<sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 11- 15 Ιουλίου 2011

Αναφορικά με τον δείκτη EEDI η σύνοδος αποφάσισε την τροποποίηση του παραρτήματος VI της MARPOL καθιστώντας τον δείκτη EEDI υποχρεωτικό. Η επιτροπή κατέβαλλε επίπονες προσπάθειες, μέσω των επίσημων και ανεπίσημων συναντήσεων, για την έγκριση της αναθεώρησης στο παράρτημα VI της MARPOL μέσω συναίνεσης αντί της ψηφοφορίας. Παρά το ουσιαστικό έργο, έγινε ψηφοφορία, η οποία οδήγησε σε 48 ναι και 5 κατά, από τα παρευρισκόμενα μέλη του παραρτήματος VI της MARPOL.

Η ημερομηνία έναρξης της ισχύος της σχετικής απαίτησης του EEDI καθορίστηκε η 1η Ιανουαρίου 2013, ενώ οι τύποι των πλοίων, τα ποσοστά μείωσης κλπ παρέμειναν τα ίδια, όπως είχαν συμφωνηθεί στην προηγούμενη MEPC.

Εκτελέστηκαν δύο βασικές προσθήκες στο προτεινόμενο κείμενο του παραρτήματος VI της MARPOL. Η μία αφορά τη μεταφορά τεχνολογίας, που σχετίζεται με την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, για τα κράτη που το ζητούν. Η δεύτερη σχετίζεται με την δυνατότητα αναστολής της εφαρμογής της σχετικής απαίτησης για τέσσερα χρόνια, ήτοι μέχρι τον Ιανουάριο 2017, για όποια Αρχή (σημαία) επιθυμεί.

Επιπλέον συμφωνήθηκε ένα πρόγραμμα εργασιών σχετικά με την ανάπτυξη ενός πλαισίου εργασιών για τα πλοία, τους τύπους, τα μεγέθη και τα συστήματα πρόωσης που δεν καλύπτονται από τις σημερινές απαιτήσεις EEDI, καθώς και η ανάπτυξη των υπόλοιπων κατευθυντήριων γραμμών για τον υπολογισμό του EEDI.

### 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ:

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΔΙ/ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ο τελικός τύπος υπολογισμού του σχεδιαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας, ο οποίος πήρε την τελική του μορφή στην ΜΕΡC 59, είναι ο ακόλουθος:

$$\frac{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{ME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + \left( P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) + \left( \left( \prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{ref} P_{PT(i)} - \sum_{i=1}^{ref} f_{PT(i)} \cdot P_{AEPT(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left( \sum_{i=1}^{ref} f_{PT(i)} \cdot P_{PT(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)}{f_i \cdot Capacity \quad V_{ref} \cdot f_w}$$

\* Εάν ένα μέρος από τη μέγιστη συνήθης βοηθητική ισχύς εν πλω παρέχεται από γεννήτριες άξονα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η  $SFC_{ME}$  αντί της  $SFC_{AE}$ , για αυτό το μέρος της ισχύος.

Η αναλυτική επεξήγηση των συμβόλων / όρων του εν λόγω τύπου αναφέρονται κατωτέρω:

**α.**  $C_F$ : είναι ένας αδιάστατος συντελεστής μετατροπής μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμου, μετρημένης σε γραμμάρια (gr) και των εκπομπών  $CO_2$ , μετρημένων επίσης σε γραμμάρια (gr), βασισμένα στην περιεκτικότητα του άνθρακα. Οι δείκτες  $ME_{(i)}$  και  $AE_{(i)}$  αναφέρονται αντίστοιχα στις κύριες μηχανές και στις βοηθητικές μηχανές. Ο συντελεστής  $C_F$  αντιστοιχεί στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο, που αναγράφεται στο εφαρμοζόμενο πιστοποιητικό “Engine International Air Pollution Prevention Certificate” (EIAPP). Η τιμή του  $C_F$  είναι σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Τύπος καυσίμου	Παραπομπή	Περ/τα Άνθρακα	$C_F$ [t-CO <sub>2</sub> /tFuel]
1. Ντήζελ/ Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMC	0,875	3,206000
2. Ελαφρύ Πετρέλαιο (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0,86	3,151040
3. Βαρύ πετρέλαιο (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0,85	3,114400
4. Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG)	Προπάνιο Βουτάνιο	0,819 0,817	3,000000 3,030000

5. Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG)		0,75	2,750000
------------------------------------	--	------	----------

**β.** *Vref*: είναι η ταχύτητα του πλοίου, μετρούμενη σε ναυτικά μίλια ανά ώρα (knot), σε βαθύ νερό, στη μέγιστη κατάσταση φόρτωσης (capacity), όπως ορίζεται στην κατωτέρω υποπαράγραφο (γ), στην ισχύ άξονα των μηχανών, όπως ορίζεται στην κατωτέρω υποπαράγραφο (ε), υποθέτοντας γαλήνη, απουσία ανέμου και κυμάτων. Η μέγιστη κατάσταση φόρτωσης ορίζεται στο μέγιστο βύθισμα και στην αντίστοιχη διαγωγή, στην οποία το πλοίο είναι σχεδιασμένο να επιχειρεί. Τα στοιχεία αυτά παίρνονται από το Εγχειρίδιο Ευστάθειας.

**γ.** *Capacity* (χωρητικότητα) : ορίζεται ως ακολούθως:

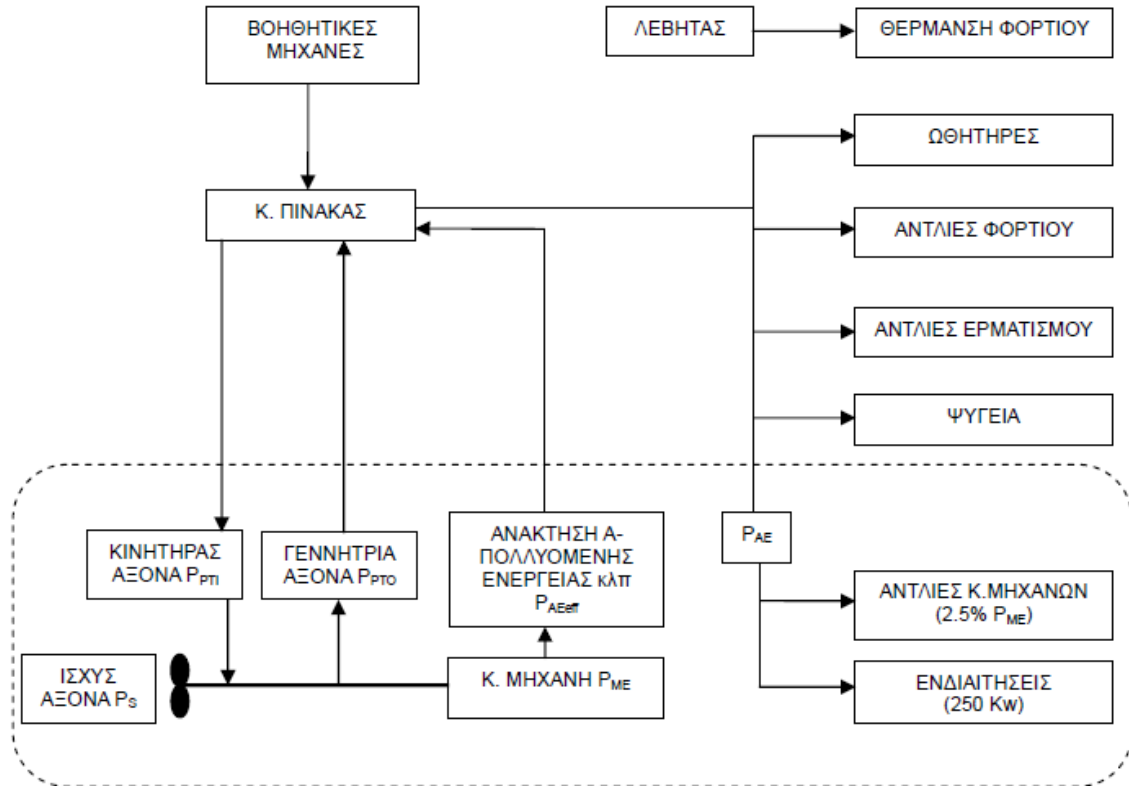
(1). Για πλοία ξηρού φορτίου, δεξαμενόπλοια, δεξαμενόπλοια αερίου, πλοία μεταφοράς τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων (containership), ro- ro και πλοία γενικού φορτίου, το πρόσθετο βάρος (DWT).

(2). Για επιβατηγά πλοία και RO-RO επιβατηγά, η ολική χωρητικότητα (gross tonnage), σύμφωνα με την Διεθνή Συνθήκη Μέτρησης Ολικής Χωρητικότητας Πλοίων του 1969, Παράρτημα I, κανονισμός 3.

(3). Για τα πλοία μεταφοράς τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων (containership) η παράμετρος *Capacity*, θα λαμβάνεται ως το 70% του πρόσθετου βάρους (DWT).

**δ.** Πρόσθετο βάρος (*deadweight*): είναι η διαφορά, σε τόνους, μεταξύ του εκτοπίσματος ενός πλοίου, σε νερό με πυκνότητα  $1,025 \text{ kg/m}^3$ , στο μεγαλύτερο βύθισμα λειτουργίας και του βάρους κενού σκάφους του πλοίου (*lightweight*).

**ε.** *P*: είναι η ισχύς των κύριων και βοηθητικών μηχανών, μετρούμενη σε KW. Οι δείκτες *ME* και *AE* αναφέρονται αντίστοιχα στις κύριες και στις βοηθητικές μηχανές. Το άθροισμα *I* είναι για όλες τις μηχανές, με αριθμό μηχανών (*nME*).



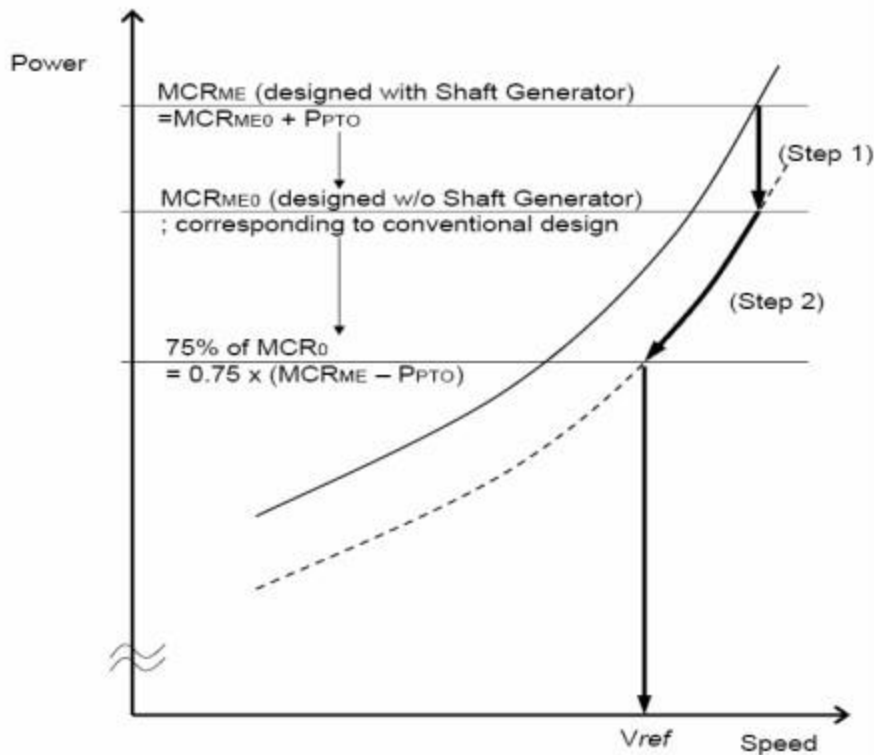
Εικόνα 8: Μια γενική και απλοποιημένη διάταξη προώσεως πλοίου [26]

(1).  $P_{ME(i)}$  : είναι το 75% της ορισμένης (rated) εγκατεστημένης ισχύος (MCR) για κάθε κύρια μηχανή (i), μετά την αφαίρεση της ισχύος οποιασδήποτε εγκατεστημένης στον άξονα γεννήτριας:

$$P_{ME(i)} = 0,75 \times (MCR_{MEi} - P_{PT0i})$$

Η τιμή της ισχύος  $P_{ME(i)}$ , όμως σε καμιά περίπτωση δεν θα είναι μικρότερη από το 75% της ισχύος που το σύστημα προώσεως είναι ικανό να προσδώσει μέσω της έλικας.

Η επόμενη εικόνα δείχνει τον υπολογισμό της  $P_{ME(i)}$



Εικόνα 9: Υπολογισμός της Ισχύος  $P_{ME(i)}$

(2).  $P_{ptoi}$  : είναι το 75% της ισχύος εξόδου της κάθε εγκατεστημένης γεννήτριας άξονα, διαιρούμενης με τη σχετική απόδοση αυτής.

(3).  $P_{PTI(i)}$  : είναι το 75% της ονομαστικής κατανάλωσης ισχύος του κάθε κινητήρα άξονα, διαιρούμενο με τη σταθμισμένη μέση απόδοση της(ων) γεννήτριας(ων).

Σε περίπτωση συνδυασμού Βοηθητικής Εισόδου Ισχύος (PTI)/ Βοηθητικής Εξόδου Ισχύος (PTO), ο κανονικός τρόπος λειτουργίας εν πλω προσδιορίζει ποιά από τις δύο θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό.

(4).  $P_{eff(i)}$  : είναι το 75% της μείωσης της ισχύος της κ. μηχανής, εξαιτίας της ύπαρξης καινοτόμων τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας. Μηχανικώς ανακτώμενη, απολυόμενη ενέργεια, απευθείας συνδεδεμένη με τους άξονες δεν πρέπει να υπολογίζεται.

(5).  $P_{AEff(i)}$  : είναι η μείωση της βοηθητικής ισχύος, εξαιτίας της ύπαρξης καινοτόμων ηλεκτρολογικών τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας.

(6).  $P_{AE}$ : είναι η απαιτούμενη ισχύς της βοηθητική μηχανής, για να παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια για τα συστήματα πρόωσης και ενδιαιτήσεων, πχ αντλίες της κύριας μηχανής,

συστήματα και συσκευές ναυσιπλοΐας και οικιακές συσκευές, αλλά εξαιρούμενης της ισχύος των μηχανημάτων που δεν σχετίζονται με την πρόωση, πχ ωθητήρες, αντλίες φόρτου, αντλίες έρματος, συσκευές συντήρησης φορτίου, όπως ψυκτικές και ανεμιστήρες αμπαριών, στην κατάσταση όπου το πλοίο ταξιδεύει με ταχύτητα ( $V_{ref}$ ) στην σχεδιαστική κατάσταση φόρτωσης (Capacity).

- Για πλοία μεταφοράς φορτίου με ισχύς κύριας μηχανής μεγαλύτερη από 10.000 KW η ισχύς  $P_{AE}$  ορίζεται ως ακολούθως:

$$P_{AE(MCRME>10000KW)} = \left( 0,025 \times \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi} \right) + 250$$

Για πλοία μεταφοράς φορτίου με ισχύς κύριας μηχανής μικρότερη από 10.000 KW η ισχύς  $P_{AE}$  ορίζεται ως ακολούθως:

$$P_{AE(MCRME<10000KW)} = 0,05 \times \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi}$$

- Για πλοία όπου η υπολογιζόμενη, με τους αναφερόμενους ανωτέρω τύπους, είναι αρκετά διαφορετική από τη συνολική ισχύς  $P_{AE}$  που χρησιμοποιείται για τον συνήθη πλου του πλοίου, πχ στην περίπτωση επιβατηγών πλοίων, η τιμή της ισχύς  $P_{AE}$  πρέπει να υπολογίζεται από την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (εξαιρούμενης της ενέργειας πρόωσης) στην κατάσταση εν πλω με τη ταχύτητα αναφοράς ( $V_{ref}$ ), όπως δίνεται στους πίνακες ηλεκτρικής ισχύος, διαιρούμενη με την σταθμισμένη μέση αποδοτικότητα των γεννητριών.

**στ.** Τα μεγέθη  $V_{ref}$ , Capacity και  $P$  πρέπει να σχετίζονται μεταξύ τους (αυτό σημαίνει ότι, όταν υπολογίζεται ο EEDI, μια πλήρης έκθεση δοκιμών μοντέλου του πλοίου πρέπει να είναι διαθέσιμη για χρήση, αντί των γενικών στοιχείων του πλοίου).

**ζ.** *SFC*: είναι η πιστοποιημένη ειδική κατανάλωση πετρελαίου των μηχανών, μετρούμενη σε g/kWh. Οι δείκτες  $ME_{(i)}$  και  $AE_{(i)}$  αναφέρονται αντίστοιχα στις κύριες μηχανές και στις βοηθητικές μηχανές. Για τις μηχανές που έχουν πιστοποιηθεί για κύκλο λειτουργίας E2 ή E3 του Τεχνικού Κώδικα NO<sub>x</sub> 2008, η ειδική κατανάλωση αυτών ( $SFC_{ME(i)}$ ) είναι η καταγεγραμμένη στον τεχνικό φάκελο του πιστοποιητικού EIAPP, στο 75% του MCR της ισχύος ή ονομαστικής ροπής. Για τις μηχανές που έχουν πιστοποιηθεί για κύκλο λειτουργίας D2 ή C1 του Τεχνικού Κώδικα NO<sub>x</sub> 2008, η ειδική κατανάλωση αυτών ( $SFC_{ME(i)}$ ) είναι η καταγεγραμμένη στον τεχνικό φάκελο του πιστοποιητικού EIAPP, στο 50% του MCR της ισχύος ή της ονομαστικής ροπής.

Για πλοία όπου η βοηθητική ισχύς  $P_{AE}$ , υπολογιζόμενη με τους αναφερόμενους ανωτέρω τύπους, είναι αρκετά διαφορετική από τη συνολική βοηθητική ισχύς που χρησιμοποιείται για το συνήθη πλοίο του πλοίου, πχ στην περίπτωση συμβατικών επιβατηγών πλοίων, η ειδική κατανάλωση των γεννητριών ( $SFC_{ME(i)}$ ) είναι η καταγεγραμμένη στο πιστοποιητικό EIAPP, στο 75% της μέγιστης συνεχόμενης ισχύος  $P_{AE}$  στην ονομαστική της ροπή.

$SFC_{AE}$ , είναι ο σταθμισμένος κατασκευαστικός μέσος ανάμεσα στις  $SFC_{AE(i)}$ , των αντίστοιχων βοηθητικών μηχανών πλήθους  $i$ .

Για τις μηχανές που δεν έχουν πιστοποιητικό EIAPP, επειδή η ισχύς τους είναι κάτω από 130 kW, πρέπει να χρησιμοποιείται η *SFC* που εκτιμάται από τον κατασκευαστή και επικυρώνεται από κατάλληλη αρχή.

**η.**  $f_j$ : είναι ένας συντελεστής διόρθωσης για να λάβει υπόψη τα ειδικά σχεδιαστικά στοιχεία.

(1). Ο συντελεστής διόρθωσης της ισχύος  $f_j$  για ice- classed πλοία, πρέπει να λαμβάνεται ως η μεγαλύτερη τιμή από τα  $f_{j0}$  και  $f_{j,min}$  του πίνακα 1, αλλά όχι μεγαλύτερος από  $f_{j,max}=1.0$ .

Ο συντελεστής διόρθωσης  $f_j$  για πλοία ice- classed προσδιορίζεται από τον παρακάτω τυποποιημένο πίνακα 3.



Πίνακας 3: Συντελεστής διόρθωσης  $f_j$  για πλοία **ice- classed**

Τύπος πλοίου	$f_{j0}$	$f_{j,min}$ σε συνάρτηση με την κατηγορία <b>ice-class</b>			
		<b>IC</b>	<b>IB</b>	<b>IA</b>	<b>IA Super</b>
Δεξαμ/πλοιο	$0,516 \cdot LPP1,87$ $nME$ $\sum MCRME(i)$ $i=1$	$0,72 \cdot LPP0,06$	$0,61 \cdot LPP0,08$	$0,50 \cdot LPP0,10$	$0,40 \cdot LPP0,12$
Μεταφοράς ξηρού φορτίου	$2,150 \cdot LPP1,58$ $nME$ $\sum MCRME(i)$ $i=1$	$0,89 \cdot LPP0,02$	$0,78 \cdot LPP0,04$	$0,68 \cdot LPP0,06$	$0,58 \cdot LPP0,08$
Πλοίο γενικού φορτίου	$0,0450 \cdot LPP2,37$ $nME$ $\sum MCRME(i)$ $i=1$	$0,85 \cdot LPP0,03$	$0,70 \cdot LPP0,06$	$0,54 \cdot LPP0,10$	$0,39 \cdot LPP0,15$
Για άλλους τύπους πλοίων ο $f_j$ λαμβάνεται ίσος με 1,0.					

(2). Ο συντελεστής διόρθωσης  $f_j$  για δεξαμενόπλοια «shuttle» με «Περιθώριο ισχύος» (propulsionredundancy) πρέπει να είναι  $f_j = 0,77$ . Αυτός ο συντελεστής εφαρμόζεται σε δεξαμενόπλοια «shuttle» με «Περιθώριο Ισχύος» μεταξύ 80.000 και 160.000 DWT. Δεξαμενόπλοια «Shuttle» είναι αυτά που μεταφέρουν αργό πετρέλαιο από υπεράκτιους τομείς σε παράκτιους αποθηκευτικούς χώρους. Είναι αρκετά διαφορετικά από τα συνήθη πετρελαιοφόρα, με πολύ μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ. Δεν καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις, είναι εξοπλισμένα με δυναμικά συστήματα εντοπισμού θέσης και έχουν σχεδιαστεί για πολύπλοκες επιχειρήσεις σε θαλασσοταραχή. Είναι εξοπλισμένα με δύο μηχανές και με δύο έλικες, για να πληρούν τις απαιτήσεις των χαρακτηριστικών κλάσης για «Δυναμική Τοποθέτηση» και «Περιθώριο ισχύος». Για άλλους τύπους πλοίων, ο  $f_j$  πρέπει να λαμβάνεται ως 1,0.

**θ.**  $f_w$ : είναι ένας αδιάστατος συντελεστής, ο οποίος δείχνει τη μείωση της ταχύτητας σε αντιπροσωπευτικές καταστάσεις θάλασσας, αναφορικά με το ύψος και τη συχνότητα κύματος και την ταχύτητα ανέμου (π.χ. κλίμακα Beaufort 6) και πρέπει να προσδιορίζεται ως ακολούθως:

(1). Εκτελώντας προσομοίωση της συμπεριφοράς του πλοίου σε αντιπροσωπευτικές καταστάσεις θάλασσας. Η μέθοδος προσομοίωσης θα προδιαγραφεί από οδηγία που θα εκδοθεί

από τον IMO και η μέθοδος και το αποτέλεσμα για κάθε μεμονωμένο πλοίο θα επιβεβαιώνονται από την Αρχή (σημαία) ή από οργάνωση αναγνωρισμένη από αυτή.

(2). Στην περίπτωση που δεν εκτελείται προσομοίωση, ο συντελεστής  $f_w$  πρέπει να λαμβάνεται από τον πίνακα/ καμπύλη «τυποποιημένου  $f_w$ ». Ένας πίνακας/ καμπύλη «τυποποιημένου  $f_w$ », ο οποίος θα περιέχεται στις οδηγίες, θα δίνεται ανά τύπο πλοίου και θα εκφράζεται ως συνάρτηση της παραμέτρου "Capacity". Ο πίνακας / καμπύλη «τυποποιημένου  $f_w$ » προσδιορίζεται με συντηρητική προσέγγιση, πχ βασίζεται σε δεδομένα πραγματικής μείωσης της ταχύτητας, για όσα περισσότερα υφιστάμενα πλοία είναι δυνατόν, κάτω από αντιπροσωπευτικές καταστάσεις θάλασσας.

(3). Ο συντελεστής  $f_w$  θα λαμβάνεται ίσος με ένα (1) μέχρι οι ειδικές οδηγίες για την προσομοίωση (ανωτέρω υποπαράγραφος θ(1)) ή ο πίνακας/ καμπύλη  $f_w$  (ανωτέρω υποπαράγραφος θ(2)) είναι διαθέσιμες.

**I.**  $f_{eff(i)}$  : είναι ο συντελεστής διαθεσιμότητας κάθε καινοτόμου τεχνολογίας ενεργειακής αποδοτικότητας. Για συστήματα μετατροπής της απολυόμενης ενέργειας, ο  $f_{eff(i)}$  πρέπει να είναι ένα (1).

**II.**  $f_i$ : είναι ο συντελεστής χωρητικότητας για κάθε τεχνικό/ κανονιστικό περιορισμό της χωρητικότητας και μπορεί να υποτεθεί ως ένα (1), εάν καμία ανάγκη για τον παράγοντα δεν ανακύπτει.

(1). Ο συντελεστής διόρθωσης της χωρητικότητας (capacity)  $f_i$  για ice- classed πλοία, πρέπει να λαμβάνεται ως η μικρότερη τιμή από τα  $f_{i0}$  και  $f_{i,max}$  του πίνακα 4, αλλά όχι μικρότερος από  $f_{i,min}=1.0$ .

(2). Ο συντελεστής  $f_i$  για πλοία που έχουν ειδικές εθελοντικές δομικές ενισχύσεις, επιβεβαιωμένες από τον ελεγκτή, είναι ίσος με το πηλίκο:

$$(DWT \text{ πριν την ενίσχυση}) / (DWT \text{ μετά την ενίσχυση})$$

Ο συντελεστής αυτός θα λαμβάνεται ίσος με 1.0, μέχρι να εκδοθούν σχετικές κατευθυντήριες οδηγίες από τον IMO.

• Το «DWTπριντηνεπίσχυση» είναι το DWT πριν την εφαρμογή της δομικής επίσχυσης. Το «DWTμετάτηνεπίσχυση» είναι το DWT, που προκύπτει από την εφαρμογή του επιβεβαιωμένου βάρους του επιπλέον χάλυβα της δομικής επίσχυσης.

Ο  $f_i$  για ice- classed πλοία προσδιορίζεται από τον τυποποιημένο  $f_i$  του πίνακα 4.

Πίνακας 4: Συντελεστής χωρητικότητας για ice- classed πλοία

Τύπος πλοίου	$f_{i0}$	$f_{i,max}$ σε συνάρτηση με την κατηγορία ice- class			
		IC	IB	IA	IA Super
Δεξαμ/πλοιο	$\frac{0,00115 \cdot L_{PP}^{3.36}}{capacity}$	$1,31 \cdot L_{PP}^{-0,05}$	$1,54 \cdot L_{PP}^{-0,07}$	$1,80 \cdot L_{PP}^{-0,09}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,11}$
Μεταφοράς Ξηρού Φορτίου	$\frac{0,000665 \cdot L_{PP}^{3.4}}{capacity}$	$1,31 \cdot L_{PP}^{-0,05}$	$1,54 \cdot L_{PP}^{-0,07}$	$1,80 \cdot L_{PP}^{-0,09}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,11}$
Πλοίου Γενικού Φορτίου	$\frac{0,000676 \cdot L_{PP}^{3.4}}{capacity}$	1,0	1,08	1,12	1,25
Πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	$\frac{0,1749 \cdot L_{PP}^{2.29}}{capacity}$	1,0	$1,25 \cdot L_{PP}^{-0,04}$	$1,60 \cdot L_{PP}^{-0,08}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,11}$
Δεξαμενόπλοια αερίου	$\frac{0,1749 \cdot L_{PP}^{2.33}}{capacity}$	$1,25 \cdot L_{PP}^{-0,04}$	$1,60 \cdot L_{PP}^{-0,08}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,12}$	1,0
Για πλοία άλλου τύπου ο $f_i$ λαμβάνεται ίσος με 1.					

**ιβ.**  $L_{PP}$ : είναι το μήκος μεταξύ καθέτων, το οποίο ορίζεται ως το 96% του συνολικού μήκους της ισάλου γραμμής στο 85% του ελαχίστου βυθίσματος γάστρας, μετρούμενο από το άνω μέρος της τρόπιδας, ή το μήκος, αυτής της ισάλου, μετρούμενο από το εμπρόσθιο μέρος της στείρας μέχρι τον άξονα του πηδαλίου, οποιοδήποτε είναι μεγαλύτερο. Για πλοία, τα οποία έχουν σχεδιαστεί με κλίση της τρόπιδας η ισάλο γραμμή πάνω στην οποία μετράται αυτή η απόσταση πρέπει να είναι παράλληλη στην ίσαλο σχεδίασης. Το μήκος μεταξύ καθέτων  $L_{PP}$  μετράται σε μέτρα.

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ:

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ EEDI

#### 4.1 Ορισμός των γραμμών αναφοράς

Η γραμμή αναφοράς ορίζεται ως μια καμπύλη που αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή του δείκτη, βασισμένη σε ένα σύνολο επιμέρους τιμών του δείκτη για μια καθορισμένη ομάδα πλοίων.

Μια γραμμή αναφοράς έχει αναπτυχθεί, για κάθε τύπο πλοίου, εξασφαλίζοντας ότι μόνο δεδομένα από συγκρίσιμα πλοία περιλαμβάνονται στον υπολογισμό της κάθε γραμμής αναφοράς.

Η τιμή γραμμής αναφοράς είναι συνάρτηση της χωρητικότητας του πλοίου, και δίνεται από τον παρακάτω τύπο :

$$\text{γραμμή αναφοράς} = a \cdot \text{χωρητικότητα}^{-C},$$

Τα  $a$  και  $c$  είναι σταθερές, που προσδιορίζονται από την προσαρμογή της καμπύλης παλινδρόμησης.

Σημειώνεται ότι η μορφή της γραμμής αναφοράς δεν έχει καθορισθεί για τα επιβατηγά οχηματαγωγά καθώς και για τα πλοία με αντισυμβατική πρόωση.

Τα δεδομένα εισόδου για τον υπολογισμό των γραμμών αναφοράς φιλτράρονται μέσω μιας διαδικασίας, όπου τα στοιχεία που αποκλίνουν περισσότερο από δύο τυπικές αποκλίσεις από τη γραμμή παλινδρόμησης απορρίπτονται. Η παλινδρόμηση εφαρμόζεται στη συνέχεια και πάλι για να δημιουργήσει μια διορθωμένη γραμμή αναφοράς.

#### 4.2 Προέλευση Δεδομένων

Για τον υπολογισμό των γραμμών αναφοράς, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από υπάρχοντα πλοία, άνω των 400 GT, τα οποία έχουν παραδοθεί κατά την περίοδο από 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1999 μέχρι την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2009, από τη βάση δεδομένων του Lloyd's Register Fairplay (IHSF).

Για τον υπολογισμό των γραμμών αναφοράς των πλοίων με συμβατικά συστήματα πρόωσης, χρησιμοποιήθηκαν, από τη βάση δεδομένων δεδομένων IHSF, τα ακόλουθα στοιχεία:

- Η χωρητικότητα των πλοίων για τον υπολογισμό της «Χωρητικότητας» (capacity).

- Η συνήθης ταχύτητα των πλοίων για τον υπολογισμό της ταχύτητας αναφοράς  $V_{ref}$ .
- Η συνολικά εγκατεστημένη ισχύ για τον υπολογισμό της  $P_{ME(i)}$ .

Για τα επιβατηγά πλοία και τα επιβατηγά οχηματαγωγά πλοία με συμβατική πρόωση, η συνολική εγκατεστημένη βοηθητική ισχύ πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της σχετικής γραμμής αναφοράς.

Για ορισμένα πλοία, ορισμένες καταχωρήσεις δεδομένων μπορεί να είναι κενές ή να έχουν μηδενική τιμή στη βάση δεδομένων. Σύνολα δεδομένων με κενό την ισχύ, τη χωρητικότητα ή την ταχύτητα, πρέπει να αφαιρούνται από τον υπολογισμό της γραμμής αναφοράς. Για λόγους μελλοντικών αναφορών, τα πλοία που παραλείπονται θα πρέπει να παρατίθενται στον κατάλογο με τον αριθμό IMO τους.

Κατά τον υπολογισμό των γραμμών αναφοράς, τα επιβατηγά και τα επιβατηγά οχηματαγωγά πλοία, με ταχύτητα αναφοράς κάτω των 15 κόμβων θα πρέπει να αφαιρούνται από τους υπολογισμούς. Για λόγους μελλοντικών αναφορών, τα πλοία που παραλείπονται θα πρέπει να παρατίθενται στον κατάλογο με τον αριθμό IMO τους.

### 4.3 Υπολογισμός των γραμμών αναφοράς

Ο υπολογισμός της γραμμής αναφοράς βασίζεται στην τιμή του δείκτη για κάθε μεμονωμένο πλοίο, που περιλαμβάνονται στο σύνολο των πλοίων, ανά τύπο πλοίου. Ο υπολογισμός του δείκτη αυτού υπολογίζεται με βάση τις ακόλουθες υποθέσεις:

(1). Ο συντελεστής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι σταθερός για όλους τους κινητήρες, δηλαδή:

$$C_{F,ME} = C_{F,AE} = C_F = 3,1144 \text{gCO}_2/\text{g fuel} .$$

(2). Η ειδική κατανάλωση καυσίμου για όλους τους τύπους πλοίων είναι σταθερή για όλους τους κύριους κινητήρες, δηλαδή

$$SFC_{ME} = 190 \text{ g/kWh}$$

(3).  $P_{ME(i)}$  είναι η εγκατεστημένη κύρια ισχύ όπως ορίστηκε στην ανωτέρω παράγραφο 3 ε(1).

(4). Η ειδική κατανάλωση καυσίμου για όλους τους τύπους πλοίων είναι σταθερή για όλα τα βοηθητικές μηχανές, δηλαδή

$$SFC_{AE} = 215 \text{ g/kWh.}$$

(5).  $P_{AE}$  είναι η εγκατεστημένη βοηθητική ισχύς και για τα φορτηγά πλοία υπολογίζεται σύμφωνα με την ανωτέρω παράγραφο 4.1 ε(6). Για τα επιβατηγά πλοία, με συμβατικά συστήματα πρόωσης, η  $P_{AE}$  υπολογίζεται ως η συνολική εγκατεστημένη βοηθητική ισχύς, σύμφωνα με τις πληροφορίες της βάσης δεδομένων IHSF, πολλαπλασιασμένη επί 0,35.

(6). Όλοι οι συντελεστές διόρθωσης  $f_j, f_i$  και  $f_w$  λαμβάνονται ίσοι με 1.

(7). Οι πρωτοποριακές μηχανικές τεχνολογίες ενεργειακής αποδοτικότητας, κινητήρες αξόνων και άλλες καινοτόμες και ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες, εξαιρούνται από τον υπολογισμό της γραμμής αναφοράς, δηλαδή

$$PAE_{eff} = 0, PPTI = 0, P_{eff} = 0.$$

(8). Η εξίσωση για τον υπολογισμό της τιμής του δείκτη για κάθε πλοίο καταλήγει να είναι η εξής:

$$\text{Εκτιμώμενη Τιμή δείκτη} = 3.1144 \cdot \frac{190 \cdot \sum_{i=1}^{NME} P_{MEi} + 215 \cdot P_{AE}}{\text{Capacity} \cdot V_{ref}}$$

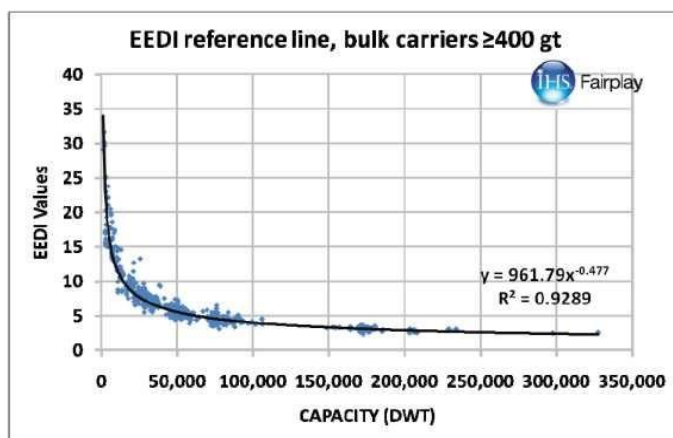
## 1.7 Σταθερές Υπολογισμού των Γραμμών Αναφοράς

Οι σταθερές υπολογισμού α και c των γραμμών αναφοράς, ανά τύπο πλοίου, δίδονται στον παρακάτω πίνακα 5. Στον ίδιο πίνακα φαίνεται ο συσχετίση R, ο αριθμός του δείγματος των πλοίων και ο αριθμός των πλοίων που έχουν εξαιρεθεί :

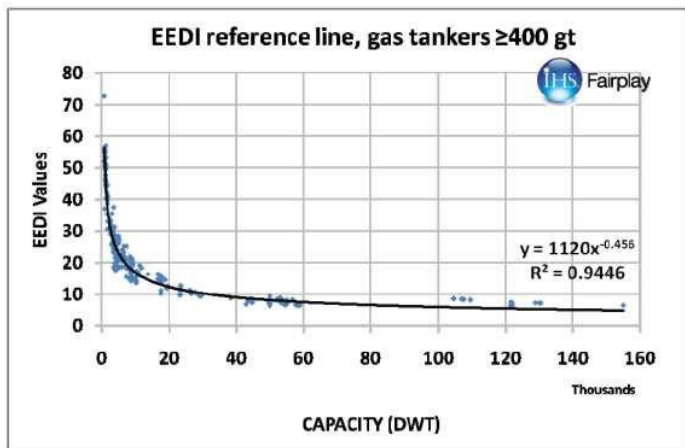
Πίνακας 5: Τιμές παραμέτρων  $a$  και  $c$  για τον υπολογισμό των τιμών των γραμμών αναφοράς, ανά τύπο πλοίου

Τύπος Πλοίου	Μέγεθος Πλοίου	Σταθερές		R2	Αριθμός Δείγματος	Αριθμός Εξαιρούμενων
		a	c			
Μεταφοράς Φορτίου Χύδην	≥400 GT	961.79	0.477	0.9289	2512	16
Δεξαμενόπλοια αερίου	≥400 GT	1120.00	0.456	0.9446	354	0
Δεξαμενόπλοια	≥400 GT	1218.80	0.488	0.9574	3655	14
Πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	≥400 GT	174.22	0.200	0.6191	2406	32
Πλοία Γενικού Φορτίου	≥400 GT	107.48	0.216	0.3344	2086	47
Πλοία Μεταφοράς Κατεψυγμένου Φορτίου	≥400 GT	227.01	0.244	0.5130	61	1
Πλοία Συνδυασμένου Φορτίου	≥400 GT	1219.00	0.488	0.9575	6	0

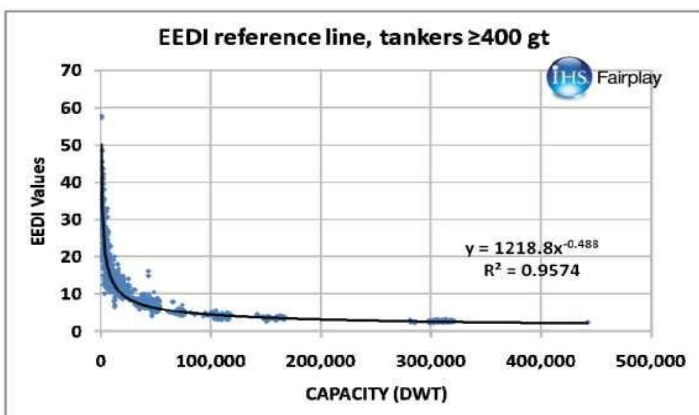
Οι γραφικές παραστάσεις των γραμμών αναφοράς φαίνονται παρακάτω:



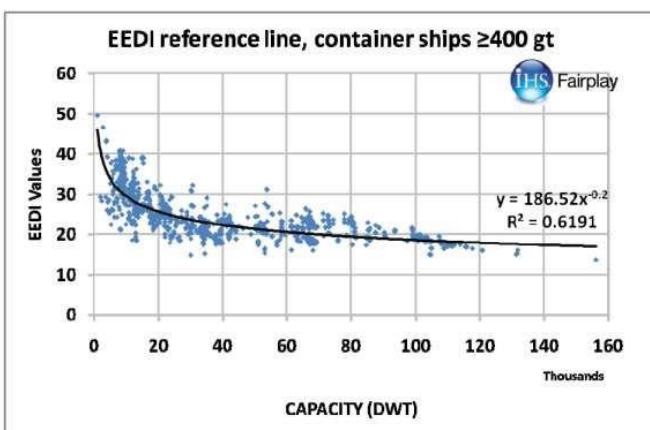
Εικόνα 10: Γραμμή Αναφοράς Πλοίων Μεταφοράς Φορτίου Χύδην



Εικόνα 11: Γραμμή Αναφοράς Δεξαμενοπλοίων Αερίου

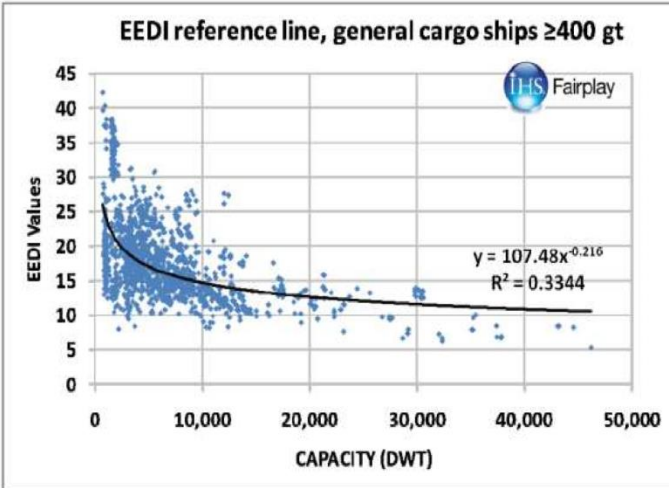


Εικόνα 12: Γραμμή Αναφοράς Δεξαμενοπλοίων

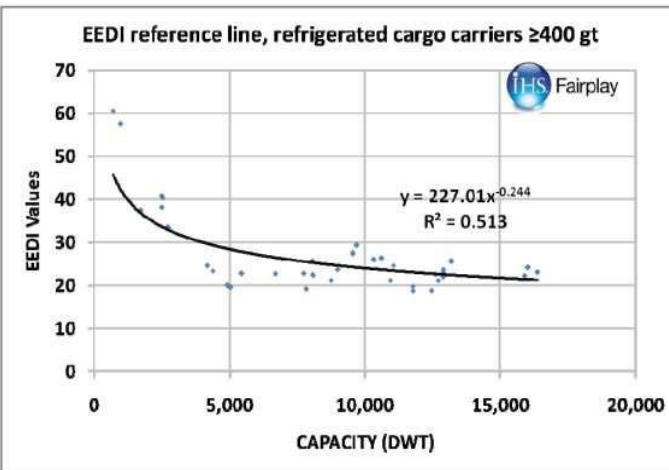


Εικόνα 13: Γραμμή Αναφοράς Πλοίων Μεταφοράς Εμπορευματοκιβωτίων.

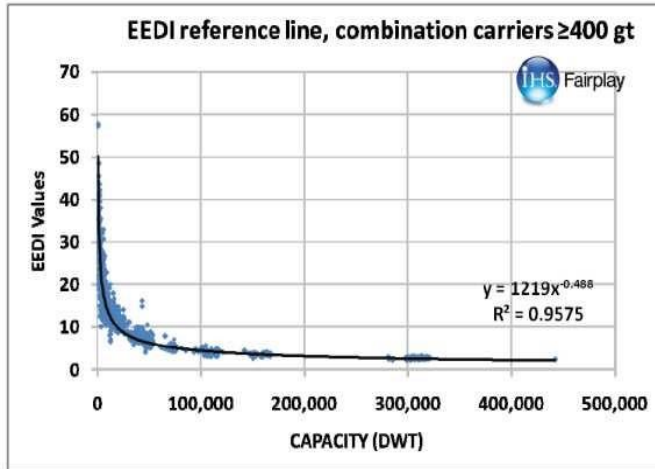




Εικόνα 14: Γραμμή Αναφοράς Πλοίων Γενικού Φορτίου



Εικόνα 15: Γραμμή Αναφοράς Πλοίων Μεταφοράς Κατεψυγμένου Φορτίου



Εικόνα 16: Γραμμή Αναφοράς Πλοίων Συνδυασμένου Φορτίου

## Επίλογος

Ο IMO, ανταποκρινόμενος στις διεθνείς προσπάθειες για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και προκειμένου να περιορίσει τις εκπομπές αυτών από τη ναυτιλία, ανέπτυξε τον Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Design Index, EEDI).

Η απαίτηση για συμμόρφωση με τον δείκτη EEDI, υιοθετήθηκε από τον IMO τον Αύγουστο του 2011, ως υποχρεωτικό μέτρο, για τα νεότευκτα πλοία, με την εισαγωγή του ως τροποποίηση στο παράρτημα VI της MARPOL και τέθηκε σε ισχύ τον Ιανουάριο του 2013.

Ο EEDI αποτελεί ένα μαθηματικό τύπο, ο οποίος εκφράζει την αναλογία μεταξύ του κόστους (δηλ. εκπομπή) και του κέρδους που παράγεται, το οποίο εκφράζεται ως ικανότητα μεταφοράς αγαθών, από τη λειτουργία ενός πλοίου.

Ο EEDI καθιερώνει μια ελάχιστη απαίτηση ενεργειακής αποδοτικότητας για τα νέα πλοία, εξαρτώμενη από τον τύπο του πλοίου και το μέγεθος του. Τα νέα πλοία είναι εξαναγκασμένα να έχουν EEDI μικρότερο, κατά ένα ποσοστό μείωσης, από μια γραμμή αναφοράς, η οποία αντιπροσωπεύει την μέση αποδοτικότητα για πλοία χτισμένα μεταξύ 1999 και 2009.

Ο IMO έχει θέσει ποσοστά μείωσης του EEDI, ανά τύπο πλοίων, από την αντίστοιχη γραμμή αναφοράς μέχρι την περίοδο 2025 έως 2030 για να διατηρήσει το ρυθμό μείωσης με την πρόοδο των νέων τεχνολογιών/ μηχανημάτων ενεργειακής αποδοτικότητας και μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Το ποσοστό μείωσης για πρώτη φάση (2015 έως 2020) έχει τεθεί στο 10%, για τη δεύτερη φάση (2020 έως 2025) στο 20% και για την τρίτη και τελευταία φάση (2025 έως 2030) στο 30%. Από την εφαρμογή αυτών των ποσοστών μείωσης, αναμένεται ότι θα αφαιρεθεί από την ατμόσφαιρα κάθε χρόνο μεταξύ 45 και 50 εκατομμυρίων τόνων CO<sub>2</sub>, από το 2020 και ανάλογα με την ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου, ενώ από το 2030, η αντίστοιχη μείωση αναμένεται να είναι μεταξύ 180 και 240 εκατομμύρια τόνοι ετησίως.

Ο τύπος υπολογισμού του δείκτη EEDI καθώς και οι γραμμές αναφοράς με τις οποίες συγκρίνεται η τιμή αυτού υπέστησαν διάφορες τροποποιήσεις και διορθώσεις από την αρχική τους μορφή μέχρι σήμερα, προκειμένου περιοριστούν οι αρνητικές επιπτώσεις και οι στρεβλώσεις που θα επέφερε η εφαρμογή του. Ο εν λόγω τύπος αρχικά αποτελείτο από 6 παράγοντες ενώ στη σημερινή του μορφή αποτελείται από 16 παράγοντες, χωρίς εισέτι να έχουν αρθεί όλες οι εκκρεμείς υποθέσεις που αφορούν στην τελική του μορφή. Το γεγονός αυτό

μαρτυρεί την εντατική προσπάθεια που καταβλήθηκε από τον IMO και τις συμμετέχουσες στις MEPC αντιπροσωπείες για την οριστική μορφή του εν λόγω τύπου.

Ο τύπος EEDI, όπως είναι προς το παρόν διατυπωμένος, δεν είναι εφαρμόσιμος σε όλα τα πλοία. Στην παρούσα έκδοση του έχει σκόπιμα αναπτυχθεί για το μεγαλύτερο και πιο ενεργοβόρο τμήμα του παγκόσμιου εμπορικού στόλου και καλύπτει τους ακόλουθους τύπους πλοίων: δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου και αερίου, πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην, πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, πλοία γενικού φορτίου, πλοία μεταφοράς καταψυγμένου φορτίου και συνδυασμένων μεταφορών. Παράλληλα η εφαρμογή της απαίτησης δεν περιλαμβάνει τα πλοία που έχουν ηλεκτροπρόωση, πρόωση με στρόβιλο ή υβριδικά συστήματα πρόωσης. Για τους τύπους πλοίων που δεν καλύπτονται από το σημερινό τύπο, θα αναπτυχθούν κατάλληλοι τύποι και αντίστοιχες οδηγίες από την επιτροπή Προστασίας του Θαλασσιού Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO, μέχρι το τέλος του έτους 2014.

Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων για την καθιέρωση του EEDI, διατυπώθηκαν αρκετές επιφυλάξεις για τυχόν αρνητικές παρενέργειες που ενδεχομένως θα επιφέρει η εφαρμογή του. Οι σημαντικότερες εξ αυτών αφορούσαν την ενδεχόμενο μείωση της ταχύτητας και της εγκατεστημένης ισχύος, των νεότευκτων πλοίων, με επιπτώσεις στην ικανότητα αυτών να πλεύσουν ασφαλώς, καθόσον οι μειώσεις αυτές αποτελούν τον ευκολότερο τρόπο για να συμμορφωθεί ένα πλοίο με την απαίτηση του EEDI. Για την αποφυγή των αρνητικών παρενεργειών που δύναται να επιφέρει η εφαρμογή του EEDI καθώς και για την τακτοποίηση των εκκρεμοτήτων, όπως αυτές έχουν αναγνωριστεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας συνεδρίασης του IMO αναμένεται η έκδοση από τον IMO σχετικών κατευθυντήριων οδηγιών μέχρι το τέλος του έτους 2014.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και κατά συνέπεια η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, ανά μεταφερόμενο τόνο και μίλι, δύναται να επέλθει μέσω καινοτόμων τεχνικών και σχεδιαστικών μέτρων προς την κατεύθυνση την αύξησης της απόδοσης των μηχανών και των συστημάτων πρόωσης, τη βελτίωση της σχεδίασης της γάστρας, την εκμετάλλευση της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας και την ανάκτηση της απολυόμενης θερμότητας. Πολλές τεχνολογίες/ συσκευές υφίστανται ήδη και απομένει η ευρύτερη χρήση αυτών στα μελλοντικά πλοία.

Με την εισαγωγή του δείκτη EEDI στον κλάδο της ναυτιλίας, αναμένεται ότι η "ενεργειακή απόδοση" ενός νεότευκτου πλοίου θα γίνει αναπόσπαστο μέρος της ναυπήγησης του.

Παράλληλα θα εξαναγκάσει τα ναυπηγεία να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή απόδοση των πλοίων που κατασκευάζουν, τα οποία μέχρι σήμερα βελτιστοποιούν τα πλοία με σκοπό την αύξηση του μεταφερόμενου φορτίου, χρησιμοποιώντας τυπικούς σχεδιασμούς γάστρας και συστημάτων πρόωσης.

Η ναυτιλιακή κοινότητα (περισσότερο από το 80% των κρατών μελών του IMO) εξέφρασε την υποστήριξη της στο δείκτη EEDI και την πεποίθηση της ότι θα οδηγήσει τα πλοία σε υψηλότερη ενεργειακή απόδοση με αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και θα συνεισφέρει σημαντικά στην παγκόσμια προσπάθεια για την αναχαίτιση της κλιματικής αλλαγής.

Ανεξαρτήτως της αποτελεσματικότητας του EEDI, μέσω αυτού αναμένεται ότι η ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων θα αποτελέσει, για τα προσεχή χρόνια, μέρος του λεξιλογίου όλων των εμπλεκομένων με την εμπορική ναυτιλία, με τελικό όφελος την αύξηση της αποδοτικότητας αυτών και την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

## Βιβλιογραφία

- [1] "Φαινόμενο του Θερμοκηπίου" Wikipedia Οκτώβριος 2011  
[http://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόμενο\\_του\\_Θερμοκηπίου](http://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόμενο_του_Θερμοκηπίου).
- [2] "Πρωτόκολλο του Κιότο" Wikipedia Οκτώβριος 2011.  
[http://el.wikipedia.org/wiki/Πρωτόκολλο\\_του\\_Κιότο](http://el.wikipedia.org/wiki/Πρωτόκολλο_του_Κιότο).
- [3] International Maritime Organization (IMO): 2<sup>nd</sup> GHG IMO Study 2009.
- [4] International Maritime Organization (IMO), συνεδριάσεις για το περιβάλλον (MEPC 57, MEPC 58, MEPC 59, MEPC 60, MEPC 61 ,MEPC 62).
- [5] "Historic Background", <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Historic%20Background%20GHG.aspx>.
- [6] IMO Resolution A. 963(23): IMO policies and practices related to the reduction of greenhouse gas emissions from ships.
- [7] Πάνος Ζαχαριάδης, ΤοEEDI είναι πλέον μηχανισμός του IMO, Ναυτικά Χρονικά, Αύγουστος 2011.
- [8] Πάνος Ζαχαριάδης, Μηχανισμοί εξοικονόμησης ενέργειας- Κυνηγώντας το «μαγικό χάπι», Ναυτικά Χρονικά, Απρίλιος 2011.
- [9] Γεωργίου Παπακώστα, Διπλωματική εργασία, Σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (EEDI), Δεκέμβριος 2011

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	3
Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Εισαγωγή .....	6
1 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ : .....	8
ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ Η ΝΑΥΤΙΛΙΑ .....	8
1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	8
1.2 Τα Αέρια του Θερμοκηπίου .....	9
1.3 Διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.....	10
1.4 Έκλυση Αερίων Θερμοκηπίου Στις Θαλάσσιες Μεταφορές .....	11
1.5 Εργασίες του IMO για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου/ Πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία.....	15
1.6 Ιδέα/ Σκοπός του EEDI.....	16
2 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: .....	19
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ EEDI .....	19
2.1 53 <sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 18- 23 Ιουλίου 2005.....	19
2.2 55 <sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 9- 13 Οκτωβρίου 2006.....	19
2.3 56 <sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 9- 13 Ιουλίου 2007.....	19
2.4 57 <sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 31 Μαρτίου – 4 Απριλίου 2008 .....	20
2.5 Πρώτη μεταξύ συνόδων συνεδρίαση της ομάδας Εργασίας Αερίων Θερμοκηπίου του IMO:23-27 Ιουνίου 2008 .....	21
2.6 58 <sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 6 – 10 Οκτωβρίου 2008 .....	22
2.7 Δεύτερη μεταξύ συνόδων συνεδρίαση της ομάδας Εργασίας Αερίων Θερμοκηπίου του IMO: 9 έως 13 Μαρτίου .....	23
2.8 59 <sup>η</sup> Σύνοδος MEPC: 13- 17 Ιουλίου 2009 .....	24

2.9	60 <sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡC: 22-26 Μαρτίου 2010.....	25
2.10	61 <sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡC: 27 Σεπτεμβρίου- 01 Οκτωβρίου 2010 .....	25
2.11	62 <sup>η</sup> Σύνοδος ΜΕΡC: 11- 15 Ιουλίου 2011 .....	26
3 <sup>ο</sup>	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: .....	27
	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΔΙ/ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	27
4 <sup>ο</sup>	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: .....	36
	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΔΙ	36
4.1	Ορισμός των γραμμών αναφοράς.....	36
4.2	Πρόελευση Δεδομένων .....	36
4.3	Υπολογισμός των γραμμών αναφοράς.....	37
1.7	Σταθερές Υπολογισμού των Γραμμών Αναφοράς .....	38
	Επίλογος .....	43
	Βιβλιογραφία .....	46