

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ στην ΝΑΥΤΙΛΙΑ

# **ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX & ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR**

**ΡΑΣΣΙΑΣ Διονύσιος**

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών

του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των

απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού

Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία



Πειραιάς Μάιος 2012

## ***Δήλωση Αυθεντικότητας / Ζητήματα copyright***

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην 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.

## ***Σελίδα Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής***

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 στη Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- ΤΣΕΛΕΝΤΗΣ Βασίλειος (Επιβλέπων)
- ΠΑΖΑΡΖΗΣ Μιχαήλ
- ΤΖΑΝΝΑΤΟΣ Ερνέστος

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

---

---

“Scientific evidence for Warming of the climate System is unequivocal . ”

- Intergovernmental Panel on Climate Change

---

---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	8
Περίληψη – Abstract	9
<b>ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Κλιματική Αλλαγή και Ναυτιλία</b>	<b>10</b>
1.1 Γενικά περί αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases)	10
1.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από την ναυτιλία	14
1.2.1 Ναυτιλία και CO <sub>2</sub>	15
1.3 Θεσμικά μέτρα από τον IMO για τον περιορισμό εκπομπών CO <sub>2</sub> από πλοία	18
1.4 Ευρωπαϊκές στρατηγικές για τον περιορισμό εκπομπών CO <sub>2</sub> από πλοία στην EE27	22
<b>ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Επιτυγχανόμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας ( Attained EEDI)</b>	<b>23</b>
2.1 Γενικά	23
2.2 Επιτυγχανόμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης (Attained Energy Efficiency Design Index – Attained EEDI) σύμφωνα με MEPC 62/5/4 (8/4/2011)	24
<b>ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Απαιτούμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας ( Required EEDI)</b>	<b>36</b>
3.1 Γενικά	36
3.2 Υπολογισμός Απαιτούμενου Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης σύμφωνα με το Παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL.	36
<b>ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Τεχνικό αρχείο EEDI (EEDI Technical file) και Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (International Energy Efficiency Certificate)</b>	<b>40</b>
4.1 Τεχνικό Αρχείο EEDI (EEDI technical file).	40
4.2 Υπόδειγμα τεχνικού αρχείου EEDI (EEDI Technical file)	40
4.3 Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (International Energy Efficiency Certificate)	46
4.4 Υπόδειγμα Διεθνούς Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης	46
<b>ΠΕΜΠΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Υπολογισμός Παραμέτρων για τον Καθορισμό της Τιμής της Γραμμής Αναφοράς (Reference value)</b>	<b>51</b>
5.1 Γενικά	51
5.2 Πίνακες διασποράς δεδομένων για κάθε κατηγορίας πλοίου	52

**ΕΚΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Προτάσεις Βελτιστοποίησης της Μεθόδου Υπολογισμού του EEDI** \_\_\_\_\_ 56

6.1 Εισαγωγή \_\_\_\_\_ 56

6.2 MEPC 62/6/13 - International Parcel Tanker Association (IPTA) \_\_\_\_\_ 56

**ΕΒΔΟΜΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Επιθεώρηση και Πιστοποίηση του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας** \_\_\_\_\_ 60

7.1 Εισαγωγή \_\_\_\_\_ 60

7.2 Προσχέδιο οδηγιών για την επιθεώρηση και πιστοποίηση του EEDI (MEPC 61/WP.10) \_\_\_\_\_ 60

7.2.1 Εφαρμογή \_\_\_\_\_ 61

7.2.2 Διαδικασίες για επιθεώρηση και πιστοποίηση \_\_\_\_\_ 61

7.2.2.1 Γενικά \_\_\_\_\_ 61

7.2.2.2 Προκαταρκτική πιστοποίηση στο στάδιο κατασκευής \_\_\_\_\_ 63

7.2.2.3 Τελική πιστοποίηση του Επιτυγχανόμενου Κατασκευαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας \_\_\_\_\_ 66

7.2.2.4 Πιστοποίηση του Επιτυγχανόμενου Κατασκευαστικού δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας στην περίπτωση μείζονος μετατροπής \_\_\_\_\_ 69

**ΟΓΔΟΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Operational Indicator-EEOI)** \_\_\_\_\_ 71

8.1 Γενικά \_\_\_\_\_ 71

8.2 Οδηγίες IMO MEPC.1/Circ.684 \_\_\_\_\_ 71

8.2.1 Σκοπός \_\_\_\_\_ 71

8.2.2 Ορισμοί \_\_\_\_\_ 71

8.2.2.1 Ορισμός Δείκτη EEOI \_\_\_\_\_ 72

8.2.2.2 Κατανάλωση Καυσίμου \_\_\_\_\_ 72

8.2.2.3 Διανύμενη Απόσταση \_\_\_\_\_ 72

8.2.2.4 Τύποι πλοίων και φορτίου \_\_\_\_\_ 72

8.2.2.5 Μεταφερόμενη Ποσότητα Φορτίου ή Μεταφορικό Έργο \_\_\_\_\_ 73

8.2.2.6 Ταξίδι ( Voyage) \_\_\_\_\_ 74

8.2.3 Κατάρτιση του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEOI) \_\_\_\_\_ 74

8.2.4 Καταγραφή γενικών δεδομένων και διαδικασίες τεκμηρίωσης \_\_\_\_\_ 74

8.2.5 Παρακολούθηση και Επιβεβαίωση (Monitoring and verification) \_\_\_\_\_ 75

8.2.6 Υπολογισμός του EEOI \_\_\_\_\_ 75

8.2.6.1 Υπολογισμός EEOI για σειρά ταξιδιών \_\_\_\_\_ 79

8.2.6.2 Υπολογισμός ROLLING AVERAGE \_\_\_\_\_ 79

<b>ΕΝΑΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Προτάσεις Βελτίωσης Υπολογισμού του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEOI)</b>	<b>80</b>
9.1 Γενικά	80
9.2 Πρόταση για διόρθωση του υπολογισμού του Λειτουργικού Δείκτη Λειτουργικής Αποδοτικότητας που υποβλήθηκε από την Ρωσία (MEPC 62/5/11 , 6 May 2011).	80
9.3 Πρόταση για υπολογισμό του Λειτουργικού Δείκτη Λειτουργικής Αποδοτικότητας (EEOI) στα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που υποβλήθηκε από την Δημοκρατία της Κορέας (MEPC 61/5/29 , 6 August 2010).	83
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι- Υπολογιστής δείκτη EEDI της BIMCO – EEDI calculator</b>	<b>85</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>91</b>

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω :

Τον κ. ΤΣΕΛΕΝΤΗ Βασίλειο, καθηγητή του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών για την ανάθεση και την επίβλεψη της συγκεκριμένης εργασίας καθώς και για το κλίμα συνεργασίας που είχαμε.

Τους κύριους ΠΑΖΑΡΖΗ Μιχαήλ και ΤΖΑΝΝΑΤΟ Ερνέστο για την παρουσία τους στην εξεταστική επιτροπή.

Ιδιαίτερως τους γονείς μου καθώς και την γυναίκα μου Αθηνά για την αμέριστη συμπαράσταση της την χρονική περίοδο συγγραφής της παρούσης εργασίας.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα παγκόσμιας κλίμακας που οι αρνητικές του συνέπειες φαίνονται στις μέρες μας. Τα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και το όζον (O<sub>3</sub>) που εκπέμπονται από τα πλοία συντελούν αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ένας από τους σημαντικότερους στόχους του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) για την ναυτιλία είναι ο περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από τα πλοία έχουν θεσπιστεί κανονισμοί στο Παράρτημα VI της Διεθνούς Σύμβασης MARPOL 73/78 οι οποίοι τροποποιούνται συνεχώς. Οι πρόσφατες τροποποιήσεις στο παράρτημα VI της Διεθνούς σύμβασης MARPOL περιλαμβάνουν ένα σύστημα για προσδιορισμό της ενεργειακής αποδοτικότητας των νέων πλοίων μέσω του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEDI). Ο δείκτης αυτός (attained EEDI) εκφράζεται σε g-CO<sub>2</sub>/ton mile που εκπέμπονται από ένα πλοίο και πρέπει να είναι μικρότερος από μια ορισμένη τιμή (required EEDI) που εξαρτάται από τον τύπο του πλοίου, την χωρητικότητα ή το deadweight του πλοίου. Ένας άλλος δείκτης που έχει υιοθετηθεί από τον IMO, ο οποίος στην παρούσα φάση είναι εθελοντικής χρήσης, είναι ο Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEOI). Ο δείκτης αυτός εκφράζεται σε g-CO<sub>2</sub>/ton mile που εκπέμπονται από ένα πλοίο και μπορεί να βοηθήσει τους πλοιοκτήτες και τους διαχειριστές πλοίων στην αξιολόγηση της απόδοσης του στόλου τους όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Δεδομένου ότι το ποσό του CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται από ένα σκάφος συσχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση των καυσίμων, ο δείκτης EEOI μπορεί επίσης να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την απόδοση ενός σκάφους όσον αφορά την αποδοτικότητα των καυσίμων.

## ABSTRACT

The climatic change constitutes an important problem of world scale that its negative consequences appear in our days. The greenhouse gases such as dioxide of coal (CO<sub>2</sub>) and the ozone (O<sub>3</sub>) that they are emitted by the ships, contribute negatively to the phenomenon of greenhouse. Regulations, that are continuously modified, have been established for the reduction of ships' emissions, in the Annex VI of MARPOL 73/78. The recent amendments in the annex VI of MARPOL include a system for determining the energy efficiency for new ships through the Energy Efficiency Design Index - EEDI. This index, which is called attained EEDI, is expressed in g-CO<sub>2</sub>/ton mile which are emitted by each new ship and should be less than a certain value or reference line, which is called required EEDI, depending on the type of the ship, its capacity or deadweight. One other index which has been adopted by IMO for monitoring CO<sub>2</sub> emissions is the Energy Efficiency Operational Index (EEOI). This index is expressed in g-CO<sub>2</sub>/ton mile which are emitted by a vessel and can assist shipowners and ships' operators in the evaluation of the performance of their fleet with regard to CO<sub>2</sub> emissions. As the amount of CO<sub>2</sub> emitted from a ship is directly related to the consumption of bunker fuel oil, the EEOI can also provide useful information on a ship's performance with regard to fuel efficiency.

# ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## Κλιματική Αλλαγή και Ναυτιλία

### *1.1 Γενικά περί αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases)*

Οι κλιματική αλλαγή αποτελεί πλέον ένα από τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της ανθρωπότητας τα αρνητικά αποτελέσματα της οποίας είναι ορατά σε ολόκληρο τον πλανήτη και επηρεάζει τόσο τις σύγχρονες γενιές αλλά κυρίως τις επόμενες. Τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενισχύοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο αποτελεί το βασικό λόγο εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής. Σήμερα, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την παγκόσμια ναυτιλία αποτελούν το 3% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών ενώ εκφράζονται φόβοι ότι οι συνολικές εκπομπές από τη ναυτιλία μπορεί να τριπλασιαστούν μέχρι το 2050, εάν δεν ληφθούν άμεσα μέτρα.

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει το Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή ( Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC), λέγοντας κλιματική αλλαγή εννοούμε οποιαδήποτε μεταβολή που παρατηρείται στο κλίμα με το πέρασμα του χρόνου, είτε οφείλεται σε φυσικές επιδράσεις, είτε προκαλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτός ο ορισμός διαφέρει από αυτόν που δίνει η Διεθνής Συνθήκη-Πλαίσιο για την Αλλαγή του Κλίματος (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), κατά τον οποίο η Κλιματική Αλλαγή αναφέρεται σε αλλαγές του κλίματος που αποδίδονται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, οι οποίες μεταβάλλουν τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και παρατηρούνται, όπως και οι φυσικές διακυμάνσεις, σε συγκρίσιμα χρονικά διαστήματα . Βασική μορφή εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής αποτελεί η «Θέρμανση της Γης» ( Global Warming ). Η αύξηση της θερμοκρασίας της Γης με τη σειρά της επιφέρει αρνητικές συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον, στους έμβιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα αλλά ακόμη και στην ανθρώπινη κοινωνία και οικονομία. Η κύρια αιτία εμφάνισης της θέρμανσης της Γης και γενικότερα της κλιματικής αλλαγής είναι το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» (Greenhouse Effect). Με τον όρο φαινόμενο του θερμοκηπίου εννοείται η παρεμπόδιση λόγω απορρόφησης της εκπεμπόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας από τη Γη στο διάστημα εξαιτίας της παρουσίας της ατμόσφαιρας. Αναλυτικότερα, η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη Γη διεισδύει μέσω της ατμόσφαιρας και τμήμα αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης. Το υπόλοιπο τμήμα της ηλιακής ενέργειας επανεκπέμπεται στο διάστημα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όμως τα αέρια της ατμόσφαιρας, γνωστά και ως Αέρια του Θερμοκηπίου (Greenhouse Gases, GHG), εμποδίζουν την υπέρυθρη ακτινοβολία να διαφύγει στο διάστημα και την συγκρατούν εντός της ατμόσφαιρας. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι να αυξάνεται η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αλλά και της επιφάνειας της Γης, συμβάλλοντας στην εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής.

Η επίσημη επιστημονική θέση πάνω στις κλιματικές μεταβολές, όπως αυτή εκφράζεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) του ΟΗΕ είναι πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί  $0.6 \pm 0.2$  °C από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και πως η αύξηση αυτή οφείλεται σημαντικά στην ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών. Η υπερθέρμανση λοιπόν του πλανήτη που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, οφείλεται κυρίως στην ανθρώπινη συμπεριφορά: μέσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες απελευθερώνονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα κυρίως και όχι μόνο και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να θερμαίνεται ο πλανήτης.

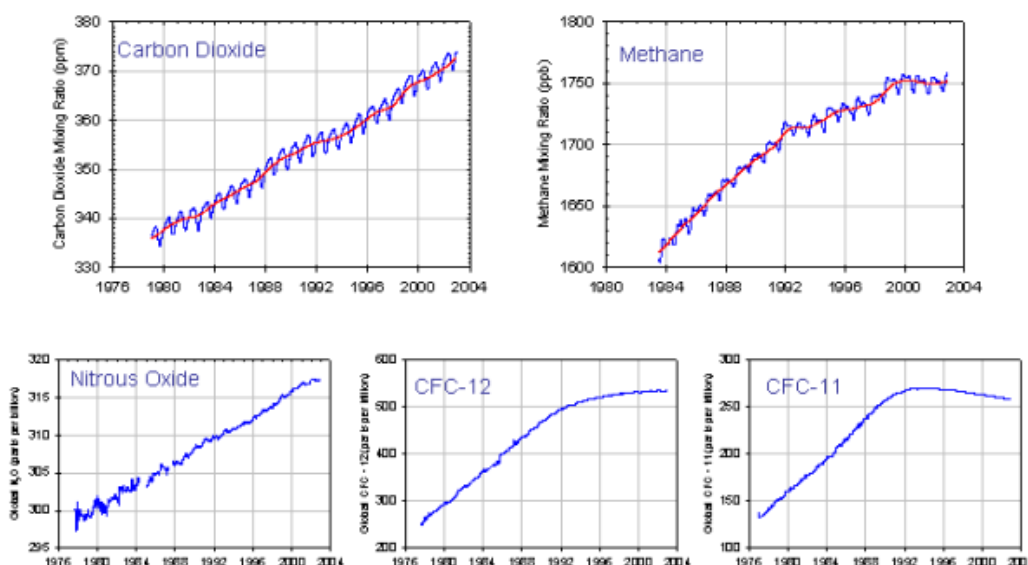
Λέγοντας αέρια του θερμοκηπίου εννοούμε εκείνα τα αεριώδη συστατικά της ατμόσφαιρας, τα οποία απορροφούν και εκπέμπουν την ακτινοβολία στα συγκεκριμένα μήκη κύματος μέσα στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γήινη επιφάνεια, την ατμόσφαιρα και τα σύννεφα.. Τα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία παράγονται με φυσικές και βιομηχανικές διαδικασίες είναι τα αέρια εκείνα που παρόντα στην ατμόσφαιρα μειώνουν την απώλεια θερμότητας στο διάστημα και επομένως συμβάλλουν στις σφαιρικές θερμοκρασίες μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο υδρατμός (H<sub>2</sub>O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που αποτελεί το σημαντικότερο αέριο, το νιτρώδες οξείδιο (N<sub>2</sub>O), το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), και το όζον (O<sub>3</sub>) είναι τα αρχικά αέρια θερμοκηπίου στη γήινη ατμόσφαιρα. Επιπλέον υπάρχουν διάφορα εξ ολοκλήρου κατασκευασμένα από τον άνθρωπο αέρια θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, όπως αλογόνα (βρώμιο, χλώριο) μαζί με άνθρακα (halocarbons), εξαφθοριούχο θείο (Sulphur hexafluoride - SF<sub>6</sub>), φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (HydroFluoroCarbons -HFCs) και οι υπερφθοράνθρακες (Per FluoroCarbons – PFCs ).

Λέγοντας λοιπόν αέρια του θερμοκηπίου εννοούμε τα παρακάτω:

- Υδρατμοί (H<sub>2</sub>O)
- διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> (που αποτελεί το σημαντικότερο αέριο),
- μεθάνιο CH<sub>4</sub>
- όζον O<sub>3</sub>
- υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O
- υδροφθοράνθρακες (Hydro fluorocarbons) HFC,
- πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες (Perfluorocarbons) PFC
- εξαφθοριούχο θείο SF<sub>6</sub>

Στο παρακάτω γράφημα 1.1 φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου συναρτήσει του χρόνου καθώς και η συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου που έχουν ανθρώπινη προέλευση που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παρατηρούμε ότι το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς από το 1980 και ύστερα φτάνοντας το 2003 σε 370 ppm (parts per million) συγκέντρωση ανησυχητικά υψηλή αν αναλογιστούμε ότι το διοξείδιο του άνθρακα τα προηγούμενα 800.000 χρόνια ήταν 180-300 ppm. Σε ανάλογη αύξηση συγκέντρωσης παρατηρείται και στο μεθάνιο CH<sub>4</sub> αλλά και στο υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O με 1750 ppm και 320 ppm αντίστοιχα.

## Global Trends in Major Greenhouse Gases to 1/2003



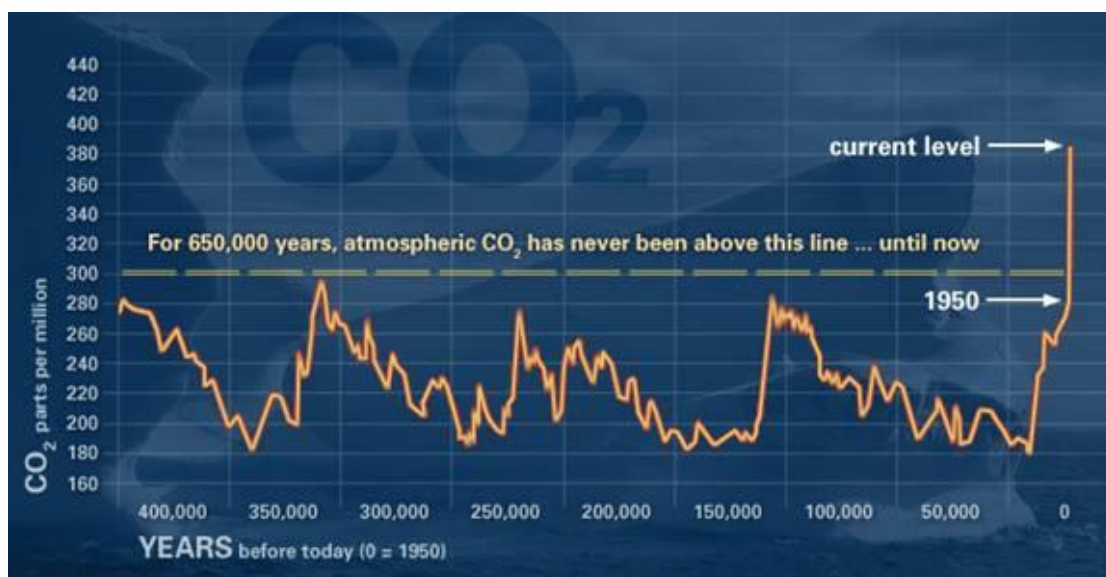
Global trends in major long-lived greenhouse gases through the year 2002. These five gases account for about 97% of the direct climate forcing by long-lived greenhouse gas increases since 1750. The remaining 3% is contributed by an assortment of 10 minor halogen gases, mainly HCFC-22, CFC-113 and  $\text{CCl}_4$ .

ΠΗΓΗ : National Oceanic and Atmospheric Administration (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd>)

Στο παρακάτω γράφημα 1.2 φαίνεται ότι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί από την βιομηχανική επανάσταση. Το γήινο κλίμα έχει αλλάξει καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας. Μόλις τα τελευταία 650.000 χρόνια, υπήρξαν επτά κύκλοι αύξησης (advance) και υποχώρησης (retreat) παγετώνων με το απότομο τέλος της τελευταίας εποχής των παγετώνων (ice age) περίπου 7.000 χρόνια πριν που σηματοδοτεί την αρχή της σύγχρονης εποχής του κλίματος - και του ανθρώπινου πολιτισμού. Οι περισσότερες από αυτές τις κλιματικές αλλαγές αποδίδονται σε πολύ μικρές διακυμάνσεις στη γήινη τροχιά που αλλάζουν την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας του πλανήτη μας δέχεται. Η σημερινή τάση αύξησης της θερμοκρασίας είναι ιδιαίτερα σημαντική, επειδή είναι πιθανό να οφείλεται κατά μεγάλο μέρος σε ανθρώπινες επεμβάσεις και μεγαλώνει με ένα ποσοστό που δεν έχει προηγούμενο τα τελευταία 1.300 χρόνια. Δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά περί την γη καθώς και άλλα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα επέτρεψαν στους επιστήμονες να συλλέξουν διαφορετικούς τύπους πληροφοριών σχετικά με τον πλανήτη μας και το κλίμα του σε παγκόσμια κλίμακα. Μελετώντας τα κλιματικά δεδομένα που συλλέχθηκαν εδώ και πολλά χρόνια αποκαλύπτονται τα σημάδια ενός μεταβαλλόμενου κλίματος.

Στο ακριβώς παρακάτω γράφημα 1.3 βλέπουμε ότι από τα αέρια του θερμοκηπίου με ανθρωπογενή προέλευση το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στην υπερθέρμανση του πλανήτη με ποσοστό 60% και ακολουθούν το μεθάνιο

## ΓΡΑΦΗΜΑ 1.2 Μεταβολή της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου

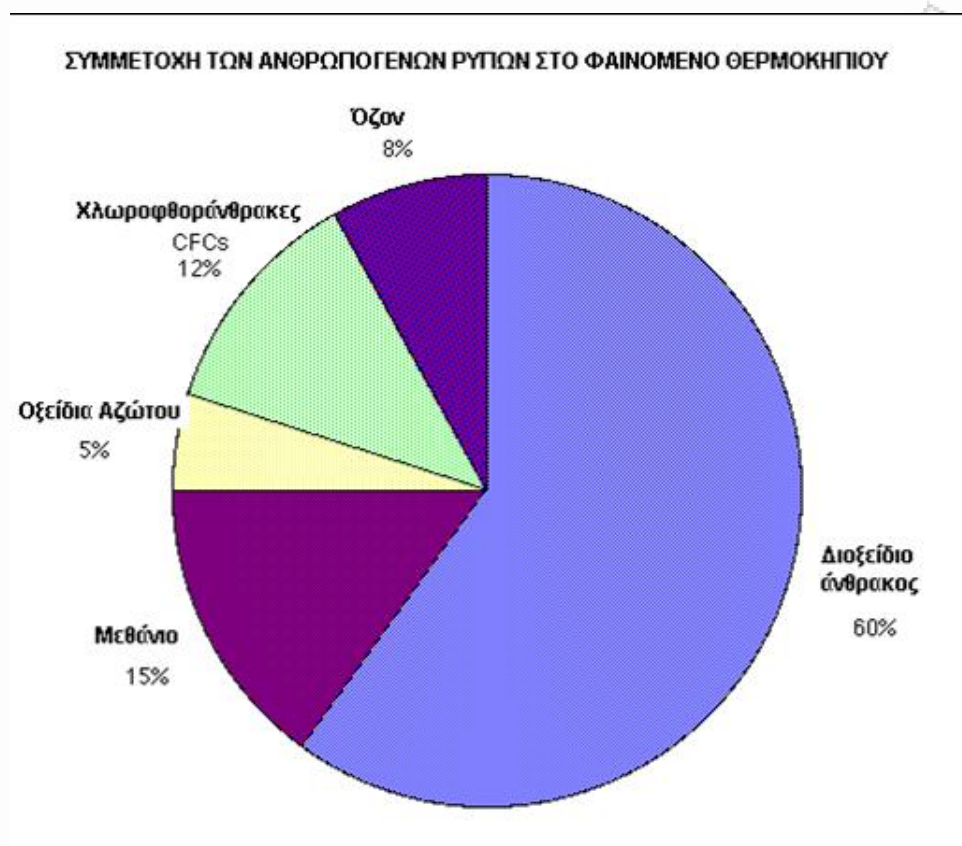


ΠΗΓΗ: <http://climate.nasa.gov/evidence>

(CH<sub>4</sub>) και οι χλωροφθοράνθρακες CFC με 15% και 12% αντίστοιχα. Ο εμπλουτισμός λοιπόν της ατμόσφαιρας με αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ή το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), έχουν ως αποτέλεσμα την θέρμανση του πλανήτη, εφόσον δεν συνοδεύονται από άλλες μεταβολές στην ατμόσφαιρα. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί, χλωροφθοράνθρακες, όζον κλπ.), συνεισφέροντας με 450 εκατομμύρια τόνους μεθανίου κάθε χρόνο<sup>1</sup>. Οι συγκεντρώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο έχουν αυξηθεί από το 1750 κατά 31% και 149% αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων 650.000 ετών. Εκτιμάται ότι 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.

<sup>1</sup> 4<sup>η</sup> έκθεση της IPCC, Chapter 4 atmospheric chemistry and greenhouse gases 2007

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.3 Συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου με ανθρωπογενή προέλευση στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.



## 1.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από την ναυτιλία

Η ναυτιλία βρίσκεται στην κορυφή του παγκόσμιου εμπορίου αφού εκτιμάται ότι σήμερα το 90% του παγκόσμιου εμπορίου διεξάγεται διά θαλάσσης, με τις θαλάσσιες μεταφορές να αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά την επόμενη δεκαετία.

Η Ευρώπη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον ναυτιλιακό κόσμο, αφού οι ευρωπαϊκές εταιρείες κατέχουν περίπου το 41% του συνόλου του παγκόσμιου στόλου σε μεταφορική ικανότητα. Πλοία με σημαία της Ε.Ε εκπέμπουν πέραν των 200εκ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα καθιστώντας τη ναυτιλία την μεγαλύτερη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ε.Ε και τον μόνο τομέα του οποίου οι εκπομπές δεν ρυθμίζονται με σχετική οδηγία.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι το σημαντικότερο από τα αέρια που προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την ναυτιλία παρουσιάζονται στον πίνακα 1.1. Εκπομπές εξαφθοριούχου θείου SF<sub>6</sub> και πλήρως φθοριωμένων υδρογονάνθρακων ή υπερφθοράνθρακων PFC είναι αμελητέες και δεν ποσοτικοποιούνται.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse gases) από ναυτιλία το 2007

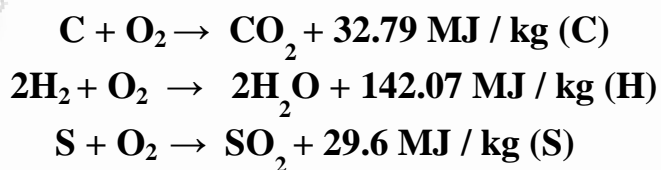
	<i>International shipping (εκατ. τόνοι)</i>	<i>Σύνολο (International + Domestic)</i>	<i>Ναυτιλία</i>	<i>Αντιστοιχία σε CO<sub>2</sub></i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	870	1050		1050
<b>CH<sub>4</sub></b>	Δεν καθορίστηκε	0.24		6
<b>N<sub>2</sub>O</b>	0.02	0.03		9
<b>HFC</b>	Δεν καθορίστηκε	0.0004		≤6

ΠΗΓΗ : Second IMO GHG study 2009 , Page 3

### 1.2.1 Ναυτιλία και CO<sub>2</sub>

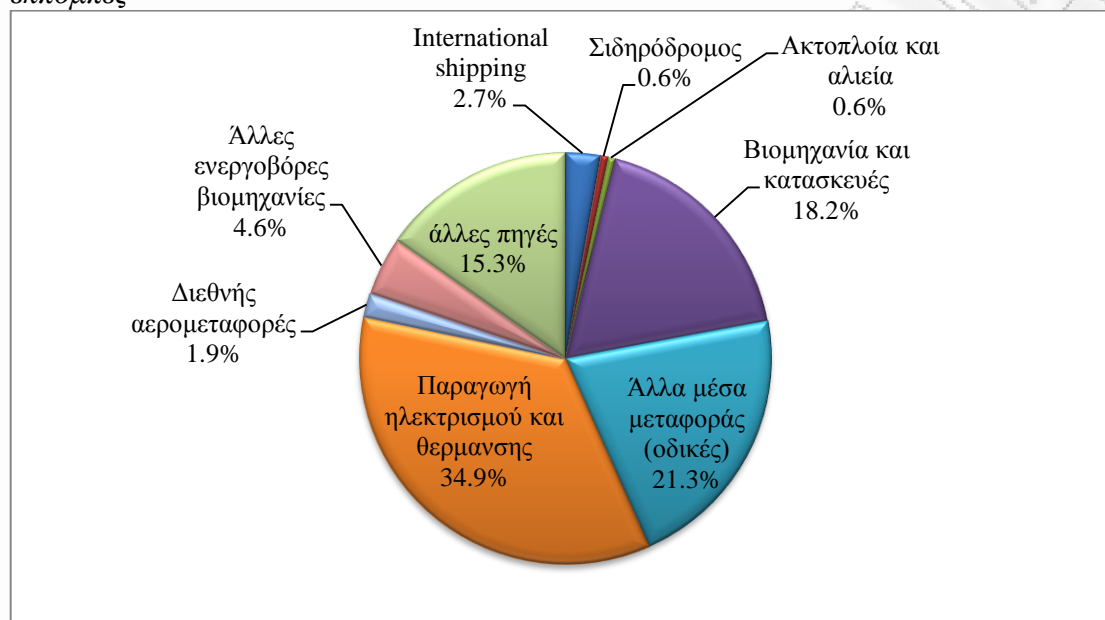
Η ενέργεια αποτελεί ένα αναντικατάστατο αγαθό που καλύπτει τόσο πρωταρχικές ανάγκες της κοινωνίας (θέρμανση, κίνηση, φωτισμός κλπ) όσο και τις ανάγκες της παραγωγής. Μέχρι πρόσφατα, το επίπεδο ενεργειακής κατανάλωσης μίας χώρας εθεωρείτο ενδεικτικό της οικονομικής της μεγέθυνσης και του βιοτικού επιπέδου των πολιτών. Η στενή σύνδεση του ενεργειακού τομέα με το περιβάλλον γίνεται ευρύτερα αντιληπτή σε παγκόσμιο επίπεδο στη δεκαετία του 1970 όταν συνειδητοποιείται το πεπερασμένο των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων καθώς και το μεγάλο μερίδιο ευθύνης του ενεργειακού τομέα στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα της ποιότητας της ατμόσφαιρας.

Η κύρια εκπομπή ρύπων από τα πλοία προέρχεται από την καύση του καυσίμου. Η καύση γενικά ορίζεται ως μια εξώθερμη χημική αντίδραση ενός υλικού καυσίμου με οξυγόνο, η οποία συντελείται με αρκετά μεγάλο βαθμό απόδοσης θερμότητας, έτσι ώστε η εκπεμπόμενη υπό μορφή θερμότητας ενέργεια, να είναι τεχνικά εκμεταλλεύσιμη. Κατά την καύση, η χημική ενέργεια του καυσίμου, μετατρέπεται σε θερμική, ενώ το οξυγόνο που απαιτείται για την διεξαγωγή της, λαμβάνεται συνήθως από τον αέρα του περιβάλλοντος. Η καύση είναι μια χημική διαδικασία, κατά την οποία τα συστατικά του καυσίμου οξειδώνονται ταχύτατα από το οξυγόνο που περιέχει ο αέρας καύσης. Τα περισσότερα καύσιμα περιέχουν κυρίως άνθρακα (C), υδρογόνο (H) και σε μικρότερες ποσότητες θείο (S). Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, μπορούν να απεικονισθούν με τη χρήση χημικών αντιδράσεων, οι οποίες δίνουν πληροφορίες τόσο για τις σχετικές ποσότητες των ατόμων που αντιδρούν, όσο και για τα προϊόντα της καύσης. Για τα παραπάνω στοιχεία, οι «βασικές» χημικές αντιδράσεις οξείδωσης για την πλήρη καύση τους έχουν ως εξής:



Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα από την ναυτιλία συγκρινόμενες με τις παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> παρουσιάζονται στο γράφημα 1.4.

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.4 Εκπομπές CO<sub>2</sub> από την ναυτιλία συγκρινόμενες με τις παγκόσμιες εκπομπές



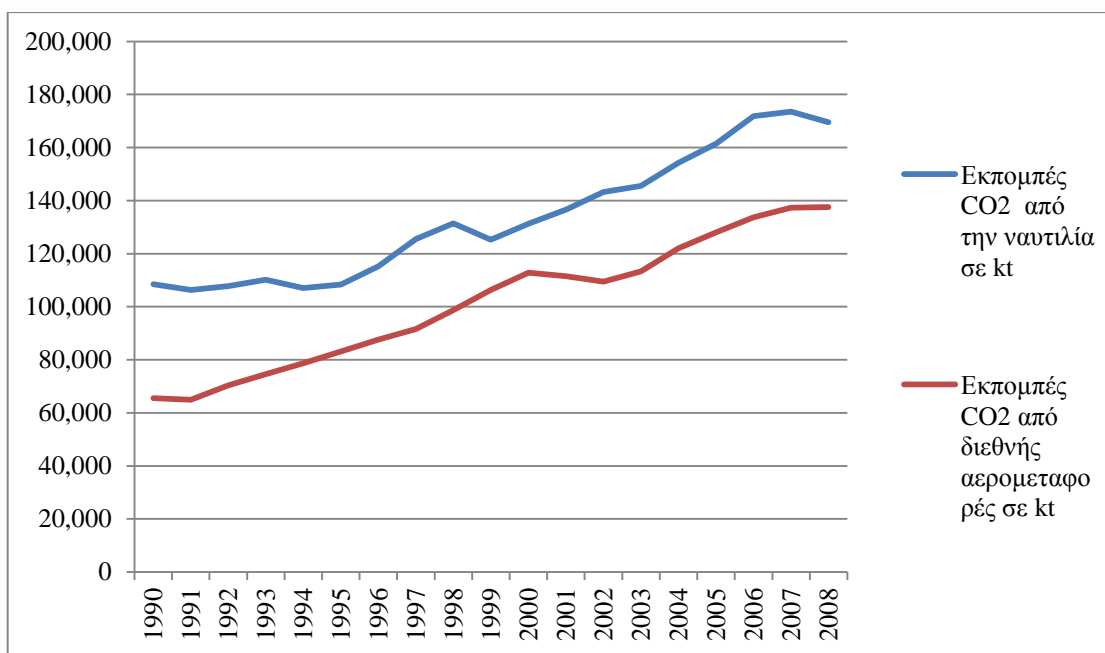
ΠΗΓΗ : Second IMO GHG study 2009 , Page 3

Όπως παρουσιάζεται στο γράφημα 1.5 στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 κρατών μελών οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την διεθνή ναυτιλία έχουν αυξηθεί κατά 56% από το 1990 έως το 2008 με μία μείωση 2.1% το 2008 από το 2007 ενώ η μέση ετήσια αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα από το 1990 έως το 2008 είναι 2.5%. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις διεθνείς αερομεταφορές έχει αυξηθεί κατά 110 % από το 1990 έως το 2008 ενώ η μέση ετήσια αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα από το 1990 έως το 2008 είναι 4.2%.

Στο γράφημα 1.6 φαίνεται ότι οι εκπομπές από την ναυτιλία και αερομεταφορές μαζί έχουν αυξηθεί με μεγαλύτερο ρυθμό από αυτές των μεταφορών. Το ποσοστό των εκπομπών από την ναυτιλία και τις αερομεταφορές μαζί συνεχίζει να αυξάνει. Το 2008 αυξήθηκαν από 6.9 σε 7.0% στο σύνολο των εκπομπών και αυτές των μεταφορών από 24,3 σε 24.4%. Το 1990 αυτά τα νούμερα ήταν 3.8% και 18% αντίστοιχα. Στο διάγραμμα 1.7 όμως φαίνεται ότι παρόλο που οι εκπομπές από την ναυτιλία αυξάνουν οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ΕΕ27 μειώνονται.

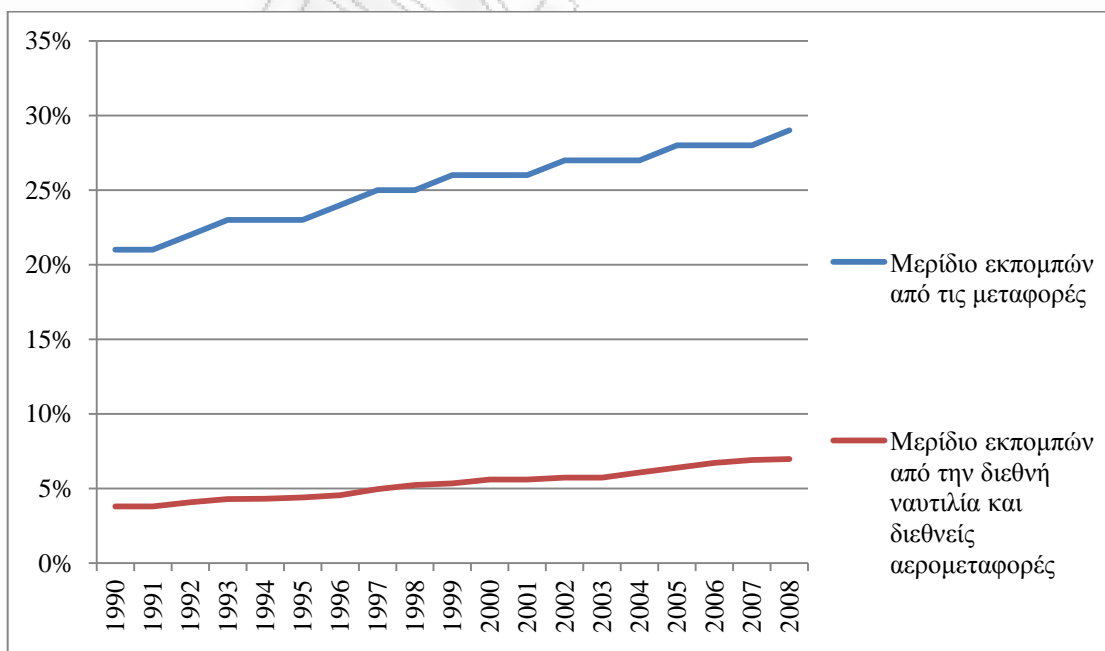


ΓΡΑΦΗΜΑ 1.5 Εκπομπές CO<sub>2</sub> στην ΕΕ27 από την ναυτιλία και τις αερομεταφορές



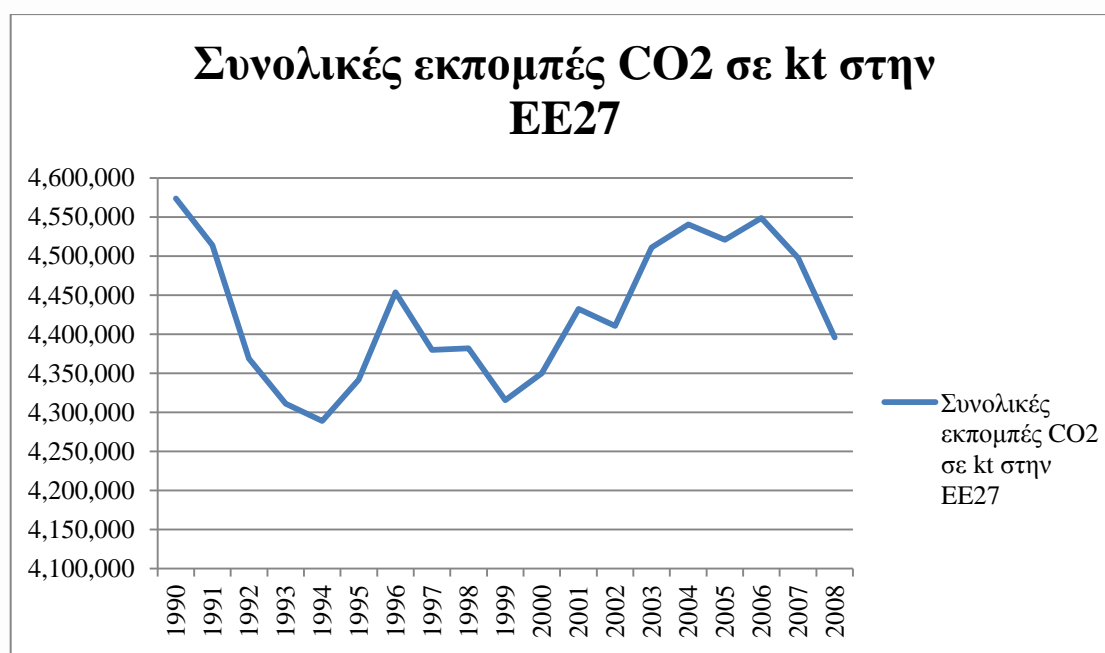
ΠΗΓΗ : European Federation for Transport and Environment (T&E)

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.6 Μερίδιο εκπομπών % CO<sub>2</sub> στην ΕΕ27 των μεταφορών και της ναυτιλίας και αερομεταφορών



ΠΗΓΗ : European Federation for Transport and Environment (T&E)

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.7 Συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> στην ΕΕ27 σε kt



ΠΗΓΗ: *European Federation for Transport and Environment (T&E)*

### 1.3 Θεσμικά μέτρα από το ΙΜΟ για τον περιορισμό εκπομπών CO<sub>2</sub> από πλοία

Τον Απρίλιο του 2008 η ομάδα εργασίας του ΙΜΟ που ασχολείται με την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία συναντήθηκε για να προσδιορίσει τα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα μέτρα για το CO<sub>2</sub>. Συμφωνήθηκε ότι διάφορα μέτρα μπορούν να οδηγήσουν στην άμεση μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και ότι πρέπει να εφαρμοστούν το συντομότερο δυνατόν. Σαν επόμενο βήμα η επόμενη συνάντηση έγινε στο Όσλο τον Ιούνιο 2008 και η υποβολή της έκθεσης έγινε τον Οκτώβριο του 2008.

Η ομάδα αυτή των επιστημόνων στην έκθεση αυτή συμπέρανε ότι με βάση την πραγματική λειτουργία των εμπορικών πλοίων που δραστηριοποιήθηκαν σε διεθνή ταξίδια κατά το έτος 2007, περίπου 843 εκατομμύρια τόνοι CO<sub>2</sub> εκτέμφθηκαν στην ατμόσφαιρα. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί στο 2,7% των παγκοσμίων εκπομπών από όλες τις πηγές. Αν επιπρόσθετα λαμβανόταν υπόψη η λειτουργία των πλοίων που εκτελούν εσωτερικά ταξίδια και των αλιευτικών σκαφών, το ποσοστό δεν θα ξεπερνούσε το 3,3% του συνόλου των εκπομπών (1.019 εκατομμύρια τόνοι/έτος). Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται σχηματικά το ποσοστό CO<sub>2</sub> που αναλογεί στη ναυτιλία.

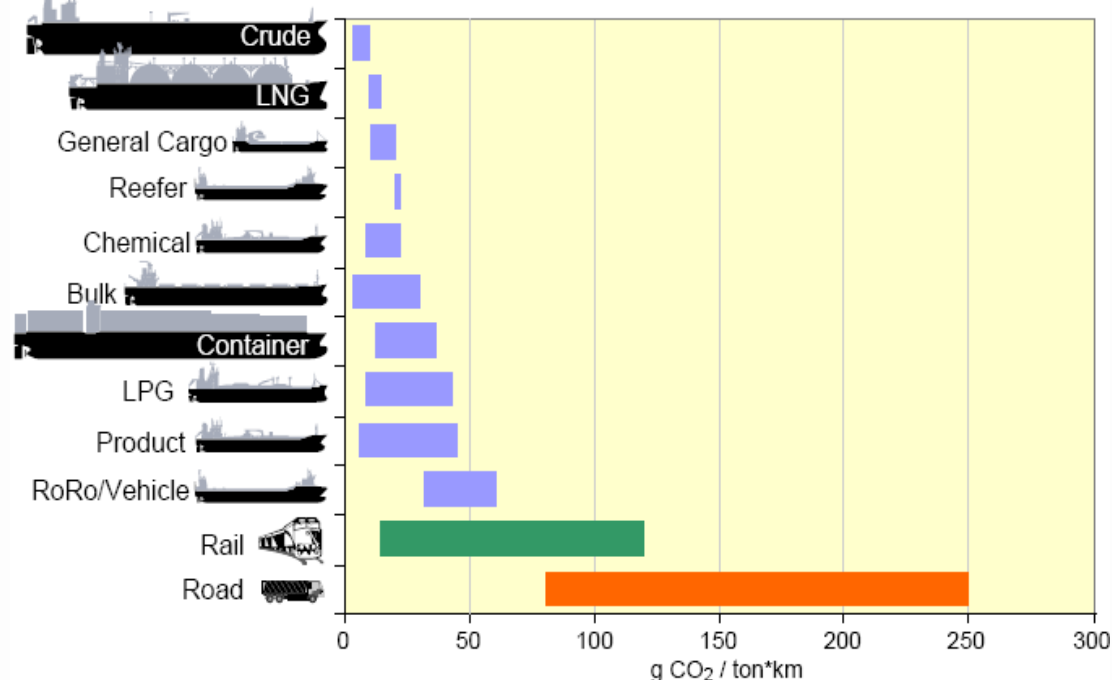
Η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που παράγεται από τα πλοία είναι ανάλογη της κατανάλωσης καυσίμου και της περιεκτικότητας άνθρακα στα καύσιμα. Ενώ η τελευταία μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια, η κατανάλωση καυσίμου δεν είναι ιδιαίτερα ακριβής σε εκτιμήσεις μεγάλης κλίμακας. Σύμφωνα με την έκθεση αυτή, ένας τόνος Marine Diesel Oil παράγει με την καύση του 3,09 τόνοι CO<sub>2</sub>, ενώ ένας τόνος Heavy Fuel Oil 3,02 τόνοι CO<sub>2</sub>. Στην περίπτωση των δεξαμενόπλοιων υγροποιημένου φυσικού αερίου, θεωρήθηκε ότι το 45% της συνολικής ενέργειας για το έμφορτο και υπό έρμα

ταξίδι, προέρχεται από την καύση του boil off αερίου. Δηλαδή η παραγωγή CO<sub>2</sub> από την καύση του LNG αντιστοιχεί στο 76% της παραγωγής CO<sub>2</sub> από τη χρήση Heavy Fuel Oil. Ο υπολογισμός της κατανάλωσης καυσίμου έγινε σε διαφορετικές τύπους και μεγέθη πλοίων λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των πλοίων, τη μέση εγκατεστημένη ισχύ κύριων και βοηθητικών μηχανών, τις μέρες λειτουργίας, την ειδική κατανάλωση καυσίμου και τη φόρτιση των μηχανών.

Στο παρακάτω γράφημα 1.8 παρουσιάζεται πόσα γραμμάρια CO<sub>2</sub> εκπέμπονται ανά τόνο \* χιλιόμετρο από διάφορους τύπους πλοίων καθώς και από τις οδικές και σιδηροδρομικές μεταφορές. Παρατηρούμε ότι η ναυτιλία σε σχέση με τα άλλα μέσα μεταφοράς παράγει σημαντικά λιγότερο CO<sub>2</sub> για το έργο που πραγματοποιεί. Σε ποσότητα εκπομπών και με έτος αναφοράς το 2005, οι μεγαλύτερες εκπομπές CO<sub>2</sub> προήλθαν από τα ντιζελοκίνητα οχήματα (4,7 δισεκατομμύρια τόνοι), ακολουθούν τα πλοία διεθνών πλόων (774 εκατομ. τόνοι), τα αεροσκάφη (735 εκατομ. τόνοι) και τα τρένα (133 εκατομ.τόνοι). Στο γράφημα 1.9 φαίνονται αυτές οι εκπομπές CO<sub>2</sub>. Να σημειώσουμε ότι τα στοιχεία για τις σιδηροδρομικές, οδικές και αεροπορικές μεταφορές πάρθηκαν από τη Διεθνή Υπηρεσία Ενέργειας (IEA).

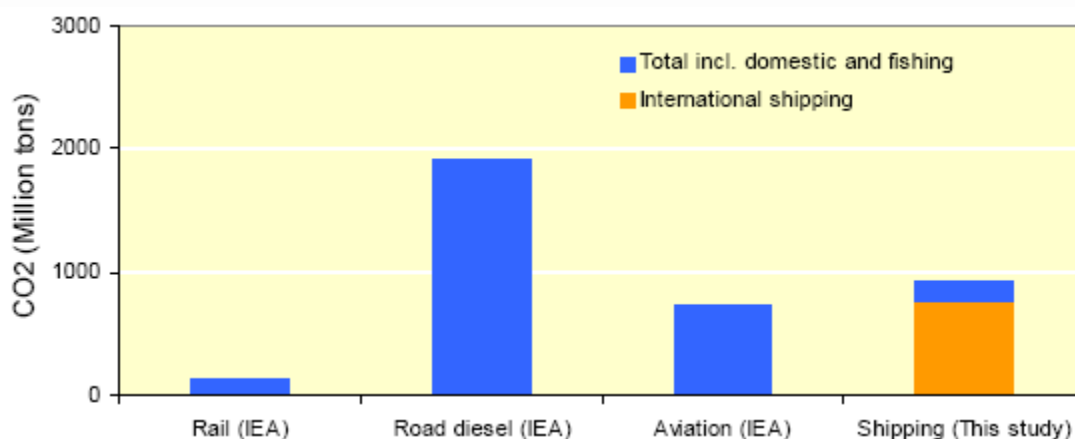
Μια σημαντική καινοτομία της μελέτης είναι η αξιοποίηση πληροφοριών από δέκτες AIS. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του δικτύου δεκτών AIS Live που είναι εγκατεστημένοι σε περισσότερες από 2.000 θέσεις σε 100 χώρες μέσω των οποίων ανιχνεύεται η παρουσία πλοίων μέχρι περίπου 100 χιλιόμετρα γύρω από αυτούς.

**ΓΡΑΦΗΜΑ 1.8** Σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης του μεταφορικού έργου για διάφορα μέσα μεταφοράς



ΠΗΓΗ : Second IMO GHG study 2009 , Page 9

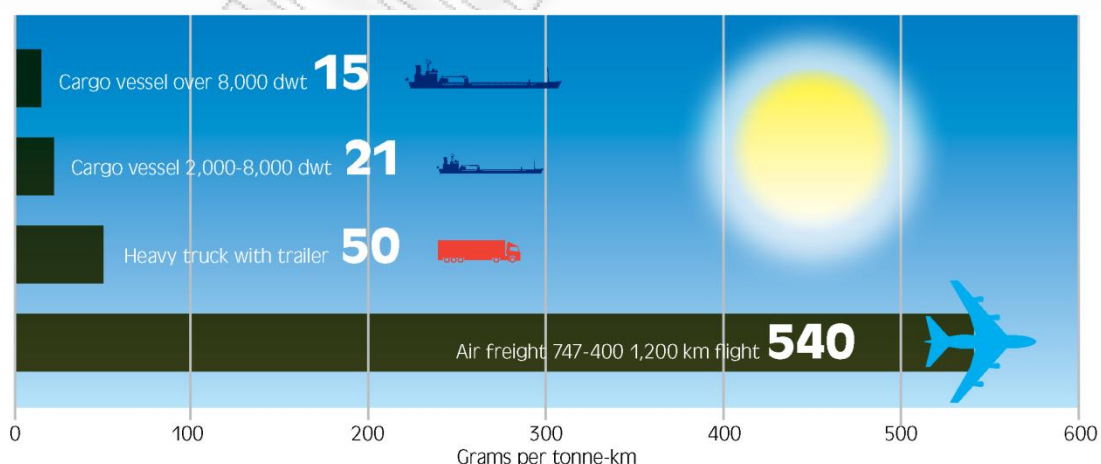
ΓΡΑΦΗΜΑ 1.9 Εκπομπές CO<sub>2</sub> από διάφορα μέσα μεταφοράς κατά το έτος 2005



ΠΗΓΗ : Second IMO GHG study 2009 , Page 136

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει μία αναφορά σε έκθεση του Swedish Network for Transport and the Environment που παρουσιάζεται στο γράφημα 1.10 γίνεται σύγκριση των εκπομπών CO<sub>2</sub> φορτηγών πλοίων, αεροπλάνων και φορτηγών. Από την έρευνα αυτή προέκυψε ότι τα φορτηγά πλοία παράγουν τρεις έως πέντε φορές λιγότερο CO<sub>2</sub> από τις οδικές και τις σιδηροδρομικές μεταφορές και μεταξύ είκοσι με τριάντα φορές λιγότερο από τις αεροπορικές μεταφορές κατά την μεταφορά ενός τόνου φορτίου ανά ένα χιλιόμετρο.

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.10 Σχηματική παράσταση σύγκρισης των εκπομπών CO<sub>2</sub> για διάφορους τρόπους μεταφοράς



ΠΗΓΗ: Swedish Network for Transport and the Environment

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους τόσο του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού όσο και της Ε.Ε. για την ναυτιλία είναι ο περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του

άνθρακα. Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO στην 62η σύνοδο τον Ιούλιο του 2012 συμφώνησε ένα περιεκτικό πακέτο τεχνικών κανονισμών για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από την ναυτιλία το οποίο θα ισχύσει τον Ιανουάριο του 2013. Οι τροποποιήσεις στο παράρτημα VI της Διεθνούς σύμβασης MARPOL περιλαμβάνουν :

- **Τεχνικά μέτρα :** Ένα σύστημα για προσδιορισμό της ενεργειακής αποδοτικότητας των νέων πλοίων μέσω του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEDI). Ο δείκτης αυτός (attained EEDI) εκφράζεται σε g-CO<sub>2</sub>/τον mile που εκπέμπονται από ένα πλοίο και πρέπει να είναι μικρότερος από μια ορισμένη τιμή (required EEDI) που εξαρτάτε από τον τύπο του πλοίου , την χωρητικότητα ή το deadweight του πλοίου. Ο EEDI θα οδηγήσει σε μείωση περί του 25 με 30% μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το έτος 2030.
- **Λειτουργικά μέτρα :** Τον κανονισμό 22 ο οποίος ορίζει ότι κάθε πλοίο πρέπει να φέρει ένα σχέδιο διαχείρισης ενεργειακής αποδοτικότητας (Ship Energy Efficiency Management Plan , SEEMP) το οποίο πρέπει να είναι συγκεκριμένο για κάθε πλοίο και το οποίο περιλαμβάνει βέλτιστες πρακτικές. Το σχέδιο αυτό πρέπει να είναι σύμφωνο με τις σχετικές οδηγίες του IMO. Μέσω του SEEMP οι εταιρίες και τα πλοία μπορούν να παρακολουθούν και να βελτιώνουν την απόδοση σε σχέση με διάφορους παράγοντες οι οποίοι μπορεί να συμβάλουν στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν μεταξύ των άλλων βελτιωμένο σχεδιασμό ταξιδιού , διαχείριση ταχύτητας πλοίου , σχεδιασμό ταξιδιού με βάση τις καιρικές συνθήκες (weather routing) , βελτιστοποίηση της ισχύς κύριας μηχανής του πηδαλίου και της προπέλας, συντήρηση γάστρας καθώς και χρησιμοποίηση διάφορων τύπων καυσίμου.

Ο παρακάτω πίνακας 1.2 παρουσιάζει ένα χρονοδιάγραμμα εφαρμογής των παραπάνω κανονισμών του IMO για την μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

Επίσης , η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO στην 52<sup>η</sup> σύνοδο της εξέδωσε οδηγίες για εθελοντική χρήση του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας των πλοίων<sup>2</sup> το οποίο είναι ένα λειτουργικό μέτρο. Ο δείκτης αυτός εκφράζεται σε g-CO<sub>2</sub>/τον mile που εκπέμπονται από ένα πλοίο και μπορεί να βοηθήσει τους πλοιοκτήτες, τους διαχειριστές πλοίων καθώς και άλλους ενδιαφερόμενους στην αξιολόγηση της απόδοσης του στόλου τους όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Δεδομένου ότι το ποσό του CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται από ένα σκάφος συσχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση των καυσίμων, ο δείκτης EEOI μπορεί επίσης να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την απόδοση ενός σκάφους όσον αφορά την αποδοτικότητα των καυσίμων. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και προς το παρόν ο δείκτης EEOI είναι εθελοντικός, ο ρόλος του στην ναυτιλία στο μέλλον μπορεί να αυξηθεί σημαντικά. Ο EEOI ενδεχομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο επιβολής κυρώσεων σε όσους ενδεχομένως είναι πάνω από τον μέσο όρο για κάθε τύπο πλοίου.

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO μελετά τώρα τους τρόπους της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα βάση των μηχανισμών αγοράς ρύπων (Market-based mechanisms-MBMs). Σε ένα αριθμό διάφορων

<sup>2</sup> MEPC.1/Circ.684 (17/August/2009) “Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI)”.

μηχανισμών ρύπων που υποβλήθηκαν για μελέτη, ο Λειτουργικός Δείκτης Λειτουργικής Αποδοτικότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα θεμελιώδη κριτήριο για ένα πλοίο έτσι ώστε να αποφασιστεί η αναγκαιότητα για αγορά εκπομπής ρύπων διοξειδίου του άνθρακα. Έτσι με βάση τα παραπάνω η ακρίβεια της μεθόδου εκτίμησης του δείκτη ΕΕΟΙ είναι ζυωτική.

*ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2 Χρονοδιάγραμμα Εφαρμογής Κανονισμών IMO για μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>*

Κανονισμοί σε ισχύ για πάνω από το 90% του παγκόσμιου στόλου	Ο Δείκτης EEDI απαιτεί να νέα πλοία να συμμορφώνονται με συμφωνημένους στόχους αποδοτικότητας.	Τα νέα πλοία πρέπει να βελτιώσουν την αποδοτικότητα τους 10%	Τα νέα πλοία πρέπει να βελτιώσουν την αποδοτικότητα τους 20%	Τα νέα πλοία πρέπει να βελτιώσουν την αποδοτικότητα τους 30%	Ο στόχος είναι να έχουμε 50% μείωση στις εκπομπές του CO <sub>2</sub> ανά τόνο/km
To Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) καθίσταται υποχρεωτικό για όλα τα πλοία		Ο στόχος είναι να έχουμε 20% μείωση στις εκπομπές του CO <sub>2</sub> ανά τόνο/km			
<b>2013</b> →	<b>2015</b> →	<b>2020</b> →	<b>2025</b> →	<b>2030</b> →	→ <b>2050</b>

ΠΗΓΗ : ICS (σύμφωνα με MARPOL VI, Κεφάλαιο 4)

#### **1.4 Ευρωπαϊκές στρατηγικές για τον περιορισμό εκπομπών CO<sub>2</sub> από πλοία στην ΕΕ27**

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε της 28 Μαρτίου 2011 αναλυτική στρατηγική ( Οι μεταφορές το 2050 - Transport 2050 ) για ένα ανταγωνιστικό σύστημα μεταφορών, με το οποίο θα αυξηθεί η κινητικότητα, θα αρθούν τα κύρια εμπόδια σε καίριες περιοχές και θα τροφοδοτηθεί η ανάπτυξη και η απασχόληση. Ταυτόχρονα, με την υλοποίηση προτάσεων θα μειωθεί δραστικά με προτάσεις η εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές πετρελαίου και θα περικοπούν έως το 2050 κατά 60% οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις μεταφορές. Για να επιτευχθούν όσα προαναφέρθηκαν, θα απαιτηθεί αναμόρφωση του υπάρχοντος συστήματος μεταφορών στην Ευρώπη. Έως το 2050, στους κύριους στόχους περιλαμβάνεται η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ΕΕ από τα καύσιμα των πλοίων.

## ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Επιτυγχανόμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας ( Attained EEDI)

#### 2.1 Γενικά

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ στην 62η σύνοδος τροποποίησε την Διεθνή σύμβαση για την αποφυγή ρύπανσης της θάλασσας (MARPOL) με την απόφαση ΜΕΡС. 203(62) που υιοθετήθηκε της 15 Ιουλίου 2011 , εισάγοντας στο παράρτημα VI που αναφέρεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση, το νέο κεφάλαιο 4 που περιέχει κανονισμούς για την ενεργειακή επάρκεια των πλοίων το οποίο θα ισχύσει από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013. Οι κανονισμοί αυτοί ισχύουν για πλοία πάνω από 400 κόρους ολικής χωρητικότητας και δεν εφαρμόζονται σε πλοία που απασχολούνται μόνο σε ταξίδια σε ύδατα που ανήκουν στην δικαιοδοσία της σημαίας που φέρει το πλοίο. Παρόλα αυτά τα πλοία αυτά θα πρέπει να διασφαλίσουν ότι με την υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων κατασκευάζονται με τρόπο ο οποίος είναι σύμφωνος με της διατάξεις του κεφαλαίου 4 όσο είναι αυτό πρακτικά δυνατό.

Οι κανονισμοί του κεφαλαίου 4 της MARPOL δεν θα ισχύουν για πλοία μεγαλύτερα των 400 κόρων ολικής χωρητικότητας τα οποία :

- Το συμβόλαιο ναυπήγησης είναι υπογεγραμμένο την ή μετά την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2017 , ή
- Σε περίπτωση απουσίας συμβολαίου ναυπήγησης, η τρόπιδα του οποίου έχει τοποθετηθεί ή το οποίο ευρίσκεται σε παρόμοιο στάδιο κατασκευής την ή μετά την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2017, ή
- Η παράδοση του οποίου είναι την ή μετά την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2019, ή
- Σε περιπτώσεις μείζονος μετατροπής ενός νέου ή υπάρχοντος πλοίου

Ο κανονισμός 19 του κεφαλαίου 4 του παραρτήματος VI της MARPOL αναφέρεται στον Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης και ο κανονισμός 20 αναφέρεται στον Επιτυγχανόμενο Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης ( Attained Energy Efficiency Design Index – Attained EEDI).

## **2.2 Επιτυγχάνομενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης ( Attained Energy Efficiency Design Index – Attained EEDI) σύμφωνα με MEPC 62/5/4 (8/4/2011).**

Ο κανονισμός 20 του κεφαλαίου 4 του παραρτήματος VI της MARPOL αναφέρεται στον Επιτυγχάνομενο Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης ( Attained Energy Efficiency Design Index – Attained EEDI) ο οποίος πρέπει να υπολογίζεται :

- για κάθε νέο πλοίο<sup>3</sup>
- για κάθε νέο πλοίο το οποίο έχει υποστεί μείζονα μετατροπή και
- για κάθε νέο ή υπάρχον πλοίο το οποίο έχει υποστεί μια μείζονα μετατροπή η οποία είναι τόσο εκτεταμένη έτσι ώστε το πλοίο να θεωρείται ως ένα νεότευκτο πλοίο

Τα πλοία που έχει εφαρμογή ο EEDI πρέπει να εμπίπτουν σε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες κατηγορίες :

1. Bulk carrier
2. Gas carrier
3. Tanker
4. Container ship
5. General cargo ship
6. Refrigerated cargo carrier
7. Combination carrier
8. Passenger ship
9. Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)
10. Ro-ro cargo ship
11. Ro-ro passenger ship

Ο EEDI θα πρέπει να υπολογίζεται παίρνοντας υπόψη της σχετικές οδηγίες που έχει εκδώσει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO). Η αρμόδια ομάδα για τα μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας που έχει δημιουργηθεί στον IMO (correspondence group on energy efficiency measures for ships) παρουσίασε ένα προσχέδιο - MEPC 62/5/4 (8 April 2011) με οδηγίες για την μέθοδο υπολογισμού του Επιτυγχάνομενου Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης (ΕΣΔΕΕ) για νέα πλοία<sup>4</sup> με σκοπό να αντικατασταθεί το έγγραφο MEPC.1/Circ.681 το οποίο ισχύ επί του παρόντος και αναφέρει

<sup>3</sup> «Νέο πλοίο» σύμφωνα με το παράρτημα VI της MARPOL σημαίνει ένα πλοίο που : α) το συμβόλαιο ναυπήγησης είναι υπογεγραμμένο την ή μετά την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013, ή β) σε περίπτωση απουσίας συμβολαίου ναυπήγησης, η τρόπιδα του οποίου έχει τοποθετηθεί ή το οποίο ευρίσκεται σε παρόμοιο στάδιο κατασκευής την ή μετά την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2013, ή γ) η παράδοση του οποίου είναι την ή μετά την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2015.

<sup>4</sup> MEPC 62/5/4 (8 Απριλίου 2011) Report of correspondence group submitted by Japan.



προσωρινές οδηγίες για την μέθοδο υπολογισμού του Επιτυγχανόμενου Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης (ΕΣΔΕΕ) για νέα πλοία<sup>5</sup>.

Στο προσχέδιο αυτό το οποίο θα παρουσιαστεί στην συνέχεια μια που όπως φαίνεται θα αντικαταστήσει με τυχόν ελάχιστες τροποποιήσεις τις προσωρινές οδηγίες ΜΕΡС.1/Circ.681, ορίζεται ότι ο Επιτυγχανόμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης για νέα πλοία είναι ένα μέτρο ενεργειακής αποδοτικότητας των πλοίων (g/t\*m) και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$\frac{(\prod_{j=1}^M f_j) (\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} * C_{FME(i)} * SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} * C_{FAE} * SFC_{AE})}{f_i * Capacity * V_{ref} * f_w} + \frac{((\prod_{j=1}^M f_j * \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} * P_{AE_{eff(i)}}) C_{FAE} * SFC_{AE}) - (\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} * P_{eff(i)} * C_{FME} * SFC_{ME})}{f_i * Capacity * V_{ref} * f_w}$$

\*. Εάν μέρος από το κανονικό μέγιστο φορτίο εν πλω (normal maximum sea load) εφοδιάζεται από αξονικές γεννήτριες, ή SFC μπορεί – γι' αυτό το μέρος της ισχύς- να χρησιμοποιηθεί αντί της SFC<sub>AE</sub>.

**Σημείωση :** Η παραπάνω σχέση μπορεί να μην μπορεί να εφαρμοστεί σε νηξελωλεκτρική πρόωση, πρόωση με τουρμπίνα ή υβριδικά συστήματα πρόωσης.

Η ανατομία του σχεδιαστικού δείκτη λειτουργικής επίδοσης φαίνεται διαγραμματικά στο παρακάτω διάγραμμα 2.1

Όπου :

1. C<sub>F</sub> είναι ένας αδιάστατος παράγοντας μετατροπής ανάμεσα στην κατανάλωση καυσίμου μετρούμενη σε γραμμάρια και στην αντίστοιχη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα μετρούμενη επίσης σε γραμμάρια. Οι δείκτες ME<sub>i</sub> και AE<sub>i</sub> αναφέρονται στην κύρια και τις βοηθητικές μηχανές αντίστοιχα. Η τιμή του C<sub>F</sub> είναι ως ακολούθως.

<sup>5</sup> ΜΕΡС.1/Circ.681 (17 August 2011) Interim guidelines on the method of calculation of the energy efficiency design index for new ships.

## Διάγραμμα 2.1 - ANATOMIA TOY ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX

MAIN ENGINES EMISSIONS

$$\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right)$$

AUXILIARY ENGINES EMISSIONS

$$(P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{FAE}^*)$$

SHAFT GENERATORS/MOTORS EMISSIONS

$$\left( \left( \prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AE,eff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{FAE} \right)$$


EFFICIENCY TECHNOLOGIES

$$\left( \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)$$

---

$$f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_w$$

TRANSPORT WORK

<p><b>ENGINE POWER (P)</b> Individual engine power at 75% of Maximum Continuous Rating</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> <math>P_{eff(i)}</math> Main engine power reduction due to individual technologies for mechanical energy efficiency</li> <li><span style="color: purple;">■</span> <math>P_{AE,eff(i)}</math> Auxiliary engine power reduction due to individual technologies for electrical energy efficiency</li> <li><span style="color: purple;">■</span> <math>P_{PTI(i)}</math> Power of individual shaft motors divided by the efficiency of shaft generators</li> <li><span style="color: red;">■</span> <math>P_{AE}</math> Combined installed power of auxiliary engines</li> <li><span style="color: teal;">■</span> <math>P_{ME(i)}</math> Individual power of main engines</li> </ul>	<p><b>CO<sub>2</sub> EMISSIONS (C)</b> CO<sub>2</sub> emission factor based on type of fuel used by given engine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> <math>C_{FME}</math> Main engine composite fuel factor</li> <li><span style="color: purple;">■</span> <math>C_{FAE}</math> Auxiliary engine fuel factor</li> <li><span style="color: teal;">■</span> <math>C_{FME(i)}</math> Main engine individual fuel factors</li> </ul> <p><b>SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (SFC)</b> Fuel use per unit of engine power, as certified by manufacturer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> <math>SFC_{ME}</math> Main engine (composite)</li> <li><span style="color: purple;">■</span> <math>SFC_{FAE}</math> Auxiliary engine</li> <li><span style="color: red;">■</span> <math>SFC_{FAE}^*</math> Auxiliary engine (adjusted for shaft generators)</li> <li><span style="color: teal;">■</span> <math>SFC_{ME(i)}</math> Main engine (individual)</li> </ul>	<p><b>CORRECTION AND ADJUSTMENT FACTORS (f)</b> Non-dimensional factors that were added to the EEDI equation to account for specific existing or anticipated conditions that would otherwise skew individual ships' rating</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: purple;">■</span> <math>f_{eff(i)}</math> Availability factor of individual energy efficiency technologies (=1.0 if readily available)</li> <li><span style="color: purple;">■</span> <math>f</math> Correction factor for ship specific design elements. Eg. ice-classed ships which require extra weight for thicker hulls</li> <li><span style="color: black;">■</span> <math>f_w</math> Coefficient indicating the decrease in ship speed due to weather and environmental conditions</li> <li><span style="color: black;">■</span> <math>f_i</math> Capacity adjustment factor for any technical/regulatory limitation on capacity (=1.0 if none)</li> </ul>	<p><b>SHIP DESIGN PARAMETERS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: black;">■</span> <math>V_{ref}</math> Ship speed at maximum design load condition</li> <li><span style="color: black;">■</span> <b>Capacity</b> Deadweight Tonnage (DWT) rating for bulk ships and tankers; a percentage of DWT for Containerships DWT indicates how much can be loaded onto a ship</li> </ul> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  <p><b>icct</b> THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION</p> </div>
---	---	---	---

ΠΗΓΗ : ICCT (THE INTERNATIONAL TRANSPORT COUNCIL OF CLEAN TRANSPORTATION)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 Τιμές παράγοντα  $C_F$  ανά κατηγορία καυσίμου

Καύσιμο	Προδιαγραφή καυσίμου	Περιεχόμε νο σε άνθρακα	$C_F$ (t-CO <sub>2</sub> /t-Fuel)
Diesel/Gas oil	ISO 8217 Grades DMX έως DMB	0.8744	3.206
Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA έως RMD	0.8594	3.151
Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME έως RMK	0.8493	3.114
Liquefied Petroleum Gas (LPG)	προπάνιο	0.8182	3.000
	βουτάνιο	0.8264	3.030
Liquefied Natural Gas (LNG)		0.7500	2.750

2.  $V_{ref}$  είναι η ταχύτητα του πλοίου, μετρούμενη σε ναυτικά μίλια ανά ώρα (knots) , σε βαθιά νερά σε κατάσταση που αντιστοιχεί σε χωρητικότητα που αναφέρεται στην αμέσως επόμενη παράγραφο 3 ( για τα επιβατηγά και τα ro-ro επιβατηγά πλοία η κατάσταση αυτή θα είναι στο βύθισμα θέρους του πλοίου –summer load draft) σε ισχύ άξονα της μηχανής (shaft power) όπως αναφέρεται στην παρακάτω παράγραφο 5 με την υπόθεση ότι ο καιρός είναι ήρεμος χωρίς κύματα και άνεμο.
3. **Capacity – χωρητικότητα**- ορίζεται ως ακολούθως :
  - Για τα πλοία bulk carrier , δεξαμενόπλοια , υγραεριοφόρα , ro-ro cargo , γενικού φορτίου, ψυγεία και combination carriers το νεκρό βάρος του πλοίου (deadweight) θα χρησιμοποιείται σαν Capacity.
  - Για τα επιβατηγά και τα ro-ro επιβατηγά πλοία θα χρησιμοποιείται ή ολική χωρητικότητα ( Gross tonnage ) όπως ορίζεται στο άρθρο 3 του παραρτήματος της Διεθνής Σύμβασης για την μέτρηση χωρητικότητας των πλοίων του 1969<sup>6</sup> θα χρησιμοποιείται ως χωρητικότητα (capacity).
  - Για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα χρησιμοποιείται το 65% του deadweight ως capacity.
4. **Deadweight (Νεκρό βάρος)** είναι ή διαφορά μεταξύ του εκτοπίσματος του πλοίου στο βύθισμα θέρους σε νερό σχετικής πυκνότητας 1,025 και του lightship του πλοίου.
5. **P** είναι η ισχύς της κύριας και των βοηθητικών μηχανών του πλοίου μετρούμενη σε KW. Οι δείκτες  $ME$  και  $AE$  αναφέρονται στην κύρια και στις βοηθητικές μηχανές αντίστοιχα. Ο αθροιστής στο  $i$  είναι για όλες τις μηχανές με τον αριθμό των μηχανών ( $n^{ME}$ ). (βλέπε διάγραμμα στον παράρτημα I).

<sup>6</sup> International Convention of Tonnage Measurement of Ships, 1969. Σύμφωνα με το άρθρο 3 του παραρτήματος I της σύμβασης αυτής το Gross Tonnage ορίζεται από την σχέση  $GT=K_1 \cdot V$  , όπου  $V$  είναι ο ολικός όγκος των κλειστών χώρων του πλοίου σε κυβικά μέτρα, ενώ ο συντελεστής  $K_1$  ευρίσκεται από την σχέση  $K_1=0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V$ .

1.  $P_{Mei}$  είναι το 75% του μέγιστου φορτίου συνεχούς λειτουργίας ( $MCR^7$ ) για κάθε κύρια μηχανή (i) εφόσον αφαιρέσουμε τυχόν εγκαταστημένη αξονική γεννήτρια (shaft generator).

$$P_{Mei} = 0.75 * (MCR_{Mei} - P_{PTO_i})$$

(ανεξάρτητα από την μέγιστη απόδοση μιας αξονικής γεννήτριας, η μέγιστη επιτρεπόμενη μείωση του 75% στο  $P_{PTO_i}$  για τον υπολογισμό του  $P_{Mei}$  δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το  $P_{AE}$  όπως ορίζεται στην παράγραφο 2.5.6.

Εάν μέρος της ισχύς της αξονικής γεννήτριας χρησιμοποιείται για φορτία που έχουν σχέση με το φορτίο (cargo loads) εν πλω όπως π.χ. για τα εμπορευματοκιβώτια που είναι και ψυγεία , τότε αυτά δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό.

Σε ειδικές κατασκευές όπου η εγκατεστημένη μηχανή έχει μεγαλύτερη απόδοση από ότι η αξονική γεννήτρια και η προπέλα μαζί μπορούν να παραδώσουν, τότε η τιμή του  $P_{Mei}$  που θα χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς του EEDI θα είναι το 75% της ισχύς όπου το σύστημα πρόωσης μπορεί να παραδώσει διαμέσου της μηχανικής συσκευής που δίνει την πρόωση (π.χ. έλικα , voith Schneider , azimuth thruster, κ.α.)<sup>8</sup>

Το παρακάτω γράφημα 2.2 δείχνει πως καθορίζεται η  $P_{Mei}$ .

2.  $P_{PTO(i)}$  είναι το 75% της ισχύς (output) κάθε εγκαταστημένης αξονικής γεννήτριας<sup>9</sup> διαιρεμένης με την αντίστοιχη αποδοτικότητα (efficiency) αυτής της αξονικής γεννήτρια.
3.  $P_{PTI(i)}$  είναι το 75% της ονομαστικής ισχύος που καταναλώνεται από κάθε αξονικό μοτέρ<sup>10</sup> διαιρούμενο από την μέση σταθμική αποδοτικότητα της γεννήτριας. Εάν υπάρχει

<sup>7</sup> Η τιμή του MCR (Maximum Continuous Running) που ορίζεται στο πιστοποιητικό EIAPP πρέπει να χρησιμοποιείται στον υπολογισμό. Εάν οι κύριες μηχανές δεν είναι απαραίτητο να έχουν πιστοποιητικό EIAPP τότε πρέπει να χρησιμοποιείται το MCR που αναγράφεται στο nameplate της μηχανής.

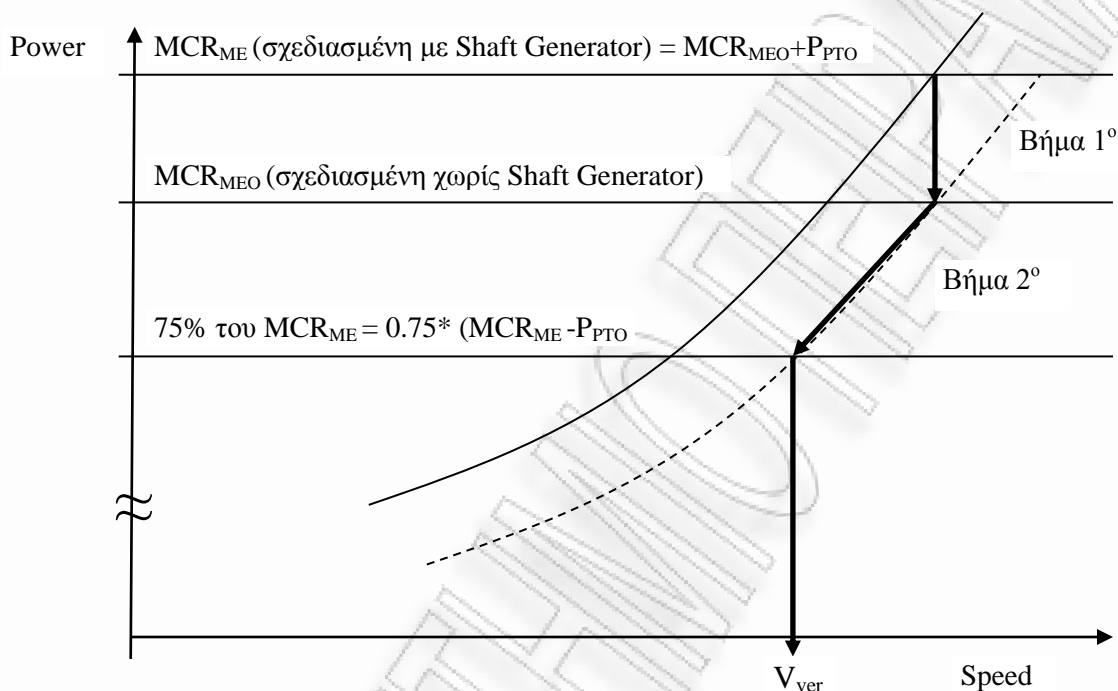
<sup>8</sup> Η BIMCO έχει προτείνει να αντικατασταθεί το κείμενο της παρένθεσης με το ακόλουθο : «Εάν μέρος της ισχύς της αξονικής γεννήτριας χρησιμοποιείται για φορτία που έχουν σχέση με το φορτίο (cargo loads) εν πλω όπως π.χ. για τα εμπορευματοκιβώτια που είναι και ψυγεία , τότε αυτά δεν πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό. Σε όλες τις περιπτώσεις η  $P_{Mei}$  δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 75% της ισχύς όπου το σύστημα πρόωσης μπορεί να παραδώσει διαμέσου της μηχανικής συσκευής που δίνει την πρόωση (π.χ. έλικα , voith Schneider , azimuth thruster, κ.α)» Ο ICS προτείνει να διατηρηθεί το κείμενο του προσχεδίου ενώ η Κίνα πρότεινε να διαγραφεί η τελευταία παράγραφος «Σε ειδικές κατασκευές.....που δίνει την πρόωση».

<sup>9</sup> Είναι γεννήτρια που είναι συνδεδεμένη στον προωστήριο άξονα.

<sup>10</sup> Είναι κινητήρας ο οποίος είναι συνδεδεμένος στο προωστήριο άξονα.

συνδυασμένο PTI/PTO ο τρόπος λειτουργίας εν πλω (operational mode at sea) θα είναι αυτός που θα καθορίσει ποιο από τα δύο θα χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό.

ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3 Καθορισμός της ισχύος  $P_{Mei}$



4.  $P_{eff(i)}$  είναι η ισχύς (output) της καινοτόμου τεχνολογίας εξοικονόμησης μηχανικής ενέργειας πρόωσης στο 75% της ισχύς της κύριας μηχανής. Η μηχανικώς ανακτώμενη απολεσθείσα ενέργεια (waste energy) η οποία είναι απευθείας συνδεδεμένη στον προωστήριο άξονα δεν χρειάζεται να προσμετρηθεί, αφού το αποτέλεσμα αυτής της τεχνολογίας ανακλάται άμεσα στην ταχύτητα  $V_{ref.}$ . Σε περίπτωση πλοίου που είναι εξοπλισμένο με μηχανή διπλού καυσίμου (dual-fuel engine) ή με περισσότερες από μία κύριες μηχανές, οι συντελεστές  $CF_{ME}$  και  $SFC_{ME}$  πρέπει να είναι ο σταθμισμένος μέσος της ισχύς όλων των κύριων μηχανών.

5.  $P_{AEff(i)}$  είναι η μείωση της ηλεκτρικής ισχύος (ισχύς των βοηθητικών μηχανών) εξαιτίας καινοτόμων τεχνολογιών ηλεκτρικής εξοικονόμησης που προσμετρούνται στο  $P_{ME(i)}$ .

6.  $P_{AE}$  είναι η απαιτούμενη ισχύ των βοηθητικών μηχανών για την παροχή του κανονικού μέγιστου φορτίου που χρειάζεται

το πλοίο εν πλω περιλαμβανομένης της αναγκαίας ισχύς που χρειάζονται τα μηχανήματα και τα συστήματα πρόωσης και ενδίαίτησης, π.χ. αντλίες κύριας μηχανής, ναυτιλιακός εξοπλισμός και συστήματα, αλλά μη συμπεριλαμβανομένης της ισχύς που δεν είναι για τα μηχανήματα και τα συστήματα πρόωσης όπως αντλίες φορτίου, thrusters, μέσα χειρισμού φορτίου (γερανοί, κ.α.), αντλίες χειρισμού έρματος (ballast pumps), μέσα διατήρησης φορτίου (π.χ. ψυγεία, μηχανικούς εξαεριστήρες κυτών), σε κατάσταση ταξιδιού εν πλω με ταχύτητα ( $V_{ref}$ ) στην σχεδιασμένη έμφορτη κατάσταση του πλοίου που περιγράφεται στον παραπάνω καθορισμό της χωρητικότητας (capacity).

1. Για τα πλοία που η μηχανή τους έχει ισχύ πάνω από 10,000 KW, η  $P_{AE}$  ορίζεται ως κάτωθι :

$$P_{AE}(MCRME \geq 10,000 \text{ KW}) = \left( 0.025 * \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi} \right) + 250$$

2. Για τα πλοία που η μηχανή τους έχει ισχύ μικρότερη από 10,000 KW, η  $P_{AE}$  ορίζεται ως κάτωθι :

$$P_{AE}(MCRME < 10,000 \text{ KW}) = 0.05 * \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi}$$

3. Για τα πλοία που η τιμή  $P_{AE}$  υπολογίζεται με τις δυο ανωτέρω σχέσεις και η οποία έχει μεγάλη απόκλιση από την ολική ισχύ που χρησιμοποιείται όταν το πλοίο είναι εν πλω σε κανονική κατάσταση (normal seagoing) π.χ. στις περιπτώσεις των επιβατηγών πλοίων (βλέπε σημείωση κάτω από την σχέση υπολογισμού του EEDI) , η τιμή  $P_{AE}$  θα εκτιμάτε από την δαπανωμένη ηλεκτρική ισχύ (εξαιρουμένης της ισχύς για την πρόωση) όταν το πλοίο είναι σε ταξίδι εν πλω με ταχύτητα  $V_{ref}$  όπως δίδεται στον πίνακα ηλεκτρικής ισχύς (Electric Power Table)<sup>11</sup> , διαιρούμενη από την μέση απόδοση της/των γεννήτριας/ών, σταθμισμένη με την ισχύ.

6. Οι συντελεστές ,  $V_{ref}$  ,  $Capacity$  και  $P$  πρέπει να είναι σύμφωνοι ο ένας με τον άλλον.

<sup>11</sup> Ο πίνακας ηλεκτρικής ισχύς πρέπει να εξετάζεται και να εγκρίνεται από την αρχή του κράτους (administration). Όταν οι εξωτερικές συνθήκες (ambient conditions) επηρεάζουν οποιοδήποτε ηλεκτρικό φορτίο του πίνακα ισχύς (power table) , πρέπει να χρησιμοποιούνται οι συμβατικές (contractual) εξωτερικές συνθήκες που οδηγούν στο μέγιστο σχεδιαστικό ηλεκτρικό φορτίο του εγκατεστημένου συστήματος.

7. **SFC** είναι η πιστοποιημένη ειδική κατανάλωση καυσίμου των μηχανών μετρούμενη σε g/kWh. Οι δείκτες  $ME^{(i)}$  και  $AE^{(i)}$  αναφέρονται στις κύριες και βοηθητικές μηχανές αντίστοιχα. Για μηχανές που είναι πιστοποιημένες σε κύκλο εργασίας (duty cycle) E2 η E3 του τεχνικού κώδικα NOx 2008, η  $SFC_{ME^{(i)}}$  της μηχανής είναι εκείνη που αναγράφεται στην αναφορά ελέγχου (test report) που περιλαμβάνεται στο τεχνικό αρχείο NOx της μηχανής στο 75% της ισχύς MCR ή της ονομαστικής της ροπής. Για τις μηχανές που είναι πιστοποιημένες σε D2 η C1 κύκλο εργασίας του τεχνικού κώδικα NOx 2008, η  $SFC_{AE^{(i)}}$  είναι εκείνη που αναγράφεται στην αναφορά ελέγχου (test report) που περιλαμβάνεται στο τεχνικό αρχείο NOx της μηχανής στο 50% της ισχύς MCR ή της ονομαστικής της ροπής.

Η SFC πρέπει να διορθώνεται στην τιμή που αντιστοιχεί στις πρότυπες συνθήκες αναφοράς του ISO<sup>12</sup> χρησιμοποιώντας την πρότυπη χαμηλότερη θερμαντική ικανότητα του fuel oil (42,700 Kj/Kg) που αναφέρεται στα πρότυπα ISO 15550:2002 και 3046-1:2002<sup>13</sup>.

Για πλοία όπου η τιμή  $P_{AE}$  που υπολογίζεται με τους τύπους των παραπάνω παραγράφων 2.2.6.1 και 2.2.6.2 είναι αρκετά διαφορετική από την ολική ισχύ που χρησιμοποιείται κανονικά όταν το πλοίο είναι εν πλω (normal seagoing), π.χ. συμβατικά επιβατηγά πλοία, τότε η  $SFC_{AE}$  των ηλεκτρομηχανών είναι αυτή που αναγράφεται στην δοκιμή ελέγχου (test report) που περιλαμβάνεται στο τεχνικό αρχείο NOx για την μηχανή στο 75% της ισχύς MCR ή της ονομαστικής της ροπής.

Η τιμή  $SFC_{AE}$  είναι ο σταθμικός μέσος της ισχύς ανάμεσα στις  $SFC_{AE^{(i)}}$  των αντίστοιχων μηχανών.

Για τις μηχανές οι οποίες δεν έχουν δοκιμή ελέγχου ενσωματωμένη στο τεχνικό αρχείο NOx διότι οι μηχανές τους είναι μικρότερες των 130 kw, καθώς επίσης στην περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμη δοκιμή ελέγχου στο αρχείο NOx στο στάδιο κατασκευής, τότε πρέπει να χρησιμοποιείται η τιμή SFC που ορίζεται από τον κατασκευαστή της μηχανής και επιβεβαιώνεται από αρμόδια κρατική αρχή.

Για τα πλοία που κινούνται οι μηχανές τους με LNG στις οποίες η SFC μετρείται σε kJ/kwh, η τιμή SFC πρέπει να διορθώνεται σε g/kWh χρησιμοποιώντας την πρότυπη χαμηλότερη θερμαντική ικανότητα του LNG (48,000 Kj/Kg) που αναφέρεται στις οδηγίες IPCC του 2006<sup>14</sup>.

8.  $f_j$  είναι ένας συντελεστής διόρθωσης που εκπροσωπεί συγκεκριμένες σχεδιαστικές ιδιαιτερότητες του πλοίου.

<sup>12</sup> ISO 15550:2002. Internal combustion engines-Determination and method for the measurement of engine power-General requirements.

<sup>13</sup> ISO 3046-1:2002. "Reciprocating internal combustion engines-Performance-Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods – Additional requirements for engines for general use".

<sup>14</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change. "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory"

1. Ο συντελεστής διόρθωσης ισχύς ,  $f_j$  , που πρέπει να παίρνεται για πλοία που σχεδιάζονται για λειτουργία σε πάγο (iced-class ships) είναι η μεγαλύτερη τιμή του  $f_{j0}$   $f_{j,\min}$  όπως υπολογίζεται στον παρακάτω πίνακα 2.3 , αλλά όχι μεγαλύτερη από  $f_{j,\max} = 1.0$ .

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4 Συντελεστής διόρθωσης ισχύς ( $f_j$ ) για πλοία ice-class<sup>15</sup>

Τύπος πλοίου	$f_{j0}$	$f_{j,\min}$ Εξαρτώμενο από την ταξινόμηση ice class			
		IC	IB	IA	IA Super
Δεξαμενόπλοιο	$\frac{0.516Lpp^{1.87}}{\sum_{i=1}^{nME} MCR_{ME(i)}}$	$0.72Lpp^{0.06}$	$0.61Lpp^{0.08}$	$0.50Lpp^{0.10}$	$0.40Lpp^{0.12}$
Bulk Carrier	$\frac{2.150Lpp^{1.58}}{\sum_{i=1}^{nME} MCR_{ME(i)}}$	$0.89Lpp^{0.02}$	$0.78Lpp^{0.04}$	$0.68Lpp^{0.06}$	$0.58Lpp^{0.08}$
Πλοίο γενικού φορτίου	$\frac{0.045Lpp^{2.37}}{\sum_{i=1}^{nME} MCR_{ME(i)}}$	$0.85Lpp^{0.03}$	$0.70Lpp^{0.06}$	$0.54Lpp^{0.10}$	$0.39Lpp^{0.15}$

2. Ο συντελεστής  $f_j$  για δεξαμενόπλοια συνεχών δρομολογίων (shuttle tankers) τα οποία έχουν εφεδρική πρόωση (propulsion redundancy) θα είναι 0.77. Αυτός ο συντελεστής διόρθωσης έχει εφαρμογή για πλοία με deadweight ανάμεσα 80,000 και 160,000. Τα δεξαμενόπλοια συνεχών δρομολογίων με εφεδρική πρόωση είναι δεξαμενόπλοια που χρησιμοποιούνται για φόρτωση αργού πετρελαίου από εγκαταστάσεις offshore και είναι εφοδιασμένα με διπλές μηχανές (dual-engines) και διπλές προπέλες και ικανοποιούν απαιτήσεις δυναμικής θέσης (dynamic positioning) και έχουν συμβολισμό κλάσης (class notation) για εφεδρική πρόωση.
3. Για άλλους τύπους πλοίων ο συντελεστής  $f_j$  θα είναι 1.0.
9.  $f_w$  είναι ένας αδιάστατος συντελεστής ο οποίος δείχνει την μείωση της ταχύτητας σε αντιπροσωπευτικές συνθήκες θάλασσας , ύψους κύματος , συχνότητας κύματος και ταχύτητας ανέμου (π.χ. δύναμη θαλάσσης 6 της κλίμακας beau ford) και καθορίζεται ως ακολούθως.
  1.  $f_w$  πρέπει να έχει τιμή ένα (1.0) έως ότου να γίνουν διαθέσιμες οι οδηγίες για την προσομοίωση συγκεκριμένου πλοίου (ship-specific) ή ο πίνακας/καμπύλη  $f_w$ .

<sup>15</sup> Στην «HELCOM Recommendation 25/7» μπορούμε να βρούμε αντιστοιχία στις κλάσεις ice-class όπως δίδονται από τους διάφορους νηογνώμονες (<http://www.helcom.fi>).



2. Ο συντελεστής  $f_w$  μπορεί να καθοριστεί εφόσον εκτελεστεί προσομοίωση της απόδοσης (performance) του συγκεκριμένου πλοίου (ship-specific) σε αντιπροσωπευτικές κατάστασης θάλασσας. Η μεθοδολογία προσομοίωσης πρέπει να προδιαγράφεται σε οδηγίες (guidelines) που θα αναπτυχθούν από τον IMO και η μέθοδος και τα αποτελέσματα για ένα συγκεκριμένο πλοίο πρέπει να πιστοποιηθούν από την αρχή της σημαίας ή από έναν οργανισμό αναγνωρισμένο από την σημαία.
10. Στην περίπτωση που η προσομοίωση δεν διεξαχθεί τότε η τιμή  $f_w$  πρέπει να παίρνεται από τον στάνταρντ πίνακα/καμπύλη  $f_w$  (standard  $f_w$  table/curve). Ο στάνταρντ πίνακας/καμπύλη  $f_w$ , ο οποίος πρέπει να περιέχεται στις οδηγίες, δίνεται από τον τύπο του πλοίου (το ίδιο πλοίο όπως η γραμμή αναφοράς παρακάτω) και εκφράζεται σε συνάρτηση της παραμέτρου της χωρητικότητας του πλοίου (π.χ. DWT). Ο στάνταρντ πίνακας/καμπύλη  $f_w$  πρέπει να καθορίζεται με συντηρητική προσέγγιση π.χ. βάση δεδομένων πραγματικής μείωσης ταχύτητας όσο περισσότερων πλοίων είναι δυνατό κάτω από αντιπροσωπευτικές καταστάσεις θαλάσσης.
11.  $f_{\text{eff}(i)}$ , είναι ο συντελεστής (factor) διαθεσιμότητας κάθε καινοτόμου τεχνολογίας ενεργειακής αποδοτικότητας. Ο συντελεστής  $f_{\text{eff}(i)}$  για συστήματα ανάκτησης απολεσθείσας ενέργειας (waste energy recovery system) πρέπει να είναι  $(1.0)^{16}$ .
12.  $f_i$ , είναι ο παράγοντας (factor) χωρητικότητας για οποιοδήποτε τεχνικό/ρυθμιστικό περιορισμό στην χωρητικότητα ενώ πρέπει να θεωρηθεί ίσος με την μονάδα  $(1.0)$  ένα δεν υπάρχει καμία αναγκαιότητα για την χρήση του συντελεστή.
1. Σαν συντελεστή χωρητικότητας  $f_i$ , για πλοία κλάσης (ice-classed) πρέπει να παίρνεται ως η μικρότερη τιμή του  $f_{i0}$  και  $f_{i,\text{max}}$  όπως υπολογίζεται στον παρακάτω πίνακα 2.4 αλλά όχι μικρότερη από  $f_{i,\text{min}} = 1.0$ .

<sup>16</sup> Ο υπολογισμός του EEDI πρέπει να πραγματοποιείται βάση κανονικής κατάστασης πλοίου εν πλω (normal sea-going condition) και να είναι εκτός των περιοχών ελέγχου εκπομπών (SECA) όπως ορίζονται στην παράγραφο 6 του κανονισμού 13 του παραρτήματος VI της MARPOL.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5 Συντελεστής διόρθωσης χωρητικότητας  $f_i$  για πλοία Ice-Class

Τύπος πλοίου	$f_{i0}$	$f_{i,min}$ Εξαρτώμενο από την ice class			
		IC	IB	IA	IA Super
Δεξαμενόπλοιο	$\frac{0.00115Lpp^{3.36}}{Capacity}$	$1.31Lpp^{-0.05}$	$1.54Lpp^{-0.07}$	$1.80Lpp^{-0.09}$	$2.10Lpp^{-0.11}$
Bulk Carrier	$\frac{0.000665Lpp^{3.44}}{Capacity}$	$1.31Lpp^{-0.05}$	$1.54Lpp^{-0.07}$	$1.80Lpp^{-0.09}$	$2.10Lpp^{-0.11}$
Πλοίο γενικού φορτίου	$\frac{0.000676Lpp^{3.44}}{Capacity}$	1.0	1.08	1.12	1.25
Πλοίο Container	$\frac{0.1137Lpp^{2.29}}{Capacity}$	1.0	$1.25Lpp^{-0.04}$	$1.60Lpp^{-0.08}$	$2.10Lpp^{-0.12}$
Υγραεριοφόρο	$\frac{0.1749Lpp^{2.33}}{Capacity}$	$1.25Lpp^{-0.04}$	$1.60Lpp^{-0.08}$	$2.10Lpp^{-0.12}$	1.0

2.  $f_i$  για συγκεκριμένες εθελοντικές κατασκευαστικές βελτιώσεις του πλοίου είναι ίσος με τον λόγο (DWT πριν την βελτίωση / DWT μετά την βελτίωση). Αυτός ο συντελεστής διόρθωσης πρέπει να παίρνεται ίσος με την μονάδα (1.0) μέχρι να αναπτυχθούν κατάλληλες οδηγίες (Guidelines) από τον IMO.

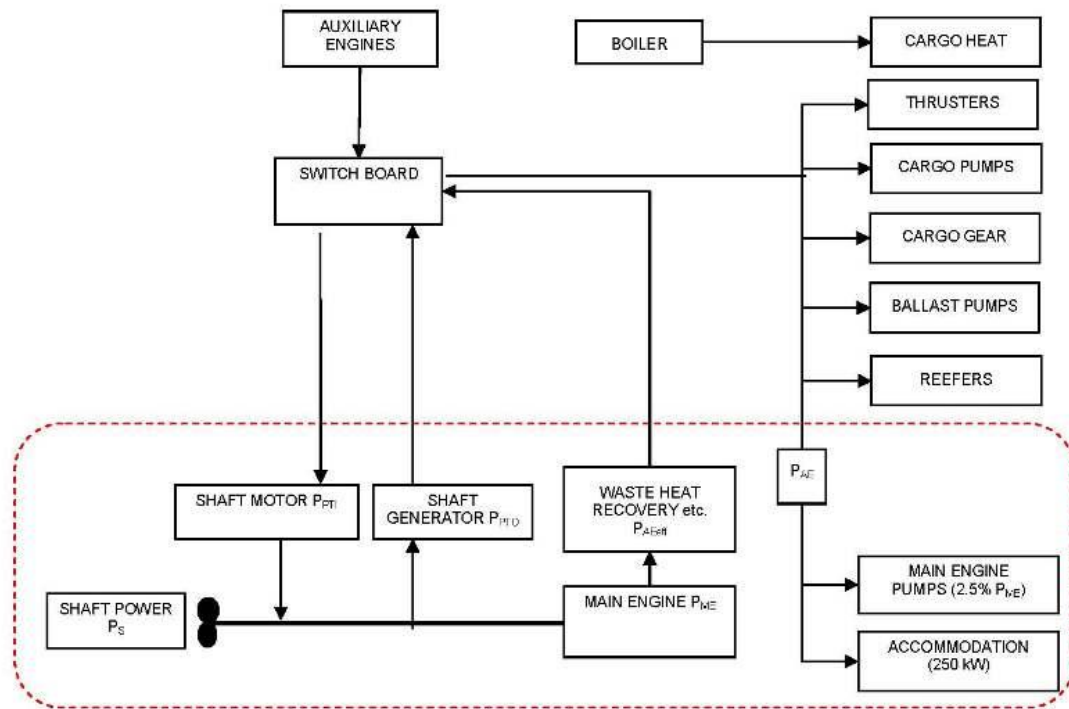
1. Το DWT πριν την βελτίωση είναι το deadweight του πλοίου πριν την εφαρμογή της κατασκευαστικής βελτίωσης. Το DWT μετά την βελτίωση είναι το deadweight του πλοίου που προκύπτει μετά την εφαρμογή του πρόσθετου βάρους του μετάλλου.

2. Στην περίπτωση που το DWT πριν την βελτίωση δεν είναι εύκολα διαθέσιμο, τότε μπορεί να υπολογιστεί εάν προσθέσουμε το βάρος του μετάλλου της κατασκευαστικής βελτίωσης στο DWT μετά την κατασκευαστική βελτίωση.

3. Μόνο το επιπρόσθετο βάρος μετάλλου της κατασκευαστικής βελτίωσης το οποίο εφαρμόζεται ως επιπλέον των standard εφαρμοστέων κανονισμών για το τύπο του πλοίου και των προτιθέμενων περιοχών εμπορικής εκμετάλλευσης του πλοίου όπως αυξημένη διαμήκης ενδυνάμωση, αυξανόμενη ενδυνάμωση στην περιοχή της πλώρης για προστασία έναντι του slamming, καλλίτερο κατασκευαστικό συμβολισμό κλάσης (class notation).

3. Για άλλους τύπους πλοίων το πρέπει να παίρνεται ως ένα (1.0).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6 - Γενικό και απλουστευμένο πλάνο μηχανοστασίου



Σημείωση 1. Σε περίπτωση συνδυασμού ΡΤΙ/ΡΤΟ, ο συνήθης τρόπος λειτουργίας του πλοίου στη θάλασσα είναι αυτός που θα καθορίσει ποιος από τους δύο θα χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό.

Σημείωση 2. Η μηχανικώς ανακτώμενη απολεσθείσα ενέργεια (waste energy) που επιτυγχάνεται μέσω απευθείας σύνδεσης στον άξονα του πλοίου δε είναι απαραίτητο να μετρηθεί αφού το αποτέλεσμα της τεχνολογίας αυτής ανακλάται στην ταχύτητα  $V_{ref}$ .

## ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Απαιτούμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας ( Required EEDI)

#### 3.1 Γενικά

Ο κανονισμός 21 του κεφαλαίου 4 του παραρτήματος VI της MARPOL αναφέρεται στον Απαιτούμενο Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης - ΑΣΔΕΕ ( Required Energy Efficiency Design Index – Attained EEDI) ο οποίος υπολογίζεται για κάθε κατηγορία πλοίων συναρτήσει του DWT του πλοίων και κάποιων συντελεστών που εξαρτώνται από την κατηγορία που εμπίπτει το πλοίο και συγκρίνεται με την τιμή του Επιτυγχανόμενου Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας-ΕΣΔΕΑ (attained EEDI) του συγκεκριμένου πλοίου. Εάν η τιμή του ΕΣΔΕΑ είναι μικρότερη από την τιμή του ΑΣΔΕΕ τότε το πλοίο πληροί τις προϋποθέσεις του παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL.

Στην συνέχεια του κεφαλαίου θα παρουσιαστεί ο τρόπος υπολογισμού του ΑΣΔΕΕ όπως ορίζει το αναθεωρημένο παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL ενώ στο επόμενο κεφάλαιο 4 θα παρουσιαστεί ο τρόπος υπολογισμού του ΕΣΔΕΑ).

#### 3.2 Υπολογισμός Απαιτούμενου Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης σύμφωνα με το Παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL.

Ο κανονισμός 21 του κεφαλαίου 4 του αναθεωρημένου παραρτήματος VI της MARPOL αναφέρεται στον Απαιτούμενο Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης ( Required Energy Efficiency Design Index – Attained EEDI) ο οποίος πρέπει να υπολογίζεται :

- για κάθε νέο πλοίο
- για κάθε νέο πλοίο το οποίο έχει υποστεί μείζονα μετατροπή και

- για κάθε νέο ή υπάρχον πλοίο το οποίο έχει υποστεί μια μείζονα μετατροπή η οποία είναι τόσο εκτεταμένη έτσι ώστε το πλοίο να θεωρείται ως ένα νεοκατασκευασθέν πλοίο.

Τα πλοία που έχει εφαρμογή ο Απαιτούμενος Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης πρέπει να εμπίπτουν σε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες κατηγορίες πλοίων.

1. Bulk carrier
2. Gas carrier
3. Tanker
4. Container ship
5. General cargo ship
6. Refrigerated cargo carrier
7. Combination carrier
8. Passenger ship
9. Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)
10. Ro-ro cargo ship
11. Ro-ro passenger ship

Ο Απαιτούμενος Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης θα υπολογίζεται με την κάτωθι σχέση.

$$\text{Attained EEDI} \leq \text{Required EEDI} = \left(1 - \frac{X}{100}\right) * \text{τιμή γραμμής αναφοράς}$$

Όπου X είναι ο συντελεστής μείωσης (reduction factor) που δίδεται από τον παρακάτω πίνακα 1 για τον Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης συγκρινόμενος με την γραμμή αναφοράς του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1. Συντελεστές μείωσης (επί τοις εκατό) για τον Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης συγκρινόμενος με την γραμμή αναφοράς του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης.

Τύπος πλοίου	Μέγεθος	Φάση 0 1 Ιαν 2013 - 31 Δεκ 2014	Φάση 1 1 Ιαν 2015 31 Δεκ 2019	Φάση 2 1 Ιαν 2020 - 31 Δεκ 2024	Φάση 3 1 Ιαν 2025 και μετά
Φορηγό (bulk carrier)	20,000 dwt και άνω	0	10	20	30
	10,000 - 20,000 dwt	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Υγραεριοφόρο	10,000 dwt και άνω	0	10	20	30
	2,000 - 10,000 dwt	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Δεξαμενόπλοιο	20,000 dwt και άνω	0	10	20	30
	4,000 - 10,000 dwt	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	15,000 dwt και άνω	0	10	20	30
	10,000 - 15,000 dwt	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Πλοία γενικού φορτίου	15,000 dwt και άνω	0	10	15	30
	3,000 - 15,000 dwt	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Πλοία Ψυγεία	5,000 dwt και άνω	0	10	15	30
	3,000 - 5,000 dwt	n/a	0-10*	0-15*	0-30*
Combination carriers	20,000 dwt και άνω	0	10	20	30
	4,000 - 20,000 dwt	n/a	0-10*	0-20*	0-30*

Στον παραπάνω πίνακα όπου :

\* : Οι συντελεστές μείωσης πρέπει να παρεμβάλλονται γραμμικά μεταξύ των δύο τιμών σύμφωνα με το μέγεθος του πλοίου.

n/a : Σημαίνει ότι δε εφαρμόζεται ο Απαιτούμενος Σχεδιαστικό Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης.

Οι τιμές της γραμμής αναφοράς (Reference line value) θα υπολογίζονται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση.

$$\text{Τιμή γραμμής αναφοράς} = a * b^{-c}$$

Οι παράμετροι a,b και c δίδονται στον παρακάτω πίνακα 3.2.

*ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2. Παράμετροι για τον καθορισμό των τιμών αναφοράς για διαφορετικούς τύπους πλοίων.*

	a	b	c
Bulk carrier	961.79	Το DWT του πλοίου	0.447
Υγραεριοφόρο	1120.00	Το DWT του πλοίου	0.456
Δεξαμενόπλοιο	1218.80	Το DWT του πλοίου	0.488
Πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	174.22	Το DWT του πλοίου	0.201
Πλοίο γενικού φορτίου	107.48	Το DWT του πλοίου	0.216
Πλοίο ψυγείο	227.01	Το DWT του πλοίου	0.244
Combination carrier	1219.00	Το DWT του πλοίου	0.488

Εάν κατασκευαστικά το πλοίο εμπίπτει σε περισσότερες από τις παραπάνω κατηγορίες πλοίων ο Απαιτούμενος Σχεδιαστικός Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης θα λαμβάνεται αυτός ο οποίος έχει την χαμηλότερη τιμή.

Για κάθε πλοίο που έχει εφαρμογή το κεφάλαιο 4 του παραρτήματος VI της MARPOL η ισχύς πρόωσης δεν πρέπει να είναι μικρότερη από αυτή που χρειάζεται για να διατηρηθεί ή ικανότητα χειρισμών του πλοίου κάτω από άσχημες καιρικές συνθήκες όπως ορίζεται στις οδηγίες που θα εκδοθούν από τον IMO.

## **ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

Τεχνικό αρχείο EEDI (EEDI Technical file) και Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (International Energy Efficiency Certificate)

### **4.1 Τεχνικό Αρχείο EEDI ( EEDI technical file).**

Ο κανονισμός 20 του παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL αναφέρει ότι ο attained EEDI πρέπει να είναι συγκεκριμένος για κάθε πλοίο και θα δείχνει την εκτιμώμενη επίδοση του πλοίου από άποψη ενεργειακής επίδοσης και θα πρέπει να συνοδεύεται από ένα τεχνικό αρχείο EEDI το οποίο θα περιέχει τις αναγκαίες πληροφορίες για τον υπολογισμό του attained EEDI και θα δεικνύεται η διαδικασία υπολογισμού. Ο attained EEDI θα πιστοποιείται βάσει του τεχνικού αρχείου EEDI είτε από την αρχή είτε από οργανισμό εξουσιοδοτημένο από αυτή. Υπόδειγμα τεχνικού αρχείου EEDI δίδεται παρακάτω

### **4.2 Υπόδειγμα τεχνικού αρχείου EEDI (EEDI Technical file)**

#### **1. Data**

##### **1.1. General information**

<b>Shipbuilder</b>	<b>JAPAN Shipbuilding Company</b>
<b>Hull No.</b>	<b>12345</b>
<b>IMO No</b>	<b>94111XX</b>
<b>Kind of Ship</b>	<b>Bulk Carrier</b>

##### **1.2. Principal particulars**

<b>Length overall</b>	<b>250,0 m</b>
<b>LBP</b>	<b>240,0 m</b>
<b>Breadth, molded</b>	<b>40,0 m</b>
<b>Depth , molded</b>	<b>20,0 m</b>
<b>Summer load line draft , molded</b>	<b>14,0 m</b>
<b>Deadweight at summer load line draft</b>	<b>150,000 tons</b>

##### **1.3. Main engine**



<b>Manufacturer</b>	<b>JAPAN Heavy Industries Ltd.</b>
<b>Type</b>	<b>6J70A</b>
<b>MCR</b>	<b>15,000 Kw @ 80 rpm</b>
<b>SFC @ 75% MCR</b>	<b>165.0 g/kWh</b>
<b>Number of set</b>	<b>1</b>

#### 1.4. Auxiliary engine

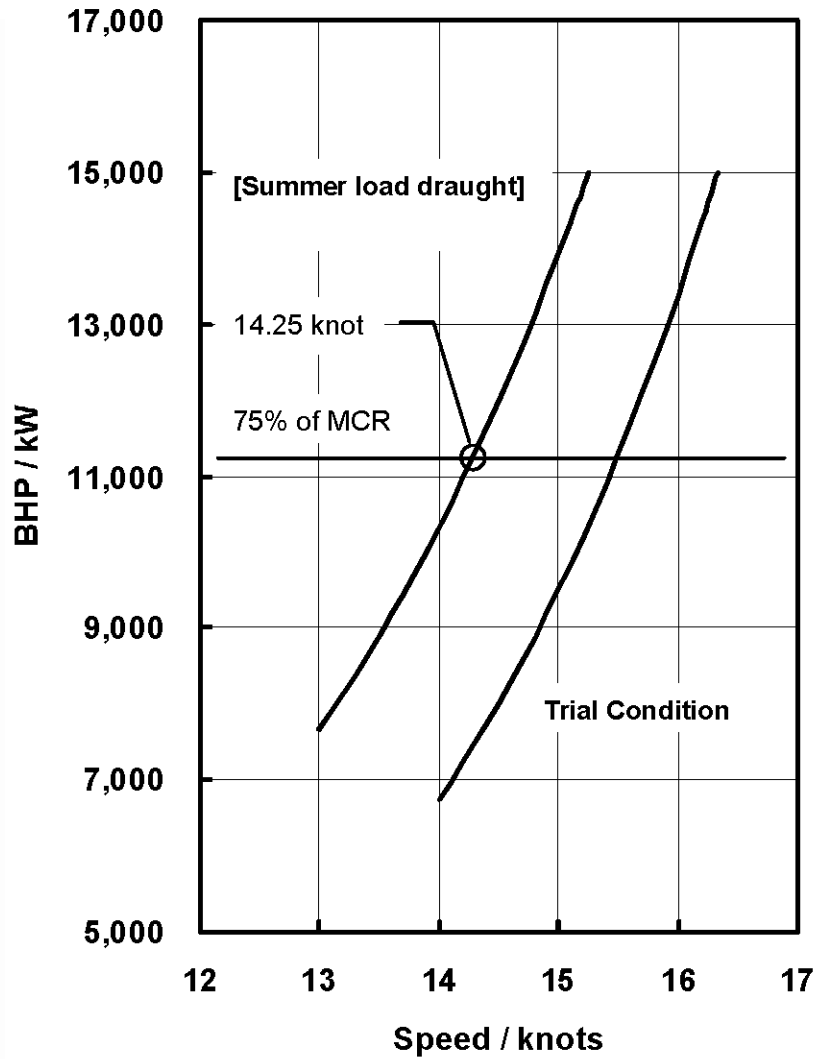
<b>Manufacturer</b>	<b>JAPAN Diesel Ltd.</b>
<b>Type</b>	<b>5J-200</b>
<b>MCR</b>	<b>600 Kw @ 900 rpm</b>
<b>SFC @ 50% MCR</b>	<b>220.0 g/kWh</b>
<b>Number of set</b>	<b>3</b>

#### 1.5. Ship Speed

<b>Ship speed in deep water at summer load line draft at 75% of MCR</b>	<b>14.25</b>
---	--------------

## 2. Power Curves

Οι καμπύλες ισχύς που εκτιμώνται στο στάδιο κατασκευής και τροποποιούνται στις δοκιμές sea trials δείχνονται στο παρακάτω γράφημα.



### 3. Overview of Propulsion System and Electric Power Supply System

#### 3.1 Propulsion system

##### 3.1.1 Main engine

Refer to subparagraph 1.3

##### 3.1.2 Propeller

<b>Type</b>	Fixed pitch propeller
<b>Diameter</b>	7.0 m
<b>Number of blades</b>	4
<b>Number of set</b>	1

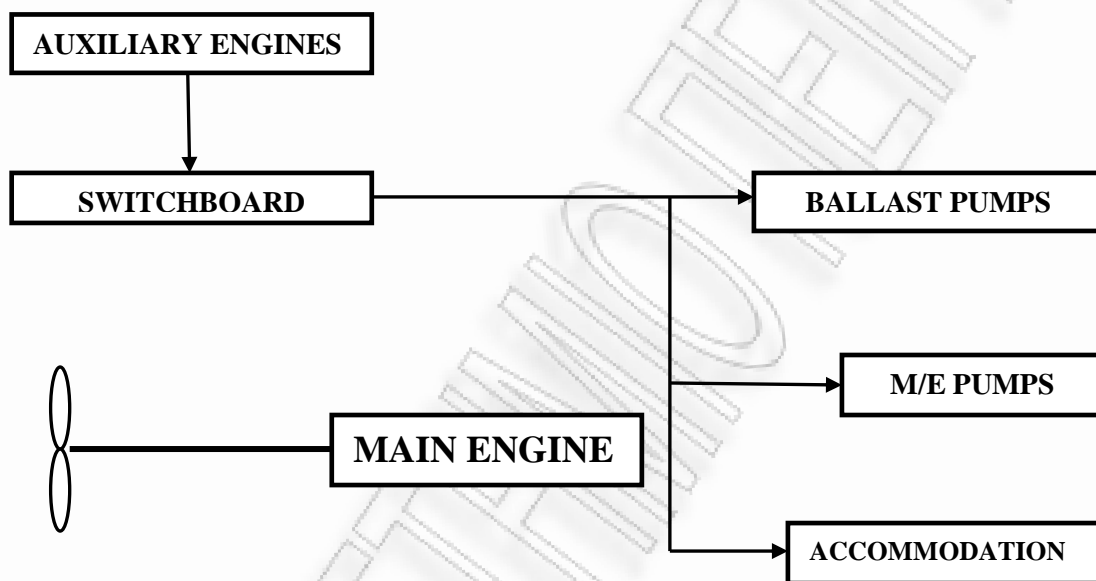
#### 3.2 Electric power supply system

##### 3.2.1 Auxiliary engines

Refer to subparagraph 1.4

##### 3.2.2 Main generators

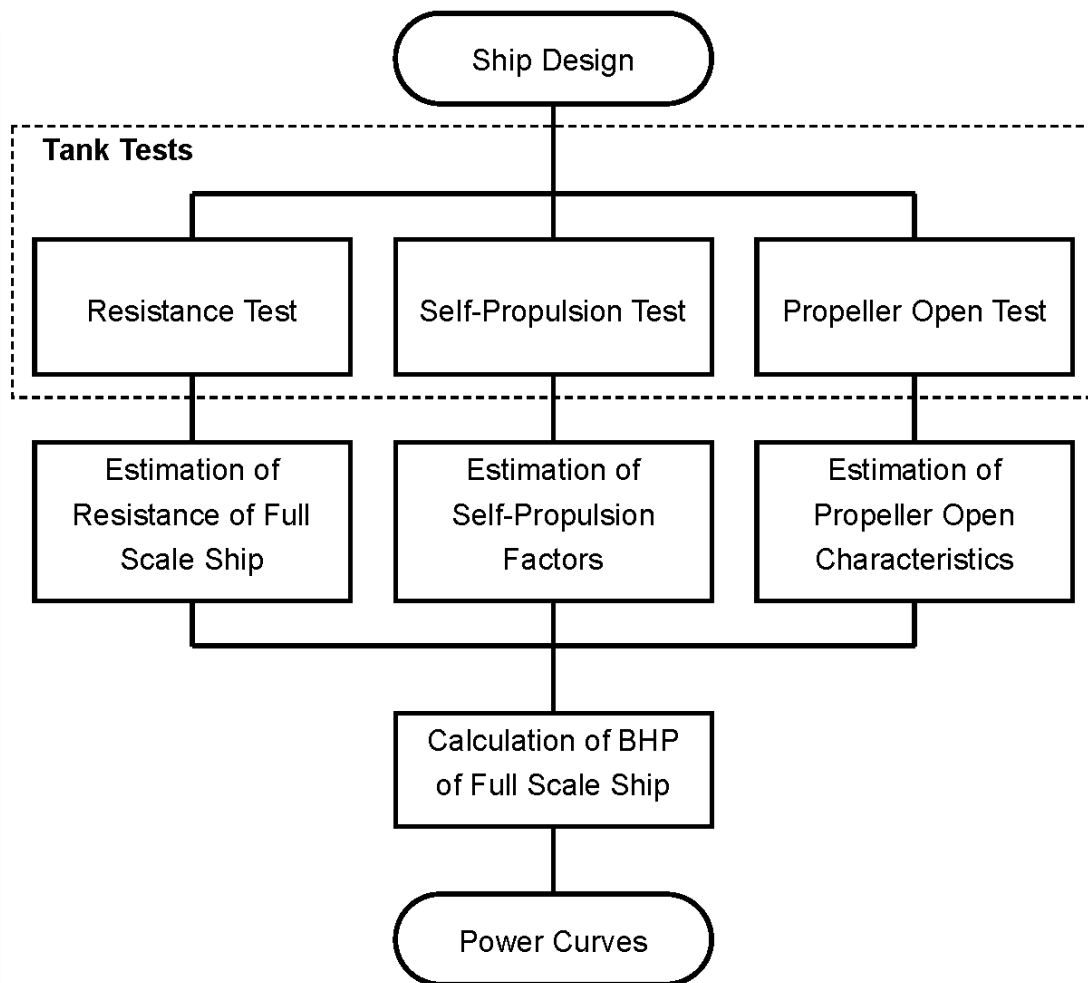
<b>Manufacturer</b>	JAPAN Electric
<b>Rated output</b>	560 Kw (700 Kva) @ 900 rpm
<b>Voltage</b>	AC 450 V
<b>Number of set</b>	3



Σχηματικό διάγραμμα των συστημάτων πρόωσης και ηλεκτρικής ενέργειας

#### 4. Estimation Process of Power curves at Design Stage

Οι καμπύλες ισχύς εκτιμώνται βάση αποτελεσμάτων . Το διάγραμμα ροής της διαδικασίας εκτίμησης δείχνεται παρακάτω.



## 5. Description of Energy Saving Equipment

### 5.1 Energy saving equipment of which effects are expressed as $P_{AEff(i)}$ and/or $P_{eff(i)}$ in the EEDI formula

N/A

### 5.2 Other energy saving equipment

(Example)

5.2.1 Rudder fins

5.2.2 Propeller boss cap fins

.....  
 (Προδιαγραφές, σχηματικές εικόνες και/οι φωτογραφίες, κλπ για κάθε μέρος του εξοπλισμού ή συσκευής πρέπει να επιδεικνύονται. Εναλλακτικά, προσαρτήματα από τον εμπορικό κατάλογο του κατασκευαστή μπορεί να είναι αποδεκτά.)

## 6. Calculated Value of Attained EEDI

### 6.1 Basic data

<b>Type of Ship</b>	<b>Capacity DWT</b>	<b>Speed <math>V_{ref}</math> (knots)</b>
Bulk Carrier	150,000	14.25

## 6.2 Main engine

<b>MCR<sub>ME</sub> (kW)</b>	<b>Shaft Gen.</b>	<b>P<sub>ME</sub> (kW)</b>	<b>Type of Fuel</b>	<b>C<sub>FME</sub></b>	<b>SCF<sub>ME</sub> (g/kWh)</b>
15,000	N/A	11,250	HFO	3.1144	165.0

## 6.3 Auxiliary engines

<b>PAE(Kw)</b>	<b>Type of Fuel</b>	<b>C<sub>FAE</sub></b>	<b>SCF<sub>ME</sub> (g/kWh)</b>
625	HFO	3.1144	220.0

## 6.4 Ice Class

N/A

## 6.5 Innovative electrical energy efficient technology

N/A

## 6.6 Innovative mechanical energy efficient technology

N/A

## 6.7 Calculated value of Attained EEDI

$$\begin{aligned}
 EEDI &= \frac{(\prod_{j=1}^M f_j) (\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} * C_{FME(i)} * SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} * C_{FAE} * SFC_{AE})}{f_1 * Capacity * V_{ref} * f_w} \\
 &+ \frac{((\prod_{j=1}^M f_j * \sum_{i=1}^{n_{PTI}} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} * P_{AEeff(i)}) C_{FAE} * SFC_{AE}) - (\sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} * P_{eff(i)} * C_{FME} * SFC_{ME})}{f_1 * Capacity * V_{ref} * f_w} \\
 &= \frac{1*(11250*3.1144*165.0)+(625*3.1144*220)+0-0}{1*150000*14.25*1} = 2.905 \text{ (g - CO}_2\text{/ton mile)}
 \end{aligned}$$

**Attained EEDI : 2.905 g-CO<sub>2</sub>/ton mile**

### **4.3 Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (International Energy Efficiency Certificate)**

Ο κανονισμός 6 του αναθεωρημένου παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL αναφέρει ότι για κάθε πλοίο 400 κ.ο.χ. και άνω θα εκδίδεται ένα Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης μετά από μία επιθεώρηση πριν το πλοίο εκτελέσει ταξίδια σε λιμένες ή τερματικούς σταθμούς offshore τα οποία είναι στην δικαιοδοσία μελών της σύμβασης MARPOL. '

Το πιστοποιητικό θα εκδίδεται ή προσυπογράφεται από την αρχή ή οργανισμό εξουσιοδοτημένο από αυτή. Σε κάθε περίπτωση η αρχή αναλαμβάνει πλήρης ευθύνη για το πιστοποιητικό.

### **4.4 Υπόδειγμα Διεθνούς Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης**

#### **Τύπος του Διεθνούς Πιστοποιητικού Ενεργειακής Επάρκειας**

#### **INTERNATIONAL ENERGY EFFICIENCY CERTIFICATE**

Issued under the provisions of the Protocol of 1997, as amended by resolution MEPC.203(62), to amend the International Convention for the Prevention of Pollution by Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 related thereto (hereinafter referred to as "the Convention") under the authority of the Government of:

.....  
(Full designation of the Party)

by.....  
(Full designation of the competent person or organization authorized under the provisions of the Convention)

#### **Particulars of ship<sup>17</sup>**

Name of ship .....

Distinctive number or letters .....

Port of registry .....

Gross tonnage.....

IMO

Number

18

<sup>17</sup> Alternatively, the particulars of the ship may be placed horizontally in boxes.

<sup>18</sup> In accordance with IMO ship identification number scheme, adopted by the Organization by resolution A.600(15).

.....  
**THIS IS TO CERTIFY**

1 That the ship has been surveyed in accordance with regulation 5.4 of Annex VI of the Convention; and

2 That the survey shows that the ship complies with the applicable requirements in regulation 20, regulation 21 and regulation 22.

Completion date of survey on which this Certificate is based: .....  
(dd/mm/yyyy)

Issued at .....  
(Place of issue of certificate)

(dd/mm/yyyy): .....  
(Date of issue)

.....  
(Signature of duly authorized official  
issuing the certificate)

Seal or stamp of the authority, as appropriate)

**Συμπλήρωμα του Διεθνούς Πιστοποιητικού Ενεργειακής Επάρκειας (IEE Certificate)**

**RECORD OF CONSTRUCTION RELATING TO ENERGY EFFICIENCY**

Notes:

1 This Record shall be permanently attached to the IEE Certificate. The IEE Certificate shall be available on board the ship at all times.

2 The Record shall be at least in English, French or Spanish. If an official language of the issuing Party is also used, this shall prevail in case of a dispute or discrepancy.

3 Entries in boxes shall be made by inserting either: a cross (x) for the answers "yes" and "applicable"; or a dash (-) for the answers "no" and "not applicable", as appropriate.

4 Unless otherwise stated, regulations mentioned in this Record refer to regulations in Annex VI of the Convention, and resolutions or circulars refer to those adopted by the International Maritime Organization.

**1 Particulars of ship**

- 1.1. Name of ship .....
- 1.2. IMO number .....
- 1.3. Date of building contract .....
- 1.4. Gross tonnage .....
- 1.5. Deadweight .....
- 1.6. Type of ship<sup>19</sup> .....

**2. Propulsion system** Diesel propulsion

- .....
- 2.2. Date -electric propulsion .....
- 2.3. Turbine propulsion .....
- 2.4. Hybrid propulsion .....
- 2.5. Propulsion system other than any of the above .....

**3. Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI)**

6.8 The Attained EEDI in accordance with regulation 20.1 is calculated based on

<sup>19</sup> Insert ship type in accordance with definitions specified in regulation 2. Ships falling into more than one of the ship types defined in regulation 2 should be considered as being the ship type with the most stringent (the lowest) required EEDI. If ship does not fall into the ship types defined in regulation 2, insert "Ship other than any of the ship type defined in regulation 2".



the information contained in the EEDI technical file which also shows the process of calculating the Attained EEDI. ....

The Attained EEDI is: ..... grams-CO<sub>2</sub>/tonne-mile

6.9 The Attained EEDI is not calculated as:

6.9.1 the ship is exempt under regulation 20.1 as it is not a new ship as defined in regulation 2.23 .....

6.9.2 the type of propulsion system is exempt in accordance with regulation 19.3...

6.9.3 the requirement of regulation 20 is waived by the ship's Administration in accordance with regulation 19.4 .....

6.9.4 the type of ship is exempt in accordance with regulation 20.1 .....

#### **4. Required EEDI**

4.1 Required EEDI is : .....grams-CO<sub>2</sub>/tonne-mile

4.2 The required EEDI is not applicable as :

4.2.1 the ship is exempt under regulation 21.1 as it is not a new ship as defined in regulation 2.23 .....

4.2.2 the type of propulsion system is exempt in accordance with regulation 19.3....

4.2.3 the requirements of regulation 21 is waived by the ship's Administration in accordance with regulation 19.4 .....

4.2.4 the type of ship is exempt in accordance with regulation 21.1 .....

4.2.5 the ship's capacity is below the minimum capacity threshold in Table 1 of regulation 21.2 .....

#### **5. Ship Energy Efficiency Management Plan**

12.1 The ship is provided with a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) in compliance with regulation 22 .....

#### **13. EEDI technical file**

- 6.1 The IEE Certificate is accompanied by the EEDI technical file in compliance with regulation 20.1 .....
- 6.2 The EEDI technical file identification/verification number .....
- 6.3 The EEDI technical file verification date .....

THIS IS TO CERTIFY that this Record is correct in all respects.

Issued at

.....  
(Place of issue of the Record)

(dd/mm/yyyy).....  
(date of issue)

.....  
(Signature of duly authorized official  
Issuing the Record)

(Seal or stamp of the authority, as appropriate)

## ΠΕΜΠΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Υπολογισμός Παραμέτρων για τον Καθορισμό της Τιμής της Γραμμής Αναφοράς (Reference value)

#### 5.1 Γενικά

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO στην 61<sup>η</sup> σύνοδο της ζήτησε από την γραμματεία του IMO (secretariat) να υπολογίσει τις παραμέτρους a και c της γραμμής αναφοράς για κάθε τύπο πλοίου έτσι ώστε να συμπεριληφθούν στον πίνακα 2 του νέου κανονισμού 21 του παραρτήματος VI της MARPOL. Η γραμματεία χρησιμοποίησε την βάση δεδομένων HIS Fairplay για να υπολογίσει τις παραμέτρους της γραμμής αναφοράς για πλοία πάνω από 400 GT που παραδόθηκαν (delivered) την περίοδο από 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1999 έως και 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2009. Από αυτά τα πλοία δεν συμπεριλήφθησαν στον υπολογισμό της γραμμής αναφοράς 296 πλοία επειδή δεν είχαν συμβατικές μηχανές και μέσα πρόωσης, 108 πλοία επειδή δεν είχαν λάθος τιμή ταχύτητα; Και 1260 πλοία επειδή δεν είχαν διαθέσιμα δεδομένα ισχύς, χωρητικότητας και/η ταχύτητα. Οι παράμετροι που υπολογίστηκαν είναι σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα 5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 - Παράμετροι για καθορισμό της Γραμμής Αναφοράς για πλοία πάνω από 400 GT\*

Ship type	Ship size	Parameters		R <sup>2</sup>	Population	Excluded***
		a	c			
Bulk Carrier	≥400 GT	961.79	0.477	0.9289	2512	16
Gas tanker	≥400 GT	1120.00	0.456	0.9446	354	0
Tanker	≥400 GT	1218.80	0.488	0.9574	3655	14
Container ship	≥400 GT	186.52	0.200	0.6191	2406	32
General cargo ship	≥400 GT	107.48	0.216	0.3344	2086	47
Refrigerated cargo carrier	≥400 GT	227.01	0.244	0.5130	61	1
Combination carrier	≥400 GT	1219.00	0.488	0.9575	6**	0

\* Χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων του HIS Fairplay, [www.ihsfairplay.com](http://www.ihsfairplay.com)

\*\* Η ομάδα εργασίας (working group) στην 61<sup>η</sup> σύνοδο της επιτροπής προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος<sup>20</sup> συμφώνησε ότι τα combination carriers θα πρέπει να χρησιμοποιούν την ίδια γραμμή αναφοράς και τα ποσοστά μείωσης (reduction rates) όπως και τα δεξαμενόπλοια. Τα έξι combination carriers προστέθηκαν στα 3655 δεξαμενόπλοια δίνοντας συνολικό αριθμό 3661 πλοίων και υπολογίστηκε η γραμμή αναφοράς.

\*\*\* Είναι ο αριθμός των πλοίων που δεν συμπεριλήφθησαν στον υπολογισμό γιατί ο δείκτης EEDI που είχαν είχε περισσότερο από δύο τυπικές αποκλίσεις από την

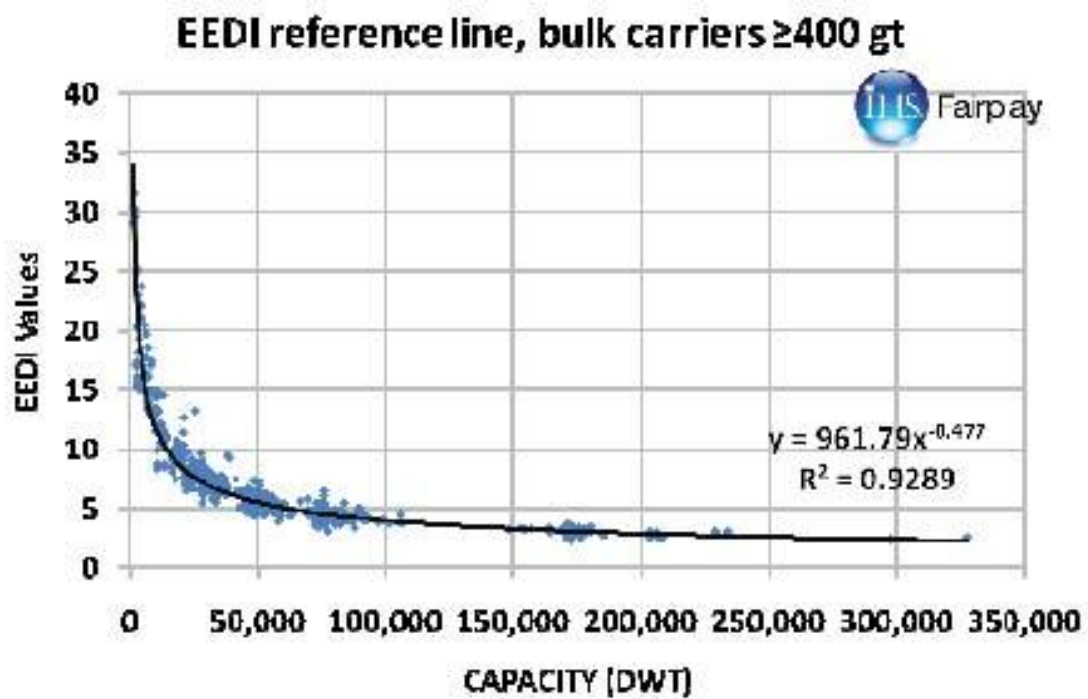
<sup>20</sup> MEPC 61/WP.10, παράγραφος 4.11

γραμμή παλινδρόμησης.

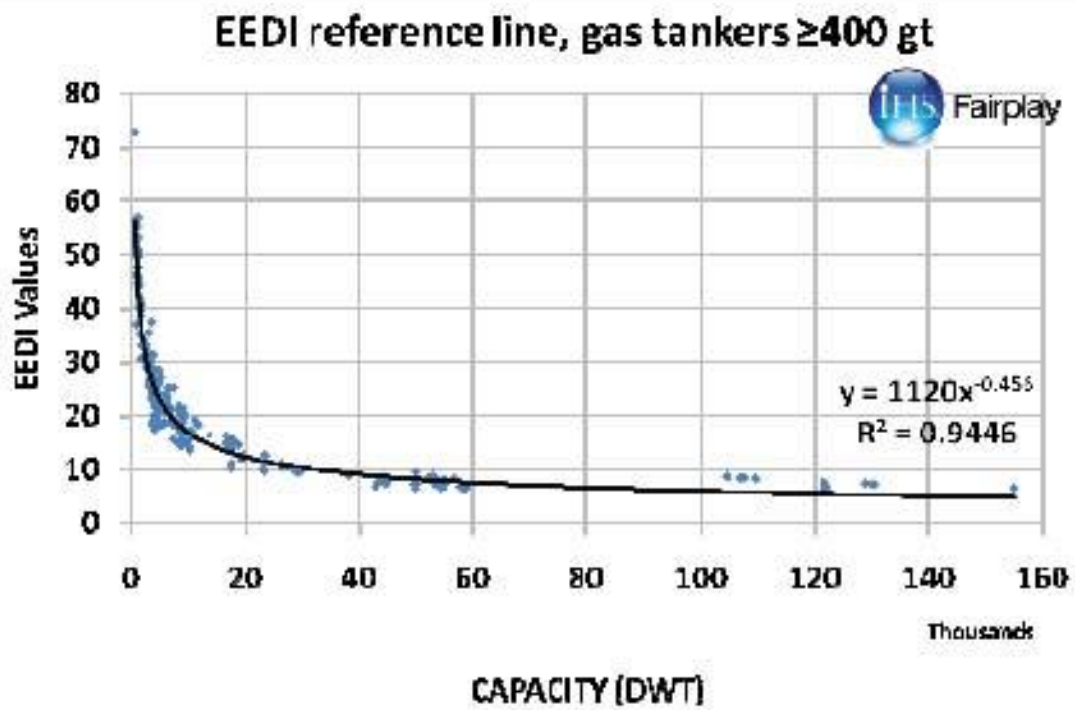
## 5.2 Πίνακες διασποράς δεδομένων για κάθε κατηγορίας πλοίου

Οι πίνακες διασποράς δεδομένων για κάθε κατηγορίας πλοίου που υπολογίστηκαν δίνονται παρακάτω.

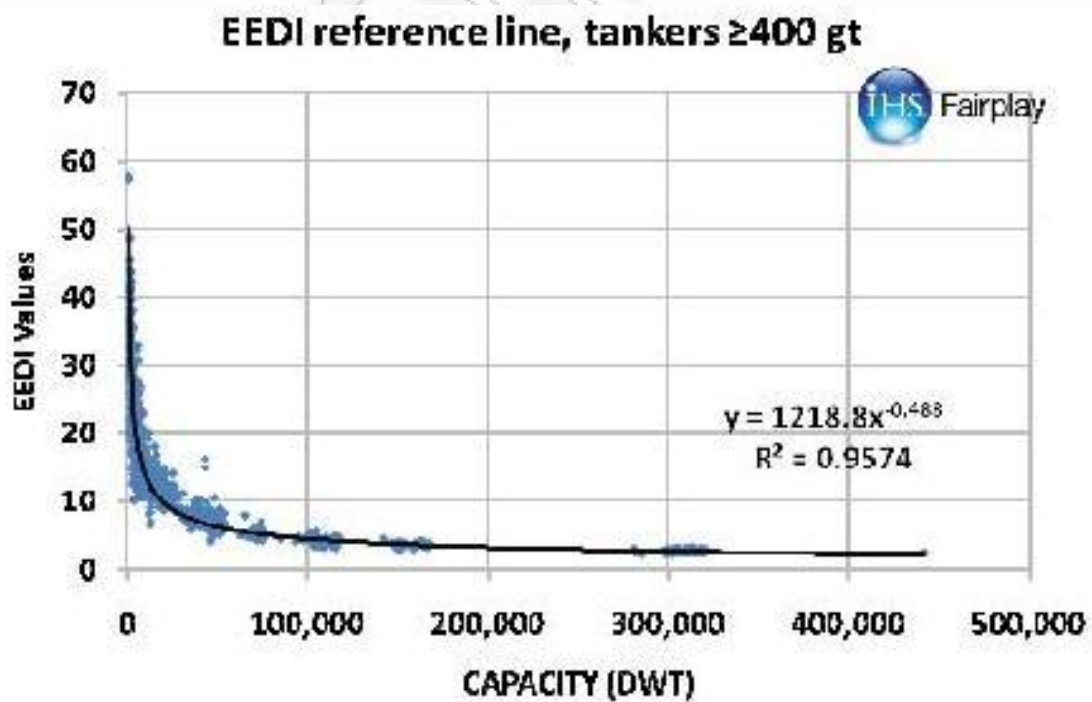
### 1. ΠΛΟΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΧΥΔΗΝ ΞΗΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ



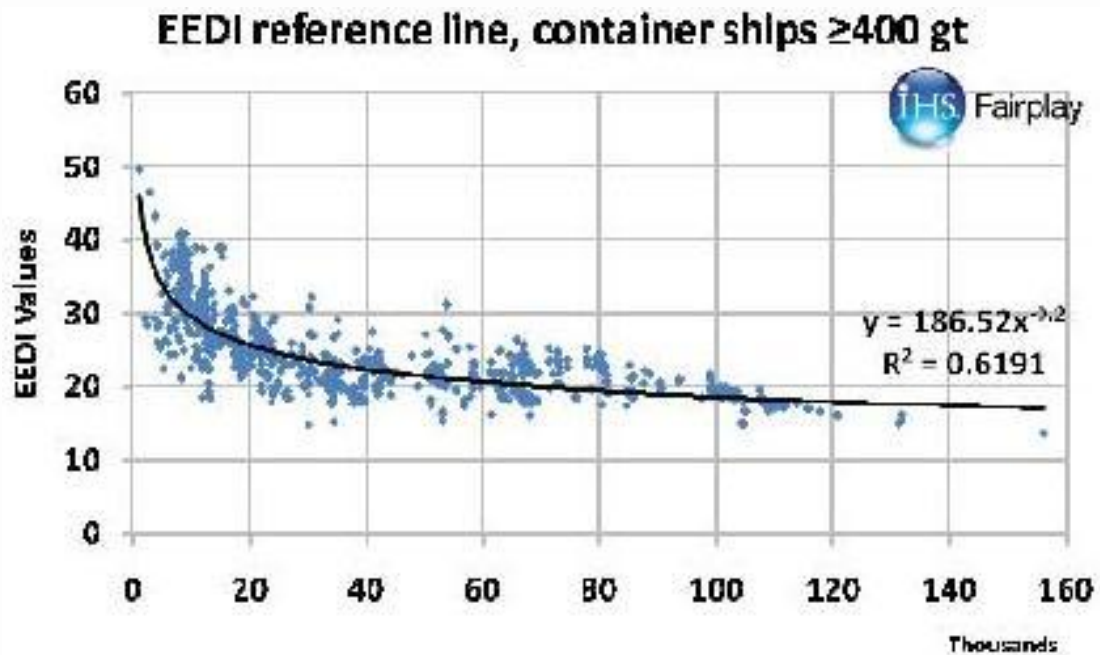
## 2. ΥΓΡΑΕΡΙΟΦΟΡΑ



## 3. ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

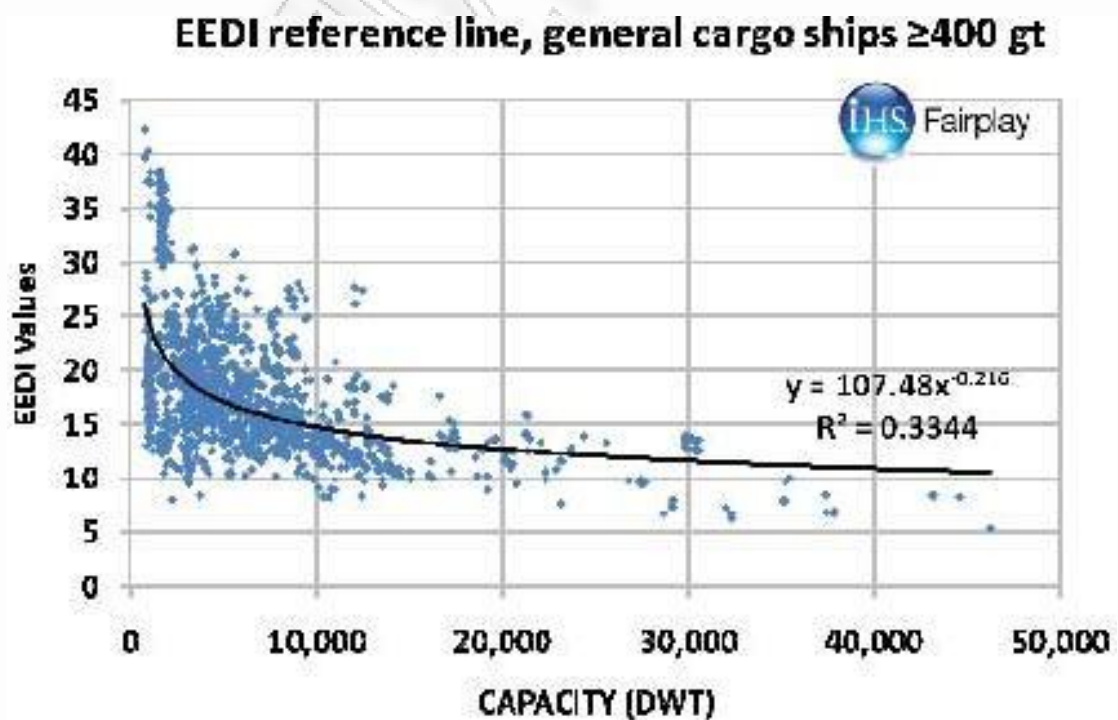


#### 4. ΠΛΟΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ

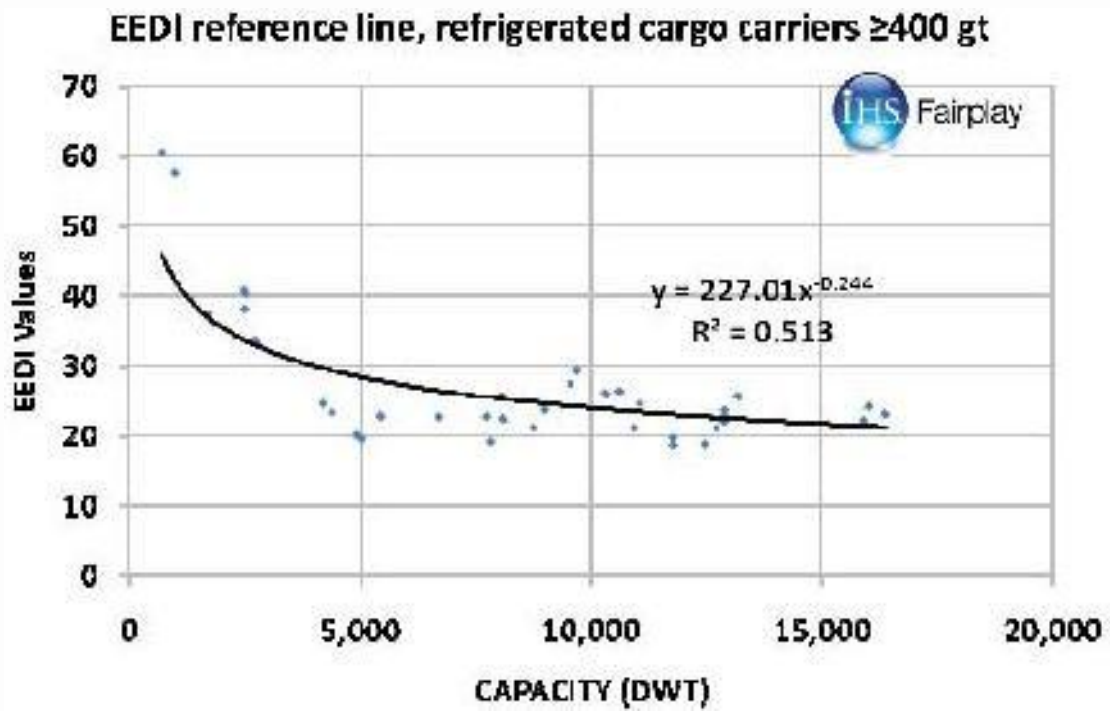


CAPACITY (DWT)

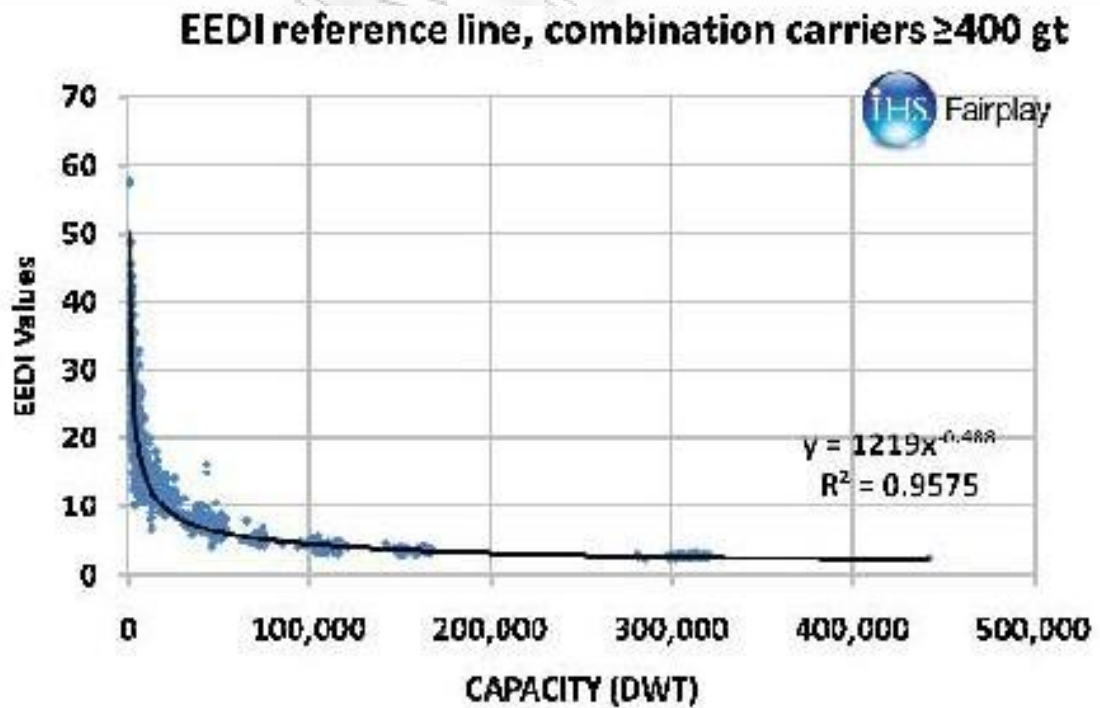
#### 5. ΠΛΟΙΑ ΓΕΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ



6. ΠΛΟΙΑ ΨΥΓΕΙΑ



7. ΠΛΟΙΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ



## ΕΚΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Προτάσεις Βελτιστοποίησης της Μεθόδου Υπολογισμού του EEDI

#### 6.1 Εισαγωγή

Διάφορες προτάσεις έχουν προταθεί από ενδιαφερόμενα μέρη για βελτιστοποίηση της μεθόδου υπολογισμού του EEDI και σε αυτό το στάδιο βρίσκονται υπό θεώρηση από τον IMO. Στην παρακάτω παράγραφο θα παρουσιαστεί η πρόταση από την Διεθνή Ένωση δεξαμενοπλοίων μεταφοράς Χημικών προϊόντων (IPTA) για την εισαγωγή ενός συντελεστή διόρθωσης κυβικής χωρητικότητας στην σχέση υπολογισμού του EEDI για τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών προϊόντων και παραγώγων πετρελαίου (chemical and parcel tankers).

#### 6.2 MEPC 62/6/13 - International Parcel Tanker Association (IPTA)

Η Διεθνή Ένωση δεξαμενοπλοίων μεταφοράς Χημικών προϊόντων και παραγώγων πετρελαίου (IPTA) με την πρόταση της MEPC 62/6/13 (5 Μαΐου 2011) προτείνει την εισαγωγή ενός συντελεστή διόρθωσης κυβικής χωρητικότητας στην σχέση υπολογισμού του EEDI για τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών προϊόντων και παραγώγων πετρελαίου (chemical and parcel tankers).

Ο IPTA υποστηρίζει ότι παρόλο που η ναυτιλιακή βιομηχανία εκμετάλλευσης δεξαμενοπλοίων μεταφοράς Χημικών προϊόντων και παραγώγων πετρελαίου είναι αποτελεσματική (efficient) εξαιτίας του γεγονότος ότι τα ταξίδια υπό έρμα είναι σπάνια σε αυτά τα πλοία, εντούτοις τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού τους που τα κάνει τόσο αποτελεσματικά είναι και η γενεσιουργός αιτία να έχουν υψηλό δείκτη EEDI. Ο IPTA αναφέρει ότι τα συγκεκριμένα πλοία κατασκευαστικά έχουν πολλά αμπάρια για να μπορούν να μεταφέρουν πολλά διαφορετικά φορτία και ως εκ τούτου η αναλογία lightship προς deadweight είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα άλλα πλοία εφόσον έχουν περισσότερο σχετικά βάρος lightship εξαιτίας της πρόσθετης μάζας σιδήρου που χρειάζεται για τον διαχωρισμό των αμπαριών. Επιπρόσθετα τα πλοία αυτά είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν φορτία όπως οξέα που έχουν σχετικά μεγάλο ειδικό βάρος που μερικές φορές φθάνει στο 2.0 και έτσι κατά ανάγκη έχουν ενισχυμένη κατασκευή και μεγάλο σχετικά lightship. Η πρόσθετη αυτή μάζα σιδήρου που έχουν αυτά τα πλοία έχει σαν αποτέλεσμα να χρειάζονται μεγαλύτερη ιπποδύναμη σε σχέση με άλλα πλοία για να μεταφέρουν την ίδια ποσότητα φορτίου.

Ο IPTA συγκέντρωσε δεδομένα από 259 chemical/parcel δεξαμενόπλοια με μέση ηλικία 7 ετών με μεγέθη από 1,500 DWT σε 49,000 DWT με το μεγαλύτερο αριθμό πλοίο να εμπίπτει ανάμεσα στις 10,000 DWT με 20,000 DWT. Η ηλικία και τα μεγέθη ήταν αντιπροσωπευτικά του στόλου που είναι εγγεγραμμένα στον IPTA καθώς και του παγκόσμιου στόλου που μεταφέρουν φορτία υποκείμενα στο παράρτημα II της MARPOL και του IBC code. Μετά την ανάλυση των δεδομένων βρέθηκαν 132 πλοία (51%) να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του παραρτήματος

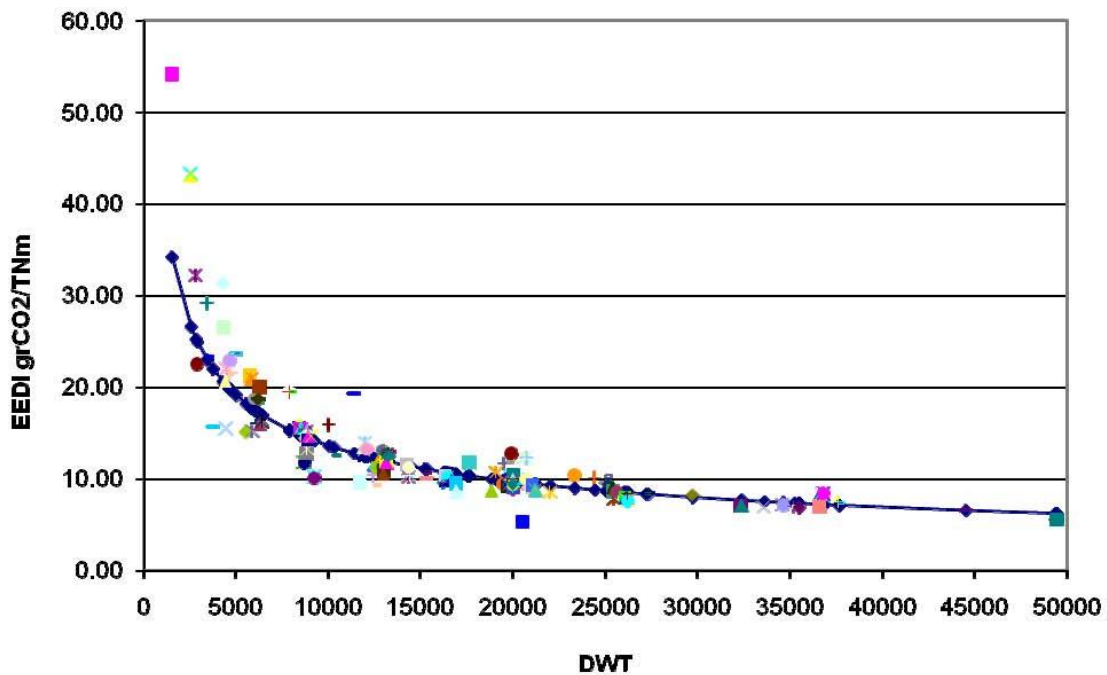


VI της MARPOL ενώ 127 πλοία (49%) βρέθηκαν να μην συμμορφώνονται. Επίσης βρέθηκε ότι ενώ το ποσοστό συμμόρφωσης αυξάνει όπως αυξάνει το μέγεθος των πλοίων, υπάρχει παρόλα αυτά υψηλό ποσοστό μη συμμόρφωσης στα μεγάλα μεγέθη πλοίων. Παρομοίως, ενώ υπάρχει υψηλό ποσοστό συμμόρφωσης στα νέα πλοία είναι αξιοσημείωτο ότι 44% αυτών των πλοίων που κατασκευάστηκαν τα τελευταία πέντε χρόνια δεν συμμορφώνονται.

Ο ΙΡΤΑ προτείνει την εισαγωγή ενός συντελεστή διόρθωση κυβικής χωρητικότητας (“fc”) στην υπάρχουσα σχέση υπολογισμού του EEDI για τα χημικά δεξαμενόπλοια και έτσι η σχέση να τροποποιηθεί ως κάτωθι :

$$\frac{(\prod_{j=1}^M f_j) (\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} * C_{FME(i)} * SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} * C_{FAE} * SFC_{AE})}{f_1 * Capacity * V_{ref} * f_w} + \frac{((\prod_{j=1}^M f_j * \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} * P_{AEff(i)}) C_{FAE} * SFC_{AE}) - (\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} * P_{eff(i)} * C_{FME} * SFC_{ME})}{fc * f_1 * Capacity * V_{ref} * f_w}$$

ΓΡΑΦΗΜΑ 6.1 Καμπύλη αναφοράς (baseline curve) του IMO και τιμές EEDI για τα Χημικά Δεξαμενόπλοια



ΠΗΓΗ : ΜΕΡC 62/6/13

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 Κατανομή EEDI για χημικά δεξαμενόπλοια με βάση το μέγεθος του πλοίου

SIZE (DWT)	No of Vessels	COMPLY		DO NOT COMPLY	
<4,000	12	5	41%	7	59%
4,000 to 9,999	57	16	28%	41	72%
10,000 to 19,999	131	73	56%	58	44%
20,000 to 29,999	40	25	63%	15	37%
30,000 to 39,999	16	10	63%	6	37%
>40,000	3	3	100%	0	0%

ΠΗΓΗ : MEPC 62/6/13

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3 Κατανομή EEDI για χημικά δεξαμενόπλοια με βάση το έτος κατασκευής του πλοίου

Year of build	No. of Vessels	COMPLY		DO NOT COMPLY	
Prior to 1990	6	1	16%	5	84%
1990 – 1999	37	17	46%	20	54%
2000 – 2005	85	41	48%	44	52%
2006 - 2011	131	73	56%	58	44%

ΠΗΓΗ : MEPC 62/6/13

Για το υπολογισμό του συντελεστή διόρθωσης “ $f_c$ ” χρειάζεται να εκτιμηθεί η αναλογία σχεδιασμού – design ratio (R), που είναι ο λόγος του summer deadweight προς την ολική κυβική χωρητικότητα κάθε πλοίου. Για τον σκοπό της μελέτης ο IPTA υπολόγισε την αναλογία R για 381 πλοία από τα δεδομένα 273 πλοίων μελών του IPTA και 180 άλλων πλοίων που ανήκουν στην κατηγορία chemical/parcel tankers μεγέθους από 3,500 DWT μέχρι 51,800 DWT που όπως πιστεύει ο IPTA το δείγμα αυτό είναι αντιπροσωπευτικό της αγοράς αυτή εφόσον περιλαμβάνει όλους του γνωστούς κατασκευαστικούς σχεδιασμούς των πλοίων αυτών.

Τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό της αναλογίας R δείχνουν ότι το κάτω όριο είναι 0.71 ενώ το άνω όριο είναι 1 (για πλοία που η κυβική χωρητικότητα είναι ίση η χαμηλότερη από το deadweight). Τα πλοία που βρίσκονται στο χαμηλότερο όριο της αναλογίας R θα έχουν την μέγιστη «έκπτωση» με τον συντελεστή διόρθωσης “ $f_c$ ” ενώ η «έκπτωση» ελαττώνεται όσο ο δείκτης R προσεγγίζει το 1. Ο παρακάτω πίνακας 6.4 δίνει τον συντελεστή διόρθωσης  $f_c$  για τις διαφορετικές τιμές του R.

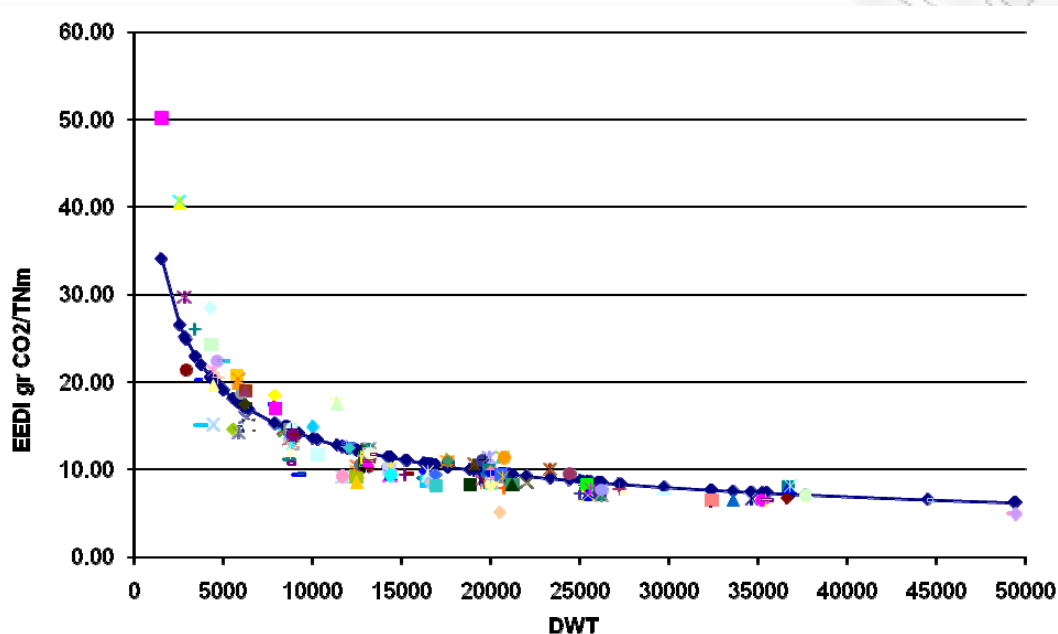
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4 Αναλογίες σχεδιασμού (R), και αντίστοιχος συντελεστής διόρθωσης “ $f_c$ ”

R	<=0.70 – 0.80	0.81 – 0.90	0.91 – 0.99	>0.99
$f_c$	1/R	(1/R) – 0.05	(1/R) – 0.005	1

Ο IPTA εφάρμοσε την διορθωμένη σχέση υπολογισμού του EEDI στα πλοία του δείγματος και βρέθηκε ότι το ποσοστό συμμόρφωσης ανέβηκε από 51% στο 71% (Γράφημα 6.5). Η αύξηση συμμόρφωσης συμβαίνει σε όλα τα μεγέθη πλοίων με την

υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης μη-συμμόρφωσης να παραμένει στα πλοία κάτω από 10,000 DWT (πίνακας 5.6).

ΓΡΑΦΗΜΑ 6.5 Καμπύλη αναφοράς (baseline curve) του IMO και τιμές EEDI που περιλαμβάνουν τον συντελεστή διόρθωσης “ $f_c$ ” για τα Χημικά Δεξαμενόπλοια



ΠΗΓΗ : MEPC 62/6/13

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6 Κατανομή EEDI βάση μεγέθους πλοίων με την εφαρμογή του συντελεστή διόρθωσης “ $f_c$ ”

SIZE (DWT)	No of Vessels	COMPLY		DO NOT COMPLY	
<4,000	12	6	50%	6	50%
4,000 to 9,999	57	30	53%	27	47%
10,000 to 19,999	131	95	73%	36	27%
20,000 to 29,999	40	35	88%	5	12%
30,000 to 39,999	16	12	75%	4	25%
≥40,000	3	3	100%	0	0%

ΠΗΓΗ : MEPC 62/6/13

Η ομάδα εργασίας που ασχολείται με τα μέτρα ενεργειακή αποδοτικότητας στα πλοία (working group on energy efficiency measures for ships) στην αναφορά της MEPC 62/WP.15 της 14 Ιουλίου 2011 συμφώνησε ότι ο συντελεστής διόρθωσης  $f_c$  που προτείνει ο ΙΡΤΑ μπορεί να ενσωματωθεί στην φόρμουλα υπολογισμού του EEDI για να βελτιωθεί η αξιοπιστία του αλλά θεώρησε ότι χρειάζεται επιπρόσθετη μελέτη και γι' αυτό αποφάσισε να προτείνει στην επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO να δώσει εντολή στην ομάδα εργασίας να μελετήσει περαιτέρω το θέμα αυτό στην επόμενη συνεδρίαση της με σκοπό να συμπεριλήφθη ο συντελεστής διόρθωσης  $f_c$  για τα χημικά δεξαμενόπλοια στην φόρμουλα του EEDI πριν την υιοθέτηση της στην 63<sup>η</sup> σύνοδο της επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

## **ΕΒΔΟΜΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

### **Επιθεώρηση και Πιστοποίηση του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας**

#### **7.1 Εισαγωγή**

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ στην 59<sup>η</sup> σύνοδο με την εγκύκλιο MEPC.1/Circ.682 (17 August 2009) εξέδωσε προσωρινές οδηγίες για την εθελοντική πιστοποίηση του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας των πλοίων<sup>21</sup> με σκοπό να προάγει μια ομοιόμορφη χρησιμοποίηση των προσωρινών οδηγιών για την μέθοδο υπολογισμού του EEDI για νέα πλοία (MEPC.1/Circ.681)<sup>22</sup>. Η Ομάδα εργασίας σε θέματα μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας για πλοία της επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ (Working group on energy efficiency measures for ships) με το έγγραφο της<sup>23</sup> MEPC 61/WP.10 της 30 Σεπτεμβρίου 2010 εξέδωσε σχέδιο οδηγιών για την επιθεώρηση και πιστοποίηση του EEDI<sup>24</sup> με σκοπό να αναθεωρήσει τις προσωρινές οδηγίες για την εθελοντική πιστοποίηση του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας των πλοίων (MEPC.1/Circ.682).

#### **7.2 Προσχέδιο οδηγιών για την επιθεώρηση και πιστοποίηση του EEDI (MEPC 61/WP.10)**

Το σχέδιο αυτό των οδηγιών για την επιθεώρηση και πιστοποίηση του EEDI (MEPC 61/WP.10 της 30 Σεπτεμβρίου 2010) αναμένεται να εγκριθεί από την επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ στην 63<sup>η</sup> σύνοδο που θα γίνει τον Μάρτιο του 2012. Στην συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου θα παρουσιάσουμε το προσχέδιο αυτό των οδηγιών μιας που με τυχόν ελάχιστες τροποποιήσεις θα αντικαταστήσει τις προσωρινές οδηγίες MEPC.1/Circ.681.

<sup>21</sup> MEPC.1/Circ.682 “Interim guidelines for voluntary verification of the energy efficiency design index”

<sup>22</sup> MEPC.1/Circ.682(17 August 2009) “Interim guidelines on the method of calculation of the energy efficiency design index for new ships”.

<sup>23</sup> MEPC 61/WP.10 “Report of the working group on energy efficiency measures for ships”

<sup>24</sup> Guidelines on survey and certification of the energy efficiency design index.

### **7.2.1 Εφαρμογή**

Στο σχέδιο αυτό αναφέρεται ότι ο σκοπός των οδηγιών αυτών είναι να βοηθήσει την αρχή (administration) ή το αναγνωρισμένο οργανισμό που πιστοποιούν τον δείκτη EEDI των πλοίων να διεξάγουν την επιθεώρηση και πιστοποίηση του EEDI σύμφωνα με τους κανονισμούς 6 και 7 του παραρτήματος VI της MARPOL και να βοηθήσει τους πλοιοκτήτες, ναυπηγεία και κατασκευαστές που σχετίζονται με την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων καθώς και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη στο να κατανοήσουν τις διαδικασίες επιθεώρησης και πιστοποίησης του EEDI.

Οι οδηγίες θα εφαρμόζονται σε νέα πλοία για τα οποία έχει υποβληθεί αίτηση στην αρχή ή τον αναγνωρισμένο από την αρχή οργανισμό για διεξαγωγή αρχικής επιθεώρησης ή μιας επιπρόσθετης επιθεώρησης όπως ορίζεται στον κανονισμό 6 του παραρτήματος VI της MARPOL.

### **7.2.2 Διαδικασίες για επιθεώρηση και πιστοποίηση**

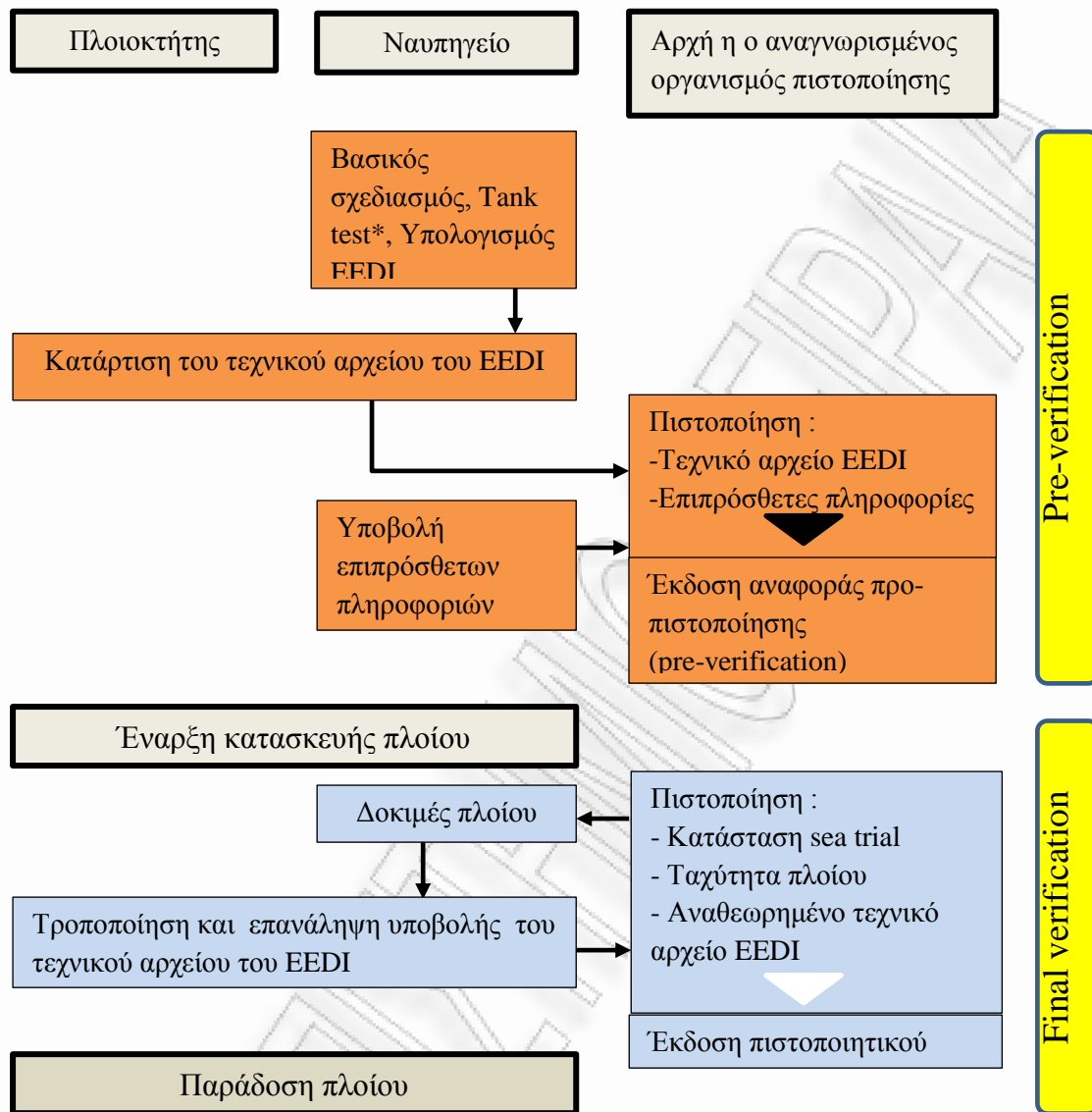
#### **7.2.2.1 Γενικά**

Ο Επιτυγχανόμενος EEDI θα υπολογίζεται σύμφωνα με τον κανονισμό 20 του παραρτήματος VI της MARPOL και τις οδηγίες για την μέθοδο υπολογισμού του δείκτη EEDI για τα νέα πλοία<sup>25</sup>. Η επιθεώρηση και πιστοποίηση θα διεξαχθεί σε δύο στάδια : προκαταρκτική επιθεώρηση (preliminary survey) στο στάδιο κατασκευής , και τελική επιθεώρηση κατά τις δοκιμές του πλοίου (sea trials). Η βασική ροή της διαδικασίας επιθεώρησης και πιστοποίησης παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα 7.1.

---

<sup>25</sup> “Guidelines on the method of calculation of the EEDI for new ships”. Οι οδηγίες αυτές είναι υπό θεώρηση από την αρμόδια ομάδα εργασίας του IMO και πρόκειται να εγκριθούν από την επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO στην 63<sup>η</sup> σύνοδο που θα γίνει τον Μάρτιο του 2011.

ΓΡΑΦΗΜΑ 7.1 - ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ



\*Tank test σημαίνει δοκιμές ρυμούλκησης μοντέλου, δοκιμές μοντέλου με αυτοδύναμη πρόωση και δοκιμές ανοιχτής θάλασσας μοντέλου προπέλας. Αριθμητικές δοκιμές (numerical tests) μπορεί να είναι αποδεκτές ως ισοδύναμα των δοκιμών ανοιχτής θάλασσας μοντέλου προπέλας ή να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν τις διεξαγόμενες δοκιμές μοντέλου (π.χ. να εκτιμηθεί το αποτέλεσμα στην απόδοση του πλοίου των επιπρόσθετων χαρακτηριστικών-τιμημάτων στην γάστρα όπως πτερυγίων) με έγκριση της αρχής ή του αναγνωρισμένου οργανισμού πιστοποίησης. Το tank test διεξάγεται από έναν οργανισμό δοκιμών ή από το ίδιο το ναυπηγείο.

### 7.2.2.2 Προκαταρτική πιστοποίηση στο στάδιο κατασκευής

Για την προκαταρτική πιστοποίηση στο στάδιο κατασκευής πρέπει να υποβληθεί αίτηση για αρχική επιθεώρηση στην αρχή πιστοποίησης ή το αναγνωρισμένο οργανισμό από αυτή καθώς επίσης και το τεχνικό αρχείο του EEDI που να περιέχει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες για την πιστοποίηση και όλα τα σχετικά έγγραφα. Το τεχνικό αρχείο EEDI πρέπει να είναι γραμμμένο τουλάχιστον στα αγγλικά και πρέπει να περιέχει, χωρίς να περιορίζεται, τουλάχιστον τα ακόλουθα :

1. Νεκρό βάρος (DWT) ή ολική χωρητικότητα (GT) για τα επιβατηγά και επιβατηγά-οχηματαγωγά πλοία.
2. Μέγιστη συνεχής λειτουργία (MCR) των κύριων και βοηθητικών μηχανών.
3. Ταχύτητα πλοίου σε βαθιά νερά στο βύθισμα θέρους στο 75% της μέγιστης συνεχούς λειτουργίας της κύριας μηχανής.
4. Τύπος καυσίμου.
5. Ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC) της κύριας μηχανής στο 75% της ισχύς της μέγιστης συνεχούς λειτουργίας (MCR).
6. Ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC) των βοηθητικών μηχανών στο 50% της ισχύς της μέγιστης συνεχούς λειτουργίας (MCR).
7. Πίνακας ηλεκτρικής ισχύς για ορισμένους τύπους πλοίων. Ο πίνακας αυτός πρέπει να εγκρίνεται ξεχωριστά παίρνοντας υπόψη τις οδηγίες που αναφέρονται στο παράρτημα 3 του σχεδίου των οδηγιών « Guidelines on survey and certification of the energy efficiency design index ».
8. Καμπύλες ισχύς - Power Curves (Kw-knots) που υπολογίζονται στο στάδιο κατασκευής για το προτιθέμενο βύθισμα θέρους και στην περίπτωση που οι εν πλω δοκιμές του πλοίου (sea trials) εκτελεστούν σε κατάσταση που διαφέρει από την πλήρως έμφορτη κατάσταση τότε μια καμπύλη ισχύς που να είναι υπολογισμένη στην κατάσταση του sea trial.
9. Κύριες πληροφορίες-χαρακτηριστικά (principal particulars) του πλοίου, τύπος πλοίου και σχετικές πληροφορίες για την κατάταξη του πλοίου σε αυτό τον τύπο, συμβολισμούς ταξινόμησης (classification notations) και επισκόπηση του συστήματος πρόωσης και του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στο πλοίο.
10. Διαδικασία εκτίμησης και μεθοδολογία των καμπύλων ισχύς στο στάδιο κατασκευής.
11. Περιγραφή του εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας.
12. Υπολογισμένη τιμή του Επιτυγχανόμενου EEDI περιλαμβανομένης της περίληψης του υπολογισμού η οποία πρέπει να περιέχει τουλάχιστον κάθε τιμή των παραμέτρων υπολογισμού και την διαδικασία υπολογισμού που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί ο Επιτυγχανόμενος EEDI.

Υπόδειγμα τεχνικού αρχείου EEDI δίδεται στο τέταρτο κεφάλαιο.

Εάν υπάρχει εγκατεστημένη μηχανή διπλού καυσίμου (dual fuel engine<sup>26</sup>) στο πλοίο τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής  $C_F$  και η SFC (Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου) του αερίου καυσίμου εφόσον αυτό χρησιμοποιείται πρώτιστα σαν καύσιμο στο πλοίο και για να πιστοποιηθεί αυτό πρέπει να παρέχονται οι ακόλουθες πληροφορίες :

- Χωρητικότητες των δεξαμενών αποθήκευσης του αερίου καυσίμου (gas fuel) καθώς και οι χωρητικότητες των δεξαμενών αποθήκευσης του καυσίμου πετρελαίου.
- Διατάξεις των ευκολιών πετρέλευσης του αερίου καυσίμου επάνω στο πλοίο.

Η SFC των κύριων και βοηθητικών μηχανών θα παραθέεται από το εγκεκριμένο τεχνικό αρχείο  $NO_x$  ( $NO_x$  technical file<sup>27</sup>) και πρέπει να διορθώνεται στην τιμή που αντιστοιχεί στις πρότυπες συνθήκες αναφοράς του ISO χρησιμοποιώντας την στάνταρντ χαμηλότερη θερμοκρασία του fuel oil (42,700 KJ/Kg) που αναφέρεται στα πρότυπα ISO 15550:2002<sup>28</sup> και 3046-1:2002<sup>29</sup>. Για την επιβεβαίωση του SFC ένα αντίγραφο του εγκεκριμένου τεχνικού αρχείου  $NO_x$  και συνοπτική έγγραφη τεκμηρίωση των υπολογισμών διόρθωσης πρέπει να υποβάλλεται στην αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης. Στην περίπτωση που το τεχνικό αρχείο  $NO_x$  δεν έχει εγκριθεί κατά τον χρόνο υποβολής για αρχική επιθεώρηση, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι αναφορές δοκιμών (test reports) από τους κατασκευαστές. Σε αυτήν την περίπτωση, κατά τον χρόνο πιστοποίησης στα sea trials, ένα αντίγραφο του εγκεκριμένου τεχνικού αρχείου  $NO_x$  καθώς και μια συνοπτική έγγραφη τεκμηρίωση των υπολογισμών διόρθωσης πρέπει να υποβάλλεται στην αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης.

Οι καμπύλες ισχύος (power curves) που θα χρησιμοποιηθούν για την προκαταρκτική πιστοποίηση στο στάδιο σχεδιασμού πρέπει να είναι βασισμένες σε αξιόπιστα αποτελέσματα του tank test<sup>30</sup>. Το tank test για ένα πλοίο μπορεί να παραλειφθεί εάν υπάρχουν διαθέσιμα αποτελέσματα δοκιμών tank tests για πλοία ίδιου ή παρεμφερή

<sup>26</sup> Οι μηχανές δύο καυσίμων είναι μηχανές που χρησιμοποιούν εναλλακτικά είτε φυσικό αέριο είτε πετρέλαιο (HFO/LFO/MGO). Οι συγκεκριμένες μηχανές βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή σε πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) καθώς το μεταφερόμενο φυσικό αέριο μπορεί να τροφοδοτήσει τις μηχανές του πλοίου.

<sup>27</sup> Η SFC στο τεχνικό αρχείο  $NO_x$  είναι οι τιμές ενός μητρικού κινητήρα (parent engine) και η χρήση αυτών των τιμών SFC για τον υπολογισμό του EEDI για τις μηχανές μέλη (member engines) ίσως έχει τα παρακάτω τεχνικά προβλήματα που χρειάζονται περαιτέρω μελέτη : α) ο ορισμός «member engine» που δίδεται στον τεχνικό κώδικα  $NO_x$  είναι ευρύς και οι προδιαγραφές των μηχανών που ανήκουν στην ίδια ομάδα/οικογένεια ίσως ποικίλουν και β) η τιμή της εκπομπής  $NO_x$  του μητρικού κινητήρα είναι η υψηλότερη στην ομάδα/οικογένεια. Έτσι για member engines που οι προδιαγραφές τους είναι διαφορετικές από τον μητρικό κινητήρα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω πως θα καθοριστεί η τιμή του SFC. Για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι μετρούμενες τιμές της SFC στα βάρη δοκιμών των κατασκευαστών.

<sup>28</sup> ISO 15550:2002. Internal combustion engines-Determination and method for the measurement of engine power-General requirements.

<sup>29</sup> ISO 3046-1:2002. "Reciprocating internal combustion engines-Performance-Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods – Additional requirements for engines for general use".

<sup>30</sup> Βλέπε ορισμό του tank test παραπάνω.



τύπου. Επιπρόσθετα, είναι αποδεκτή η παράλειψη του tank test για ένα πλοίο εάν πρόκειται να πραγματοποιηθούν sea trials στο προτιθέμενο βύθισμα θέρους, ένα υπάρχει συμφωνία πλοιοκτήτη και ναυπηγείου και έγκριση από την Αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης (verifier)<sup>31</sup>.

Η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης μπορεί να ζητήσει από το ναυπηγείο, όπου απαιτείται, επιπρόσθετες πληροφορίες πέρα από αυτές που περιέχονται στο τεχνικό αρχείο για να εξετάσει την διαδικασία υπολογισμού του EEDI. Ο υπολογισμός της ταχύτητας του πλοίου στο στάδιο της κατασκευής εξαρτάται κατά το πλείστον από την εμπειρία του ναυπηγείου και μπορεί να μην είναι πρακτικό για κανένα πρόσωπο ή οργανισμό εκτός από το ναυπηγείο να εξετάσει πλήρως τις τεχνικές πλευρές των παραμέτρων που βασίζονται στην εμπειρία όπως ο συντελεστής τραχύτητας της γάστρας (roughness coefficient). Γι' αυτό, η προκαταρκτική πιστοποίηση πρέπει να εστιάζει στην διαδικασία υπολογισμού του Επιτυγχανόμενου Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Επίδοσης για να επιβεβαιώσει ότι είναι τεχνικά έγκυρος και ορθός και ότι ακολουθεί τον κανονισμό 3 του παραρτήματος VI μέρος 2 της σύμβασης MARPOL καθώς και τις οδηγίες για τον τρόπο υπολογισμού του EEDI<sup>32</sup>.

Οι επιπρόσθετες πληροφορίες που η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης μπορεί να ζητήσει από το ναυπηγείο -που δεν περιέχονται στο τεχνικό αρχείο- περιλαμβάνουν χωρίς να περιορίζονται σε :

1. Περιγραφές της εγκατάστασης που θα διεξαχθεί το tank test. Αυτό θα περιλαμβάνει το όνομα της εγκατάστασης, τις πληροφορίες του μοντέλου και του εξοπλισμού ρυμούλκησης καθώς και τις εγγραφές διακρίβωσης (calibration) κάθε εξοπλισμού παρακολούθησης (monitoring).
2. Σχεδιαστικές γραμμές του μοντέλου και του πραγματικού πλοίου για την επιβεβαίωση της καταλληλότητας του tank test. Οι σχεδιαστικές γραμμές (σχέδιο διαμηκών τομών, σχέδιο ισάλων, σχέδιο εγκαρσίων τομών) πρέπει να είναι αρκετά λεπτομερείς για να εκφραστεί η ομοιότητα του μοντέλου με το πραγματικό πλοίο.
3. Το βάρος του lightship του πλοίου και ο πίνακας εκτοπίσματος για την επιβεβαίωση του deadweight.

---

<sup>31</sup> Για να εξασφαλιστεί η ποιότητα του tank test πρέπει να ληφθεί υπόψη το σύστημα ποιότητας της ITTC ( International Towing Tank Conference). Κάθε δοκιμή του tank test πρέπει να παρίσταται η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης σύμφωνα με τις οδηγίες του IMO. Θα ήταν επιθυμητό στο μέλλον να υπάρχει ένας οργανισμός εξουσιοδοτημένος για την διεξαγωγή του tank test.

<sup>32</sup> Ένας πιθανός τρόπος για πιο ισχυρή πιστοποίηση είναι να υιοθετηθεί μία πρότυπη μεθοδολογία για να εξάγεται η ταχύτητα του πλοίου από τα αποτελέσματα του tank test με τον ορισμό πρότυπων(standard) τιμών για τους συντελεστές διόρθωσης που βασίζονται στην εμπειρία όπως ο συντελεστής τραχύτητας της γάστρας (roughness coefficient). Με αυτόν τον τρόπο η σύγκριση της επίδοσης κάθε πλοίου μπορεί να επιτευχθεί πιο αντικειμενικά διότι αποκλείεται η πιθανότητα για τον αυθαίρετο ορισμό παραμέτρων που βασίζονται στην εμπειρία.

4. Λεπτομερής αναφορά της μεθόδου και των αποτελεσμάτων του tank test. Αυτό πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα αποτελέσματα του tank test στην κατάσταση sea trials και του προτιθέμενου βυθίσματος θέρους.
5. Λεπτομερής διαδικασία υπολογισμού της ταχύτητας του πλοίου η οποία πρέπει να περιλαμβάνει την εκτίμηση βάση των παραμέτρων που βασίζονται στην εμπειρία όπως ο συντελεστής τραχύτητας της γάστρας (roughness coefficient).
6. Λόγους για απαλλαγή από την διεξαγωγή του tank test. Αυτό πρέπει να περιλαμβάνει σχεδιαστικές γραμμές και αποτελέσματα tank test πλοίων ιδίου ή παρεμφερή τύπου και σύγκριση των κυρίων στοιχείων αυτών των πλοίων και του πλοίου υπό εξέταση. Πρέπει να δοθούν κατάλληλες τεχνικές αιτιολογίες που να εξηγούν τον λόγο που το tank test δεν είναι αναγκαίο.

Οι επιπρόσθετες πληροφορίες μπορεί να περιέχουν εμπιστευτικές πληροφορίες του ναυπηγείου, έτσι μετά την πιστοποίηση η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης θα πρέπει να επιστρέψει όλες οι μέρους των πληροφοριών στο ναυπηγείο εφόσον της ζητήσει.

Η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης θα εκδώσει την αναφορά προκαταρκτικής πιστοποίησης του EEDI εφόσον πρώτα έχει πιστοποιήσει τον Επιτυγχανόμενο Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας στο στάδιο της κατασκευής του πλοίου (design stage).

### **7.2.2.3 Τελική πιστοποίηση του Επιτυγχανόμενου Κατασκευαστικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας.**

Στην δοκιμή sea trial το πλοίο πρέπει να βρίσκεται στο βύθισμα θέρους εάν αυτό είναι δυνατό. Σε ορισμένα πλοία το βύθισμα του πλοίου μπορεί να αντιστοιχεί στο 95% του DWT εάν αυτό είναι εφικτό.

Πριν από την δοκιμή sea trials τα ακόλουθα έγγραφα πρέπει να υποβληθούν στην αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης :

- Μία περιγραφή της διαδικασίας ελέγχου που θα χρησιμοποιηθεί στην διάρκεια των δοκιμών sea trials.
- Ο τελικός πίνακας εκτοπίσματος και το μετρούμενο βάρος lightship του πλοίου ή ένα αντίγραφο της αναφοράς επιθεώρησης του εκτοπίσματος.
- Αντίγραφο του τεχνικού αρχείου NOx.

Η διαδικασία ελέγχου (test procedure) πρέπει να περιέχει κατ' ελάχιστον τις περιγραφές όλων των αναγκαίων στοιχείων που πρόκειται να μετρηθούν με τις αντίστοιχες μεθόδους μέτρησης που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη των καμπύλων ισχύος (power curves) κατά την διάρκεια των δοκιμών sea trials.

Η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης θα πρέπει να εποπτεύει την δοκιμή sea trials και να επιβεβαιώσει τα ακόλουθα:

- Σύστημα πρόωσης και ηλεκτρικής ισχύς , στοιχεία μηχανών και άλλα σχετικά στοιχεία που περιέχονται στο τεχνικό αρχείο του EEDI.
- Βύθισμα και διαγωγή (trim).
- Κατάσταση θάλασσας.
- Ταχύτητα πλοίου.
- Ισχύ άξονα και στροφές ανά λεπτό της κύριας μηχανής.

Το βύθισμα και η διαγωγή θα επιβεβαιώνονται με μετρήσεις βυθισμάτων που θα παίρνονται πριν την έναρξη των sea trials. Οι τιμές του βυθίσματος και της διαγωγής πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στις τιμές της κατάστασης πλοίου που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των καμπύλων ισχύος.

Οι καταστάσεις θάλασσας θα πρέπει να μετρηθούν σύμφωνα με το πρότυπο ISO 15016:2002<sup>33</sup> ή αντίστοιχο.

Η ταχύτητα του πλοίου πρέπει να μετρηθεί σύμφωνα με το πρότυπο ISO 15016:2002 η αντίστοιχο και σε περισσότερο από δύο σημεία των οποίων το εύρος περιλαμβάνει το 75% της ισχύος MCR.

Η απόδοση της μηχανής πρέπει να μετρηθεί από μετρητή ισχύος άξονα ή άλλη μέθοδο την οποία ο κατασκευαστής της μηχανής συνιστά και η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης εγκρίνει. Άλλες μέθοδοι μπορεί να είναι αποδεκτοί μετά την συμφωνία πλοιοκτήτη και ναυπηγείου και με την έγκριση της αρχής ή του αναγνωρισμένου οργανισμού πιστοποίησης.

Το ναυπηγείο πρέπει να αναπτύξει της καμπύλες ισχύος βάση την μετρούμενη ταχύτητα του πλοίου και την μετρούμενη απόδοση (output) της κύριας μηχανής κατά την διάρκεια των sea trials. Για την ανάπτυξη των καμπύλων ισχύος, το ναυπηγείο πρέπει να διορθώσει την μετρούμενη ταχύτητα του πλοίου εάν απαιτείται παίρνοντας υπόψη την επίδραση του ανέμου, παλίρροιας , κυμάτων και ρηχών υδάτων σύμφωνα με το πρότυπο ISO 15016:2002 ή αντίστοιχο το οποίο μπορεί να είναι αποδεκτό εφόσον η μέθοδος είναι διαφανή για την αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης και διαθέσιμη και προσιτή δημοσίως. Με την συμφωνία του πλοιοκτήτη το ναυπηγείο θα πρέπει να υποβάλει μία αναφορά για την δοκιμή των sea trials, που να περιλαμβάνει λεπτομέρειες της ανάπτυξης των καμπύλων ισχύος, στην αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης για πιστοποίηση.

Το ναυπηγείο θα πρέπει να συγκρίνει τις καμπύλες ισχύς που υπολογίστηκαν από την εκτέλεση των sea trials με τις εκτιμώμενες καμπύλες ισχύς στο στάδιο κατασκευής. Στην περίπτωση που παρατηρηθούν διαφορές ο επιτυγχάνόμενος κατασκευαστικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας πρέπει να υπολογιστεί πάλι σύμφωνα με τα ακόλουθα :

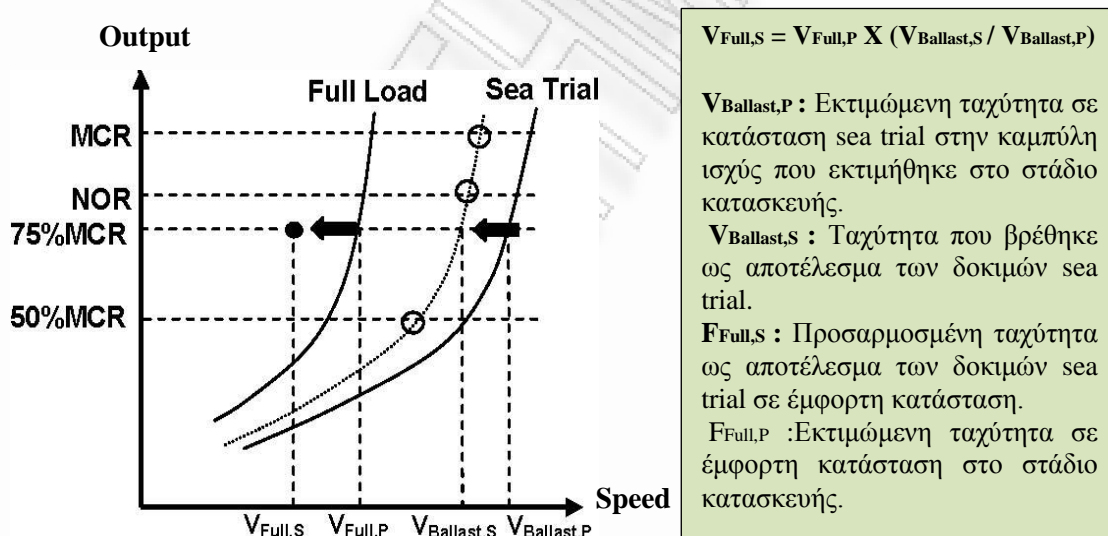
---

<sup>33</sup> ISO 15016:2002. Ships and marine technology-Guidelines for the assessment of speed and power performance by analysis of speed trial data.

1. Για τα πλοία που οι δοκιμές των sea trial διεξάχθηκαν στο βύθισμα θέρους ο επιτυγχανόμενος κατασκευαστικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας πρέπει να υπολογιστεί πάλι χρησιμοποιώντας την μετρούμενη ταχύτητα του πλοίου στο 75% τις ισχύς MCR.
2. Για τα πλοία που οι δοκιμές των sea trial δεν μπορούσαν να διεξαχθούν στο βύθισμα θέρους εάν η μετρούμενη ταχύτητα του πλοίου στην ισχύ του 75% MCR της κύριας μηχανής στην κατάσταση δοκιμών sea trials είναι διαφορετική από την αναμενόμενη ταχύτητα της καμπύλης ισχύος στην αντίστοιχη κατάσταση του πλοίου τότε το ναυπηγείο πρέπει να υπολογίσει πάλι τον Επιτυγχανόμενο Κατασκευαστικό Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας με το να προσαρμόσει την ταχύτητα του πλοίου στο βύθισμα θέρους με μια κατάλληλη μέθοδο διόρθωσης που την αποδέχεται η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης .

Το παρακάτω γράφημα δείχνει παράδειγμα των εφικτών μεθόδων για προσαρμογή της ταχύτητας.

ΓΡΑΦΗΜΑ 7.1 Παράδειγμα προσαρμογής ταχύτητας πλοίου



ΠΗΓΗ : MEPC.1/Circ.682

Στην περίπτωση που το τελικό deadweight/Gross tonnage διαφέρει από το deadweight/Gross tonnage σχεδιασμού που χρησιμοποιήθηκε στον υπολογισμό του EEDI στην διάρκεια της προκαταρκτικής επιβεβαίωσης (preliminary verification), ο πλοιοκτήτης ή το ναυπηγείο θα πρέπει να υπολογίσει πάλι τον Επιτυγχανόμενο Κατασκευαστικό δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας χρησιμοποιώντας το τελικά προσδιορισμένο deadweight/Gross tonnage. Το τελικά προσδιορισμένο deadweight/Gross tonnage πρέπει να επιβεβαιώνεται στο Πιστοποιητικό καταμέτρησης του πλοίου (Tonnage certificate).

Στην περίπτωση που ο Επιτυγχανόμενος Κατασκευαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας υπολογιστεί στην προκαταρκτική πιστοποίηση χρησιμοποιώντας την ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC) βάση της αναφοράς δοκιμών (test report) του κατασκευαστή εξαιτίας της μη διαθεσιμότητας του εγκεκριμένου τεχνικού αρχείου NOx την περίοδο εκείνη τότε ο Επιτυγχανόμενος Κατασκευαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας πρέπει να υπολογισθεί πάλι χρησιμοποιώντας την ειδική κατανάλωση καυσίμου του εγκεκριμένου τεχνικού αρχείου NOx.

Το τεχνικό αρχείο EEDI θα πρέπει να αναθεωρείται όπως χρειάζεται παίρνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των δοκιμών sea trials. Αυτή η αναθεώρηση θα πρέπει να περιλαμβάνει την προσαρμοσμένη καμπύλη ισχύος βάση των αποτελεσμάτων δοκιμών sea trials ( δηλαδή προσαρμοσμένη ταχύτητα πλοίου στο 75% της ισχύος MCR της κύριας μηχανής στο βύθισμα θέρους ) , το τελικά καθορισμένο deadweight/gross tonnage, την ειδική κατανάλωση καυσίμου που περιγράφεται στο εγκεκριμένο τεχνικό αρχείο NOx και τον επανυπολογισμένο Επιτυγχανόμενο Κατασκευαστικό δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας βάση αυτών των τροποποιήσεων.

Το τεχνικό αρχείο EEDI εάν αναθεωρηθεί θα πρέπει να υποβληθεί στην αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης για την επιβεβαίωση ότι ο αναθεωρημένος Επιτυγχανόμενος Κατασκευαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας είναι υπολογισμένος σύμφωνα με το παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL και τις οδηγίες υπολογισμού EEDI.

#### **7.2.2.4 Πιστοποίηση του Επιτυγχανόμενου Κατασκευαστικού δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας στην περίπτωση μείζονος μετατροπής.**

Στην περίπτωση που πραγματοποιηθεί μείζονα μετατροπή στο πλοίο ο πλοιοκτήτης θα πρέπει να υποβάλει στην αρχή ή τον αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης αίτηση για μία επιπρόσθετη επιθεώρηση μαζί με το τεχνικό αρχείο EEDI το οποίο πρέπει να είναι πλήρως αναθεωρημένο βάση της μετατροπής που έγινε καθώς και άλλα σχετικά έγγραφα.

Τα σχετικά έγγραφα θα πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα ακόλουθα :

1. Έγγραφα που να εξηγούν λεπτομέρειες της μετατροπής.
2. Παραμέτρους EEDI που τροποποιήθηκαν μετά την μετατροπή και την τεχνική αιτιολογία για κάθε αντίστοιχη παράμετρος.
3. Αιτίες για άλλες τροποποιήσεις, εάν υπάρχουν, που έγιναν στο τεχνικό αρχείο EEDI.
4. Υπολογισμένη τιμή του Επιτυγχανόμενου Κατασκευαστικού δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας με την περίληψη υπολογισμού η οποία θα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον κάθε τιμή των παραμέτρων υπολογισμού καθώς και την διαδικασία υπολογισμού που

χρησιμοποιήθηκε για να καθοριστεί ο Επιτυγχανόμενος Κατασκευαστικός δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας μετά την μετατροπή.

Η αρχή ή ο αναγνωρισμένος οργανισμός πιστοποίησης θα πρέπει να επανεξετάσει το αναθεωρημένο τεχνικό αρχείο EEDI και άλλα υποβαλλόμενα έγγραφα και να επιβεβαιώσει την διαδικασία υπολογισμού του ΕΚΔΕΑ για αν διασφαλίσει ότι είναι τεχνικά έγκυρη και ορθή και ότι σύμφωνη με το παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL και τις οδηγίες υπολογισμού EEDI.

Για πιστοποίηση του ΕΚΔΕΑ μετά από μια μετατροπή απαιτούνται δοκιμές sea trial ανάλογα με την ανάγκη.

# ΟΓΔΟΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Operational Indicator-EEOI)

### 8.1 Γενικά

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ στην 52<sup>η</sup> σύνοδο της εξέδωσε οδηγίες για εθελοντική χρήση του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας των πλοίων<sup>34</sup>.

Αυτές οι οδηγίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθιερώσουν μια συνεπή προσέγγιση για την εθελοντική χρήση ενός δείκτη ΕΕΟΙ, ο οποίος θα βοηθήσει τους πλοιοκτήτες, τους διαχειριστές πλοίων καθώς και άλλους ενδιαφερόμενους στην αξιολόγηση της απόδοσης του στόλου τους όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Δεδομένου ότι το ποσό του CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται από ένα σκάφος συσχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση των καυσίμων, ο δείκτης ΕΕΟΙ μπορεί επίσης να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την απόδοση ενός σκάφους όσον αφορά την αποδοτικότητα των καυσίμων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και προς το παρόν ο δείκτης ΕΕΟΙ είναι εθελοντικός, ο ρόλος του στην ναυτιλία στο μέλλον μπορεί να αυξηθεί σημαντικά. Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ μελετά τώρα τους τρόπους της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα βάση των μηχανισμών αγοράς ρύπων (Market-based mechanisms-MBMs). Σε ένα αριθμό διάφορων μηχανισμών ρύπων που υποβλήθηκαν για μελέτη, ο Λειτουργικός Δείκτης Λειτουργικής Αποδοτικότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα θεμελιώδη κριτήριο για ένα πλοίο έτσι ώστε να αποφασιστεί η αναγκαιότητα για αγορά εκπομπής ρύπων διοξειδίου του άνθρακα. Έτσι με βάση τα παραπάνω η ακρίβεια της μεθόδου εκτίμησης του δείκτη ΕΕΟΙ είναι ζωτική.

### 8.2 Οδηγίες ΙΜΟ ΜΕΡC.1/Circ.684

#### 8.2.1 Σκοπός

Ο σκοπός των οδηγιών αυτών είναι να παρέχουν στους χρήστες βοήθεια στο στάδιο της καθιέρωσης ενός μηχανισμού έτσι ώστε να επιτύχουν περιορισμό ή μείωση των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου από την λειτουργία των πλοίων.

Αυτές οι οδηγίες παρουσιάζουν την έννοια ενός δείκτη για την παρακολούθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά την λειτουργία ενός πλοίου, ως έκφραση της αποδοτικότητας που εκφράζεται υπό μορφή διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται ανά μονάδα μεταφορικού έργου του πλοίου. Οι οδηγίες προορίζονται για να παρέχουν παράδειγμα μιας μεθόδου υπολογισμού που θα μπορούσε να

<sup>34</sup> ΜΕΡC.1/Circ.684 (17/August/2009) “Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI)”.

χρησιμοποιηθεί ως αντικειμενική, βασισμένη-στην-αποδοτικότητα προσέγγιση για τον έλεγχο της αποδοτικότητας της λειτουργίας ενός πλοίου.

Αυτές οι οδηγίες είναι εισηγητικής (recommendatory) φύσης και παρουσιάζουν μια πιθανή χρήση ενός λειτουργικού δείκτη. Εντούτοις, οι πλοιοκτήτες, οι διαχειριστές πλοίων και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη καλούνται να εφαρμόσουν στα περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισής τους είτε αυτές τις οδηγίες είτε μια ισοδύναμη μέθοδο και να λάβουν σοβαρά υπόψη την υιοθέτηση των αρχών που παρουσιάζονται στις οδηγίες αυτές όταν αναπτύσσουν σχέδια για έλεγχο αποδοτικότητας.

## 8.2.2 Ορισμοί

### 8.2.2.1 Ορισμός Δείκτη ΕΕΟΙ

Στην πιο απλή του μορφή ο Λειτουργικός Δείκτης Λειτουργικής Αποδοτικότητας ορίζεται ως ο λόγος της μάζας (M) του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που εκπέμπεται ανά μονάδα μεταφορικού έργου.

$$\text{Δείκτης} = \frac{M_{CO_2}}{(\text{μεταφορικό έργο})}$$

### 8.2.2.2 Κατανάλωση Καυσίμου

Κατανάλωση καυσίμου, FC, ορίζεται ως η ολική ποσότητα καυσίμων που καταναλώθηκαν εν πλω ή σε λιμένα σε ένα ταξίδι ή μια περίοδο αναφοράς (π.χ. κατά την διάρκεια μιας ημέρας), από τις κύριες και βοηθητικές μηχανές του πλοίου περιλαμβανομένων των καταναλώσεων λεβήτων και αποτεφρωτήρων (incinerators).

### 8.2.2.3 Διανύμενη Απόσταση

Διανύμενη απόσταση είναι η πραγματική απόσταση που διανύθηκε σε ναυτικά μίλια (όπως αναγράφεται στο ημερολόγιο γέφυρας του πλοίου) σε ένα ταξίδι ή μια περίοδος αναφοράς.

### 8.2.2.4 Τύποι πλοίων και φορτίου

Οι οδηγίες αυτές μπορεί να εφαρμοσθούν σε όλα τα πλοία που εκτελούν μεταφορικό έργο όπως :

- Πλοία μεταφοράς χύδην ξηρού φορτίου.
- Δεξαμενόπλοια
- Υγραεριοφόρα (LNG/LPG)
- Πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων
- Πλοία μεταφοράς γενικού φορτίου
- Οχηματαγωγά πλοία
- Επιβατηγά πλοία περιλαμβανομένων και των πλοίων επιβατηγών-



οχηματαγωγών

Το μεταφερόμενο φορτίο περιλαμβάνει , χωρίς να περιορίζεται , στα κάτωθι :

- Υγροποιημένο φυσικό αέριο(LNG) και υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο (LPG).
- Υγρά και στερεά χύδην φορτία
- Γενικό φορτίο
- Φορτίο σε εμπορευματοκιβώτια (περιλαμβανομένων και των άδειων εμπορευματοκιβωτίων του ταξιδιού επιστροφής)
- Μη μοναδοποιημένο γενικό φορτίο (break bulk)
- Βαριά φορτία (heavy lifts)
- Ξυλεία και προϊόντα του δάσους (π.χ. κορμοί δένδρων)
- Κατεψυγμένα (frozen) όπως π.χ. κρέας και ψάρια και παγωμένα (chilled) προϊόντα, όπως π.χ. τα γαλακτοκομικά και άλλα φαγώσιμα
- Φορτίο που μεταφέρεται σε οχήματα , αυτοκίνητα και οχήματα φορτωμένα που μεταφέρονται σε οχηματαγωγά πλοία και επιβάτες που μεταφέρονται με πλοία επιβατηγά και επιβατηγά/οχηματαγωγά πλοία.

#### 8.2.2.5 Μεταφερόμενη Ποσότητα Φορτίου ή Μεταφορικό Έργο

Γενικά , η μεταφερόμενη ποσότητα φορτίου ή το μεταφορικό έργο εκφράζεται ως ακολούθως.

1. Για πλοία χύδην ξηρού φορτίου, δεξαμενόπλοια , υγραεριοφόρα , οχηματαγωγά και πλοία γενικού φορτίου, πρέπει να χρησιμοποιούνται οι μετρικοί τόνοι (t) του φορτίου που μεταφέρεται.
2. Για πλοία που ασχολούνται αποκλειστικά με την μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων ο αριθμός των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρονται (TEU) ή οι μετρικοί τόνοι (t) της συνολικής ποσότητας του φορτίου και εμπορευματοκιβωτίων πρέπει να χρησιμοποιούνται.
3. Για πλοία που μεταφέρουν συνδυασμό εμπορευματοκιβωτίων και άλλων φορτίων τότε πρέπει να υπολογίζεται 10 τόνοι για κάθε γεμάτο εμπορευματοκιβώτιο (TEU) και 2 τόνοι για κάθε άδειο εμπορευματοκιβώτιο (TEU).
4. Για επιβατηγά πλοία περιλαμβανομένων και των επιβατηγών-οχηματαγωγών (ro-ro passenger) πλοίων θα πρέπει να χρησιμοποιείται ο αριθμός των επιβατών ή η ολική χωρητικότητα του πλοίου.

Σε μερικές ειδικές περιπτώσεις το μεταφορικό έργο μπορεί να εκφραστεί ως ακολούθως :

5. Για πλοία μεταφοράς αυτοκινήτων (car carriers) και πλοία πορθμεία για μεταφορά έμφορτων αυτοκινήτων (car ferries) , ως ο συνολικός αριθμός των αυτοκινήτων ή το συνολικό μήκος σε μέτρα των διαδρόμων που καταλαμβάνουν (lanes in meters, LIMs).
6. Για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ο αριθμός των TEU (άδεια ή γεμάτα).
7. Για οχηματαγωγά πλοία με δυνατότητα φορτοεκφόρτωσης τροχοφόρων

οχημάτων ειδικά κατασκευασμένων για να κινούνται επί σιδηροτροχιών (railway and ro-ro vessels), ως ο συνολικός αριθμός των οχημάτων ή το συνολικό μήκος των διαδρόμων που καταλαμβάνεται από τα τροχοφόρα

Για πλοία, όπως για παράδειγμα, ορισμένα πλοία ro-ro που μεταφέρουν συνδυασμό, αυτοκινήτων με επιβάτες, επιβάτες και φορτίο, οι διαχειριστές αυτών των πλοίων μπορεί να χρησιμοποιήσουν ένα σταθμισμένο μέσο βασιζόμενο στην σχετική σημασία της κάθε μορφή μεταφοράς (αυτοκίνητα, επιβάτες, φορτίο) στο συγκεκριμένο δρομολόγιο ή την χρήση άλλων παραμέτρων και δεικτών.

#### **8.2.2.6 Ταξίδι ( Voyage)**

*Ταξίδι* γενικά σημαίνει ή περίοδος ανάμεσα από την αναχώρηση του πλοίου από ένα λιμάνι έως την αναχώρηση του από το επόμενο λιμάνι. Εναλλακτικοί ορισμοί μπορεί να είναι αποδεκτοί.

#### **8.2.3 Κατάρτιση του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEOI)**

Ο Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας πρέπει να είναι ένα αντιπροσωπευτικό μέτρο της ενεργειακής αποδοτικότητας της λειτουργίας του πλοίου κατά την διάρκεια μιας περιόδου που αντιπροσωπεύει την εμπορική εκμετάλλευση (trading pattern) του πλοίου.

Για να καθιερώσουμε τον δείκτη EEOI χρειάζονται να ακολουθήσουμε γενικά τα παρακάτω βήματα :

- Καθορισμός της περιόδου που ο EEOI υπολογίζεται. Τα ταξίδια υπό έρμα (ballast voyages) καθώς επίσης και τα ταξίδια που δεν χρησιμοποιούνται για μεταφορά φορτίου όπως ταξίδια για δεξαμενισμό ή επισκευές, πρέπει να συμπεριλαμβάνονται και αυτά. Ταξίδια όμως που είναι αναγκαία για την ασφάλεια του πλοίου ή για την διάσωση ανθρώπινης ζωής στην θάλασσα πρέπει να μην συμπεριλαμβάνονται.
- Καθορισμός της πηγής δεδομένων για την συλλογή τους.
- Συλλογή δεδομένων.
- Κατάλληλη μορφοποίηση δεδομένων.
- Υπολογισμός EEOI.

#### **8.2.4 Καταγραφή γενικών δεδομένων και διαδικασίες τεκμηρίωσης**

Για καλλίτερα αποτελέσματα, η μέθοδος καταγραφής δεδομένων που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι ομοιόμορφη έτσι ώστε να μπορούν να συλλεχθούν και να αναλυθούν εύκολα πληροφορίες για να διευκολυνθεί η εξαγωγή των απαραίτητων πληροφοριών. Η συλλογή των δεδομένων από τα πλοία πρέπει να περιλαμβάνει την διανυόμενη απόσταση, την ποσότητα και τον τύπο του καυσίμου που χρησιμοποιήθηκε καθώς και όλες τις πληροφορίες καυσίμου που μπορούν να επηρεάσουν την ποσότητα του

διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται<sup>35</sup>.

Είναι σημαντικό να συλλέγονται επαρκείς πληροφορίες στο πλοίο σχετικά με την ποσότητα και το είδος του καυσίμου, διανυόμενη απόσταση και είδος φορτίου έτσι ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί μια ρεαλιστική εκτίμηση.

Η διανυόμενη απόσταση θα πρέπει να υπολογιστεί από την πραγματική διανυόμενη απόσταση όπως αναγράφεται στο ημερολόγιο του πλοίου (ship's log).

Το είδος και η ποσότητα του καυσίμου από τα δελτία παράδοσης καυσίμου και η διανυόμενη απόσταση από το ημερολόγιο του πλοίου πρέπει να τεκμηριώνονται από το προσωπικό του πλοίου σύμφωνα με είτε το παράδειγμα 1 ή με ένα άλλο ισοδύναμο τρόπο που έχει υιοθετήσει η εταιρία.

### 8.2.5 Παρακολούθηση και Επιβεβαίωση (Monitoring and verification)

Πρέπει να υπάρχουν τεκμηριωμένες διαδικασίες για την παρακολούθηση και μέτρηση σε τακτική βάση του EEOI.

### 8.2.6 Υπολογισμός του EEOI

Ο λειτουργικός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας για ένα ταξίδι υπολογίζεται από την σχέση :

$$EEOI = \frac{\sum_{j=1}^m FC_j * C_{Fj}}{m_{cargo} * D}$$

Όταν θέλουμε να υπολογίσουμε την μέση τιμή του δείκτη για μία περίοδο ή για ένα αριθμό ταξιδιών τότε υπολογίζεται με την κάτωθι σχέση :

$$Average EEOI = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (FC_{ij} * C_{Fj})}{\sum_{i=1}^n (m_{cargo,i} * D_i)}$$

Όπου :

- j, είναι ο τύπος του πετρελαίου
- i, είναι ο αύξων αριθμός του ταξιδιού
- FC<sub>ij</sub>, είναι η μάζα του καταναλωμένου καυσίμου j στο ταξίδι i σε τόνους
- M<sub>cargo</sub> είναι η ποσότητα του φορτίου που μεταφέρεται σε τόνους ή το μεταφορικό έργο (αριθμός TEU ή επιβατών) ή η ολική χωρητικότητα (GRT) για τα επιβατηγά πλοία
- D, είναι η διανυόμενη απόσταση σε ναυτικά μίλια που αντιστοιχεί στο φορτίο που μεταφέρθηκε ή στο μεταφορικό έργο.

<sup>35</sup> Πληροφορίες για το καύσιμο περιέχονται στα δελτία παράδοσης καυσίμου (bunker delivery notes) που απαιτούνται από το άρθρο 18 του παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL.

- $C_{Fj}$  είναι ένας αδιάστατος παράγοντας μετατροπής ανάμεσα στην κατανάλωση μετρούμενη σε γραμμάρια και στην αντίστοιχη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα μετρούμενη επίσης σε γραμμάρια για το καύσιμο j. Η τιμή του  $C_F$  βρίσκεται από τον ακόλουθο πίνακα.

Καύσιμο	Προδιαγραφή καυσίμου	Περιεχόμε νο σε άνθρακα	$C_F$ (t-CO <sub>2</sub> /t-Fuel)
Diesel/Gas oil	ISO 8217 Grades DMX έως DMB	0.8744	3.206000
Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA έως RMD	0.8594	3.151040
Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME έως RMK	0.8493	3.114400
Liquefied Petroleum Gas (LPG)	προπάνιο	0.8182	3.000000
	βουτάνιο	0.8264	3.030000
Liquefied Natural Gas (LNG)		0.7500	2.750000

Η μονάδα μέτρησης του EEOI εξαρτάται από την μονάδα μέτρησης του μεταφερόμενου φορτίου ή του μεταφορικού έργου, π.χ. τόνοι CO<sub>2</sub>/ τονομίλια , τόνοι CO<sub>2</sub>/ (TEU \* ναυτικά μίλια), τόνοι CO<sub>2</sub>/ (επιβάτες \* ναυτικά μίλια) , κλπ.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

NAME AND TYPE OF SHIP : M/T ALIAKMON						
Voyage or day (i)	Fuel consumption (FC) at sea and in port in tonnes				Voyage or time period data	
	Fuel type (HFO)	Fuel type (LFO)	Fuel type ( )		Cargo (m) (tonnes or units)	Distance (D) (NM)
1	20	5			25000	300
2	20	5			0	300
3	50	10			25000	750
4	10	3			15000	150

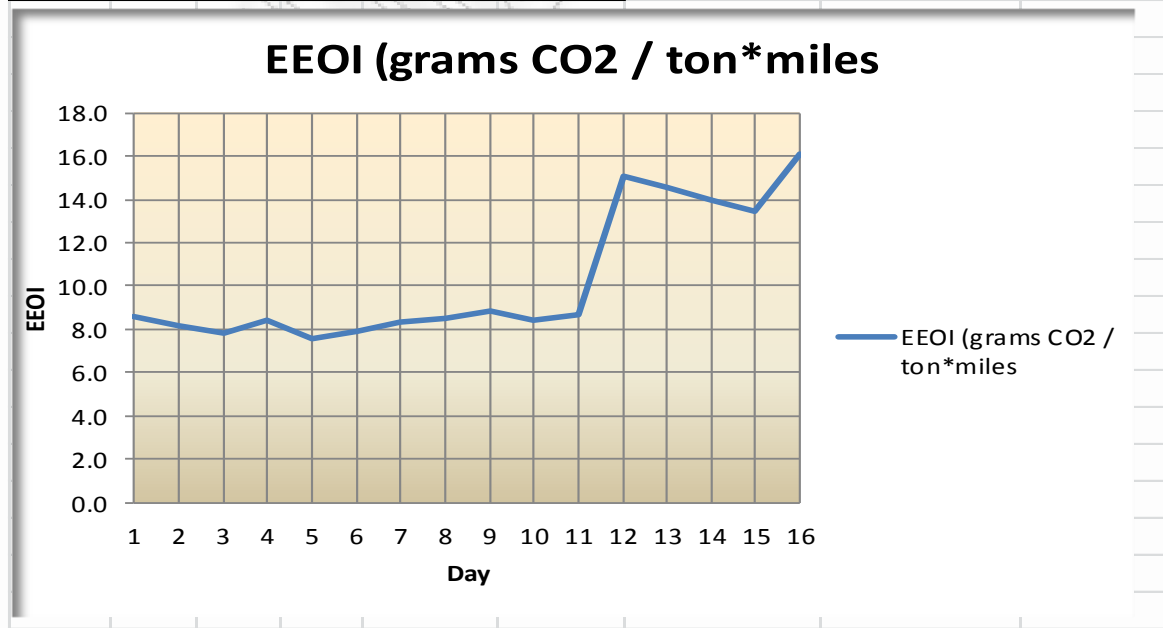
$$EEOI = \frac{(100 * 3.114) + (23 * 3.151)}{(25000 * 300) + (0 * 300) + (25000 * 750) + (15000 * 150)} =$$

$$= 0,00001347 \text{ tonnes CO}_2 / (\text{tons} * \text{nautical mile})$$

$$\text{Or } 13,47 \text{ grams CO}_2 / (\text{tons} * \text{nautical mile})$$

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2°**

NAME AND TYPE OF SHIP : M.T ALIAKMON								
VOYAGE : FROM ROTTERDAM TO HOUSTON (USA)								
C <sub>F</sub> Gas Oil :	3.2060							
C <sub>F</sub> HFO :	3.1144							
C <sub>F</sub> LFO :	3.1504							
Day (i)	HFO	LFO	MGO	CARGO (m) in MT	Distance (D) in nm	Tonne-mile (m <sub>cargo</sub> * Dist)	Voyage CO <sub>2</sub> (grammes)	EEOI
1		35		38200	336	12835200	110264000.0	8.6
2	32	2		38200	340	12988000	105961600.0	8.2
3	32			38200	332	12682400	99660800.0	7.9
4	34			38200	330	12606000	105889600.0	8.4
5	31			38200	335	12797000	96546400.0	7.5
6	32			38200	330	12606000	99660800.0	7.9
7	33			38200	324	12376800	102775200.0	8.3
8	34			38200	326	12453200	105889600.0	8.5
9	35			38200	322	12300400	109004000.0	8.9
10	34			38200	329	12567800	105889600.0	8.4
11	35			38200	328	12529600	109004000.0	8.7
12	32			20000	330	6600000	99660800.0	15.1
13	31			20000	332	6640000	96546400.0	14.5
14	30			20000	335	6700000	93432000.0	13.9
15	29			20000	336	6720000	90317600.0	13.4
16	33			20000	319	6380000	102775200.0	16.1
	487	37			5284	171782400	1633277600.0	
<b>Voyage EEOI :</b>		<b>9.5 gram CO<sub>2</sub> / tonne*n.m</b>						



Στο παραπάνω παράδειγμα ο ΕΕΟΙ για το συνολικό ταξίδι βρίσκεται ένα διαιρέσουμε την συνολική ποσότητα εκπομπής CO<sub>2</sub> με τα συνολικά τονομίλια του ταξιδιού, δηλαδή :

$$\text{Voyage EEOI} = \frac{\text{Total voyage CO}_2 \text{ emissions}}{\text{Total Voyage tonne-miles}} = \frac{1633277600}{171782400} = 9.5 \text{ gram CO}_2 / \text{tonne - miles}$$

### 8.2.6.1 Υπολογισμός ΕΕΟΙ για σειρά ταξιδιών

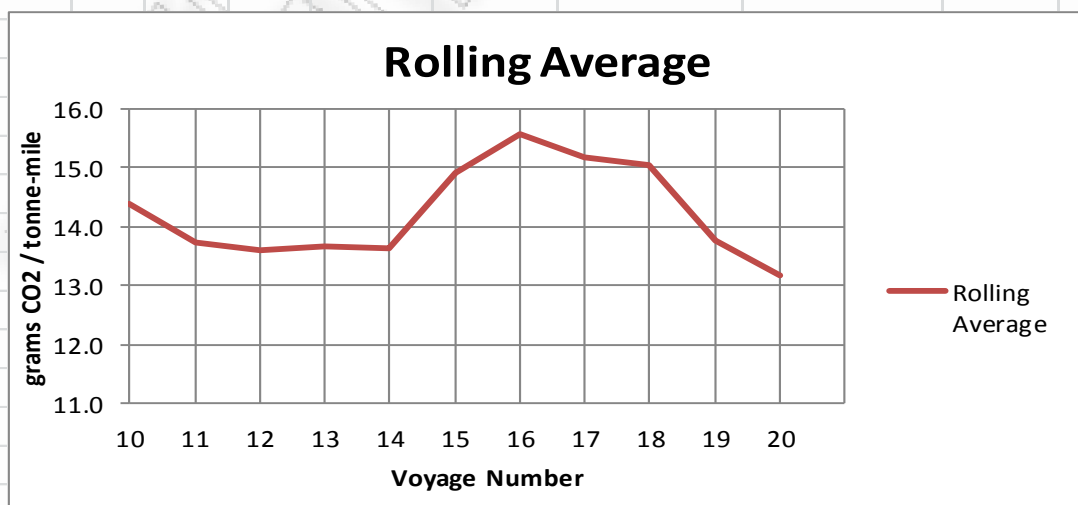
#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3<sup>ο</sup>

NAME AND TYPE OF SHIP : M.T ALIAKMON								
C <sub>F</sub> Gas Oil :				3.2060				
C <sub>F</sub> HFO :				3.1144				
C <sub>F</sub> LFO :				3.1504				
Voyage No	HFO	LFO	MGO	CARGO (m) in MT	Distance (D) in nm	Tonne-mile (m <sub>cargo</sub> * Dist)	Voyage CO <sub>2</sub> (grammes)	Voyage EEOI
1	35			38200	336	12835200	109004000.0	8.5
2	73			0	750	0	227351200.0	
3	160			41500	1345	55817500	498304000.0	8.9
4	34			0	3360	0	105889600.0	
5	432	35		37100	3888	144244800	1455684800.0	10.1
6	32			0	330	0	99660800.0	
7	238			39000	2436	95004000	741227200.0	7.8
8	264			0	2688	0	822201600.0	
9	142			41000	1320	54120000	442244800.0	8.2
10	228			0	2184	0	710083200.0	
11	182			34000	1887	64158000	566820800.0	8.8
12	58			0	600	0	180635200.0	
13	348			32000	3032	97024000	1083811200.0	11.2
14	30			0	335	0	93432000.0	
15	29			40500	336	13608000	90317600.0	6.6
16	100			0	998	0	311440000.0	
17	280			37550	2980	111899000	872032000.0	7.8
18	250			0	2950	0	778600000.0	
19	290	35		38500	3310	127435000	1013440000.0	8.0
20	148			0	1525	0	460931200.0	
	3318	70			36590	776145500	10663111200.0	
<b>Average EEOI</b>		<b>13.7 gram CO<sub>2</sub> / tonne*n.m</b>						

### 8.2.6.2 Υπολογισμός ROLLING AVERAGE

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4<sup>ο</sup>

NAME AND TYPE OF SHIP : M.T ALIAKMON									
C <sub>F</sub> Gas Oil :		3.2060							
C <sub>F</sub> HFO :		3.1144							
C <sub>F</sub> LFO :		3.1504							
Voyage No				CARGO	Distance	Tonne-mile (m <sub>cargo</sub> * Dist)	Voyage CO <sub>2</sub> (grammes)	Voyage EEOI	Rolling Average
	HFO	LFO	MGO	(m) in MT	(D) in nm				
1	35			38200	336	12835200	109004000.0	8.5	
2	73			0	750	0	227351200.0		
3	160			41500	1345	55817500	498304000.0	8.9	
4	34			0	3360	0	105889600.0		
5	432	35		37100	3888	144244800	1455684800.0	10.1	
6	32			0	330	0	99660800.0		
7	238			39000	2436	95004000	741227200.0	7.8	
8	264			0	2688	0	822201600.0		
9	142			41000	1320	54120000	442244800.0	8.2	
10	228			0	2184	0	710083200.0		14.4
11	182			34000	1887	64158000	566820800.0	8.8	13.7
12	58			0	600	0	180635200.0		13.6
13	348			32000	3032	97024000	1083811200.0	11.2	13.7
14	30			0	335	0	93432000.0		13.6
15	29			40500	336	13608000	90317600.0	6.6	14.9
16	100			0	998	0	311440000.0		15.6
17	280			37550	2980	111899000	872032000.0	7.8	15.2
18	250			0	2950	0	778600000.0		15.1
19	290	35		38500	3310	127435000	1013440000.0	8.0	13.8
20	148			0	1525	0	460931200.0		13.2
	3318	70			36590	776145500	10663111200.0		
<b>Average EEOI :</b>		<b>13.7 gram CO<sub>2</sub> / tonne*n.m</b>							



## ΕΝΑΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Προτάσεις Βελτίωσης Υπολογισμού του Λειτουργικού Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (ΕΕΟΙ)

#### 9.1 Γενικά

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του ΙΜΟ στην 62η σύνοδος της τον Ιούλιο του 2011 συμφώνησε ότι δυο προτάσεις που έχουν υποβληθεί στον ΙΜΟ από την Κορέα (MEPC 61/5/29 , 6 August 2010) και την Ρωσία (MEPC 62/5/11 , 6 May 2011) για την βελτίωση του υπολογισμού του ΕΕΟΙ θα προωθηθούν στην αρμόδια ομάδα εργασίας (working group) για θεώρηση με σκοπό να βελτιωθούν εάν είναι απαραίτητο οι παρούσες οδηγίες του ΙΜΟ MEPC.1/Circ.684. Οι δύο αυτές προτάσεις εξετάζονται παρακάτω.

#### 9.2 Πρόταση για διόρθωση του υπολογισμού του Λειτουργικού Δείκτη Λειτουργικής Αποδοτικότητας που υποβλήθηκε από την Ρωσία (MEPC 62/5/11 , 6 May 2011).

Η Ρωσία με την πρόταση που υποβλήθηκε της 6 Μαΐου 2011 με την MEPC 62/5/11 θέτει μια διαφορετική βάση στον υπολογισμό του δείκτη ΕΕΟΙ. Η Ρωσία υπολόγισε τον δείκτη ΕΕΟΙ σε 30 πλοία διαφόρων τύπων και μεγεθών συμπεριλαμβανομένων πλοίων χαρακτηρισμένων ως ice class. Ο υπολογισμός βασίστηκε σε δεδομένα που εδόθησαν από τους πλοιοκτίτες των πλοίων για ταξίδια που εκτελέστηκαν το 2009. Όταν ένα πλοίο και συγκεκριμένα δεξαμενόπλοιο εκτελεί ταξίδι υπό έρμα μετά το έμφορτο ταξίδι η κατανάλωση καυσίμου στο ταξίδι υπό έρμα συμπεριλαμβάνεται για το έμφορτο ταξίδι και προκαλείται μια σημαντική στρέβλωση στην πραγματική ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου. Επιπρόσθετα, εάν ένας πλοιοκτήτης ενδιαφέρεται για την συνεχή παρακολούθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου του δεν μπορεί να υπολογίσει την ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου για κάθε ταξίδι με βάση την υπάρχουσα φόρμουλα υπολογισμού που αναφέρεται στην εγκύκλιο MEPC.1/Circ.684 του ΙΜΟ, επειδή στο ταξίδι υπό έρμα η ποσότητα του φορτίου που μεταφέρεται είναι μηδέν και έτσι ο δείκτης ΕΕΟΙ γίνεται ίσος με το άπειρο. Έτσι η πρόταση της Ρωσίας αναφέρει ότι το ταξίδι υπό έρμα του πλοίου μπορεί να συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς του δείκτη ΕΕΟΙ με δύο τρόπους. Σύμφωνα με τον πρώτο τρόπο επιθέτουμε το εκτόπισμα υπό έρμα του πλοίου στην σχέση υπολογισμού του ΕΕΟΙ , ενώ κατά τον δεύτερο τρόπο θεωρούμε το ταξίδι υπό έρμα ως ένα αναπόσπαστο μέρος του εμφόρτου ταξιδιού και έτσι το ταξίδι υπό έρμα και το έμφορτο ταξίδι θα θεωρούνται μαζί ως ένα ταξίδι. Στην πρόταση της διεξήγαγε δύο υπολογισμούς : ο πρώτος υπολογισμός έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες της εγκυκλίου MEPC.1/Circ.684 όπου το ταξίδι υπό έρμα θεωρείται ως ένα



ξεχωριστό ταξίδι και το καύσιμο που χρησιμοποιείται σε αυτό θα περιλαμβάνεται στο έμφορτο ταξίδι (υπολογισμός 1<sup>ος</sup>). Ο δεύτερος υπολογισμός είναι βασισμένος στην υπόθεση ότι το ταξίδι υπό έρμα είναι μέρος του εμφόρτου ταξιδιού και έτσι και τα δύο αυτά ταξίδια θεωρούνται ως ένα ταξίδι (υπολογισμός 2<sup>ος</sup>). Ο επόμενος πίνακας εμπεριέχει τα βασικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς.

Name and Type of ship :				
Passage Number	Fuel consumption in port and at sea in tonnes		Cargo carried, in tonnes	Distance travelled in miles
	Heavy fuel	Light fuel		
1	20	5	20000	300
2	20	5	0	297
3	30	10	20000	500
4	30	10	0	500

Ο υπολογισμός βασίστηκε στην παρακάτω σχέση :

$$Average\ EEOI = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (FC_{ij} * C_{Fj})}{\sum_{i=1}^n (m_{cargo,i} * D_i)}$$

Όπου :

- **j** , είναι ο τύπος του πετρελαίου
- **i** , είναι ο αύξων αριθμός του ταξιδιού
- **FC<sub>ij</sub>**, είναι ή μάζα του καταναλωμένου καυσίμου j στο ταξίδι i (σε τόνους)
- **M<sub>cargo</sub>** είναι η ποσότητα του φορτίου που μεταφέρεται σε
- **D** , είναι η διανυόμενη απόσταση σε ναυτικά μίλια που αντιστοιχεί στο φορτίο που μεταφέρθηκε.
- **C<sub>Fj</sub>** είναι ο παράγοντας μετατροπής ανάμεσα στην κατανάλωση μετρούμενη σε γραμμάρια και στην αντίστοιχη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα μετρούμενη επίσης σε γραμμάρια για το καύσιμο j.

Υπολογισμός 1<sup>ος</sup> σύμφωνα με τις συστάσεις της MEPC.1/Circ.684

$$EEOI_{AV} = \frac{100 * 3114400 + 30 * 3150400}{0 * 297 + 20000 * 300 + 0 * 500 + 20000 * 500} = 25.3$$

Υπολογισμός 2<sup>ος</sup> σύμφωνα με την 2<sup>η</sup> πρόταση της Ρωσίας

$$EEOI_{AV} = \frac{100 * 3114400 + 30 * 3150400}{(20000 + 0) * (300 + 297) + (20000 + 0) * (500 + 500)} = 18.5$$

Υπολογισμός 3<sup>ος</sup> σύμφωνα με την 1<sup>η</sup> πρόταση της Ρωσίας

Στον υπολογισμό αυτό επιθέτουμε το εκτόπισμα υπό έρμα του πλοίου στην σχέση υπολογισμού του ΕΕΟΙ. Έτσι εάν επιθέσουμε την τιμή 31000 τόνους ως εκτόπισμα υπό έρμα παίρνουμε τον δείκτη ΕΕΟΙ ως κάτωθι :

$$EEOI_{AV} = \frac{100 * 3114400 + 30 * 3150400}{20000 * 300 + 31000 * 297 + 20000 * 500 + 31000 * 500} = 9.9$$

Στον παρακάτω πίνακα που καταρτίστηκε από την Ρωσική Ομοσπονδία και δείχνει αποτελέσματα υπολογισμού ΕΕΟΙ για διάφορα ποντοπόρα υπό Ρωσική σημαία φαίνεται ότι οι υπολογισμένες τιμές του δείκτη ΕΕΟΙ διαφέρουν πολύ όταν υπολογιστούν σύμφωνα με τις συστάσεις της εγκυκλίου ΜΕΡС.1/Сirc.684 του ΙМО και σύμφωνα με την πρόταση της Ρωσίας που θεωρείται ότι το ταξίδι υπό έρμα είναι μέρος του εμφόρτου ταξιδιού και έτσι και τα δύο αυτά ταξίδια θεωρούνται ως ένα ταξίδι.

*ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1. Αποτελέσματα υπολογισμού ΕΕΟΙ για διάφορα ποντοπόρα πλοία υπό Ρώσικη σημαία*

№	Type of ship	Deadweight, thousand tonnes	Year of construction	Russian Register ice class	EEOI under МЕРС.1/Сirc.684	EEOI under the proposal
1	Tanker	143386	1993	-	8,05	4,02
2	Tanker	143386	1993	-	8,52	4,28
3	Tanker	23050	1987	Ice3	28,82	22,51
4	Tanker	13030	2008	Ice1	45,1	22,56
6	Tanker	5600	2004	Ice1	61,7	30,31
7	Tanker	5600	2005	Ice1	113,3	56,55
8	Tanker	5600	2005	Ice	68,0	33,27
9	Tanker	5600	2005	Ice1	51,1	23,53
10	General cargo transport	18486	2006	Arc7	59,84	59,84
11	General cargo transport	5464	2007	Ice2	33,9	33,9
12	General cargo transport	5506	2007	Ice2	22,2	22,2

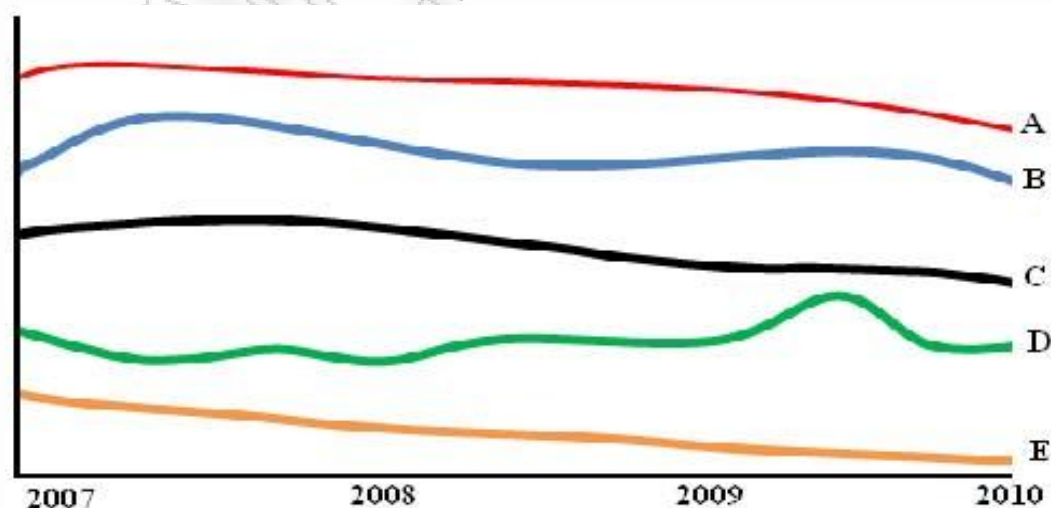
13	General cargo transport	5495	2009	Ice2	28,4	28,4
14	Container ship	18112	2009	Arc7	56,58	56,58
15	Container ship	18339	2008	Arc7	69,39	69,39
16	Container ship	18339	2008	Arc7	50,52	50,52

ΠΗΓΗ : MEPC 62/5/11

### 9.3 Πρόταση για υπολογισμό του Λειτουργικού Δείκτη Λειτουργικής Αποδοτικότητας (ΕΕΟΙ) στα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που υποβλήθηκε από την Δημοκρατία της Κορέας (MEPC 61/5/29 , 6 August 2010).

Η Δημοκρατία της Κορέας ανέλυσε 22 πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για να επιβεβαιώσει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου υπολογισμού του δείκτη ΕΕΟΙ σύμφωνα με την εγκύκλιο MEPC.1/Circ.684 του ΙΜΟ βασισμένη στην ανάλυση δεδομένων των τριών τελευταίων ετών (2007-2009) με την βοήθεια των πλοιοκτητριών εταιριών αποτέλεσμα της ανάλυσης έδειξε ότι η μέθοδος υπολογισμού του δείκτη ΕΕΟΙ που χρησιμοποιείται τώρα στην οποία χρησιμοποιείται η πραγματική (actual) ποσότητα του φορτίου δεν απεικονίζει κατάλληλα την πραγματική ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου και έτσι προτείνει μια εναλλακτική πρόταση υπολογισμού του δείκτη ΕΕΟΙ για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Στο παρακάτω γράφημα 9.2 που δείχνει το αποτέλεσμα της ανάλυσης φαίνεται η τάση της ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου στην διάρκεια της περιόδου ανάλυσης.

ΓΡΑΦΗΜΑ 9.2 Αποτέλεσμα ανάλυσης



Στο παραπάνω γράφημα η έννοια του κάθε γραφήματος είναι :

Γράφημα Α : Μέση κατανάλωση καυσίμου σε τόνους για όλα τα πλοία

Γράφημα Β : Μέσος πραγματικός αριθμός των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρονται από όλα τα πλοία (TEU)

Γράφημα Γ : Μέση τιμή του δείκτη ΕΕΟΙ για όλα τα πλοία υπολογισμένος βάση της ονομαστικής δυνατότητας σε εμπορευματοκιβώτια (TEU) ενός πλοίου αντί του πραγματικού αριθμού εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρει ένα πλοίο (g/TEU\*nm)

Γράφημα Δ : Μέση τιμή του δείκτη ΕΕΟΙ για όλα τα πλοία υπολογισμένη βάση των οδηγιών της εγκυκλίου ΜΕΡC.1/Circ.684 του ΙΜΟ όπου χρησιμοποιείται ο πραγματικός αριθμός των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρεται (g/TEU\*nm) και

Γράφημα Ε : Κατανάλωση καυσίμου ανά διανυόμενη απόσταση (tonne/nm)

Όπως φαίνεται στα γραφήματα Α και Ε , επιβεβαιώνεται ότι η ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση βελτιώνεται συνεχώς παρά την χειροτέρευση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος που διανύει η ναυτιλιακή βιομηχανία σήμερα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εφαρμόζονται βέλτιστες πρακτικές (best practices) όπως μείωση ταχύτητας , σχεδιασμός ταξιδιού , σχεδιαζόμενες πορείες ταξιδιού με γνώμονα τις μετεωρολογικές συνθήκες (weather routing) κ.α. με σκοπό να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου στα πλοία. Ωστόσο, το γράφημα D που παρουσιάζει την μέση τιμή του δείκτη ΕΕΟΙ για όλα τα πλοία υπολογισμένος σύμφωνα με τις οδηγίες του ΙΜΟ χρησιμοποιώντας τον πραγματικό αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρεται, δεν ανακλά την τάση βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου. Επιπλέον είναι πάγια πρακτική ότι τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων όταν ταξιδεύουν έχουν παρόμοιο βύθισμα με αυτό του εμφόρτου βυθίσματος (design draft) άσχετα με τον πραγματικό αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρουν με σκοπό να μειώσουν την αντίσταση της γάστρας (hull). Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στο deadweight η/και το βύθισμα του πλοίου μεταξύ του εμφόρτου και του μερικός εμφόρτου ταξιδιού συγκρινόμενο με άλλους τύπους πλοίων. Έτσι η τιμή του δείκτη ΕΕΟΙ που υπολογίζεται με βάση τον πραγματικό αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρει το πλοίο σύμφωνα με τις οδηγίες του ΙΜΟ μπορεί να επηρεαστεί εύκολα από το εξωτερικό επιχειρηματικό περιβάλλον η/και την επιχειρηματική ικανότητα. Επομένως ή μέθοδος υπολογισμού του ΕΕΟΙ που χρησιμοποιείται τώρα που χρησιμοποιεί τον πραγματικό αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρεται δεν μπορεί να είναι ένα κατάλληλο εργαλείο παρακολούθησης για την ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου. Αυτό μπορεί να επιλυθεί εάν χρησιμοποιήσουμε την ονομαστική χωρητικότητα σε TEU (nominal capacity) αντί του πραγματικού αριθμού των TEU στον υπολογισμό του δείκτη ΕΕΟΙ. Όπως παρουσιάζει το γράφημα C που είναι υπολογισμένο χρησιμοποιώντας την ονομαστική χωρητικότητα σε TEU αντί του πραγματικού αριθμού των εμπορευματοκιβωτίων που μεταφέρονται, έχει την ίδια τάση βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας σε αντιστοιχία με το γράφημα Ε.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Υπολογιστής δείκτη EEDI της BIMCO – EEDI calculator

Η BIMCO έχει δημιουργήσει ένα φύλλο εργασίας στο excel για τον υπολογισμό του δείκτη EEDI τόσο του απαιτούμενου (required EEDI) όσο και του επιτυγχανόμενου (attained EEDI) , το οποίο είναι προσβάσιμο για οποιοδήποτε χρήστη στον δικτυακό τόπο «<https://www.bimco.org/en/Products/EEDI.aspx>». Η τελευταία έκδοση του EEDI calculator είναι η 1.30 και είναι σύμφωνη με τις οδηγίες του προσχέδιου που περιέχεται στην αναφορά της ομάδας εργασίας του IMO EE-WG 2/WP.1.

Στο φύλλο αυτό εργασίας (EEDI calculator) έχουν εισαχθεί τα στοιχεία ενός υποθετικού πλοίου (Δεξαμενόπλοιου) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις ακόλουθες σελίδες.



**BIMCO**

# EEDI Calculator

New version is ready for download

Ship details			
Name	ALIAKMON		
IMO No.:	XXXXXXXX		
Type	Tanker	Select special type	
Capacity	47,500 ton (m) dw	LWT <sub>CSR</sub>	CSR Tanker
WT reference design	47,500	Cubic capacity	

Main Engine(s)			
	MCR [kW]	SFC [g/kWh]	Shaft limit
no.1.	9,480	165.0	
no.2.			
no.3.			
no.4.			
Fuel type	Heavy Fuel Oil, ISO 8217, RME - RMK		

Auxiliary Engine(s)			
	MCR [kW]	SFC [g/kWh]	Generator $\eta$
no.1.	740	185.0	0.93
no.2.	740	185.0	0.93
no.3.	740	185.0	0.93
no.4.			
no.5.			
Fuel type	Diesel/Gas Oil, ISO 8217, DMC - DMX		

Shaft Generator		
	kW	Generator $\eta$
no.1.		option 2: shaft power limited
no.2.		

Correction for Ice-Class	
Ice Class	N/A
Length L <sub>pp</sub> [m]	
Capacity correction $f_i$	1.000000
Power correction $f_i$	1.000000

Shaft Motor			
	kW	Motor $\eta$	Limited by ME shaft
no.1.		0.91	yes
no.2.		0.91	

Innovative energy efficiency technology		
	kW	$f_{eff}$
Mechanical		0.50
Electrical		1.00

Index Condition	
Propulsion power:	7,110 kW
Deadweight:	47,500 ton (m)

Reference speed @ Index Condition	
	Knots
	14.70

Delivery date	
Phase 0:	1 Jan 2013 – 31 Dec 2014

Mandatory field
Optional field

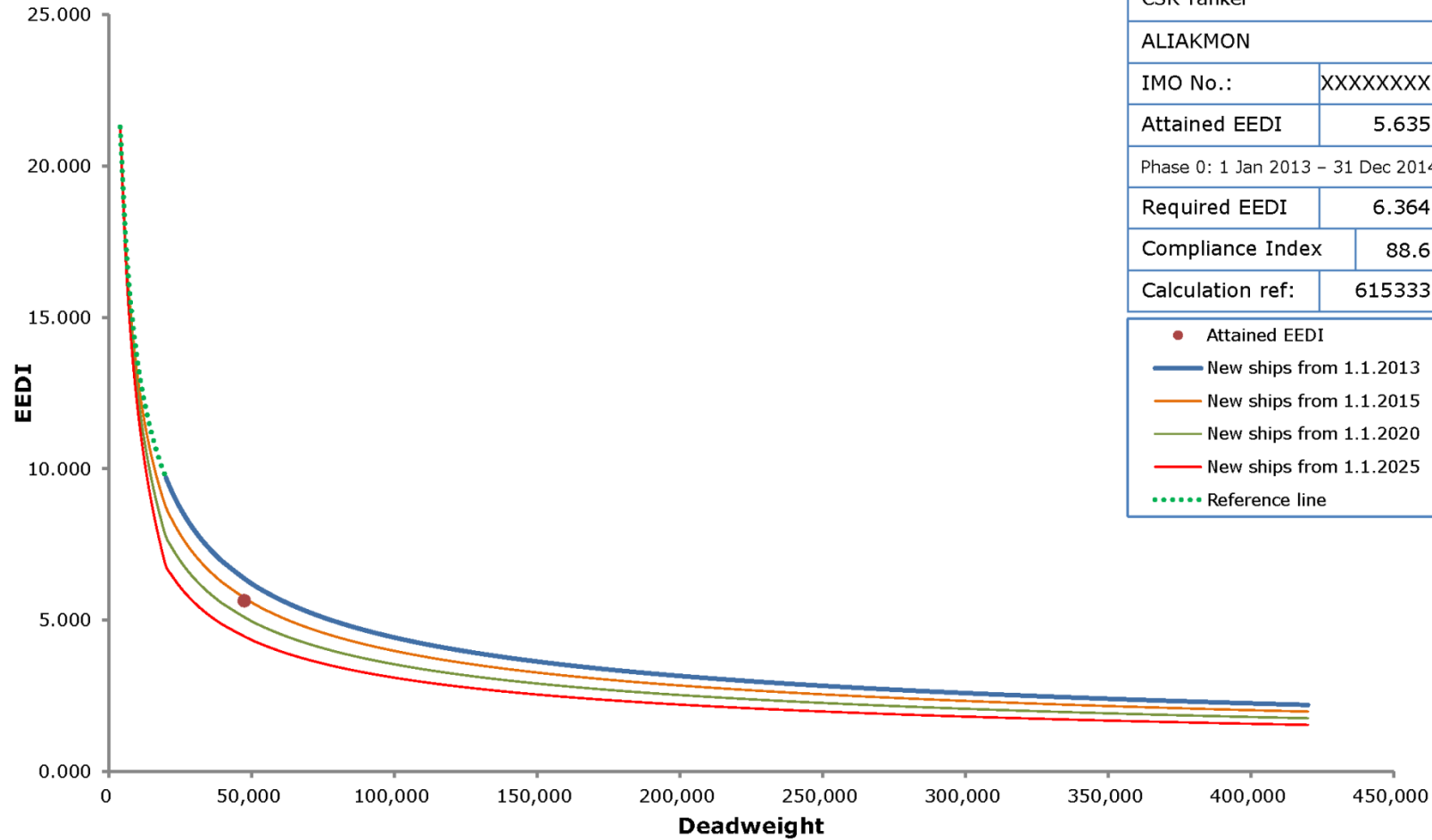
The information and results expressed by the BIMCO EEDI Calculator constitute an implementation of IMO MEPC.1/Circ.681 amended by WP.1 of EE-WG2 in January 2012 and are subject to change without notice. The information and results expressed by the Calculator have been formed in good faith on the basis of the best information available at the time of implementation from sources believed to be reliable, but no warranty, express or implied, is made as to its accuracy, completeness or correctness. BIMCO accept no liability arising out of or in connection with the results of the Calculator and you are advised that any usage is at your own risk. In particular, the results should not be construed as certified, legal or otherwise.

Version 1.20

Calculation ref: 615333



## Energy Efficiency Design Index





**Parameter List**

MCR <sub>ME</sub>	9480	[kW]
SFC <sub>ME</sub>	165.0	[g/kWh]
C <sub>FME</sub>	3.1144	
Shaft limit	9480	[kW]
P <sub>ME</sub>	7110	[kW]
SFC <sub>AE</sub>	185.0	[g/kWh]
C <sub>FAE</sub>	3.2060	
SFC for P <sub>AE</sub> calculation	185.0	[g/kWh]
C <sub>F</sub> for P <sub>AE</sub> calculation	3.2060	
P <sub>AE</sub>	474	[kW]
η <sub>generator</sub>	0.93	
P <sub>PTO</sub>	0	[kW]
P <sub>PTI</sub>	0	[kW]
P <sub>PTI</sub> shaft power	0	[kW]
P <sub>AEeff</sub>	0	[kW]
f <sub>eff</sub>	1.0000	
P <sub>eff</sub>	0	[kW]
f <sub>eff</sub>	0.5000	
SFC for P <sub>eff</sub>	165.0	[g/kWh]
C <sub>F</sub> for P <sub>eff</sub>	3.1144	
f <sub>i</sub> for ice class	1.0000	
f <sub>i</sub> for voluntary enhancements	1.0000	
f <sub>i</sub> for CSR built ships	1.0000	
f <sub>j</sub> for ice class	1.0000	
f <sub>j</sub> for shuttle tankers	1.0000	
L <sub>pp</sub>	0.00	[m]
f <sub>c</sub> for cubic capacity correction	1.0000	
Attained EEDI	5.635	[g/DWT x nm]
Required EEDI for compliance phase	6.364	[g/DWT x nm]
Compliance phase selected	Phase 0: 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	

Calculation ref.: 615333



## Instructions for use of EEDI Calculator

### Input Sheet

General	The EEDI Calculator is an easy to use MS Excel implementation of the guideline for calculating the EEDI as contained in IMO MEPC Circular MEPC.1/Circ.681 and amended by WP.1 from EE-WG2 The workbook has been locked to prevent unintended changes that might affect calculation integrity. Results from calculations can be retained by printing, selecting the option "print entire workbook". Optional fields should be left blank if not applicable for the ship in question Calculation ref is a random number used to match the printed pages to each other
Ship Details	
Name	Name of ship in free text.
IMO Number	IMO Number.
Type	Select applicable ship type from drop-down list. Ships falling within more than one of the ship types should be considered as being the ship type with the lower reference line.
Capacity	Capacity means the difference in tonnes between the displacement of a ship in water of relative density of 1,025 kg/m <sup>3</sup> at the deepest operational draught and the lightweight of the ship. The deepest operational draught with its associated trim, at which the ship is allowed to operate, is obtained from the stability booklet approved by the Administration.
Select special type	for each type selected above, a special type must be selected from drop down list
LWT <sub>CSR</sub>	Light weight of ship built according to Common Structural Rules
DWT Reference Design	Deadweight of design constructed without any voluntary structural enhancements
Cubic capacity	Volumen of cargo tanks measured in [m <sup>3</sup> ]
Main engine(s):	For each main engine mechanical coupled to a propeller:
MCR	The maximum continuous rating of the engine as documented by the EIAPP Certificate.
SFC	SFC is the certified specific fuel consumption, measured in g/kWh, of the engines. For engines certified to the E2 or E3 test cycles of the NOx Technical Code 2008, the engine Specific Fuel Consumption (SFC <sub>ME(i)</sub> ) is that recorded on the EIAPP Certificate(s) at the engine(s) 75% of MCR power or torque rating.
Shaft limit	Enter the shaft power limitation if different from MCR <sub>ME</sub>
Fuel type	Fuel used when determining SFC listed in the applicable EIAPP Certificate.
Aux. Engine(s):	For each auxiliary engine coupled to a generator. If all engines and generators are identical only one need to be entered.
MCR	The maximum continuous rating of the engine as documented by the EIAPP Certificate.
SFC	SFC is the certified specific fuel consumption, measured in g/kWh, of the engines. For engines certified to the D2 or C1 test cycles of the NOx Technical Code 2008, the engine Specific Fuel Consumption (SFC <sub>AE(i)</sub> ) is that recorded on the EIAPP Certificate(s) at the engine(s) 50% of MCR power or torque rating.
Fuel type	Fuel used when determining SFC listed in the applicable EIAPP Certificate.
Shaft generator(s)	List the rated output of each shaft generator and its generator efficiency.
Shaft gen. Option	Select the applicable option for taking shaft generator into account in the calculation
Correction for Ice Class	Correlation between Baltic Ice Class and major classification societies ice classes can be found in <a href="http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec25_7/">HELCOM Recommendation 25/7</a> ( <a href="http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec25_7/">http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec25_7/</a> )
Ice class	Select the appropriate Baltic Ice Class. If no Ice class select N/A.
Lpp	Length between perpendiculars, Lpp means 96 per cent of the total length on a waterline at 85 per cent of the least moulded depth measured from the top of the keel, or the length from the foreside of the stem to the axis of the rudder stock on that waterline, if that were greater. In ships designed with a rake of keel the waterline on which this length is measured shall be parallel to the designed waterline.
Shaft motor(s)	List the rated maximum power consumption of each electrical propeller shaft motor, and its motor efficiency
Limited by ME shaft	Select yes if shaft motor(s) are delivering their power through the main engine shaft (with its limitation)
Innovative energy efficiency technology	Covers non-CO <sub>2</sub> emitting technologies for mechanical push or pull of the ship (other than through propellers) and electrical power generation.
Mechanical	75% of the main engine power reduction due to innovative mechanical energy efficient technology. Covers measures such as kites and sails.
$f_{eff}$	Availability factor for the innovative technology
Electrical	auxiliary power reduction due to innovative electrical energy efficient technology measured at the index
$f_{eff}$	Availability factor for the innovative technology
Reference speed @ index condition	Vref is the ship speed, measured in nautical miles per hour (knot), on deep water in the design load condition (Capacity) and at the shaft power of the engine(s) as stipulated and assuming the weather is calm with no wind and no waves.
Delivery date	Select the phase covering the date range where delivery of the ship is expected to take place

### Plot Sheet

Attained EEDI	is the EEDI value achieved by an individual ship in accordance with regulation 20 of chapter 4 of MARPOL
Required EEDI	is the maximum value of attained EEDI that is allowed by regulation 21 of chapter 4 of MARPOL Annex VI for the specific ship type and size. The required index is calculated for the selected EEDI compliance phase
Compliance index	calculated value of (Attained EEDI/Reference line EEDI) where 0 represents an Attained EEDI of 0, and 100 represents an Attained EEDI=Reference line EEDI for the specific ship. The Compliance Index is calculated relative to the selected EEDI compliance phase.

## BIMCO EEDI Calculator - Release notes

Version

1.20

17.01.2012

Updated reference line and required index value for Container ships to reflect the interpretation of "b" to full deadweight of the ship, opposed to 70% DWT as per MEPC 62/6/4 and incorporated in version 1.10

Incorporated revised limit values and formula for ice correction  $f_j$  and  $f_i$

Incorporated cubic correction  $f_c$  for Chemical tankers and LNG tankers

Incorporated  $f_{IVSE}$  for voluntary structural enhancements

Incorporated  $f_{ICSR}$  for CSR tankers and bulkers to account for extra steel weight in CSR ships

Incorporated  $f_j$  for shuttle tankers between 80000 and 120000 dwt with redundant propulsion

Modified  $P_{AE}$  calculation to take share of electric propulsion into account

Modified  $P_{ME}$  calculation to allow for 2 options for shaft generator deduction

Incorporated shaft power limitation for Main engine on one shaft. This limit is used both for shaft generator option 2 and shaft motors installed on the limited shaft

Incorporated logical omission of shaft motor installed on main engine shaft if shaft generator is also installed. The omission considers  $P_{PTI}=0$  in such case.

Reduces  $P_{ME}$  in calculation if  $(MCR_{ME} + P_{PTIshaft}/0,75)$  exceeds the shaft power limitation and shaft motors drives through the main engine shaft

Sets Main engine shaft power to  $MCR_{ME}$  if nothing is entered for shaft power limitation

Assumes  $P_{ME}$  for ice-class correction  $f_j$  is  $P_{ME} + P_{PTIshaft}$

Version

1.10

Full version incorporating ice class correction as of MEPC 62

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. MEPC 58/4/13 (1 August 2008). Guideline for the implementation of the Ship Operational Index- Ship Management Tool.
2. MEPC 61/5/29 (6 August 2010). Proposal on EEOI calculation method for containerships.
3. MEPC.1/Circ.681 (17 August 2009). Interim Guidelines on the Method of Calculation of the Energy Efficient Design Index for New Ships.
4. MEPC.1/Circ.682 (17 August 2009). Interim Guidelines for voluntary verification of the Energy Efficiency Design Index.
5. MEPC.1/Circ.684 (17 August 2009). Guidelines for voluntary use of the Ship Energy Efficient Operational Indicator (EEOI).
6. MEPC 61/5/3 (7 July 2010) – Reduction of GHG Emissions from ships- Report of the outcome of the inter-sessional Meeting of the Working Group on Energy Efficient Measures for Ships
7. MEPC 61/WP.10 (30 September 2010) – Reduction of GHG Emissions from Ships – Report of the working group on Energy efficient measures for ships.
8. MEPC 61/24 (6 October 2010) Report of the marine environmental protection committee on its sixty-first session.
9. MEPC 62/5/4 (8 April 2011) – Reduction of GHG Emissions from ships , Report of the correspondence group submitted by Japan.
10. MEPC 62/6/4 (10 January 2011). Calculation of parameters for determination of EEDI reference values.
11. MEPC 62/6/13 (5 May 2011) – Introduction of a cubic capacity correction factor into the EEDI formula. Submitted by IPTA
12. MEPC 62/5/11 (6 May 2011). Proposal on correcting the calculation procedure for energy efficiency operational indicator. Submitted by the Russian Federation.
13. MEPC 62/WP.15 (14 July 2011) Report of the working group on energy efficiency measures for ships.
14. Resolution MEPC 203(62) adopted 15 July 2011. Amendments to the annex of the protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto (inclusion of regulations on energy efficient for ships in MARPOL Annex VI)
15. MEPC 62/24 (26 July 2011). Report of the Marine Environmental Protection Committee on its Sixty-Second Session.
16. ICCT, The Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new ships (Policy update, October 3, 2011)
17. Second IMO GHG Study 2009 , International Maritime Organization
18. The Efficiency Ship : Unlocking Profitability “EEDI-The way ahead”,Germanischer Lloyd
19. Shipping, World Trade and the reduction of CO<sub>2</sub> Emissions United Nations Framework Convention on Climate Change , IMO MEPC , COP Durban, Edited by International Chamber of Shipping
20. MEPC 62:Energy Efficiency Design Index adopted , Torsten Mundt, Martin Korke, Ship & Offshore,2011,No 5
21. Στοιχεία για την αλληλεπίδραση ναυτιλίας και κλιματικών – Ραμαντάνης Ηλίας , Μάρτιος 2009
22. IPPC,Climate change 2007 –synthesis report, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

23. ICCT, The international council of clean transportation , The energy efficiency design index for new ships, policy update 15, October 3<sup>rd</sup> 2011
24. T&E – European Federation for Transport and Environment AiSBL , <http://transportenvironment.org> , CO2 emissions from transport in the EU27 , an analysis of 2008 data submitted to UNFCCC, November 2010
25. <http://climate.nasa.gov/>

TRANSPORT ENVIRONMENT