

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ**

**ΣΠΟΥΔΩΝ**

**στην**

**ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΟΡΤΗΓΩΝ**

**ΠΛΟΙΩΝ**

**Κουλούρης Φοίβος – Γεράσιμος**

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

Οκτώβριος 2014

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 στην Ναυτιλία.»

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Τζαννάτος Ερνέστος \_\_\_\_\_ . (Επιβλέπων)

- Τσελέντης Βασίλειος-Στολιανός .

- Τσελεπίδης Αναστάσιος .

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

## Δήλωσης 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 (τιμήμα 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».

# Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	vi
Ευχαριστίες.....	vi
Abstract .....	vii

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
-------------------	---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

2.1 ΔΕΙΚΤΗΣ EEDI (ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX).....	3
2.1.1 EEDI, ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ.....	4
2.1.2 EEDI, ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.....	5
2.1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	6
2.1.4 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	7
2.1.5 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ EEDI.....	8
2.1.5.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (EEDI ATTAINED).....	8
2.1.5.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (REQUIRED EEDI).....	16
2.1.5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ EEDI.....	17
2.1.5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ "Α" ΚΑΙ "C".....	17
2.2 SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP).....	19
2.2.1 ΔΕΙΚΤΗΣ EEOI (ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDEX).....	20
2.2.2 EEOI, ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ.....	21
2.2.3 EEOI ΟΡΙΣΜΟΙ.....	21
2.2.4 ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ EEOI.....	23
2.2.5 ΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕΣΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ. (ROLLING AVERAGE INDICATOR).....	25
2.2.6 ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ.....	25
2.2.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ EEOI.....	26
2.2.7.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ EEOI & EEOI AVERAGE.....	27
2.2.7.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ CO <sub>2</sub> .....	28
2.3 Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ.....	29
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b> .....	<b>29</b>
3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ EEOI- ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....	29
3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (PAYLOAD %).....	32

3.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC ( 316679 – 321300.3 DWT )	32
3.1.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC.....	33
3.2.1 VLCC PAYLOAD %.....	33
3.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX (157954-163417 DWT)	34
3.1.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX.....	35
3.2.2 SUEZMAX PAYLOAD %.....	35
3.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2 (105483-112793 DWT).....	36
3.1.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2.....	37
3.2.3 LR2 PAYLOAD %.....	37
3.1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX (103124-116779 DWT) .....	39
3.1.4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX.....	40
3.2.4. AFRAMAX PAYLOAD %.....	41
3.1.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR (46923- 50989 DWT).....	43
3.1.5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR.....	43
3.2.5 MR PAYLOAD %.....	44
3.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	45
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b> .....	48
4.1 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	48
4.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΜΕΤΡΑ.....	51
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	55
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b> .....	58
Α. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC ( 316679 – 321300.3 DWT ).....	58
Β. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC .	59
Γ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX (157954-163417 DWT).....	60
Δ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX.....	64
Ε. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2 (105.483-112.793 DWT)	65
Ζ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2.....	66
Η. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX (103124-116779 DWT).....	67
Θ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX.....	88
Ι. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR (46923- 50989 DWT).....	90
Κ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR.....	100
Λ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ. ....	102

## Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: τιμές $C_f$ ανά κατηγορία καυσίμου. ....	9
Πίνακας 2: Διορθωτικός συντελεστής ισχύος $f_j$ για πλοία κλάσης πάγου. ....	12
Πίνακας 3: $f_{i0}$ και $f_{i, max}$ για τα πλοία κλάσης πάγου. ....	13
Πίνακας 4: Συντελεστές μείωσης (σε ποσοστό) για το απαιτούμενο EEDI σε σχέση με την γραμμή αναφοράς EEDI. ....	16
Πίνακας 5 :Παράμετροι για τον προσδιορισμό των τιμών αναφοράς για διάφορους τύπους πλοίων. ....	18
Πίνακας 6: Συντελεστής $C_f$ ανά κατηγορία καυσίμου. ....	26
Πίνακας 7: Φύλλο αναφοράς δείκτη $CO_2$ .....	28

## Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Πρόβλεψη εξέλιξης εκπομπών $CO_2$ με βάση τη χρήση τεχνολογιών και πρακτικών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων. ....	5
Διάγραμμα 2: Γραμμή αναφοράς απαιτούμενου EEDI.....	19
Διάγραμμα 3: VLCC EEOI (g- $CO_2$ /ton-miles).....	32
Διάγραμμα 4: VLCC EEOI Average (g- $CO_2$ /ton-miles).....	33
Διάγραμμα 5: VLCC % Payload.....	33
Διάγραμμα 6: SUEZMAX EEOI (g- $CO_2$ /ton-miles).....	34
Διάγραμμα 7: SUEZMAX EEOI Average (g- $CO_2$ /ton-miles).....	35
Διάγραμμα 8: SUEZMAX Payload %.....	35
Διάγραμμα 9: LR2 EEOI (g- $CO_2$ /ton-miles).....	36
Διάγραμμα 10: LR2 EEOI Average (g- $CO_2$ /ton-miles).....	37
Διάγραμμα 11: LR2 Payload %.....	37
Διάγραμμα 12: AFRAMAX EEOI (g- $CO_2$ /ton-miles).....	39
Διάγραμμα 13: AFRAMAX EEOI Average (g- $CO_2$ /ton-miles).....	40
Διάγραμμα 14: AFRAMAX Payload %.....	41
Διάγραμμα 15: MR EEOI (g- $CO_2$ /ton-miles).....	43
Διάγραμμα 16: MR EEOI Average (g- $CO_2$ /ton-miles).....	43
Διάγραμμα 17: MR Payload %.....	44
Διάγραμμα 18: Σύγκριση EEOI average ανά κατηγορία δεξαμενόπλοιου.....	46
Διάγραμμα 19: Σύγκριση μέσης πληρότητας ανά κατηγορία δεξαμενόπλοιου.....	46
Διάγραμμα 20: Συσχετισμός EEOI average / DWT.....	47

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί καταρχήν στην παρουσίαση των μέτρων τα οποία έχουν θεσπιστεί από τον IMO για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των εμπορικών και ειδικότερα των φορτηγών πλοίων και συγκεκριμένα στην παρουσίαση του Energy Efficiency Design Index (EEDI) και Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP). Κυρίως, όμως, πραγματεύεται την ανάλυση του Δείκτη Λειτουργικής Ενεργειακής Απόδοσης (EEOI) με βάση τα δεδομένα λειτουργίας 45 δεξαμενοπλοίων με αναφορά στο πλευσίμο τμήμα των ταξιδιών τους κατά την περίοδο 01/01/2013-31/12/2013.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων προκύπτει το συμπέρασμα ότι για να επιτυγχάνεται όσο το δυνατόν υψηλότερη λειτουργική ενεργειακή απόδοση θα πρέπει τα πλοία να ναυλώνονται στο μέγιστο της μεταφορικής τους ικανότητας ταξιδεύοντας σε ταχύτητες χαμηλής κατανάλωσης καυσίμου. Τέλος, λόγω της δυσκολίας επιλογής ταξιδιών με ιδανικά χαρακτηριστικά στη δυναμική και ευμετάβλητη αγορά της ναυτιλίας, προτείνεται η χρήση μέτρων και τεχνολογιών που έχουν στόχο τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και κατά συνέπεια συμβάλλουν στην βελτίωση των τιμών του Δείκτη Λειτουργικής Ενεργειακής Απόδοσης (EEOI) .

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού προγράμματος στη ναυτιλία, του Πανεπιστημίου Πειραιά, θα ήθελα να ευχαριστήσω και ταυτόχρονα να εκφράσω την βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου, στους καθηγητές του τμήματος για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα καθ' όλη τη διάρκεια φοίτησης μου και ιδιαίτερα στον κύριο Ερνέστο Τζαννάτο για την άριστη συνεργασία και καθοδήγηση που προσέφερε για την ολοκλήρωση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συμπαράσταση αλλά και την στήριξη για την επίτευξη των στόχων μου.

## Abstract

The current thesis is initially aimed at presenting the measures that have been adopted by the IMO for improving the energy efficiency of commercial vessels and particularly cargo ships, namely the presentation of the Energy Efficiency Design Index (EEDI) and the Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP). However, it is mainly concerned with the analysis of the Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI) based upon the operational data of 45 tankers with reference to the navigable part of their trips during the period 01/01/2013-31/12/2013.

The results lead to the conclusion that in order to achieve the highest operational energy efficiency, the vessels should be chartered to their maximum available capacity and sail at speeds of reduced fuel consumption. Finally, due to the difficulty of choosing a voyage with ideal characteristics in such a dynamic and volatile shipping market, the use of measures and technologies is recommended in order to reduce the fuel consumption and thus to contribute to the improvement of the values of the Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI).



# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

## **1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Είναι γεγονός ότι η παρατηρούμενη κλιματική αλλαγή του πλανήτη και οι δυσμενείς συνέπειες της για την ανθρωπότητα οφείλονται στην ανθρωπογενή παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου (Green House Gases, GHG). Τα αέρια αυτά συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα και εμποδίζουν την αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας προς το διάστημα, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη και τη διαταραχή του κλίματος σε παγκόσμια κλίμακα. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου και αποτελεί σε μεγάλο βαθμό προϊόν της καύσης ορυκτών καυσίμων σε μηχανές και καυστήρες. Ταυτόχρονα, άλλα προϊόντα της καύσης, όπως τα διοξείδια του θείου (SO<sub>2</sub>), τα οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>) και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) ευθύνονται για την τοπική ρύπανση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, με σοβαρές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και κατά συνέπεια στην ανθρώπινη υγεία, το ζωικό και το φυτικό κεφάλαιο, καθώς και στο δομημένο περιβάλλον.

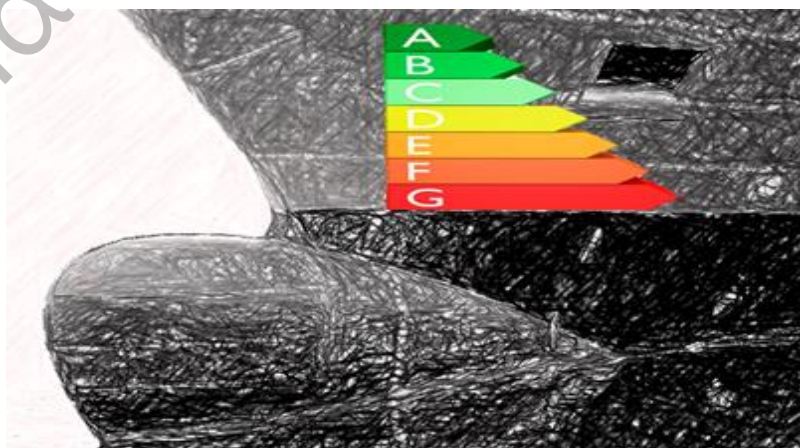
Η ναυτιλία υποστηρίζει το 90% του διεθνούς εμπορίου αγαθών και πρώτων υλών, με ιδιαίτερα χαμηλό μεταφορικό κόστος κυρίως λόγω της αξιοποίησης των οικονομιών κλίμακας που παρέχουν τα μεγάλα μεγέθη των πλοίων. Εντούτοις, η διεθνής ναυτιλία ευθύνεται για μόλις το 2.7% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως (IMO GHG Study 2009, p.3), ενδεικτικό της χαμηλής κατανάλωσης καυσίμου ανά μονάδα μεταφερόμενου φορτίου και κατά συνέπεια της υψηλής ενεργειακής απόδοσης των πλοίων. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί, ότι η χρήση του πετρελαίου ως ναυτιλιακού καυσίμου με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο (μέχρι και 3.5%) παράγει οξειδία του θείου (SO<sub>x</sub>) τα οποία είναι επιβλαβή για το περιβάλλον κυρίως μέσω των επιπτώσεων της όξινης βροχής. Εξίσου σημαντικοί ρύποι, οι οποίοι εκπέμπονται μέσω των καυσαερίων των πλοίων, είναι τα οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>), η δημιουργία των οποίων οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες της καύσης, καθώς και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) τα οποία προέρχονται από την ατελή καύση ως οργανικές και ανόργανες ενώσεις.

Για την αντιμετώπιση αυτών των περιβαλλοντικών προκλήσεων και λαμβάνοντας υπόψη την πρόβλεψη για ενίσχυση της ναυτιλιακής δραστηριότητας σε παγκόσμια κλίμακα, η διεθνής ναυτιλιακή κοινότητα μέσω του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (International Maritime Organization, IMO) αποφάσισε την θέσπιση μέτρων ελέγχου των εκπομπών καυσαερίων της ναυτιλίας.

Συγκεκριμένα, το 1997, ο IMO ενέκρινε την τροποποίηση της MARPOL με την προσθήκη του παραρτήματος VI (Annex VI) το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005. Το παράρτημα VI (annex VI) έχει ως κύριο στόχο τον έλεγχο των αέριων εκπομπών από τα πλοία και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων τους στην τοπική ατμοσφαιρική ρύπανση και την κλιματική αλλαγή του πλανήτη.

Ως προς την κλιματική αλλαγή, τα υποχρεωτικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών των αέριων του θερμοκηπίου (GHGs) προερχόμενα από τον κλάδο της παγκόσμιας ναυτιλίας τέθηκαν σε ισχύ την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του 2013. Το τροποποιημένο παράρτημα VI πρόσθεσε το νέο κεφάλαιο Νο 4 με θέμα «Περιορισμοί στην ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων», ώστε να εισάγει υποχρεωτικά 2 νέους μηχανισμούς ελέγχου αποδοτικότητας των πλοίων: α) το Δείκτη Σχεδιαστικής Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Design Index, EEDI) για τα νεότευκτα πλοία και β) το Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης του Πλοίου (Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP) για όλα τα πλοία.

Οι περιορισμοί ισχύουν σε όλα τα πλοία με ολική χωρητικότητα από 400 κόρους και πάνω. Ωστόσο, σύμφωνα με τον κανονισμό 19, ο IMO μπορεί να παρεκκλίνει από τις απαιτήσεις για τα νέα πλοία τα οποία είναι μέχρι 4 ετών.[1]



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **2.1 ΔΕΙΚΤΗΣ EEDI (ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX).**

Κατά την 62<sup>η</sup> σύνοδο της MEPC (Ιούλιος 2011) εγκρίθηκαν τροποποιήσεις στο παράρτημα VI των κανονισμών για την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα από τα πλοία. Οι τροποποιήσεις αυτές προσθέτουν ένα νέο κεφάλαιο (κεφάλαιο 4) στο παράρτημα VI, το οποίο εστιάζει στην ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων και επιτάσσει πιο αυστηρές τιμές στο δείκτη EEDI για την πλειοψηφία των νέων πλοίων.

Σύμφωνα με τον κανονισμό θα πρέπει τα νέα πλοία να είναι 10 % πιο αποτελεσματικά από τις αρχές του 2015, 20 % πιο αποτελεσματικά από το 2020 και 30% πιο αποτελεσματικά από το 2025. Εάν εφαρμοστεί, σύμφωνα με αυτό το χρονοδιάγραμμα, θα επιτευχθεί μια μείωση της τάξης των 263 εκατομμυρίων τόνων (Mt) διοξειδίου του άνθρακα έως το 2030. Από την άλλη πλευρά, ενώ η εφαρμογή του δείκτη EEDI θα αυξήσει τα έξοδα σχετικά με την σχεδίαση επόμενης γενιάς πλοίων και τεχνολογίας, αυτά πρόκειται να αποσβεστούν και με το παραπάνω, εξοικονομώντας έως και 75 εκατ. τόνους (Mt) δηλαδή 52 δις. Δολάρια καυσίμων ετησίως.[2]

Ο σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEDI) είναι ένας δείκτης προσδιορισμού της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα που ένα πλοίο εκπέμπει σε σχέση με την μεταφορική του ικανότητα. Το πραγματικό EEDI ενός πλοίου αποκαλείται ως «attained EEDI» και υπολογίζεται βάσει των κατευθυντήριων γραμμών που δημοσιεύτηκαν από τον IMO. Το αποτέλεσμα πρέπει να είναι κάτω από το όριο «required EEDI» όπως προβλέπεται από τη MARPOL. Με λίγα λόγια όσο πιο μικρή είναι η τιμή του δείκτη EEDI, τόσο πιο αποδοτικό είναι το πλοίο.

Για τα υπάρχοντα πλοία, το EEDI στις περισσότερες περιπτώσεις δεν έχει εφαρμογή(1). Για τα νέα πλοία (2) πρέπει να δημιουργηθεί ένας τεχνικός φάκελος δείχνοντας την επίτευξη του EEDI «attained EEDI» και τη διαδικασία υπολογισμού του. Το EEDI και ο τεχνικός φάκελος υπάρχει η δυνατότητα να υπόκεινται σε έλεγχο από την Αρχή της Σημαίας του πλοίου. Πρέπει να σημειωθεί ότι το EEDI και ο τεχνικός φάκελος, δεν απαιτούνται για όλους τους τύπους πλοίων (3)\*.

- (1) Το EEDI μπορεί να έχει εφαρμογή μόνο εάν το συγκεκριμένο πλοίο δεχθεί μια εκτενή μετατροπή οπότε θα θεωρηθεί από την Αρχή ως νεότευκτο πλοίο.
- (2) Νέο πλοίο νοείται κάθε πλοίο όπου:
  - α) Το συμβόλαιο κατασκευής του διατίθεται στην αγορά από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013 και μετά.
  - β) Σε περίπτωση απουσίας του συμβολαίου ναυπήγησης, η γάστρα να έχει κατασκευαστεί από την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2013 και μετά.
- (3) \* Η εφαρμογή περιορίζεται στους τύπους των πλοίων που ορίζονται στον κανονισμό 2.25 με 2.35 του παραρτήματος VI. [3]

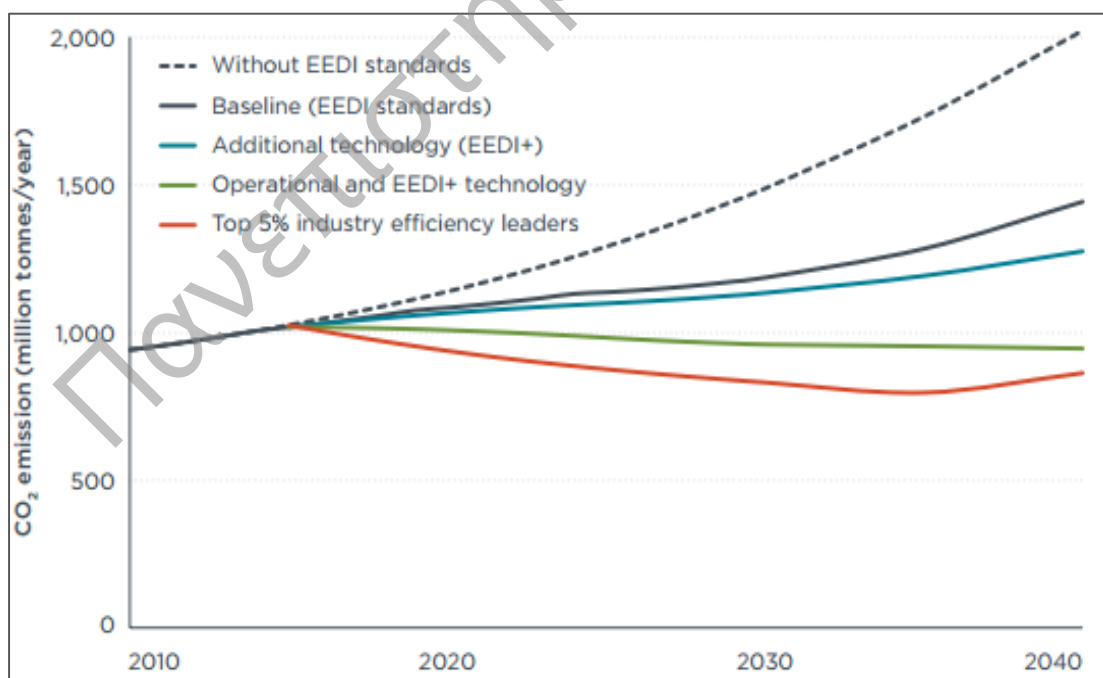
### 2.1.1 EEDI, ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ.

Ο δείκτης EEDI για τα νέα πλοία είναι το πιο σημαντικό τεχνικό μέτρο και στοχεύει στην προώθηση της χρήσης ενεργειακά πιο αποδοτικών, λιγότερο ρυπογόνων, εξοπλισμών και κινητήρων. Ο δείκτης EEDI απαιτεί ένα ελάχιστο επίπεδο ενεργειακής απόδοσης ανά μίλι χωρητικότητας (π.χ. τόνο μίλι) για κάθε τύπο και μέγεθος πλοίου. Ξεκινώντας από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013 και για τα 2 πρώτα χρόνια της φάσης 0, όταν η σχεδίαση των νέων πλοίων θα πρέπει να πληροί το επίπεδο αναφοράς για την κατηγορία τους, το επίπεδο αναφοράς θα μειώνεται σταδιακά για τα επόμενα 5 χρόνια. Έτσι, ο δείκτης EEDI αναμένεται να τονώσει την συνεχή καινοτομία και την τεχνική ανάπτυξη των επιμέρους στοιχείων τα οποία επηρεάζουν την απόδοση των καυσίμων του πλοίου κατά τη φάση του σχεδιασμού του. Ο δείκτης EEDI είναι ένας μη δεσμευτικός μηχανισμός ο οποίος βασίζεται στην απόδοση και δίνει τη δυνατότητα της επιλογής τεχνολογιών στο σχεδιασμό των πλοίων. Όσο το απαιτούμενο επίπεδο της ενεργειακής απόδοσης επιτυγχάνεται, οι σχεδιαστές και κατασκευαστές των πλοίων έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις πιο οικονομικά αποδοτικές λύσεις, ώστε το πλοίο να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς. Ο EEDI για κάθε ένα μοναδικό πλοίο, παίρνει συγκεκριμένες τιμές οι οποίες εκφράζονται σε γραμμάρια του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ανά μεταφορική ικανότητα του πλοίου (όσο πιο μικρή είναι η τιμή του EEDI τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το πλοίο, όσον αφορά το σχεδιασμό του). Υπολογίζεται από τον τύπο ο οποίος βασίζεται στις τεχνικές παραμέτρους για το δεδομένο πλοίο. [4]

### 2.1.2 EEDI, ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.

Το επίπεδο μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> (γραμμάρια CO<sub>2</sub> ανά τόνο μίλι) για την πρώτη φάση έχει οριστεί στο 10% και θα γίνεται αυστηρότερο κάθε 5 χρόνια ώστε να συμβαδίζει με τις τεχνολογικές εξελίξεις των νέων μέτρων αποδοτικότητας και μείωσης εκπομπών. Τα ποσοστά μείωσης έχουν συσταθεί μέχρι την περίοδο 2025-2030 όπου η μείωση κατά 30 % θα είναι υποχρεωτική για τα ισχύοντα πλοία , υπολογίζοντας από τη γραμμή αναφοράς η οποία αντιπροσωπεύει την μέση απόδοση για τα πλοία που κατασκευάστηκαν μεταξύ 2000 και 2010. Ο δείκτης EEDI έχει αναπτυχθεί για τα μεγαλύτερα και πιο ενεργοβόρα τμήματα του παγκόσμιου εμπορικού στόλου με σκοπό να ενσωματώσει το 72% των εκπομπών των νέων πλοίων τα οποία περιλαμβάνουν τύπους όπως : πετρελαιοφόρα, πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων, γενικού φορτίου, πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και ψυγεία.[4]

**Διάγραμμα 1:** Πρόβλεψη εξέλιξης εκπομπών CO<sub>2</sub> με βάση τη χρήση τεχνολογιών και πρακτικών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων.

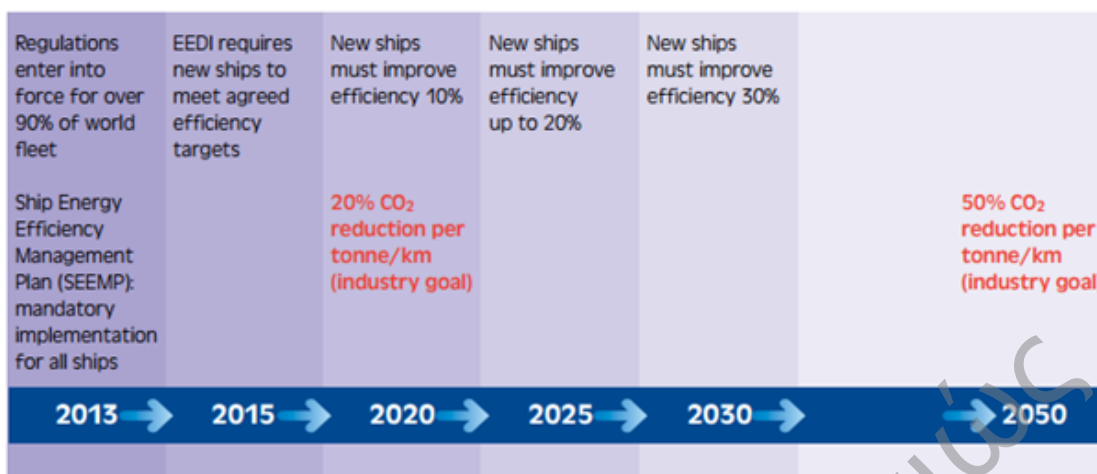


Πηγή: Long-term potential for increased shipping efficiency through the adoption of industry-leading practices. Authors: Haifeng Wang and Nic Lutsey (ICCT).

Ποσοστά μείωσης του δείκτη EEDI με την πάροδο του χρόνου.

### IMO agreement on technical regulations will reduce ships' CO<sub>2</sub>

MARPOL Annex VI, Chapter 4 adopted July 2011 , which entered into force in January 2015



Πηγή: <http://www.ics-shipping.org/shipping-facts/environmental-performance/imo-agreement-on-technical-regulations-to-reduce-ships'-co2>

#### 2.1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ.

Ο δείκτης EEDI όπως αυτός διατυπώνεται σήμερα θα εφαρμόζεται (από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013) σε όλα τα νέα πλοία άνω των 400 κόρων , εκτός από εκείνα που δεν έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά εμπορευμάτων ή για εκείνα τα οποία χρησιμοποιούν υβριδικά συστήματα πρόωσης (όπου θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν πρόσθετοι παράγοντες διόρθωσης). Ο Δείκτης EEDI έχει σκόπιμα αναπτυχθεί ώστε να καλύψει περίπου το 70 % τοις εκατό των εκπομπών για τα νέα πλοία , καλύπτοντας τύπους πλοίων όπως: δεξαμενόπλοια , μεταφοράς υγροποιημένου αέριου φορτίου (LNGs, LPGs), πλοία μεταφοράς γενικού φορτίου, ψυγεία, πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. [1]



Πηγή: <http://www.mandieselturbo.us.com/files/news/files/7791/EEDI.pdf>

#### 2.1.4 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ .

Όλα τα πλοία τα οποία είναι από 400 κόρους και πάνω, και τα οποία εκτελούν διεθνή ταξίδια, θα πρέπει να εφοδιάζονται με το πιστοποιητικό (IEE/International Energy Efficiency Certificate). Οι διαχειριστές των πλοίων θα πρέπει να είναι σε θέση να επιβεβαιώσουν ότι το εν λόγω πιστοποιητικό (IEE Certificate) είναι διαθέσιμο κατά την πρώτη ενδιάμεση επιθεώρηση ή κατά την επιθεώρηση ανανέωσης από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013 και μετά , όπως αυτό προβλέπεται κατά τον περιορισμό 5 του παραρτήματος VI .[6]

### 2.1.5 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ EEDI.

#### 2.1.5.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (EEDI ATTAINED).

Ο δείκτης EEDI παρέχει μια συγκεκριμένη τιμή για κάθε μοναδικό σχεδιασμό πλοίου, η οποία εκφράζεται σε γραμμάρια CO<sub>2</sub> ανά τόνο-μίλια (g-CO<sub>2</sub>/ton-mile).

Η εξίσωση δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

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

Ο οποίος μπορεί να παρουσιαστεί σε πιο απλή και γενικευμένη μορφή:

$$EEDI = \frac{CO_2 \text{ emission}}{\text{transport work}} \quad (1.0)$$

Όπου:

*C<sub>f</sub>* είναι ένας αδιάστατος συντελεστής μετατροπής, ο οποίος δίνει τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμου (η οποία μετρείται σε g) και των εκπομπών του CO<sub>2</sub> (επίσης σε g με βάση το περιεχόμενο του άνθρακα). Οι δείκτες ME<sub>i</sub> και AE<sub>i</sub> αναφέρονται στον κύριο και βοηθητικό κινητήρα (εξ) αντίστοιχα. Ο συντελεστής *C<sub>f</sub>* αντιστοιχεί στην ποσότητα του καυσίμου που έχει καταναλωθεί όταν ο προσδιορισμένος λόγος της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου (SFC) αναφέρεται στην ισχύουσα έκθεση δοκιμών η οποία περιλαμβάνεται στον Τεχνικό Φάκελο, όπως ορίζεται στην παράγραφο 1.3.15 του τεχνικού κώδικα NO<sub>x</sub>. [5]



Οι τιμές του συντελεστή  $C_f$  διατυπώνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 1:** τιμές  $C_f$  ανά κατηγορία καυσίμου.

Type of fuel	Reference	Carbon content	$C_F$ (t-CO <sub>2</sub> /t-Fuel)
1 Diesel / Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMB	0.8744	3.206
2 Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.8594	3.151
3 Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.8493	3.114
4 Liquefied Petroleum Gas (LPG)	Propane	0.8182	3.000
	Butane	0.8264	3.030
5 Liquefied Natural Gas (LNG)		0.7500	2.750

Πηγή: [http://www.imo.org/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/MEPC%20-%20Marine%20Environment%20Protection/212\(63\).pdf](http://www.imo.org/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/MEPC%20-%20Marine%20Environment%20Protection/212(63).pdf)

$V_{ref}$  είναι η ταχύτητα του πλοίου, η οποία μετράται σε ναυτικά μίλια ανά ώρα (κόμβους), σε βαθιά νερά και σε κατάσταση φόρτωσης, βάσει της δύναμης του άξονα του κινητήρα (ων) και υποθέτοντας ότι ο καιρός είναι ήρεμος χωρίς άνεμο και κύματα.

#### Χωρητικότητα (Capacity).

Η χωρητικότητα ορίζεται ως εξής :

1. Για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, δεξαμενόπλοια, μεταφοράς υγροποιημένου αερίου, Ro-Ros, ψυγεία και μεταφοράς συνδυασμένου φορτίου θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως Χωρητικότητα (Capacity) το νεκρό βάρος (deadweight/DWT).
2. Για τα επιβατηγά και επιβατηγά-οχηματαγωγά θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως χωρητικότητα το νεκρό βάρος (deadweight/DWT), σύμφωνα με πρόσφατη διόρθωση της 66 συνόδου (MEPC 66<sup>th</sup>) στις 31/03-04/04/2014[11].
3. Για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως χωρητικότητα το 70% του νεκρού βάρους του πλοίου (DWT).[5]

$P$  ορίζεται η ισχύς των κύριων και βοηθητικών μηχανών, η οποία μετράται σε Kw . Οι δείκτες ME και AE αναφέρονται στην κύρια και βοηθητική μηχανή (εξ) αντίστοιχα. Το άθροισμα στο  $i$  αφορά όλους τους κινητήρες με  $n$  το πλήθος των κινητήρων (nME) .

1.  $P_{ME(i)}$

είναι το 75% της ονομαστικής εγκατεστημένης ισχύος (MCR) για κάθε κύρια μηχανή ( $i$ ) .

2.  $P_{PTO(i)}$  (Γεννήτρια άξονα/ Shaft generator) .

Στην περίπτωση όπου έχει εγκατασταθεί γεννήτρια άξονα, το  $P_{PTO(i)}$  είναι το 75% της ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος εξόδου της κάθε γεννήτριας άξονα.

3.  $P_{PTI(i)}$  (βοηθητικός κινητήρας / Shaft motor)

Στην περίπτωση όπου είναι εγκατεστημένος βοηθητικός κινητήρας ο οποίος παρέχει ισχύ στον κεντρικό άξονα του πλοίου, τότε η τιμή του  $P_{PTI(i)}$  είναι το 75% της ονομαστικής ισχύος κάθε κινητήρα διαιρεμένο με το βαθμό απόδοσης της γεννήτριας .

4.  $P_{eff(i)}$

Είναι η απόδοση από τη χρήση μίας ενεργειακά αποδοτικής, καινοτόμου μηχανολογικής τεχνολογίας , για το σύστημα πρόωσης στο 75% της ισχύος της κύριας μηχανής.

Η μηχανική ενέργεια η οποία ανακτάται από χαμένη ενέργεια και είναι άμεσα συνδεδεμένη στον άξονα θα πρέπει να μην υπολογίζεται, αφού η επίδραση της τεχνολογίας αντανακλάται άμεσα στην  $V_{ref}$ .

5.  $P_{AEff(i)}$

Είναι η μείωση της βοηθητικής ισχύος λόγω καινοτόμου ενεργειακά αποδοτικής ηλεκτρικής τεχνολογίας, η οποία μετράται σε  $P_{ME(i)}$  .

## 6. $P_{AE}$

Είναι η απαιτούμενη βοηθητική ισχύς, η οποία προέρχεται από τον βοηθητικό κινητήρα(ες), ώστε να παρέχεται ενέργεια κατά τη διάρκεια του ταξιδιού στη θάλασσα, για την πρόωση, για τα μηχανήματα/συστήματα και για τη διαμονή, π.χ. κύριες αντλίες κινητήρα, πλοήγησης και συστημάτων και εξοπλισμού για τη διαβίωση επι του σκάφους. Εξαιρούνται αντλίες φορτίου, φόρτο-εκφορτωτικά μέσα, αντλίες έρματος. [5]

### SFC (Specific Fuel Consumption)

Είναι η πιστοποιημένη ειδική κατανάλωση καυσίμου των κινητήρων, η οποία μετράται σε g/kWh . Οι δείκτες ME (i) και AE (i) αναφέρονται στον κύριο και βοηθητικό κινητήρα(ες), αντίστοιχα. Για τους κινητήρες οι οποίοι είναι πιστοποιημένοι για τους E2 και E3 κύκλους δοκίμων σύμφωνα με τον Τεχνικό κώδικα NOx του 2008, η ειδική κατανάλωση καυσίμου του κινητήρα ( $SFC_{ME(i)}$ ) ορίζεται ως η τιμή η οποία έχει καταγραφεί στην έκθεση δοκιμής στο 75% του MCR της ροπής του. Για τους κινητήρες οι οποίοι είναι πιστοποιημένοι για τους D2 ή C1 κύκλους δοκίμων σύμφωνα με τον Τεχνικό κώδικα NOx του 2008, η ειδική κατανάλωση καυσίμου του κινητήρα ( $SFC_{AE(i)}$ ) ορίζεται ως η τιμή η οποία έχει καταγραφεί στην έκθεση δοκιμής στο 50% του MCR της ροπής του. Για εκείνες τις μηχανές οι οποίες δεν διαθέτουν έκθεση δοκιμών στον τεχνικό φάκελο NOx επειδή η ισχύς τους είναι κάτω από 130 kW, η ειδική κατανάλωση (SFC) ορίζεται από τον κατασκευαστή και θα πρέπει να εγκρίνεται από την αρμόδια αρχή. Στο στάδιο του σχεδιασμού, σε περίπτωση μη διαθεσιμότητας της έκθεσης δοκιμών στον τεχνικό φάκελο NOx, η ειδική κατανάλωση ορίζεται από τον κατασκευαστή και θα πρέπει να εγκρίνεται από την αρμόδια αρχή. Για κινητήρες οι οποίοι λειτουργούν με καύσιμο τύπου LNG η ειδική κατανάλωση SFC μετράται σε Kj / Kw και θα πρέπει να υπολογίζεται η ειδική κατανάλωση καυσίμου SFC , χρησιμοποιώντας την θερμιδογόνο δύναμη του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) 48.000 Kj / kg , που αναφέρεται στις κατευθυντήριες γραμμές της IPCC 2006.[5]

$f_j$  (αδιάστατος διορθωτικός συντελεστής για λογαριασμό πλοίου ειδικού σχεδιασμού.)

Ο συντελεστής διόρθωσης της ισχύος  $f_j$ , για πλοία κλάσης πάγου θα πρέπει να λαμβάνεται ως η μεγαλύτερη τιμή μεταξύ των  $f_{j0}$  και  $f_{jmin}$ , όπως παρατίθενται στον Πίνακα 3 αλλά όχι μεγαλύτερη από  $f_{jmax} = 1.0$ .

**Πίνακας 2 :** Διορθωτικός συντελεστής ισχύος  $f_j$  για πλοία κλάσης πάγου.

Ship type	$f_{j0}$	$f_{j,min}$ depending on the ice class			
		IA Super	IA	IB	IC
Tanker	$\frac{0.308 \cdot L_{PP}^{1.920}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)}}$	$0.15 L_{PP}^{0.30}$	$0.27 L_{PP}^{0.21}$	$0.45 L_{PP}^{0.13}$	$0.70 L_{PP}^{0.06}$
Bulkcarrier	$\frac{0.639 \cdot L_{PP}^{1.754}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)}}$	$0.47 L_{PP}^{0.09}$	$0.58 L_{PP}^{0.07}$	$0.73 L_{PP}^{0.04}$	$0.87 L_{PP}^{0.02}$
General cargo ship	$\frac{0.0227 \cdot L_{PP}^{2.483}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)}}$	$0.31 L_{PP}^{0.16}$	$0.43 L_{PP}^{0.12}$	$0.56 L_{PP}^{0.09}$	$0.67 L_{PP}^{0.07}$

Πηγή: <http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/eedi%20amendments%20RESOLUTION%20MEPC203%2062.pdf> (resolution Mepc.203 (62) 15/07/2011)

Ο συντελεστής  $f_j$ , για τα δεξαμενόπλοια (τύπου shuttle) με εφεδρική πρόωση θα πρέπει να είναι  $f_j = 0.77$ , τα οποία είναι μεταξύ 80.000 και 160.000 DWT. Τα συγκεκριμένα δεξαμενόπλοια (shuttle tankers) τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για τη φόρτωση αργού πετρελαίου από υπεράκτιες εγκαταστάσεις (offshore), είναι εξοπλισμένα με διπλό κινητήρα και δύο έλικες ώστε να πληρούν τις απαιτήσεις για εφεδρεία ισχύος σύμφωνα με την κλάση.

- Για τα πλοία άλλου τύπου ο  $f_j$  θα πρέπει να παίρνει την τιμή  $f_j = 1.0$

$f_w$  είναι ένας αδιάστατος συντελεστής ο οποίος δείχνει την μείωση της ταχύτητας σε αντιπροσωπευτικές θαλάσσιες συνθήκες. (ύψος και συχνότητα κύματος, ταχύτητα ανέμου).

$f_{eff(i)}$  είναι ο συντελεστής διαθεσιμότητας της κάθε καινοτόμου τεχνολογίας ενεργειακής αποδοτικότητας.

$f_i$  είναι ο αδιάστατος συντελεστής χωρητικότητας για οποιοδήποτε τεχνικό/ρυθμιστικό περιορισμό στην χωρητικότητα, και θα πρέπει να υποθεθεί ότι είναι ίσο με (1.0), όταν η αναγκαιότητα του ως παράγοντα δεν είναι δεδομένη.

Ο συντελεστής διόρθωσης της χωρητικότητας,  $f_i$ , για τα πλοία κλάσης πάγου θα πρέπει να λαμβάνει τη μικρότερη τιμή μεταξύ του  $f_{i0}$  και  $f_{i,max}$ , όπως παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα, αλλά όχι μικρότερος από το  $f_{i,min}=1$ .

Πίνακας 3:  $f_{i0}$  και  $f_{i,max}$  για τα πλοία κλάσης πάγου.

Ship type	$f_{i0}$	$f_{i,max}$ depending on the ice class			
		IA Super	IA	IB	IC
Tanker	$\frac{0.00138 \cdot L_{PP}^{3.331}}{capacity}$	$2.10 L_{PP}^{-0.11}$	$1.71 L_{PP}^{-0.08}$	$1.47 L_{PP}^{-0.06}$	$1.27 L_{PP}^{-0.04}$
Bulk carrier	$\frac{0.00403 \cdot L_{PP}^{3.123}}{capacity}$	$2.10 L_{PP}^{-0.11}$	$1.80 L_{PP}^{-0.09}$	$1.54 L_{PP}^{-0.07}$	$1.31 L_{PP}^{-0.05}$
General cargo ship	$\frac{0.0377 \cdot L_{PP}^{2.625}}{capacity}$	$2.18 L_{PP}^{-0.11}$	$1.77 L_{PP}^{-0.08}$	$1.51 L_{PP}^{-0.06}$	$1.28 L_{PP}^{-0.04}$
Containership	$\frac{0.1033 \cdot L_{PP}^{2.329}}{capacity}$	$2.10 L_{PP}^{-0.11}$	$1.71 L_{PP}^{-0.08}$	$1.47 L_{PP}^{-0.06}$	$1.27 L_{PP}^{-0.04}$
Gas carrier	$\frac{0.0474 \cdot L_{PP}^{2.590}}{capacity}$	125	$2.10 L_{PP}^{-0.12}$	$1.60 L_{PP}^{-0.08}$	$1.25 L_{PP}^{-0.04}$

Πηγή: <http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/eedi%20amendments%20RESOLUTION%20MEPC203%2062.pdf> (resolution Mepc.203 (62) 15/07/2011)

$f_{iVSE}$  είναι ο συντελεστής για πλοία με συγκεκριμένη εθελοντική ενίσχυση και εκφράζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$f_{iVSE} = \frac{DWT_{reference\ design}}{DWT_{enhanced\ design}}$$

Όπου :

$$DWT_{reference\ design} = \Delta_{ship} - lightweight_{reference\ design}$$

$$DWT_{enhanced\ design} = \Delta_{ship} - lightweight_{enhanced\ design}$$

(1.1)

Το DWT (Deadweight) πριν από τις βελτιώσεις (DWT reference design) είναι το DWT πριν από την εφαρμογή των διαρθρωτικών βελτιώσεων. Αντίστοιχα, το DWT μετά τις βελτιώσεις (DWT enhanced design) είναι το DWT μετά την εφαρμογή της προαιρετικής διαρθρωτικής βελτίωσης. Μια αλλαγή στο υλικό (π.χ. από κράμα αλουμινίου σε χάλυβα) μεταξύ (DWT reference design) και (DWT enhanced design) δεν θα πρέπει να επιτρέπεται για τον υπολογισμό του  $f_{IVSE}$ . Επίσης, δεν επιτρέπεται και η αλλαγή των τύπων του ίδιου υλικού (π.χ. αλλαγή τύπου χάλυβα, ιδιότητες, κατάσταση).[5]

$f_{ICSR}$  (συντελεστής διόρθωσης χωρητικότητας)

Για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και για τα πετρελαιοφόρα τα οποία είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τους κοινούς κατασκευαστικούς κανόνες (CSR , Common Structural Rules) των νηογνομόνων, θα πρέπει να ισχύει ο παρακάτω συντελεστής διόρθωσης χωρητικότητας :

$$f_{ICSR} = 1 + (0.08 \cdot LWT_{CSR} / DWT_{CSR})$$

Όπου,  $DWT_{CSR}$  ορίζεται το Deadweight (DWT) και  $LWT_{CSR}$  το lightweight (LWT) του πλοίου.

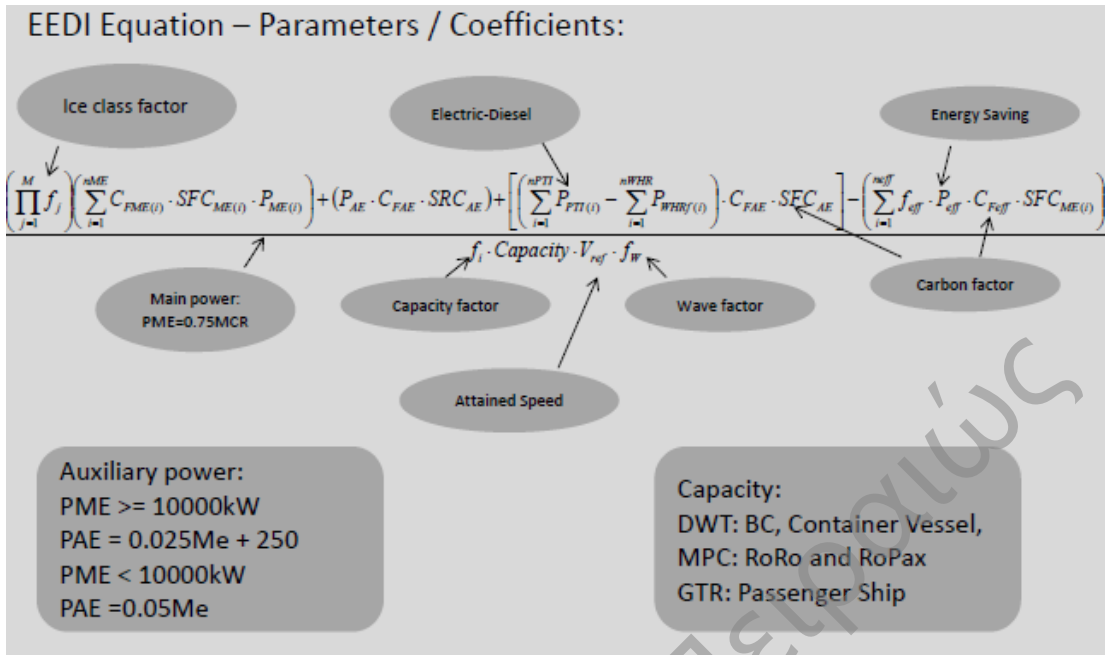
Για όλους τους άλλους τύπους των πλοίων το  $f_i$  θα πρέπει να παίρνει την τιμή  $f_i = 1.0$

$f_c$  είναι ο συντελεστής χωρητικότητας (σε κυβικά) όπου θα πρέπει να παίρνει την τιμή  $f_c = 1.0$  όταν η αναγκαιότητά του ως παράγοντα δεν είναι δεδομένη.[6]

LPP (Μήκος μεταξύ καθέτων).

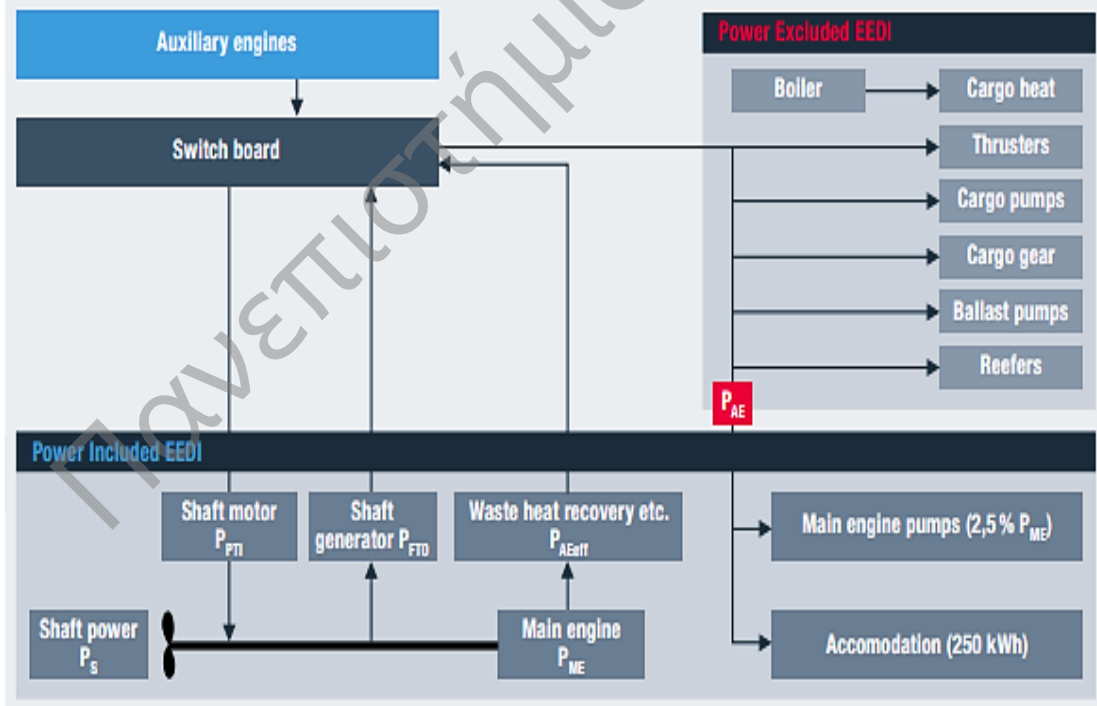
Μήκος μεταξύ καθέτων (Lpp) , σημαίνει το 96% του συνολικού μήκους στην ίσαλο γραμμή η οποία βρίσκεται στο 85% του ελάχιστου κοίλου μετρημένο από την κορυφή της τρόπιδας ή το μήκος από το εμπρόσθιο τμήμα της πλώρης μέχρι τον άξονα του πηδαλίου εάν είναι μεγαλύτερο. Σε πλοία που έχουν κατασκευαστεί με επικλινή τρόπιδα, η ίσαλος γραμμή επί της οποίας μετράται το μήκος, θα πρέπει να είναι παράλληλη προς την ίσαλο σχεδίασης. Το μήκος μεταξύ καθέτων (Lpp) πρέπει να μετράται σε μέτρα. [5]

Εξίσωση (EEDI) – παράμετροι και συντελεστές



Πηγή: Alpha Marine Services Ltd. – Ship Energy Efficiency Management .

Γενική και απλοποιημένη αναπαράσταση των συστημάτων του πλοίου για τον υπολογισμό του EEDI.



Πηγή: <http://www.mandieselturbo.us.com/files/news/files7791/EEDI.pdf>.

2.1.5.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (REQUIRED EEDI)

Σύμφωνα με το Παράρτημα VI της MARPOL, κεφάλαιο 4, κανονισμός 21, ως δείκτης σχεδιασμού απαιτούμενης ενεργειακής απόδοσης (required EEDI) ορίζεται :

$$\text{Attained EEDI} \leq \text{Required EEDI} = (1-x/100) \times \text{τιμή της γραμμής αναφοράς}$$

Όπου X είναι ο συντελεστής μείωσης ο οποίος καθορίζεται στον παρακάτω πίνακα για το απαιτούμενο EEDI σε σχέση με τη γραμμή αναφοράς EEDI. [6]

**Πίνακας 4:** Συντελεστές μείωσης (σε ποσοστό) για το απαιτούμενο EEDI σε σχέση με την γραμμή αναφοράς EEDI.

Ship Type	Size	Phase 0 1 Jan 2013 - 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 - 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 - 31 Dec 2024	Phase 3 1 Jan 2025 and onwards
Bulk Carrier	20.000 DWT and above	0	10	20	30
	10.000 - 20.000 DWT	n/a	0-10	0-20	0-30
Gas Carrier	10.000 DWT and above	0	10	20	30
	2.000 - 10.000 DWT	n/a	0-10	0-20	0-30
Tanker	20.000 DWT and above	0	10	20	30
	4.000 - 20.000 DWT	n/a	0-10	0-20	0-30
Container Ships	15.000 DWT and above	0	10	20	30
	10.000 - 15.000 DWT	n/a	0-10	0-20	0-30
General Cargo Ships	15.000 DWT and above	0	10	15	30
	3.000 - 15.000 DWT	n/a	0-10	0-15	0-30
Refrigerated Cargo carrier	5.000 DWT and above	0	10	15	30
	3.000 - 5.000 DWT	n/a	0-10	0-15	0-30
Combination carrier	20.000 DWT and above	0	10	20	30
	4.000 -20.000 DWT	n/a	0-10	0-20	0-30

Πηγή: <http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/eedi%20amendments%20RESOLUTION%20MEPC203%2062.pdf> (resolution Mepc.203 (62) 15/07/2011)



### 2.1.5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ EEDI.

Για τον υπολογισμό της γραμμής αναφοράς, η εκτιμώμενη τιμή του δείκτη για κάθε τύπο πλοίου, υπολογίζεται με βάση τις ακόλουθες παραδοχές:

1. Ο συντελεστής εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι σταθερός για όλους τους κινητήρες  $C_{F,ME} = C_{F,AE} = CF = 3.1144 \text{ g-CO}_2/\text{g-fuel}$ .
2. Η ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC) για όλους τους τύπους πλοίων είναι σταθερή για όλες τις κύριες μηχανές  $SFC_{ME} = 190 \text{ g/kWh}$ .
3.  $P_{ME(i)}$  είναι το 75% της συνολικής εγκατεστημένης κύριας ισχύος ( $MCR_{ME(i)}$ )
4. Η ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC) για όλους τους τύπους πλοίων είναι σταθερή για όλες τις βοηθητικές μηχανές  $SFC_{AE} = 215 \text{ g/kWh}$
5. Δεν χρησιμοποιείται κανένας διορθωτικός συντελεστής.
6. Δεν χρησιμοποιείται καμία καινοτόμος ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία  $P_{AEeff} = 0, P_{PTI} = 0, P_{eff} = 0$ .

Η εξίσωση για τον υπολογισμό της εκτιμώμενης τιμής του δείκτη για κάθε πλοίο (εκτός των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων) έχει ως εξής [7]:

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

### 2.1.5.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ "A" ΚΑΙ "C".

Για όλους τους τύπους των πλοίων για τα οποία ισχύουν οι κατευθυντήριες γραμμές, οι παράμετροι "a" και "c" προσδιορίζονται από την ανάλυση της παλινδρόμησης απεικονίζοντας σε χ-ψ γράφημα τις υπολογισμένες εκτιμώμενες τιμές του δείκτη (g-CO<sub>2</sub>/ton-mile) σε συνάρτηση με τη χωρητικότητα του πλοίου DWT, ανά τύπο πλοίου ξεχωριστά.

Η τιμή της γραμμής αναφοράς ισούται με :  $a \cdot b^{-c}$  όπου a,b,c είναι οι παράμετροι που δίνονται στον παρακάτω πίνακα[6], [7], [8]:

**Πίνακας 5** :Παράμετροι για τον προσδιορισμό των τιμών αναφοράς για διάφορους τύπους πλοίων.

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

Πηγή:<http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/eedi%20amendments%20RESOLUTION%20MEPC203%2062.pdf> (resolution Mepc.203 (62) 15/07/2011)

#### Παράδειγμα υπολογισμού

Η τιμή της γραμμής αναφοράς ισούται με :  $a \cdot b^{-c}$  όπου a,b,c για πλοίο τύπου bulk carrier (55000 DWT) σύμφωνα με τον Πίνακα 5 .

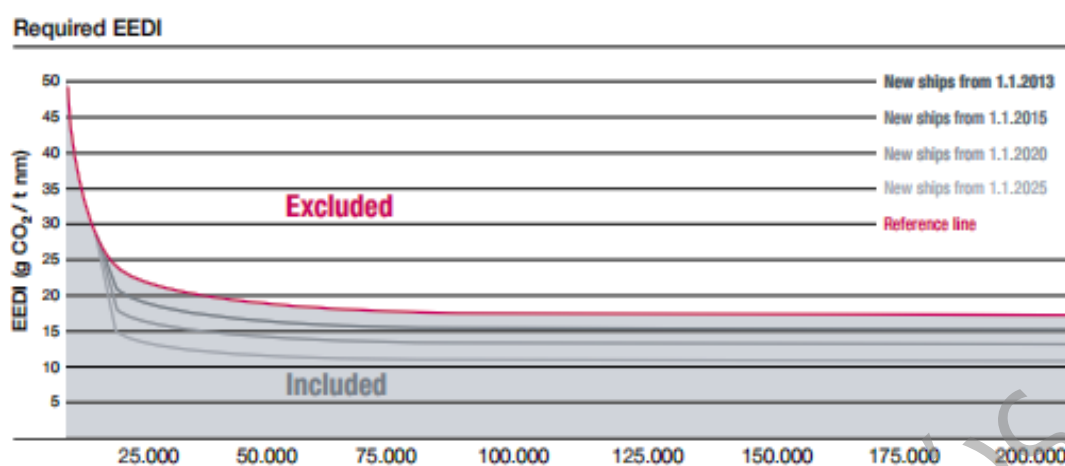
ορίζονται ως εξής : a = 961.79, b = DWT of the ship =55000 dwt, c=0.477

Οπότε , η τιμή της γραμμής αναφοράς θα είναι :  $961.79 \cdot 55000^{-0.477} = 5.27 \text{g-CO}_2/\text{ton-mile}$ .

Στην φάση 0 (μεταξύ 01/01/2013 και 31/12/2014) πάνω από 20000 DWT το  $x=0$

Άρα, το απαιτούμενο EEDI =5.27 g-CO<sub>2</sub>/ton-mile και έτσι θα πρέπει το επιτυγχανόμενο EEDI να είναι  $\leq 5.27 \text{ g-CO}_2/\text{ton-mile}$  ώστε να πληροί τις προδιαγραφές.[8]

**Διάγραμμα 2 :**Γραμμή αναφοράς απαιτούμενου EEDI



Πηγή:[http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Procedural\\_requirements/PDF/P\\_R\\_38\\_pdf2107.pdf](http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Procedural_requirements/PDF/P_R_38_pdf2107.pdf)

## **2.2 SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP).**

Το SEEMP καθιερώνει έναν μηχανισμό για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων. Επίσης παρέχει μια προσέγγιση για τις ναυτιλιακές εταιρίες ώστε να διαχειρίζονται τον στόλο τους όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά σε συνάρτηση με το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση μεθόδων επιτήρησης όπως είναι ο λειτουργικός δείκτης ενεργειακής αποτελεσματικότητας (EEOI). Οι κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη του SEEMP, ενσωματώνουν βέλτιστες πρακτικές ως προς την αποτελεσματική χρήση των καυσίμων, καθώς και εθελοντική χρήση της μεθόδου EEOI για τα νέα και τα υπάρχοντα πλοία (MEPC.1/Circ.6 84). Το EEOI δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές να μετρούν την αποτελεσματικότητα των καυσίμων αλλά και να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις των τυχόν αλλαγών σύμφωνα με τη λειτουργία του πλοίου, π.χ. βελτίωση του σχεδιασμού του ταξιδιού, καθαρισμός της έλικας σε πιο τακτά χρονικά διαστήματα ή χρήση τεχνολογιών όπως σύστημα ανάκτησης της θερμότητας από τα απόβλητα. Τέλος, το SEEMP καλεί τον ιδιοκτήτη και τον διαχειριστή του πλοίου, σε κάθε στάδιο του σχεδίου να εξετάζουν τις νέες πρακτικές και τεχνολογίες, όταν προσπαθούν να βελτιστοποιήσουν την απόδοση του πλοίου.[4]

### 2.2.1 ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΕΟΙ (ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDEX).

Εισαγωγή.

Το 1997 ο IMO υιοθέτησε ένα ψήφισμα σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> οι οποίες προέρχονται από τα πλοία. Η συνέλευση του IMO ενέκρινε το ψήφισμα A963 (23), σχετικά με τις πολιτικές του IMO οι οποίες σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και ζητά από την Επιτροπή Προστασίας Θαλασσιού Περιβάλλοντος γνωστή ως MEPC να αναπτύξει ένα δείκτη εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για τα πλοία και τις κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση του εν λόγω δείκτη. Έτσι, οι κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες καθορίζονται από το εν λόγω έγγραφο σχετικά με τη χρήση του δείκτη ΕΕΟΙ είναι οι εξής:

- Ποιοί είναι οι στόχοι του δείκτη εκπομπών CO<sub>2</sub>;
- Πώς πρέπει να μετρηθεί η απόδοση CO<sub>2</sub> πλοίου;
- Πώς ο δείκτης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την προώθηση μιας ναυτιλίας χαμηλών εκπομπών, ώστε να συμβάλει στον περιορισμό του αντίκτυπου της ναυτιλίας στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή;

Το ΕΕΟΙ είναι μια μέθοδος η οποία αναπτύχθηκε από τον IMO και είναι ένα διεθνώς καθιερωμένο εργαλείο. Στόχος του οποίου είναι να βοηθήσει τους διαχειριστές, τους πλοιοκτήτες και άλλους ενδιαφερομένους στη σωστή απεικόνιση αλλά και στην αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων τους, όσον αφορά τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα. Το ΕΕΟΙ θα πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες αναπτύχθηκαν από τον IMO.

Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες προέρχονται από το πλοίο είναι άμεσα συνδεδεμένες με την κατανάλωση των καυσίμων. Έτσι το ΕΕΟΙ μπορεί να παράσχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την απόδοση του πλοίου σε σχέση την αποδοτικότητα των καυσίμων. [9]

### 2.2.2 ΕΕΟΙ, ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ.

Κύριος στόχος αυτών των κατευθυντήριων γραμμών είναι να παρέχει στους χρήστες ένα μηχανισμό ο οποίος θα συμβάλει στον περιορισμό ή και στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τη λειτουργία των πλοίων. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές παρουσιάζουν την ιδέα ενός δείκτη ο οποίος σχετίζεται με την ενεργειακή απόδοση του πλοίου κατά τη λειτουργία του και εκφράζεται με τη μορφή της εκπεμπόμενης ποσότητας CO<sub>2</sub> ανά μονάδα μεταφορικού έργου του πλοίου. Τέλος οι κατευθυντήριες γραμμές έχουν συμβουλευτικό χαρακτήρα και παρουσιάζουν την πιθανή χρήση του λειτουργικού δείκτη.[9]

### 2.2.3 ΕΕΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ.

#### **Ορισμός του δείκτη.**

Στην πιο απλή του μορφή ο δείκτης ΕΕΟΙ (Energy Efficiency Operational Indicator) ορίζεται ως ο λόγος της μάζας της εκπεμπόμενης ποσότητας CO<sub>2</sub> ανά μονάδα μεταφορικού έργου .[9]

$$EEOI = \frac{MCo_2}{(Transportation\ Work)}$$

#### **Κατανάλωση καυσίμου (Fuel Consumption).**

Η κατανάλωση καυσίμου , (Fuel Consumption / FC) , ορίζεται ως η συνολική κατανάλωση των καυσίμων ,τα οποία καταναλώνονται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού στη θάλασσα αλλά και κατά την παραμονή του πλοίου μέσα στο λιμάνι για συγκεκριμένη περίοδο . Για παράδειγμα , μια μέρα με κύριες και βοηθητικές μηχανές συμπεριλαμβανομένων των λεβήτων και των αποτεφρωτήρων.[9]

#### **Απόσταση πλεύσης (Distance Sailed).**

Η απόσταση πλεύσης ορίζεται ως η συνολική απόσταση πλεύσης σε ναυτικά μίλια σύμφωνα με τα δεδομένα του βιβλίου καταστρώματος (Deck log book data) για συγκεκριμένο ταξίδι ή για συγκεκριμένη περίοδο.[9]

## **Τύπος πλοίου και φορτίου . (Ship and Cargo types)**

Οι κατευθυντήριες γραμμές ισχύουν για όλα τα πλοία τα οποία εκτελούν μεταφορικό έργο.

Πλοία:

- Ξηρού φορτίου
- Δεξαμενόπλοια
- Μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (LNGs,LPGs)
- Εμπορευματοκιβωτίων
- Φορτηγά πλοία Ro-Ro (Roll on – Roll off)
- Πλοία γενικού φορτίου
- Επιβατικά πλοία ,συμπεριλαμβανομένων των επιβατικών πλοίων Ro-Ro.

## **Φορτίο (Cargo).**

Το φορτίο περιλαμβάνει αλλά δεν περιορίζεται σε: όλα τα αέρια, υγρά και στερεά χύδην φορτία, φορτία τα οποία είναι σε εμπορευματοκιβώτια (συμπεριλαμβανομένων των κενών μονάδων τα οποία είναι προς επιστροφή), κατεψυγμένα και σε απλή ψύξη εμπορεύματα , ξυλείας , αυτοκινήτων και οχημάτων για Ro-Ro και τέλος επιβατών για επιβατικά πλοία και οχηματαγωγά.[9]

## **Μεταφορικό έργο ή Μαζική μεταφορά φορτίου η οποία πραγματοποιήθηκε. (Work Done or Cargo Mass Carried).**

Σε γενικές γραμμές , το μεταφορικό έργο ή μαζική μεταφορά φορτίου η οποία πραγματοποιήθηκε εκφράζεται ως εξής :

- Για τα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου, δεξαμενόπλοιων, μεταφοράς υγροποιημένων αερίων, Ro-Ro και γενικά φορτηγά πλοία σε μετρικούς τόνους (t) μεταφερόμενου φορτίου .
- Για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων , εκφράζεται σε αριθμό εμπορευματοκιβωτίων (TEUs) ή σε μετρικούς τόνους (t) της μαζικής μεταφοράς φορτίου.

- Για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων σε συνδυασμό με τη μεταφορά άλλων φορτίων, εκφράζεται σε αριθμό εμπορευματοκιβωτίων (TEUs) των 10 (t) τόνων για τα έμφορτα TEUs και σε 2 (t) τόνων για τα άφορτα TEUs.
- Για τα επιβατικά πλοία, περιλαμβανομένων των επιβατικών πλοίων Ro-Ro , εκφράζεται σε αριθμό επιβατών ή σε τόνους ολικής χωρητικότητας του πλοίου.

Σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις, το μεταφορικό έργο μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

- Για τα οχηματαγωγά πλοία εκφράζεται σε αριθμό μονάδων αυτοκινήτου ή σε μέτρα λωρίδων που καταλαμβάνονται. [9]

#### **Ταξίδι (Voyage).**

Το ταξίδι ορίζεται ως η περίοδος μεταξύ της αναχώρησης από το λιμάνι αναχώρησης μέχρι το επόμενο λιμάνι.[9]

#### 2.2.4 ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΟΙ.

Ο Δείκτης ΕΕΟΙ πρέπει να έχει αντιπροσωπευτική τιμή της ενεργειακής αποδοτικότητας της λειτουργίας του πλοίου κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου η οποία αντιπροσωπεύει το εμπορικό του μοτίβο. Προκειμένου να καθοριστεί ο δείκτης ΕΕΟΙ ,απαιτούνται τα ακόλουθα βασικά βήματα :

- Καθορισμός περιόδου για την οποία θα υπολογιστεί το ΕΕΟΙ\*.
- Καθορισμός των πηγών δεδομένων για τη συλλογή δεδομένων.
- Συλλογή δεδομένων.
- Μετατροπή των δεδομένων σε κατάλληλη μορφή.
- Υπολογισμός του ΕΕΟΙ.

\*Τα ταξίδια έρματος, καθώς και διαδρομές οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται για την μεταφορά εμπορευμάτων ,όπως είναι μανούβρες προσέγγισης προβλητών, θα πρέπει να συμπεριληφθούν για τον υπολογισμό του ΕΕΟΙ. Τέλος, θα πρέπει να εξαιρεθούν

ταξίδια που ως σκοπό έχουν την εξασφάλιση της ασφάλειας του πλοίου ή την διάσωση ανθρώπινων ζώων στη θάλασσα. [9]

### **Διαδικασία καταγραφής στοιχείων.**

Ιδανικά, η μέθοδος καταγραφής δεδομένων θα πρέπει να είναι ομοιόμορφη, έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν και να επεξεργαστούν για να διευκολυνθεί η εξαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών. Η συλλογή των δεδομένων θα πρέπει να περιλαμβάνει τη διανυθείσα απόσταση (Distance sailed) ,την ποσότητα και το είδος του καυσίμου το οποίο καταναλώθηκε (F.C. & Type), καθώς και την ποσότητα του φορτίου που μεταφέρθηκε για το συγκεκριμένο διάστημα.

Είναι σημαντικό τα δεδομένα να συλλέγονται επί του πλοίου όσον αφορά τον τύπο και την ποιότητα του καυσίμου, την διανυθείσα απόσταση και τον τύπο του φορτίου που μεταφέρθηκε , ώστε να προκύπτει ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα. Έτσι, η διανυθείσα απόσταση θα πρέπει να υπολογίζεται από την πραγματική απόσταση που διανύθηκε, όπως είναι καταγεγραμμένη στο ημερολόγιο του πλοίου. Η ποσότητα και το είδος του καυσίμου τα οποία καταναλώθηκαν θα πρέπει επίσης να καταγράφονται βάσει του ημερολογίου πετρελαίου του πλοίου καθώς και βάσει της φορτωτικής των καυσίμων (Bunker delivery note).[9]

### **Παρακολούθηση και έλεγχος . (Monitoring & Verification)**

Τεκμηριωμένες διαδικασίες για την παρακολούθηση και την μέτρηση των δεδομένων, σε τακτική βάση, θα πρέπει να αναπτυχθούν αλλά και να διατηρηθούν . Τα στοιχεία τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον καθορισμό των διαδικασιών παρακολούθησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν :

- Προσδιορισμό των εργασιών / δραστηριοτήτων με επιπτώσεις στην απόδοση.
- Προσδιορισμό των πηγών των δεδομένων και των μετρήσεων οι οποίες είναι απαραίτητες, καθώς και τον προσδιορισμό της μορφής των προδιαγραφών.
- Προσδιορισμός της συχνότητας και του προσωπικού το οποίο θα εκτελεί τις μετρήσεις. Και τέλος ,
- Τήρηση των διαδικασιών ποιοτικού ελέγχου για τις διαδικασίες πιστοποίησης



Τα αποτελέσματα αυτού του είδους αυτοαξιολόγησης θα μπορούσαν να επανεξεταστούν και να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες αξιοπιστίας και επιτυχίας της όλης διαδικασίας, καθώς και για τον εντοπισμό των τομέων που χρήζουν διορθωτικών αλλαγών ή βελτίωση. Προκειμένου να αποφευχθούν περιττές επιβαρύνσεις για το προσωπικό των πλοίων, συνιστάται ότι η παρακολούθηση του δείκτη ΕΕΟΙ θα πρέπει να πραγματοποιείται από το προσωπικό στα γραφεία της διαχειρίστριας εταιρίας, αξιοποιώντας τα δεδομένα τα οποία προέρχονται από τα επίσημα ημερολόγια του πλοίου. (Ημερολόγιο πλοίου, Ημερολόγιο πετρελαίου και μηχανής).[9]

#### 2.2.5 ΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕΣΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ. (ROLLING AVERAGE INDICATOR).

Ως εργαλείο ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, ο κινητός μέσος όρος του δείκτη, όταν χρησιμοποιείται, θα πρέπει να υπολογίζεται με τη χρήση μίας συγκεκριμένης μεθοδολογίας, σύμφωνα με την οποία μία ελάχιστη χρονική περίοδος ή ένας αριθμός ταξιδιών τα οποία είναι στατιστικά σημαντικά χρησιμοποιούνται ως τα πλέον κατάλληλα για υπολογισμό. Στατιστικά σημαντική σημαίνει ότι η περίοδος η οποία καθορίζεται ως κριτήριο για κάθε πλοίο, πρέπει να παραμείνει σταθερή και να είναι ευρεία αρκετά ώστε ο συσσωρευμένος όγκος δεδομένων να ανταποκρίνεται σε μία λογική μέση τιμή όσον αφορά στην λειτουργία του εν λόγω πλοίου κατά την καθορισμένη περίοδο.[9]

#### 2.2.6 ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ.

Η μεθοδολογία και η χρήση του ΕΕΟΙ όπως περιγράφεται στις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές, παρέχει ένα παράδειγμα μίας διαφανούς και αναγνωρισμένης προσέγγισης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) σε σχέση με τις εκπομπές του CO<sub>2</sub>. Οι κατευθυντήριες γραμμές θεωρούνται κατάλληλες για την εφαρμογή τους μέσα στο περιβαλλοντικό σύστημα διαχείρισης μιας εταιρίας. Η εφαρμογή του ΕΕΟΙ σε ένα καθιερωμένο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με την εφαρμογή οποιουδήποτε άλλου επιλεγμένου δείκτη και να ακολουθεί τα κεντρικά στοιχεία των αναγνωρισμένων προτύπων (σχεδιασμός, εφαρμογή και λειτουργία, τον έλεγχο και τις διορθωτικές ενέργειες και την

επανεξέταση της διαχείρισης). Όταν χρησιμοποιείται ο ΕΕΟΙ ως δείκτης απόδοσης, θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση τόσο για τις τρέχουσες επιδόσεις όσο και για τις διαχρονικές τάσεις .[9]

### 2.2.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΟΙ.

Με βάση τα επιχειρησιακά δεδομένα.

#### **Πηγές δεδομένων**

Οι πρωτογενείς πηγές δεδομένων θα πρέπει να είναι το ημερολόγιο του πλοίου (ημερολόγιο γέφυρας, ημερολόγιο μηχανής, και άλλα επίσημα έγγραφα).

#### **Οι συντελεστές μετατροπής της μάζας του καυσίμου ( $C_f$ ) σε μάζα του $CO_2$ .**

Ο συντελεστής μετατροπής  $C_f$  είναι ένας αδιάστατος συντελεστής μετατροπής μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμου η οποία μετριέται σε (g) και της εκπομπής του  $CO_2$  η οποία επίσης μετριέται σε (g) με βάση την περιεκτικότητα σε άνθρακα. Οι τιμές του συντελεστή  $C_f$  διαμορφώνονται ως εξής [9]:

**Πίνακας 6:** Συντελεστής  $C_f$  ανά κατηγορία καυσίμου.

Type of fuel	Reference	Carbon content	$C_F$ (t- $CO_2$ /t-Fuel)
1 Diesel / Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMC	0.875	3.206000
2 Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.86	3.151040
3 Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.85	3.114400
4 Liquefied Petroleum Gas (LPG)	Propane	0.819	3.000000
	Butane	0.827	3.030000
5 Liquefied Natural Gas (LNG)		0.75	2.750000

Πηγή:(IMO Ref.T5/1.01) Guidelines for voluntary use of the ship Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI) MEPC.1 Circ.684 17.08.2009 /

[http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data\\_id=26531&filename=684.pdf](http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=26531&filename=684.pdf)

### 2.2.7.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ & ΕΕΟΙ AVERAGE .

Η βασική μορφή του δείκτη ΕΕΟΙ για ένα ταξίδι ορίζεται ως εξής:

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{cargo} \times D} \quad 1.2$$

Ενώ για το μέσο μιας περιόδου ή για έναν αριθμό ταξιδιών ο Δείκτης υπολογίζεται ως εξής:

$$Average\ EEOI = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{Fj})}{\sum_i (m_{cargo,i} \times D_i)} \quad 1.3$$

Όπου:

- $j$  ορίζεται ως ο τύπος του καυσίμου
- $i$  ορίζεται ως ο αριθμός των ταξιδιών
- $FC_{ij}$  είναι ο όγκος του καυσίμου που έχει καταναλωθεί  $j$  κατά το ταξίδι  $i$ .
- $m_{cargo}$  είναι το μεταφερόμενο φορτίο (σε τόνους) ή το μεταφορικό έργο (αριθμός TEU ή επιβατών)
- $D$  είναι η απόσταση σε ναυτικά μίλια που αντιστοιχούν στο φορτίο που μεταφέρεται.
- $C_{Fj}$  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 μονάδα μέτρησης του ΕΕΟΙ εξαρτάται από τη μέτρηση του φορτίου που μεταφέρεται. Για παράδειγμα σε τόνους CO<sub>2</sub> / (τόνοι \* ναυτικά μίλια), σε τόνους CO<sub>2</sub>/(TEUs \* ναυτικά μίλια), σε τόνους CO<sub>2</sub> /(άτομα \* ναυτικά μίλια ).Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η δεύτερη εξίσωση δεν δίνει έναν απλό μέσο όρο του ΕΕΟΙ μεταξύ των αριθμών των ταξιδιών  $i$  .[9]

### Κινητός μέσος όρος .

Ο κινητός μέσος όρος μπορεί να υπολογιστεί για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα μία χρονιά πιο κοντά στο τέλος ενός ταξιδιού για την εν λόγω περίοδο, ή για έναν αριθμό ταξιδιών, τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως στατιστικά σημαντικά για την περίοδο του μέσου όρου. Στη συνέχεια το μέσο EEOI (average EEOI) υπολογίζεται για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ή για τον αριθμό των δρομολογίων με την δεύτερη εξίσωση.[9]

### Δεδομένα

Για ένα ταξίδι ή μία περίοδο, τα δεδομένα π.χ για μία μέρα, η κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με το μεταφορικό έργο και η συνολική απόσταση πλεύσης σε ένα συνεχές μοτίβο πλεύσης μπορούν να καταγραφούν στο φύλλο αναφοράς παρακάτω.[9]

#### 2.2.7.2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ CO2

**Πίνακας 7:** Φύλλο αναφοράς δείκτη CO2

NAME AND TYPE OF SHIP						
Voyage or day (i)	Fuel consumption (FC) at sea and in port in tonnes				Voyage or time period data	
	Fuel type ( )	Fuel type ( )	Fuel type ( )		Cargo (m) (tonnes or units)	Distance (D) (NM)
1						
2						
3						

Πηγή: (IMO Ref.T5/1.01) Guidelines for voluntary use of the ship Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI) MEPC.1 Circ.684 17.08.2009

[http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data\\_id=26531&filename=684.pdf](http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=26531&filename=684.pdf)

Σημείωση: Για τα δρομολόγια με mcargo= 0, είναι απαραίτητο να περιλαμβάνεται η κατανάλωση καυσίμου κατά τη διάρκεια αυτού του ταξιδιού στην άθροιση του αριθμητή.

Μετατροπή από τη μονάδα μέτρηση **g-CO2/ton-mile** σε **g-CO2/ton-km**.

Ο Δείκτης CO2 θα πρέπει να μετατρέπεται από τη μονάδα μέτρησης **g-CO2/ton-mile** σε **g-CO2/ton-km** πολλαπλασιάζοντας με 0.54 [9]

### **2.3 Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ.**

Η χρήση των ενεργειακών δεικτών EEOI και EEDI είναι μία μέθοδος η οποία βοηθά στην σωστή απεικόνιση και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και κατ'επέκταση στις μετρήσεις των εκπομπών των τοπικών αέριων ρύπων (NOX, SOX και PM). Κύριος στόχος της χρήσης των ενεργειακών δεικτών είναι μέσω της σωστής απεικόνισης και αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων να οριστούν σημεία αναφοράς και να θεσπιστούν όρια με σκοπό την βελτίωσή τους με το πέρασμα του χρόνου. Επίσης, είναι εμφανές ότι η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου η οποία προκύπτει από τη χρήση της μεθόδου συμβάλει άμεσα στην μείωση των τοπικών αέριων ρύπων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ EEOI- ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

Στο εν λόγω κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί ανάλυση του δείκτη λειτουργικής ενεργειακής αποδοτικότητας (EEOI), καθώς επίσης επεξεργασία και σχολιασμός των αποτελεσμάτων τα οποία θα προκύψουν από μελέτη περίπτωσης σε ναυτιλιακή εταιρία διαχείρισης πλοίων φορτηγού ναυτιλίας σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα κατά IMO.

Ο υπολογισμός του δείκτη (EEOI) γίνεται με βάση τα στοιχεία τα οποία προκύπτουν από ναυτιλιακή εταιρία διαχείρισης 45 δεξαμενοπλοίων και 498 ταξιδιών τύπου spot. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για ταξίδια (πλεύσιμο μέρος) που πραγματοποιήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα 01/01/2013 - 31/12/2013, για τα οποία καταγράφονται πληροφορίες όπως: η ποσότητα του μεταφερόμενου φορτίου, η συνολική απόσταση που διανύθηκε, οι καταναλώσεις στη θάλασσα αλλά και ο τύπος του καυσίμου για κάθε πλοίο και για κάθε ταξίδι μεμονωμένα.

Για την διεξαγωγή ασφαλούς συμπεράσματος και για τον σωστό υπολογισμό του δείκτη EEOI, τα δεδομένα θα πρέπει να κατηγοριοποιηθούν ανα τύπο και μέγεθος πλοίου.

Έτσι λοιπόν ο υπολογισμός του EEOI προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο:

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{cargo} \times D} \quad 1.4$$

Όπου:

- $FC_{ij}$  είναι ο όγκος του καυσίμου που έχει καταναλωθεί  $j$  κατά το ταξίδι  $i$ .
- $C_{Fj}$  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  $j$  (Πίνακας 7)
- $m_{cargo}$  είναι το μεταφερόμενο φορτίο (σε τόνους) ή το μεταφορικό έργο.
- $D$  είναι η απόσταση σε ναυτικά μίλια που αντιστοιχούν στο φορτίο που μεταφέρεται.

Για τον υπολογισμό της μέσης τιμής του EEOI ( $EEOI_{average}$ ) για μία συγκεκριμένη περίοδο ή για έναν αριθμό ταξιδιών, τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως στατιστικά σημαντικά, ισχύει ο παρακάτω τύπος:

$$Average\ EEOI = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{Fj})}{\sum_i (m_{cargo,i} \times D_i)} \quad 1.5$$

Σύμφωνα με τον άνω τύπο (1.4) για τον υπολογισμό του **ΕΕΟΙ** ενδεικτικά για το πρώτο πλοίο (VLCC 1) για το ταξίδι No 1 Θα έχουμε:

$$\text{Για τον αριθμητή: } (152.1+2503.3) \times 3.114400 + (5.9+74) \times 3.151040 + (0+0) \times 3.206000 = 8521.75 \text{ g-CO}_2$$

$$\text{Για τον παρανομαστή: } 288110 \times 11641 = 3353888922.320 \text{ ton-miles}$$

$$\text{Άρα το ΕΕΟΙ θα είναι } 8521.75/3353888922.320 = 2.54086 \times 10^{-6} \text{ ton-CO}_2/\text{ton-miles} = 2.54086 \text{ g-CO}_2/\text{ton-miles}$$

Επίσης , σύμφωνα με τον τύπο 1.5 για τον υπολογισμό του μέσου **ΕΕΟΙ** (**ΕΕΟΙ<sub>average</sub>**) ενδεικτικά για το πρώτο πλοίο (VLCC 1) για τον αριθμό των ταξιδιών που πραγματοποίησε κατά την περίοδο 01/ 01/2013-31/12/2013 θα έχουμε:

$$\begin{aligned} \text{Για τον αριθμητή: το Σύνολο των εκπεμπόμενων ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα των ταξιδιών για την εν λόγω περίοδο. :} & \text{Ταξίδι No 1 } (152.1+2503.3) \times 3.114400 + (5.9+74) \times 3.151040 + (0+0) \times 3.206000 + \text{Ταξίδι No 2 } (147.6+1702.6) \times 3.114400 + (0+0) \times 3.151040 + (0+0) \times 3.206000 + \text{Ταξίδι No3 } (194+2445.5) \times 3.114400 + (2+16.7) \times 3.151040 + (1+8.3) \times 3.206000 + \text{Ταξίδι No4 } (155.5+2018.8) \times 3.114400 + (0+0) \times 3.151040 + (0+0) \times 3.206000 = 8521.75 + 5762.26 + 8309.2 + 6771.64 = 29364.8 \text{ ton-CO}_2 \end{aligned}$$

Για τον παρανομαστή: το σύνολο της ποσότητας του μεταφερόμενου φορτίου mcargo(tons) επί τη διανυθείσα απόσταση (n.miles) για όλα τα ταξίδια της εν λόγω περιόδου. :

$$\begin{aligned} \text{Ταξίδι No1 } 288109.52 \times 11641 + \text{Ταξίδι No2 } 274718.51 \times 9357 + \text{Ταξίδι No3 } 280248.303 \times 12168 + \text{Ταξίδι No 4 } 268291.06 \times 9782 = 3353882922.320 + 2570541098.070 + 3410061350.904 + 2624423148.920 = 11958908520.214 \text{ ton-miles} \end{aligned}$$

$$\text{Άρα το ΕΕΟΙ}_{average} \text{ θα είναι } = 29364.8 / 11958908520.214 = 2.455475 \times 10^{-6} \text{ ton-CO}_2/\text{ton-miles} = 2.45548 \text{ g-CO}_2/\text{ton-miles}$$

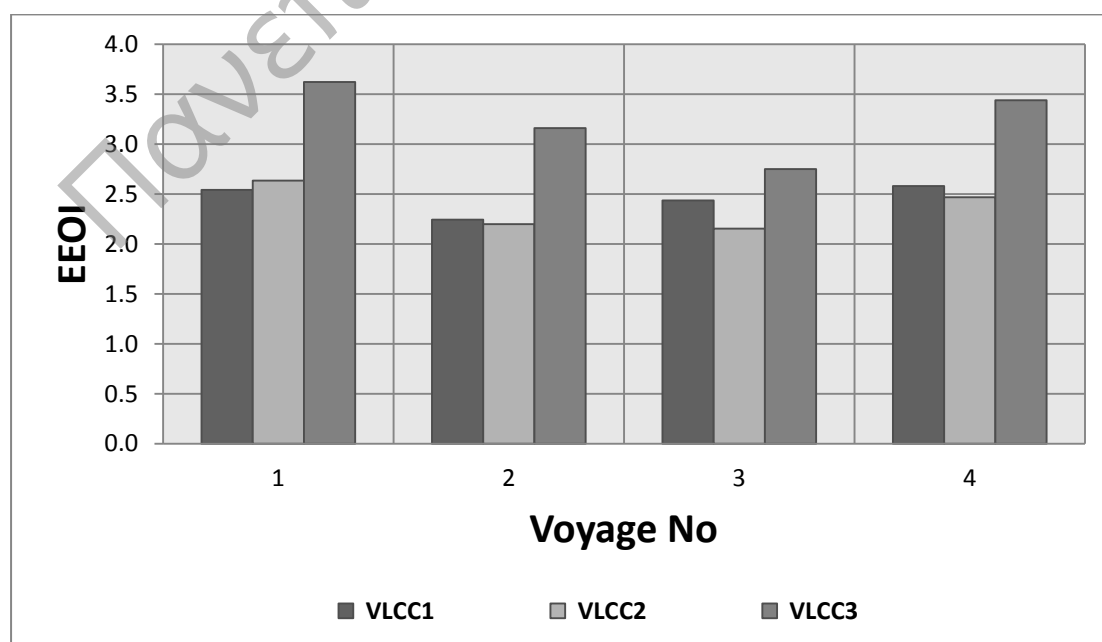
Ομοίως , πραγματοποιείται και ο υπολογισμός για τα υπόλοιπα πλοία και ταξίδια.

### **3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (PAYLOAD %).**

Για τον υπολογισμό της πληρότητας του φορτίου σε σχέση με την μέγιστη αξιοποιήσιμη μεταφορική ικανότητα του πλοίου, έχει μετατραπεί η χωρητικότητα των δεξαμενών φορτίου, η οποία είναι εκφρασμένη σε κυβικά μέτρα, σε μετρικούς τόνους. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει κάθε φορά, σε κάθε ταξίδι, να γνωρίζουμε την πυκνότητα, τον τύπο και την θερμοκρασία του φορτίου αλλά και την περιοχή όπου ταξιδεύει το πλοίο (πυκνότητα, θερμοκρασία θάλασσας) ώστε η μετατροπή σε τόνους να είναι ακριβής. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία ο υπολογισμός πληρότητας γίνεται κατ'επίτηδες βάσει των ακόλουθων παραδοχών: οι συνθήκες πλεύσης του πλοίου κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα (όσον αφορά την πυκνότητα και τη θερμοκρασία της θάλασσας) και ως τύπος μεταφερόμενου φορτίου και θερμοκρασίας αυτού έχει οριστεί ο επικρατέστερος τύπος στατιστικά ανά κατηγορία δεξαμενόπλοιου.

#### **3.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC ( 316679 – 321300.3 DWT )**

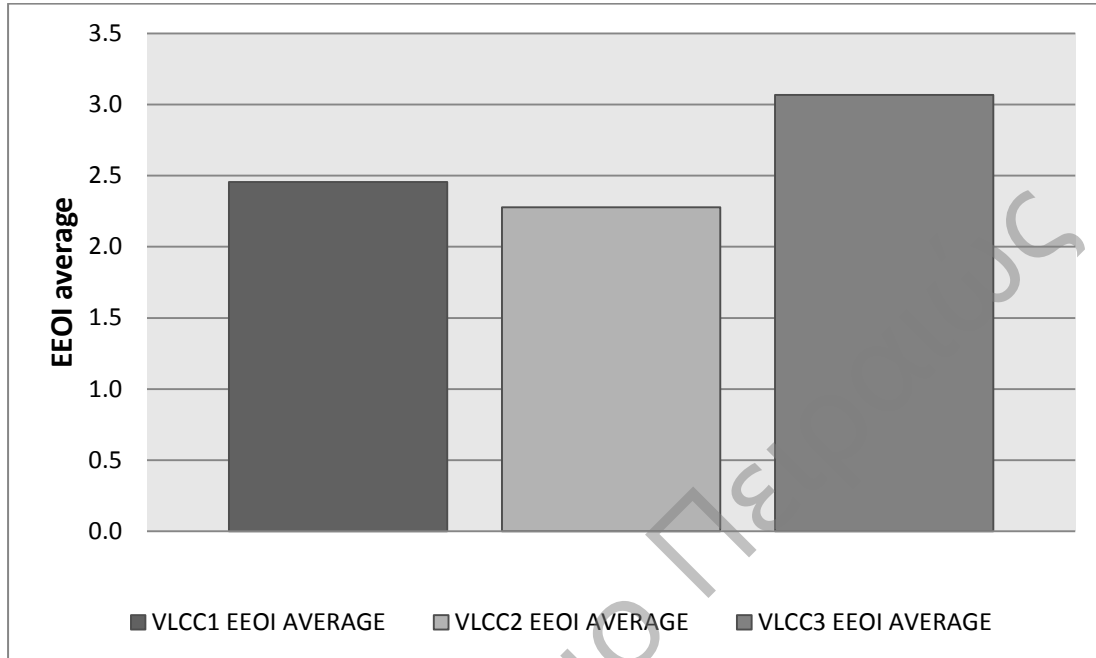
**Διάγραμμα 3: VLCC ΕΕΟΙ (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles)**





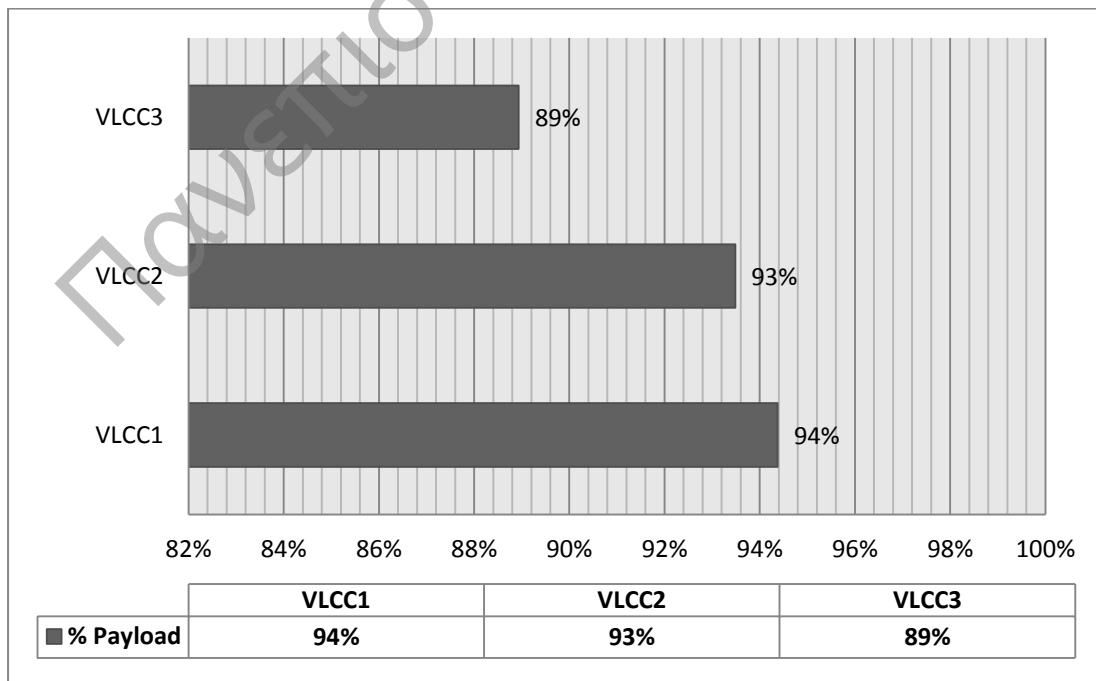
### 3.1.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC

Διάγραμμα 4: VLCC EEOI Average (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles)



### 3.2.1 VLCC PAYLOAD %

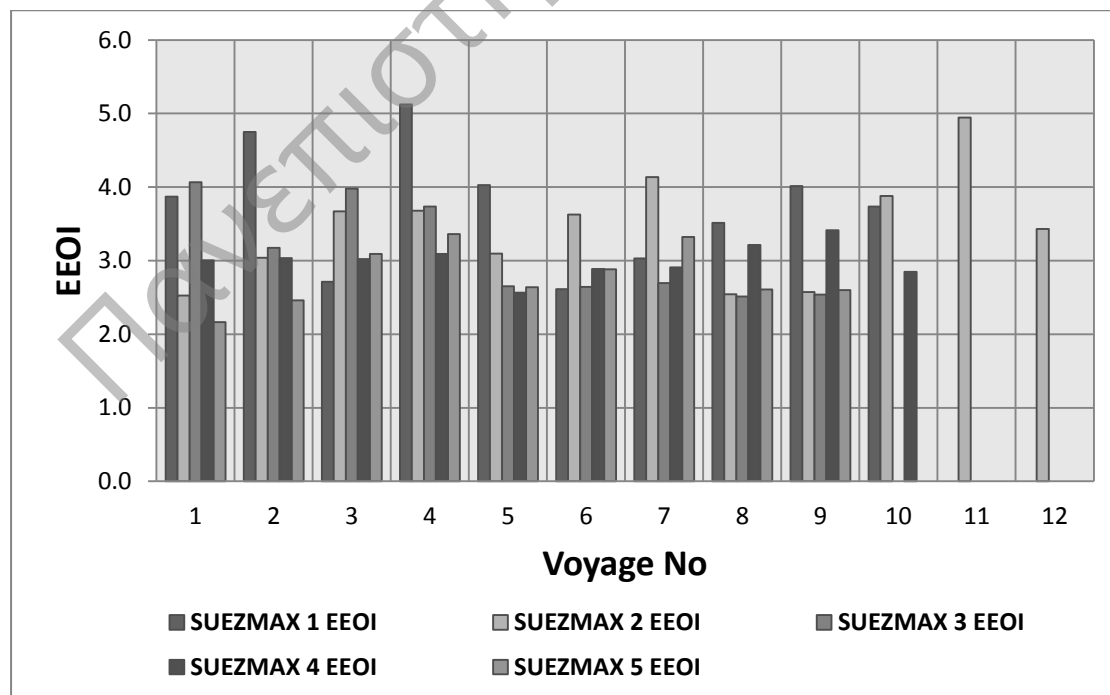
Διάγραμμα 5: VLCC % Payload



Στην κατηγορία των δεξαμενοπλοίων **VLCC** παρατηρούμε ότι παρά τις αυξημένες καταναλώσεις καυσίμου οι τιμές του δείκτη **ΕΕΟΙ & ΕΕΟΙ average** κινούνται σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα κυρίως λόγω της καλής εκμετάλλευσης της μεταφορικής ικανότητας των πλοίων αλλά και της μεγάλης διανυθείσας απόστασης ανά ταξίδι. Ενδεικτικά οι τιμές του ΕΕΟΙ κυμαίνονται από **2.1519 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **3.6206 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**. Πιο συγκεκριμένα στο ταξίδι **No 01** του πλοίου **VLCC3** η διανυθείσα απόσταση είναι μειωμένη σε σχέση με τις αποστάσεις των συνηθισμένων ταξιδιών για την εν λόγω κατηγορία πλοίου. Για αυτό το λόγο προκύπτει και η σχετικά αυξημένη τιμή του δείκτη **ΕΕΟΙ (3.6206)**. Το ίδιο συμβαίνει και για το ταξίδι **No 4** του ίδιου πλοίου όπου εκτός από την μικρή διανυθείσα απόσταση παρατηρείται και μια ελαφρά ελαττωμένη πληρότητα φορτίου (περίπου -24%).

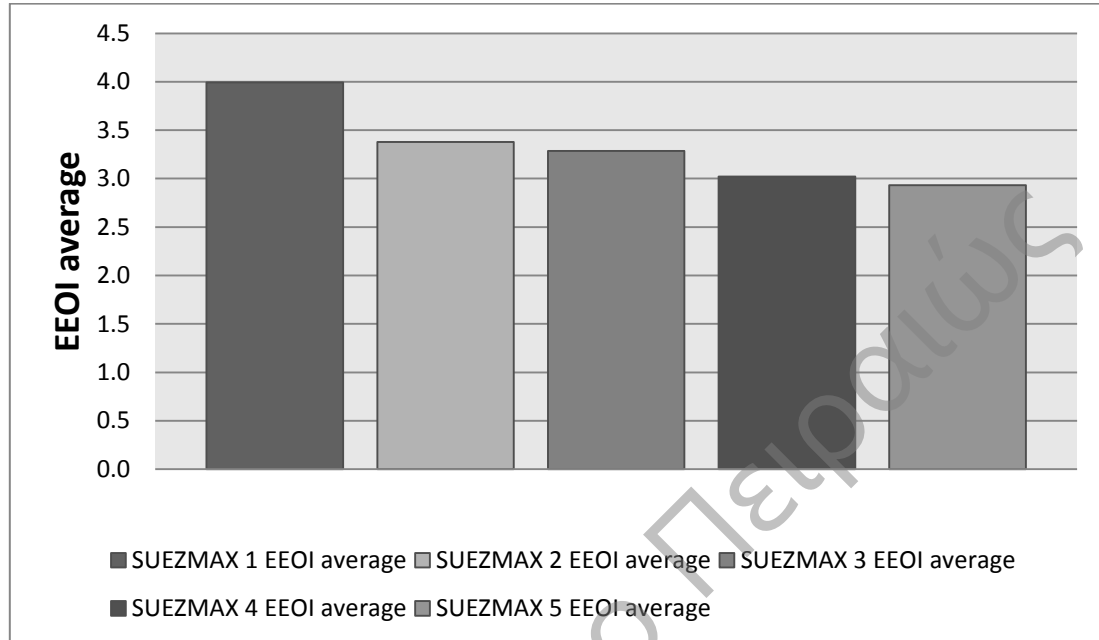
### 3.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX (157954-163417 DWT)

**Διάγραμμα 6:** SUEZMAX ΕΕΟΙ (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles).



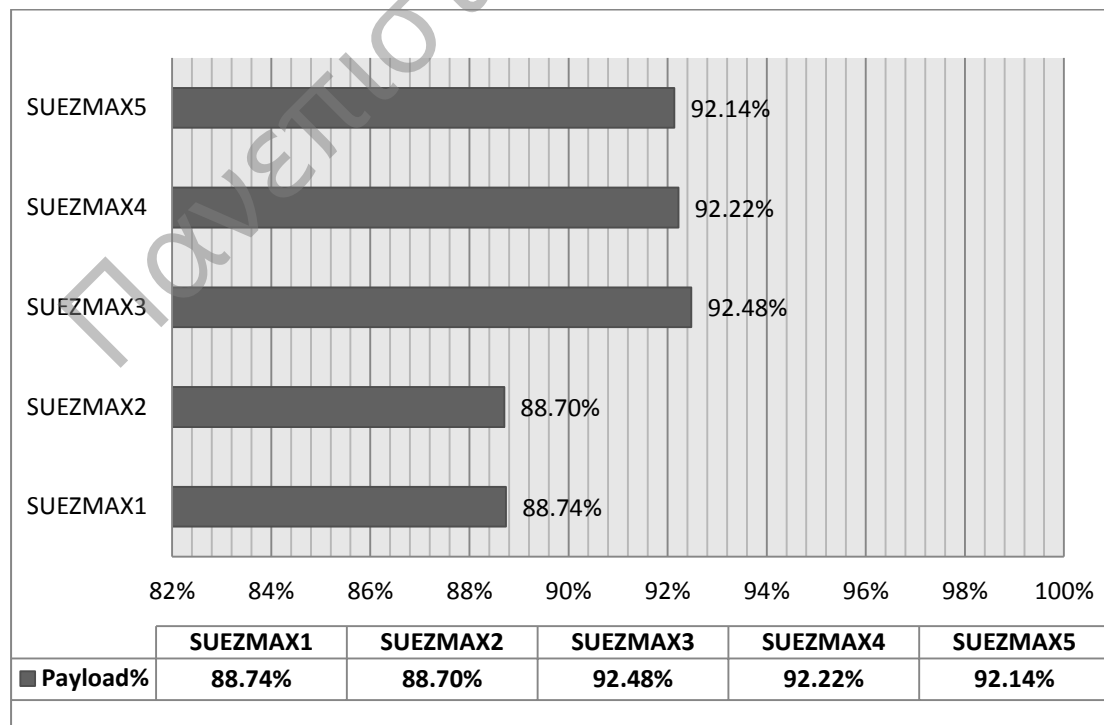
### 3.1.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX

Διάγραμμα 7: SUEZMAX ΕΕΟΙ Average (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles)



### 3.2.2 SUEZMAX PAYLOAD %

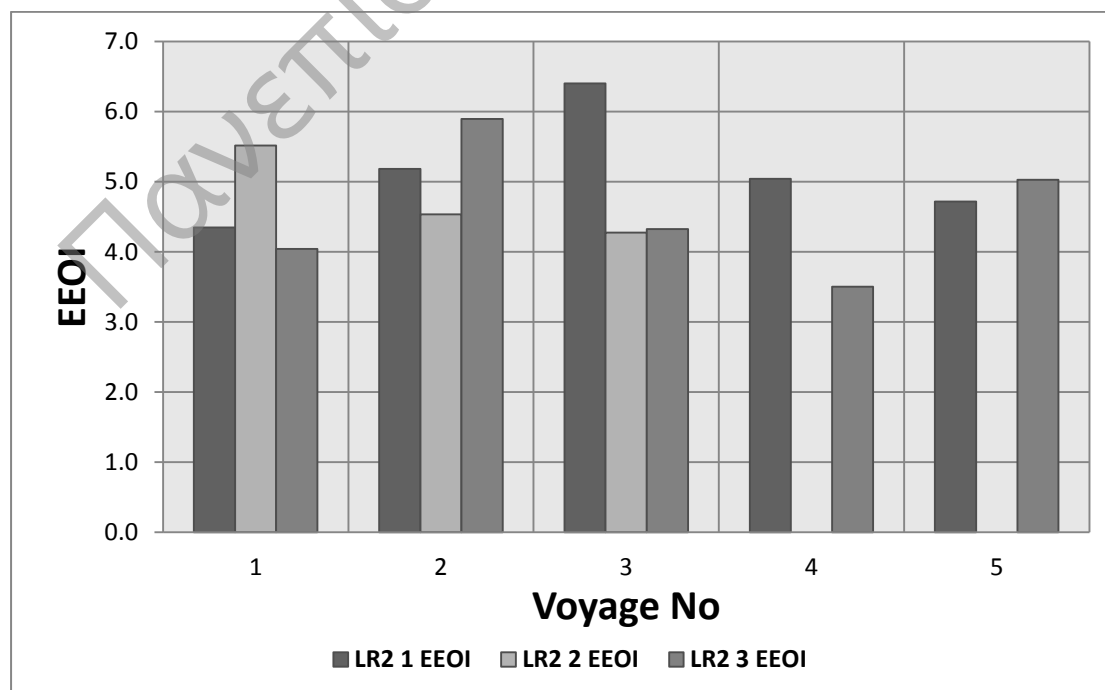
Διάγραμμα 8: SUEZMAX Payload %



Στην κατηγορία των δεξαμενοπλοίων τύπου **Suezmax** οι τιμές των δεικτών EEOI & EEOI average βρίσκονται κοντά στα επίπεδα των μεγαλύτερων σε τονάζ πλοίων VLCC. Ενδεικτικά οι τιμές του EEOI κυμαίνονται από **2.1634 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **5.1217 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** και του EEOI average από **2.9327 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **3.9933 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**. Επίσης, ο μέσος όρος πληρότητας του κάθε πλοίου βρίσκεται σε καλά επίπεδα, με το ποσοστό εκμετάλλευσης της μεταφορικής ικανότητας να βρίσκεται από το **88,70 %** και άνω. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ταξίδια όπως το **No 9** του πλοίου **Suezmax1** όπου παρά την μεγάλη διανυθείσα απόσταση (8738 n.m) και την αρκετά καλή εκμετάλλευση της μεταφορικής του ικανότητας (96,27%) η τιμή του δείκτη EEOI εμφανίζεται αυξημένη (4.0137). Αυτό οφείλεται κυρίως στις σχετικά αυξημένες τιμές κατανάλωσης οι οποίες φτάνουν τους 1341.5 τόνους HSFO και 112 τόνους LSFO για την κύρια μηχανή και 101.6 τόνους HSFO και 10.8 τόνους LSFO για τις γεννήτριες. Οι συγκεκριμένες καταναλώσεις είναι μια ένδειξη ότι το ταξίδι πραγματοποιήθηκε σε καιρικές συνθήκες με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

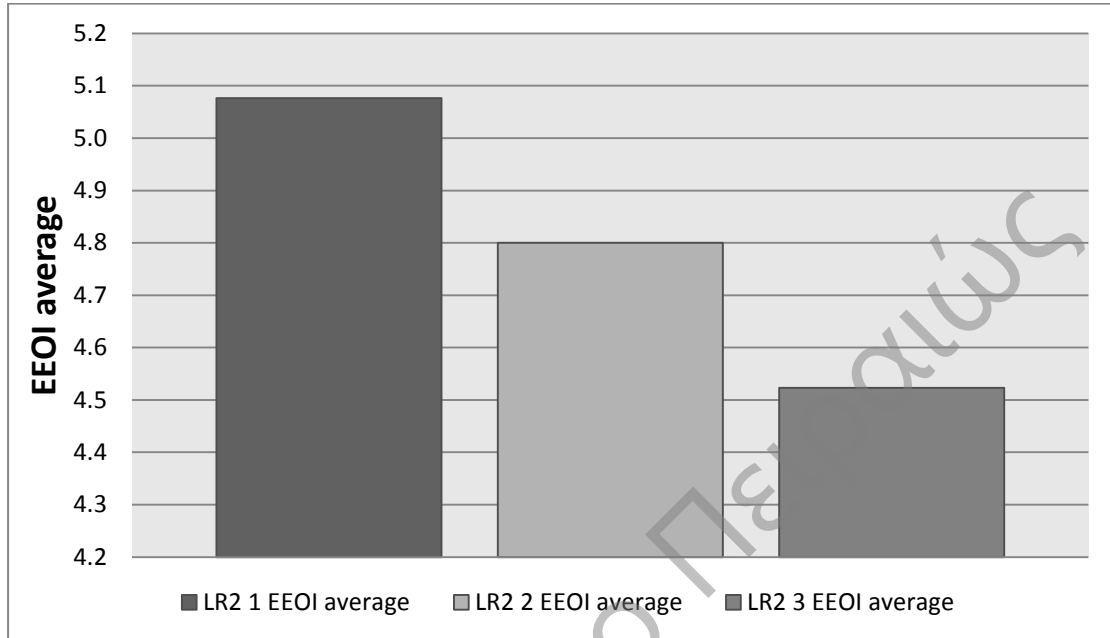
### 3.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ EEOI ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2 (105483-112793 DWT)

**Διάγραμμα 9: LR2 EEOI (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles)**



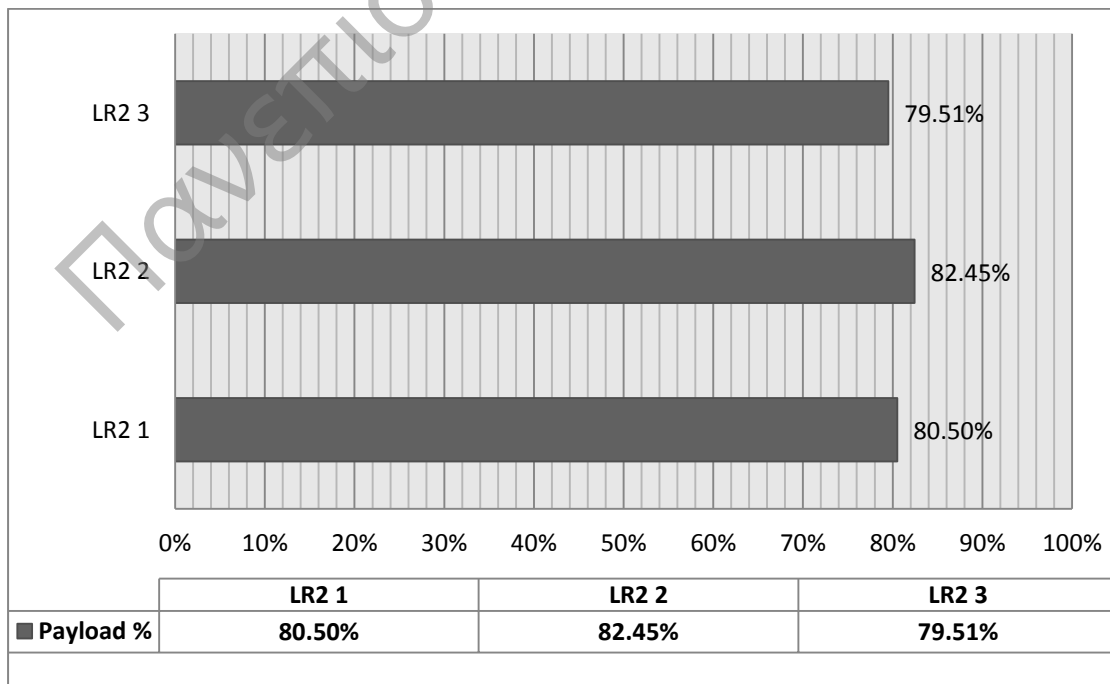
### 3.1.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2

Διάγραμμα 10: LR2 ΕΕΟΙ Average (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles).



### 3.2.3 LR2 PAYLOAD %

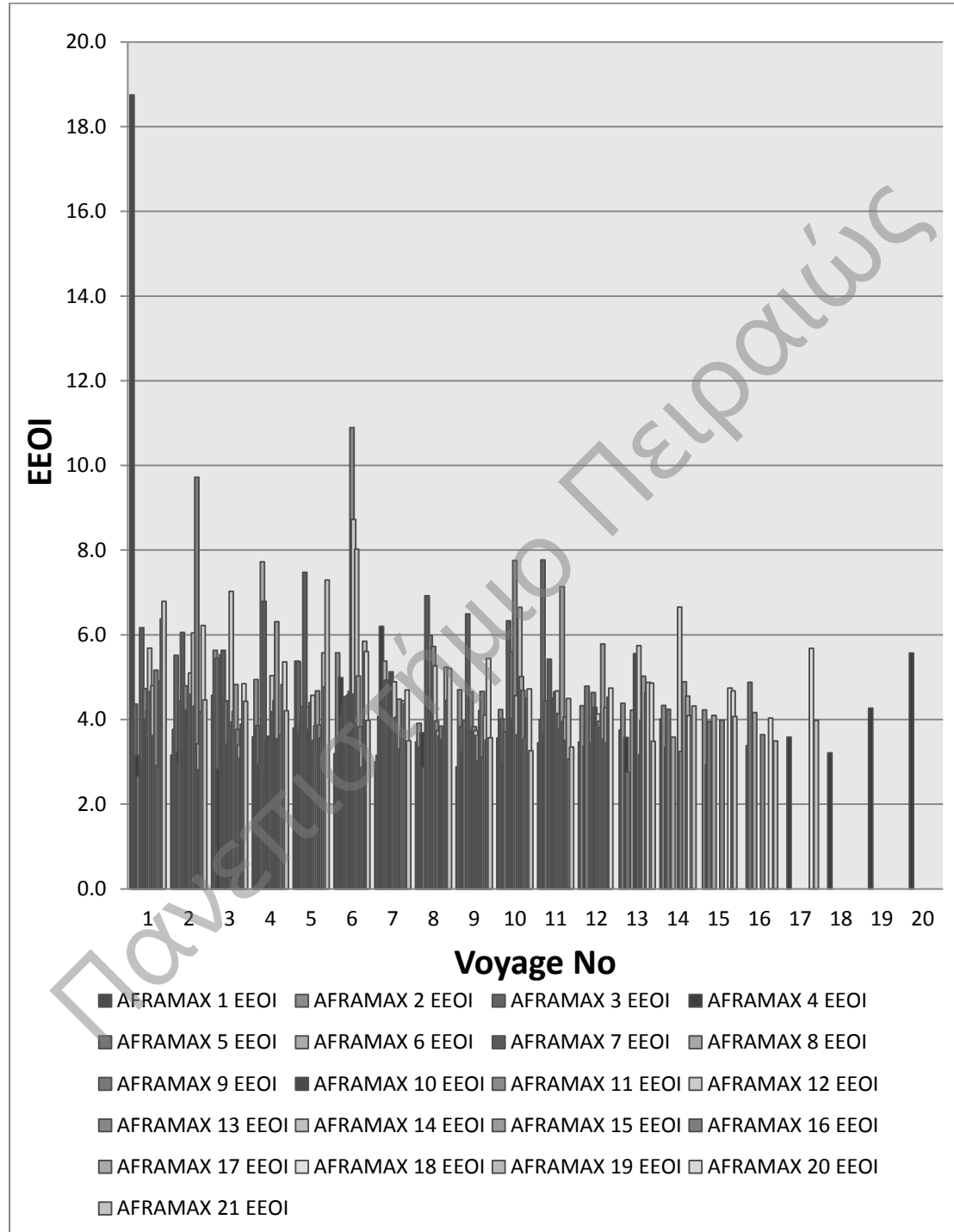
Διάγραμμα 11: LR2 Payload %



Στην κατηγορία δεξαμενόπλοιων τύπου LR2 (Long range 2) οι τιμές των EEOI & EEOI average κυμαίνονται σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις 2 μεγαλύτερες κατηγορίες πλοίων VLCC & Suezmax, παρά την μεγάλη διανυθείσα απόσταση ανά ταξίδι την οποία έχουν εκτελέσει τα εν λόγω πλοία. Ενδεικτικά οι τιμές του EEOI κυμαίνονται από **3.5 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **6.4 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** και του EEOI average από **4.52 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **5.076 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**. Όσον αφορά τον βαθμό εκμετάλλευσης της διαθέσιμης χωρητικότητας εδώ διαπιστώνεται ότι η πληρότητα κυμαίνεται στο 80% περίπου κατά μέσο όρο ανά πλοίο, η οποία αν και καλή, εμφανίζεται ελαφρά μειωμένη σε σχέση με τα πλοία τύπου VLCC & Suezmax. Από την άλλη πλευρά, η κατανάλωση βρίσκεται σε αντίστοιχα επίπεδα συγκριτικά με αυτά των μεγαλύτερων πλοίων τύπου Suezmax όπου σε συνδυασμό με την μικρότερη μεταφορική ικανότητα των LR2 (Long Range 2) και με πληρότητα κοντά στο 80% (περίπου 86000 t μέσος όρος ανά πλοίο) συντελούν στις αυξημένες τιμές των δεικτών ενεργειακής απόδοσης EEOI & EEOI average.

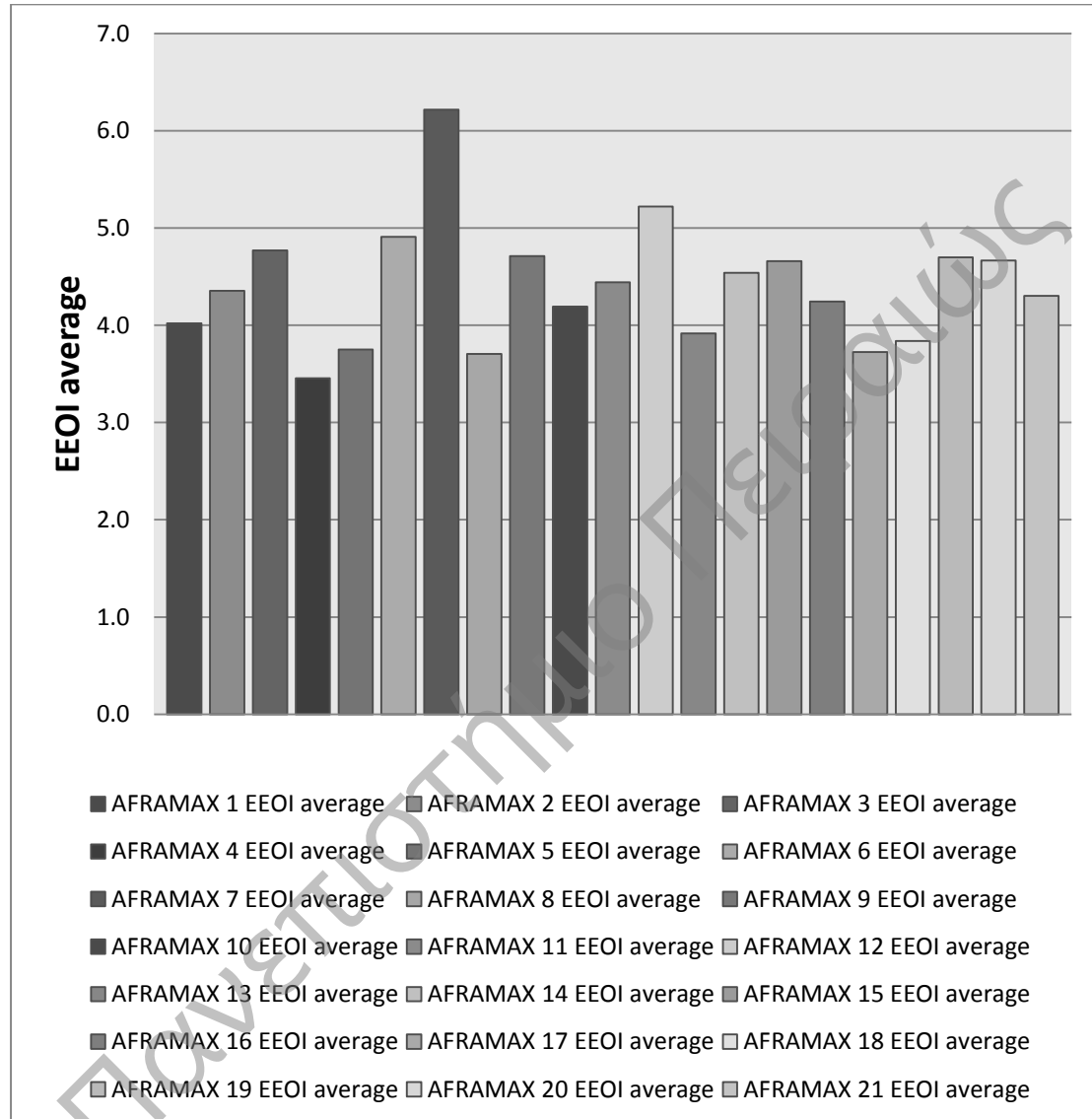
3.1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX  
(103124-116779 DWT)

Διάγραμμα 12: AFRAMAX ΕΕΟΙ (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles) .



### 3.1.4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX

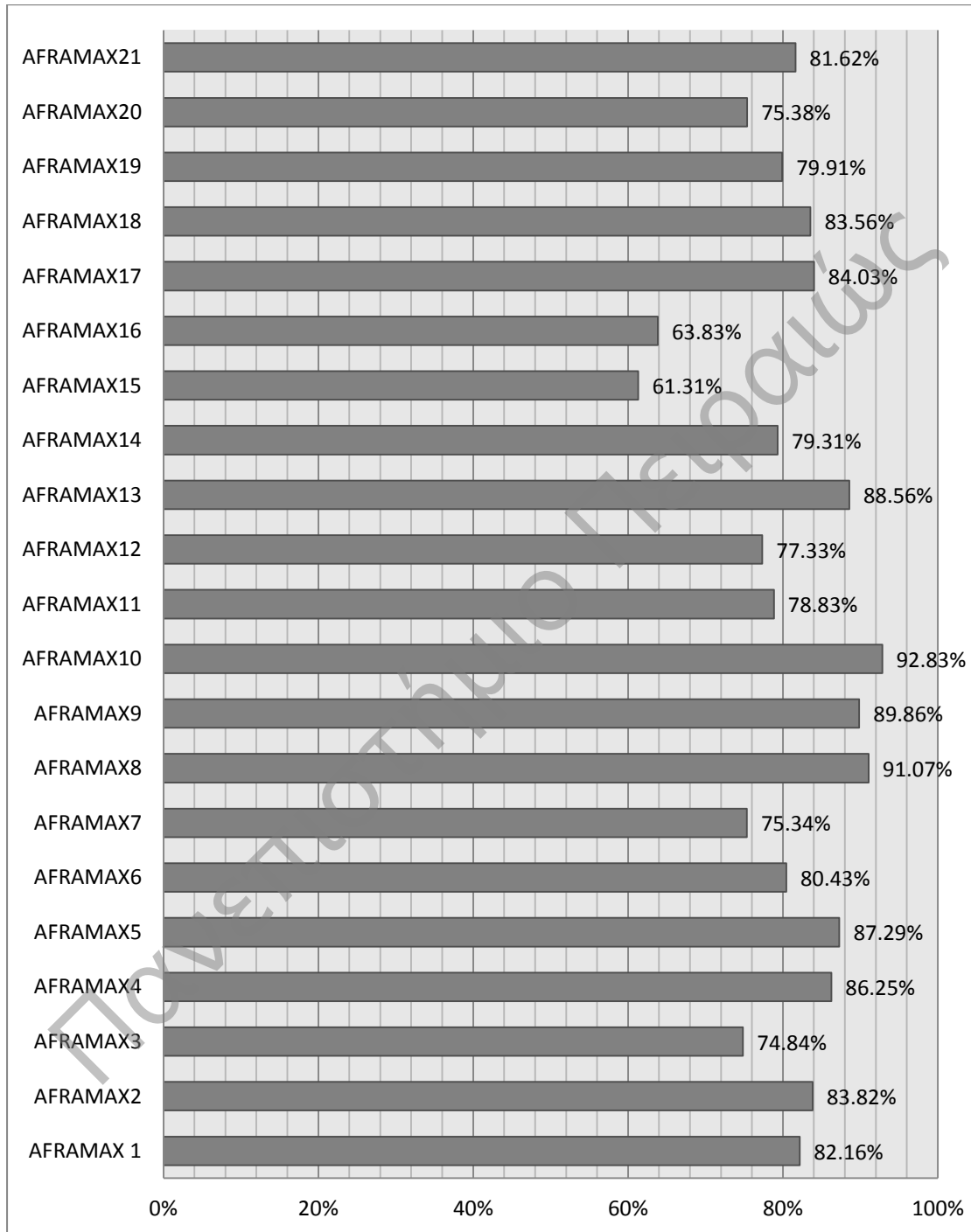
Διάγραμμα 13: AFRAMAX EEOI Average (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles)





### 3.2.4. AFRAMAX PAYLOAD %

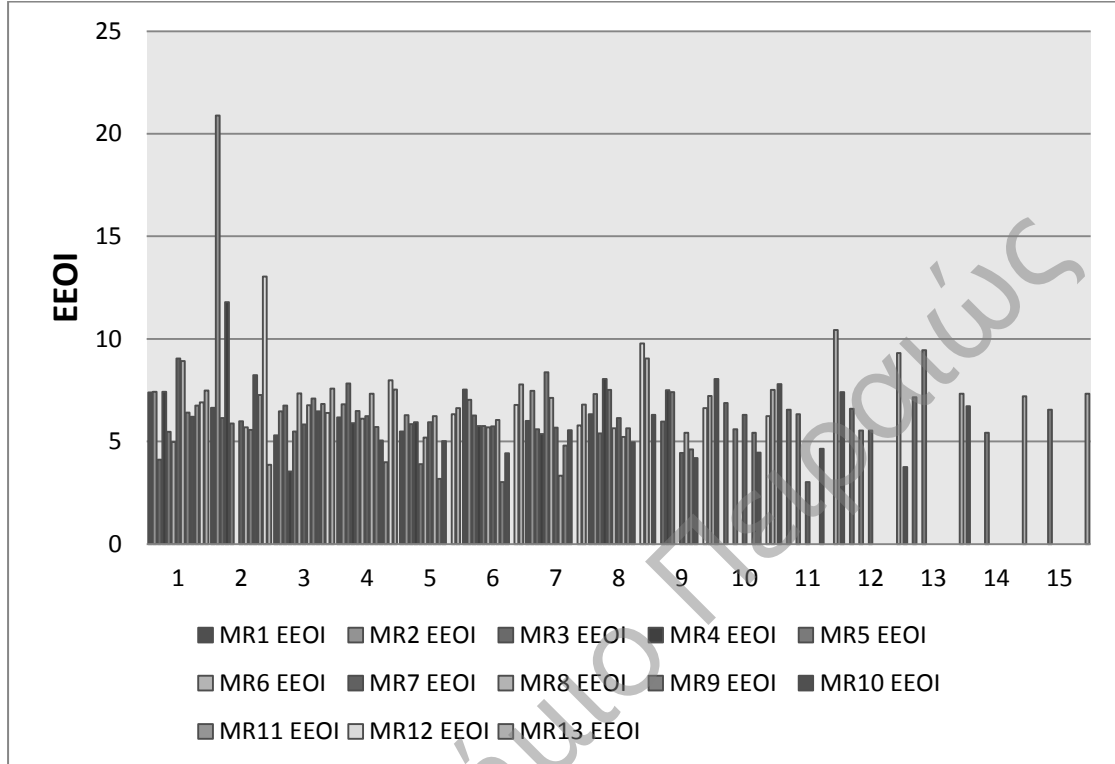
**Διάγραμμα 14:** *AFRAMAX Payload %*.



Στην κατηγορία των δεξαμενόπλοιων τύπου **Aframax** οι τιμές των δεικτών **EEOI & EEOI average** βρίσκονται κατά μέσο όρο στην περιοχή **4.50 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** και **4.36 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** αντίστοιχα. Λόγω όμως του σχετικά μεγάλου δείγματος (21 aframaxes & 284 ταξίδια) η τυπική απόκλιση των τιμών του EEOI δεν εμφανίζει ομοιομορφία. Ενδεικτικά οι τιμές κυμαίνονται για τον δείκτη EEOI από **2.092 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **7.75 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** και σε μεμονωμένες περιπτώσεις παίρνει ακραίες για την κατηγορία τιμές όπως 8.72, 9.72, 10.89, 18.74. Οι τιμές για τον δείκτη **EEOI average** κυμαίνονται από **3.454 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **6.184 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**. Ο βαθμός πληρότητας (Payload %) εμφανίζεται σχετικά ικανοποιητικός, όπου κατά μέσο όρο κυμαίνεται στο 80.84%. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το ταξίδι **No 01** του πλοίου **Aframax1** όπου η τιμή του δείκτη EEOI αγγίζει τα **18.75 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**. Ως κύρια αιτία εντοπίζεται η εκμετάλλευση της μεταφορικής ικανότητας του πλοίου, όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι μόλις 24.58% (payload %). Το ίδιο ισχύει και για τα ταξίδια **No 02** του πλοίου **Aframax16** και **No 06** του πλοίου **Aframax11** όπου στο τελευταίο (No 06) εκτός από τον βαθμό πληρότητας ο οποίος είναι μόλις 39.72 % (payload %), η συνολική διανυθείσα απόσταση για το ταξίδι (No 6) είναι μόλις 315 ν.μίλια. Έτσι, ο συνδυασμός της μικρής μεταφερόμενης ποσότητας φορτίου με την πολύ μικρή διανυθείσα απόσταση συντελούν στην αυξημένη τιμή του δείκτη EEOI (**10.89 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**). Αντιθέτως, για τα ταξίδια **01, 02 & 06** του πλοίου **Aframax18** οι τιμές του δείκτη EEOI κινούνται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα, **2.877, 2.8172** και **2.8732 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** αντίστοιχα. Σε αυτήν την περίπτωση, εκτός από την ικανοποιητική πληρότητα των 3 ταξιδιών η οποία είναι από 89.54% έως 96.91% και την φυσιολογική για την κατηγορία διανυθείσα απόσταση η οποία κατά μέσο όρο είναι 1551 ν.μίλια, παρατηρούνται εξαιρετικά χαμηλές καταναλώσεις οι οποίες οφείλονται στην ελάχιστη δυνατή ταχύτητα πλεύσης “low steaming”. Έτσι λοιπόν, ο συνδυασμός αυτός μας δίνει ταξίδια τα οποία χαρακτηρίζονται ενεργειακά αποδοτικά.

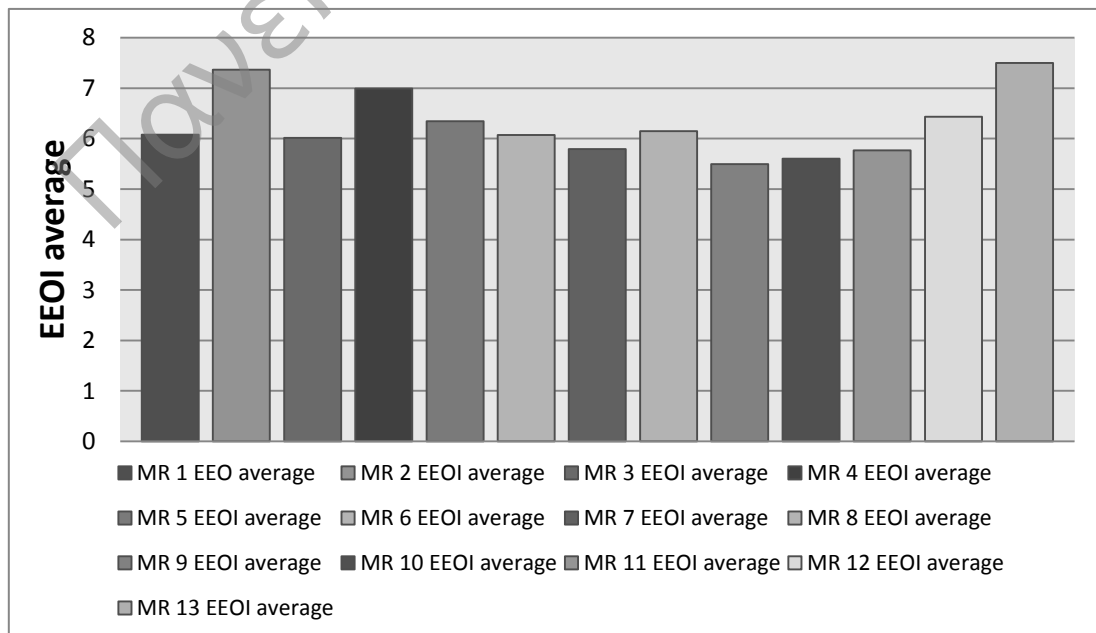
3.1.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR (46923- 50989 DWT)

**Διάγραμμα 15:** MR ΕΕΟΙ (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles) .



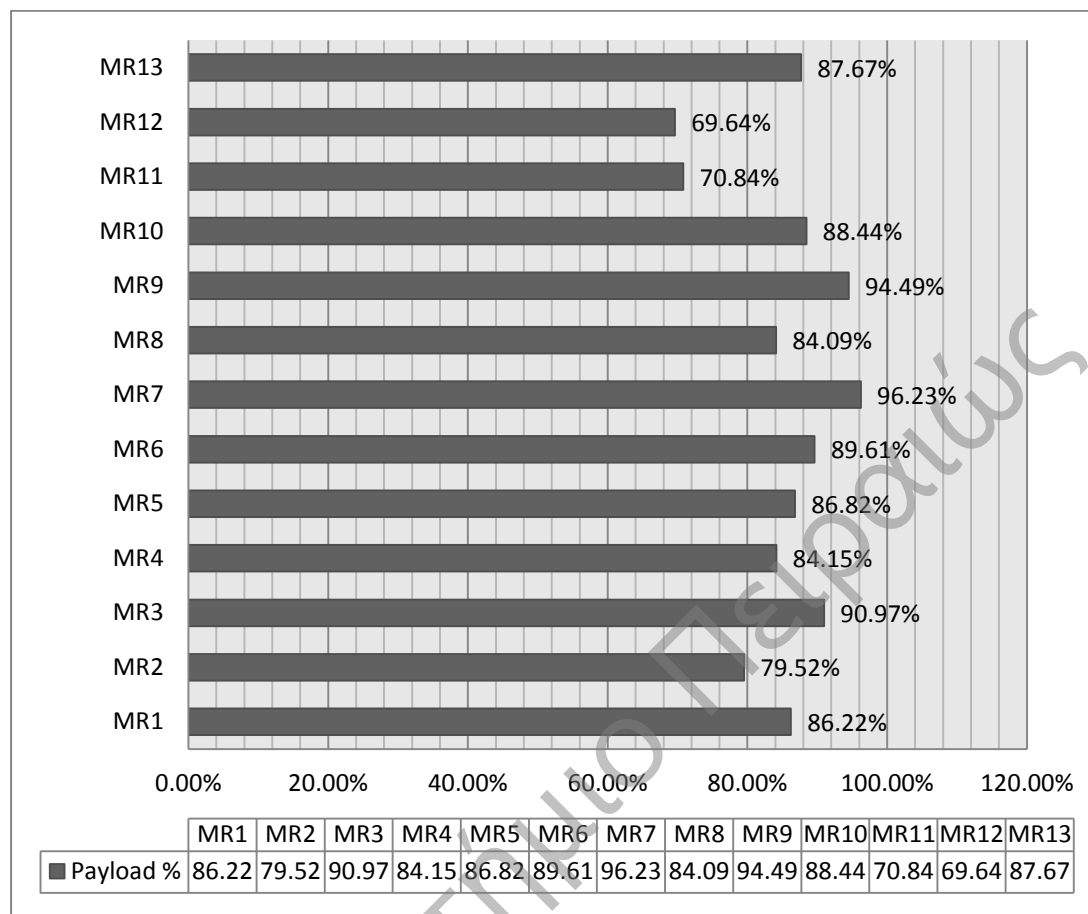
3.1.5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR

**Διάγραμμα 16:** MR ΕΕΟΙ Average (g-CO<sub>2</sub>/ton-miles) .



### 3.2.5 MR PAYLOAD %

Διάγραμμα 17: MR Payload %



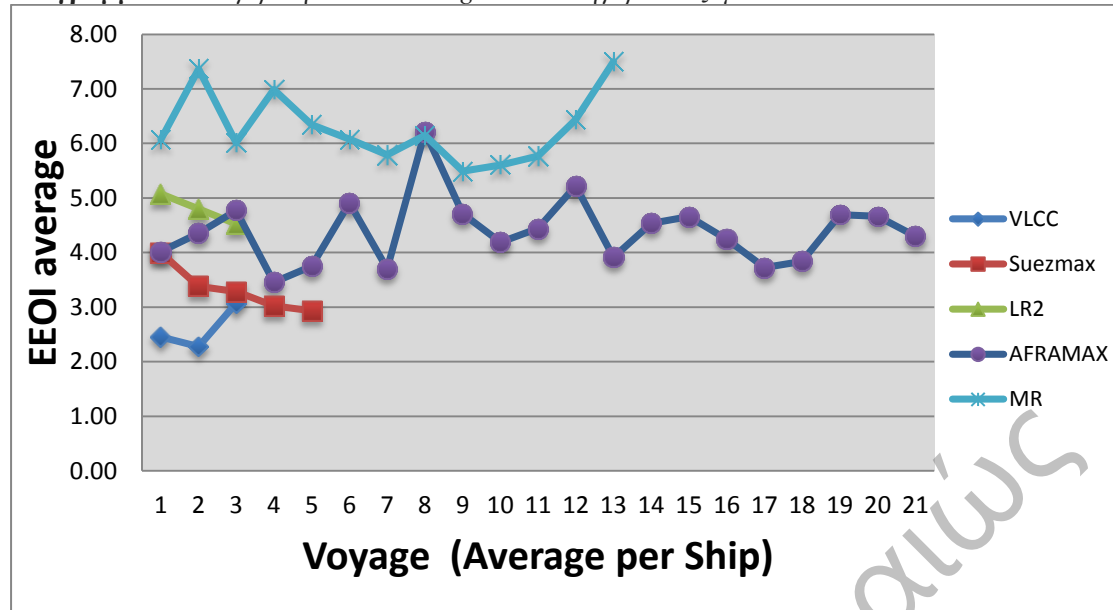
Στην κατηγορία δεξαμενοπλοίων τύπου **MR product (Medium Range Product)**, είναι εμφανές ότι οι τιμές των δεικτών EEOI & EEOI average κινούνται σε αισθητά υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τα μεγαλύτερα πλοία τύπου Vlcc, Suezmax, LR2 & Aframax, στην περιοχή των **6.490 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στην συγκεκριμένη κατηγορία επιδρά εμφανώς η κλίμακα και σε αρκετές περιπτώσεις ο τύπος των ταξιδιών που εκτελούνται τα οποία είναι μικρής εμβέλειας. Οι τιμές του δείκτη EEOI κυμαίνονται από **3.014 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** έως **9.049 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles** και σε κάποιες περιπτώσεις προσεγγίζουν τα **10.78 ,13.42** και **20.88 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles**. Η πληρότητα κατά μέσο όρο ανα πλοίο έχει κινηθεί σε ικανοποιητικά επίπεδα με τιμές ως επί το πλείστον πάνω από το 80 % (payload%). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το ταξίδι **No2** του πλοίου **MR2** όπου παρά την φυσιολογική κατανάλωση για την κατηγορία του πλοίου (35 m.tons @12 knots/day) λόγω της μικρής μεταφερόμενης ποσότητας φορτίου η οποία είναι μόλις 14592.932 m.tons

(31.79% payload) σε συνδυασμό με το ταξίδι μικρής εμβέλειας (749 n.miles), οδηγούν τον δείκτη σε τιμή ρεκόρ στα 20.89 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται για το ταξίδι No2 του πλοίου MR12. Τέλος, για το ταξίδι No2 του πλοίου MR4 τα πράγματα είναι λίγο διαφορετικά καθώς ενώ έχει εκτελέσει ένα ταξίδι μεγάλης εμβέλειας (8584 n.miles) σε οικονομική ταχύτητα πλεύσης (20 m.tons @9.5 knots/day) λόγω πάλι της μικρής μεταφερόμενης ποσότητας φορτίου η οποία είναι μόλις 22144.989 (48.25% payload ) η τιμή του δείκτη EEOI ανεβαίνει στα 11.79 g-CO<sub>2</sub>/ton-miles.

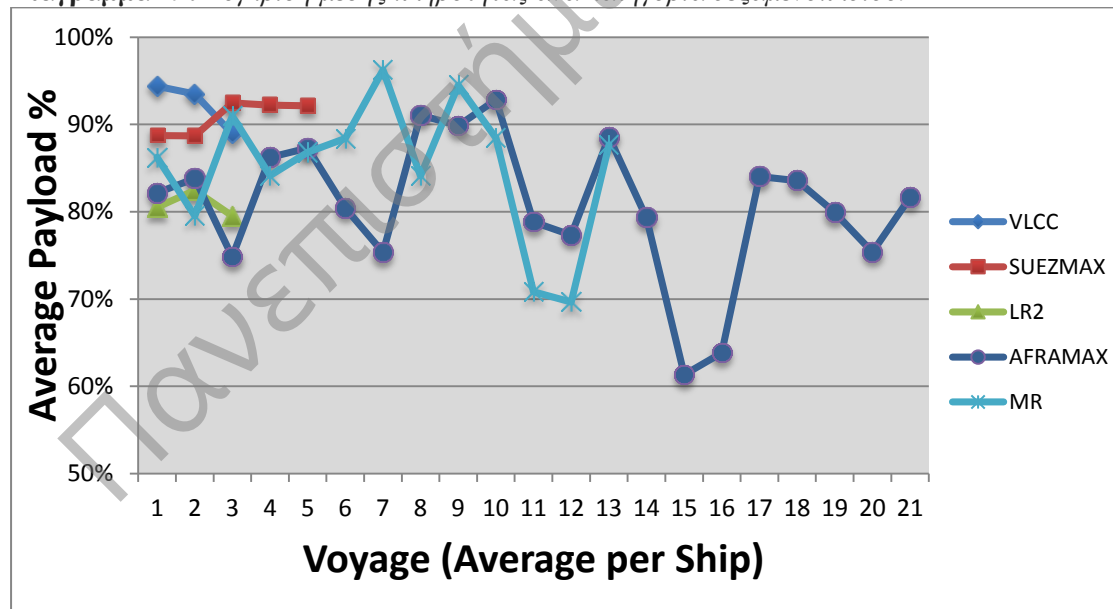
### **3.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.**

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς των δεικτών EEOI και EEOI average για τα δεξαμενόπλοια κατηγορίας VLCC, SUEZMAX , LR2 (Long Range 2) ,AFRAMAX και MR (Medium Range) παρατηρούμε ότι τα δεξαμενόπλοια με μεγαλύτερη μεταφορική ικανότητα συμπεριφέρονται πιο αποδοτικά ενεργειακά (χαμηλότερες τιμές EEOI & EEOI average) σε σχέση με τα μικρότερα σε μέγεθος δεξαμενόπλοια (ενδεικτικά , VLCC : 321300 DWT , AFRAMAX : 116779 DWT & MR2 : 50922 DWT). Επίσης, καθοριστικό ρόλο παίζει και η κατανάλωση των καυσίμων όπου από τη μία σε μικρές ταχύτητες (slow steaming) επιτυγχάνονται οικονομικά ταξίδια και από την άλλη όταν οι απαιτήσεις για ένα ασφαλές ταξίδι, κυρίως όταν επικρατούν δυσμενείς συνθήκες, μεγαλώνουν την ανάγκη για περισσότερη ισχύ, οδηγώντας σε αύξηση της κατανάλωσης και κατά συνέπεια σε ενεργοβόρα ταξίδια. Διαφοροποίηση υπάρχει και στον τύπο των ταξιδιών που εκτελούνται. Πιο συγκεκριμένα τα VLCCs και τα Suezmaxes εκτελούν κυρίως μεγάλα υπερατλαντικά ταξίδια μεταφέροντας αργό πετρέλαιο σε σχέση με τα μεσαία δεξαμενόπλοια τύπου AFRAMAX ,LR2 και τα μικρότερα MR τα οποία δραστηριοποιούνται σε τοπικές αγορές μικρότερης εμβέλειας, όπου στην περίπτωση των MR/LR2 το είδος του μεταφερόμενου φορτίου είναι κυρίως επεξεργασμένα προϊόντα πετρελαίου (βενζίνη , κηροζίνη ,νάφθα κ.α ) . Συνεπώς, η σχέση της μεταφορικής ικανότητας με την διανυθείσα απόσταση ανά ταξίδι σε φυσιολογικές τιμές κατανάλωσης καυσίμου ανα κατηγορία διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό τις τιμές των EEOI & EEOI average.

Διάγραμμα 18: Σύγκριση EEOI average ανά κατηγορία δεξαμενόπλοιου



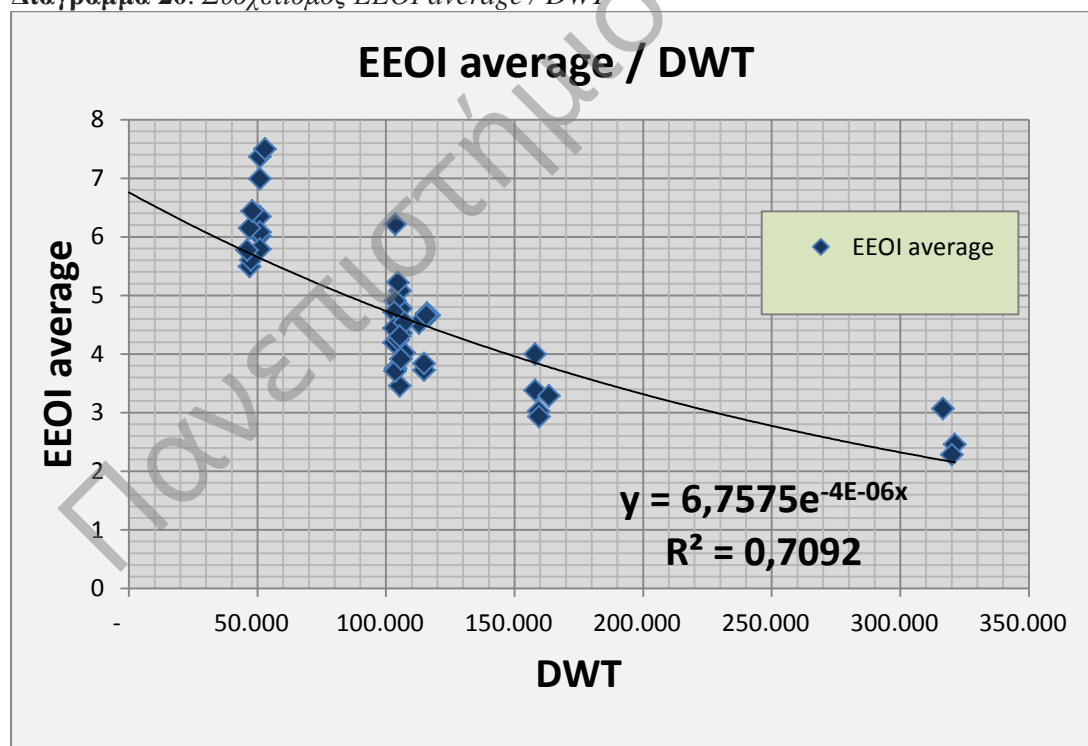
Διάγραμμα 19: Σύγκριση μέσης πληρότητας ανά κατηγορία δεξαμενόπλοιου.

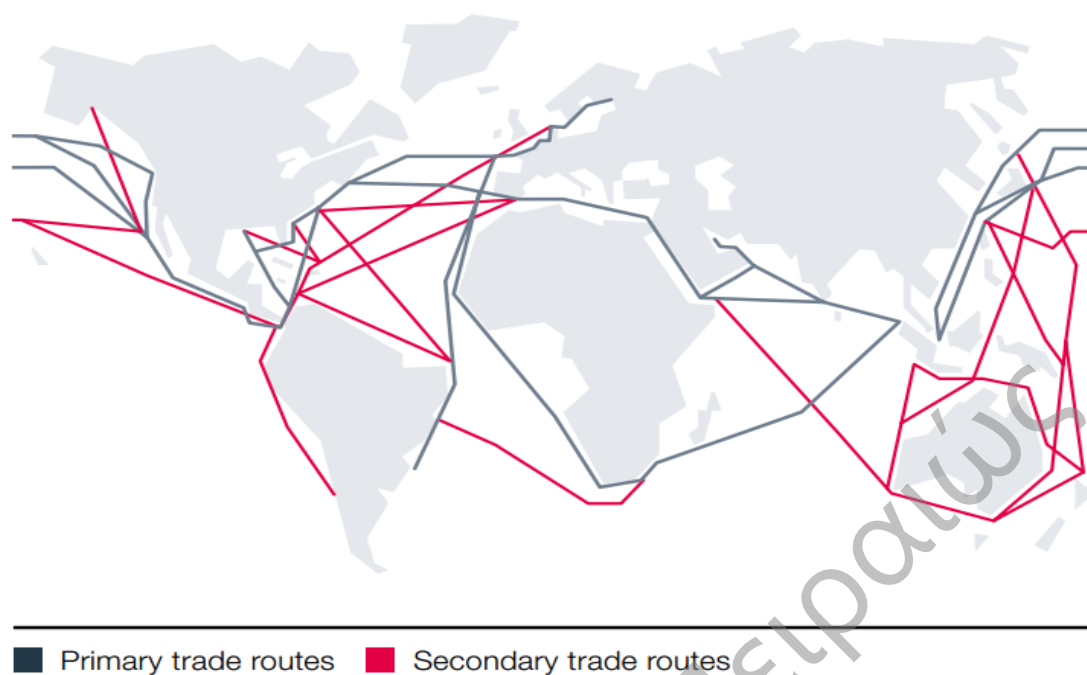


Πίνακας 9 : Τύπος ταξιδιών & μεταφερόμενων φορτίων

Tanker Type	Size (DWT)	Cargo Type	Trade route type
VLCC	> 200000 DWT	Crude	Μεγάλων αποστάσεων ταξίδια. Από τον Περσικό κόλπο στη Δυτική Ευρώπη τις Η.Π.Α και την Ασία .
Suezmax tanker	120-200000 DWT	Crude	Μεσαίων και μεγάλων αποστάσεων ταξίδια .Από την Δυτική Αφρική και την Βόρεια θάλασσα στις Η.Π.Α .
Aframax / LR2 tanker	80-120000DWT	Crude/ Product	Μεσαίων και μικρών αποστάσεων ταξίδια .Από την Δυτική Αφρική στις Η.Π.Α και Ευρώπη και τις ενδο-περιφερειακές τοποθεσίες .
MR tanker	40-60000 DWT	Product	Μεσαίων και μικρών αποστάσεων ταξίδια. Ενδο-περιφερειακές τοποθεσίες .

Διάγραμμα 20: Συσχετισμός EEOI average / DWT





Πηγή: <http://www.mandieselturbo.us.com/files/news/files7791/EEDI.pdf>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **4.1 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.**

Η ραγδαία κλιματική αλλαγή οδήγησε στην επιτακτική ανάγκη θέσπισης κανονισμών για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Μια από τις πρωταρχικές συντονισμένες προσπάθειες ήταν η δεσμευτικού χαρακτήρα διεθνής συμφωνία γνωστή ως το πρωτόκολλο του Κιότο η οποία είχε ως κύριο σκοπό την δέσμευση των αναπτυγμένων χωρών, οι οποίες είναι κυρίως υπεύθυνες για τα σημερινά επίπεδα των αερίων ρύπων, να λάβουν μέτρα για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (GHG).

Στην όλη προσπάθεια κινητοποίησης βοήθησαν οι έρευνες από διάφορους φορείς οι οποίες είχαν ως κύριο στόχο την παρουσίαση της υπάρχουσας κατάστασης μέσα από την ανάλυση δεδομένων όσον αφορά τους αέριους ρύπους . Πέρα από την απεικόνιση της υπάρχουσας κατάστασης, οι εν λόγω έρευνες ανέδειξαν σημαντικές τεχνικές, διαδικασίες και οδηγίες οι οποίες συντελούν με τη σειρά τους στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υπαρχόντων αλλά και των υπό κατασκευή



πλοίων. Επίσης, οι έρευνες έθιξαν και την πτυχή της λειτουργικής διαχείρισης των πλοίων και αυτό διότι με την επιλογή βέλτιστων διαδρομών με καλύτερες καιρικές συνθήκες, μείωση της ταχύτητας πλεύσης και χρόνου αναμονής στα λιμάνια όπου αυτό είναι δυνατό και χρήση ποιοτικότερων καυσίμων μπορούν να επιτευχθούν σημαντικές βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση των πλοίων και κατά συνέπεια μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι λοιπόν κατέστη επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας και υιοθέτησης ενεργειακών δεικτών από τους αρμόδιους φορείς (π.χ IMO) σύμφωνα με τους οποίους θα υπάρχει η δυνατότητα ποσοτικοποίησης των δεδομένων μέσω της καταγραφής και επεξεργασίας τους, ώστε να οριστούν σημεία αναφοράς και όρια για κάθε κατηγορία πλοίου με στόχο την συνεχόμενη βελτίωσή τους με την πάροδο του χρόνου. Ο λόγος γίνεται για τον σχεδιαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EEDI και για τον δείκτη λειτουργικής ενεργειακής αποδοτικότητας EEOI.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε η ανάλυση του δείκτη λειτουργικής ενεργειακής αποδοτικότητας (EEOI) καθώς επίσης επεξεργασία και σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφορετικών τύπων πλοίων τα οποία προέκυψαν από μελέτη περίπτωσης σε ναυτιλιακή εταιρία διαχείρισης πλοίων φορτηγού ναυτιλίας. Πιο συγκεκριμένα ο υπολογισμός του δείκτη (EEOI) έγινε με ένα δείγμα 45 δεξαμενοπλοίων και 498 ταξιδιών τύπου spot τα οποία πραγματοποιήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα 01/01/2013-31/12/2013 για τα οποία καταγράφονται πληροφορίες όπως : η συνολική ποσότητα του μεταφερόμενου φορτίου, η συνολική απόσταση που διανύθηκε, οι καταναλώσεις κατά την πλεύση αλλά και ο τύπος του καυσίμου ανά ταξίδι για κάθε πλοίο μεμονωμένα. Για να γίνει σωστά η επεξεργασία, τα πλοία με τα ταξίδια τους χωρίστηκαν ανά τύπο και κατηγορία μεγέθους. Τέλος, κρίθηκε αναγκαίο να υπολογιστεί ο βαθμός εκμετάλλευσης της μέγιστης μεταφορικής ικανότητας φορτίου για κάθε πλοίο για κάθε ταξίδι. Η μέγιστη μεταφορική ικανότητα φορτίου η οποία είναι εκφρασμένη σε κυβικά μέτρα θα πρέπει να μετατραπεί σε μετρικούς τόνους, ώστε να γίνει η σύγκριση με την συνολική μεταφερόμενη ποσότητα φορτίου για κάθε ταξίδι και να προκύψει ο βαθμός πληρότητας (payload %). Για να γίνει η μετατροπή αυτή, θα πρέπει κάθε φορά, για κάθε ταξίδι, να γνωρίζουμε την πυκνότητα, τον τύπο και την θερμοκρασία του φορτίου αλλά και την περιοχή όπου ταξιδεύει το πλοίο (πυκνότητα, θερμοκρασία θάλασσας) ώστε η μετατροπή να είναι όσον το δυνατό ακριβής. Στην

παρούσα πτυχιακή εργασία ο υπολογισμός της πληρότητας γίνεται κατ'εκτίμηση βάσει των ακόλουθων παραδοχών : τα ταξίδια πραγματοποιούνται σε φυσιολογικές, συνήθεις συνθήκες όσον αφορά την πυκνότητα και τη θερμοκρασία της θάλασσας και ως τύπος του μεταφερόμενου φορτίου και θερμοκρασίας αυτού έχει οριστεί ο επικρατέστερος τύπος στατιστικά ανά κατηγορία πλοίου.

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρείται ότι τα δεξαμενόπλοια με μεγαλύτερη μεταφορική ικανότητα συμπεριφέρονται ως επί το πλείστον πιο αποδοτικά ενεργειακά σε σχέση με τα μικρότερα σε μέγεθος πλοία. Πιο συγκεκριμένα, κατά μέσο όρο τα VLCCs κινούνται στα 2.600 (**grams CO<sub>2</sub>/t\*n.miles**), τα Suezmaxes στα 3.322 (**grams CO<sub>2</sub>/t\*n.miles**), τα LR2 στα 4.799 (**grams CO<sub>2</sub>/t\*n.miles**), τα Aframaxes στα 4.3963 (**grams CO<sub>2</sub>/t\*n.miles**) και τα μικρότερα MR στα 5.888 (**grams CO<sub>2</sub>/t\*n.miles**). Επίσης, καθοριστικό ρόλο παίζει η κατανάλωση καυσίμου, όπου εκτός από τα προκαθορισμένα επίπεδα κατανάλωσης σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, όταν οι συνθήκες είναι φυσιολογικές (καιρικές συνθήκες ,φυσιολογική ταχύτητα), μπορούν να κυμανθούν από πολύ χαμηλά λόγω χαμηλής ταχύτητας πλεύσης (slow steaming) έως πολύ υψηλά όταν κυρίως η ανάγκη για ισχύ είναι αυξημένη κατά τη διάρκεια δυσμενών συνθηκών. Επίσης, για τις υψηλές καταναλώσεις μπορεί να ευθύνεται η κατάσταση συντήρησης της γάστρας και της έλικας αλλά και η ταχύτητα πλεύσης σε υψηλότερα επίπεδα από τα προκαθορισμένα. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει διαφοροποίηση στον τύπο των ταξιδιών που εκτελούνται ανά κατηγορία πλοίου. Ενδεικτικά, τα VLCCs και τα Suezmaxes εκτελούν κυρίως μεγάλα υπερατλαντικά ταξίδια μεταφέροντας αργό πετρέλαιο. Τα μεσαίου τύπου δεξαμενόπλοια Aframax ,LR2 και τα μικρότερα MR δραστηριοποιούνται σε τοπικές αγορές μικρότερης εμβέλειας όπου για τα LR2/MR το μεταφερόμενο φορτίο είναι κυρίως υποπροϊόντα πετρελαίου (όπως βενζίνη, κηροζίνη, λιπαντέλαια, πετρέλαιο θέρμανσης). Έτσι λοιπόν, προκύπτει ότι η σχέση της μεταφερόμενης ποσότητας και κατ'επέκταση της μεταφορικής ικανότητας , με την διανυθείσα απόσταση του ταξιδιού κάτω από φυσιολογικές τιμές κατανάλωσης καυσίμου ,διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό τις τιμές των δεικτών EEOI και EEOI average.

Τέλος, σύμφωνα με τους υπολογισμούς στο κεφάλαιο 3, προκύπτει το συμπέρασμα ότι για να επιτυγχάνεται όσον το δυνατόν μεγαλύτερη αποδοτικότητα ενεργειακά, θα πρέπει τα πλοία να ναυλώνονται στο μέγιστο της μεταφορικής τους

ικανότητας και οι καταναλώσεις να είναι οικονομικές λόγω της μειωμένης ταχύτητας σε επιτρεπτό επίπεδο για την πλεύση και βέβαια κάτω από φυσιολογικές συνθήκες.

Όσον αφορά όμως την οικονομοτεχνική προσέγγιση το παραπάνω συμπέρασμα έρχεται σε σύγκρουση και αυτό γιατί λόγω της φύσης της ναυτιλιακής αγοράς η οποία είναι ιδιαίτερα δυναμική και ευμετάβλητη δεν υπάρχει πάντα η ευχέρεια επιλογών και δέσμευσης χρόνου για την επιλογή ενός ταξιδιού με ιδανικά χαρακτηριστικά και ιδανικές συνθήκες όπως περιγράφηκε παραπάνω. Μερικοί από τους λόγους είναι ότι για να μειωθούν τα λειτουργικά έξοδα ανά ημέρα οι διαχειριστές δέχονται να εκτελέσουν τα πλοία τους ταξίδια με ποσότητες φορτίων αρκετά μικρότερες από την μέγιστη μεταφορική ικανότητα και σε ταχύτητες τις οποίες έχουν καθορίσει οι ναυλωτές και είναι δεσμευτικές. Το ταξίδι αυτό λοιπόν, αν και δεν καθιστά το πλοίο ως ενεργειακά αποδοτικό είναι πολλές φορές προτιμητέο για το λόγο ότι μειώνει τα λειτουργικά έξοδα του πλοίου.

#### **4.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΜΕΤΡΑ.**

Συνεπώς, λόγω της δυσκολίας επιλογής ταξιδιών πάντα με ιδανικά χαρακτηριστικά προτείνεται οι διαχειριστές των πλοίων να εστιάσουν στη χρήση τεχνικών και τεχνολογίας ,ειδικά στα μικρότερα σε μέγεθος πλοία (Aframax ,MR )όπου εμφανίζονται λιγότερο αποδοτικά , ώστε να μειώσουν τις υψηλές καταναλώσεις σε σημαντικό βαθμό, κάτι το οποίο πρόκειται να αποφέρει σχετικά γρήγορη απόσβεση.

Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να γίνουν παρεμβάσεις όπως:

##### Εφαρμογή τεχνολογιών.

- Χρήση λαμπτήρων προηγμένης τεχνολογίας τύπου LED.

Η χρήση ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού τύπου LED αντί των συμβατικών λαμπτήρων συμβάλλει στην μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, επιτυγχάνοντας έως και 60% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια τη λιγότερη κατανάλωση καυσίμου της γεννήτριας. Επίσης, οι λαμπτήρες τύπου LED έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής μειώνοντας έτσι και το κόστος συντήρησης των φωτιστικών σωμάτων μακροχρόνια.

- Χρήση ενεργειακά αποδοτικών ηλεκτροκινητήρων

Με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών ηλεκτροκινητήρων επιτυγχάνεται μείωση της απώλειας ισχύος σε σχέση με τους συμβατικούς ηλεκτροκινητήρες κυρίως λόγω μείωσης του σιδήρου, μείωσης της αντίστασης του στάτορα και ρότορα εξαιτίας του βαθμού των αναπτυσσόμενων τριβών. Έτσι οι συγκεκριμένοι κινητήρες παρέχουν καλύτερη απόδοση σε χαμηλότερη θερμοκρασία και η ροπή εκκίνησης που απαιτείται είναι σχετικά μικρότερη από αυτή των συμβατικών κινητήρων, γεγονός που τους καθιστά ενεργειακά πιο αποδοτικούς.

- Χρήση συστήματος ανάκτησης ενέργειας Slip Power

Το σύστημα Slip Power είναι ουσιαστικά ένα δακτυλίδι το οποίο προσαρμόζεται σε περιστροφικούς μηχανισμούς του πλοίου (π.χ. στο βαρούλκο για την άγκυρα του πλοίου) ώστε μέσω της περιστροφικής κίνησης να γίνεται η συλλογή της περίσσειας ενέργειας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική.

- Χρήση ενεργειακά αποδοτικών μετασχηματιστών.

Οι συγκεκριμένοι μετασχηματιστές εξοικονομούν έως και 70% περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τους συμβατικούς. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως άμορφα υλικά, και κράμα μετάλλου-γυαλιού για τον πυρήνα. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου μετασχηματιστών είναι ότι παρέχουν υψηλή απόδοση ακόμα και σε χαμηλά φορτία. Ενδεικτικά στο 35% φορτίου μπορεί να επιτευχθεί περίπου 98% απόδοση.

- Χρήση ηλεκτρονικών σταθεροποιητών φωτισμού (electronical ballast)

Η Χρήση του ηλεκτρονικού σταθεροποιητή έχει εφαρμογή στα πλοία τα οποία εξακολουθούν να χρησιμοποιούν συμβατικούς λαμπτήρες φθορισμού. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται για να ελέγχει την τάση εκκίνησης και το ρεύμα λειτουργίας του φωτισμού βοηθώντας στην εξάλειψη του φαινομένου τρεμοπαίγματος και βουητού των λαμπτήρων φθορισμού. Επίσης ο σταθεροποιητής λειτουργεί το λαμπτήρα σε συχνότητες 40-50 khz αντί 60 Hz γεγονός το οποίο αυξάνει τη διάρκεια ζωής και μειώνει την κατανάλωση έως και 40%.

- Χρήση υβριδικού υπερσυμπιεστή.

Ο υβριδικός υπερσυμπιεστής κινείται μέσω της ανάκτησης της ενέργειας των καυσαερίων, η οποία με τη σειρά της θα δώσει συμπιεσμένο καθαρό αέρα στην κύρια μηχανή και συγχρόνως παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από την όλη περιστροφική διαδικασία μέσω ενός ενσωματωμένου εναλλάκτη .[10]

- Χρήση νέας τεχνολογίας ελίκων , πηδαλίων και υδροδυναμικών βοηθημάτων (aht nozzle, mewis duct, rudder bulb),τα οποία βελτιώνουν την αποδοτικότητα της ώσης και κατά συνέπεια εξασφαλίζουν μειωμένη κατανάλωση καυσίμου.

Εφαρμογή τεχνολογιών έλικας και πηδαλίου.

	Post Swirl Finns	Rudder Bulb	Kappel	PBCF	AHT Nozzle	Mewis Duct	Pre Swirl Finns	Efficiency rudders
Post Swirl Finns	2-3%							
Rudder Bulb		2-5%						
Kappel			3-5%					
PBCF				2-5%				
AHT Nozzle					5-8%			
Mewis Duct						3-8%		
Pre Swirl Finns							3-5%	
Efficiency rudders								2-4%

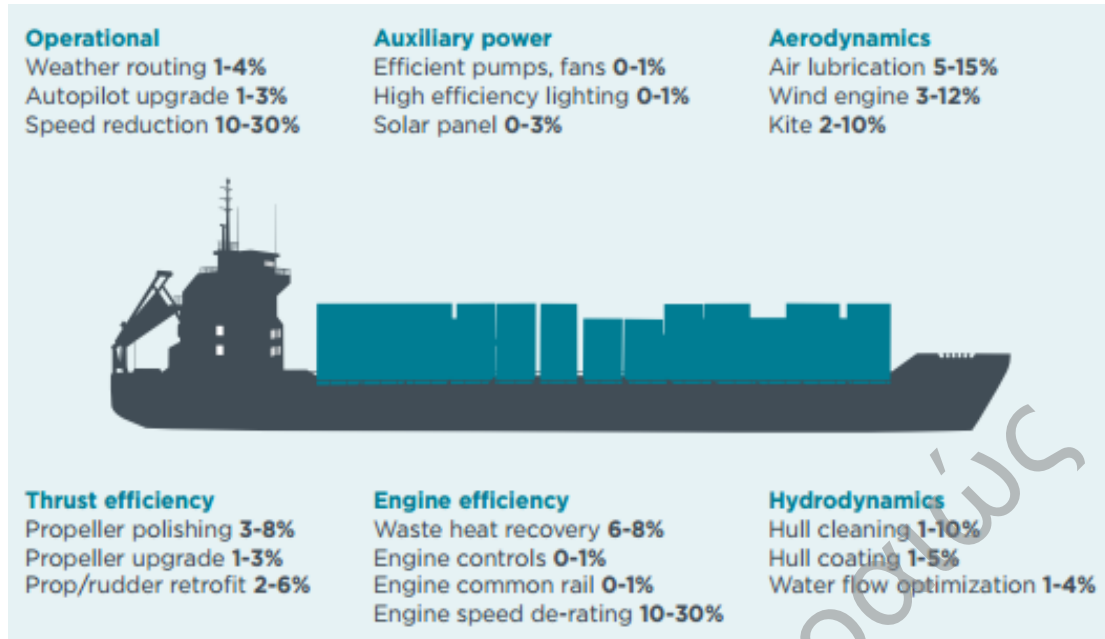
Can be combined   
  Can sometimes partly be combined   
  should not be combined

Πηγή : <http://www.mandieselturbo.us.com/files/news/files7791/EEDI.pdf>

Χρήση λειτουργικών τεχνικών & συντήρηση.

- Μείωση, όπου και όταν αυτό είναι δυνατό, της ταχύτητας πλεύσης (slow steaming).
- Υπολογισμός βέλτιστης διαδρομής όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες.
- Καθαρισμός γάστρας .
- Βαφή της γάστρας με αποδοτικότερα χρώματα (π.χ. αυτό-γυαλιζόμενα σιλικόνης).
- Καθαρισμός και γυάλισμα έλικας .
- Συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού στα προκαθορισμένα τακτά διαστήματα όπως αυτά ορίζονται από τους κατασκευαστές.

Μείωση εκπομπών και κατανάλωσης καυσίμων με τη χρήση τεχνολογιών και λειτουργικών τεχνικών.



Πηγή : Long-term potential for increased shipping efficiency through the adoption of industry-leading practices Authors: Haifeng Wang and Nic Lutsey (ICCT)

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[1]

IMO, Edmund Hughes,(02/2013) A new chapter for MARPOL Annex VI – requirements for technical and operational measures to improve the energy efficiency of international shipping

[2]

ICCT (2011), The Energy Efficiency Design Index (EEDI) for New Ships .

[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTpolicyupdate15\\_EEDI\\_final.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTpolicyupdate15_EEDI_final.pdf)

[3]

DNV (2012), Energy efficiency. (last visit 30/10/2014)

[http://www.dnv.com/industry/maritime/publicationsanddownloads/publications/newsletters/technical\\_regulatory/2012/energy\\_efficiency.asp](http://www.dnv.com/industry/maritime/publicationsanddownloads/publications/newsletters/technical_regulatory/2012/energy_efficiency.asp)

[4]

IMO ,Technical and operational measures (last visit 30/10/2014)

<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx>

[5]

IMO,(2012) Annex 8,resolution mepc.212 (63) adopted on 02/03/2012.

2012 guidelines in the method of calculation of the attained energy efficiency design index (EEDI) for new ships

[http://www.imo.org/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/MEPC%20-%20Marine%20Environment%20Protection/212\(63\).pdf](http://www.imo.org/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/MEPC%20-%20Marine%20Environment%20Protection/212(63).pdf)

[6]

IMO ,(2011) Resolution mepc.203(62), Adopted on 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 there to (Inclusion of regulations on energy efficiency for ships in MARPOL Annex VI).

<http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/eedi%20amendments%20RESOLUTION%20MEPC203%2062.pdf>

[7]

IMO,(2012) Annex 11, resolution MEPC.215(63),Adopted on 2 March 2012.  
Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency  
Design Index (EEDI).

[http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Technical%20and%20Operational%20Measures/MEPC.215\(63\).pdf](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Technical%20and%20Operational%20Measures/MEPC.215(63).pdf)

[8]

IACS (2013), Procedure for calculation and verification of the Energy Efficiency  
Design Index (EEDI).

[http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Procedural\\_requirements/PDF/PR\\_38\\_pdf2107.pdf](http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Procedural_requirements/PDF/PR_38_pdf2107.pdf)

[9]

IMO (2009), ( Ref.T5/1.01) Guidelines for voluntary use of the ship Energy  
Efficiency Operational Indicator (EEOI) MEPC.1 Circ.684

[http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data\\_id=26531&filename=684.pdf](http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=26531&filename=684.pdf)

[10]

Marine insight, Anish (2014) / (10 Ways to Achieve Energy Efficiency in Ship's  
Electrical System)

<http://www.marineinsight.com/marine/marine-news/headline/10-ways-achieve-energy-efficiency-ships-electrical-system>

[11]

IMO,(04/2014), MEPC 66 Brief , MARPOL Annex VI Revisions

<http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/References/Regulatory/2014/MEPC66Brief>



## **ΑΡΘΡΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Roar Frode Henningsen,(2000), Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships (Final Report to the International Maritime Organization) Norwegian Marine Technology Research Institute – MARINTEK Trondheim
- IMO, Prevention of Air Pollution from Ships (last visit 30/09/14).  
<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx>
- IMO,(2009), Second IMO GHG Study 2009
- IMO ,(2011) Note by the International Maritime Organization to the thirty-fifth session of the Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice (SBSTA 35) Agenda item 9(a) - Emissions from fuel used for international aviation and maritime transport. Technical and operational measures to improve the energy efficiency of international shipping and assessment of their effect on future emissions
- Delta marine,(2011), Report for Project 6543,Study on tests and trials of the Energy Efficiency Design Index as developed by the IMO
- Lloyds Register,(06/2012 v.2),Implementing a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) Guidance for shipowners and operators
- Haifeng Wang and Nic Lutsey (2013) Long-term potential for increased shipping efficiency through the adoption of industry-leading practices

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

- Πτυχιακή εργασία: S. M. RASHIDUL HASAN,(2011) Impact of EEDI on Ship Design and Hydrodynamics CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,Gothenburg
- Πτυχιακή εργασία: Dimitris S.Marantis,(2012): Improvement of Energy Efficiency of existing ships by performing & evaluating Energy Audits onboard.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC ( 316679 – 321300.3 DWT ).

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	Payload %	CONSUMPTION						EEOI
				HSFO DG	HSFO ME	LSFO DG	LSFO ME	LSMGO DG	LSMGO ME	
<b>VLCC1</b>	<b>42948.00</b>	<b>1111367.39</b>	<b>94%</b>	<b>649.2</b>	<b>8670.2</b>	<b>7.9</b>	<b>90.7</b>	<b>1</b>	<b>8.3</b>	<b>2.45548</b>
01	11641.00	288109.520	98%	152.1	2503.3	5.9	74	0	0	2.54085967
02	9357.00	274718.510	93%	147.6	1702.6	0	0	0	0	2.241653668
03	12168.00	280248.303	95%	194	2445.5	2	16.7	1	8.3	2.436671424
04	9782.00	268291.060	91%	155.5	2018.8	0	0	0	0	2.580239365
<b>VLCC2</b>	<b>28543.00</b>	<b>1100852.30</b>	<b>93%</b>	<b>493.7</b>	<b>5080.2</b>	<b>9.1</b>	<b>88.3</b>	<b>2.6</b>	<b>29.1</b>	<b>2.27772</b>
01	5908.00	274495.430	93%	92	1280.1	0	0	0	0	2.635023847
02	11802.00	277366.450	94%	192	2035.1	6.4	61.7	1.8	11.7	2.19764581
03	10292.00	267514.370	91%	201.3	1701.1	0	0	0	0	2.151935919

04	541.00	281476.047	96%	8.4	63.9	2.7	26.6	0.8	17.4	2.468146782
<b>VLCC3</b>	<b>30205.00</b>	<b>1021585.42</b>	<b>89%</b>	<b>529.9</b>	<b>7226.1</b>	<b>2.1</b>	<b>34.9</b>	<b>2.5</b>	<b>30.5</b>	<b>3.06780</b>
01	2880.00	259059.131	90%	40.3	803.9	1.1	21.8	0	0	3.620654639
02	10922.00	275666.707	96%	187.1	2818	1	13.1	2.5	30.5	3.158366796
03	12039.00	269021.282	94%	215.6	2642	0	0	0	0	2.747886405
04	4364.00	217838.299	76%	86.9	962.2	0	0	0	0	3.436942755

*B. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ VLCC.*

<b>Ship / Voyage</b>	<b>Total Distance Made</b>	<b>Cargo Carried Quantity</b>	<b>HSFO Consumed DG</b>	<b>HSFO Consumed ME</b>	<b>LSFO Consumed DG</b>	<b>LSFO Consumed ME</b>	<b>LSMGO Consumed DG</b>	<b>LSMGO Consumed ME</b>	<b>EEOI average</b>
VLCC1	42948.00	1111367.39	649.2	8670.2	7.9	90.7	1	8.3	2.45548
VLCC2	28543.00	1100852.30	493.7	5080.2	9.1	88.3	2.6	29.1	2.27772
VLCC3	30205.00	1021585.42	529.9	7226.1	2.1	34.9	2.5	30.5	3.06780

Γ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX (157954-163417 DWT)

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	Payload %	CONSUMPTIONS						EEOI
				HSFO DG	HSFO ME	LSFO DG	LSFO ME	LSMGO DG	LSMGO ME	
<b>SUEZMAX1</b>	<b>39362.00</b>	<b>1308208.036</b>	<b>88.74%</b>	<b>436.9</b>	<b>5546.3</b>	<b>36</b>	<b>391.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.73897086</b>
01	3585.00	133004.740	92.00%	41.6	551.2	0	0	0	0	3.87191939
02	6759.00	112880.292	78.08%	85.9	1043.6	3.6	30.4	0	0	4.751048767
03	2013.00	150100.959	97.81%	26.3	236.4	0.2	0.4	0	0	2.713998797
04	4629.00	89615.426	61.99%	48.2	634	0	0	0	0	5.121723763
05	4358.00	120715.000	83.50%	32.1	410.7	18.2	216.3	0	0	4.025987349
06	1021.00	135300.000	93.59%	13.5	102.4	0	0	0	0	2.612969184
07	408.00	146110.000	95.21%	4.7	53.3	0	0	0	0	3.030137111
08	3660.00	135478.000	93.71%	40.3	482.7	3.2	32.5	0	0	3.511798234
09	8738.00	139181.178	96.27%	101.6	1341.5	10.8	112	0	0	4.013713449
10	4191.00	145822.441	95.21%	42.7	690.5	0	0	0	0	3.736412552

<b>SUEZMAX2</b>	<b>43284.00</b>	<b>1583773.780</b>	<b>88.70%</b>	<b>605.8</b>	<b>5353.6</b>	<b>25.5</b>	<b>186.7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.428703674</b>
01	1651.00	155327.675	99.59%	16.1	154.7	4.8	31.9	0	0	2.525220552
02	4436.00	155476.231	99.59%	58.3	614.4	0	0	0	0	3.037667795
03	3641.00	135481.000	93.72%	52.9	528.7	0	0	0	0	3.671975003
04	2632.00	126976.000	87.83%	37.6	357.3	0	0	0	0	3.680052358
05	4905.00	138860.995	96.05%	63.5	613.7	0	0	0	0	3.096506925
06	5524.00	133571.799	92.39%	79.6	779.2	0	0	0	0	3.624916285
07	4332.00	104701.406	72.42%	59.5	530.8	1.4	10.6	0	0	4.136643333
08	1631.00	154279.485	98.92%	21.1	158.8	3.3	21.9	0	0	2.542173726
09	4902.00	147713.806	94.71%	73.6	524.5	0	0	0	0	2.572490608
10	2210.00	111440.180	77.09%	35.5	271.3	0	0	0	0	3.879677868
11	3543.00	95010.936	65.72%	51.6	398.3	9.1	74.6	0	0	4.94590957
12	3877.00	124934.267	86.42%	56.5	421.9	6.9	47.7	0	0	3.431210064
<b>SUEZMAX3</b>	<b>26779.00</b>	<b>1265838.869</b>	<b>92.48%</b>	<b>275.6</b>	<b>3471</b>	<b>13</b>	<b>109.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.109922083</b>
01	5715.00	131637.394	87.91%	56.4	925.3	0	0	0	0	4.064037166

02	1923.00	135474.000	90.47%	19.8	245.6	0	0	0	0	3.172780817
03	3470.00	135479.000	90.47%	32.5	568.3	0	0	0	0	3.980181324
04	4370.00	121673.000	81.25%	48.7	589.2	0	0	0	0	3.736382589
05	6240.00	143909.205	96.10%	60.1	672.2	4	28	0	0	2.652033184
06	400.00	156539.533	97.95%	4.1	49	0	0	0	0	2.641100252
07	474.00	141258.057	94.33%	7.4	50.5	0	0	0	0	2.693155219
08	2096.00	147569.699	98.55%	24.4	178.9	4.7	40.8	0	0	2.510554649
09	2091.00	152298.981	95.29%	22.2	192	4.3	40.6	0	0	2.539073552
<b>SUEZMAX4</b>	<b>34537.00</b>	<b>1345301.326</b>	<b>92.22%</b>	<b>388.7</b>	<b>4021.8</b>	<b>10.1</b>	<b>105.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.998439873</b>
01	4199.00	135051.000	92.57%	49.9	496.7	0	0	0	0	3.001928466
02	3907.00	135484.000	92.87%	46.7	469	0	0	0	0	3.034171332
03	3344.00	136410.016	93.51%	29.9	318.6	8.2	85	0	0	3.02319397
04	2696.00	134914.000	92.48%	32.2	306	1.9	20.6	0	0	3.09073823
05	1657.00	142762.919	97.86%	19	175.7	0	0	0	0	2.563317572
06	2123.00	113148.669	77.56%	23.3	199.3	0	0	0	0	2.88602512

07	4445.00	141501.722	97.00%	54.6	533.2	0	0	0	0	2.910519291
08	4373.00	125293.000	85.88%	45.4	519.9	0	0	0	0	3.213269049
09	3579.00	135472.000	92.86%	42.1	489.5	0	0	0	0	3.41466515
10	4214.00	145264.000	99.57%	45.6	513.9	0	0	0	0	2.846570548
<b>SUEZMAX5</b>	<b>36698.00</b>	<b>1219029.073</b>	<b>92.14%</b>	<b>374.1</b>	<b>4082.9</b>	<b>6</b>	<b>68</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>	<b>2.791458523</b>
01	1909.00	140041.729	95.99%	15.3	170	0	0	0.4	0	2.163467697
02	780.00	136969.000	93.89%	7.7	76.7	0	0	0	0	2.460367319
03	3692.00	134826.000	92.42%	35.4	404.5	4.1	49.4	0	0	3.0909491
04	5387.00	129625.828	88.85%	59.3	685.4	1.2	7.6	0	0	3.36107958
05	4653.00	147571.772	94.78%	48.3	533.3	0	0	0	0	2.637925
06	5748.00	139458.300	95.59%	60	682.2	0	0	0	0	2.883594672
07	8494.00	114120.500	78.23%	87.3	934.3	0.7	11	0	0	3.320341447
08	5963.00	129907.611	89.05%	59.7	588.8	0	0	0	0	2.607263745
09	72.00	146508.333	100.43%	1.1	7.7	0	0	0	0	2.598138147

\*\* Σημείωση: Για τα ταξίδια των πλοίων Suezmax1 (03,07) ,Suezmax2 (01,02,09), Suezmax3(06,09) & Suezmax5 (05) ο τύπος του φορτίου είναι Crude oil (California , Mexico ή Blend) με υψηλότερες τιμές πυκνότητας.

4. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ SUEZMAX.

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	HSFO Consumed DG	HSFO Consumed ME	LSFO Consumed DG	LSFO Consumed ME	LSMGO Consumed DG	LSMGO Consumed ME	EEOI average
SUEZMAX1	39362.00	1308208.036	436.9	5546.3	36	391.6	0	0	3.9933
SUEZMAX2	43284.00	1583773.780	605.8	5353.6	25.5	186.7	0	0	3.37987
SUEZMAX3	26779.00	1265838.869	275.6	3471	13	109.4	0	0	3.28452
SUEZMAX4	34537.00	1345301.326	388.7	4021.8	10.1	105.6	0	0	3.02138
SUEZMAX5	36698.00	1219029.073	374.1	4082.9	6	68	0.4	0	2.93273



Ε. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2 (105.483-112.793 DWT)

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	Payload %	CONSUMPTION						EEOI
				HSFO DG	HSFO ME	LSFO DG	LSFO ME	LSMGO DG	LSMGO ME	
<b>LR2 1</b>	<b>39387.00</b>	<b>420226.082</b>	<b>80.50%</b>	<b>410.3</b>	<b>4933.7</b>	<b>3.7</b>	<b>49.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.136520089</b>
01	8162.00	96509.372	92.44%	86.4	1012.7	0	0	0	0	4.345557677
02	9804.00	76942.264	73.70%	97.9	1156.9	0	0	0	0	5.180606869
03	6317.00	83845.473	80.31%	63.3	971.3	3.7	49.5	0	0	6.400040988
04	8804.00	85215.820	81.62%	94.5	1119.5	0	0	0	0	5.039562274
05	6300.00	77713.153	74.44%	68.2	673.3	0	0	0	0	4.716832638
<b>LR2 2</b>	<b>31700.00</b>	<b>258252.861</b>	<b>82.45%</b>	<b>326.5</b>	<b>3859.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.773965097</b>
01	12006.00	78814.101	75.49%	119.1	1555.7	0	0	0	0	5.512328334
02	10002.00	98360.588	94.21%	106.6	1326	0	0	0	0	4.535147025
03	9692.00	81078.172	77.66%	100.8	977.7	0	0	0	0	4.274419931
<b>LR2 3</b>	<b>36184.00</b>	<b>443530.940</b>	<b>79.51%</b>	<b>458.3</b>	<b>4128.9</b>	<b>3.8</b>	<b>34.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.556302772</b>
01	6412.00	98829.777	88.59%	73	724	2.3	22.3	0	0	4.03930314

02	7807.00	59032.649	52.91%	92.5	779.4	0	0	0	0	5.89202549
03	8322.00	102293.391	91.69%	111.5	1069.8	0	0	0	0	4.321746686
04	5346.00	95449.516	85.56%	69.5	489.8	1.5	12.6	0	0	3.500700978
05	8297.00	87925.607	78.81%	111.8	1065.9	0	0	0	0	5.027737564

Z. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ LR2.

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	HSFO Consumed DG	HSFO Consumed ME	LSFO Consumed DG	LSFO Consumed ME	LSMGO Consumed DG	LSMGO Consumed ME	EEOI average
LR2 1	39387.00	420226.082	410.3	4933.7	3.7	49.5	0	0	5.07649
LR2 2	31700.00	258252.861	326.5	3859.4	0	0	0	0	4.80017
LR2 3	36184.00	443530.940	458.3	4128.9	3.8	34.9	0	0	4.52289

H. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX (103124-116779 DWT)

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	Payload %	CONSUMPTION						EEOI
				HSFO DG	HSFO ME	LSFO DG	LSFO ME	LSMGO DG	LSMGO ME	
<b>AFRAMAX 1</b>	<b>20926</b>	<b>1248371.174</b>	<b>82.16%</b>	<b>194.1</b>	<b>1592.5</b>	<b>46.1</b>	<b>494.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.617258077</b>
01	2179	26682.168	24.58%	5.3	54.2	24.3	262.8	0	0	18.74719744
02	2060	81107.378	74.73%	28	141.4	0	0	0	0	3.157622546
03	2157	89084.398	82.08%	32.5	249.6	0	0	0	0	4.572204873
04	1121	97457.000	89.80%	20.1	105.9	0	0	0	0	3.591916935
05	595	98358.039	90.63%	0	0	7.4	63.2	0	0	3.801296888
06	849	97479.000	89.82%	9.1	73.1	0.4	2.2	0	0	3.192332459
07	1441	99896.624	92.04%	15.4	123.1	0	0	0	0	2.996466121
08	539	100049.836	92.18%	5.4	54.6	0	0	0	0	3.465137678
09	1621	99999.617	92.14%	14.3	135.5	0	0	0	0	2.878093195
10	623	93976.000	86.59%	6.2	60.8	0	0	0	0	3.564053306

11	1898	100472.838	92.57%	19.4	191.6	0	0	0	0	3.445973777
12	2862	100354.305	92.46%	10.3	127.4	14	166	0	0	3.467936826
13	1477	83393.994	76.84%	13.9	134.4	0	0	0	0	3.749732374
14	1504	80059.977	73.77%	14.2	140.9	0	0	0	0	4.011648667
<b>AFRAMAX2</b>	<b>29261</b>	<b>1364645.610</b>	<b>83.82%</b>	<b>294.8</b>	<b>3220.3</b>	<b>22.9</b>	<b>232.1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.439772749</b>
01	227	73512.740	67.73%	0	0	2.1	19.2	0	0	4.022027653
02	2659	94096.000	86.70%	21.7	224.1	4.5	51.8	0	0	3.768658307
03	1964	82892.057	76.38%	21.9	272.6	0	0	0	0	5.633850125
04	2357	83157.810	76.62%	26.7	284.4	0	0	0	0	4.943240903
05	2692	73153.400	67.40%	23.5	251.9	5.9	58.2	0	0	5.381064637
06	87	83176.281	76.64%	0	0	1.2	11.6	0	0	5.573719837
07	1465	100007.711	92.15%	12.8	135.6	0	0	0	0	3.1545483
08	1942	100266.964	92.38%	22.7	221.6	0	0	0	0	3.907426046
09	816	97916.321	90.22%	9.2	111.4	0	0	0	0	4.700850638
10	806	94822.228	87.37%	9.1	94.8	0	0	0	0	4.233940406

11	1394	100118.750	92.25%	13.7	165.6	0	0	0	0	4.001073116
12	6509	91313.670	84.14%	64.5	665	8.5	86.5	0	0	4.326167082
13	49	107305.873	98.87%	0.7	6.1	0.2	0.4	0	0	4.387333135
14	639	80170.385	73.87%	6.4	59.9	0.5	4.4	0	0	4.332025866
15	5655	102735.420	94.66%	61.9	727.3	0	0	0	0	4.230665192
<b>AFRAMAX3</b>	<b>30396</b>	<b>893497.608</b>	<b>74.84%</b>	<b>346.7</b>	<b>2946.2</b>	<b>35.7</b>	<b>283.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.654614755</b>
01	1818	75452.780	69.52%	18.6	142.4	3.7	27.2	0	0	4.3651802
02	5672	65283.487	60.15%	65.6	558.6	3.3	27.8	0	0	5.514643101
03	4452	63245.128	58.27%	50.9	441.2	0	0	0	0	5.443090112
04	5674	92829.723	85.53%	63	564.5	2.7	22.2	0	0	3.859285614
05	428	68584.804	63.19%	5.1	45.5	0	0	0	0	5.368503452
06	3854	79956.389	73.67%	41.6	307.9	1.1	7.3	0	0	3.618187822
07	1542	79912.318	73.63%	16.5	115.6	4	24.6	0	0	4.070057383
08	1396	99909.020	92.05%	16.6	125.6	0.9	6.9	0	0	3.351514767
09	1417	107936.343	99.45%	7.1	51.8	13.4	114.4	0	0	3.83234505

10	108	90568.510	83.45%	1.8	10.8	0	0	0	0	4.011843263
11	4035	69819.106	64.33%	59.9	582.3	6.6	53	0	0	7.766111543
<b>AFRAMAX4</b>	<b>24643</b>	<b>1833973.755</b>	<b>86.25%</b>	<b>178.2</b>	<b>1712.8</b>	<b>65.7</b>	<b>582.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.689459032</b>
01	1135	78309.510	72.15%	0	0	10	78.9	0	0	3.151703175
02	1035	79558.522	73.30%	4.2	49.5	3.1	28.2	0	0	3.228818541
03	1173	100291.384	92.41%	0	0	9.2	96.5	0	0	2.8311786
04	1165	100018.060	92.16%	7.7	101.5	0	0	0	0	2.918721634
05	451	83679.000	77.10%	4.4	39.9	0	0	0	0	3.655822433
06	97	80117.816	73.82%	0	0	1.3	11	0	0	4.987216152
07	42	68939.918	63.52%	0	0	0.7	5	0	0	6.203099094
08	2353	69906.609	64.41%	19.7	95.8	9.7	68.6	0	0	3.686781608
09	1477	99975.597	92.12%	16.1	137.8	0	0	0	0	3.245925211
10	1470	101814.619	93.81%	0	0	13.5	128.5	0	0	2.989611707
11	444	100038.061	92.17%	4.6	47.7	0	0	0	0	3.667142987
12	445	99985.440	92.13%	5.1	43	0	0	0	0	3.366841673

13	516	100884.070	92.95%	5.1	54.7	0	0	0	0	3.577694705
14	435	100025.882	92.16%	0	0	5.2	41	0	0	3.345755845
15	1485	100104.893	92.24%	0	0	13	124.9	0	0	2.923051203
16	524	99905.992	92.05%	5.5	51.3	0	0	0	0	3.37909112
17	2815	100011.029	92.15%	27.4	296.3	0	0	0	0	3.580888474
18	4525	100074.579	92.21%	46.2	420.8	0	0	0	0	3.211803122
19	1588	90200.377	83.11%	16.9	179.5	0	0	0	0	4.270286597
20	1468	80132.397	73.83%	15.3	195	0	0	0	0	5.56774676
<b>AFRAMAX5</b>	<b>29397</b>	<b>1338304.07</b>	<b>87.29%</b>	<b>312.4</b>	<b>2733.3</b>	<b>5.4</b>	<b>61.3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.792873813</b>
01	1284	99964.250	97.80%	9	62.4	2.5	35.2	0	0	2.657978015
02	991	99765.496	97.61%	11.1	84.2	0	0	0	0	3.002017854
03	5681	79991.374	78.26%	64.7	369.6	0	0	0	0	2.976434118
04	2126	80456.268	78.72%	17.9	167.2	2.9	26.1	0	0	3.904446065
05	5036	91569.313	89.59%	54.4	549.1	0	0	0	0	4.075829308
06	766	87330.120	85.44%	6.7	93.3	0	0	0	0	4.655663298

07	1377	80196.143	78.46%	16.1	86	0	0	0	0	2.879471013
08	992	74878.150	73.26%	10.2	84.5	0	0	0	0	3.970613289
09	1946	89992.000	88.04%	24.6	184.1	0	0	0	0	3.711505428
10	2307	81396.722	79.64%	22.7	245	0	0	0	0	4.439849532
11	1865	97377.807	95.27%	19.9	259.4	0	0	0	0	4.789680016
12	1464	93885.147	91.85%	14.8	107	0	0	0	0	2.759838772
13	1024	83372.627	81.57%	10.5	105.7	0	0	0	0	4.238938114
14	988	98307.354	96.18%	12.8	110.5	0	0	0	0	3.953616274
15	1550	99821.299	97.66%	17	225.3	0	0	0	0	4.877226103
<b>AFRAMAX6</b>	<b>25085</b>	<b>493259.599</b>	<b>80.43%</b>	<b>261.9</b>	<b>3051.3</b>	<b>8</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.294172119</b>
01	6249	98872.746	96.73%	65.3	790.7	2.4	22	0	0	4.439242654
02	1789	70206.306	68.69%	14.6	163.6	4.1	40.2	0	0	5.53011331
03	3503	41110.302	40.22%	37.1	313.5	1.1	5.4	0	0	7.724429748
04	1482	98457.034	96.33%	17.3	184.5	0	0	0	0	4.307255164
05	6459	97882.161	95.76%	71.7	815.5	0.4	2.4	0	0	4.384414829



06	5603	86731.050	84.85%	55.9	783.5	0	0	0	0	5.37957701
<b>AFRAMAX7</b>	<b>22631</b>	<b>847052.091</b>	<b>75.34%</b>	<b>271.9</b>	<b>3108.8</b>	<b>15.6</b>	<b>142.3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.069898819</b>
01	1880	81169.686	79.41%	12.8	161.1	12.4	114.3	0	0	6.165380299
02	5635	87987.364	86.08%	72.1	861.2	3.1	27.9	0	0	6.059496692
03	600	84874.320	83.04%	6.6	85.5	0	0	0	0	5.632568249
04	1478	74106.064	72.50%	13.9	224.9	0	0	0	0	6.790168193
05	3537	62898.109	61.54%	52.9	481.2	0	0	0	0	7.476947308
06	515	98825.018	96.69%	6.8	67.2	0.1	0.1	0	0	4.540649052
07	978	99804.468	97.64%	7.7	146.9	0	0	0	0	4.932817425
08	1299	44878.279	43.91%	13.1	116.5	0	0	0	0	6.923633124
09	4858	62149.219	60.80%	57.3	572.3	0	0	0	0	6.494503036
10	651	71290.564	69.75%	5.9	88.4	0	0	0	0	6.328095786
11	2370	79069.000	77.36%	22.8	303.6	0	0	0	0	5.424627841
<b>AFRAMAX8</b>	<b>30802</b>	<b>1303181.557</b>	<b>91.07%</b>	<b>268.7</b>	<b>2960.4</b>	<b>20</b>	<b>191.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.650630317</b>
01	1456	99904.823	97.74%	0	0	12.3	123.3	0	0	2.937418164

02	1447	99824.771	97.66%	8.5	96.3	5	40.9	0	0	3.260875409
03	400	80973.742	79.22%	4.3	41	0	0	0	0	4.355804626
04	684	99919.120	97.76%	6.9	49.3	0	0	0	0	2.560978922
05	3205	99941.253	97.78%	26.5	315.1	0	0	0	0	3.321386597
06	6273	98471.219	96.34%	63.6	684.2	2.7	27	0	0	3.921798866
07	2452	84001.617	82.18%	24	186.6	0	0	0	0	3.184378225
08	2195	76641.000	74.98%	21.8	195.7	0	0	0	0	4.026595137
09	1493	99328.238	97.18%	15.1	176.8	0	0	0	0	4.030109314
10	2820	100280.723	98.11%	22.3	290.5	0	0	0	0	3.444883745
11	4250	90289.000	88.34%	38.2	482	0	0	0	0	4.222026603
12	1280	89994.000	88.05%	13.1	119.4	0	0	0	0	3.582339517
13	1380	83721.282	81.91%	12.7	139.2	0	0	0	0	4.094653987
14	1467	99890.769	97.73%	11.7	184.3	0	0	0	0	4.165575321
<b>AFRAMAX9</b>	<b>32305</b>	<b>1102160.484</b>	<b>89.86%</b>	<b>320.3</b>	<b>3932.3</b>	<b>12.4</b>	<b>151.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.66006917</b>
01	1610	99916.823	97.75%	12.9	170.3	3.7	56.5	0	0	4.725984895
02	721	74891.823	73.27%	6.4	76.5	0.1	0.1	0	0	4.793117155

03	825	99343.338	97.19%	5.5	71.1	3.4	36.4	0	0	4.440973482
04	703	99840.958	97.68%	7	71.3	0	0	0	0	3.474338175
05	797	99911.605	97.75%	9.7	100	0	0	0	0	4.290488688
06	6286	99827.089	97.67%	61.1	797	5.2	58.2	0	0	4.577183585
07	6418	99551.283	97.40%	64.2	819.4	0	0	0	0	4.307085804
08	4338	63230.623	61.86%	41.2	485.7	0	0	0	0	5.982539583
09	6308	91759.521	89.77%	68.3	796.3	0	0	0	0	4.652075982
10	2873	74167.299	72.56%	29.6	353.2	0	0	0	0	5.594976033
11	989	99838.380	97.68%	9.7	131.2	0	0	0	0	4.444179245
12	437	99881.742	97.72%	4.7	60.3	0	0	0	0	4.637887419
<b>AFRAMAX10</b>	<b>25002</b>	<b>1230153.711</b>	<b>92.83%</b>	<b>235.6</b>	<b>2003.7</b>	<b>86.9</b>	<b>779.6</b>	<b>11.5</b>	<b>60.6</b>	<b>4.241035354</b>
01	389	100041.547	98.14%	0	0	6.6	42.8	0	0	3.999915944
02	1449	100145.516	98.24%	0	0	18.7	176.1	0	0	4.230025395
03	833	100889.627	98.97%	10.4	71.8	1.2	8.8	0	0	3.421114422
04	1476	84513.280	82.90%	0	0	13.4	56	11.5	60.6	3.606132769

05	6366	99009.414	97.12%	82.1	677.3	0.4	2.9	0	0	3.768834953
06	3851	91579.327	89.84%	36.8	413.2	5.4	71.7	0	0	4.662760975
07	1522	80151.717	78.63%	0	0	14.2	184.2	0	0	5.124695924
08	1476	99589.450	97.69%	14.4	128.2	4.8	50.7	0	0	4.211029302
09	1595	99799.760	97.90%	21	170	0	0	0	0	3.736952466
10	1559	99794.447	97.89%	21.8	179	0	0	0	0	4.019625643
11	1499	97233.245	95.38%	0	0	22.2	186.4	0	0	4.509743151
12	1500	97488.904	95.63%	23.8	177.6	0	0	0	0	4.289309752
13	1487	79917.477	78.40%	25.3	186.6	0	0	0	0	5.553318907
<b>AFRAMAX11</b>	<b>31198</b>	<b>966897.60</b>	<b>78.83%</b>	<b>276.9</b>	<b>2816.8</b>	<b>68.7</b>	<b>621.7</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5.08143149</b>
01	1435	79945.398	78.22%	0	0	15.2	138.1	0	0	4.210665104
02	937	99329.369	97.18%	11.9	88.3	1.5	9.6	0	0	3.728735233
03	845	99958.188	97.80%	9.9	109.4	0	0	1	0	4.436812753
04	715	99939.576	97.78%	0	0	9.4	70.3	0	0	3.514541641
05	5819	79350.686	77.63%	52	546.4	7.3	46.2	0	0	4.401243934

06	315	40600.000	39.72%	0	0	2.7	41.5	0	0	10.89029385
07	6416	99799.250	97.64%	70.5	747.8	0	0	0	0	3.980112145
08	4268	62466.451	61.11%	46.5	443.6	0	0	0	0	5.725162923
09	438	100050.343	97.89%	0	0	5	48.3	0	0	3.832555326
10	684	29946.762	29.30%	0	0	6.1	44.3	0	0	7.753155241
11	6547	97117.907	95.02%	66.1	742.7	12.2	123.2	4	0	4.652811562
12	2779	78393.672	76.70%	20	138.6	9.3	100.2	0	0	3.851088169
<b>AFRAMAX12</b>	<b>32951</b>	<b>1106637.279</b>	<b>77.33%</b>	<b>366.3</b>	<b>3838.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.416352264</b>
01	2348	83891.400	82.07%	23.7	335.8	0	0	0	0	5.684048184
02	2136	80119.982	78.38%	18.8	261.6	0	0	0	0	5.1028207
03	1070	74499.200	72.88%	15	164.8	0	0	0	0	7.024714711
04	930	85115.301	83.27%	10.1	117.9	0	0	0	0	5.036093359
05	1910	87768.852	85.86%	18.6	227.7	0	0	0	0	4.575778753
06	1326	85456.000	83.60%	26.3	291.1	0	0	0	0	8.723589648
07	5231	70313.349	68.79%	52.9	525.1	0	0	0	0	4.894177604

08	1021	73747.370	72.15%	11	116.4	0	0	0	0	5.269525854
09	2114	74920.726	73.29%	22.4	167.9	0	0	0	0	3.742020987
10	1784	71372.733	69.82%	19.6	167.1	0	0	0	0	4.56658485
11	5813	72544.915	70.97%	57.7	575.8	0	0	0	0	4.678576238
12	2483	87848.696	85.94%	25.9	263.5	0	0	0	0	4.132005383
13	710	94202.000	92.16%	12	111.4	0	0	0	0	5.746072195
14	4075	64836.755	63.43%	52.3	512.1	0	0	0	0	6.652923228
<b>AFRAMAX13</b>	<b>33421</b>	<b>1448290.815</b>	<b>88.56%</b>	<b>329.5</b>	<b>3319.3</b>	<b>35.3</b>	<b>292</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.932300301</b>
01	4189	75433.851	73.81%	39	434.5	0	0	0	0	4.666784364
02	1084	75106.342	73.49%	10.3	76.1	3.9	29.5	0	0	4.597772313
03	2131	95478.417	93.42%	22.2	235.1	0	0	0	0	3.938451641
04	1773	85125.386	83.29%	0	0	24.8	175.9	0	0	4.190187519
05	1247	80086.684	78.36%	11.5	100.9	0	0	0	0	3.505209148
06	1743	80175.687	78.45%	17.3	189.1	0	0	0	0	4.599853569
07	4536	100131.967	97.97%	40.6	549.3	0	0	0	0	4.044892588

08	471	74382.000	72.78%	4.9	39.7	0	0	0	0	3.964792751
09	1869	79953.000	78.23%	17.9	156	0	0	0	0	3.624348138
10	2267	86894.420	85.02%	21.8	208.5	0	0	0	0	3.641035554
11	1200	100069.139	97.91%	8	59.5	6.5	84.6	0	0	4.141151383
12	709	98580.117	96.45%	11.9	77	0	0	0	0	3.961326026
13	1465	100073.369	97.91%	14.6	134.5	0	0	0	0	3.167348776
14	438	100301.497	98.14%	4.8	41	0	0	0	0	3.246820978
15	435	100307.859	98.14%	4.2	51.6	0	0	0	0	3.982762157
16	7864	116191.080	113.68%	100.5	966.5	0.1	2	0	0	3.64406792
<b>AFRAMAX14</b>	<b>27310</b>	<b>1075081.383</b>	<b>79.31%</b>	<b>232.1</b>	<b>2935.4</b>	<b>2.8</b>	<b>42.7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.644882451</b>
01	1163	97596.000	93.59%	8.7	140.8	1.3	23.8	0	0	4.798889852
02	722	71348.705	68.42%	5.4	73.9	1.5	18.9	0	0	6.042135261
03	2076	78559.560	75.34%	16.2	203	0	0	0	0	4.185897109
04	3866	91530.090	87.78%	32	473.2	0	0	0	0	4.446435466
05	1331	85476.000	81.97%	9.9	130.7	0	0	0	0	3.848907426

06	1526	44943.284	43.10%	15	161.6	0	0	0	0	8.019471591
07	1375	88890.950	85.25%	12.2	147.1	0	0	0	0	4.059101589
08	1693	100990.365	96.85%	14.3	191	0	0	0	0	3.7396111
09	830	81830.391	78.48%	4.4	61.5	0	0	0	0	3.021809531
10	5087	53308.247	51.12%	45	533.7	0	0	0	0	6.646174413
11	2110	82936.961	79.54%	19.5	192.5	0	0	0	0	3.772938087
12	1310	103225.990	98.99%	9.4	156.3	0	0	0	0	3.816247623
13	4221	94444.840	90.57%	40.1	470.1	0	0	0	0	3.985852816
<b>AFRAMAX15</b>	<b>32030</b>	<b>1252285.253</b>	<b>61.31%</b>	<b>415.8</b>	<b>3998.3</b>	<b>8.1</b>	<b>73.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.923430088</b>
01	451	99838.686	68.44%	6.5	45.9	0	0	0	0	3.624351242
02	3705	99917.127	68.49%	57.7	455	0	0	0	0	4.313298933
03	1248	84942.000	58.23%	17.1	147.1	0	0	0	0	4.824035284
04	1521	83628.783	57.33%	19	238.8	0	0	0	0	6.31207736
05	6314	94219.795	64.59%	89.1	764.1	3.8	36	0	0	4.677424382
06	1015	80193.195	54.97%	12.8	98.4	2.4	17.6	0	0	5.029013867



07	1150	72686.358	49.82%	16.4	103.9	0	0	0	0	4.482179747
08	2123	112458.792	77.09%	28.5	226.1	1.9	19.9	0	0	3.608874791
09	5430	99936.478	68.50%	64.5	668.6	0	0	0	0	4.207399401
10	1871	77730.380	53.28%	24.2	210.1	0	0	0	0	5.017438997
11	729	78131.290	53.56%	8.1	122.4	0	0	0	0	7.135630928
12	716	78541.409	53.84%	7.6	96.8	0	0	0	0	5.781801521
13	2260	85784.970	58.80%	26.1	286.6	0	0	0	0	5.023224972
14	3497	104275.990	71.48%	38.2	534.5	0	0	0	0	4.891269809
<b>AFRAMAX16</b>	<b>19161</b>	<b>860744.034</b>	<b>63.83%</b>	<b>203.6</b>	<b>1486.1</b>	<b>21.4</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.49061589</b>
01	1716	63249.492	56.28%	14.9	94.1	7.6	62.6	0	0	5.16576938
02	1426	32377.065	28.81%	15.8	128.3	0	0	0	0	9.720338049
03	2093	76987.758	68.51%	29.5	140.3	3.5	21.1	0	0	3.762927257
04	2092	76577.821	68.14%	21	130.6	3.7	26.6	0	0	3.543175481
05	603	70072.380	62.35%	4.4	30.2	2.4	15.3	0	0	3.870237644
06	597	80372.059	71.52%	8.3	50.7	0	0	0	0	3.829543234

07	1631	87203.821	77.60%	17.1	110.8	4.2	18.4	0	0	3.30132278
08	1626	64010.344	56.96%	14.6	113.8	0	0	0	0	3.842100423
09	730	75060.263	66.79%	7	75.1	0	0	0	0	4.666428393
10	4178	69723.105	62.04%	47.2	391.6	0	0	0	0	4.691328608
11	1144	79905.645	71.10%	11	105	0	0	0	0	3.952108818
12	1325	85204.281	75.82%	12.8	115.6	0	0	0	0	3.542110621
<b>AFRAMAX17</b>	<b>24842</b>	<b>1318803.243</b>	<b>84.03%</b>	<b>313.1</b>	<b>2218.2</b>	<b>20.7</b>	<b>194.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.683839934</b>
01	748	118047.259	99.74%	10.4	68.2	0.5	3.4	0	0	2.911469867
02	904	100002.609	89.67%	11.6	82.1	0	0	0	0	3.424372605
03	1486	99964.069	89.63%	20.4	141.5	0	0	0	0	3.394364717
04	793	99776.514	89.46%	11.1	78.3	0	0	0	0	3.51892812
05	1470	99974.914	89.64%	18.8	148.4	0	0	0	0	3.543254031
06	3681	87312.000	78.29%	51.1	295.9	0	0	0	0	3.36251408
07	1668	80864.400	72.51%	22.6	138.4	0	0	0	0	3.717464689
08	1574	85444.000	76.61%	21.3	131.4	0	0	0	0	3.536121089

09	1352	93456.000	83.80%	18.3	108.2	0	0	0	0	3.118035358
10	797	81141.600	72.76%	11.7	61.4	0	0	0	0	3.520382708
11	6715	95073.490	85.25%	84.3	747.7	0	0	0	0	4.058749644
12	2165	83390.876	74.77%	31.5	216.7	0	0	0	0	4.281537293
13	682	91392.000	81.95%	0	0	9.3	82.4	0	0	4.635864096
14	807	102963.512	92.32%	0	0	10.9	109.1	0	0	4.550700775
<b>AFRAMAX18</b>	<b>28189</b>	<b>1584304.536</b>	<b>83.56%</b>	<b>268.9</b>	<b>2435.5</b>	<b>47.7</b>	<b>462.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.835411457</b>
01	1406	95038.845	85.22%	0	0	14.2	107.8	0	0	2.876916629
02	1660	108082.794	96.91%	13.3	149	0	0	0	0	2.817268631
03	1389	99759.142	89.45%	1.1	15.9	11.6	107.7	0	0	3.095027494
04	1609	99884.301	89.56%	4.3	67.2	8	107.3	0	0	3.64619818
05	535	104073.891	93.32%	1.5	16.6	3.9	41.4	0	0	3.57604933
06	1587	99856.639	89.54%	12	134.2	0	0	0	0	2.873213459
07	1497	103102.482	92.45%	11.7	111.2	8.2	87.8	0	0	4.439808188
08	3343	99970.043	89.64%	36.6	370.8	0	0	0	0	3.796550315

09	1903	84945.750	76.17%	21.5	191.4	0	0	0	0	4.101753985
10	1358	85296.926	76.48%	18.2	115.2	0	0	0	0	3.586716662
11	2117	85087.426	76.29%	26.8	176.3	0	0	0	0	3.511543641
12	1597	93470.000	83.81%	20	145.9	0	0	0	0	3.461334873
13	1272	60102.265	53.89%	15	104.7	0	0	0	0	4.876301957
14	1428	84193.921	75.49%	18.4	139.5	0	0	0	0	4.090228568
15	3193	83656.973	75.01%	36.5	357.3	1.8	10.9	0	0	4.741256754
16	824	97958.426	87.83%	9.3	95.2	0	0	0	0	4.032010656
17	1471	99824.712	89.51%	22.7	245.1	0	0	0	0	5.67981545
<b>AFRAMAX19</b>	<b>28823</b>	<b>999942.561</b>	<b>79.91%</b>	<b>304.3</b>	<b>3116.2</b>	<b>30.1</b>	<b>290.8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.659327487</b>
01	1725	62971.358	60.39%	15.4	156.1	0	0	0	0	4.91706961
02	1760	83017.549	79.61%	18.2	178.3	0	0	0	0	4.188459982
03	1660	83753.999	80.32%	13.4	134.7	4.8	20.3	0	0	3.886408521
04	1258	84929.000	81.45%	14.2	151.4	0	0	0	0	4.827230886
05	1009	86160.800	82.63%	13.5	142.2	0	0	0	0	5.577789422

06	4590	81416.200	78.08%	53.1	594.9	3	50.3	0	0	5.849824827
07	6046	97863.098	93.85%	65.3	747.3	2.9	16	0	0	4.377898229
08	2827	78085.345	74.88%	20.2	234.3	8.4	107.1	0	0	5.239294322
09	1965	82364.001	78.99%	25.4	138.1	2.8	16.2	0	0	3.516162
10	727	73681.817	70.66%	10.1	64.9	0.4	2.1	0	0	4.507608007
11	2176	85657.210	82.15%	17.5	163.9	7.8	78.8	0	0	4.495047074
12	3080	100042.184	95.94%	38	410.1	0	0	0	0	4.529136961
<b>AFRAMAX20</b>	<b>25030</b>	<b>1179017.991</b>	<b>75.38%</b>	<b>214.1</b>	<b>2506.2</b>	<b>6</b>	<b>71</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.930085185</b>
01	162	85146.057	81.66%	0	0	1.7	26.2	0	0	6.373508419
02	686	59782.088	57.33%	8.5	73.4	0	0	0	0	6.219609199
03	1284	84993.000	81.51%	14.8	155	0	0	0	0	4.845782242
04	1201	79899.646	76.62%	12	153.2	0	0	0	0	5.361626674
05	408	83399.119	79.98%	4.2	48	0	0	0	0	4.777748312
06	1194	84887.939	81.41%	16.1	166.5	0	0	0	0	5.610800767
07	1033	79936.440	76.66%	12	112.5	0	0	0	0	4.695681348

08	6448	64979.560	62.32%	39.3	533	1.9	25.2	0	0	4.457796881
09	1172	67426.729	64.66%	9.9	106	2.4	19.6	0	0	5.444942699
10	4902	71790.237	68.85%	42.9	490.4	0	0	0	0	4.71962269
11	1892	84989.000	81.50%	13.1	145.5	0	0	0	0	3.071805562
12	1532	76023.000	72.91%	13.4	164	0	0	0	0	4.743776696
13	1214	82158.657	78.79%	9.1	146.6	0	0	0	0	4.861731665
14	839	93488.000	89.66%	8.1	94.9	0	0	0	0	4.08972198
15	1063	80118.519	76.83%	10.7	117.2	0	0	0	0	4.677122642
<b>AFRAMAX21</b>	<b>39730</b>	<b>1361729.58</b>	<b>81.62%</b>	<b>405</b>	<b>3517.9</b>	<b>57.7</b>	<b>424.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.337515003</b>
01	6625	55356.852	53.09%	60.1	613.2	14.7	110.4	0	0	6.792622662
02	1826	69791.823	66.93%	14.3	132.4	4.6	31	0	0	4.465317717
03	883	99556.000	95.47%	11	114	0	0	0	0	4.428496045
04	1155	99544.000	95.46%	7.3	88.6	5.5	53.2	0	0	4.206515112
05	1641	40003.200	38.36%	20.9	132.8	0	0	0	0	7.291971182
06	4142	79393.226	76.14%	39.2	366.3	1.7	13.1	0	0	3.982172922

07	6226	99815.004	95.72%	69.3	604.9	2.3	21.2	0	0	3.497922864
08	4365	63544.390	60.94%	57.8	405.6	0	0	0	0	5.20318128
09	2901	84157.479	80.71%	15.3	93.1	21.8	147.9	0	0	3.573070464
10	533	100053.846	95.95%	0	0	7.1	48.1	0	0	3.261609757
11	446	100697.836	96.57%	5.6	42.7	0	0	0	0	3.349396214
12	997	99856.795	95.76%	11.3	100.2	0	0	0	0	3.488000005
13	981	100272.689	96.16%	8.7	127.8	0	0	0	0	4.321707534
14	983	81911.827	78.55%	10	95.2	0	0	0	0	4.069021644
15	4381	99921.506	95.83%	47.4	443.3	0	0	0	0	3.491067327
16	1645	87853.110	84.25%	26.8	157.8	0	0	0	0	3.978167316

**\*\*Σημείωση:** Τα ταξίδια Νο 13 του πλοίου Aframax2, Νο 07 του πλοίου Aframax4 εμφανίζουν πολύ μικρές διανυθείσες αποστάσεις για το λόγο ότι είναι ταξίδια από το terminal φόρτωσης προς μία τσαμαδούρα ώστε να ακολουθήσει μετά διαδικασία εκφόρτωσης σε μικρότερα πλοία (ship to ship discharge).

Θ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX.

<b>Ship / Voyage</b>	<b>Total Distance Made</b>	<b>Cargo Carried Quantity</b>	<b>HSFO Consumed DG</b>	<b>HSFO Consumed ME</b>	<b>LSFO Consumed DG</b>	<b>LSFO Consumed ME</b>	<b>LSMGO Consumed DG</b>	<b>LSMGO Consumed ME</b>	<b>EEOI average</b>
AFRAMAX 1	20926	1248371.174	194.1	1592.5	46.1	494.2	0	0	4.01935
AFRAMAX2	29261	1364645.610	294.8	3220.3	22.9	232.1	0	0	4.35414
AFRAMAX3	30396	893497.608	346.7	2946.2	35.7	283.4	0	0	4.77077
AFRAMAX4	24643	1833973.755	178.2	1712.8	65.7	582.6	0	0	3.45426
AFRAMAX5	29397	1338304.07	312.4	2733.3	5.4	61.3	0	0	3.75128
AFRAMAX6	25085	493259.599	261.9	3051.3	8	70	0	0	4.91013
AFRAMAX7	22631	847052.091	271.9	3108.8	15.6	142.3	0	0	6.21606
AFRAMAX8	30802	1303181.557	268.7	2960.4	20	191.2	0	0	3.70377
AFRAMAX9	32305	1102160.484	320.3	3932.3	12.4	151.2	0	0	4.70959
AFRAMAX10	25002	1230153.711	235.6	2003.7	86.9	779.6	11.5	60.6	4.19163
AFRAMAX11	31198	966897.60	276.9	2816.8	68.7	621.7	5	0	4.44079



AFRAMAX12	32951	1106637.279	366.3	3838.2	0	0	0	0	5.22176
AFRAMAX13	33421	1448290.815	329.5	3319.3	35.3	292	0	0	3.91639
AFRAMAX14	27310	1075081.383	232.1	2935.4	2.8	42.7	0	0	4.53787
AFRAMAX15	32030	1252285.253	415.8	3998.3	8.1	73.5	0	0	4.65746
AFRAMAX16	19161	860744.034	203.6	1486.1	21.4	144	0	0	4.2433
AFRAMAX17	24842	1318803.243	313.1	2218.2	20.7	194.9	0	0	3.72378
AFRAMAX18	28189	1584304.536	268.9	2435.5	47.7	462.9	0	0	3.83869
AFRAMAX19	28823	999942.561	304.3	3116.2	30.1	290.8	0	0	4.69639
AFRAMAX20	25030	1179017.991	214.1	2506.2	6	71	0	0	4.6643
AFRAMAX21	39730	1361729.58	405	3517.9	57.7	424.9	0	0	4.30196

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

I. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR (46923- 50989 DWT)

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	Payload %	CONSUMPTION						EEOI
				HSFO DG	HSFO ME	LSFO DG	LSFO ME	LSMGO DG	LSMGO ME	
MR1	19317	577961.488	86.22%	181.5	1245	24.5	136.9	0	0	6.328666098
01	232	33983.722	74.05%	0	0	2.8	15.7	0	0	7.39378329
02	1863	47320.536	99.75%	16.3	111.6	9	50.4	0	0	6.641512771
03	1379	44388.230	96.73%	12.8	80.7	1.7	8.7	0	0	5.292598751
04	2465	44190.446	96.29%	20.1	147.6	7.2	40.4	0	0	6.17164952
05	6482	45009.766	98.08%	66.9	436.3	2	9.3	0	0	5.493589325
06	1057	32176.110	70.11%	8.9	59	1.8	12.4	0	0	7.533414026
07	192	34900.463	76.05%	2.1	10.8	0	0	0	0	5.995586649
08	192	35350.750	77.03%	2	11.8	0	0	0	0	6.332185314
09	1890	34995.901	76.26%	17.6	116	0	0	0	0	6.290741876

10	905	31452.220	68.54%	9.5	64.1	0	0	0	0	8.052900277
11	388	44827.386	97.68%	4.6	38.9	0	0	0	0	7.78912202
12	505	38748.151	84.44%	6.1	40.4	0	0	0	0	7.400907598
13	616	43987.683	95.85%	3.7	29	0	0	0	0	3.758463566
14	1151	66630.124	96.15%	10.9	98.8	0	0	0	0	4.45487039
<b>MR2</b>	<b>19674</b>	<b>291984.833</b>	<b>79.52%</b>	<b>162.3</b>	<b>1328.9</b>	<b>28.1</b>	<b>241.7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8.710101421</b>
01	6486	42615.759	92.85%	48	533.6	6	70	0	0	7.419576523
02	749	14592.932	31.79%	7.8	65.5	0	0	0	0	20.88593821
03	1843	43242.075	94.21%	16.8	148.6	0	0	0	0	6.463653024
04	1564	45017.367	98.08%	10.4	97.7	4.5	40.8	0	0	6.809090701
05	819	42383.792	92.34%	1.8	9.4	6	52.2	0	0	6.28802029
06	637	39532.370	86.13%	2.7	18	4.3	31.4	0	0	7.02721654
07	1040	31567.280	68.78%	7.5	43.6	3.8	23.5	0	0	7.467847916
08	6536	33033.258	71.97%	67.3	412.5	3.5	23.8	0	0	7.319468157
<b>MR3</b>	<b>20859</b>	<b>542579.26</b>	<b>90.97%</b>	<b>255.3</b>	<b>1452.5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.236918612</b>
01	1748	43151.832	94.05%	17.4	82.3	0	0	0	0	4.116507229

02	1437	43225.459	94.21%	18.7	103.8	0	0	0	0	6.142060608
03	1769	43206.259	94.17%	18.9	146.6	0	0	0	0	6.743694553
04	1229	29304.722	63.87%	13.5	77.1	0	0	0	0	7.834532739
05	2929	44970.210	98.02%	32.3	215	0	0	0	0	5.84728443
06	2879	43123.146	93.99%	28.4	221.2	0	0	0	0	6.261333985
07	3256	41939.625	91.41%	35.6	209.6	0	0	0	0	5.592241491
08	846	41524.388	90.51%	9.2	51.6	0	0	0	0	5.390193631
09	2035	44891.216	97.85%	27.2	148	0	0	0	0	5.972865145
10	102	39956.830	87.09%	1.3	7.7	0	0	0	0	6.877422458
11	871	42515.757	92.67%	13.9	64	0	0	0	0	6.551545737
12	879	42316.206	92.23%	21.7	57	0	0	0	0	6.589516129
13	879	42453.614	92.53%	17.2	68.6	0	0	0	0	7.160743816
<b>MR4</b>	<b>33996</b>	<b>347581.643</b>	<b>84.15%</b>	<b>304.8</b>	<b>1876.7</b>	<b>86.6</b>	<b>437.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.802872049</b>
01	2965	35556.581	77.47%	36.3	199.4	3.2	12.1	0	0	7.420185373
02	8584	22144.989	48.25%	39.2	283.2	63.2	329.2	0	0	11.78662834

03	2551	45034.630	98.13%	13.6	117.1	0	0	0	0	3.543177592
04	1780	44923.332	97.88%	17.9	113.5	2.8	16.7	0	0	5.886151279
05	1672	44101.991	96.09%	17.4	103.6	3	16.3	0	0	5.935261772
06	2907	45018.646	98.09%	35.7	182.2	4.1	19.2	0	0	5.746554342
07	6076	44574.980	97.12%	58.1	408.2	0	0	0	0	5.362050304
08	4971	31213.935	68.01%	65.3	335.4	0	0	0	0	8.042692202
09	2490	35012.559	76.29%	21.3	134.1	10.3	43.7	0	0	7.503147243
<b>MR5</b>	<b>25408</b>	<b>600722.346</b>	<b>86.82%</b>	<b>359.4</b>	<b>1583.4</b>	<b>24.2</b>	<b>98.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.334334656</b>
01	388	40606.977	88.47%	5.3	22.4	0	0	0	0	5.475474676
02	1190	42171.986	91.88%	16.3	78.5	0	0	0	0	5.883174268
03	2531	45008.040	98.06%	24.8	119.5	12.2	43.8	0	0	5.494133707
04	2941	44998.018	98.04%	40.8	234.9	0	0	0	0	6.488177868
05	947	48060.482	98.10%	8.4	48.6	0	0	0	0	3.900417940
06	3825	44835.722	97.69%	47	269.4	0	0	0	0	5.745862888
07	1820	30422.939	66.28%	24.2	124.7	0	0	0	0	8.375225977

08	1736	29981.696	65.32%	35.2	90.3	0	0	0	0	7.509520365
09	1305	30062.033	65.50%	23.3	69.9	0	0	0	0	7.398802663
10	875	42358.256	92.29%	19.9	46.6	0	0	0	0	5.587916556
11	775	42346.980	92.26%	15.9	50.8	0	0	0	0	6.329597271
12	1190	42275.742	92.11%	20.5	68.9	0	0	0	0	5.534440328
13	2695	28857.675	62.87%	34.8	144.5	10.4	45.6	0	0	9.449101309
14	1810	43951.773	95.76%	23.9	103.5	1.6	9.5	0	0	5.427233198
15	1380	44784.027	97.57%	19.1	110.9	0	0	0	0	6.551119381
<b>MR6</b>	<b>18912</b>	<b>283064.97</b>	<b>88.38%</b>	<b>160.1</b>	<b>1141.3</b>	<b>34.3</b>	<b>162.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.011452581</b>
01	1368	44951.209	98.25%	5.8	35.6	11.3	44.9	0	0	4.976555777
02	1550	32935.661	71.99%	17	103.4	0	0	0	0	7.345185962
03	350	41236.726	90.13%	0	0	6.9	21.1	0	0	6.113075029
04	2519	45023.130	98.40%	27.6	161.3	0	0	0	0	5.187313519
05	4919	41225.273	90.10%	47.9	293.4	3.9	24.7	0	0	5.686083396
06	5191	42096.176	92.01%	42.7	434.8	3.8	18.3	0	0	7.124085126
07	3015	35596.796	77.80%	19.1	112.8	8.4	53.6	0	0	5.647869256

<b>MR7</b>	<b>25950</b>	<b>533312.28</b>	<b>96.23%</b>	<b>262.4</b>	<b>1561.5</b>	<b>38.1</b>	<b>289.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.822709755</b>
01	971	44970.357	98.21%	0	0	12.2	113.2	0	0	9.049110419
02	1336	46153.502	97.50%	0	0	13.6	103.5	0	0	5.984111727
03	1847	44949.377	98.16%	20.3	135	0	0	0	0	5.825796016
04	2927	45068.684	98.42%	32.8	231.2	0	0	0	0	6.232764507
05	1500	44839.648	97.92%	9.5	64	7.1	46.9	0	0	5.933209824
06	2910	45013.916	98.30%	33.3	207.7	0	0	0	0	5.729960764
07	6209	44742.574	97.71%	77	403.5	4.2	21.3	0	0	5.675964796
08	2144	47935.462	98.07%	21.2	175.4	1	5	0	0	6.141626765
09	1799	44899.917	98.05%	26.5	88.5	0	0	0	0	4.433998374
10	1794	43200.836	94.34%	19.6	137.3	0	0	0	0	6.304965935
11	1190	42355.933	92.50%	7.6	41.4	0	0	0	0	3.027675013
12	1323	39182.070	85.56%	14.6	77.5	0	0	0	0	5.533332916
<b>MR8</b>	<b>28661</b>	<b>349644.475</b>	<b>84.09%</b>	<b>314.2</b>	<b>1786.4</b>	<b>25.2</b>	<b>133.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.106230375</b>
01	2389	27335.660	59.17%	30.1	156.8	0	0	0	0	8.913288798

02	2935	44079.169	95.41%	25.7	172.5	4.8	32.8	0	0	5.687097137
03	5420	43830.983	94.87%	60.1	418.2	6.6	31.1	0	0	6.770437509
04	574	36094.021	78.13%	2.3	17.4	4.1	24.6	0	0	7.326419638
05	6639	44475.238	96.27%	71.4	471.9	8.7	38.1	0	0	6.229943128
06	6412	34874.150	75.49%	69.9	356.3	1	7	0	0	6.04868813
07	1700	43973.748	95.18%	16.2	63.9	0	0	0	0	3.337063741
08	1452	42495.340	91.98%	22.6	80.8	0	0	0	0	5.21899649
09	1140	32486.166	70.32%	15.9	48.6	0	0	0	0	5.424138807
<b>MR9</b>	<b>21206</b>	<b>436525.17</b>	<b>94.49%</b>	<b>229.6</b>	<b>1276.5</b>	<b>22.6</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.144830431</b>
01	2553	44419.440	96.15%	36.5	196.9	0	0	0	0	6.409901393
02	543	44245.507	95.77%	0	0	6.9	35.5	0	0	5.560972754
03	4971	44009.102	95.26%	69.8	428.3	0	0	0	0	7.090953907
04	2896	45279.418	98.01%	32.8	207.6	0	0	0	0	5.709649653
05	1790	42908.673	92.88%	11.8	66.7	0	0	0	0	3.183068119
06	1782	43362.085	93.86%	11.3	63.5	0	0	0	0	3.014797403



07	1782	43256.991	93.63%	12.8	35	12.7	57.5	0	0	4.800886433
08	1389	42388.990	91.75%	13.3	93.3	0	0	0	0	5.638664838
09	1728	43250.270	93.62%	20.6	90	0	0	0	0	4.608896511
10	1772	43404.691	93.95%	20.7	95.2	3	15	0	0	5.430513299
<b>MR10</b>	<b>22483</b>	<b>437517.207</b>	<b>88.44%</b>	<b>208.1</b>	<b>1299.4</b>	<b>14.2</b>	<b>82.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.384188135</b>
01	2500	44394.421	98.72%	18.8	187.8	2.2	12.4	0	0	6.211953741
02	3288	30043.855	66.81%	27	234	0	0	0	0	8.228628052
03	779	44507.310	98.97%	18.3	39.2	1.7	12.7	0	0	6.473759537
04	637	37540.660	83.48%	5.5	33.3	0	0	0	0	5.053180137
05	588	40521.729	90.11%	1.9	12.5	2.8	20.9	0	0	5.016499283
06	127	41533.150	92.35%	0	0	1.2	6.2	0	0	4.420659293
07	5497	42154.795	93.74%	46.5	330	6.3	30.2	0	0	5.556522044
08	4769	39968.779	88.88%	47.3	256.3	0	0	0	0	4.960528558
09	185	34894.454	77.59%	1.5	7.2	0	0	0	0	4.197256474
10	2925	39388.208	87.58%	31.2	133.7	0	0	0	0	4.457619076

11	1188	42569.846	94.66%	10.1	65.4	0	0	0	0	4.649463285
<b>MR11</b>	<b>13379</b>	<b>128057.481</b>	<b>70.84%</b>	<b>91.9</b>	<b>684.7</b>	<b>1.9</b>	<b>16.1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.208582355</b>
01	510	34358.580	76.03%	4.4	33.6	0	0	0	0	6.753868563
02	6442	30036.218	66.46%	50.5	383.1	1.9	16.1	0	0	7.272202402
03	998	28801.762	63.73%	7.7	55.3	0	0	0	0	6.825985188
04	5429	34860.921	77.14%	29.3	212.7	0	0	0	0	3.982273267
<b>MR12</b>	<b>17304</b>	<b>339393.571</b>	<b>69.64%</b>	<b>98.5</b>	<b>1044.9</b>	<b>20.8</b>	<b>220.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7.585601582</b>
01	1048	37547.680	77.05%	8.1	79.1	0	0	0	0	6.901547559
02	452	15109.539	31.01%	3.7	24.9	0	0	0	0	13.04219758
03	4814	39937.839	81.96%	30.3	346.4	1.6	16.3	0	0	6.395471003
04	1221	29844.772	61.24%	0	0	7	85.4	0	0	7.989911301
05	1178	34914.253	71.65%	7	76.5	0	0	0	0	6.322849158
06	541	29895.348	61.35%	3.7	31.5	0	0	0	0	6.778228042
07	5212	43903.582	90.09%	34.6	359.9	2.7	27.6	0	0	5.786538166
08	646	20553.000	42.18%	0	0	5	36.2	0	0	9.777850484

09	661	42741.000	87.71%	0	0	4.5	54.9	0	0	6.625127226
10	1531	44916.558	92.17%	11.1	126.6	0	0	0	0	6.236295303
<b>MR13</b>	<b>30573</b>	<b>592632.777</b>	<b>87.67%</b>	<b>441.7</b>	<b>2413.9</b>	<b>6.8</b>	<b>33.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7.535647732</b>
01	1180	41937.223	93.99%	18.5	100.4	0	0	0	0	7.482979735
02	2507	44924.803	97.40%	24.3	115.6	0	0	0	0	3.868580068
03	4837	45474.700	98.60%	96.8	436.4	0.6	1.2	0	0	7.575292954
04	642	39244.692	87.96%	10.8	50.1	0	0	0	0	7.527932742
05	4755	41896.481	93.90%	65	358.7	0	0	0	0	6.623763025
06	752	32926.823	73.80%	10.9	50.9	0	0	0	0	7.773116846
07	1712	43580.853	97.67%	22.7	140.3	0	0	0	0	6.803971854
08	3488	29944.678	67.11%	36.3	261.6	1	4.5	0	0	9.048705529
09	65	36287.070	81.33%	0	0	0.7	4.7	0	0	7.214104299
10	1685	44915.229	97.38%	26	129	4.5	22.8	0	0	7.515052233
11	4553	29951.535	67.13%	58.1	398.5	0	0	0	0	10.42782089
12	1260	32960.272	73.87%	20.5	103.7	0	0	0	0	9.313966133

13	796	41300.862	92.56%	13.6	63.8	0	0	0	0	7.332349669
14	794	41360.917	92.70%	11.7	64.2	0	0	0	0	7.197894972
15	1547	45926.639	99.58%	26.5	140.7	0	0	0	0	7.329185033

\*\* Σημείωση: Για τα ταξίδια των πλοίων MR5 (05) ,MR7 (02,08) & MR (02,03,10,15) ο τύπος του φορτίου είναι Diesel fuel oil API 15-20 @ 15 C<sup>0</sup> με υψηλότερες τιμές πυκνότητας (920-950 kg / m<sup>3</sup>).

Κ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΕΟΙ AVERAGE ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ MR

Ship / Voyage	Total Distance Made	Cargo Carried Quantity	HSFO Consumed DG	HSFO Consumed ME	LSFO Consumed DG	LSFO Consumed ME	LSMGO Consumed DG	LSMGO Consumed ME	EEOI average
MR1	19317	555457.829	181.5	1245	24.5	136.9	0	0	6.07601
MR2	19674	291984.833	162.3	1328.9	28.1	241.7	0	0	7.36446
MR3	20859	542579.26	255.3	1452.5	0	0	0	0	6.01318
MR4	33996	347581.643	304.8	1876.7	86.6	437.2	0	0	6.98964
MR5	25408	600722.346	359.4	1583.4	24.2	98.9	0	0	6.34234

MR6	18912	283064.97	160.1	1141.3	34.3	162.6	0	0	6.07722
MR7	25950	533312.28	262.4	1561.5	38.1	289.9	0	0	5.78977
MR8	28661	349644.475	314.2	1786.4	25.2	133.6	0	0	6.14884
MR9	21206	436525.17	229.6	1276.5	22.6	108	0	0	5.49196
MR10	22483	437517.207	208.1	1299.4	14.2	82.4	0	0	5.60445
MR11	13379	128057.481	91.9	684.7	1.9	16.1	0	0	5.7698
MR12	17304	339393.571	98.5	1044.9	20.8	220.4	0	0	6.43677
MR13	30573	592632.777	441.7	2413.9	6.8	33.2	0	0	7.49747

Πανεπιστήμιο

Α. ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΛΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ  
ΑΠΟ ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ.

**VLCC**

<i>SHIP</i>	<i>DWT</i>	<i>Cargo tank capacity (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Crude Oil 326 API 15°C Density (kg / m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cargo tank capacity (tonnes)</i>
VLCC1	320137.3	341528.6	862	294397.653
VLCC2	321300.3	341527	862	294396.274
VLCC3	316679.0	333138	862	287164.956

**SUEZMAX**

<i>SHIP</i>	<i>DWT</i>	<i>Cargo tank capacity (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Crude Oil 326 API 15°C Density (kg/ m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cargo tank capacity (tonnes)</i>
SUEZMAX1	158023.00	167711.00	862	144566.88
SUEZMAX2	157954.00	167711.00	862	144566.88
SUEZMAX3	163417.00	173721.00	862	149747.50
SUEZMAX4	159438.00	169240.00	862	145884.88
SUEZMAX5	159450.00	169240.00	862	145884.88

**LR 2(Long Range 2 )**

<i>SHIP</i>	<i>DWT</i>	<i>Cargo tank capacity (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Diesel Oil 25 API 15°C Density (kg / m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cargo tank capacity (tonnes)</i>
LR2 1	105483	115745.60	902	104402.53
LR2 2	105475	115745.60	902	104402.53
LR2 3	112793	123683.61	902	111562.62

**AFRAMAX**

<i>SHIP</i>	<i>DWT</i>	<i>Cargo tank capacity (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Diesel Oil 25 API 15°C Density ( kg / m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cargo tank capacity (tonnes)</i>
AFRAMAX1	107116	120324.00	902	108532.25
AFRAMAX2	105946	120324.00	902	108532.25
AFRAMAX3	105852	120324.00	902	108532.25

AFRAMAX4	105306	120324.00	902	108532.25
AFRAMAX5	103755	113317.00	902	102211.93
AFRAMAX6	103643	113317.00	902	102211.93
AFRAMAX7	103622	113317.00	902	102211.93
AFRAMAX8	103560	113317.00	902	102211.93
AFRAMAX9	103232	113317.00	902	102211.93
AFRAMAX10	103194	113017.00	902	101941.33
AFRAMAX11	103124	113317.00	902	102211.93
AFRAMAX12	104643	113327.00	902	102220.95
AFRAMAX13	105817	113310.00	902	102205.62
AFRAMAX14	107197	116638.00	902	105207.48
AFRAMAX15	116779	134559.00	902	121372.22
AFRAMAX16	105709	115604.00	902	104274.81
AFRAMAX17	114850	124587.40	902	112377.83
AFRAMAX18	114850	124587.40	902	112377.83
AFRAMAX19	115873	123644.00	902	111526.89
AFRAMAX20	115748	123644.00	902	111526.89
AFRAMAX21	105330	115604.00	902	104274.81

### **MR (Medium Range)**

<i>SHIP</i>	<i>DWT</i>	<i>Cargo tank capacity (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Fuel Oil 15°C Density (kg / m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cargo tank capacity (tonnes)</i>
MR1	50989	51563.00	890	45891.07
MR2	50950	51570.00	890	45897.30
MR3	50939	51550.20	890	45879.68
MR4	50922	51566.90	890	45894.54
MR5	50922	51570.00	890	45897.30
MR6	50922	51408.20	890	45753.30
MR7	50922	51451.90	890	45792.19
MR8	46924	51909.80	890	46199.72
MR9	46923	51909.80	890	46199.72
MR10	47408	50529.80	890	44971.52
MR11	45990	50778.36	890	45192.74
MR12	47999	54753.90	890	48730.97
MR13	52914	50133.00	890	44618.37