

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

στην

ΝΑΥΤΙΛΙΑ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ

ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ

Τριανταφυλλιά Μειϊμέτη

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

Δεκέμβριος 2024

Δήλωση Αυθεντικότητας

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

Η δηλούσα

Τριανταφυλλιά Μειμέτη

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

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:

- ο Κος Στέφανος Χατζηνικολάου (Επιβλέπων)
- η Κα Φανή Σακελλαριάδου
- η Κα Αναστασία Χριστοδούλου

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

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής διατριβής πραγματοποιήθηκε μελέτη του ισχύοντος κανονιστικού πλαισίου πάνω στο οποίο αναπτύχθηκαν οι υπό εξέταση δείκτες ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, ΕΕΟΙ και CII. Στη συνέχεια αναλύονται οι εν λόγω δείκτες και μαζί παρουσιάζονται προτεινόμενα μέτρα για τη βελτιστοποίησή τους. Τέλος, παρουσιάζεται η εφαρμογή τους μέσα από παραδείγματα. Η μελέτη στο σύνολό της βασίστηκε σε πηγές της ναυτιλιακής αγοράς και θεσμικούς φορείς του κλάδου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με εξέχουσα εκτίμηση θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εκλιπόντα καθηγητή Κο Ερνέστο Τζαννάτο (πρώην επιβλέποντα) για την καθοδήγηση και υποστήριξή του που ήταν καθοριστικής σημασίας για την πρόοδο και ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Ευχαριστίες αποδίδονται ακόμη στον Κο Στέφανο Χατζηνικολάου καθώς και στα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, την Κα Φανή Σακελλαριάδου και την Κα Αναστασία Χριστοδούλου.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου για την αμέριστη υποστήριξή τους σε αυτή μου τη διαδρομή.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.2. ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	11
1.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΩΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	14
1.4. ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	15
1.5. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
2.1. ΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΙΜΟ.....	20
2.2. Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	25
3.1. ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ (SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN)	25
3.2. SEEMP ΜΕΡΟΣ Ι	26
3.3. SEEMP ΜΕΡΟΣ ΙΙ & ΙΜΟ DCS – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	26
3.4. SEEMP ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ CII.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	29
4.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	29
(ENERGY EFFICIENCY OPERATING INDEX, ΕΕΟΙ).....	29
4.2. ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	31
(CARBON INTENSITY INDICATOR, CII)	31
4.3. ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ	33
4.4. ΕΕΟΙ ΕΝΑΝΤΙ CII.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	41
5.1. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ	41
5.2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	46
6.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	509
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	54

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

AER	Annual Efficiency Ratio
CII	Carbon Intensity Indicator
CO ₂	Carbon Dioxide
DWT	Deadweight Tonnage
ECA	Emission Control Area
EEOI	Energy Efficiency Operating Indicator
EPL	Engine Power Limitation
GHG	Greenhouse Gases
GRT	Gross Registered Tonnage
HFO	Heavy Fuel Oil
IEEC	International Energy Efficiency Certificate
IMO	International Maritime Organization
IMO DCS	IMO Data Collection System
LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MGO	Marine Gas Oil
NM	Nautical Mile
NO _x	Nitrogen Oxides
ODS	Ozone-Depleting Substances
PM	Particulate Matter
RO	Recognized Organization
SEEMP	Ship Energy Efficiency Management Plan
SOX	Sulphur Oxides
SSC	Sea Cargo Charter
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
VOC	Volatile Organic Compounds

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η συμβολή της ναυτιλίας στην κλιματική αλλαγή και στις πρωτοβουλίες που έχουν ληφθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς, όπως η Σύμβαση MARPOL και οι κατευθυντήριες γραμμές του IMO.

Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται οι δείκτες EEOI και CII, οι οποίοι αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση των πλοίων με βάση τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που αυτά παράγουν. Με την ορθή εφαρμογή πρακτικών μέτρων με σκοπό τη βελτιστοποίηση των εν λόγω δεικτών, προάγεται η συμμόρφωση με περιβαλλοντικούς στόχους θεσπισμένους από διεθνή όργανα, όπως ο IMO, σχετικά με τη μείωση του CO₂ και κατ' επέκταση τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες πρακτικές του κλάδου.

Ακολουθεί μελέτη περιπτώσεων (σενάρια έμφορτων ταξιδιών) μέσα από τις οποίες διακρίνεται ότι οι εν λόγω δείκτες καθορίζονται από παράγοντες όπως η ταχύτητα, η διανυθείσα απόσταση, το μέγεθος του φορτίου και εν συνεχεία γίνεται η αξιολόγηση σε βαθμούς A - E.

Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα σχετικά παραδείγματα μαζί με στοιχεία και απόψεις από φορείς του κλάδου για την τρέχουσα κατάσταση καθώς και προτάσεις για το μέλλον.

Λέξεις κλειδιά: SEEMP, EEOI, CII, GHG

ABSTRACT

This paper examines the contribution of shipping to climate change and the initiatives taken to improve the energy efficiency of ships, in compliance with international regulations, such as the MARPOL Convention and IMO guidelines. More specifically, EEOI and CII indices are analysed. These indices evaluate the energy efficiency of ships based on the carbon dioxide (CO₂) emissions they produce. Implementing practical measures to optimize these indicators promotes conformity with environmental objectives established by international bodies, such as the IMO, on CO₂ reduction and thus the transition to more sustainable practices in the shipping sector.

Case studies (laden voyage scenarios) follow, through which it can be discerned that the indices are affected by factors such as speed, distance sailed, cargo loaded, etc., and then set the A-E rating.

Finally, the conclusions drawn from the relevant examples are presented along with opinions and insights on the current situation from industry stakeholders and suggestions for the future.

Keywords: SEEMP, EEOI, CII, GHG

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ναυτιλία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες του παγκόσμιου εμπορίου, καθώς περίπου το 80% των εμπορευμάτων μεταφέρονται μέσω θαλάσσιων οδών. Ωστόσο, ο κλάδος συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα και η χρήση πετρελαίου ως κύριας πηγής ενέργειας έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ρύπων. Παρά την οικονομική του σημασία, η ανάγκη για μετάβαση σε πιο βιώσιμες και περιβαλλοντικά φιλικές πρακτικές καθίσταται πλέον επιτακτική.

Η συμβολή της ναυτιλίας στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πολύπλευρη, περιλαμβάνοντας εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), οξειδίων του αζώτου (NO_x), οξειδίων του θείου (SO_x) και αιωρούμενων σωματιδίων (PM). Αυτές οι εκπομπές επιδρούν αρνητικά στο περιβάλλον, συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή και την υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα και των ωκεανών. Παράλληλα, οι εκπομπές επηρεάζουν τη δημόσια υγεία, ιδιαίτερα σε περιοχές κοντά σε λιμάνια και πυκνοκατοικημένες ακτές.

Η κλιματική κρίση έχει αναδείξει την ανάγκη επανεξέτασης των πρακτικών του κλάδου. Στο πλαίσιο αυτό, έχουν θεσπιστεί διεθνείς κανονισμοί και στρατηγικές που αποσκοπούν στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της ναυτιλίας. Στα επόμενα κεφάλαια εξετάζονται αναλυτικά οι σχετικοί κανονισμοί, καθώς και οι λύσεις και τα εργαλεία που εφαρμόζονται για την προώθηση της βιωσιμότητας στον κλάδο.

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τα λειτουργικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, με έμφαση στους δείκτες EEOI (Energy Efficiency Operational Indicator) και CII (Carbon Intensity Indicator), στο πλαίσιο του Σχεδίου Ενεργειακής Διαχείρισης Πλοίων (SEEMP). Στόχος είναι η διερεύνηση της συνεισφοράς τους τόσο στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και στην αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου από πλευράς της διαχειρίστριας εταιρείας.

Στα δύο πρώτα κεφάλαια, γίνεται ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ναυτιλιακής δραστηριότητας και του κανονιστικού πλαισίου που έχει αναπτυχθεί για τη μείωση αυτών των επιπτώσεων. Ακολουθεί λεπτομερής περιγραφή των υπό εξέταση μέτρων ενεργειακής απόδοσης και στη συνέχεια παρουσίαση επιπρόσθετων μέτρων για τη βελτίωσή τους.

Σε πρακτικό επίπεδο, η μελέτη περιλαμβάνει συγκριτική ανάλυση των ΕΕΟΙ και ΣΠ μέσω παραδειγμάτων (μελέτη περιπτώσεων). Τα παραδείγματα αυτά αποτελούν μέρος της σχετικής έρευνας που διεξήχθη από την εταιρεία Oldendorff Carriers, όπου έγινε προσομοίωση διαφορετικών περιπτώσεων βάση πραγματικών συνθηκών λειτουργίας και δεδομένων. Η εν λόγω μελέτη αποτελεί μία από τις πρώτες οι οποίες έγιναν και τέθηκε στη διάθεση του κοινού, πριν την επίσημη εφαρμογή του κανονισμού.

Τέλος, συνοψίζονται τα συμπεράσματα της μελέτης με έμφαση στα σημεία τα οποία χρίζουν διόρθωση και διατυπώνονται προτάσεις για τη μελλοντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την ενίσχυση της συμμόρφωσης με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

1.2. ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

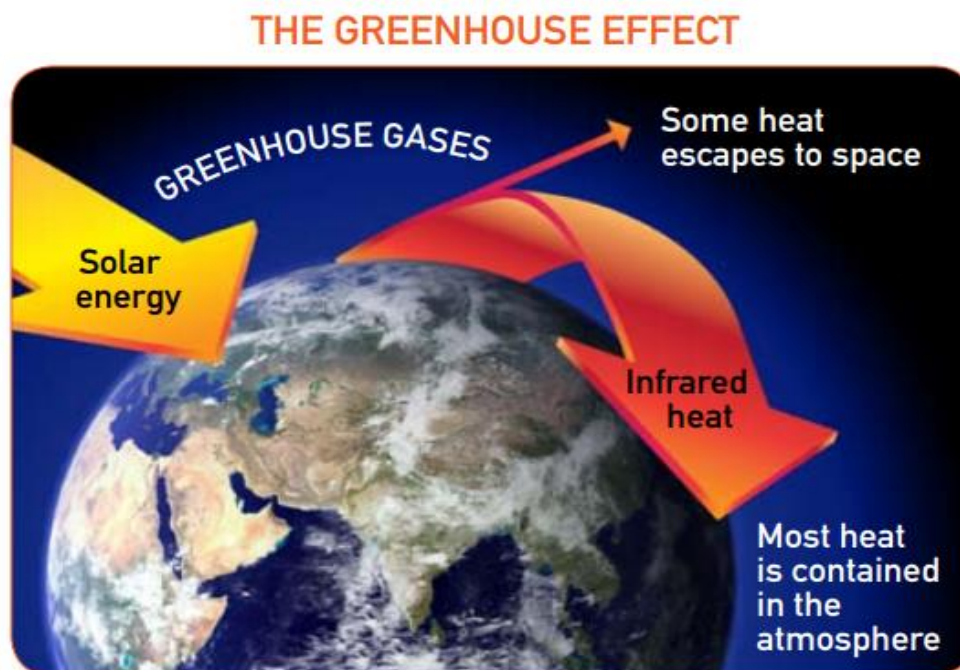
Οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου από τον ναυτιλιακό τομέα έχουν σημειώσει σημαντική αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες, συμβάλλοντας τόσο στην αλλαγή του κλίματος όσο και στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που εκπέμπονται από τη ναυτιλία επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα σε πολλές περιοχές, ιδίως γύρω από λιμάνια και πολυσύχναστα κανάλια. Η απελευθέρωση αερίων θερμοκηπίου και ατμοσφαιρικών ρύπων από τη διεθνή ναυτιλία έχει πολύπλοκες επιπτώσεις στο κλίμα. Κύρια πηγή ρύπων είναι τα αέρια προερχόμενα από τη χρήση καυσίμου σε κύριες και βοηθητικές μηχανές.

Τα πλοία παράγουν ένα ευρύ φάσμα εκπομπών που μπορούν να προκαλέσουν ποικίλα προβλήματα στην υγεία και το περιβάλλον. Οι βασικές χημικές ενώσεις που εκπέμπονται είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), τα οξείδια του θείου (SO_x), τα αιωρούμενα σωματίδια (PM), οι ουσίες που καταστρέφουν το όζον (ODS) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC). Στη συνέχεια, κάθε μία από αυτές τις ατμοσφαιρικές εκπομπές εξηγείται εν συντομία μαζί με τα περιβαλλοντικά και υγειονομικά ζητήματα που μπορούν να προκαλέσουν (GreenVoyage2050, 2018, Ship Emissions Toolkit Guide No.1).

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το CO₂ είναι ένα βαρύ, άχρωμο και άοσμο αέριο που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Παράγεται από φυσικές διεργασίες, όπως η αναπνοή ή η αποσύνθεση οργανικών ουσιών, αλλά και από την ανθρώπινη δραστηριότητα, κυρίως με την καύση ορυκτών καυσίμων.

Το CO₂ είναι το κύριο αέριο του θερμοκηπίου και παγιδεύει θερμότητα στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, κοινώς γνωστό ως υπερθέρμανση του πλανήτη ή κλιματική αλλαγή.



Source: Modified graphic from U.S. National Park Service.

Οξείδια του αζώτου (NO_x)

Τα NO_x είναι ένα μείγμα αερίων αποτελούμενο από άζωτο και οξυγόνο, όπως το μονοξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂). Σχηματίζονται όταν το οξυγόνο και το άζωτο αντιδρούν υπό υψηλή πίεση ή σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως στους κινητήρες. Τα NO_x συμβάλλουν στην acid deposition όξινη απόθεση, η οποία μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο οικοσύστημα, σε δάση, καλλιέργειες και άλλη βλάστηση. Επιπλέον, οι εκπομπές NO_x μπορούν να προκαλέσουν ευτροφισμό και, ως εκ τούτου, μείωση της ποιότητας των υδάτων με επακόλουθες επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της βιοποικιλότητας, αλλαγές στη σύνθεση και την κυριαρχία των ειδών. Εκτός από αυτά τα περιβαλλοντικά ζητήματα, οι εκπομπές NO_x συνδέονται με δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ετησίως, διεθνής η ναυτιλία εκτιμάται ότι παράγει περίπου 18,6 εκατομμύρια τόνους NO_x (ως NO₂), που αντιπροσωπεύει περίπου 13% των παγκόσμιων εκπομπών NO_x από ανθρωπογενείς πηγές (τρίτη μελέτη του IMO για τα αέρια του θερμοκηπίου 2014).

Οξείδια του θείου (SO_x)

Τα SO_x είναι ενώσεις μορίων θείου και οξυγόνου. Το διοξείδιο του θείου (SO₂) είναι η κυρίαρχη μορφή που βρίσκεται στην κατώτερη ατμόσφαιρα. Επειδή τα καύσιμα που προέρχονται από πετρέλαιο περιέχουν θείο (σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό), η καύση τους έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό SO_x. Η έκθεση σε SO_x έχει συσχετιστεί με μειωμένη πνευμονική λειτουργία, αυξημένη συχνότητα εμφάνισης αναπνευστικών συμπτωμάτων και ασθενειών και πρόωρη θνησιμότητα. Όσον αφορά τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι εκπομπές SO_x μπορούν να βλάψουν τη βλάστηση και να προκαλέσουν όξινη βροχή. Ετησίως, η διεθνής ναυτιλία εκτιμάται ότι παράγει περίπου 10,6 εκατομμύρια τόνους SO_x (ως SO₂) που αντιπροσωπεύει περίπου το 12% των παγκόσμιων εκπομπών SO_x από ανθρωπογενείς πηγές .

Αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter, PM)

Τα PM αποτελούν ένα μείγμα στερεών σωματιδίων και υγρών σταγονιδίων που βρίσκονται στον αέρα. Ο σχηματισμός τους εξαρτάται από την αποδοτικότητα και την πληρότητα της διαδικασίας καύσης, την ποσότητα λιπαντικού ελαίου που χρησιμοποιείται και την ποσότητα των υδρογονανθράκων. Τα PM μπορούν να εισέλθουν στο αναπνευστικό σύστημα και να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα, ερεθισμός των τριχοειδών αγγείων των πνευμόνων, ελλείψεις στην πνευμονική λειτουργία και έναρξη ή επιδείνωση καρδιακών παθήσεων.

Ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος (Ozone-Depleting Substances, ODS)

Οι ODS είναι ανθρωπογενείς ουσίες που βλάπτουν τη στιβάδα του στρατοσφαιρικού όζοντος. Η στιβάδα του όζοντος στη στρατόσφαιρα απορροφά ένα μέρος της ακτινοβολίας από τον ήλιο, εμποδίζοντάς την να φτάσει στην επιφάνεια του πλανήτη, με πιο σημαντικό ότι απορροφά το τμήμα του υπεριώδους φωτός (UV) που ονομάζεται UVB, το οποίο συνδέεται με πολλές επιβλαβείς επιπτώσεις, μεταξύ των οποίων ο καρκίνος του δέρματος, βλάβες σε καλλιέργειες και στη θαλάσσια ζωή. Συνήθως με τη μορφή χλωροφθορανθράκων (CFC), οι ODS χρησιμοποιούνται σε συστήματα ψύξης επί των πλοίων (για ψύξη φορτίου, προμηθειών και συστημάτων κλιματισμού). Ετησίως από την παγκόσμια ναυτιλιακή δραστηριότητα απελευθερώνονται 8.412 τόνοι ψυκτικών, που αντιστοιχούν σε 15 εκατομμύρια τόνων εκπομπών CO₂.

Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds, VOC)

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι μια μεγάλη ομάδα χημικών ουσιών με βάση τον άνθρακα που εξατμίζονται εύκολα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και μπορούν αντιδρώντας μεταξύ τους σχηματίζουν όζον σε επίπεδο εδάφους. Διακρίνονται σε πτητικές οργανικές ενώσεις μη-μεθανίου (VOC) και μεθανίου (CH₄). Σχηματίζονται όταν εξατμίζεται το αργό πετρέλαιο, το οποίο μπορεί να συμβεί κατά τη φόρτωση, αποθήκευση και μεταφορά αργού πετρελαίου στα πλοία. Οι εκπομπές μεθανίου συνδέονται με πλοία που κινούνται με LNG και μπορεί να συμβούν ως αποτέλεσμα: εξαερισμού δεξαμενών, διαρροών διαφυγής (σωληνώσεις, φλάντζες κ.λπ.) και ολίσθηση μεθανίου κατά την καύση. Το μεθάνιο είναι ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου με δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη 21 φορές μεγαλύτερο από το CO₂, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην κλιματική αλλαγή.

Δυστυχώς, οι μηχανές εσωτερικής καύσης δεν έχουν πάντοτε τέλειες συνθήκες καύσης, με αποτέλεσμα να μπορούν να παράγονται ορισμένα καυσαέρια από την ατελή καύση.

Οι παραπάνω ουσίες λοιπόν όπως SO₂, NO_x είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για ανθρώπινη υγεία αλλά και το περιβάλλον.

1.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΩΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των νέων πλοίων είναι σίγουρα ένα πρώτο βήμα στην μείωση της συμβολής της ναυτιλίας στην κλιματική κρίση. Εξαιτίας της εξάρτησης της ναυτιλίας από την καύση ορυκτών καυσίμων και του γεγονότος ότι αυτά αποτελούν πηγές εκπομπών που ρυθμίζονται λιγότερο, οι εκπομπές από τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών συμβάλλουν σημαντικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Περισσότερο από το 3% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να αποδοθούν σε ποντοπόρα πλοία ενώ ο κλάδος συνεχίζει να αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς.

Πηγές ρύπων είναι, μεταξύ άλλων, τα πλοία (φορτηγά ή και επιβατηγά), ο εξοπλισμός διακίνησης φορτίων, τα μηχανήματα αλλά και τα οχήματα.

Τα αέρια του θερμοκηπίου βοηθούν στη φυσική ρύθμιση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Η ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσα από την ατμόσφαιρα, χτυπώντας την επιφάνεια της Γης. Μερική από την θερμότητα αυτή που χτυπά την επιφάνεια απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Τα αέρια του θερμοκηπίου εκπέμπουν εκ νέου αυτήν την ενέργεια επιστρέφοντάς την στη Γη με αποτέλεσμα την περαιτέρω θέρμανση

της. Επομένως, υπό μία έννοια η Γη είναι κατοικήσιμη ως ένα βαθμό λόγω της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, αφού χωρίς αυτά η επιφάνεια της Γης θα ήταν πολύ πιο κρύα. Ο κυριότερος συντελεστής είναι το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο ευθύνεται για το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Ακολούθως, ο μαύρος άνθρακας παίζει σημαντικό ρόλο στην κλιματική αλλαγή, αφού έχει την ικανότητα να απορροφά το φως του ηλίου με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της τήξης του χιονιού και του πάγου πάνω στο οποίο αυτός εναποτίθεται. Η απώλεια του πολικού πάγου μειώνει την αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα την αύξηση της απορρόφησής της από τους ωκεανούς και τη γη, γεγονός που ενισχύει την κλιματική αλλαγή.

Συμπερασματικά, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα είναι η κυριότερη αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη, ο μαύρος άνθρακας κατατάσσεται δεύτερος ως προς την άμεση επίδραση στην κλιματική αλλαγή. Η αντιμετώπιση αυτών των ρύπων είναι καίρια για τη βιώσιμη ανάπτυξη της ναυτιλίας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

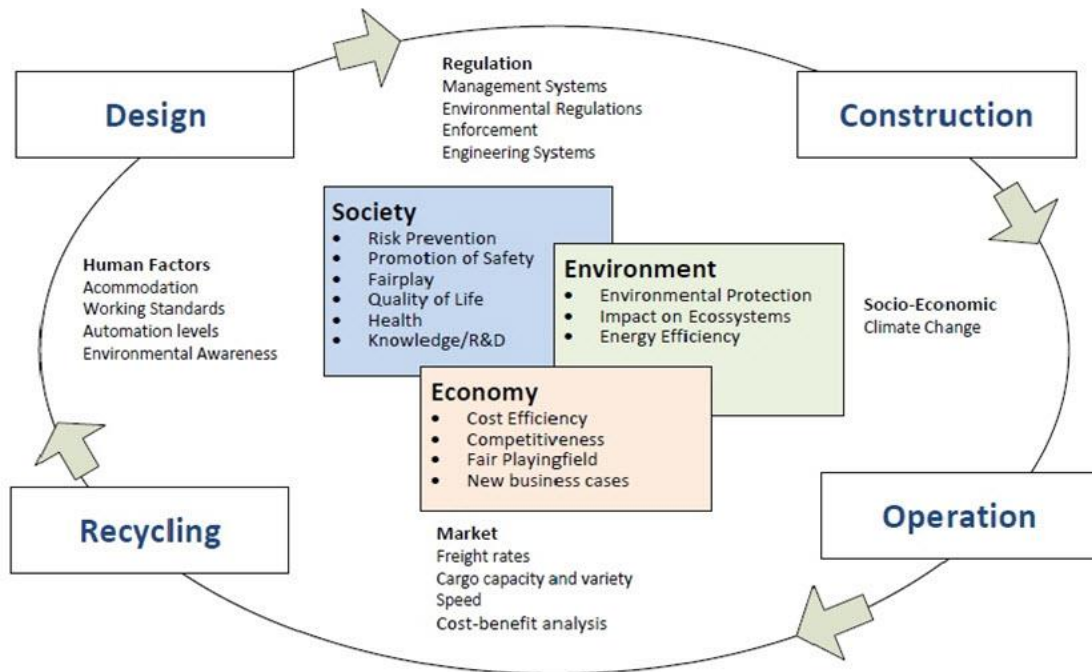
1.4. ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Τα τελευταία χρόνια, οι πρωτοβουλίες για αειφόρο ναυτιλία έχουν επεκταθεί και εξελιχθεί σημαντικά. Παρά την πρόοδο, οι δράσεις παραμένουν σε μεγάλο βαθμό κατακερματισμένες, αναδεικνύοντας την ανάγκη για πιο ολοκληρωμένες και συντονισμένες λύσεις που θα διατυπώνονται με σαφήνεια και θα προσφέρονται ως προσβάσιμα εργαλεία για τη βιομηχανία.

Η Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, που υιοθετήθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη το 2015, έχει αποτελέσει οδηγό για τις προσπάθειες αυτές. Μεταξύ των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), η ναυτιλιακή βιομηχανία συμβάλλει άμεσα σε έξι βασικούς στόχους, περιλαμβάνοντας τη δράση για την κλιματική αλλαγή, τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή, την προστασία της ζωής κάτω από το νερό, και την ανάπτυξη υπεύθυνων υποδομών.

Πιο πρόσφατες αποφάσεις, όπως αυτές που λήφθηκαν στη συνεδρίαση MEPC 82 του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), ενισχύουν τη μετάβαση σε καθαρότερες μορφές ενέργειας και την προστασία ευαίσθητων οικοσυστημάτων, όπως ο Καναδικός Αρκτικός και η Νορβηγική θάλασσα, οι οποίες θεσπίστηκαν ως νέες περιοχές ελέγχου εκπομπών (ECAs) (IMO, 2024, MEPC 82).

Η αειφόρος ναυτιλία πλέον περιλαμβάνει τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων χαμηλού ή μηδενικού άνθρακα, τη μείωση των εκπομπών μέσω τεχνολογίας, καθώς και τη συμμόρφωση με νέους δείκτες απόδοσης όπως ο Δείκτης Έντασης Άνθρακα (CII). Παράλληλα, δίδεται έμφαση στη συνεργασία μεταξύ κρατών, οργανισμών και ιδιωτικών φορέων για την προώθηση βιώσιμων πρακτικών σε παγκόσμιο επίπεδο.



Η βιωσιμότητα στη ναυτιλία: μια ολιστική έννοια διαχείρισης για τη βιώσιμη ανάπτυξη, EMSA, 2019

Η Ευρωπαϊκή υπηρεσία ασφάλειας στη θάλασσα (EMSA) έθεσε τις διεθνείς και ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για καθαρή και αειφόρο ναυτιλία. Πιο συγκεκριμένα, ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για:

- Ανάπτυξη εναλλακτικών και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών για τα ναυτιλιακά καύσιμα.
- Μείωση της κατανάλωσης καυσίμων για τα υπάρχοντα πλοία και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κινητήρων. Σε παγκόσμιο επίπεδο αυτά τα μέτρα θα βελτιώσουν την αποδοτικότητα των πλοίων και ταυτόχρονα θα μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Εφαρμογή των υποχρεωτικών μέτρων του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) όπως ο Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) για νέα πλοία και το Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης (SEEMP) για όλα τα πλοία.

- Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πλοίων, ιδίως των εκπομπών θείου (SOx και CO₂), αζώτου (NOx) και σωματιδίων.
- Ανάπτυξη νομοθεσίας για τη διασφάλιση της αποτελεσματικής παράδοσης των αποβλήτων των πλοίων στις εγκαταστάσεις υποδοχής απορριμμάτων στα λιμάνια. (EMSA,2019)

Η αειφόρος ανάπτυξη στα πλαίσια της ναυτιλίας, αποτελείται από τρεις συστατικούς και άρρηκτα συνδεδεμένους πυλώνες:

➤ **Περιβαλλοντική βιωσιμότητα**

- Σε ανταπόκριση στις ανησυχίες για την κλιματική αλλαγή, η ναυτιλία είναι ο μόνος σημαντικός τομέας που συμμετέχει ήδη σε δεσμευτική παγκόσμια συμφωνία για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή του Σχεδιαστικού Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) στα νέα πλοία και τη χρήση του Σχεδίου Βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίων (SEEMP) στα υπάρχοντα πλοία.
- Χρήση καυσίμου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, ώστε να μειωθεί ο αντίκτυπος των εκπομπών θείου στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.
- Ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθή ανακύκλωση των πλοίων με βελτίωση των προτύπων ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος στα ναυπηγεία ανακύκλωσης πλοίων.
- Η ναυτιλιακή βιομηχανία εστιάζει στην επεξεργασία έρματος με σκοπό την αντιμετώπιση των πιθανών ζημιών στα τοπικά θαλάσσια οικοσυστήματα που μπορεί να προκληθούν από την ανεπιθύμητη μεταφορά μικροοργανισμών.

➤ **Κοινωνική βιωσιμότητα**

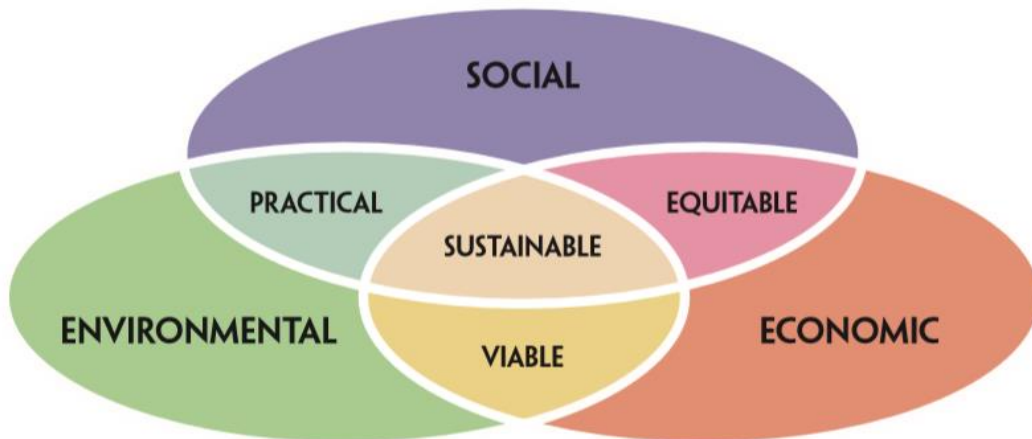
Η υψηλότερη προτεραιότητα της διεθνούς ναυτιλιακής βιομηχανίας παραμένει η ασφάλεια της ζωής στη θάλασσα.

Οι στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης που έχουν αναπτυχθεί από τον IMO αφορούν επίσης ζητήματα όπως η εκπαίδευση των ναυτικών, περαιτέρω βελτιώσεις στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και συνολικά στην προώθηση μιας αποτελεσματικής κουλτούρας ασφάλειας.

➤ **Οικονομική βιωσιμότητα**

Την ευθύνη για την προστασία του περιβάλλοντος και των συμφερόντων της ευρύτερης κοινωνίας αναλαμβάνουν οι αντίστοιχες ρυθμιστικές αρχές για τη

ναυτιλία, οι οποίες θα πρέπει να λειτουργούν και πρακτικά κατανοώντας τον αντίκτυπο των μέτρων στη βιωσιμότητα του ναυτιλιακού κλάδου στο σύνολό του και μακροπρόθεσμα, ιδιαίτερα όταν αυτά ενδεχομένως να είναι πολύ δαπανηρά. Προϋπόθεση για την αειφόρο ανάπτυξη είναι μια ναυτιλιακή βιομηχανία που χαρακτηρίζεται και ως οικονομικά βιώσιμη (ICS, 2013).



Για την επίτευξη λοιπόν της βιώσιμης ναυτιλίας έχουν αναδυθεί βελτιώσεις οι οποίες έχουν αναφερθεί ως βιώσιμες ή «πράσινες» πρωτοβουλίες ναυτιλίας και μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής:

- **Έρευνα και καινοτομία:** Πρωτοβουλίες, επενδύσεις στην έρευνα και στον τεχνολογικό σχεδιασμό που αποσκοπούν στην περιβαλλοντική και κοινωνική βιωσιμότητα δηλαδή να καταστούν τα πλοία πιο φιλικά προς το περιβάλλον και ασφαλή.
- **Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη και Μάρκετινγκ:** Η ναυτιλία που λειτουργεί με υψηλά περιβαλλοντικά πρότυπα μπορεί να επιτύχει και έμμεσα οφέλη όπως η προώθηση της εταιρείας μέσω βελτίωσης της εικόνας της εταιρείας.
- **Ευαισθητοποίηση και περιβαλλοντική εκπαίδευση:** Πρωτοβουλίες που στοχεύουν στην εκπαίδευση και την ευαισθητοποίηση, ενθαρρύνοντας την περιβαλλοντική διαχείριση στον τομέα της ναυτιλίας.
- **Πιστοποιητικά περιβαλλοντικής κλάσης:** Οι πιστοποιήσεις περιβαλλοντικής κλάσης που παρέχονται από τους διάφορους νηογνώμονες συμβάλλουν στη βελτίωση του περιβαλλοντικού σχεδιασμού, κατασκευής και πρακτικής.
- **Ναυτιλία και διεθνείς κανονισμοί / συμμόρφωση:** Η σωστή περιβαλλοντική διαχείριση και αυστηρή συμμόρφωση με τους ισχύοντες κανονισμούς μειώνει τον κίνδυνο επιβολής ποινών/προστίμων.

- **Οικονομικά οφέλη:** Οι περιβαλλοντικές ναυτιλιακές πρακτικές που υπερβαίνουν τη νομοθεσία να ανταμείβονται.

Η αειφόρος ναυτιλία έχει βασικές προκλήσεις να αντιμετωπίσει. Κάποιες από αυτές είναι η λειτουργική βελτίωση μέσω της τεχνολογίας και ψηφιοποίησης. Λόγω της ολοένα και αυξανόμενης χρήσης συστημάτων ψηφιοποίησης και αυτοματισμού, κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν μέτρα έναντι του ρίσκου που αφορά στην προστασία δεδομένων αλλά και της κυβερνοασφάλειας. Επιπλέον, βασική πρόκληση είναι αυτή της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθώς θέτονται νέοι κανονισμοί προς αυτή την κατεύθυνση. Τέλος, σημαντικές ανάγκες όσον αφορά στη ναυτιλιακή βιομηχανία είναι η προσέλκυση και διατήρηση ποιοτικού προσωπικού για την εξασφάλιση αειφόρου ναυτιλίας (Belokas A., 2018).

1.5. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το κύριο πλεονέκτημα της επένδυσης στην ενεργειακή απόδοση είναι ότι πρόκειται για μια μακροπρόθεσμη απόφαση, που σημαίνει πως δεσμευόμαστε να είμαστε πιο υπεύθυνοι για το περιβάλλον, επενδύοντας σε ένα καλύτερο μέλλον για όλους μας (DETEA, 2018).

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι ένας από τους πιο εποικοδομητικούς και οικονομικά αποδοτικούς τρόπους αντιμετώπισης των προκλήσεων που εμφανίστηκαν λόγω των υψηλών τιμών της ενέργειας, της ενεργειακής ασφάλειας και ανεξαρτησίας, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της παγκόσμιας αλλαγής του κλίματος (United States Environmental Protection Agency, 2019).

Τα πολλά οφέλη της ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνουν:

Περιβαλλοντικά:

- i. Μείωση των επιπτώσεων των αερίων θερμοκηπίου.
- ii. Μείωση περιβαλλοντικών ζημιών και ρύπανσης.
- iii. Μείωση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος, που σχετίζεται με την εκμετάλλευση των πόρων.

Οικονομικά:

- i. Μείωση της κατανάλωσης φυσικών πόρων.
- ii. Μείωση του κόστους παραγωγής λόγω εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. ΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΙΜΟ

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ) ξεκίνησε την δράση του κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τον προληπτικό έλεγχο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Οι πρώτοι κανονισμοί είχαν ως στόχο την μείωση των αερίων που συμβάλλουν στην μείωση του όζοντος της ατμόσφαιρας, όπως τα αέρια που προέρχονται από ψυκτικές μονάδες και συστήματα πυρόσβεσης.

Στη συνέχεια, ακολούθησε η πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα αέρια του πετρελαίου και των παραγώγων του κατά τη μεταφορά του ως φορτίο καθώς και των καυσαερίων από τις μηχανές παραγωγής ενέργειας για την κίνηση και τις λοιπές ανάγκες του πλοίου. Αυτή η προσπάθεια οδήγησε στην υιοθέτηση ορίων για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) και θείου (SO_x) που προέρχονται από τα καυσαέρια των πλοίων.

Το 1997 υιοθετήθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο κατά το οποίο τίθεται σε εφαρμογή η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, δεσμεύοντας τις βιομηχανικές χώρες και οικονομίες σε μεταβατικό στάδιο με σκοπό τον περιορισμό και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η διεθνής σύμβαση για την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία (MARPOL) είναι η κύρια διεθνής σύμβαση που καλύπτει την πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από πλοία από επιχειρησιακά ή τυχαία αίτια. Η σύμβαση MARPOL εγκρίθηκε στις 2 Νοεμβρίου 1973 στον ΙΜΟ. Το Πρωτόκολλο του 1978 εγκρίθηκε ως απάντηση σε μια σειρά ατυχημάτων δεξαμενόπλοιων το 1976-1977. Δεδομένου ότι η σύμβαση MARPOL του 1973 δεν είχε ακόμη τεθεί σε ισχύ, το πρωτόκολλο MARPOL του 1978 απορρόφησε τη μητρική σύμβαση. Η συνδυασμένη πράξη τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983. Το 1997 εγκρίθηκε Πρωτόκολλο για την τροποποίηση της σύμβασης και προστέθηκε νέο παράρτημα VI το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005, θέτοντας έτσι τους πρώτους κανονισμούς για την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα από τα πλοία. Η MARPOL έχει ενημερωθεί με τροποποιήσεις με την πάροδο των ετών. Η σύμβαση

περιλαμβάνει κανονισμούς που αποσκοπούν στην πρόληψη και την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης από πλοία - τόσο της τυχαίας ρύπανσης όσο και της ρύπανσης από συνήθεις εργασίες - και περιλαμβάνει επί του παρόντος έξι τεχνικά παραρτήματα. Στα περισσότερα παραρτήματα περιλαμβάνονται ειδικοί χώροι με αυστηρούς ελέγχους των λειτουργικών απορρίψεων. Η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) ασχολείται με περιβαλλοντικά ζητήματα που εμπίπτουν στην αρμοδιότητα του ΙΜΟ, η οποία με τη σειρά της ανέπτυξε λειτουργικά και τεχνικά μέτρα για το σκοπό αυτό, τα οποία συμπεριλήφθηκαν ως ξεχωριστό κεφάλαιο «Ενεργειακή απόδοση» στο Παράρτημα VI της MARPOL.

2.2. Η ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ

Τον Απρίλιο του 2018, ο ΙΜΟ κατά τη συνεδρίαση της MEPC 72 υιοθέτησε την αρχική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία, ένα πλαίσιο πολιτικής που έθετε βασικούς στόχους, μεταξύ των οποίων η μείωση των ετήσιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία τουλάχιστον κατά το ήμισυ έως το 2050, σε σύγκριση με το επίπεδό τους το 2008, με απώτερο στόχο τη σταδιακή εξάλειψή τους το συντομότερο δυνατόν εντός του τρέχοντος αιώνα και τη μείωση της έντασης άνθρακα της διεθνούς ναυτιλίας (για τη μείωση των εκπομπών CO₂ ανά μεταφορικό έργο), κατά μέσο όρο στη διεθνή ναυτιλία, κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, συνεχίζοντας τις προσπάθειες προς το 70% έως το 2050, σε σύγκριση με το 2008. Τον Ιούνιο του 2021, εγκρίνονται από τον ΙΜΟ τα βασικά βραχυπρόθεσμα μέτρα με στόχο τη μείωση της έντασης άνθρακα όλων των πλοίων κατά τουλάχιστον 40 % έως το 2030, σύμφωνα με τις φιλοδοξίες που ορίζονται στην αρχική στρατηγική που προαναφέρθηκε.

Η συνεδρίαση της επιτροπής MEPC 80, η οποία έλαβε χώρα μεταξύ 3 και 8 Ιουλίου 2023 είχε ως αποτέλεσμα την ανανεωμένη (βλ. Παράρτημα ΙΧ) Στρατηγική του ΙΜΟ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία. Αυτή η ιστορική συμφωνία περιλαμβάνει στόχους για μηδενικές «καθαρές» εκπομπές από τη ναυτιλία, έως ή πλησίον του 2050, καθώς και φιλόδοξους ενδεικτικούς ενδιάμεσους στόχους για το 2030 και το 2040, ως ακολούθως:

- Να ενισχυθεί η συμβολή του IMO στις παγκόσμιες προσπάθειες (Συμφωνία του Παρισιού και Ατζέντα των Ηνωμένων Εθνών 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη) με σκοπό τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη διεθνή ναυτιλία.
- Να αναγνωριστούν οι δράσεις που πρέπει να εφαρμόσει ο διεθνής ναυτιλιακός τομέας, αντιμετωπίζοντας παράλληλα τις επιπτώσεις στα κράτη και υποστηρίζοντας τη συνεπή ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου και των υπηρεσιών θαλάσσιων μεταφορών.
- Να προσδιοριστούν τα μέτρα που θα συμβάλουν στην επίτευξη αυτών των στόχων μαζί με κίνητρα για έρευνα και ανάπτυξη και παρακολούθηση των εκπομπών GHG από τη διεθνή ναυτιλία (MEPC, 2023).

Η στρατηγική του IMO GHG 2023 αυξάνει τα επίπεδα φιλοδοξίας σε σύγκριση με την αρχική στρατηγική του IMO για τη μείωση των εκπομπών GHG από τα πλοία. Τα επίπεδα φιλοδοξίας και τα ενδεικτικά σημεία ελέγχου θα λαμβάνουν υπόψη τις Well-to-wake εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (WtW) των ναυτιλιακών καυσίμων, με γενικό στόχο τη μείωση των εκπομπών GHG διεθνώς.

Τα επίπεδα φιλοδοξίας που περιλαμβάνει η νέα στρατηγική του IMO GHG 2023 είναι:

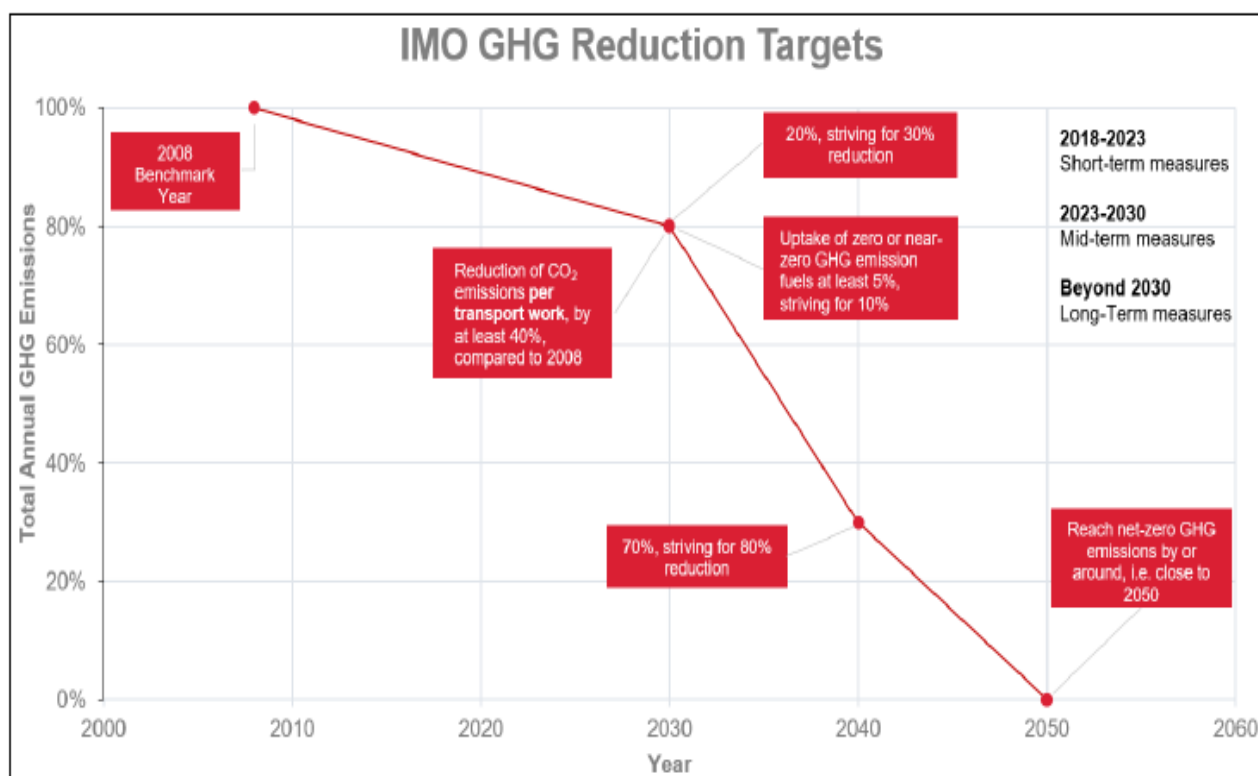
1. Μείωση της έντασης άνθρακα του πλοίου μέσω περαιτέρω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης για νέα πλοία. Θα ακολουθήσει επανεξέταση με απώτερο στόχο την ενίσχυση των απαιτήσεων σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης για πλοία.
2. Μείωση της έντασης του άνθρακα της διεθνούς ναυτιλίας, δηλαδή των εκπομπών CO₂ ανά μεταφορικό έργο, κατά μέσο όρο στη διεθνή ναυτιλία, κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, σε σύγκριση με το 2008.
3. Αύξηση της χρήσης τεχνολογιών μηδενικών ή σχεδόν μηδενικών εκπομπών GHG, ή/και εναλλακτικών καυσίμων/πηγών ενέργειας, που θα αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 5% -επιδιώκοντας για 10%- της ενέργειας που χρησιμοποιείται από τη διεθνή ναυτιλία έως το 2030.
4. Οι «καθαρές» εκπομπές GHG να μηδενιστούν έως ή κοντά στο 2050, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές εθνικές συνθήκες, ενώ οι προσπάθειες για την οριστική τους κατάργηση να συνεχιστούν, σύμφωνα με τους μακροπρόθεσμους στόχους που ορίζονται στη συμφωνία του Παρισιού.

Επιπλέον, η Επιτροπή δημιούργησε δύο ενδεικτικά σημεία ελέγχου για την επίτευξη των καθαρών μηδενικών εκπομπών GHG από τη διεθνή ναυτιλία:

1. Μείωση των συνολικών ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία κατά τουλάχιστον 20%, επιδιώκοντας 30% το 2030, σε σύγκριση με το 2008

και

2. Μείωση των συνολικών ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία κατά τουλάχιστον 70%, επιδιώκοντας το 80% έως το 2040, σε σύγκριση με το 2008.



Χρονοδιάγραμμα για την εφαρμογή των υποψήφιων βραχυπρόθεσμων, μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων μέτρων, ABS, 2023

Κατά την εν λόγω συνεδρίαση της επιτροπής συμφωνήθηκαν τα ακόλουθα χρονοδιαγράμματα για τα υποψήφια μέτρα που ορίζονται στην ανανεωμένη στρατηγική του IMO:

- Η αναθεώρηση των βραχυπρόθεσμων υποχρεωτικών τεχνικών και επιχειρησιακών μέτρων με βάση τους στόχους θα ολοκληρωθεί έως την 1η Ιανουαρίου 2026.
- Το πακέτο των ενδιάμεσων μέτρων μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου θα οριστικοποιηθεί και θα συμφωνηθεί από την Επιτροπή έως το 2025. Άλλα υποψήφια

ενδιάμεσα μέτρα μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου ενδέχεται να οριστικοποιηθούν και να συμφωνηθούν μεταξύ του 2023 και του 2030.

- Μακροπρόθεσμα μέτρα ενδέχεται να ολοκληρωθούν και να συμφωνηθούν από την Επιτροπή πέραν του 2030, τα οποία θα αποτελούν μέρος της αναθεώρησης της Στρατηγικής του IMO που θα γίνει το 2028.

Η νέα αυτή στρατηγική του IMO για τη μείωση των GHG υπόκειται σε πενταετή αναθεώρηση, με την επόμενη να πραγματοποιείται το 2028 (ABS, 2023, News Brief: MEPC 80).

Της MEPC 80 ακολούθησε η MEPC 81 [18 - 22 Μαρτίου 2024] και η MEPC 82 [30 Σεπτεμβρίου - 4 Οκτωβρίου 2024].

Κατά την πρώτη, υποβλήθηκαν διάφορες προτάσεις σχετικά με τα υποψήφια μέτρα με σκοπό τη μείωση των GHG, με βάση τους στόχους που έχουν ήδη οριστεί στη νέα στρατηγική IMO GHG 2023. Ενώ δεν υπήρξε συμφωνία σχετικά με δέσμη συγκεκριμένων μέτρων, υπήρξε ωστόσο σύγκλιση μεταξύ των κρατών μελών και συμφωνία ως προς τη γενική δομή των αναγκαίων κανονιστικών τροποποιήσεων στο παράρτημα VI της MARPOL, που θα συστήσουν το λεγόμενο «πλαίσιο καθαρών μηδενικών εκπομπών του IMO». Ακόμη συμφωνήθηκε η σύσταση ομάδας εμπειρογνομόνων που θα ασχοληθεί με την περαιτέρω ανάπτυξη του πακέτου των ενδιάμεσων μέτρων (DNV, 2024, IMO MEPC 81: negotiations on new GHG reduction requirements continue).

Κατά την πιο πρόσφατη συνεδρίαση της επιτροπής, MEPC 82 δε σημειώθηκε πρόοδος που να οδηγήσει σε συμφωνία μεταξύ των κρατών μελών ως προς τα υποψήφια μέτρα μείωσης των εκπομπών GHG. Δεδομένου όμως ότι αυτά θα πρέπει να έχουν οριστικοποιηθεί έως την 83^η συνεδρίαση της επιτροπής (7-11 Απριλίου 2024), συμφωνήθηκε έως τότε να πραγματοποιηθούν ενδιάμεσες συνεδριάσεις με σκοπό την ολοκλήρωσή τους (Intercargo, 2024, Brief on the outcome of IMO's MEPC 82).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΟΥ (SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN)

Με σκοπό την υποστήριξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, ο ΙΜΟ έχει αναπτύξει το **Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Πλοίων (SEEMP)**. Αυτό το τριμερές λειτουργικό μέτρο θεσπίζει έναν αποδοτικό μηχανισμό για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων με πρακτικό τρόπο σε βάθος χρόνου. Το SEEMP αποτελεί επίσης βασικό εργαλείο που επιτρέπει στους πλοιοκτήτες να καθορίζουν τα προφίλ διαχείρισης των πλοίων τους, ώστε να επιτυγχάνουν τους στόχους μείωσης των εκπομπών έντασης άνθρακα που έχουν του οριστεί από τον ΙΜΟ καθώς και μείωση της κατανάλωσης καυσίμων.

Από την 1η Ιανουαρίου 2013, ο ΙΜΟ κατέστησε το SEEMP υποχρεωτικό για όλα τα πλοία άνω των 400 GT που εκτελούν διεθνή δρομολόγια, το οποίο είναι απαραίτητο για την έκδοση του Διεθνούς Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (IEEC). Κάθε πλοίο θα πρέπει να διατηρεί ένα SEEMP, το οποίο θα έχει δημιουργηθεί λαμβάνοντας υπόψη τα μοναδικά του χαρακτηριστικά. Η δημιουργία και η εφαρμογή του SEEMP είναι μια κυκλική διαδικασία που περιλαμβάνει τα ακόλουθα τέσσερα στάδια:

- σχεδιασμός
- υλοποίηση
- παρακολούθηση
- αυτοαξιολόγηση και βελτίωση



Τα στάδια ανάπτυξης και εφαρμογής του SEEMP, Marine Insight, 2019

3.2. SEEMP ΜΕΡΟΣ Ι

Το πρώτο μέρος του SEEMP αφορά στην παρακολούθηση και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου.

Σύμφωνα με το παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL, από την 1η Ιανουαρίου 2013 και έπειτα, τα πλοία χωρητικότητας 400 GT και άνω που εκτελούν διεθνή δρομολόγια θα πρέπει να διατηρούν Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης (SEEMP_Μέρος Ι) στο οποίο περιλαμβάνεται η εκτίμηση της τρέχουσας κατανάλωσης ενέργειας του πλοίου και προσδιορίζονται τα μέτρα για τη βελτίωση της απόδοσής του. Τέτοια μπορεί να είναι:

- Η βελτίωση της γάστρας και των συστημάτων πρόωσης συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης
- Χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων διαχείρισης κινητήρα (use of automated engine management systems)
- Πλάνο διαδρομής με βάση τις καιρικές συνθήκες (weather routing)
- Σχεδιασμός ταξιδιού
- Βελτιστοποίηση ταχύτητας
- Συστήματα ανάκτησης απορριπτόμενης θερμότητας (waste heat recovery systems)

Το να καθοριστεί ένας στόχος ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου αποτελεί βασικό στοιχείο της ανάπτυξης ενός SEEMP. Ο στόχος αυτός θα πρέπει να δημιουργεί κίνητρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Ένας τέτοιος στόχος μπορεί να λάβει οποιαδήποτε μορφή, όπως για παράδειγμα την ετήσια κατανάλωση καυσίμου ή τον Λειτουργικό Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης (Energy efficiency Operational Index – EEOI) - ένα εργαλείο παρακολούθησης που αναπτύχθηκε από τον IMO για τη μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου και την αξιολόγηση των επιπτώσεων των μέτρων λειτουργικής απόδοσης. Πιο αναλυτικά θα αναφερθούμε στον τελευταίο στη συνέχεια.

3.3. SEEMP ΜΕΡΟΣ ΙΙ & IMO DCS – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Με τις τροποποιήσεις του παραρτήματος VI της MARPOL, που εγκρίθηκαν το 2016, ο Διεθνής Οργανισμός (IMO) υιοθέτησε το Σύστημα Συλλογής Δεδομένων (DCS - Data Collection System) για τη διεθνή ναυτιλία, υποχρεώνοντας τα πλοία ολικής χωρητικότητας 5.000 GRT και άνω να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων των πλοίων προς τα κράτη στα οποία είναι νηολογημένα. Τα πλοία που υπόκεινται στο σύστημα συλλογής δεδομένων IMO DCS πρέπει να αναπτύξουν ένα

σχέδιο συλλογής δεδομένων κατανάλωσης καυσίμων (SEEMP_ Μέρος II). Το εν λόγω μέρος του SEEMP περιγράφει τον τρόπο συλλογής των δεδομένων για τις ετήσιες καταναλώσεις καυσίμων, τα οποία στη συνέχεια πρέπει να δηλώνονται στη σημαία του πλοίου. Η σημαία ή ο νηογνώμονας του πλοίου με τη σειρά τους θα επικυρώσουν το σχέδιο αυτό. Τα δεδομένα που συλλέγονται θα πρέπει να αναφέρονται από τα κράτη σημαίας στον IMO, ο οποίος θα τα συμπεριλάβει στην ετήσια σχετική έκθεση προς της Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC).

Το IMO DCS τέθηκε σε ισχύ τον Μάρτιο του 2018 και η συλλογή των δεδομένων κατανάλωσης ξεκίνησε την 1η Ιανουαρίου 2019.

Τα βασικότερα σημεία αναφοράς για το IMO DCS συνοψίζονται ως ακολούθως:

- 1 Μάρτιου 2018 τέθηκε σε ισχύ
- Σεπτέμβριος 2018 έως Δεκέμβριο 2018 η υποβολή του SEEMP Part II. Αναγνωρισμένος Οργανισμός θα βεβαιώσει ότι το Part II συμμορφώνεται με τον κανονισμό
- Από 1η Ιανουαρίου 2019 έως 31 Δεκεμβρίου 2019 γίνεται η ετήσια παρακολούθηση για το ημερολογιακό έτος ανά ταξίδι
- Από το 2020 και έπειτα τα πλοία / οι διαχειρίστριες εταιρείες είναι υποχρεωμένα να καταθέτουν τα δεδομένα καταναλώσεων μέσα σε τρεις μήνες από τη λήξη κάθε ημερολογιακού έτους στην σημαία ή σε νηογνώμονα. (ClassNK, SEEMP, IMO DCS and CII)

3.4. SEEMP ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ CII

Κατά την 76η σύνοδο της Επιτροπής Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC 76) το 2021, εγκρίθηκαν περαιτέρω τροποποιήσεις του παραρτήματος VI της MARPOL (ψήφισμα MEPC.328(76)) του IMO). Συγκεκριμένα, στα πλαίσια των μέτρων για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από πλοία που εκτελούν διεθνή δρομολόγια, εισάγεται η αξιολόγηση CII (Carbon Intensity Indicator) με βάση την ετήσια κατανάλωση καυσίμου κάθε πλοίου με ισχύ από την 1η Ιανουαρίου 2023, με στόχο τη βελτίωση της έντασης των εκπομπών άνθρακα κατά τη λειτουργία τους.

Τα πλοία που υπάγονται σε αξιολόγηση μέσω του δείκτη CII θα πρέπει να αναπτύξουν το Μέρος ΙΙΙ του SEEMP που περιλαμβάνει:

- Τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του επιτυγχανόμενου ετήσιου επιχειρησιακού δείκτη έντασης άνθρακα (CII) και τις διαδικασίες αναφοράς του CII στο κράτος σημαίας του πλοίου

- Τις απαιτούμενες τιμές CII για τα επόμενα 3 χρόνια, μαζί με ένα σχέδιο που περιγράφει λεπτομερώς πώς αυτό θα επιτευχθεί
- Το σχέδιο εφαρμογής για την επίτευξη του απαιτούμενου CII
- Τις διαδικασίες αυτοαξιολόγησης και βελτίωσης
- Το σχέδιο διορθωτικών ενεργειών, εφόσον απαιτείται

Το μέρος III του SEEMP θα πρέπει στη συνέχεια να επικυρωθεί από αναγνωρισμένο νηογνώμονα. Από το 2023, τα δεδομένα DCS του IMO θα ενισχύσουν την αξιολόγηση CII. Έτσι, κάθε πλοίο θα έχει βαθμολογία (A, B, C, D ή E) από το 2024. Σημειώνεται ότι, τα πλοία με ικανότητα E σε οποιοδήποτε έτος ή ικανότητα D για 3 συναπτά έτη, θα πρέπει να αναπτύξουν σχέδιο διορθωτικών ενεργειών στο μέρος III (ABS, 2022, Carbon Intensity Indicator (CII) Actions to take).

	SEEMP PART I	SEEMP PART II	SEEMP PART III/CII RATING
Introduction and Effective Date	1 January 2013 Resolution MEPC.203(62)	28, October 2016 Resolution MEPC.282(70) ¹⁹	1 January 2023 Resolution MEPC.328(76)
Application	Vessels weighing 400 GT Engaged in international voyage	Vessels weighing 5,000 gt (Reg. 22.2 of MARPOL, Annex VI) IMO DCS must develop a ship fuel oil consumption data collecting plan (Reg 22A.1 Annex VI) (SEEMP Part II) and verify it with the Administration or a RO.	Vessels weighing 5,000 gt defined in (Reg. 2 MARPOL, Annex VI) Bulk carrier, Combination carrier, Containership, Cruise passenger ships Gas carrier, General cargo ship, LNG carrier Refrigerated cargo carrier, Ro-ro cargo ship, Ro-ro cargo ship(vehicle carrier), Ro-ro passenger ship, Tanker,
Recommended procedure	Ship management plan to improve energy efficiency	Administration or RO evaluate ship fuel oil consumption data collecting plan Collecting annual data on fuel oil consumption and pertinent variables from 1 January to 31 December (calendar year). (Reg 22A. MARPOL, Annex VI)	Review of the "Ship operational carbon intensity plan (SEEMP Part III)" by the Administration or a RO, 1. incorporates CII calculation methodology, 2. obligated CII in the next three years, 3. an execution strategy for achieving the requisite CII, 4. processes for self-evaluation and improved performance, and retention of SEEMP Part III and Confirmation of Compliance-Part III on board.
Documents on board	Ship management plan to improve energy efficiency	SEEMP Part II, and Confirmation of Compliance-Part II.	verified SEEMP Part III, corrective action plan and verified before the DCS SoC (Statement of Compliance)
Development	ship management plan to improve energy efficiency	Develop, ship fuel oil consumption data collection plan SEEMP Part II pursuant IMO Resolution MEPC.34620 (78)	ship operational carbon intensity plan (SEEMP Part III), which comprises CII calculation methodology, needed CII values for the next 3 years, implementation plan for attaining required CII, and self-evaluation and improvement methods using IMO Resolution MEPC.346(2178)

Συνοπτικός πίνακας: SEEMP Μέρος I, II και III, World Maritime University, 2022

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

(ENERGY EFFICIENCY OPERATING INDEX, EEOI)

Ο λειτουργικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEOI), ο οποίος προτείνεται ως προαιρετικό μέτρο στα πλαίσια του SEEMP I, αποτελεί το πιο κοινό μέτρο που μπορεί να εφαρμοστεί πρακτικά με στόχο την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου και συνήθως μετράται σε ετήσια βάση.

Με βάση τη στρατηγική του IMO για τα τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, η λειτουργική ένταση άνθρακα ενός πλοίου προσδιορίζεται ως οι «εκπομπές CO₂ ανά μεταφορικό έργο».

Ο EEOI μπορεί να ποικίλλει ανά ταξίδι/δρομολόγιο εξαιτίας των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση καυσίμου ή του μεταφορικού έργου, όπως η χρησιμοποίηση της χωρητικότητας, η ταχύτητα και οι συνθήκες πλεύσης, το εκτόπισμα, το βύθισμα, η κατάσταση ρύπανσης της γάστρας και συνολικά η συντήρηση του πλοίου. Αυτοί οι παράγοντες και οι αλληλεπιδράσεις τους καθιστούν τη λειτουργική απόδοση ενός πλοίου περίπλοκο ζήτημα.

Κάθε αλλαγή σε έναν ή περισσότερους από αυτούς τους παράγοντες αποτυπώνεται στον τελικό EEOI και μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την πραγματική ενεργειακή απόδοση ενός πλοίου κατά τη διάρκεια της πλεύσιμης ζωής του.

Σύμφωνα με τον IMO, στην πιο απλή μορφή του, ο EEOI ορίζεται ως ο λόγος της μάζας (M) του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που εκπέμπεται ανά μονάδα μεταφερόμενου φορτίου:

$$EEOI = \frac{\Sigma_{CO_2} emitted}{\Sigma_{cargo} transported \times distance\ travelled}$$

Όσο χαμηλότερος είναι ο δείκτης, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτική είναι η λειτουργία ενός πλοίου. Πιο συγκεκριμένα, για ένα ταξίδι, ο EEOI υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$EEOI = \frac{\Sigma_j F_j C_j C_{Ej}}{m_{cargo} D}$$

Όπου:

- j : ο τύπος του καυσίμου
- i : ο αύξων αριθμός του ταξιδιού
- FC_{ij} : η μάζα του καταναλωθέντος καυσίμου j στο ταξίδι i
- CF_j : ο συντελεστής μετατροπής της μάζας του καυσίμου σε μάζα CO_2 για το καύσιμο j
- m_{cargo} : η ποσότητα του φορτίου που μεταφέρεται σε τόνους ή το μεταφορικό έργο (αριθμός TEU) ή η ολική χωρητικότητα για τα επιβατηγά πλοία
- D : είναι η διανυόμενη απόσταση σε ναυτικά μίλια που αντιστοιχεί στο φορτίου μεταφέρθηκε ή στο μεταφορικό έργο.

Για τα δεξαμενόπλοια και τα πλοία μεταφοράς χύδην ξηρού φορτίου, η μάζα του φορτίου εκφράζεται σε μετρικούς τόνους μεταφερόμενου φορτίου. Οι συντελεστές μετατροπής για τα κοινά καύσιμα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Fuel Type	Reference	Carbon Content	Conversion factor (tonnes of CO_2 produced per tonne of fuel consumed)
Diesel/Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMC	0.875	3.206000
Light Fuel Oil (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.86	3.151040
Heavy Fuel Oil (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.85	3.114400
Liquified Petroleum Gas (LPG)	Propane	0.819	3.000000
	Butane	0.827	3.030000
Liquified Natural Gas (LNG)		0.75	2.750000

Συντελεστές μετατροπής τύπου καυσίμου για χρήση σε υπολογισμούς EEOI,

Baltic Exchange EEOI calculations for standard routes, 2023

Παρόλο που ο EEOI αποτυπώνει με μεγαλύτερη ακρίβεια την αποδοτικότητα των πλοίων, είναι δύσκολο να εφαρμοστεί και να ρυθμιστεί. Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με το προφίλ ναύλωσης του πλοίου και ως εκ τούτου περιλαμβάνει τη συνεργασία των εμπλεκόμενων μερών (Baltic Exchange, 2023, Energy Efficiency Operating Indicators (EEOI) for Baltic Exchange Dry Routes).

4.2. ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

(CARBON INTENSITY INDICATOR, CII)

Ο δείκτης έντασης άνθρακα (CII) και το αντίστοιχο σύστημα κατηγοριοποίησης (A, B, C, D και E), είναι απαιτήσεις που αφορούν στη λειτουργική απόδοση και ισχύουν για όλα τα φορτηγά, Ro-Ro, Ro-Pax και κρουαζιερόπλοια ολικής χωρητικότητας 5000 GT και άνω που εκτελούν διεθνή δρομολόγια, τα οποία υπόκεινται ήδη στο σύστημα IMO (DCS) για τη συλλογή δεδομένων των καταναλώσεων καυσίμων. Ο υπολογισμός του CII ισχύει από το 2023 και θα πραγματοποιείται ετησίως. Ο IMO έχει υιοθετήσει σχετικά 5 κατευθυντήριες οδηγίες για την ορθή εφαρμογή του CII (βλ. παράρτημα IV-VIII), οι οποίες αφορούν: τους CII και τις μεθόδους υπολογισμού αυτών (CII Guidelines G1), τις γραμμές αναφοράς για χρήση των CII (CII Reference Lines Guidelines ,G2), τους συντελεστές μείωσης CII σε σχέση με τις γραμμές αναφοράς (CII Reduction Factors Guidelines, G3), την κατηγοριοποίηση των πλοίων με βάση τον CII τους (CII Rating Guidelines, G4) και τέλος τους διορθωτικούς παράγοντες / προσαρμογές ταξιδιού για τους υπολογισμούς του CII (CII Guidelines, G5).

Ο CII είναι μια υπολογιζόμενη βαθμολογία που δείχνει πόσο αποδοτικά λειτουργεί ένα πλοίο με βάση την πραγματική ποσότητα καυσίμου που καταναλώνεται ετησίως. Οι μονάδες βαθμολογίας είναι γραμμάρια CO₂ ανά τονομίλι (g CO₂/t. Nm) και μετρά την ποσότητα CO₂ που παράγεται ανά μονάδα μεταφερόμενου φορτίου σε συγκεκριμένη απόσταση. Το αποτέλεσμα προκύπτει από τα δεδομένα κατανάλωσης και απόστασης που καταγράφονται και κατατίθενται στο IMO DCS.

Για φορτηγά πλοία και δεξαμενόπλοια, ο βασικός τύπος για τον υπολογισμό του Επιτευχθέντος CII (Attained CII) ισοδυναμεί με τον Ετήσιο Δείκτη Απόδοσης (Annual Efficiency Ratio, AER), ο οποίος μετρά τις εκπομπές άνθρακα από τη δραστηριότητα ενός πλοίου κατά τη διάρκεια ενός έτους:

$$AER = \frac{Annual\ CO2\ mass}{Distance\ x\ DWT}$$

Ο Απαιτούμενος Ετήσιος CII περιγράφεται στο Παράρτημα VI / Κανονισμό 28 της MARPOL με τον ακόλουθο βασικό υπολογισμό:

$$Required\ CII = \left(1 - \frac{Z}{100}\right) \cdot CII_R$$

Όπου:

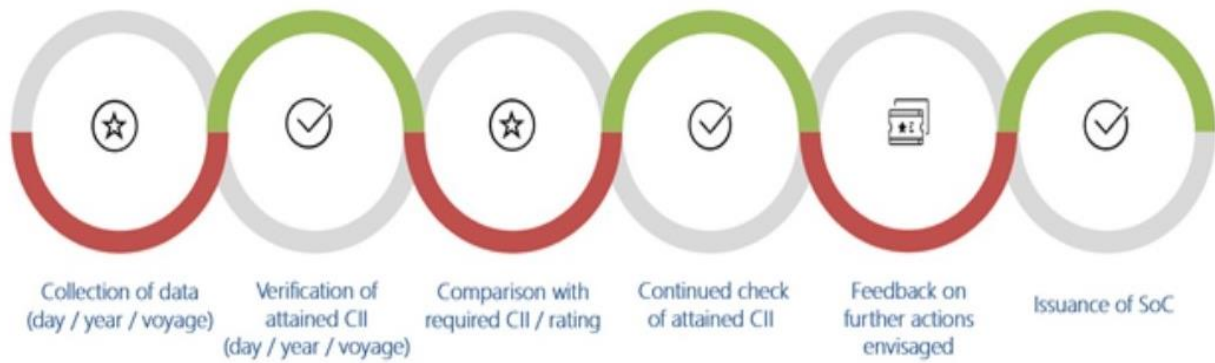
- Z είναι ο ετήσιος συντελεστής μείωσης ώστε να διασφαλιστεί η συνεχής βελτίωση της λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης του πλοίου εντός της συγκεκριμένης κατηγορίας
- CII_R η τιμή αναφοράς

Από το 2023, στο τέλος κάθε ημερολογιακού έτους, θα πρέπει να υπολογίζεται ο ετήσιος CII που έχει επιτευχθεί για την περίοδο 1η Ιανουαρίου έως 31 Δεκεμβρίου του εν λόγω έτους. Τα δεδομένα αυτά θα υποβάλλονται στη συνέχεια εντός του μήνα Μάρτιου στο νηολόγιο/RO, ο οποίος θα επαληθεύει τον ετήσιο CII. Το μεσαίο σημείο διαβάθμισης C είναι η τιμή που ισοδυναμεί με τον απαιτούμενο ετήσιο CII. Από τη διαφορά μεταξύ του επιτευχθέντος και του απαιτούμενου CII, τα πλοία θα κατηγοριοποιούνται σε ένα σύστημα αξιολόγησης από το A έως το E, με το A να είναι το πιο αποτελεσματικό. Σε αυτό κάθε χρόνο θα εφαρμόζεται ο συντελεστής μείωσης (z). Ένα πλοίο λοιπόν, θα πρέπει να βελτιώνει συνεχώς τις επιχειρησιακές του επιδόσεις για να διατηρήσει ή να επιτύχει την ίδια ή υψηλότερη βαθμολογία. Οδεύοντας προς το 2030, τα χαμηλότερα όρια αξιολόγησης θα γίνονται όλο και πιο αυστηρά.

YEAR	Reduction factor to be increased per year	Reduction from 2019 reference	PHASE
2020	1.0%	1.0%	PHASE 1
2021	1.0%	2.0%	
2022	1.0%	3.0%	
2023	2.0%	5.0%	PHASE 2
2024	2.0%	7.0%	
2025	2.0%	9.0%	
2026	2.0%	11.0%	
2027	To be considered	To be considered	PHASE 3
2028			
2029			
2030			

Συντελεστές μείωσης του CII, eMarina, 2021

Ένα πλοίο με βαθμολογία D για τρία συνεχόμενα έτη ή E για ένα έτος θα πρέπει να υποβάλει στο νηολόγιο/RO για επαλήθευση εντός ενός μήνα από τη γνωστοποίηση του ετήσιου επιτευχθέντος CII, σχέδιο διορθωτικών ενεργειών σε ένα ανανεωμένο SEEMP, όπου θα δείχνει πώς θα επιτευχθεί ο απαιτούμενος δείκτης (C ή υψηλότερος).



Στάδια εφαρμογής του CII, Verifavia Shipping

Ο IMO έχει δεσμευτεί να επανεξετάσει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής του δείκτη CII κατά την περίοδο αναθεώρησης του μέτρου που λήγει το 2026 και στο βαθμό που κριθεί απαραίτητο, θα:

1. ενισχύσει τις διορθωτικές ενέργειες / τρόπους αντιμετώπισης των αστοχιών στον υπολογισμό του CII
2. ενισχύσει τους μηχανισμούς συμμόρφωσης
4. ενισχύσει το σύστημα συλλογής δεδομένων
5. ανανεώσει το συντελεστή μείωσης (z) και την τιμή αναφοράς CII_R

4.3. ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και κατ' επέκταση της μείωσης των εκπομπών GHG, οι πλοιοκτήτες / διαχειριστές μπορούν να επιλέξουν από μία πληθώρα μέτρων που περιλαμβάνει:

- **Συντήρηση του κύτους και της προπέλας**

Ο τακτικός καθαρισμός του κύτους και της προπέλας θα αυξήσει την εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ η χρήση χρωμάτων υψηλής ποιότητας θα βελτιστοποιήσει την αντοχή της γάστρας με αποτέλεσμα τη μικρότερη κατανάλωση καυσίμων για πρόωση. Να σημειωθεί εδώ ότι οι κατασκευαστές χρωμάτων έχουν αναπτύξει προϊόντα επίστρωσης νέας τεχνολογίας και υψηλής απόδοσης, με σκοπό τη μείωση της αντίστασης τριβής, άρα και της απαιτούμενης ισχύος για πρόωση. Επιπλέον, έχουν εισαχθεί στην αγορά ρομποτικά συστήματα καθαρισμού, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια πλεύσης, ιδανικά πριν η ρύπανση αναπτυχθεί και αποτελεί πρόβλημα, καθαρίζοντας τη

γάστρα, ενώ δεν χάνεται χρόνος για καθαρισμό κατά τη διάρκεια παραμονής σε λιμάνι. (ShipShave, 2023, In transit cleaning of hulls)

- **Βελτιστοποίηση διαδρομής (Route Optimization) και παρακολούθηση του καιρού (Weather Routeing)**

Θεωρητικά, όσο μικρότερη είναι η απόσταση, τόσο λιγότερη ενέργεια θα χρειαστεί να δαπανήσει ένα πλοίο για να λειτουργήσει. Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού διαδρομών συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των επιπτώσεων του άνθρακα ωστόσο, ο καθορισμός της πιο αποδοτικής οικονομικά διαδρομής απαιτεί περισσότερο από την απλή εύρεση της συντομότερης διαδρομής μεταξύ δύο λιμανιών, με την ασφάλεια για τα πλοία, το φορτίο και το πλήρωμα να παραμένει ζωτικής σημασίας. Εδώ σημαντικό ρόλο παίζει η παρακολούθηση του καιρού, συνήθως από εξειδικευμένο πάροχο, ώστε να αποφεύγονται πορείες κατά τις οποίες απαιτείται μεγάλη κατανάλωση καυσίμων / ενέργειας.

- **Τεχνική βελτιστοποίηση**

Η κατανάλωση ενέργειας ενός πλοίου συνδέεται άμεσα με το μέγεθός του. Οι υδροδυναμικές ιδιότητες επηρεάζουν επίσης την ενεργειακή του απόδοση, με τη γάστρα και τις προπέλες να αποτελούν τα δύο βασικά μέρη. Σε νεότευκτα πλοία, η βελτιστοποίηση των διαστάσεων και της μορφής της γάστρας μειώνει την αντίσταση τριβής και την αντίσταση λόγω κυματισμού, επομένως η ισχύς που απαιτείται αναμένεται να είναι χαμηλότερη. Σε ήδη υπάρχοντα πλοία, καινοτόμες συσκευές μπορούν να τροποποιήσουν και να ενισχύουν το σύστημα πρόωσης.

Για παράδειγμα, υπάρχουν εξειδικευμένα λογισμικά που μπορούν να υπολογίζουν τον εκτιμώμενο ΕΕΟΙ για ένα ταξίδι εκ των προτέρων και στη συνέχεια αντλούν τα πραγματικά δεδομένα κατά τη διάρκεια αυτού με βάση τις συνθήκες πλεύσης (π.χ. καιρός), την ταχύτητα, το χρόνο αναμονής στα λιμάνια, την κατάσταση φόρτωσης του πλοίου κ.α. και τα συγκρίνουν. Από τα αποτελέσματα εξάγεται η επίδραση καθενός από αυτούς τους παράγοντες στην ενεργειακή απόδοση του πλοίου. (Sinay, 2022, How can I Improve my EEOI?)

- **Χρήση της αιολικής ενέργειας από ρότορες ή «πανιά»**

Η χρήση του ανέμου έχει τεράστιες δυνατότητες. Ο άνεμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για ωθήσει ένα πλοίο, μειώνοντας τις απώλειες ενέργειας. Οι περιορισμοί δίνονται από την ταχύτητα που μπορεί να επιτευχθεί με την πρόωση του ανέμου.

Ο ρότορας είναι ένας λείος κύλινδρος με ένα δίσκο στο άκρο του που περιστρέφεται κατά

μήκος ενός μεγάλου άξονα. Όταν ο αέρας περνά κάθετα προς αυτόν, δημιουργείται αεροδυναμική ενέργεια με κατεύθυνση κάθετη τόσο προς τον μακρύ άξονα όσο και προς τη ροή του αέρα. Τα αναδιπλούμενα «πανιά» (solid wings/ hard sails) είναι στερεές κατασκευές από μέταλλο ή συνθετικό υλικό που τοποθετούνται στο κατάστρωμα του πλοίου, ωστόσο έχουν τη δυνατότητα να αναδιπλωθούν με το πάτημα ενός κουμπιού. Για κάθε ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου, υπάρχει ένα ιδανικό σημείο για το προφίλ και τη γωνία των πτερυγίων. Και στις δύο περιπτώσεις επιτυγχάνεται πιο αποδοτική πρόωση ενός πλοίου, οδηγώντας σε σημαντικές μειώσεις της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών GHG. Πιο συγκεκριμένα, με χρήση ρότορων μπορεί να επιτευχθεί 5-10% εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να φτάσει και το 20% σε ευνοϊκές καιρικές συνθήκες/διαδρομές, ενώ με τα «πανιά» η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει το 30%, με τον CII να βελτιώνεται μέχρι και 2 επίπεδα διαβάθμισης (Yara Marine Technologies, 2023, Harness the power of the wind & N. Contopoulos, 2022, Key Features Of ‘Wind Ready’ Retrofit of a Kamsarmax Bulk Carrier).

- **Επιτυγχάνοντας οικονομίες κλίμακας**

Τα πλοία έχουν αυξηθεί σε όλες τις διαστάσεις για να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους σε φορτίο. Αυτή η αύξηση του μεγέθους έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη μεταφορική ικανότητα με μικρότερη απαιτούμενη ισχύ ανά μονάδα φορτίου. Κατά συνέπεια, φορτώνοντας στη μέγιστη μεταφορική ικανότητα, θα επηρεαστεί σημαντικά η ενέργεια που καταναλώνεται ανά τονομίλι σε ένα συγκεκριμένο ταξίδι (Johannes Hüffmeier και Mathias Johanson, 2021, State-of-the-Art Methods to Improve Energy Efficiency of Ships).

- **Φτάνοντας «πάνω στην ώρα», «Just-in-time» ή Εικονική Άφιξη, Virtual Arrival**

Η διαδικασία άφιξης ενός πλοίου σε λιμάνι στις μέρες μας γενικά δεν είναι η βέλτιστη. Τα πλοία μπορεί να "βιαστούν" να φτάσουν στο λιμάνι προορισμού, όπου θα ανακαλύψουν για παράδειγμα ότι δεν υπάρχει διαθέσιμη θέση στον προβλήτα, το φορτίο δεν είναι διαθέσιμο για φόρτωση κ.α. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα είτε να πρέπει να παραμείνει αγκυροβολημένο για πολλές ώρες, ημέρες ή ακόμα και εβδομάδες, είτε να κινείται με πολύ χαμηλή ταχύτητα στην περιοχή του λιμανιού περιμένοντας τη διαθεσιμότητα θέσης ελλιμενισμού ή ναυτικών υπηρεσιών. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας, "βιασύνη και αναμονή" έχει πολλά μειονεκτήματα από άποψη ασφάλειας, οικονομίας και επιπτώσεων στο περιβάλλον, τα οποία μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά. Ο όρος «Just in Time» χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα πλοίο που έχει αφιχθεί σε λιμάνι

καταναλώνοντας τη μικρότερη δυνατή ποσότητα καυσίμων, αλλά εξακολουθεί να φτάνει εγκαίρως. Με αυτόν τον τρόπο, και θα εξοικονομήσει καύσιμα, εκπομπές GHG και θα μειώσει επίσης τον χρόνο αγκυροβόλησης του στα λιμάνια. Οι παράγοντες αυτοί θα έχουν θετικό αντίκτυπο στην ασφάλεια, το περιβάλλον και την αποτελεσματικότητα.

Για την εφαρμογή αυτού του μέτρου, απαιτείται η συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων μερών όπως, οι λιμενικές αρχές, η διαχειρίστρια εταιρεία, ο ναυλωτής, ο φορτωτής, ο ιδιοκτήτης του φορτίου, αλλά και οι πάροχοι υπηρεσιών ελλιμενισμού όπως τα ριμουλκά, οι πιλότοι κ.α. (PortXchange, 2023, Improving CII score through Just-in-Time Arrivals).

▪ Χρήση εναλλακτικών καυσίμων χαμηλού ή μηδενικού άνθρακα

Η χρήση καυσίμων με χαμηλό ή μηδενικό συντελεστή εκπομπών άνθρακα είναι ένα από τα πιο βασικά μέτρα για την επίτευξη του στόχου του IMO. Τέτοια είναι τα πράσινα καύσιμα που προέρχονται από υδρογόνο (αμμωνία και μεθανόλη), το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), το υγραέριο (LPG), τα βιοκαύσιμα ή τα νεότερα συνθετικά καύσιμα. Οι εκτιμήσεις είναι ότι τα καύσιμα αυτά θα αποτελέσουν πηγή για περισσότερο από το 50% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της ναυτιλιακής βιομηχανίας, είτε ως μίγματα είτε αυτούσια. Η αμμωνία είναι πιθανό να διαδραματίσει βασικό ρόλο στο μείγμα καυσίμων πλοίων έως το 2050, ως πηγή ενέργειας πολλών διεθνών πλοίων έως το 2070, ενώ το καθαρό υδρογόνο προβλέπεται πως θα προορίζεται για πλοία που πραγματοποιούν ταξίδια μικρών αποστάσεων. Η μετάβαση σε καθαρότερα καύσιμα αποτελεί επιλογή και για τους συμβατικούς κινητήρες. Τα καύσιμα αυτά από τη φύση τους παράγουν λιγότερες εκπομπές από τα ορυκτά για την ίδια διανυθείσα απόσταση, μειώνοντας έτσι την τιμή CII και βελτιώνοντας τη σχετική αξιολόγηση του πλοίου. Ένα σημαντικό στοιχείο το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι, εξαιτίας των διαφορετικών ιδιοτήτων των εναλλακτικών αυτών καυσίμων σε σχέση με τα ορυκτά/συμβατικά (HFO / MGO), η απαιτούμενη ποσότητα για την παραγωγή μιας μονάδας ενέργειας θα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη των συμβατικών για την παραγωγή της ίδιας ενέργειας, ενώ σημαντικά μεγαλύτερος είναι και ο όγκος που θα καταλαμβάνεται για την αποθήκευσή τους.

▪ Μείωση ταχύτητας (Slow Steaming)

Η ταχύτητα των πλοίων παραδοσιακά μπορεί να μειωνόταν λόγω οικονομικών περιορισμών, αυξημένου ανταγωνισμού, διακυμάνσεων στην τιμή των καυσίμων και χαμηλών ναύλων. Ωστόσο, στις μέρες μας δεδομένων των απαιτήσεων για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης υπάρχουν περισσότεροι λόγοι για μείωση της ταχύτητας. Ένα

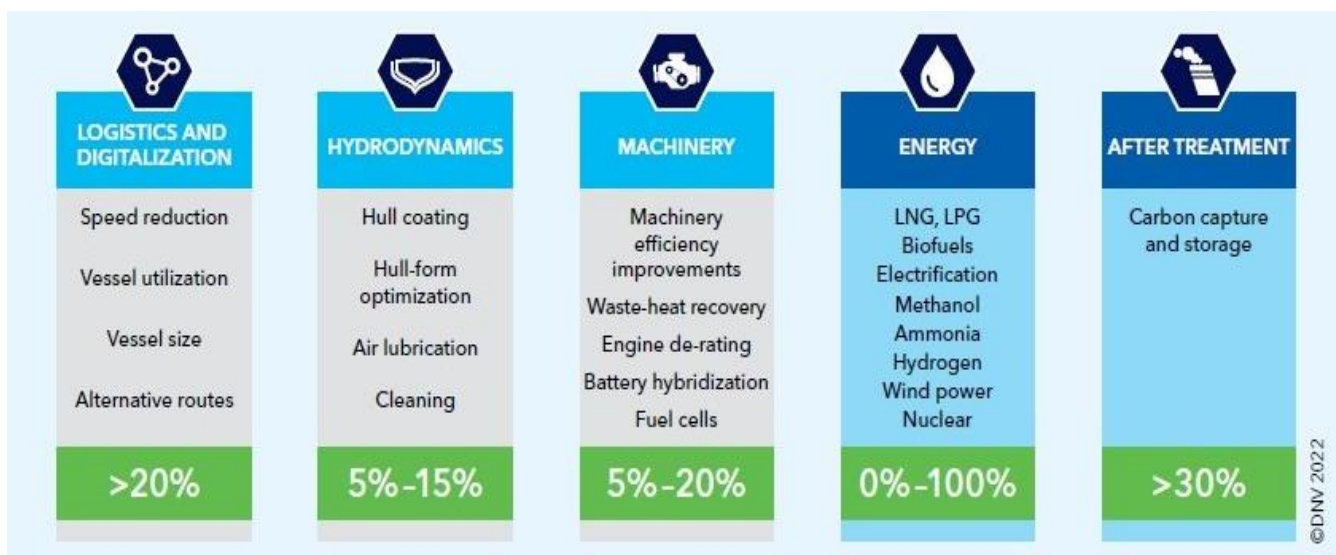
αργό πλοίο είναι λιγότερο ενεργοβόρο από ένα γρήγορο. Κατά μέσο όρο, η μείωση της ταχύτητας κατά 10% επιτρέπει μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά περίπου 20-25%. Ως εκ τούτου, είναι ο πιο άμεσος τρόπος βελτίωσης του ΕΕΟΙ και του CII, για τον οποίο η πλεύση με πολύ χαμηλή ταχύτητα αποτελεί ένα διαδεδομένο μέτρο, αν και δεν είναι πάντα εφικτή εξαιτίας χρονικών περιορισμών, περιβαλλοντικών συνθηκών ή καθυστερήσεων στα λιμάνια.

▪ **Μετασκευή ενός πλοίου με συστήματα νέων «πράσινων» τεχνολογιών και συστήματα περιορισμού ισχύος κινητήρα (Engine Power Limitation, EPL)**

Οι τεχνολογίες που εφαρμόζονται στο πλοίο με σκοπό την αύξηση της ενεργειακής του απόδοσης επηρεάζουν θετικά τους ΕΕΟΙ και CII. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων ενδεικτικά είναι τα παρακάτω:

- μπαταρίες, με συμμετοχή τους στην πρόωση του πλοίου ή/και σε δευτερεύουσες λειτουργίες
- συστήματα “λίπανσης” της γάστρας με αέρα, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται μείωση της αντίστασης τριβής, άρα και της απαιτούμενης ισχύος για πρόωση
- ολοκληρωμένα συστήματα ανάκτησης απορριπτόμενης θερμότητας (waste heat recovery systems), με σκοπό την καλύτερη εκμετάλλευση της παραγόμενης/διαθέσιμης ενέργειας.

Η επίδραση αυτών των συστημάτων, καθώς και άλλων αντίστοιχων τα οποία χρησιμοποιούνται με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας, δεν μπορούν απαραίτητα να επηρεάσουν άμεσα ή/και επαρκώς τη συμμόρφωση με τους εν λόγω δείκτες, γεγονός το οποίο συνεπάγεται πως απαιτείται σαν επιπλέον μέτρο ο περιορισμός της ισχύος του κινητήρα για πολλά πλοία. Η αναγκαιότητα, καταλληλότητα και εφαρμογή τέτοιων συστημάτων σε ένα πλοίο αξιολογείται μεμονωμένα κάθε φορά από την διαχειρίστρια εταιρεία, λαμβάνοντας πάντα υπόψη και το αντίστοιχο κόστος (Sinay, 2023, Key points to verify to comply with the IMO’s CII regulation).



Η συμβολή τεχνολογιών στη μείωση των εκπομπών GHG, DNV, 2022

▪ Εκπαίδευση του πληρώματος

Η συμμετοχή του πληρώματος στη μείωση του CII δεν πρέπει να θεωρείται ήσσονος σημασίας, καθώς αποτελούν τον εκτελεστικό παράγοντα της προσδοκώμενης αλλαγής. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να κατανοήσουν τις αρχές αξιολόγησης των νέων κανονισμών, εν προκειμένω του CII και τις επιπτώσεις τους στις επιχειρησιακές και καθημερινές λειτουργίες. Εκτιμάται ότι περίπου 300.000 ναυτικοί θα πρέπει να αναβαθμίσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους ώστε να χειριστούν με επιτυχία τη μετάβαση σε νέα καύσιμα και τεχνολογίες με σκοπό τη μείωση των GHG. Ο αριθμός αυτός ανέρχεται σε 800.000 για την επίτευξη του μεγάλου στόχου για μηδενικές εκπομπές άνθρακα έως το 2050.

Τέλος, επικουρικά μέτρα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας επί του πλοίου μπορούν να θεωρηθούν, η αντικατάσταση των συμβατικών μονάδων φωτισμού με φώτα LED ή λαμπτήρες αλογόνου, γνωρίζοντας για παράδειγμα ότι σε ένα φορτηγό πλοίο ο φωτισμός αποτελεί το 5% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, η εγκατάσταση ηλεκτρονικά ελεγχόμενων συστημάτων και χρησιμοποίηση συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας και ηλιακών συλλεκτών.

Αδιαμφισβήτητα η παρουσία της τεχνητής νοημοσύνης στις νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται με σκοπό τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας, όπως ορισμένες από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, θα αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα στο να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή ενεργειακή απόδοση ενός πλοίου στο εγγύς μέλλον. Τα συστήματα αυτά θα μπορούν να δίνουν προτάσεις βελτιστοποίησης μέσω προσαρμοσμένων ειδοποιήσεων λαμβάνοντας υπόψιν τα διαθέσιμα δεδομένα από την

παρακολούθηση των βασικών λειτουργικών παραμέτρων σε παρόντα χρόνο.

Η έρευνα σε αυτό τον τομέα βρίσκεται σε εξέλιξη με το πεδίο ανάπτυξης να είναι ευρύ.

4.4. ΕΕΟΙ ΕΝΑΝΤΙ CII

Ο CII ομοιάζει με τον ΕΕΟΙ, με βασική διαφορά ότι στον ΕΕΟΙ χρησιμοποιείται η πραγματική ποσότητα μεταφερόμενου φορτίου ως χωρητικότητα, ενώ στο CII η χωρητικότητα του πλοίου. Ως εκ τούτου, ο ΕΕΟΙ είναι πιο ακριβής όσον αφορά στην ποσότητα CO₂ που παράγεται, ωστόσο ο CII είναι ευκολότερο να υπολογιστεί με την παραδοχή ότι το πλοίο φορτώνεται πλήρως καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού.

ΕΕΟΙ	CII
<ul style="list-style-type: none">• Ποσότητα καυσίμου που καταναλώθηκε• Τύπος καυσίμου• Διανυθείσα απόσταση	<ul style="list-style-type: none">• Ποσότητα καυσίμου που καταναλώθηκε• Τύπος καυσίμου• Διανυθείσα απόσταση
<ul style="list-style-type: none">• Συνολική ποσότητα μεταφερόμενου φορτίου	<ul style="list-style-type: none">• DWT του πλοίου
<ul style="list-style-type: none">• Μη ρυθμιστικό μέτρο• Μη θεσμική απαίτηση	<ul style="list-style-type: none">• IMO• Θεσμική απαίτηση

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι η διαθεσιμότητα μετρήσιμων δεδομένων επίδοσης αποτελεί βασικό στοιχείο για να επιτευχθεί ένας στρατηγικός μετασχηματισμός, όπως η μείωση των εκπομπών GHG από τη ναυτιλιακή δραστηριότητα παγκοσμίως. Ενώ λοιπόν ο ΕΕΟΙ αποτελεί εργαλείο που μας δίνει ποσοτικοποιημένα αποτελέσματα για την ενεργειακή απόδοση ενός πλοίου δεν είναι από μόνος του αρκετός. Από την άλλη, σε συνέχεια όσων αναφέρθηκαν παραπάνω, ο CII εμφανίζει αρκετά θολά σημεία, με βασικότερο το ότι για τον υπολογισμό του δε λαμβάνεται υπόψιν το μεταφερόμενο φορτίο.

Το μέγεθος του πλοίου είναι μία ακόμη παράμετρος, η οποία όμως δεν καλύπτεται από τους εν λόγω δύο δείκτες ενεργειακής απόδοσης. Για παράδειγμα, ίδιο μεταφερόμενο φορτίο θα έχει διαφορετικό αποτύπωμα εκπομπών GHG στην περίπτωση που μεταφέρεται με ένα μεγάλο μέγεθος πλοίου ή με δύο μικρότερα. Ενώ οι μικρές διαδρομές

δίνουν μικρότερες εκπομπές GHG ανά τόνο μεταφερόμενου φορτίου, οι μεγάλες διαδρομές είναι αυτές που δίνουν καλύτερο ΕΕΟΙ και CII.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται τα δεδομένα ταξιδιών για διαφορετικά μεγέθη φορητών πλοίων, με τα εκπεμπόμενα CO₂ και τους σχετικούς υπολογισμούς EEOI και CII (Oldendorff Carriers, 2022, CII is not the answer).

Φορτίο: Σφαιρίδια σιδηρομεταλλεύματος

Περιγραφή ταξιδιού:

Rotterdam, NL. (Αναχώρηση / Αφορτο) - Sept Iles, Ca. (Αφιξη για φόρτωση) –

Rotterdam, NL. (Αφιξη για εκφόρτωση)

Περίπτωση 1Α

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD82	Bulk Carrier	81,750	79,750	2,746	2,746	5,492	0.00	350.39	244.32	0.00



Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ? No	EU/EEA distances sailed			
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound	
1,874	23.5	4.175	8.559	0.341		2,746	0	2,746	
					50%			100%	50%

Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS		
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)	
								Total	Per ton shipped
2023	C	5.3%	-0.7%	-10.8%	6.617	29.4%			
2024	D	7.5%	1.4%	-8.9%	6.449	32.7%	40%	28,116	0.35
2025	D	9.9%	3.7%	-6.9%	6.281	36.3%	70%	49,203	0.62
2026	D	12.4%	6.0%	-4.8%	6.113	40.0%	100%	70,290	0.88

Year	IMO CII boundary values				
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E
2023	3.411	3.728	3.966	4.204	4.680
2024	3.339	3.650	3.883	4.116	4.582
2025	3.267	3.571	3.799	4.027	4.483
2026	3.196	3.493	3.716	3.939	4.385

Parcelling (if any)			
From	To	Tons	Distance

IMPORTANT NOTES	
Based on normal speed (14,00k/31,00MT, 13,50k/33,00MT)	

EU carbon price = 75.00 EUR	
EUR = 1.00 USD	

Transport work:	218,993,500 ton-miles
-----------------	-----------------------

Περίπτωση 1B

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD82	Bulk Carrier	81,750	79,750	2,746	2,746	5,492	0.00	295.08	210.20	0.00
Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ? No	EU/EEA distances sailed				
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound		
1,593	20.0	3.548	7.273	0.290		2,746	0	2,746		
						50%	100%	50%		
Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS			
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)		
2023	B	-10.6%	-15.6%	-24.2%	6.617	9.9%		0	0.00	
2024	B	-8.6%	-13.8%	-22.6%	6.449	12.8%	40%	23,892	0.30	
2025	B	-6.6%	-11.9%	-20.9%	6.281	15.8%	70%	41,810	0.52	
2026	C	-4.5%	-9.9%	-19.1%	6.113	19.0%	100%	59,729	0.75	
Year	IMO CII boundary values					Parcelling (if any)				IMPORTANT NOTES
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E	From	To	Tons	Distance	
2023	3.411	3.728	3.966	4.204	4.680					
2024	3.339	3.650	3.883	4.116	4.582					
2025	3.267	3.571	3.799	4.027	4.483					
2026	3.196	3.493	3.716	3.939	4.385					
EU carbon price = 75.00 EUR					Transport work: 218,993,500 ton-miles					Based on eco speed (12,50k/23,00MT, 12,00k/25,00MT)
EUR = 1.00 USD										

Περίπτωση 1C

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD180	Bulk Carrier	180,000	176,000	2,746	2,746	5,492	0.00	652.67	492.05	0.00
Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ? No	EU/EEA distances sailed				
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound		
3,610	20.5	3.652	7.469	0.657		2,746	0	2,746		
						50%	100%	50%		
Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS			
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)		
2023	E	50.4%	41.9%	27.5%	4.578	63.1%		0	0.00	
2024	E	53.7%	45.0%	30.2%	4.462	67.4%	40%	54,149	0.31	
2025	E	57.0%	48.1%	33.1%	4.346	71.9%	70%	94,761	0.54	
2026	E	60.6%	51.5%	36.1%	4.230	76.6%	100%	135,372	0.77	
Year	IMO CII boundary values					Parcelling (if any)				IMPORTANT NOTES
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E	From	To	Tons	Distance	
2023	2.088	2.282	2.428	2.573	2.865					
2024	2.044	2.234	2.377	2.519	2.804					
2025	2.000	2.186	2.325	2.465	2.744					
2026	1.956	2.138	2.274	2.411	2.684					
EU carbon price = 75.00 EUR					Transport work: 483,296,000 ton-miles					Based on normal speed (15,00k/62,00MT, 14,00k/62,00MT)
EUR = 1.00 USD										

Περίπτωση 1D

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD180	Bulk Carrier	180,000	176,000	2,746	2,746	5,492	0.00	525.26	412.96	0.00
Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ? No	EU/EEA distances sailed				
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound		
2,960	16.8	2.994	6.124	0.539		2,746 50%	0 100%	2,746 50%		
Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS			
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)		
2023	E	23.3%	16.3%	4.5%	4.578	33.8%		0	0.00	
2024	E	26.0%	18.8%	6.8%	4.462	37.2%	40%	44,394	0.25	
2025	E	28.7%	21.5%	9.1%	4.346	40.9%	70%	77,690	0.44	
2026	E	31.6%	24.2%	11.6%	4.230	44.8%	100%	110,985	0.63	
Year	IMO CII boundary values					Parcelling (if any)				IMPORTANT NOTES
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E	From	To	Tons	Distance	
2023	2.088	2.282	2.428	2.573	2.865					Based on eco speed (13,00k/43,00MT, 12,00k/43,00MT)
2024	2.044	2.234	2.377	2.519	2.804					
2025	2.000	2.186	2.325	2.465	2.744					
2026	1.956	2.138	2.274	2.411	2.684					
EU carbon price = 75.00 EUR EUR = 1.00 USD						Transport work: 483,296,000 ton-miles				

Περίπτωση 1E

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD208	Bulk Carrier	208,000	198,000	2,746	2,746	5,492	0.00	626.68	485.44	0.00
Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ? No	EU/EEA distances sailed				
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound		
3,508	17.7	3.071	6.452	0.639		2,746 50%	0 100%	2,746 50%		
Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS			
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)		
2023	E	38.4%	30.6%	17.3%	4.280	50.7%		0	0.00	
2024	E	41.4%	33.4%	19.8%	4.171	54.7%	40%	52,617	0.27	
2025	E	44.5%	36.3%	22.4%	4.062	58.8%	70%	92,080	0.47	
2026	E	47.7%	39.4%	25.2%	3.954	63.2%	100%	131,543	0.66	
Year	IMO CII boundary values					Parcelling (if any)				IMPORTANT NOTES
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E	From	To	Tons	Distance	
2023	1.908	2.086	2.219	2.352	2.618					Based on normal speed (15,00k/58,00MT, 14,00k/61,00MT)
2024	1.868	2.042	2.172	2.302	2.583					
2025	1.828	1.998	2.125	2.253	2.508					
2026	1.788	1.954	2.079	2.203	2.453					
EU carbon price = 75.00 EUR EUR = 1.00 USD						Transport work: 543,708,000 ton-miles				

Περίπτωση 1F

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD208	Bulk Carrier	208,000	198,000	2,746	2,746	5,492	0.00	501.15	407.50	0.00
Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ?	EU/EEA distances sailed				
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound		
2,867	14.5	2.510	5.273	0.522	No	2,746	0	2,746		
						50%	100%	50%		
Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS			
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)		
								Total	Per ton shipped	
2023	D	13.1%	6.7%	-4.1%	4.280	23.2%		0	0.00	
2024	D	15.5%	9.0%	-2.1%	4.171	26.4%	40%	43,005	0.22	
2025	E	18.1%	11.4%	0.1%	4.062	29.8%	70%	75,259	0.38	
2026	E	20.7%	13.9%	2.3%	3.954	33.4%	100%	107,513	0.54	
Year	IMO CII boundary values					Parcelling (if any)				IMPORTANT NOTES
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E	From	To	Tons	Distance	
2023	1.908	2.086	2.219	2.352	2.618					
2024	1.868	2.042	2.172	2.302	2.563					
2025	1.828	1.998	2.125	2.253	2.508					
2026	1.788	1.954	2.079	2.203	2.453					
EU carbon price = 75.00 EUR					Transport work: 543,708,000 ton-miles					Based on eco speed (13,00k/40,00MT, 12,00k/42,00MT)
EUR = 1.00 USD										

Περίπτωση 1G

Vessel	Vessel type	DWT	Intake	Ballast distance	Laden distance	Total distance	IFO (HSFO)	LSF (VLSFO)	LSG (LSMGO)	LNG
STD208	Bulk Carrier	208,000	198,000	2,746	2,746	5,492	0.00	451.94	376.96	0.00
Emissions and carbon intensity KPIs					Parcelling ?	EU/EEA distances sailed				
CO ₂	CO ₂ /1000MT	AER	EEOI	CO ₂ /nm		Inbound	Intra EU/EEA	Outbound		
2,616	13.2	2.290	4.811	0.476	No	2,746	0	2,746		
						50%	100%	50%		
Year	IMO				Sea Cargo Charter		EU ETS			
	CII ranking label (predicted)	Trajectory alignment 'mid-C' point	Trajectory alignment C/D boundary	Trajectory alignment D/E boundary	Required EEOI	Trajectory alignment	% of eligible emissions to be taxed	Estimated carbon liability (USD)		
								Total	Per ton shipped	
2023	C	3.2%	-2.6%	-12.5%	4.280	12.4%		0	0.00	
2024	C	5.4%	-0.5%	-10.7%	4.171	15.3%	40%	39,238	0.20	
2025	D	7.7%	1.6%	-8.7%	4.062	18.4%	70%	68,667	0.35	
2026	D	10.2%	3.9%	-6.6%	3.954	21.7%	100%	98,095	0.50	
Year	IMO CII boundary values					Parcelling (if any)				IMPORTANT NOTES
	A/B	B/C	mid-C	C/D	D/E	From	To	Tons	Distance	
2023	1.908	2.086	2.219	2.352	2.618					
2024	1.868	2.042	2.172	2.302	2.563					
2025	1.828	1.998	2.125	2.253	2.508					
2026	1.788	1.954	2.079	2.203	2.453					
EU carbon price = 75.00 EUR					Transport work: 543,708,000 ton-miles					Based on super-eco speed (12,00k/33,00MT, 11,00k/35,00MT)
EUR = 1.00 USD										

5.2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Scenario	Vessel	DWT	Intake	Total CO2	CO2 / 1000 MT Carried	Speed	CII			
							20 23	20 24	20 25	20 26
1A	STD82	81.750	79.750	1.874	23,5	Normal 14,00k/31,00MT, 13,50k/33,00MT	C	D	D	D
1B	STD82	81.750	79.750	1.593	20,0	Eco 12,50k/23,00MT, 12,00k/25,00MT	B	B	B	C
1C	STD180	180.000	176.000	3.610	20,5	Normal 15,00k/62,00MT, 14,00k/62,00MT	E	E	E	E
1D	STD180	180.000	176.000	2.960	16,8	Eco 13,00k/43,00MT, 12,00k/43,00MT	E	E	E	E
1E	STD208	208.000	198.000	3.508	17,7	Normal 15,00k/58,00MT, 14,00k/61,00MT	E	E	E	E
1F	STD208	208.000	198.000	2.867	14,5	Eco 13,00k/40,00MT, 14,00k/42,00MT	D	D	E	E
1G	STD208	208.000	198.000	2.616	13,2	Super eco 12,00k/33,00MT, 11,00k/35,00MT	C	C	D	D

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η πρόσφατη εφαρμογή του CII έχει διαταράξει το ναυτιλιακό κλάδο, με αρκετά σημεία του να αποτελούν γκρι ζώνες. Με την προσοχή στραμμένη στην τελική αξιολόγηση (A, B, C, D και E), αποτελεί παρανόηση ότι για να είναι ένα πλοίο σε συμμόρφωση με τον κανονισμό θα πρέπει να αξιολογηθεί με «C». Γεγονός είναι ότι κάθε κατηγορία από τις παραπάνω αποτελεί το βαθμό συμμόρφωσης με τη διαφορά ότι για τις D και E υπάρχουν συνέπειες, οι λεγόμενες «διορθωτικές ενέργειες», που πρέπει να εφαρμοστούν κατά το SEEMP.

Επιπρόσθετα, με βάση το ισχύον πλαίσιο, ένα πλοίο που αξιολογείται χαμηλά, μπορεί να ερμηνευθεί ότι ισοδυναμεί με ένα κατώτερο πλοίο, κάτι το οποίο θα επηρεάσει την εμπορική του αξία. Ωστόσο, αυτό το στοιχείο από μόνο του δεν επαρκεί για να προσδιοριστεί αν ένα πλοίο είναι κατώτερο ή όχι. Στην πραγματικότητα, η αξιολόγηση σε βαθμούς CII θα λέγαμε πώς χαρακτηρίζει περισσότερο την εμπορική διαδρομή που κατέγραψε κατά το έτος που προηγήθηκε, παρά το αν είναι κατώτερο από άποψη τεχνικής απόδοσης (BIMCO, 2023, Why SEEMP and collaboration are key to getting CII right?).

Εφόσον ο τύπος για τη μέτρηση του CII, χρησιμοποιεί το μέγεθος της απόστασης στον παρονομαστή, το τελικό αποτέλεσμα «τιμωρεί» το πλοίο που πραγματοποιεί μικρότερα δρομολόγια. Πιθανό αποτέλεσμα αυτού μπορεί να είναι ότι λιγότερο ενεργειακά αποδοτικά πλοία θα πραγματοποιούν μεγαλύτερα ταξίδια, κρατώντας το CII τους χαμηλό, ενώ ταυτόχρονα θα έχουν περισσότερες εκπομπές GHG.

Επιπλέον, ο CII θα επηρεαστεί αρνητικά από τους μεγάλους χρόνους αναμονής ή τις καθυστερήσεις στα λιμάνια. Θεωρείται πιθανό, ορισμένοι πλοιοκτήτες να καταφύγουν σε άσκοπη πλεύση ώστε να αποφύγουν την αναμονή στο αγκυροβόλιο κάτι το οποίο θα βελτιώσει την αξιολόγησή τους, αλλά θα αυξήσει τις ετήσιες εκπομπές GHG.

Ο CII δεν αντικατοπτρίζει με ακρίβεια τη διαφορά μεταξύ ενός super eco και ενός μη αποδοτικού ενεργειακά πλοίου. Ακόμη και πιο αποδοτικά πλοία μπορούν να αξιολογηθούν χαμηλά λόγω παραγόντων που δεν έχουν σχέση με την πραγματική ενεργειακή απόδοσή τους. Για παράδειγμα, ένα μη αποδοτικό ενεργειακά πλοίο μπορεί να επιτύχει καλό CII απλά πλέοντας άφορτο, δεδομένου ότι ο κανονισμός δεν κάνει κάποια διάκριση μεταξύ άφορτων και έμφορτων ταξιδιών.

Ενώ είναι σαφές ότι ο CII αποτελεί έναν κανονισμό σχετικό με τη λειτουργία του πλοίου και οποιαδήποτε σχετική απόφαση (π.χ. δρομολόγιο, ταχύτητα ταξιδιού, αναμονή σε λιμένα κ.α.) λαμβάνεται θα επηρεάσει τη λειτουργική απόδοση του πλοίου, άρα και το attained CII και την κατάταξή του από Α έως Ε, εγείρεται ζήτημα σε ποιο βαθμό η ευθύνη για συμμόρφωση βρίσκεται στο ναυλωτή και σε ποιο στην διαχειρίστρια εταιρεία. Από τη μία λοιπόν η κατάταξη ενός πλοίου εξαρτάται σχεδόν εξολοκλήρου από τη χρήση / λειτουργική διαχείριση που θα κάνει ο ναυλωτής, από την άλλη είναι η πλοιοκτήτρια / διαχειρίστρια εταιρεία η οποία καλείται να συμμορφωθεί και θα κληθεί να αναλάβει τις συνέπειες στην περίπτωση χαμηλής αξιολόγησης. Χωρίς τη στενή και αρμονική συνεργασία των δύο μερών, η εφαρμογή και βελτίωση του CII ενός πλοίου, θα καταστεί ιδιαίτερος δύσκολη υπόθεση (Tradewinds, 2023, CII six months on: a plague on both your houses?).

Πιο συγκεκριμένα, ως προς τον τελευταίο πίνακα (5.2) περιέχει συνοπτικά τα δεδομένα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για καθεμιά από τις παραπάνω προσομοιώσεις (1A – 1G) και μας επιτρέπει να εξάγουμε συμπεράσματα με βασικότερο όλων το παρακάτω:

Παρά το ότι ένα πλοίο επιτυγχάνει μικρότερες εκπομπές άνθρακα για συγκεκριμένο φορτίο (συγκεκριμένα, εκπεμπόμενο CO₂ ανά 1000 MT μεταφερόμενου φορτίου) σε σχέση με ένα άλλο, αυτό δεν συνεπάγεται και καλύτερο βαθμό αξιολόγησης CII. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι τα τέσσερα όρια (boundaries) μεταξύ των κατηγοριών (Ratings, A-E) είναι σε άμεση συνάρτηση με τον τύπο πλοίου (εν προκειμένω είναι τρία φορτηγά πλοία, οπότε δεν υπάρχει διαφοροποίηση) και του μεγέθους τους (εν προκειμένω είναι τρία διαφορετικά μεγέθη). Ο ακριβής τρόπος υπολογισμού περιγράφεται στο έγγραφο «2022 Guidelines on the Operational Carbon Intensity Rating of Ships (CII Rating Guidelines,G4)» (βλ. Παράρτημα VII).

Επιπροσθέτως, από τον παραπάνω πίνακα (5.2) και συγκρίνοντας δεδομένα για το ίδιο κάθε φορά πλοίο, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ταχύτητα είναι ο παράγοντας ο οποίος επηρεάζει σημαντικά τον CII.

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν αρκετά σημεία στον κανονισμό από τα οποία το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι στρεβλό. Ναυτιλιακοί φορείς όπως ο ICS, η BIMCO αλλά και ναυλωτές και πλοιοκτήτες ισχυρίζονται ότι ο στόχος θα πρέπει να παραμείνει ολιστικός και να είναι η μείωση των απόλυτων ετήσιων εκπομπών GHG, με την προσοχή να μην εστιάζεται αποκλειστικά στην τελική αξιολόγηση CII. Μία αξιολόγηση D και E θα πρέπει να είναι αποδεκτές μεταβατικές αξιολογήσεις κατά την τρέχουσα φάση εφαρμογής

του κανονισμού, υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται οι απαιτήσεις / βελτιωτικές ενέργειες κατά το SEEMP.

Λόγου χάρη, οι πλοιοκτήτες/διαχειρίστριες εταιρείες στην προσπάθεια να αυξήσουν την παραγωγικότητα του στόλου μειώνουν τα άφορτα ταξίδια. Παρόλο το ότι ένα πλοίο καταναλώνει περισσότερα καύσιμα κατά τη διάρκεια ταξιδιών με φορτίο, η βελτιωμένη / μέγιστη χρήση μειώνει τις εκπομπές ανά τόνο μεταφερόμενου φορτίου.

Σχετική ανάλυση προβλέπει ότι περίπου το ένα τρίτο των πλοίων θα αξιολογηθεί με «D» ή «E», εφόσον συνεχίσει με τη μέχρι τώρα λειτουργική συμπεριφορά. Αυτό θεωρητικά θα αυξηθεί στο 50% το 2026 εάν η σύνθεση του στόλου παραμείνει ίδια. Το θεωρητικό αυτό σενάριο υποδηλώνει ότι κατά μέσο όρο απαιτείται μέτρια μείωση της ταχύτητας σε όλο τον στόλο για να επιτευχθεί βαθμολογία «C» ή μεγαλύτερη. Ωστόσο, για μέρος του στόλου οι μειώσεις ταχύτητας που θα απαιτούνται για την επίτευξη αυτού του στόχου, πιθανόν θα είναι σημαντικού μεγέθους (Seatrade, 2024, Clarksons expects 30% of ships to be rated D or E in CII assessments).

Καθοριστικής σημασίας παράγοντας είναι οι εμπλεκόμενοι φορείς να παραμένουν ενημερωμένοι και με γνώση σχετικά με το θέμα ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις όποιες προκλήσεις παρουσιάζονται αλλά και να δώσουν λύσεις κάνοντας τις κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες. Ακόμη, να είναι διατεθειμένοι να συνεργαστούν και ακολουθώντας το «Ό,τι μετριέται, μπορεί και να διαχειριστεί» να μη διστάζουν να μοιραστούν διαφανώς τα σχετικά δεδομένα (ταξιδιών, καταναλώσεων κ.α.) με σκοπό πιο ασφαλή και άρτια αποτελέσματα από την επεξεργασία αυτών. Ένα παράδειγμα τέτοιας συνεργασίας που αφορά σε πλοία μεταφοράς χύδην και υγρού φορτίου αποτελεί το Sea Cargo Charter (SSC), μια εθελοντική πρωτοβουλία που καθορίζει ένα παγκόσμιο πρότυπο για τη διαφάνεια και την ευθυγράμμιση των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων με τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Συγκεκριμένα, η πρωτοβουλία αποσκοπεί στη μέτρηση και αναφορά των εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με τη θαλάσσια μεταφορά εμπορευμάτων. Εστιάζει στη συνεργασία μεταξύ ναυλωτών, πλοιοκτητών και διαχειριστριών εταιρειών πλοίων, προσφέροντας μια κοινή πλατφόρμα για βιώσιμες και υπεύθυνες πρακτικές στη ναυτιλία. Βασικό χαρακτηριστικό του οργανισμού είναι η διαφάνεια, ότι δηλαδή τα εμπλεκόμενα μέρη δεσμεύονται να παρακολουθούν και να αναφέρουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τις ναυτιλιακές δραστηριότητές τους (Safety4Sea, 2023, Sea Cargo Charter: Measuring and reporting transparently is a key

step towards reducing emissions).

Παρά τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι παραμένει επιτακτικής αναγκαιότητας να γίνει η αναθεώρηση του κανονισμού από τον IMO και αυτή να έχει ολοκληρωθεί πριν την 1^η Ιανουαρίου 2026, ώστε να διορθωθούν τα προβληματικά σημεία που έχουν έως τώρα παρουσιαστεί. Εξάλλου, ναυτιλιακοί φορείς όπως οι προαναφερθέντες επί παραδείγματι, έχουν ήδη από κοινού συνασπιστεί με σχετικό αίτημα στον IMO (βλ. Παράρτημα X) (Intercargo, 2024, Intercargo joins shipping industry in calls for IMO to amend flaws in the Carbon Intensity Indicator).

Στην πρόσφατη MEPC 82, σημειώθηκαν οι πρώτες εξελίξεις προς αυτή την κατεύθυνση, με την αναθεώρηση μεταξύ άλλων και του δείκτη CII. Συμφωνήθηκε να ληφθούν υπόψη τα κενά και τα σχετικά ερωτηματικά όσον αφορά στον CII και το SEEMP και να γίνει η επανεξέτασή τους σε δύο στάδια.

Κατά το 1ο στάδιο, η επανεξέταση θα γίνει πριν την 1η Ιανουαρίου 2026 και θα περιλαμβάνει:

Τους συντελεστές μείωσης του CII (Z) για τα έτη 2027 έως 2030

Την ενίσχυση του πλαισίου του SEEMP

Το χρόνο αδράνειας (idle time) και το χρόνο αναμονής στο λιμάνι

Τα ταξίδια μικρών αποστάσεων

Την εφαρμογή του CII

Την αποτελεσματικότητα κατά την επίσκεψη σε λιμάνι

Τη δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα του DCS

Επιπλέον κενά που υπάρχουν, όπως τα άφορτα ταξίδια για παράδειγμα, συμφωνήθηκε να αντιμετωπιστούν κατά τη δεύτερη φάση μετά την 1η Ιανουαρίου 2026. Η επανεξέταση θα συνεχιστεί στο πλαίσιο σύστασης διασυνεδριακής ομάδας εργασίας που θα υποβάλει έκθεση στην MEPC 83 τον Απρίλιο του 2025 (DNV, 2024, IMO MEPC 82: Negotiations on a new net-zero framework).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφική αναφορά / Κείμενο σε ιστοσελίδα:

- EMSA. (2019), “Sustainable Shipping”,
<http://www.emsa.europa.eu/implementation-tasks/environment/sustainable-toolbox.html>
- OECD. (2018), “REDUCING SULPHUR EMISSIONS FROM SHIPS”.
Corporate Partnership Board Report for ITF.
<https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/sulphur-emissions-shipping.pdf>,
- “Climate change: What about shipping?”
<https://medium.com/@OECD/climate-change-what-about-shipping-471a13444fdd>
- “State and Local Governments.”
<https://www.epa.gov/statelocalenergy/state-energy-efficiency-benefits-and-opportunities>
- Transport & Environment (2018), “IMO: Shipping Climate Talks-Ranking of EU member states’ climate ambition”,
<https://www.transportenvironment.org/articles/europes-top-shipping-nations-among-worst-imo-maritime-climate-talks-ranking>
- ClassNK, Charting the Future, “SEEMP, IMO DCS and CII”,
<https://www.classnk.or.jp/hp/en/activities/statutory/seemp/index.html>,
τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- World Maritime University, Hildah Kerubo Omboga (31/10/2022), Era of decarbonization, energy efficiency on existing ships (EEXI) and carbon intensity indicators (CII) implication on charter parties,
https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=3076&context=all_dissertations, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- Baltic Exchange (01/2023) “Energy Efficiency Operating Indicators (EEOI) for Baltic Exchange Dry Routes”,
[https://emissions.balticexchange.com/content/dam/balticexchange/esg/documents/EEOI%20Comparison%20with%20Baltic%20Dry%20routes%20\(V6\)_distribution.pdf](https://emissions.balticexchange.com/content/dam/balticexchange/esg/documents/EEOI%20Comparison%20with%20Baltic%20Dry%20routes%20(V6)_distribution.pdf), τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- Sinay Maritime Data Solution (11/04/2022) “How can I Improve my EEOI?”,
<https://sinay.ai/en/how-can-i-improve-my-eeoi/>, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023

- Sinay Maritime Data Solution (25/01/2023) “How to comply with the CII regulation of the IMO? Key points to verify to comply with the IMO’s CII regulation”, <https://sinay.ai/en/how-to-comply-with-the-cii-regulation-of-the-imo-key-points-to-verify-to-comply-with-the-imos-cii-regulation/>, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- Sinay Maritime Data Solution (25/01/2023) “Key points to verify to comply with the IMO’s CII regulation”, <https://sinay.ai/en/how-to-comply-with-the-cii-regulation-of-the-imo-key-points-to-verify-to-comply-with-the-imos-cii-regulation/>, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- ABS Regulatory News no.07/2022 (25/10/2022) “Carbon Intensity Indicator (CII) Actions to take”, <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/regulatory-news/2022/abs-regulatory-news%20-cii.pdf>, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- PortXchange (02/01/2023) “Improving CII score through Just-in-Time Arrivals”, <https://port-xchange.com/blog/improving-cii-score-through-just-in-time-arrivals/>, τελευταία επίσκεψη: Ιούνιος 2023
- Oldendorff Carriers (07/12/2022) “CII is not the answer”, <https://oldendorff-website-assets.s3.amazonaws.com/assets/downloads/Oldendorff-EMISSIONS.pdf>, τελευταία επίσκεψη: Ιούλιος 2023
- BIMCO (15/03/2023) “OPINION: Why SEEMP and collaboration are key to getting CII right”, <https://www.bimco.org/insights-and-information/safety-security-environment/20230315-cii-opinion>, τελευταία επίσκεψη: Ιούνιος 2023
- GreenVoyage2050 (2018) “Ship Emissions Toolkit Guide No.1”, https://glomeep.imo.org/wp-content/uploads/2019/03/ship_emissions_toolkit-g1-online_New.pdf, τελευταία επίσκεψη: Ιούνιος 2023
- Johannes Hüffmeier και Mathias Johanson (20/01/2021) “State-of-the-Art Methods to Improve Energy Efficiency of Ships”, <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/4/447>, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- TradeWinds (30/06/2023) “CII six months on: a plague on both your houses?”, <https://www.tradewindsnews.com/opinion/cii-six-months-on-a-plague-on-both-your-houses/-2-1-1475664>, τελευταία επίσκεψη: Ιούλιος 2023

- International Chamber of Shipping (26/10/2022) Active role for shipowners in improving CII regulations, <https://www.ics-shipping.org/news-item/active-role-for-shipowners-in-improving-cii-regulations/>, τελευταία επίσκεψη: Ιούνιος 2023
- Clarksons, “2023 regulation will drive lower emissions for the shipping industry”, <https://www.clarksons.com/home/green-transition/what-is-eexi-and-cii/>, τελευταία επίσκεψη: Ιούλιος 2023
- GreenVoyage2050 “Just in Time Portal”, <https://greenvoyage2050.imo.org/just-in-time-arrivals/>, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023
- ShipShave, “In transit cleaning of hulls”, <https://shipshave.no/itch/>, τελευταία επίσκεψη: Ιούλιος 2023
- Yara Marine Technologies, “Harness the power of the wind”, https://yaramarine.com/windwings/?gclid=Cj0KCQjw756lBhDMARIsAEI0Agn4ofnML0OoTIU3eR8z3v3JHXA3BO3AbpjztzjoG65bKzZAg6XuJ6saAleGEALw_wcB, τελευταία επίσκεψη: Ιούνιος 2023
- Newmoney (31/08/2023), “Ελληνική Ναυτιλία: Προσηλωμένη στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία” <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/nautilia/elliniki-naftilia-prosilomeni-sti-miosi-ekpompon-aerion-tou-thermokiapiou-apo-ta-plitia/>, τελευταία επίσκεψη: Οκτώβριος 2023
- ABS (07/07/2023) “ News Brief : MEPC 80”, <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/regulatory-news/2023/ABS%20Regulatory%20News%20-%20MEPC%2080%20Brief.pdf>, τελευταία επίσκεψη: Οκτώβριος 2023
- IMO, “Marine Environment Protection Committee (MEPC 80), 3-7 July 2023”, <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MEPC-80.aspx>, τελευταία επίσκεψη: Οκτώβριος 2023
- Seatrade Maritime News (03/01/2024) “Clarksons expects 30% of ships to be rated D or E in CII assessments”, <https://www.seatrade-maritime.com/green-shipping/clarksons-expects-30-of-ships-to-be-rated-d-or-e-in-cii-assessments>, τελευταία επίσκεψη: Απρίλιος 2024

- Safety4Sea (14/06/2023), “Sea Cargo Charter: Measuring and reporting transparently is a key step towards reducing emissions”,
https://safety4sea.com/sea-cargo-charter-measuring-and-reporting-transparently-is-a-key-step-towards-reducing-emissions/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=SAFETY4SEA+Morning+fix+29%2F09%2F2023, τελευταία επίσκεψη: Οκτώβριος 2023
- DNV (25/03/2024), “IMO MEPC 81: negotiations on new GHG reduction requirements continue”, <https://www.dnv.com/news/imo-mepc-81-negotiations-on-new-ghg-reduction-requirements-continue/>, τελευταία επίσκεψη: Απρίλιος 2024
- Intercargo (11/07/2024), “Media Release: “INTERCARGO joins shipping industry in calls for IMO to amend flaws in the Carbon Intensity Indicator” ”,
<https://www.intercargo.org/media-release-intercargo-joins-shipping-industry-in-cii-flaws/>, τελευταία επίσκεψη: Νοέμβριος 2024
- Intercargo (04/10/2024), “Brief on the outcome of IMO’s MEPC 82”,
<https://www.intercargo.org/intercargobriefs-for-imos-mepc-82/>,
τελευταία επίσκεψη: Οκτώβριος 2024
- DNV (07/10/2024), “IMO MEPC 82: Negotiations on a new net-zero framework”,
<https://www.dnv.com/news/23-statutory-imo-mepc-82-negotiations-on-a-new-net-zero-framework/>
τελευταία επίσκεψη: Νοέμβριος 2024

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- I. [Resolution MEPC.282\(70\) / Annex 10: 2016 Guidelines For The Development Of A Ship Energy Efficiency Management Plan \(SEEMP\)](#)
- II. [Resolution MEPC.346\(78\)/Annex 8: 2022 Guidelines For The Development Of A Ship Energy Efficiency Management Plan \(SEEMP\)](#)
- III. [Guidelines For Voluntary Use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator \(EEOI\)](#)
- IV. [Resolution MEPC.352\(78\)/Annex 14: 2022 Guidelines on Operational Carbon Intensity Indicators and the Calculation Methods \(CII Guidelines, G1\)](#)
- V. [Resolution MEPC.353\(78\)/Annex 15: 2022 Guidelines on the Reference Lines for Use with Operational Carbon Intensity Indicators \(CII Reference Lines Guidelines, G2\)](#)
- VI. [Resolution MEPC.338\(76\)/Annex 12: 2021 Guidelines on the Operational Carbon Intensity Reduction Factors Relative to Reference Lines \(CII Reduction Factors Guidelines, G3\)](#)
- VII. [Resolution MEPC.354\(78\)/Annex 16: 2022 Guidelines on the Operational Carbon Intensity Rating of Ships \(CII Rating Guidelines, G4\)](#)
- VIII. [Resolution MEPC.355\(78\)/Annex 17: 2022 Interim Guidelines on Correction Factors and Voyage Adjustments for CII Calculations \(CII Guidelines, G5\)](#)
- IX. [Resolution MEPC.377\(80\)/Annex 15: 2023 IMO Strategy On Reduction Of GHG Emissions From Ships \(adopted on 7 July 2023\)](#)
- X. [Joint Policy Statement \(9 July 2024\) Carbon Intensity Indicator \(CII\)](#)